

Antenne SUD
40 Rue Pinville
CS 40045
34060 MONTPELLIER CEDEX 2
Tél : +33 (0)4 11 75 72 53

Etude sanitaire et environnementale du Secteur de Vaulry-et-Cieux (87)

RAPPORT 2020/190DE – 20NAQ24010




Date : 15/03/2021

Etude sanitaire et environnementale du Secteur de Vaulry-et-Cieux (87)

RAPPORT 2020/190DE – 20NAQ24010

Diffusion :

<p>B3S</p> <p>Pôle Après-mine Sud</p> <p>DREAL Nouvelle Aquitaine</p> <p>GEODERIS</p>	<p>GAY Aurélien FOTI Emilie</p> <p>CHOQUET Philippe BOUISSAC Marie-Hélène</p> <p>Peggy HARLE Pierre TASTET</p> <p>HADADOU Rafik ZORNETTE Nicolas BARANGER Philippe</p>
---	--

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Claire CHAPON	Philippe BARANGER	Rafik HADADOU
Visa			

SOMMAIRE

1	Contexte de l'étude.....	11
1.1	Origine de la demande.....	11
1.2	Emprise de l'étude	12
1.3	Inventaire DDIE.....	14
1.4	Méthodologie adoptée.....	18
2	Phase Informativ.....	20
2.1	Contexte topographique.....	20
2.2	Contexte climatique	20
2.3	Végétation et occupation des sols.....	21
2.4	Contexte hydrologique	22
2.4.1	Contexte hydrographique général	22
2.4.2	Contexte hydrographique local.....	23
2.4.3	Principales masses d'eau superficielle identifiées	24
2.4.4	Inondabilité.....	24
2.5	Géologie générale et minéralisation	26
2.5.1	Contexte géologique	26
2.5.2	Contexte gîtologique et paragenèse minérale	26
2.5.3	Fonctionnement hydrogéologique régional.....	31
2.5.4	Principales masses d'eau souterraines identifiées	31
2.5.5	Circulation des eaux souterraines aux abords des anciennes zones d'activités minières	33
2.5.5.1	Connexion des réservoirs miniers avec les aquifères environnants.....	33
2.5.5.2	Fonctionnement général des écoulements souterrains dans les zones de travaux miniers.....	33
2.6	Contexte Industriel et passif environnemental.....	34
2.7	Zones et espaces naturels protégés	34
2.8	Bibliographie sur les données géochimiques disponibles.....	36
2.8.1	L'inventaire Minier National (IMN)	36
2.8.2	Fond géochimique national (ASPITET)	38
2.9	Résumé des investigations conduites lors de l'étude C - 2017.....	39
2.9.1	Résultats obtenus pour les sols et les résidus de traitement	39
2.9.2	Résultats obtenus pour les eaux souterraines.....	42
2.9.3	Résultats obtenus pour les eaux superficielles.....	42
2.9.4	Résultats obtenus pour les sédiments.....	43
2.10	Phase historique et documentaire.....	44
2.10.1	Période d'exploitation minière	44
2.10.2	Méthode d'exploitation	46
2.10.3	Production.....	46
2.10.4	Ouvrage d'exploitation à ciel ouvert	46
2.10.5	Anciennes installations de surface	51
3	Usages identifiés dans le secteur d'étude.....	57
3.1	Usages des eaux superficielles.....	57
3.2	Usages des eaux souterraines.....	57
3.2.1	Captages d'Alimentation pour l'Eau Potable (AEP)	57
3.2.2	Qualité des eaux souterraines des captages AEP.....	60
3.2.3	Remarques concernant les AEP identifiés	61
3.3	Usages généraux et activités de loisirs	63
3.4	Discussion sur la vulnérabilité et la sensibilité des milieux au droit de la zone d'étude	64
4	Schéma conceptuel préliminaire.....	65
4.1	Sources potentielles de pollution.....	65
4.2	Cibles identifiées.....	65

4.3	Voies d'exposition potentielles	66
5	Diagnostic sur l'Etat des Milieux	69
5.1	Organisation des campagnes de terrain.....	69
5.2	Données géochimiques et environnementales locales disponibles	69
5.2.1	Fond « pédo-géochimique » local	69
5.2.2	Caractérisation de l'Environnement Local témoin (ELT).....	71
5.3	Méthodes de prélèvements et mesures	74
5.3.1	Protocoles de prélèvement et mesures in situ – Volet environnement.....	74
5.3.1.1	Programme analytique.....	74
5.3.1.2	Stratégie d'investigations pour le volet environnemental	74
5.3.1.3	Sols et autres matériaux solides.....	75
5.3.1.4	Mesures pXRF / Niton®	75
5.3.1.5	Eaux de surface	76
5.3.1.6	Eaux souterraines	77
5.3.1.7	Sédiments.....	77
5.3.1.8	Synthèse de l'échantillonnage et des points de mesure réalisés.....	79
5.3.2	Protocoles de prélèvement et mesures in situ – Volet sanitaire.....	80
5.3.2.1	Programme analytique.....	80
5.3.2.2	Stratégie d'investigations pour le volet sanitaire.....	80
5.3.2.3	Sols.....	81
5.3.2.4	Denrées alimentaires	81
5.3.2.5	Eaux de surfaces et souterraines (puits)	81
5.3.2.6	Herbes	82
5.3.3	Stockage et transport des échantillons d'eau	82
5.3.4	Méthodes d'analyses des laboratoires	82
6	Résultats des investigations et Interprétation en matière d'impact environnemental.....	83
6.1	Investigations conduites sur les sols - 2018	83
6.1.1	Résultats obtenus sur les sols et les résidus de traitement	83
6.1.2	Caractérisation des sources et transferts potentiels de pollution	89
6.1.3	Dissémination anthropique.....	95
6.2	Investigations conduites sur les eaux et sédiments - 2019.....	95
7	Résumé de l'Etude sanitaire	112
7.1	Généralités et méthodologie de l'Interprétation de l'Etat des milieux et des calculs sanitaires.....	112
7.2	Bibliographie sur les valeurs sanitaires disponibles.....	115
7.2.1	Modalité de gestion et valeurs d'alerte pour le plomb (HCSP).....	115
7.2.2	Recommandation de bonne pratique en matière de dépistage pour l'arsenic (HAS)	116
7.3	Mise à jour du schéma conceptuel.....	116
7.3.1	Localisation des zones investiguées	121
7.4	Résultats des investigations réalisées dans le cadre du volet sanitaire.....	124
7.4.1	Objectifs de la campagne d'investigation	124
7.5	Calculs des Risques sanitaires	124
7.5.1	Evaluation de la toxicité et des valeurs toxicologiques de référence (VTR)	124
7.5.2	Paramètres environnementaux retenus.....	128
7.5.3	Présentation et interprétation des résultats par foyer	129
7.6	Synthèse des résultats des calculs sanitaires	141
7.7	Incertitude sur la caractérisation du risque	142
8	Résumé de l'étude et recommandations générales	143
8.1	Synthèse de l'étude	143
8.1.1	Phase informative	143
8.1.2	Volet environnemental	145
8.1.3	Volet sanitaire	147
8.2	Recommandations.....	148
8.2.1	Mesures de gestion environnementale.....	149

8.2.2	Mesures de gestion sanitaire	150
8.2.3	Informations et conservation de la mémoire	152

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Travaux issus de la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive

Annexe 2 : Fiches masses d'eau

Annexe 3 : Investigations effectuées dans le cadre de l'étude d'orientation 2017

Annexe 4 : Fond pédo-géochimique 2018

Annexe 5 : Environnements Locaux Témoins

Annexe 6 : Prélèvements Volet Environnemental

Annexe 7 : Prélèvements Volet Sanitaire

Annexe 8 : Bordereaux analytiques 2018-2019 et Figures de localisation des investigations et des anomalies

Annexe 9 : Valeurs Toxicologiques de Référence et paramètres d'exposition

Annexe 10 : Fiches foyers

Annexe 11 : Incertitudes

Mots clés : Après-mine ; Etude environnementale et sanitaire ; Vaulry-et-Cieux ; Limousin ; Haute-Vienne ; Etain ; Tungstène ; Arsenic ; Plomb

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS

AEP : Adduction / Alimentation en Eau Potable

AES : Atomic Emission Spectrometry

ARS : Agence Régionale de Santé

ASPITET : Programme de l'INRA pour l'évaluation des fond géochimiques des sols superficiels

B3S : Bureau du Sol et du Sous-Sol, au sein de la DGPR (Direction Générale de la Prévention des Risques) du Ministère de la Transition Énergétique et Solidaire

BDSTM : Base de Données des Sites et Titres Miniers gérée par GEODERIS

DDCSPP : Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations

DDIE : Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive

DDT : Direction Départementale des Territoires

DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

ELT : Environnement Local Témoin

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

ERP : Etablissement Recevant du Public

GPS : Global Positioning System

HAS : Haute Autorité de Santé

HCSP : Haut Conseil de Santé Publique

ICP : Inductively Coupled Plasma

IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux

MTES : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

NQE-CMA : Norme de Qualité Environnementale - Concentration Maximale Admissible

NQE-MA : Norme de Qualité Environnementale - Moyenne Annuelle

PEC : Probable Effect Concentration – teneurs sur des sédiments définies dans le cadre du Consensus-Based Sediment Quality Guidelines (CBSQG) par McDonald et al.

PEHD : PolyÉthylène Haute Densité

pXRF : Portable X-Ray Fluorescence (Spectromètre de fluorescence X portable)

SSP : Sites et Sols Pollués

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Avertissement !

Nous attirons l'attention sur l'utilisation du mot « minier » dans ce rapport qui est un terme générique et technique et n'a aucune signification d'ordre réglementaire ou juridique.

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 Origine de la demande

L'inventaire des dépôts, réalisé par GEODERIS dans le cadre de l'article 20 de la Directive européenne sur les Déchets de l'Industrie Extractive, a permis de classer les secteurs¹ contenant ces dépôts selon six classes allant de A à E. La classe E concerne les secteurs comportant des dépôts susceptibles de présenter un risque très significatif pour la santé humaine et l'environnement. À l'inverse, la classe A concerne les secteurs ne présentant pas de risque pour la santé humaine et/ou l'environnement.

Une démarche méthodologique fixe le type d'étude à réaliser selon le classement des secteurs réalisé dans le cadre de l'inventaire DDIE pour le volet « sanitaire et environnemental ». Cette dernière a été l'objet d'un certain nombre de mises à jour en 2016 et au début de l'année 2017, tout particulièrement au niveau des secteurs classés en C+ et C- (GEODERIS, 2016).

Les classes « C+ » et « C- » sont des classes intermédiaires et signifient, en termes de risque, qu'il s'agit d'un : « *Secteur dont les dépôts miniers identifiés lors de l'inventaire DDIE, sont susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine et l'environnement* ». Une classe C+ ou C- nécessite une étude d'orientation et/ou une étude sanitaire ciblée sur habitation pour apprécier le niveau de risque éventuel.

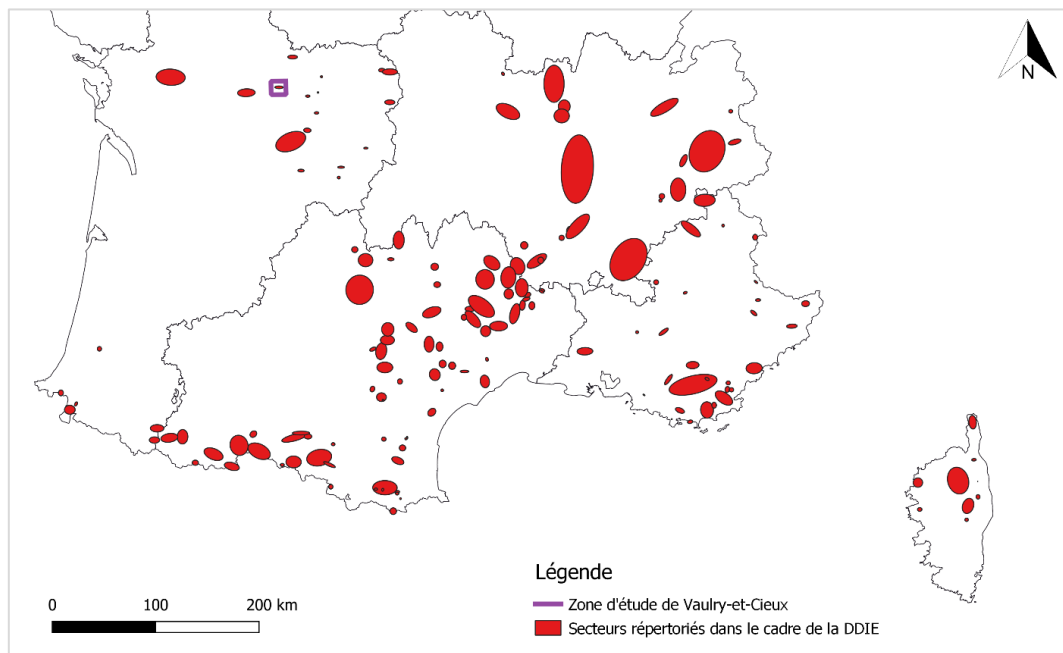


Figure 1 : Situation générale des Secteurs miniers identifiés à l'issue de l'inventaire DDIE sur le territoire métropolitain (Régions sur la moitié Sud de la France) et localisation de la zone d'étude de Vaulry et Cieux

¹ Les titres miniers comprenant des dépôts identifiés dans le cadre de l'inventaire ont été regroupés en « secteurs ».

L'élaboration de ces secteurs repose sur une liste de critères établie par GEODERIS :

- statut administratif du ou des titres miniers auxquels appartiennent les dépôts : identification des titres miniers sur lesquels

subsiste encore un exploitant connu, et/ou ;

- substances produites et/ou exploitées, et/ou ;

- contexte géologique et gîtologique, et/ou ;

- appartenance au même bassin versant, et/ou ;

- proximité géographique entre les titres constitutifs du secteur.

A noter que tous ces critères n'ont pas été systématiquement déterminants dans l'élaboration d'un secteur.

Le secteur de Vaulry-et-Cieux a été classé en C- dans le cadre de l'inventaire DDIE. Compte tenu de ce classement ce site a tout d'abord fait l'objet d'une première étude d'orientation réalisée par GEODERIS en 2017-2018².

Celle-ci s'était concentrée sur les sites de la Mine, La Garde et Jouhe. Pour cette étude d'orientation, une campagne de terrain comprenant des prélèvements de sols, d'eaux et sédiments avait été conduite. La situation du secteur minier avait pu être précisée et des anomalies chimiques en arsenic (As), étain (Sn), tungstène (W) et plomb (Pb) avaient été relevées.

L'extension des dépôts n'avait pu être alors finement déterminée et par ailleurs, des enjeux sanitaires avaient été identifiés. Ainsi, il a été conclu qu'une étude sanitaire et environnementale pourrait utilement être réalisée sur ce secteur.

En accord avec le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et la DREAL, l'étude sanitaire et environnementale du secteur de Vaulry-et-Cieux a été inscrite au programme GEODERIS 2019-2020. Le présent rapport consiste en la synthèse de cette étude.

1.2 Emprise de l'étude

Le secteur d'étude se localise dans le département de la Haute-Vienne (87), à environ 25 km au Nord-est de Limoges. Il s'étend sur une dizaine de kilomètres et est situé dans le département de la Haute-Vienne (87), et empiète sur la moitié Est des Monts de Blond.

La présente étude sanitaire et environnementale se concentre sur le périmètre de l'ancien titre minier de Vaulry-et-Cieux (Figure 2).

La concession de Vaulry-et-Cieux s'étend sur les communes de :

- Cieux ;
- Vaulry ;
- Breuilaufa ;
- Blond ;
- Berneuil ;
- Chamboret.

Nota : Sur ce site, les principaux témoins de l'ancienne activité minière et industrielle associée sont représentés par un dépôt de résidus de traitement, un dépôt de stériles, un dépôt de minerais de creusement, des haldes, quelques ouvrages débouchant au jour, des zones d'excavation à ciel ouvert et des vestiges d'anciennes constructions liées à la mine (four à arsenic). Parmi ces dernières figures, l'ancienne laverie est dans un état de dégradation avancée.

² Rapport GEODERIS S 2018/028DE -18LIM24010 du 12/02/2018

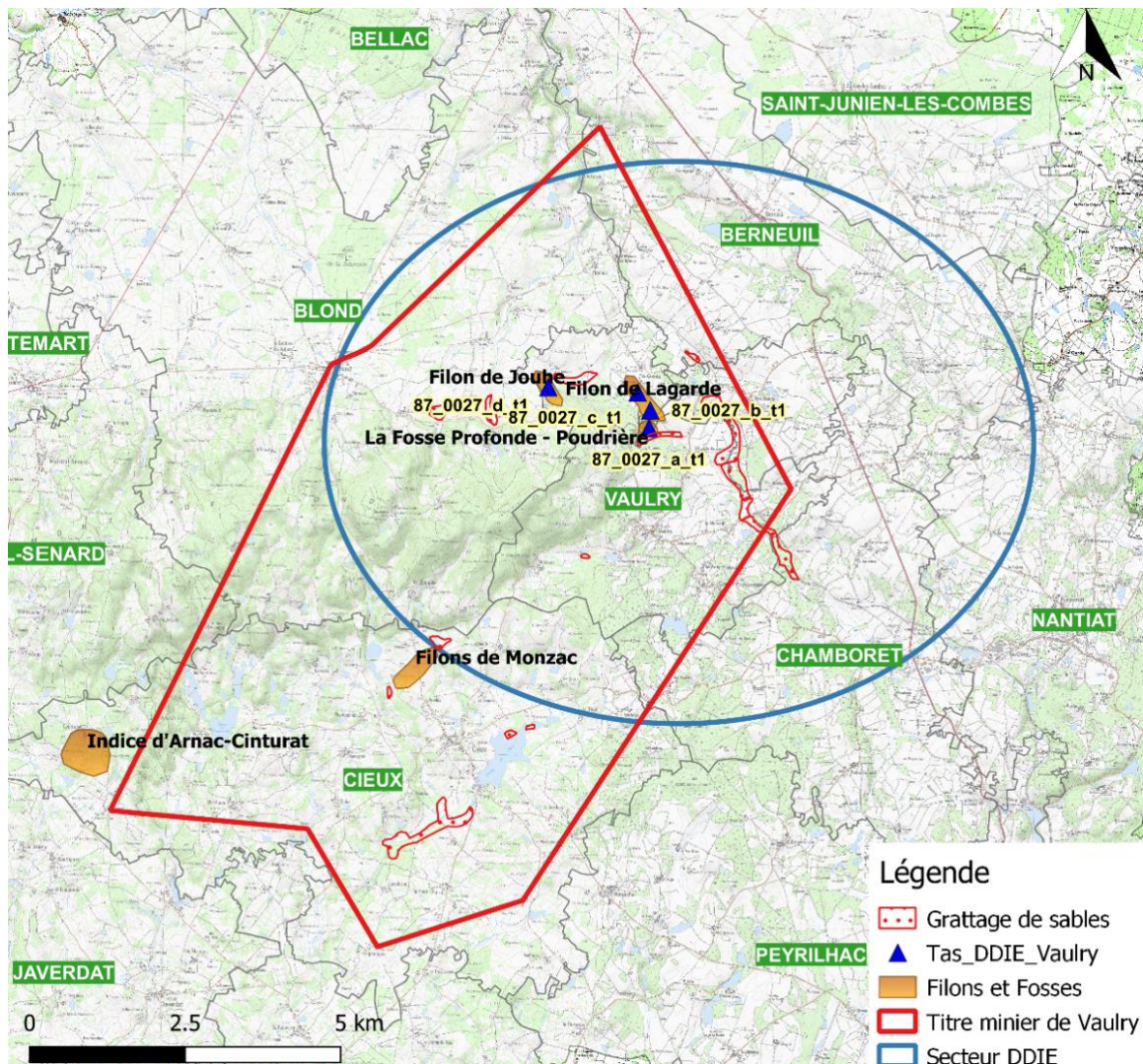


Figure 2 : Localisation des anciennes activités extractives du titre minier de Vaulry-et-Cieux (contour rouge) ; un ovoïde bleu représente le secteur DDIE de Vaulry-et-Cieux, sur fond SCAN 25 © IGN Touristique

1.3 Inventaire DDIE

Sur le secteur de Vaulry-et-Cieux, quatre dépôts, situés en zone rurale ont été cartographiés et référencés lors de l'inventaire DDIE.

Nom secteur	Classement Environnemental	N° Tas	N° Titre	Nom Titre	Substance exploitée	SR pop	SReaux sout.	SReaux sup.	SR Faune/ Flore
VAULRY-ET-CIEUX	C-	87_0027_a_T1	87SM 0027	VAULRY-ET-CIEUX	Tungstène	5	8	3	5
		87_0027_c_T1				3	3	3	1
		87_0027_b_T1				-	-	-	-
		87_0027_d_T1				-	-	-	-

Tableau 1 : Extrait des scores de risques des 4 dépôts du secteur de Vaulry-et-Cieux

Les quatre principaux dépôts recensés se trouvent sur les communes de Vaulry et Breuilaufa et sont localisés sur la Figure 3.

Les dépôts 87_0027_b_T1 et 87_0027_d_T1, d'un volume inférieur à 500 m³ et constitués de stériles de creusement de forte granulométrie, n'ont pas été scorés conformément à la méthodologie DDIE.

Une description détaillée des éléments de la DDIE est présentée en Annexe 1.

Les principales données de la DDIE sont aussi reprises au § 6.1.2 caractérisant les sources de pollution.

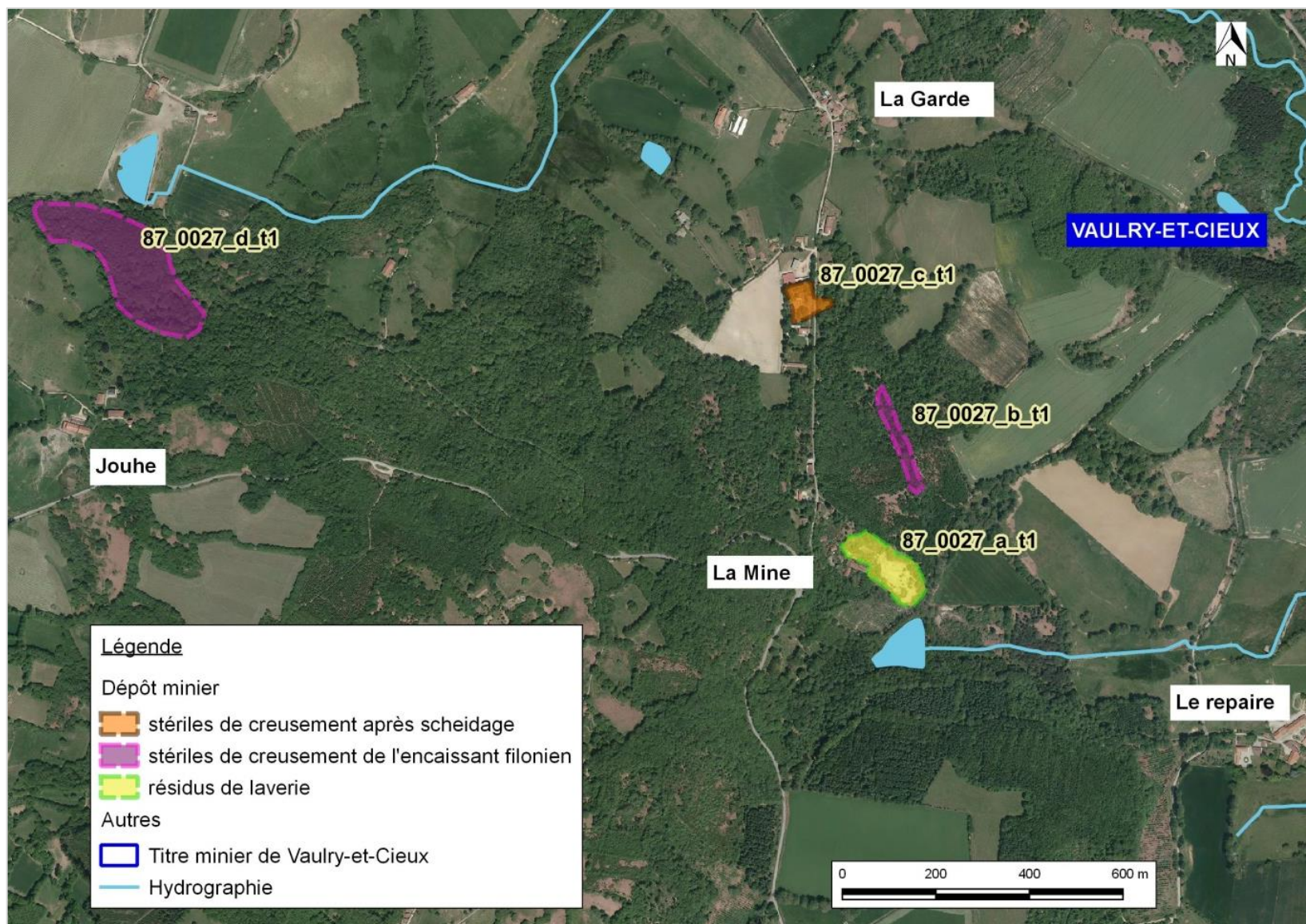


Figure 3 : Localisation des 4 dépôts miniers identifiés lors de l'inventaire DDIE

Par ailleurs, d'anciennes zones de grattages alluvionnaires ont également été mises en évidence (zones bleues sur la figure suivante).

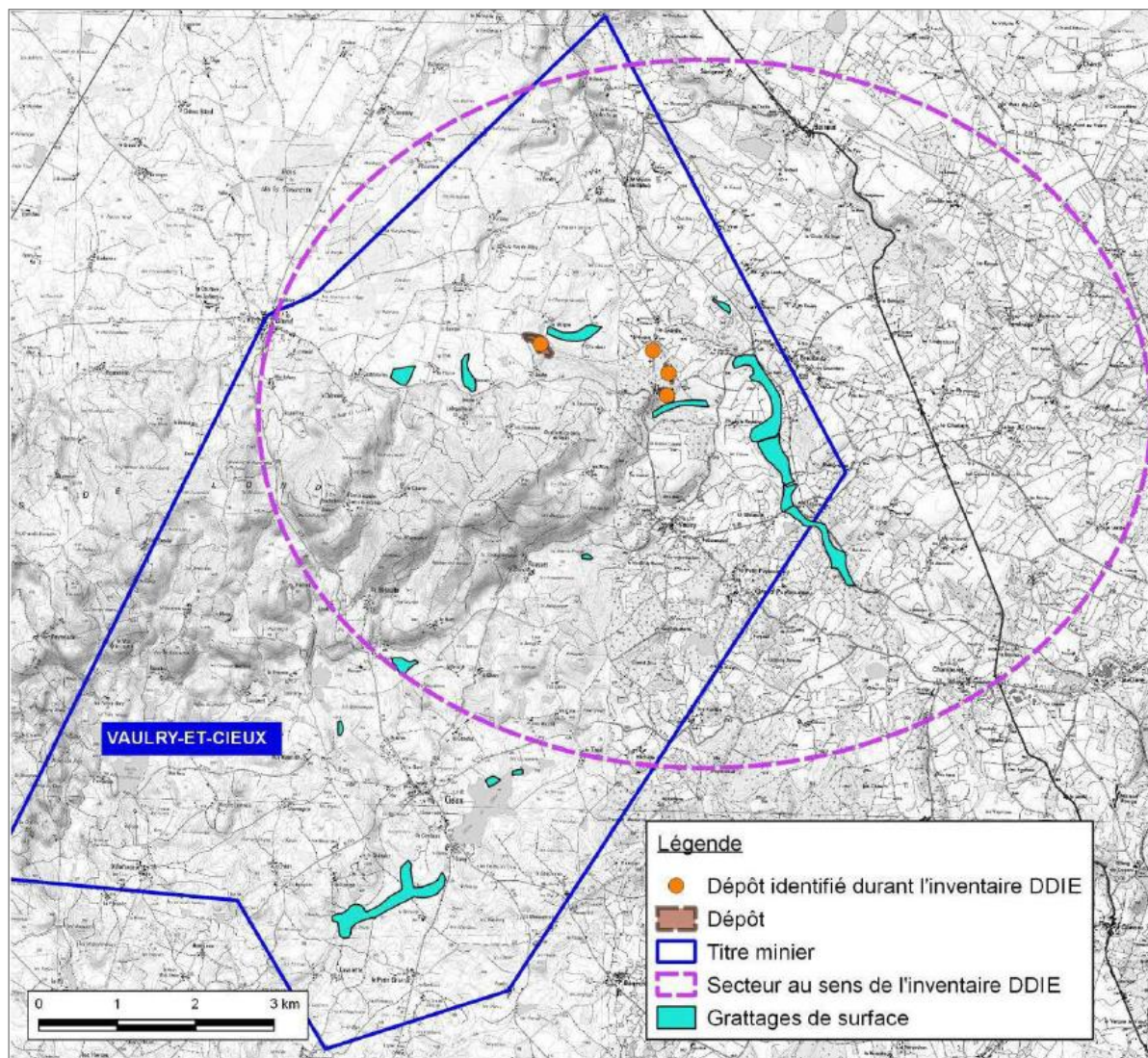


Figure 4 : Localisation des zones de grattage des sables alluvionnaires

1.4 Méthodologie adoptée

Pour cette étude, l'approche utilisée s'appuie sur une des démarches élaborées dans le cadre de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués.

Cette démarche est notamment basée sur l'élaboration d'un schéma conceptuel et sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) (Figure 5).

Elle a pour but de distinguer, lorsque les usages sont déjà fixés :

- « Les milieux qui ne nécessitent aucune action particulière, c'est-à-dire ceux qui permettent une libre pratique des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs » ;
- « Les milieux qui peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux d'exposition et leurs usages constatés » ;
- « Les milieux qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion. La zone concernée devient alors un site au sens du plan de gestion ».

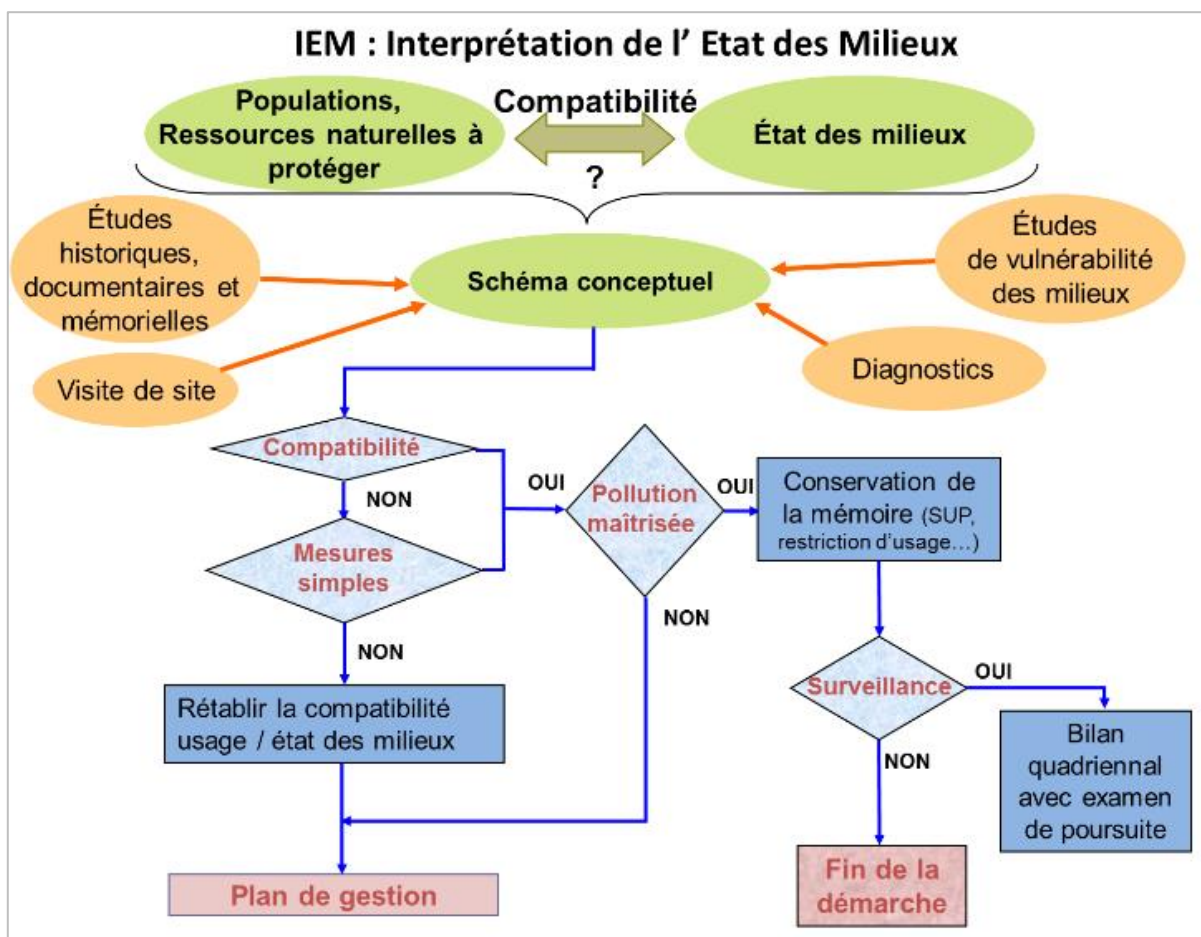


Figure 5 : Démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (MEEM, 2017)

Le bilan factuel du site étudié a pour but d'appréhender l'état de pollution des milieux et les modes de contamination potentiels au regard des usages présents sur le site étudié et dans son environnement. Cette méthode repose sur l'établissement d'un schéma conceptuel qui précise les relations entre les sources de pollution, les milieux de transfert, les populations riveraines, les usages du site et des milieux ainsi que les ressources naturelles à protéger.

Pour qu'un site pollué présente un risque pour les populations, il doit exister la combinaison simultanée d'une source de pollution avec des voies de transfert et la présence de personnes exposées à cette contamination. Cette mise en contact peut se faire par les sols, les eaux souterraines, les eaux de surface, les poussières, les transferts vers les produits alimentaires et les émissions de vapeur. Il s'agit d'une approche de type :

SOURCE -> VECTEUR -> CIBLE

Dès lors que l'étude conclut à une incompatibilité entre l'état des milieux et les usages qui en sont faits, des recommandations de gestion et/ou de surveillance sont proposées. Ces recommandations consistent en des actions visant à améliorer ou restaurer la qualité des milieux affectés afin de les rendre compatibles avec l'usage actuel. Des mesures simples et pragmatiques peuvent s'avérer suffisantes pour contrôler un état stabilisé ou une évolution favorable de l'état des milieux et pour résoudre le problème identifié avant toute investigation complémentaire et/ou mesure de gestion plus lourde.

2 PHASE INFORMATIVE

2.1 Contexte topographique

La topographie du secteur minier des anciens gisements est largement influencée par la chaîne des Monts de Blond, dont la partie Est du massif couvre une large surface de la partie centrale du secteur minier. De nombreuses vallées rayonnent autour du massif et dans la partie Nord, Est et Sud du secteur d'étude.

La chaîne des Mont de Blond culmine à 514 m NGF, tandis que la plaine alentour est à une cote avoisinant les 300 m NGF. La pente est régulière et adoucie sur le flanc Sud et plus brutale sur le flanc Nord. Ce massif est plus escarpé à l'Est et au Nord qu'à l'Ouest. Ce massif est à cheval sur les communes haut-viennoises de Blond, Bussière-Boffy, Montrou-Sénard, Mortemart, Cieux, Vaulry et Chamboret, ainsi que Montroulet et Saint-Christophe en Charente.

Le contexte topographique du secteur est présenté sur la Figure 6.

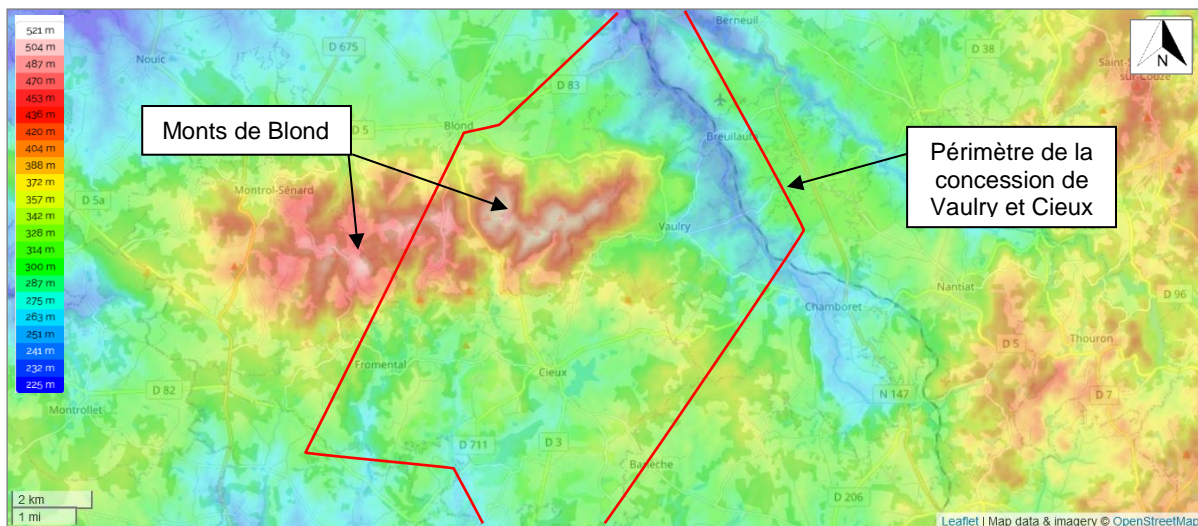


Figure 6 : Contexte topographique des Mont de Blond et du secteur de Vaulry-Et-Cieux
(Source : <https://fr-fr.topographic-map.com/maps>)

2.2 Contexte climatique

L'ensemble du département de la Haute-Vienne est essentiellement exposé au risque de tempête d'hiver en raison de sa relative proximité du littoral Atlantique et de son relief exposé aux vents dominants d'Ouest. L'intensité de ce risque est cependant modérée et les tempêtes hivernales recensées dans le département n'occasionnent généralement que des dégâts matériels limités aux constructions et aux massifs forestiers.

Les deux stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude (Aéroport Limoges-Bellegarde et Brigueuil) indiquent un vent dominant de direction Ouest /Sud-Ouest.

Nota : un envol en direction du hameau du Repaire des poussières du dépôt principal 87_0027_a_t1 serait ainsi possible.

2.3 Végétation et occupation des sols

Le paysage est essentiellement constitué de bois de feuillus et de prairies autour des villages. Les monts de Blond sont connus pour abriter de nombreux menhirs et dolmens du Néolithique, mais aussi de nombreux chaos granitiques. Les monts de Blond conservent quelques landes sèches comme à la butte de Frochet à Val d'Issoire et à Ceinturat, ainsi que quelques tourbières comme la tourbière de Pioffret. Cet environnement présente également ponctuellement quelques zones à tissu urbain discontinu.

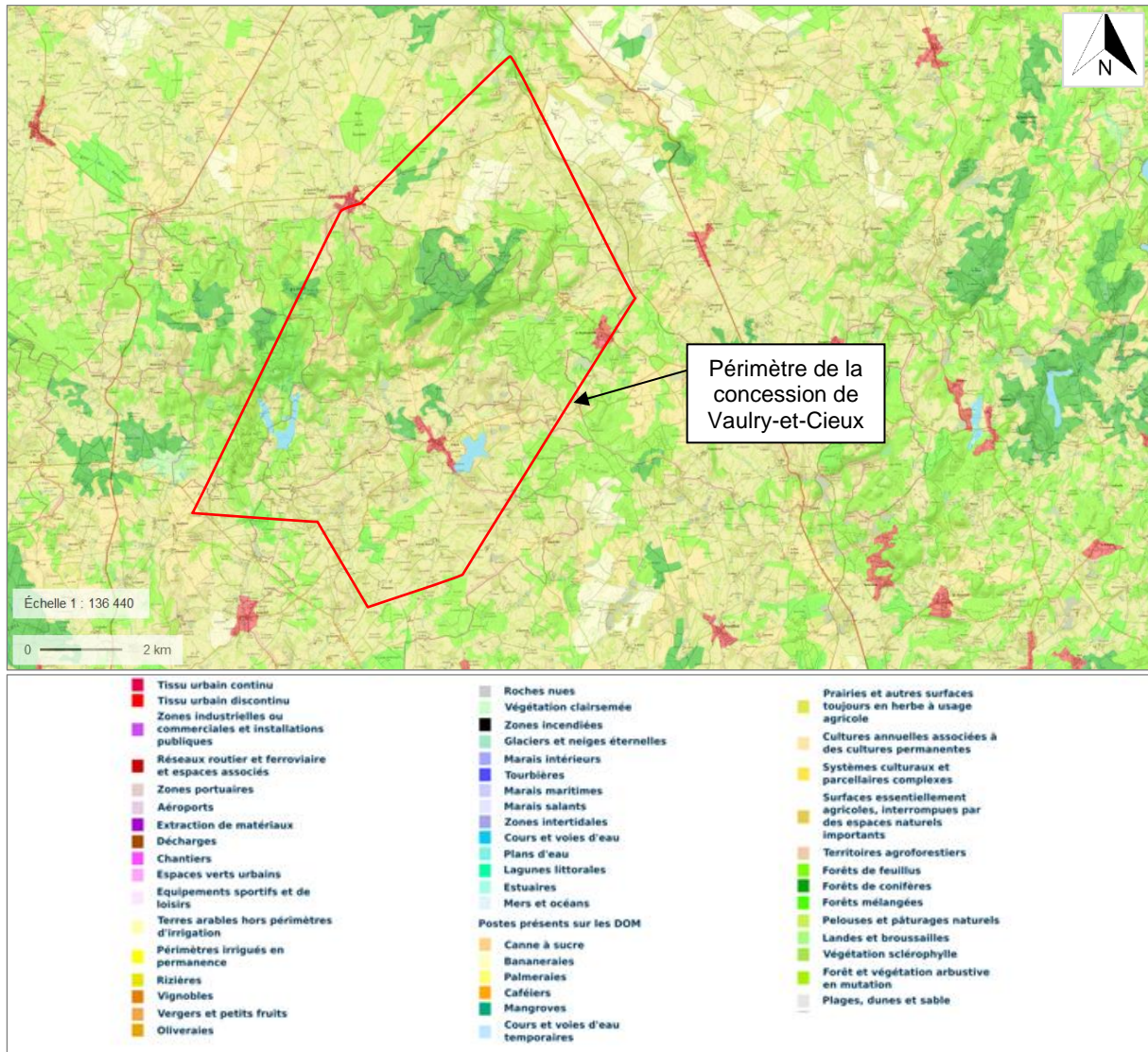


Figure 7 : Carte d'occupation des sols (Corine Land Cover 2018 – Source : Géoportail)

2.4 Contexte hydrologique

2.4.1 Contexte hydrographique général

La chaîne des Monts de Blonds est située sur la limite de séparation hydrographique entre le bassin versant de la Creuse côté Est et Nord et le bassin versant de la Vienne côté Sud :

- Côté Nord, la vallée de la Glayeule (sous-affluent de la Creuse) est le principal axe drainant hydrographique local des vallons orientés Est, puis des vallons orientés vers le Nord ;
- Côté Sud, le ruisseau de la Vergogne ou du Grand étang de Cieux (sous-affluent de la Vienne) est le principal axe drainant hydrographique local.

L'hydrographie du secteur est illustrée ci-après.

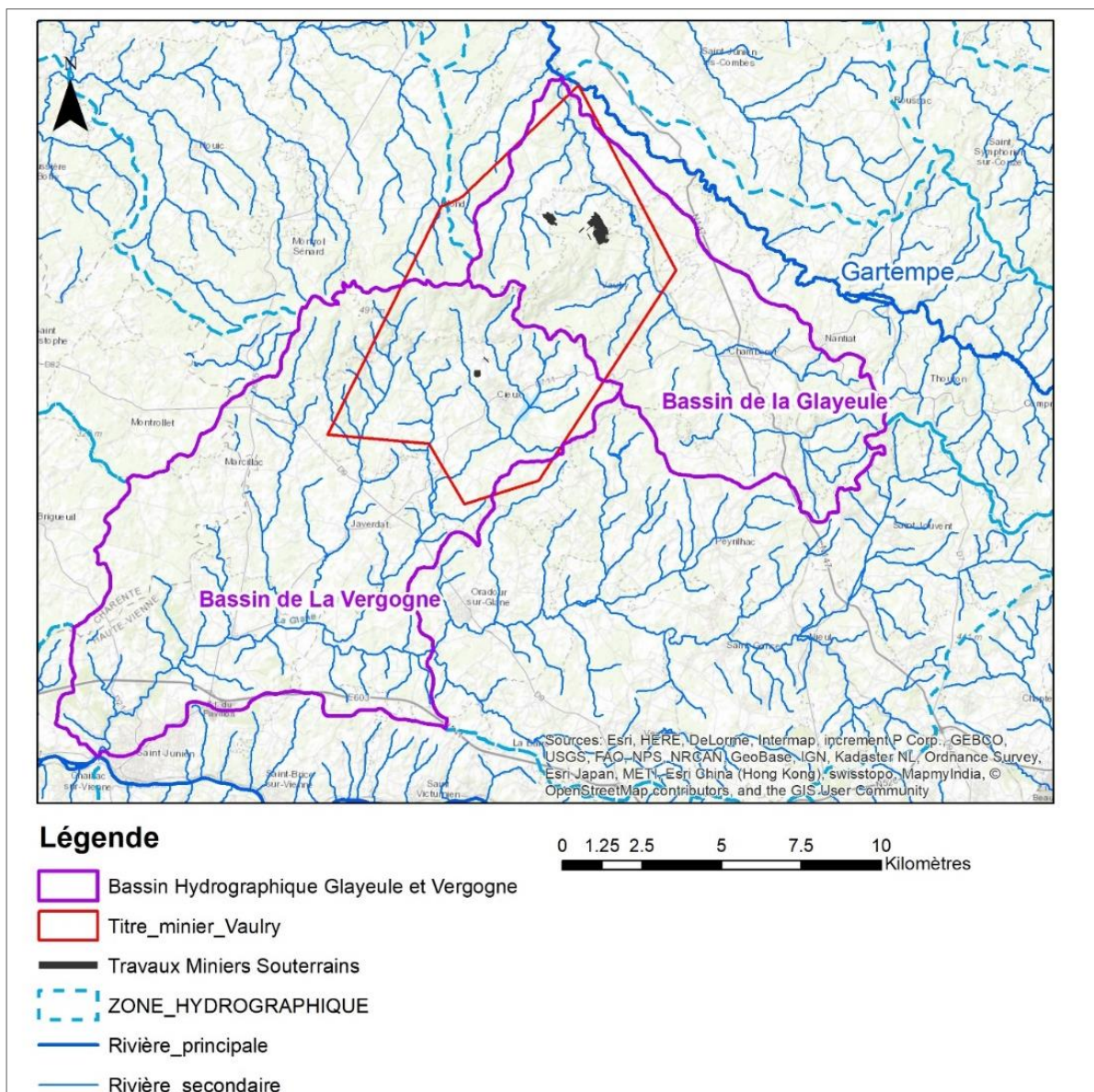


Figure 8 : Situation des rivières et ruisseaux au droit du titre minier de Vaulry-et-Cieux

2.4.2 Contexte hydrographique local

L'ancienne zone d'exploitation est traversée par plusieurs cours d'eau dont les principaux sont :

- La rivière Glayeule qui s'écoule vers le Nord pour rejoindre le Vincou puis la Gartempe, affluent de la Creuse,
- La Vergogne qui s'écoule vers le Sud-Ouest pour rejoindre la Glane, affluent de la Vienne.

La Glayeule et la Vergogne constituent deux entités hydrographiques bien différenciées :

- Les principaux cours d'eau et plans d'eau sur le bassin de la Glayeule sont :
 - Le ruisseau de la Mine qui s'écoule depuis l'étang de la Mine en aval du dépôt de résidus de traitement, et qui rejoint ensuite la Glayeule, ainsi que le ruisseau de la Vergne-Guilardaux en aval du TB 266. A noter que ces cours d'eau traversent également d'anciennes zones de grattages alluvionnaires ;
 - Ruisseau du Moulin de Rousset ;
 - Enfin les ruisseaux de Mery et de Berisseix de part et d'autre du lieu-dit la Plaine ;
 - L'étang de la Mine localisé en contrebas du dépôt de résidus de traitement.
- Les principaux cours d'eau et plans d'eau sur le bassin de la Vergogne sont :
 - Ruisseau de la Vergogne (ou du Grand Étang) à Cieux à hauteur du débouché du ruisseau de Monzac ;
 - L'étang de Cieux dont on sait qu'il a fait l'objet de grattages alluvionnaires.

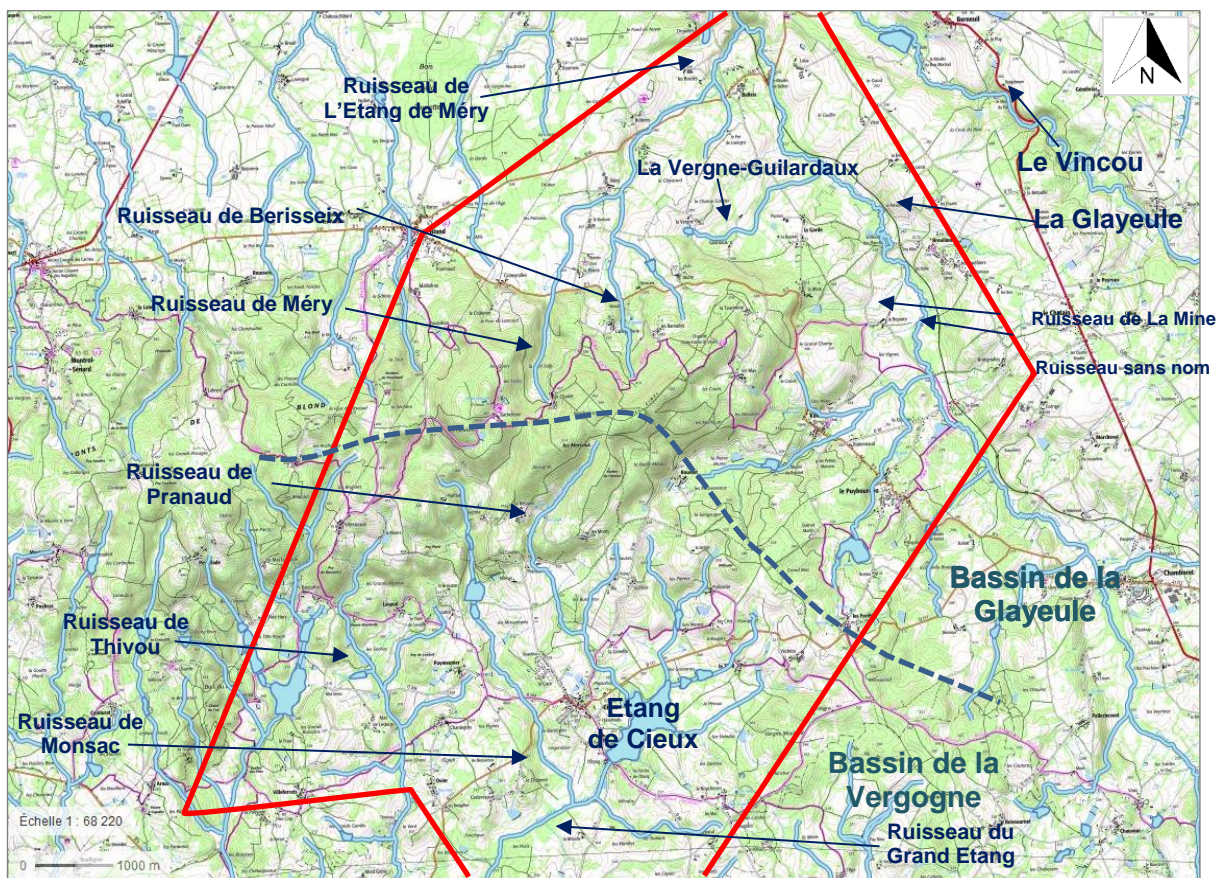


Figure 9 : Réseau hydrographique de la zone d'étude (Scan IGN)

2.4.3 Principales masses d'eau superficielle identifiées

Les masses d'eau superficielles identifiées au droit du titre de Vaulry-et-Cieux sont les suivantes :

Le Vincou est dans la masse d'eau « Le Vincou et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Gartempe » (code européen FRGR0418).

Le Vincou a été affecté d'un objectif de qualité 2 (qualité passable) dans sa partie amont (dans les Monts d'Ambazac jusqu'à Compreignac), puis 1 B (bonne qualité) jusqu'à l'amont de Bellac. Il redevient 2 (qualité passable) puis 1 B (bonne qualité) à l'aval de Bellac jusqu'à la confluence avec la Gartempe. Il est classé en deuxième catégorie piscicole en aval du pont SNCF de la Roche Corbière (commune de Bellac). L'étude de qualité la plus récente réalisée par la DIREN Limousin sur le Vincou date de 1999 ; elle porte sur l'ensemble de son cours et de ses principaux affluents.

Les objectifs de bon état définis dans le cadre du SDAGE 2016-2021 sur cette masse d'eau visent un bon état écologique pour 2021.

La Glane est dans la masse d'eau « La Glane et ses affluents depuis sa source jusqu'à la confluence avec la Vienne » (code européen FRGR0382).

La Glane a été affectée d'un objectif de qualité 1 B (bonne qualité) jusqu'à la retenue du Dérot (commune de Saint-Junien) où l'objectif passe à 2 (qualité passable) jusqu'à la confluence avec la Vienne ; elle est classée en deuxième catégorie piscicole entre le pont du Dérot et son confluent avec la Vienne.

Les fiches sont présentées en Annexe 2.

2.4.4 Inondabilité

Aucun Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) n'a pu être identifié pour les cours d'eau de la Glayeule et la Vergogne.

Par ailleurs, aucune évocation de débordement ou d'inondation n'a non plus été retrouvée pour ces cours d'eau. Seule la Vallée de Vincou possède un PPRI vers Berneuil et Bellac, soit au Nord-Est de notre zone d'étude. On notera que la Glayeule est un effluent du Vincou (voir Figure 9).

L'inondabilité par remontée de nappe a également été recherchée sur Géorisques. Un secteur au Nord de notre zone d'étude pourrait être potentiellement sujet aux inondations de cave (Nota : la nappe n'atteint pas le niveau de subsurface et ne crée pas de débordement de nappe), et ce pour deux dépôts DDIE (87_0027_d_t1 et 87_0027_a_t1) et pour des zones de grattages de sables stannifères le long des cours d'eau (Figure 10).

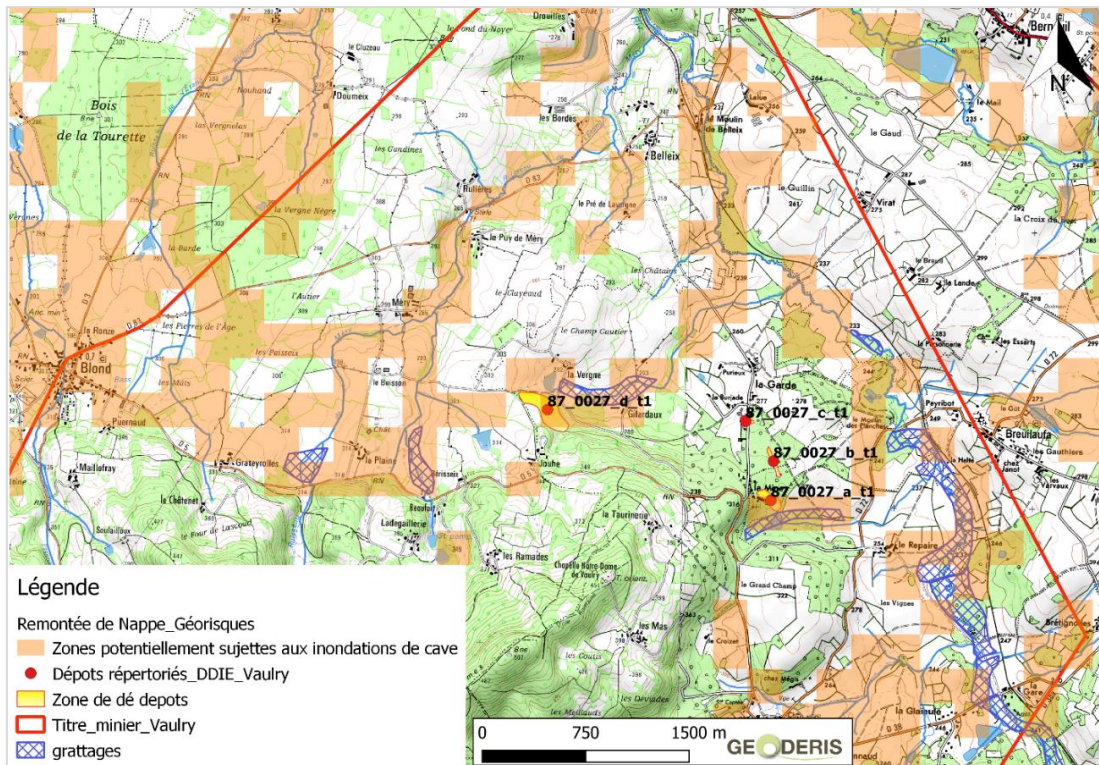


Figure 10 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappe – Zone Nord de l'étude

Le Sud de la zone d'étude pourrait être potentiellement sujet aux inondations de cave pour des zones de grattages de sables stannifères le long des cours d'eau (Figure 11).

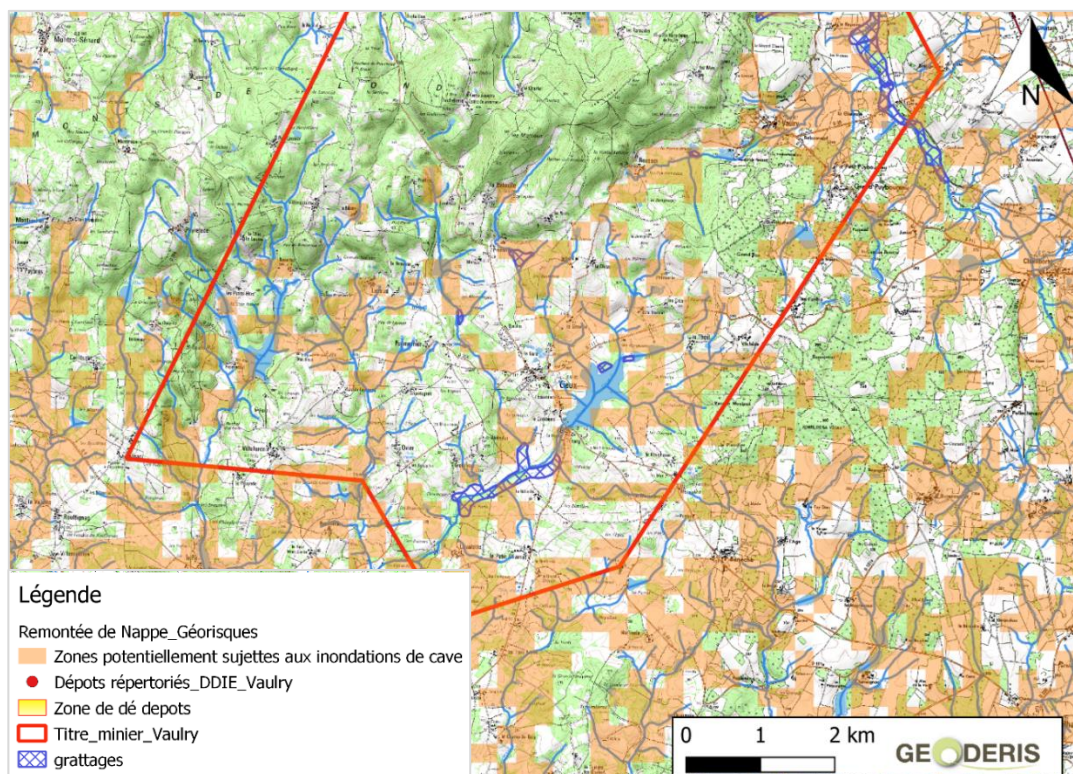


Figure 11 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappe – Zone Sud de l'étude

2.5 Géologie générale et minéralisation

2.5.1 Contexte géologique

Le contexte géologique a été défini à l'aide de la carte géologique d'Ambazac et Oradour-sur-Glane à 1/50 000 (BRGM, n°663 et 664 - Figure 12). Leurs notices décrivent les unités lithologiques et structurales de la région du Limousin.

Les Monts de Blond sont constitués d'intrusions granitiques à l'intérieur des gneiss du Confolentais. Ces intrusions prennent la forme de leucogranites à deux micas dans lesquels on observe des minéralisations de fluor, lithium, béryllium et étain. Ces granites sont contemporains de la chaîne hercynienne et se situaient alors dans sa racine crustale (représentée par les gneiss, symboles d'un métamorphisme important) sous forme de panaches mantelliques. Puis, lors du démantèlement de la chaîne, les gisements sont remontés à la surface par isostasie.

Plus localement, la bordure occidentale de la Commune de Vaulry est constituée par des leucogranites spécialisés des Mont-de-Blond. Ce granite daté de 319 ± 7 Ma (U-Pb sur Zircon, Alexandre et al., 2000) présente une signature géochimique plutôt marquée par des teneurs élevées en fluor (à corrélérer notamment avec des micas fluorés et la présence de topaze), en étain et en béryllium. Le reste de la commune s'étend sur des granites identiques à ceux rencontrés sur la commune de Cieux, excepté au Nord où des migmatites issues de la fusion partielle des orthogneiss de Saint-Bonnet-de-Bellac sont présentes.

Les formations géologiques présentes sur la commune de Breuilaufa correspondent à ces orthogneiss migmatiques au Nord-Est et aux granites tournaisiens à 2 micas au Sud et à l'Ouest. Quelques lentilles d'amphibolites sont également présentes. Il est aussi à noter qu'une couche épaisse d'altérites (pouvant dépasser 3 mètres d'épaisseur), issues de l'altération des roches sous-jacentes, recouvre une grande partie de la zone.

2.5.2 Contexte gîtologique et paragenèse minérale

Aux alentours des Monts de Blond, la wolframite et la cassitérite sont issues des filons pneumatolytiques³ formés lors des intrusions. On est donc dans un contexte de métamorphisme de contact.

Localement, on distingue trois principaux types de minéralisation filonienne, de direction principales NNW, et principalement subverticaux pour les filons les plus importants dans la zone (Béziat&Coulomb 1990 ; Vallance et al 2001) :

- Des filons quartzeux à W dominant, sous forme de wolframite (Fe, Mn, Mg) WO₄, mise en place au sein (Gîte de Jouhe – voir Figure 12), ou en bordure du massif granitique (indices d'Anac-Cinturat et de Cieux), et présentant des épontes greisenifiées (transformation en quartz et muscovite) ;
- Des filons quartzeux inframétriques à Sn-W (Sn dominant) et sulfures abondants, mis en place à l'extérieur du massif granitique au sein des gneiss de l'unité Supérieure des Gneiss (Filons de La Garde voir Figure 12) ;
- Des filonnets et stockwerck⁴ quartzeux à Sn-W et intragranitique (Gîte de la Fosse Profonde voir Figure 12).

³ Pneumatolyse : la transformation d'une roche par cristallisation de minéraux sous l'effet de transferts gazeux magmatiques

⁴ Minéralisation se présentant sous la forme d'un réseau très densifié de petits filons.

Les minéralisations sont la plupart du temps accompagnées de sulfure (Tableau 2), dont de l'arsénopyrite (FeAsS) qui représente le principal porteur primaire de l'arsenic. Ainsi ces filons de quartz minéralisés sont selon toute vraisemblance une source d'anomalies géochimiques en arsenic dans le secteur d'étude.

Commune	Lieu-dit	Assemblage minéralogique
Cieux	Puits de Monsac	Cassitérite, wolframite, molybdénite, stannite, arsénopyrite, chalcopryrite
Cieux	Puits du Mas Saint-Peix	Cassitérite, wolframite
Vaulry	Jouhe	Wolframite, cassitérite
Vaulry	La Garde – filonnets inclus dans le granite	Wolframite, arsénopyrite, cassitérite, chalcopryrite, molybdénite, chalcocite, apatite, cuprite
Vaulry	La Garde – filons inclus dans les orthogneiss migmatitiques	Wolframite, cassitérite, arsénopyrite, lollingite, pyrite, molybdénite, sphalérite, stannite, bornite, chalcopryrite, bismutinite, chalcocite, covellite.

Tableau 2 : Compositions minéralogiques des principales minéralisations du secteur de Vaulry-et-Cieux (Source : Aubert&Burnol, 1990)

Dans le secteur de Cieux, les fonds de vallons présentent des placers⁵ à Sn et W assez développés, notamment l'amont de la vallée du Ruisseau de la Vergogne correspondant au Ruisseau du Grand Etang, celle du Ruisseau de Monsac et le Grand Etang (et toutes les vallées s'y jetant). Dans le secteur de Vaulry et Breuilaufa, les placers sont plus dispersés et de plus petites tailles.

⁵ Accumulation de minéraux exploitables et/ou minerais divers, dans une zone alluvionnaire

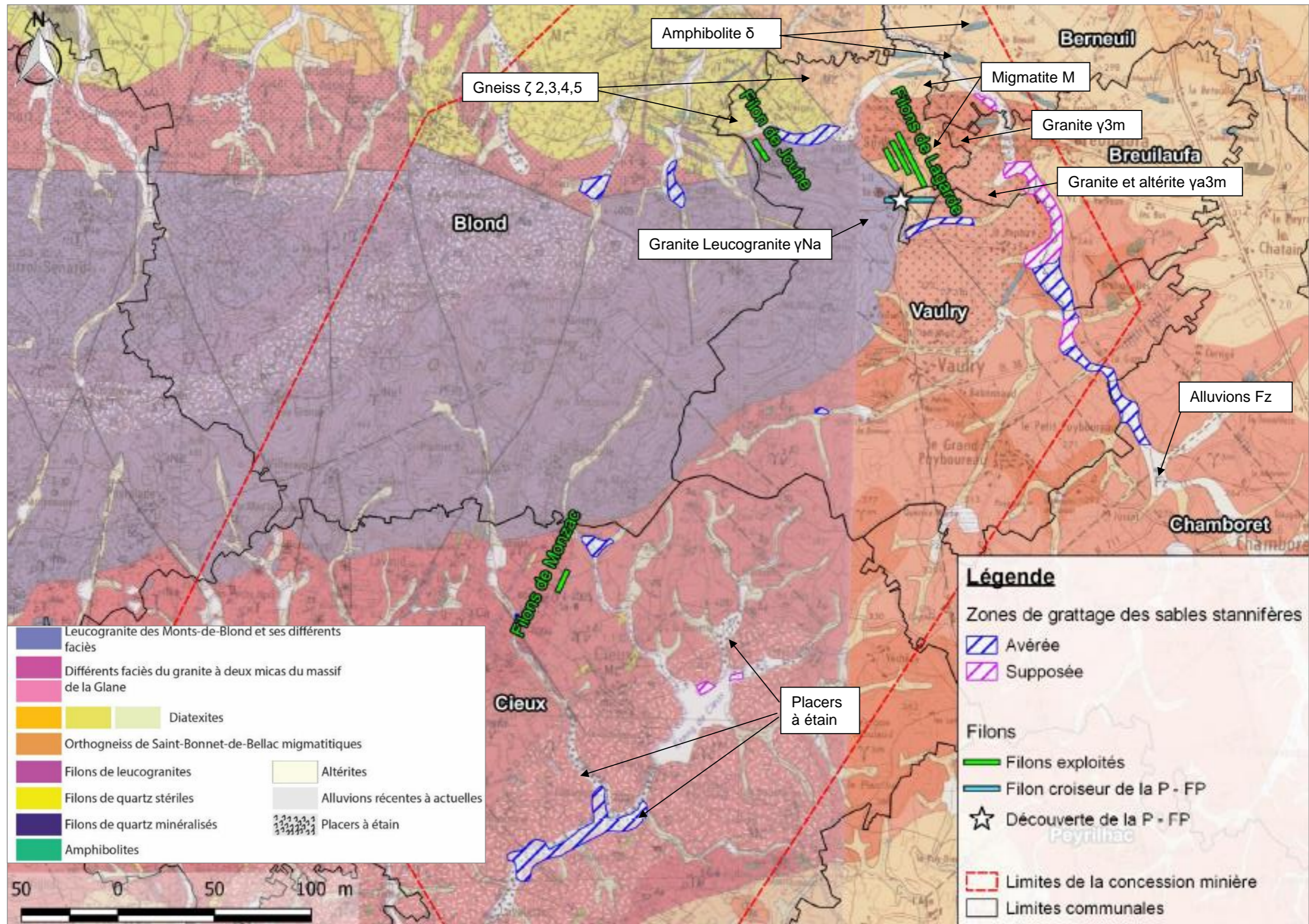


Figure 12 : Extrait de la carte géologique de la France au 1/50 000 montrant les formations géologiques et les failles qui affleurent (BRGM n°663 ET 664) et affichage du titre minier, des filons et des zones de grattage Hydrogéologie

Les sections suivantes sont basées principalement sur l'étude hydrogéologique de l'ancien secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87). Rapport BRGM/RP-68419-FR, 31 p., 9 ill. et sur les données communiquées par l'ARS.

2.5.3 Fonctionnement hydrogéologique régional

Le fonctionnement hydrologique local est caractérisé par un réseau hydrographique dense, de nombreuses sources émergent dans le secteur. Cela révèle une capacité relativement faible du sous-sol pour faire circuler et emmagasiner l'eau.

D'après les études hydrogéologiques réalisées dans le secteur, deux compartiments hydrogéologiques principaux sont à distinguer :

- Un premier niveau aquifère formé par les arènes et altérites, de faible perméabilité mais d'un bon emmagasinement. Ce type d'aquifère alimente des sources dans les zones de dépression topographique (vallon, thalweg, etc.). En l'absence de rupture de pente et de dénivellations importantes, les sources arrivent à émergence via des filons de quartz ou de roche éruptive ;
- Un second niveau aquifère dans la roche fissurée, de perméabilité importante mais de faible emmagasinement.

À noter que selon les études, le granite fissuré et les arènes peuvent être considérés comme une même entité géologique et/ou hydrogéologique, regroupée sous le terme de « Régolithe » ou d'« Altérite ».

2.5.4 Principales masses d'eau souterraines identifiées

Dans l'inventaire national des entités hydrogéologiques BDLISA (Base de Données des Limites de Systèmes Aquifères) le secteur minier de Vaulry est inclus dans les entités suivantes :

- 201AE08 : Socle plutonique dans le bassin versant du Vincou et ses affluents de sa source au confluent de la Glayeulle (Unités granitiques du Massif du Brame-Saint Sylvestre) ; entité hydrogéologique de socle en milieu fissuré à nappe libre ;
- 201AA03 : Socle métamorphique dans le bassin versant de l'Issoire de sa source à la fin du socle du Massif central (unités métamorphiques du Limousin) ; entité hydrogéologique de socle en milieu fissuré à nappe libre ;
- 201AI13 : Socle plutonique dans le bassin versant de la Glane de sa source à la Vienne (Granites et leucogranites du Massif du Brame Sylvestre) ; entité hydrogéologique de socle en milieu fissuré à nappe libre ;
- 201AA03 : Socle métamorphique dans le bassin versant d'Issoire de la source à la fin du socle du massif central ; unités métamorphiques du Limousin – semi perméables.

La délimitation géographique des entités BDLISA est présentée dans la Figure 13. A noter que ces entités correspondent aux bassins hydrographiques, comme c'est le cas dans la plupart des domaines hydrogéologiques de socle sur le territoire métropolitain. Cela induit que la majorité des écoulements souterrains ont pour exutoires principaux les ruisseaux et rivières du secteur en bas de vallée.

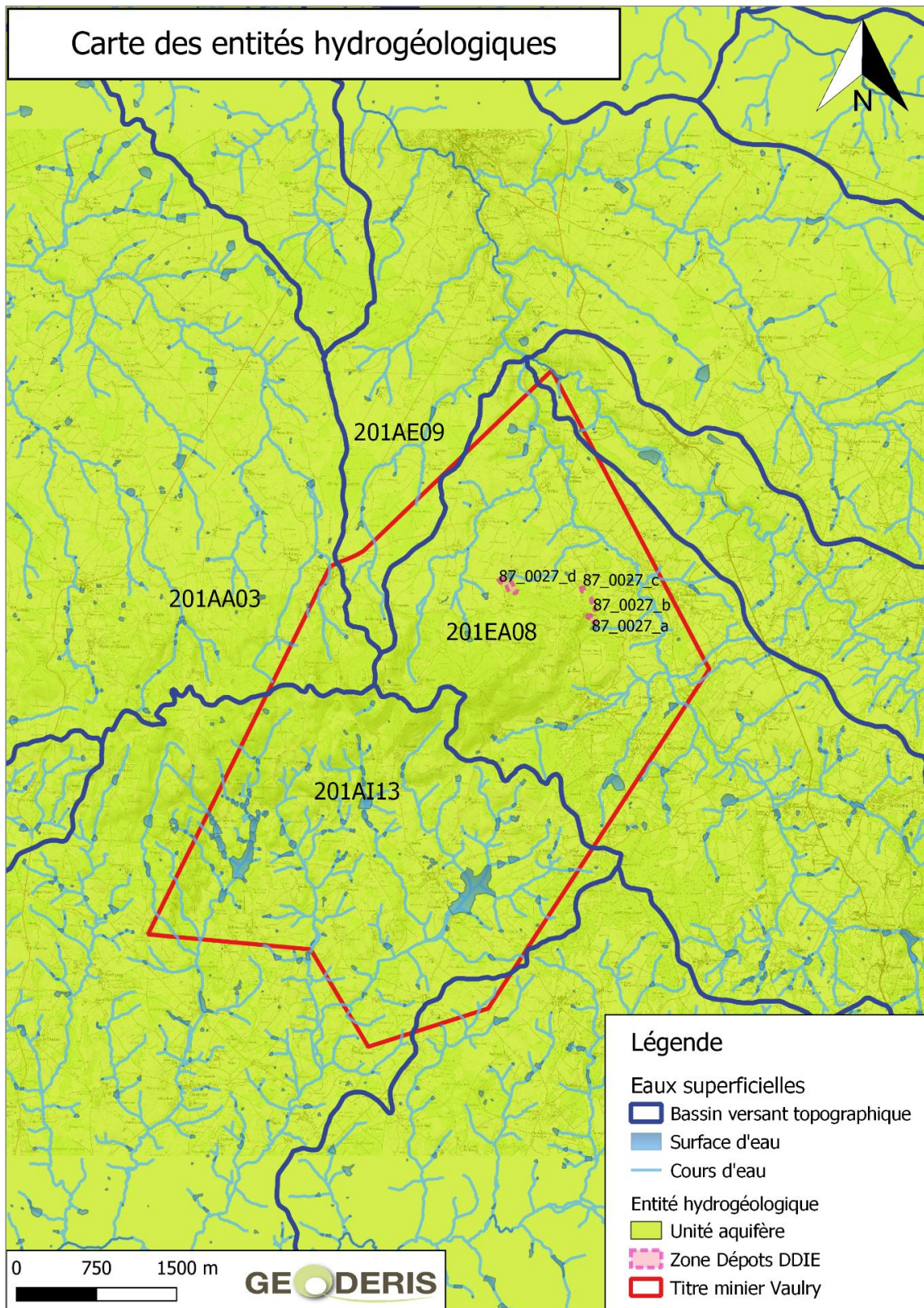


Figure 13 : Entités hydrogéologiques BDLISA identifiées dans le secteur d'étude

Nota : Les limites des bassins versant topographiques et des unités hydrogéologiques sont confondues pour les BDLISA 201AA03 201AI13 et 201AE09.

2.5.5 Circulation des eaux souterraines aux abords des anciennes zones d'activités minières

2.5.5.1 Connexion des réservoirs miniers avec les aquifères environnants

Niveau d'eau dans les galeries :

Peu de données récentes sont disponibles concernant les différents réservoirs miniers, en particulier sur les niveaux d'eau mesurés dans les anciennes galeries. Toutefois quelques informations ont été collectées dans le secteur du filon de La Garde.

L'exploitation minière du site n'a pas pu être possible sans la réalisation d'ouvrage de drainage et de travaux d'exhaure au-delà d'une profondeur d'investigations de 10 mètres.

Le puits de la mine fait environ 130 m de profondeur, surmonté en surface par un bâtiment délabré et d'anciens équipements de chevalement. L'accès à ce puits est noté comme difficile. Il est a priori connecté au réseau de galerie souterraine, mais cela n'est toutefois pas confirmé sur les plans de l'époque. Le niveau d'eau mesuré dans ce puits peut malgré tout être considéré comme étant en équilibre avec le niveau d'eau dans les réseaux de galeries.

Le puits de La Garde est profond de 7,5 m, captant donc très probablement les eaux souterraines présentes dans les arènes granitiques de surface. Pour le puits de La Garde, l'évolution du niveau semble mieux corrélée avec le cumul des précipitations et les cycles saisonniers de hautes et basses eaux.

On peut cependant noter qu'aucune corrélation claire entre le niveau d'eau du réservoir minier et la nappe d'eau souterraine des arènes à proximité n'est observée sur la période de mesure. À noter toutefois que ces deux puits ne sont pas en connexion hydraulique directe, car de profondeurs très différentes et une crête topographique est présente entre ces deux derniers.

2.5.5.2 Fonctionnement général des écoulements souterrains dans les zones de travaux miniers

Au regard des éléments disponibles, un schéma de fonctionnement général des écoulements souterrain peut être établi :

- À la vue de la profondeur d'exploitation des galeries souterraines, ces dernières sont très probablement toutes ennoyées, à partir d'une profondeur de quelques mètres sous le sol ;
- Une partie des eaux présentes dans les anciennes galeries transite via les écoulements dans les couches d'altérites et d'horizon fracturé présent dans les premiers mètres de sol. L'épaisseur d'altérite et d'horizon fracturée n'est pas connue, mais compte tenu de la géologie locale, l'épaisseur de ces deux horizons est probablement de l'ordre de 10 à 15 m ;
- Les écoulements souterrains dans les aquifères constitués par les altérites de sub-surface suivent la topographie et ont pour exutoire principal les ruisseaux et rivières environnantes, présents dans les fonds de vallons ;
- En-deçà de la couche d'altérite et de l'horizon fracturé (de l'ordre environ 15 mètres de profondeur), il est fort probable que l'eau contenue dans les galeries circule dans des réseaux de fractures profonds, dont la géométrie est complexe. Les volumes drainés et les sens de ces écoulements ne peuvent pas être évalués précisément avec les informations disponibles actuellement.

Un suivi du niveau d'eau mensuel dans le principal puits de la mine sur un cycle hydrologique complet en 2010-2011, n'a pas permis de mettre en évidence de relation directe entre le niveau d'eau, les précipitations et le niveau d'eau souterraine dans les altérites de la zone. Une évaluation précise du contexte géomorphologique, des volumes d'eau contenus dans les galeries ennoyées et des fluctuations du niveau d'eau à un pas de temps journalier (a minima), pourrait permettre de mieux évaluer ces écoulements (quantité et orientation).

2.6 Contexte Industriel et passif environnemental

Le Tableau 3 précise l'existence de sites industriels inventoriés sous BASIAS, BASOL et/ou SIS dans la zone d'étude, et notamment en amont hydrogéologique et éolien (contribution possible à une contamination du secteur).

Passif environnemental	Nom
BASIAS	N° : LIM8700152 Nom : Exploitation de Tungstène et Etain / Concession de Jouhe Activité : Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux Sources potentielles de pollution des sols et des eaux souterraines ? : Oui
	N° : LIM8700181 Nom : Recherche étain, tungstène, arsenic et exploitation d'étain de La Garde / Concession de Vaulry-et-Creux Activité : Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux Sources potentielles de pollution des sols et des eaux souterraines ? : Oui
BASOL	/

Tableau 3 : BASIAS et BASOL

Les concessions de la Jouhe et celle de Vaulry-et-Cieux sont répertoriées sur Basias. Aucun site n'est répertorié sur Basol au droit de la zone d'étude.

2.7 Zones et espaces naturels protégés

De nombreux sites naturels protégés sont recensés au droit et à proximité immédiate de la zone d'étude et sont détaillés ci-après. Le Tableau 4 et la Figure 14 précisent les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristiques (ZNIEFF type I et II) présentes au droit de la zone d'étude.

ZNIEFF	Nom	Identifiant
Type 1	Vallée de la Glayeule	740000058
Type 1	Tourbière de Pioffret	740000060
Type 1	Etang de Cieux	740002791
Type 1	Etang de Fromental et chaos rocheux de la roche aux fées	740002777
Type 2	Vallée de la Gartempe sur l'ensemble de son cours	740120050

Tableau 4 : ZNIEFF de type I et II

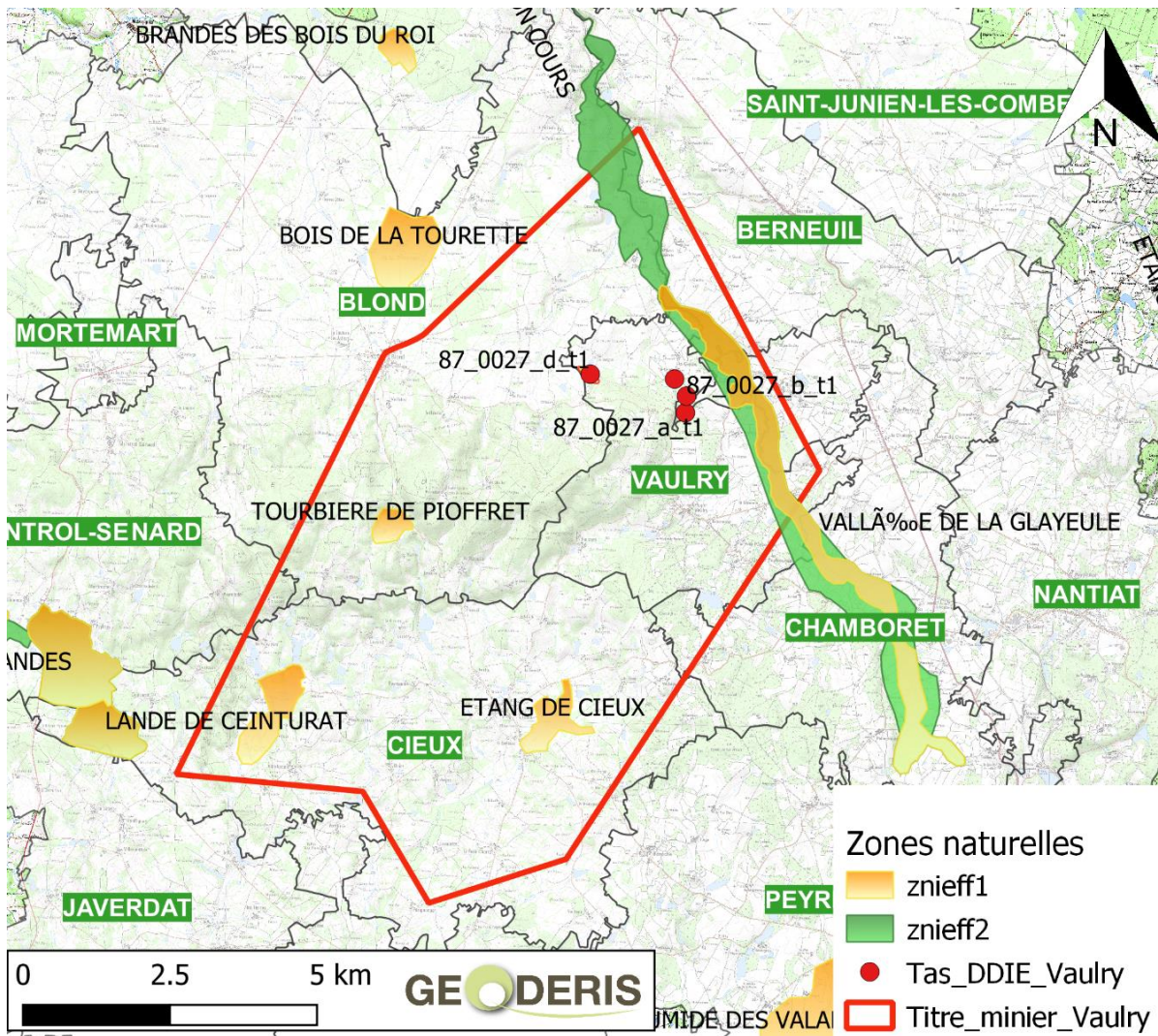


Figure 14 : Localisation des Zones naturelles d'Intérêts écologiques, faunistiques et floristiques (ZNIEFF type I et II)

On notera que les dépôts DDIE sont proches des ZNIEFF de type I et II : Vallée de la Glayeule et Vallée de la Gartempe.

2.8 Bibliographie sur les données géochimiques disponibles

2.8.1 L'inventaire Minier National (IMN)

Les sections suivantes sont principalement basées sur les données de l'inventaire minier du BRGM de 1978.

Un grand nombre de travaux et données sont existants sur la zone d'étude, tout d'abord réalisés à des fins prospectives puis plus récemment afin de déterminer les bruits de fond pédo-géochimique et les signatures géochimiques spécifiques locales.

Inventaire Minier :

En 1978, des échantillons ont été collectés et testés pour les sédiments de fonds de vallon du département. Les points suivants peuvent être relevés :

- Les teneurs moyennes en As des sédiments des ruisseaux prélevés au cours de l'inventaire miniers sont comprises entre 90 et 300 mg/kg dans la zone d'étude (Figure 15). Celle-ci est nettement plus élevée que la moyenne de 60 mg/kg pour des analyses équivalentes dans le Limousin. Localement cet inventaire avait déjà mis en évidence aussi de très fortes concentrations en As sur la commune de Cieux et sur le pourtour de l'étang de Cieux.
- Les teneurs en Sn et W sont également importantes avec des teneurs moyenne respectivement mesurées à 20 mg/kg et 50 mg/kg dans la zone d'étude.

Nota : des concentrations élevées en As dans les sédiments ont également été relevées dans les communes avoisinantes Saint Christophe et Bussières Boffy à quelques kilomètres à l'ouest de la zone d'étude des communes de Vaulry-et-Cieux

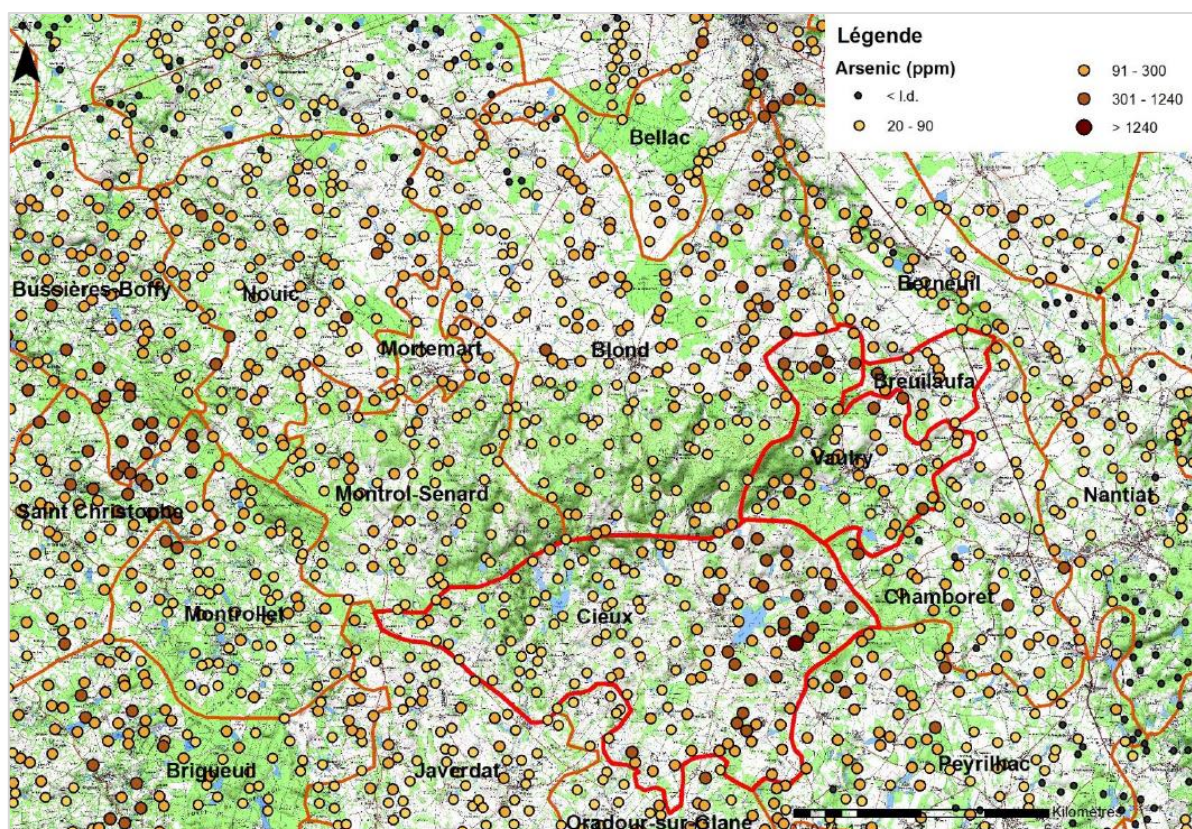


Figure 15 : Concentrations en As mesurées dans les sédiments de fond de vallon (Source : BRGM)

La Figure 16 présente un essai de cartographie des zones d'anomalies identifiées en As, Sn et W au droit de Vaulry-et-Cieux.

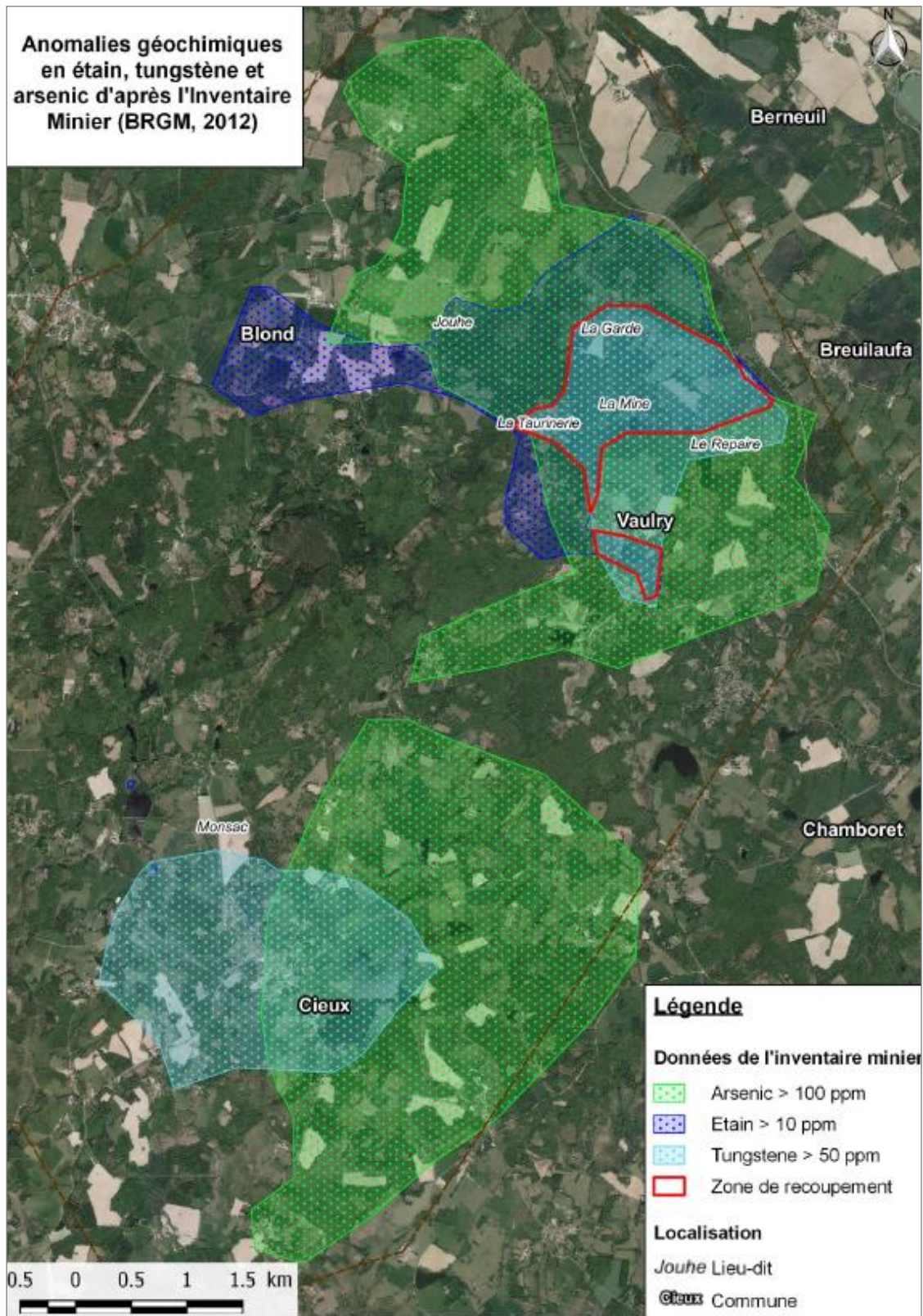


Figure 16 : Cartographie synthétique des sédiments en As, W et Sn (Source : Géoderis)

Un traitement statistique des résultats de l'inventaire minier avait été effectué pour les communes de Cieux, Blond, Berneuil, Breuilaufa, Vaulry et Chamboret (communes recoupant la concession de Vaulry-et-Cieux). Les résultats de ce traitement sont présentés dans les Tableau 5 et Tableau 6 :

	As	Sn	W	Pb	Cd
Nombre de mesures disponibles	225	225	225	225	225
Moyenne des concentrations (mg/kg)	191	29	20	61	2
Écart-type	230	42	21	29	0
Valeur minimale (mg/kg)	27	20	10	27	2
Valeur maximale (mg/kg)	2090	597	133	244	8
moyenne + écart type	421	71	41	90	2

Tableau 5 : Analyse statistique des données sédiments de l'inventaire minier du territoire national en vue de déterminer un fond géochimique naturel régional

2.8.2 Fond géochimique national (ASPITET)

Des données bibliographiques permettent également de déterminer un fond géochimique et peuvent être utilisées. Notamment le Guide « Fond géochimique naturel – Etat des connaissances à l'échelle national » - 2000, INRA et BRGM (rapport BRGM RP-50158-FR) ; Programme INRA-ASPITET (uniquement en milieu rural – 40 départements irrégulièrement répartis).

Paramètres (mg/kg)	Pb	As	Hg	Zn	Cu	Ni	Cr	Sb	Cd
Aspitet – (gamme) Sol ordinaire	9-50	1-25	0,02-0,1	10-100	2-20	2-60	10-90	/	0,05-0,45
Aspitet – (gamme) Sol à anomalies naturelles modérées	60-90	30-60	0,15-2,3	100-250	20-62	60-130	90-150	/	0,7-2
Aspitet – (gamme) Sol à anomalies naturelles fortes	100-10 180	60-284	/	250-11426	62-160	130- 2 076	150- 3 180	/	2-46,3

Tableau 6 : Gamme de valeur existantes dans le programme ASPITET de l'INRA

2.9 Résumé des investigations conduites lors de l'étude C - 2017

Les sections suivantes sont basées principalement sur l'Etude d'orientation C- sur la région nouvelle Aquitaine – Synthèse de l'étude effectuée sur le secteur de Vaulry-et-Cieux (87) – Rapport GEODERIS rapport S 2018/028DE - 18LIM24010.

Ces données et les résultats obtenus lors de l'étude d'orientation de 2017 ont été réexaminés avec les gammes de différents bruits de fond identifiés dans l'étude du BRGM de 2018 (voir détail au § 5.2.1), les seuils respectifs HAS et HCSP de l'As et du Pb (voir détail au § 7.2). Le détail de cette réévaluation est présenté en Annexe 3. Les figures de localisation sont également présentées en Annexe 3.

En synthèse, les valeurs seuils d'évaluation qui ont été utilisées dans cette partie sont les suivantes :

Paramètres	Unités	Gamme de valeurs observées dans le cas de sol à anomalies naturelles modérées (ASPITET)	Fonds géochimiques BRGM - 2018				Seuil HAS pour l'As (25 mg/kg)	Seuil HCSP pour le Pb (100 mg/kg)
			Migmatites (M)	Granites de Blond (γ1ab)	Granite de Vaulry et Cieux (γ3), panneau ouest	Granite de Vaulry et Cieux (γ3), panneau est		
Antimoine (Sb)	mg/kg MS		20-60	10-30	15-50	15-50	-	-
Argent (Ag)	mg/kg MS	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic (As)	mg/kg MS	30-60	40-150	20-120	20-150	100-800	25	-
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,7-2	-	-	-	-	-	-
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90-150	20-80	20-60	20-80	20-80	-	-
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20-62	20-40	10-20	20-40	20-40	-	-
Etain (Sn)	mg/kg MS	-	10-40	20-120	15-80	20-120	-	-
Fer (Fe)	mg/kg MS	-	15000-50000	6000-25000	10000-40000	10000-40000	-	-
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,15-2,3	-	-	-	-	-	-
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60-130	-	-	-	-	-	-
Plomb (Pb)	mg/kg MS	60-90	30-120	30-150	30-150	30-300	-	100
Tungstène (W)	mg/kg MS	-	10-30	10-30	40-80	40-100	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100-250	40-150	50-150	40-120	50-250	-	-

→ Gamme alerte HCSP pour le plomb 100-300 mg/kg

Tableau 7 : Valeurs seuil utilisées pour la réévaluation des sols et résidus

Nota : Les zones de grattages alluvionnaires, très anciennes, réparties sur le titre minier n'ont pas fait l'objet d'investigations environnementales car elles n'ont pas été considérées comme relevant du volet « après mine ». Seules les zones de dépôts DDIE et les zones de grattage à proximité immédiates ont-elles, fait l'objet de mesures environnementales.

2.9.1 Résultats obtenus pour les sols et les résidus de traitement

Les résultats obtenus sur les sols seront redéveloppés dans le paragraphe des sources de pollution et des voies de transfert § 6.1.2 et les résultats sont détaillés en Annexe 3.

On notera que plusieurs secteurs ont été investigués en 2017 ; à savoir le secteur de La Garde, le Lieu-dit de la Burjade (secteur habité), le dépôt de stérile (87_0027_d_t1 / La Vergne) vers la Vergne, le lieu-dit de la Taurinerie, le lieu-dit de la Mine, le secteur du dépôt principal (87_0027_a_t1 / La Mine), des points réalisés à proximité de ce dépôt principal et enfin des points collectés à proximité des cours d'eau.

Secteur de La Garde :

- On note des teneurs importantes pour l'As (teneurs mesurées à 486 et 2 610 mg/kg) ;
- Des teneurs élevées en cuivre dosées à des teneurs supérieures au fond pédogéochimiques ;
- Des dépassements des fonds géochimiques pour le W et le Zn sont également observés pour ces deux points (dosés entre 694 et 934 mg/kg en W et 162 à 202 mg/kg en Zn).

Lieu-dit de la Burjade (secteur habité) :

Les teneurs notables observées sont comprises entre :

- 68 et 491 mg/kg en As pour les trois points ;
- 44 et 351 mg/kg de Cu pour les trois points ;
- 40 300 mg/kg en fer au seul point S07 ;
- De 470 à 618 mg/kg en W en S02 et S03 ;
- Et 164 mg/kg dosé en S07 pour le Zn.

Les teneurs en tungstène W (plusieurs centaines de mg/kg) dépassent quant à elles fortement les valeurs seuils proposées.

Dépôt de stérile (87_0027_d_t1 / La Vergne) :

Les teneurs mesurées restent faibles et sont généralement comprises dans les gammes du fond géochimique à l'exception de l'arsenic (190-350 mg/kg), du cuivre (37 à 49 mg/kg) et du tungstène (mesuré entre 450 et 600 mg/kg).

Lieu-dit de la Taurinerie :

Des dépassements ponctuels des fonds géochimique du BRGM ont été observés

Lieu-dit de la Mine (Secteur habité) :

Les points de prélèvements ont été réalisés à proximité du lieu-dit de la Mine dans les jardins des anciens corons. On notera :

- Des teneurs élevées en As (supérieures à la gamme Aspitet, au fond défini par le BRGM et au seuil de la HAS) ; comprises entre 321 et 526 mg/kg ;
- Des teneurs élevées en Cu ((supérieures à la gamme Aspitet et au fond défini par le BRGM) ; dosées entre 68 et 190 mg/kg ;
- Un point plus élevé en S15 pour le plomb mesuré à 178 mg/kg ; soit une teneur supérieure à l'Aspitet et au fond géochimique du BRGM mais comprise dans la gamme d'alerte du HCSP pour ce composé ;
- Enfin, des dépassements importants du fond géochimique du BRGM pour le W (dosés entre 74 et 425 mg/kg).

Secteur du dépôt principal (87_0027_a_t1 / La Mine) :

Au total, cinq prélèvements de résidus de traitement ont été réalisés sur le dépôt principal lors des différentes campagnes d'investigation Géoderis de 2017. Il s'agit des échantillons S24, S25, S26, S27, Fas. Les quatre premiers correspondent aux résidus du dépôt 87_0027_a_t1 en lui-même et Fas est celui du dépôt prélevé directement du four à Arsenic du carreau.

Les résultats d'analyses indiquent des teneurs en métaux très importantes et comprises pour les résidus entre :

- 139 à 599 mg/kg pour le Sb ;
- 5 500 à 23 700 mg/kg pour l'As ;
- 3 400 à 44 800 mg/kg pour le Cu ;
- 900 à 1400 mg/kg pour le Sn ;
- 868 à 3080 mg/kg pour le Pb ;
- 1 600 à 12 800 mg/kg pour le W ;
- Et 243 à 4 220 mg/kg pour le Zn.

Il s'agit de fortes teneurs supérieures aux gammes de valeurs définies lors du fond pédogéochimique du BRGM de 2018 pour les Migmatites (M).

On notera des dépassements systématiques des seuils du HAS pour l'As et du HCSP pour le Pb. Au niveau de l'ancien carreau du lieu-dit la Mine, les recristallisations prélevées sur la paroi de l'ancien four de grillage à arsénopyrite contiennent près de 24 % d'arsenic (Fas = 239 000 mg/kg).

Points proches du dépôt principal :

Les prélèvements S17, S18 et S23, ont été collectés à proximité du dépôt. S17 dans un chemin forestier en contre-bas du dépôt principal. S23 et S18 dans le cône d'épandage et dans un champ de maïs en contre-bas ; dont S18 à plusieurs profondeurs.

Les teneurs mesurées dépassent les valeurs seuil de référence et indiquent qu'une dissémination des contaminants depuis le dépôt principal est ainsi fort probable.

Autres points mesures pour les sols à proximité de cours d'eau :

Des points un peu plus distants des zones potentielles de contamination et ont été collectés, au moulin des planches, à proximité du ruisseau de la Mine et/ou de la Glayeule. Pour ces points sans entrer dans le détail, des dépassements des fonds géochimiques et/ou Aspitet sont observés pour l'As, le Cd, le Cu, et le W. Plus ponctuellement des anomalies en Fe, Pb et Zn sont observées.

Les teneurs mesurées en S21b collecté à 5 mètres de distance de la confluence du Ruisseau de la Mine et de la Glayeule sont légèrement plus élevées que celles observées à 1 m de distance en S21a.

On notera que toutes les mesures faites pour les points proches du dépôts (S17, S18, etc.) voir au-dessus) et les mesures faites à proximité des cours d'eau (S04, S19, etc.) dépassent sans exception le seuil HAS pour l'As de 25 mg/kg.

2.9.2 Résultats obtenus pour les eaux souterraines

Plusieurs points d'eau ont fait l'objet de prélèvements lors des différentes campagnes de prélèvements. Il s'agit des ouvrages suivants :

- Du puits La Garde N245 ;
- Du captage du Repaire, actuellement utilisé pour l'alimentation en eau potable du lieu-dit la Mine ;
- De deux émergences (TBTE 266 La Vergne et galerie Gilardeau).

Les mesures des paramètres physico-chimiques effectuées lors des différentes campagnes de prélèvements sur les eaux, indiquaient pour des pH quasiment normaux à modérément acide pour le puits N245, le captage du Repaire et le TBTE (entre 5,5 et 7) et des conductivités faibles à moyenne (<70 à 200 $\mu\text{S/cm}$). La galerie Gilardeau présentait un pH acide (3,9) en l'absence de sulfates et de métaux dissous ainsi qu'une conductivité faible (< 25 $\mu\text{S/cm}$).

Les résultats d'analyses en laboratoire indiquent la présence de teneurs en arsenic parfois importantes dans les eaux du puits N245 (jusqu'à 180 $\mu\text{g/l}$), du captage du Repaire (jusqu'à 55 $\mu\text{g/l}$) et du TBTE 266 (jusqu'à 87 $\mu\text{g/l}$). Ces concentrations en arsenic dépassent largement les normes de potabilité définies par l'arrêté du 11 janvier 2007, que ce soit sur échantillons bruts ou filtrés à 0,45 μm . Les eaux souterraines analysées sur ces trois points peuvent être considérées comme non potables au regard de cet arrêté.

A ce titre, un courrier d'alerte avait été transmis par GEODERIS à la DREAL le 28 juillet 2017 (courrier N2017-105DC). Ainsi, d'après les informations communiquées à GEODERIS par la mairie de Vaulry, le captage du Repaire n'est cependant plus utilisé pour l'AEP depuis la fin de l'année 2018.

Par ailleurs, aucun impact particulier n'a été observé lors des différentes campagnes de prélèvements pour les autres paramètres recherchés (notamment étain, cuivre, tungstène, plomb, zinc).

Les données en notre possession ne permettent pas de préciser les éventuelles connexions entre l'aquifère minier (galeries souterraines ennoyées) et les autres aquifères. Toutefois, au vu du contexte local fracturé issu du métamorphisme et de la grande faille qui recoupe le site de la mine, une contamination potentielle de la nappe d'eau sous-jacente par infiltration ne peut être exclue.

2.9.3 Résultats obtenus pour les eaux superficielles

Les mesures des paramètres physico-chimiques indiquaient pour :

- L'étang de la Mine, le ruisseau de la Mine, le ruisseau de la Vergne, le Glayeule des pH neutre (7,1 à 7,5) et des conductivités faibles (50 à 110 $\mu\text{S/cm}$) ;
- L'étang de Cieux, un pH légèrement basique (8,5) ainsi qu'une conductivité qui reste faible (95 $\mu\text{S/cm}$) ;
- Les lixiviats du dépôt de résidus de traitement, un pH modérément acide de 5,3 ainsi qu'une conductivité qui reste faible de l'ordre de 100 $\mu\text{S/cm}$.

Comme pour les eaux souterraines, les résultats d'analyses en laboratoire sur les eaux superficielles indiquent la présence de teneurs en arsenic parfois importantes :

- L'étang et le ruisseau de la Mine présentent des concentrations élevées en arsenic (comprises entre 20 µg/l au niveau de l'étang, et jusqu'à 200 µg/l à l'aval du ruisseau, avant la confluence avec la rivière Glayeule). A noter également un enrichissement des eaux en antimoine, chrome, cuivre, étain, nickel, plomb et zinc ;
- Une concentration en arsenic de 33 µg/l relevée dans le ruisseau de la Vergne ;
- Les analyses effectuées sur la rivière Glayeule en amont et aval de la confluence avec le ruisseau de la Mine, et au niveau de la confluence avec le ruisseau de la Vergne indiquent des concentrations comprises entre 40 et 60 µg/l et qui semblent ne pas évoluer de manière très importante d'amont en aval. La rivière Glayeule est donc déjà impactée en amont de la confluence avec le ruisseau de la Mine ;
- Enfin, l'étang de Cieux présente une concentration de 220 µg/l sur échantillon brut, et 187 µg/l sur échantillon filtré, ce qui indique que l'arsenic est principalement présent sous forme dissoute.

Les eaux superficielles analysées peuvent être considérées comme non potables au regard de l'arrêté du 11 janvier 2007. De même, les eaux des étangs de la Mine et de Cieux, ainsi que les eaux du ruisseau de la Mine, présentent un risque pour l'abreuvement du bétail de par les concentrations en arsenic supérieures au seuil de 60 µg/l préconisé par l'ANSES.

Normes pour la Qualité Environnementales pour les eaux superficielles :

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) sont définies dans le contexte réglementaire de la Directive Cadre sur l'Eau, ou DCE (2000/60/EC). Les NQE sont issues de l'arrêté du 27 juillet 2015. Elles servent à la classification des états chimiques et écologiques des eaux de surface. Dans l'eau, les normes sont établies en concentration moyenne annuelle (NQE-MA) et, pour certaines substances également en concentration maximale admissible (NQE-CMA).

Ainsi, les concentrations en arsenic et zinc relevées dans les cours d'eau du secteur dépassent les NQE.

2.9.4 Résultats obtenus pour les sédiments

Les sédiments du ruisseau de la Mine, du ruisseau de la Vergne et de la rivière Glayeule amont et aval ont été analysés. Les résultats d'analyses de 2017 indiquent des dépassements des PEC (Probable effects Concentration) pour l'arsenic pour :

- Le ruisseau de la Mine (SE1), ou des teneurs en arsenic sont importantes en aval (284 mg/kg). A noter la présence dans les sédiments de la Mine d'antimoine, de chrome, de cuivre, d'étain, de nickel, de plomb et de zinc ;
- Pour le ruisseau de la Vergne (SE4), avec des teneurs en arsenic mesurées à 135 mg/kg ;
- Et pour la rivière Glayeule (SE2 et SE3), en amont et aval de la confluence avec le ruisseau de la Mine, des teneurs en arsenic qui sont respectivement mesurées à 167 puis 135 mg/kg. La rivière Glayeule semblerait déjà impactée en amont de la confluence avec le ruisseau de la Mine.

2.10 Phase historique et documentaire

Les sections suivantes sont basées sur l'EDA Géoderis de 2009, des archives départementales de Limoges, des archives municipales de Vaulry, des coupures de presses locales. Certaines images sont issues de la thèse P.C. Guiillard.

2.10.1 Période d'exploitation minière

Les exploitations d'étain les plus anciennes dans le massif de Blond sont datées de la période celtique.

Les premières recherches « modernes » ont été entreprises en 1813 dans le secteur de la Fosse Profonde.

En 1856 et 1858 deux demandes de concession déposées ont été refusées. La première concession de Vaulry-et-Cieux pour étain, wolfram et autres métaux connexes est instituée par décret le 23 novembre 1867.

Après plusieurs mutations en 1911 et en 1924, la renonciation de la concession a été prononcée par un arrêté du Ministre de l'Industrie et du Commerce du 18 juin 1959.

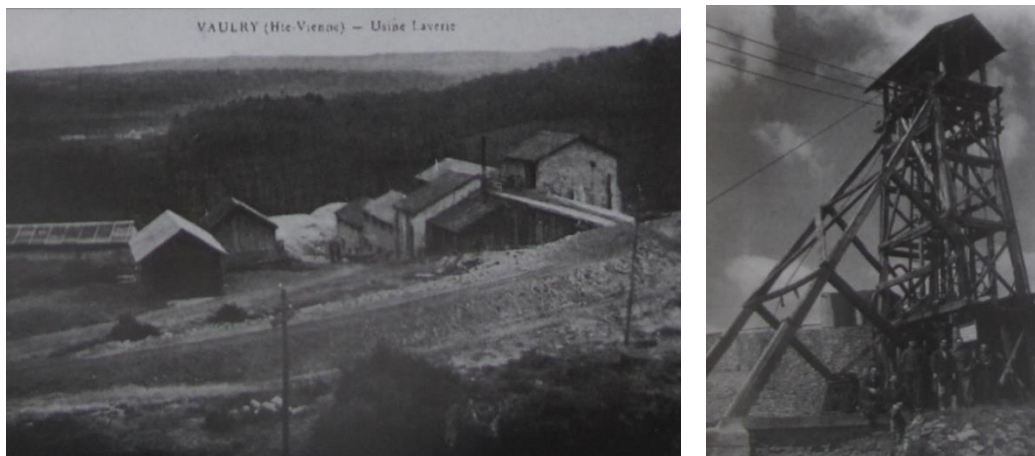


Figure 17 : Laverie de Vaulry vers 1913 et Chevalement du puits de la Garde en 1944 (source : P.C Guiillard)



Figure 18 : Ancien four à arsenic de Vaulry (pas de date précise retrouvée)

Le tableau ci-après détaille les travaux miniers recensés et en précise les exploitants.

Période	Exploitant	Travaux réalisés
Epoque celtique au Moyen-Âge	-	Grattage des sables alluvionnaires
1813-1826	Administration des mines	Travaux de recherche autour de la Fosse Profonde, jusqu'à 40m de profondeur. Les conditions de l'époque ne permettent toutefois pas la rentabilisation des filons trouvés
1855-1867	Société Godefroy fils, Destrem et Cie	Première demande de mise en concession établie en 1855, qui sera refusée pour des raisons financières. Découverte des filons de Monzac et de La Garde et réouverture des travaux souterrains de la Fosse Profonde.
Concession accordée le 23 novembre 1867		
1867-1869	Sieur Mignon	Exploitation des sables alluvionnaires de Cieux et abandon des filons de La Garde
1899-1908	Société des Mines d'Étain de Vaulry-et-Cieux	Exploitation à ciel ouvert dans des vallées du Nord-Est des Monts de Blond
1908-1911	Société de recherches minières du Plateau Central	Fonçage d'un puits de recherche d'or à l'est immédiat de l'Etang de Cieux
1911-1918	Société Française des Mines de Vaulry-et-Cieux	Reprise intense de l'exploitation des filons de La Garde sous la pression du ministère de l'Armement, et découverte du filon de Jouhe. Exploitation des sables stannifères jusqu'en 1912
1919-1923	Société minière et industrielle d'Étain, Wolfram et Arsenic	Mise au point d'un système de traitement industriel permettant la séparation des différents métaux. Exploitation concentrée sur les trois filons de La Garde
1924-1927	Société des Mines de Bellac	L'exploitation des filons de La Garde continue mais devient de plus en plus complexe et localisée à cause de l'irrégularité croissante du gisement
1941-1946	Société des Mines de Vaulry-et-Cieux	Dénoyage, remise en état et exploitation des filons de Jouhe et de La Garde. Dans le même temps, recherche de nouveaux gisements alluviaux : aucune découverte exploitable n'est faite
1948-1949	Société des Mines de Bellac	Demande de renonciation en 1948. Réalisation des travaux de remise en état : mise en sécurité des 14 ouvrages débouchant au jour encore ouverts
Renonciation acceptée par un Arrêté Ministériel du 18 juin 1959		
1963	COMIREM	Demande de permis de recherche pour étain, tungstène, bismuth, molybdène et autres substances connexes en 1963 par la COMIREM, qui englobe en totalité la concession alors déjà renoncée de Vaulry-et-Cieux et 70 % de l'ancien PER des Monts de Blond. Malgré un avis défavorable, le P.E.R. de la Glayeule est accordé pour deux ans le 11 mai 1965 (recherches de gisements annexes en milieu alluvial) La renonciation au PER est acceptée par un Arrêté Ministériel en 1966

Tableau 8 : Synthèse de l'historique minier détaillé de la concession de Vaulry-et-Cieux

2.10.2 Méthode d'exploitation

Les documents retrouvés relatent peu de détails sur la nature des méthodes d'exploitation en souterrain.

Seule est signalée en 1920, la méthode dite « suédoise » ou à magasin :

- Creusement de remontées tous les 4 m, reliées entre-elles par une galerie horizontale située à 2,5 m au-dessus de la galerie de pied ;
- Abattage du minerai par taille chassante rabattante ou remontante qui est ensuite tiré par des cheminées aménagées en couloirs. Une partie restait sur place pour assurer le remblaiement des vides créés.

Tel que décrit, la chambre magasin est au final ni foudroyée, ni remblayée.

Pour les sables alluviaux, la méthode consistait à rabattre localement le niveau de l'eau sur 3 m et décaper les terrains de découverte sur 1 à 2 m.

Les sables stannifères étaient ensuite extraits sur une épaisseur d'un mètre environ, passés au cylindre débourbeur, puis lavés pour ne retenir que la fraction lourde.

2.10.3 Production

L'exploitation du minerai s'est déroulée dès 1858 par extraction des alluvions dans les vallées de Cieux, et à partir de 1912 par des travaux souterrains principalement sur les filons de Jouhe et la Garde. Les travaux se sont poursuivis jusqu'en 1942.

On estime la production totale sur cette période de 200 à 280 tonnes d'étain, 90 à 120 tonnes de tungstène et 200 à 300 tonnes d'arsenic.

2.10.4 Ouvrage d'exploitation à ciel ouvert

Tant par les mentions dans les écrits, que les reports sur les plans miniers, de nombreuses tranchées dans les formations superficielles ont été réalisées à toutes les époques jusqu'aux plus récentes, jusqu'à atteindre le substratum et parfois y identifier la présence d'un filonnet ou filon à minéralisation variée (principalement Sn et/ou W, mais aussi Cu, Mo, pyrite, etc.). Cette étape a permis la découverte de tous les filons, ensuite reconnus puis exploités en souterrain.

Sur le terrain, il a été aussi identifié des zones d'excavation à ciel ouvert parfois assez incertaines (dépression de faible ampleur mais plus ou moins linéaire) et d'autres fois plus évidentes (attaques ponctuelles sur des pointements rocheux).

C'est le long de l'affleurement supposé du filon à la Garde que les indices toujours visibles d'anciennes excavations à ciel ouvert sont le plus nombreux.

Plus au Sud, de tels indices épars sont relevés autour de la plus ancienne galerie la Garde et du puits du recouplement. Certains travaux à ciel ouvert comme ceux de la Fosse Profonde ont été trop remaniés pour pouvoir être cartographiés.

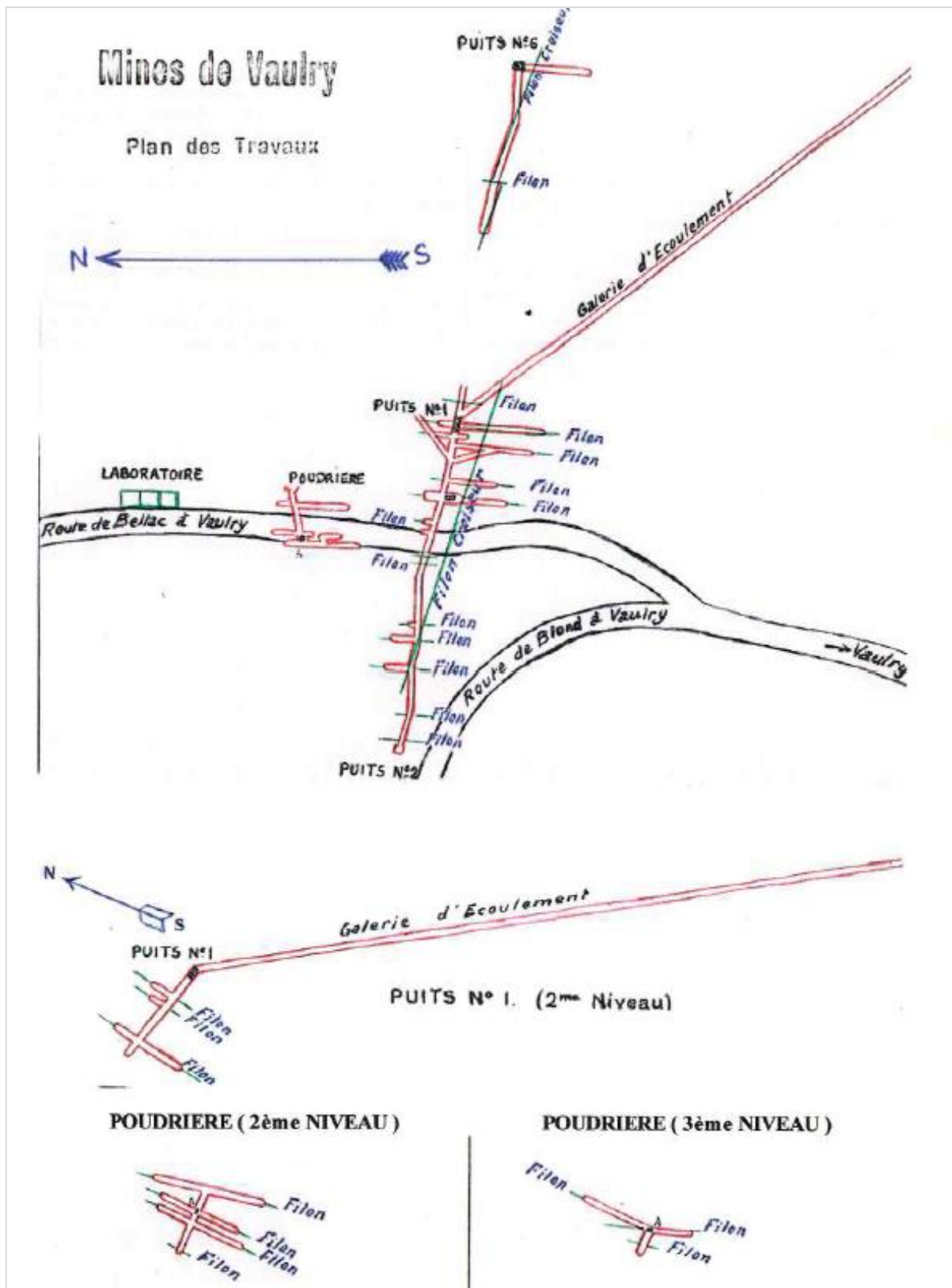


Figure 19 : Plan des Mines de Vaulry – 1911 (Source : Archives Municipales de Vaulry)

La localisation des travaux connus actuellement est indiquée sur la carte présentée ci-après

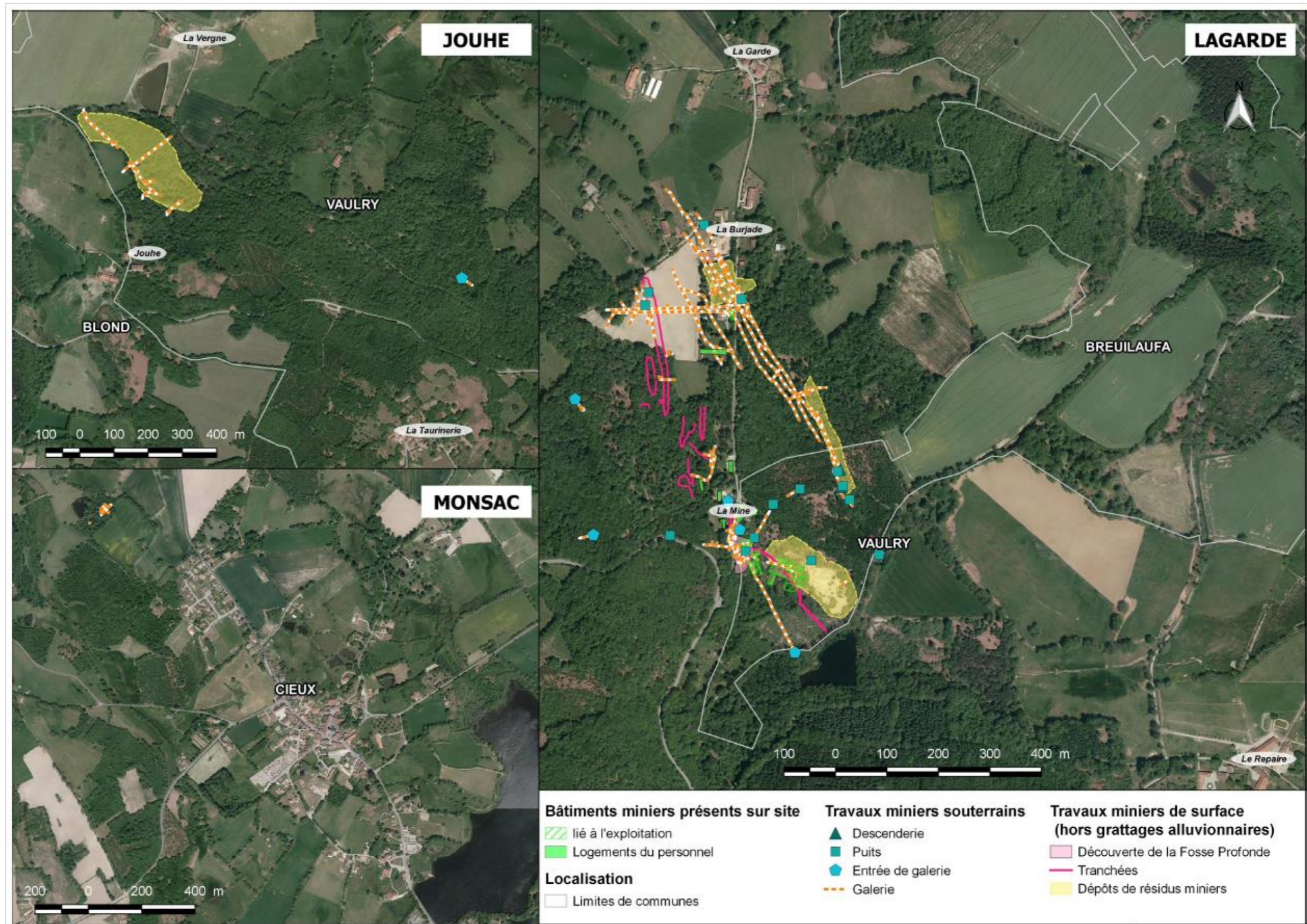


Figure 20 : Localisation des travaux miniers de la concession de Vaulry-et-Cieux

2.10.5 Anciennes installations de surface

Lieu-dit du Repaire :

Des fouilles archéologiques menées par l'association Stannifactum indiquent qu'au niveau du Repaire la mine d'étain existait à l'époque médiévale. L'extraction du minerai (par grattage) se serait faite du VII^{ème} et XV^{ème} siècle. Des anciennes fosses ont été découvertes ainsi qu'un ancien atelier. Des fours auraient été creusés à même le sol et permettaient la transformation du minerai en métal. Des chemins pavés ainsi qu'une vaste enceinte ayant pu servir à stocker du minerai ont été identifiés.

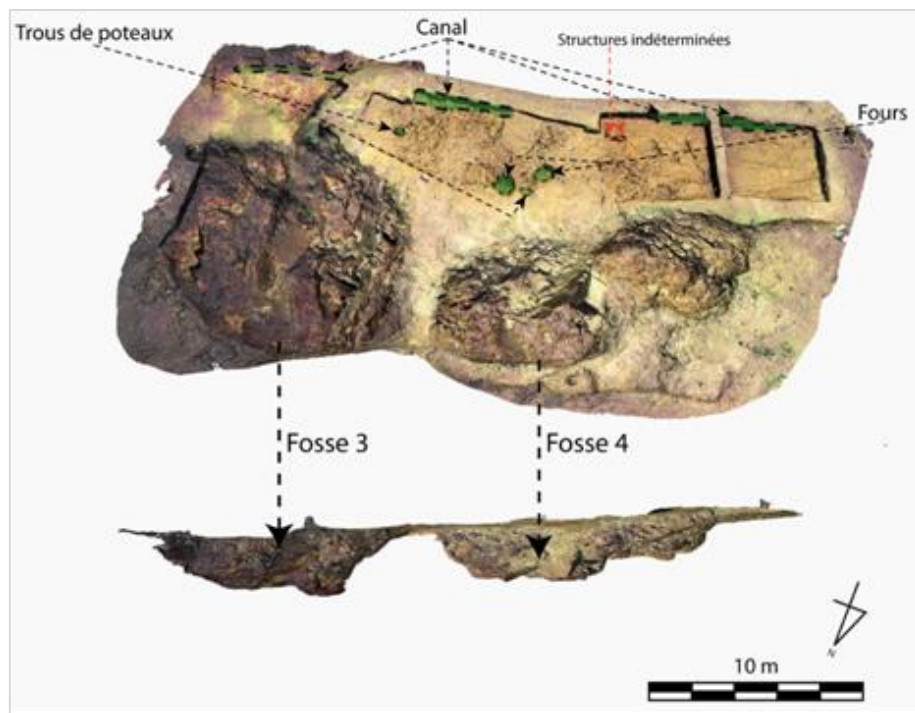


Figure 21 : Scan 3D des fouilles/fosses F3 et F4 et des aires de traitement du minerai découvertes

Lieu-dit de la Mine :

L'essentiel des anciens bâtiments liés à l'exploitation minière se trouve au lieu-dit « la Mine », sur les secteurs de la Fosse Profonde-Poudrière. Le long de la route de Vaulry à La Garde, se trouvaient des logements, des bureaux et le laboratoire, tous reconvertis en habitation. En contrebas de ces bâtiments est située l'usine de traitement qui comportait entre autres :

- Un atelier ;
- Un hangar ;
- Un bâtiment à Wolfram ;
- Une tour de chargement ;
- Des trémies ;
- Un four à arsenic ;
- Deux laveries ;
- Des bassins de décantation.

Des plan/schéma de fonctionnement des laveries de 1819 ont pu être retrouvés :

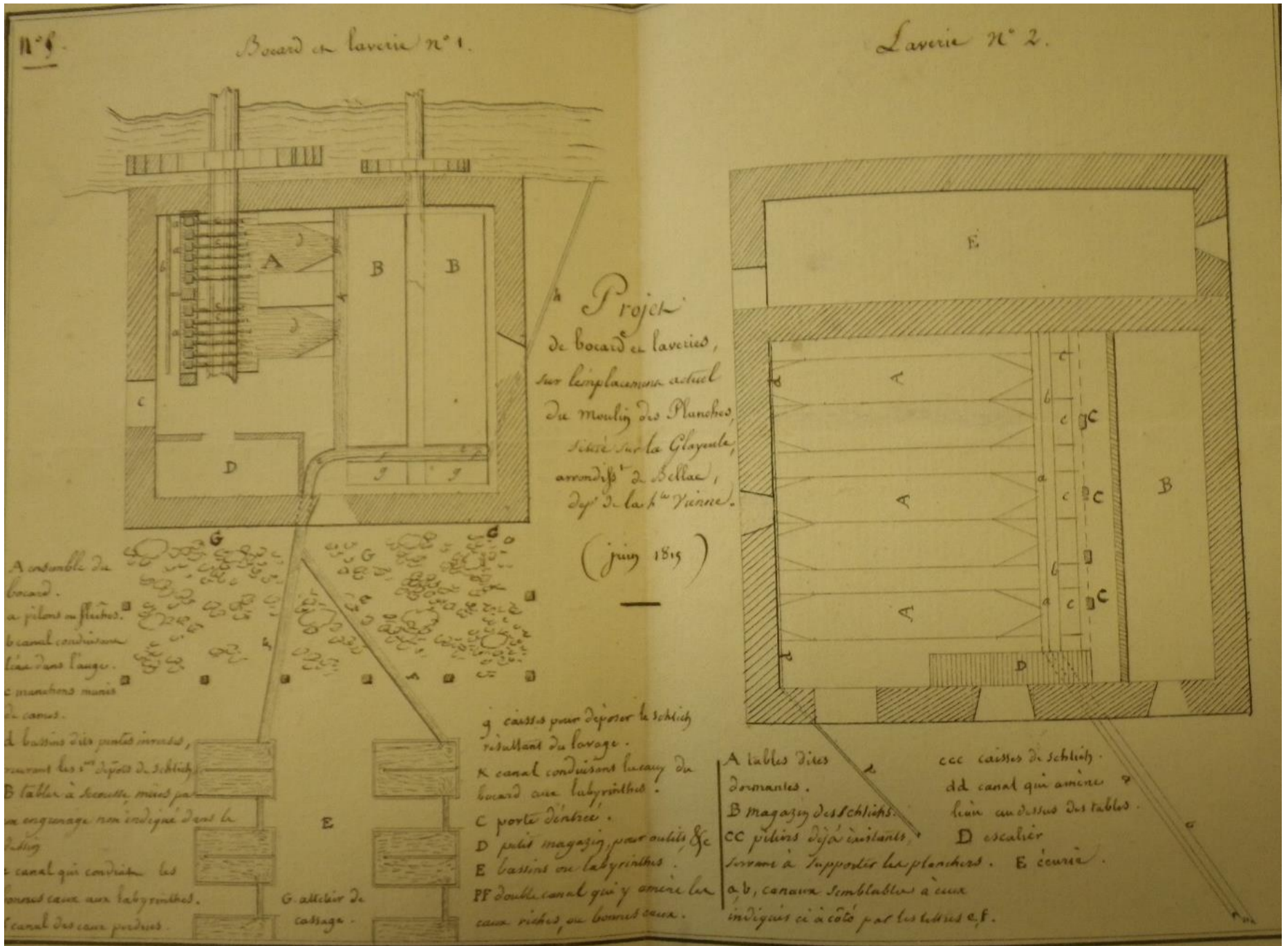


Figure 22 : Projet de bocard et laverie sur le moulin des Planches de la Glayule – 1819 (Source : Archives Départementales de Limoges)

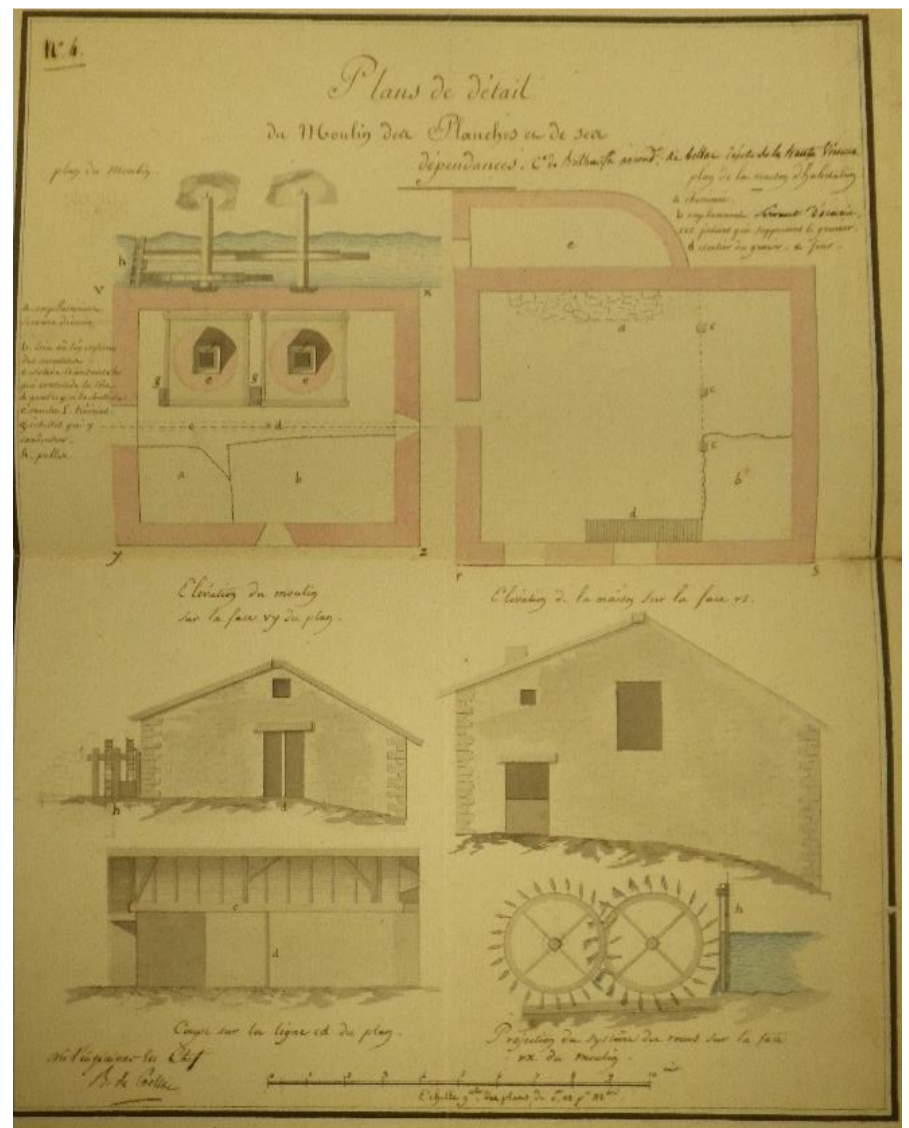


Figure 23 : Plan général et coupe du Moulin des Planches – date inconnue (Source : Archives Départementales de Limoges)

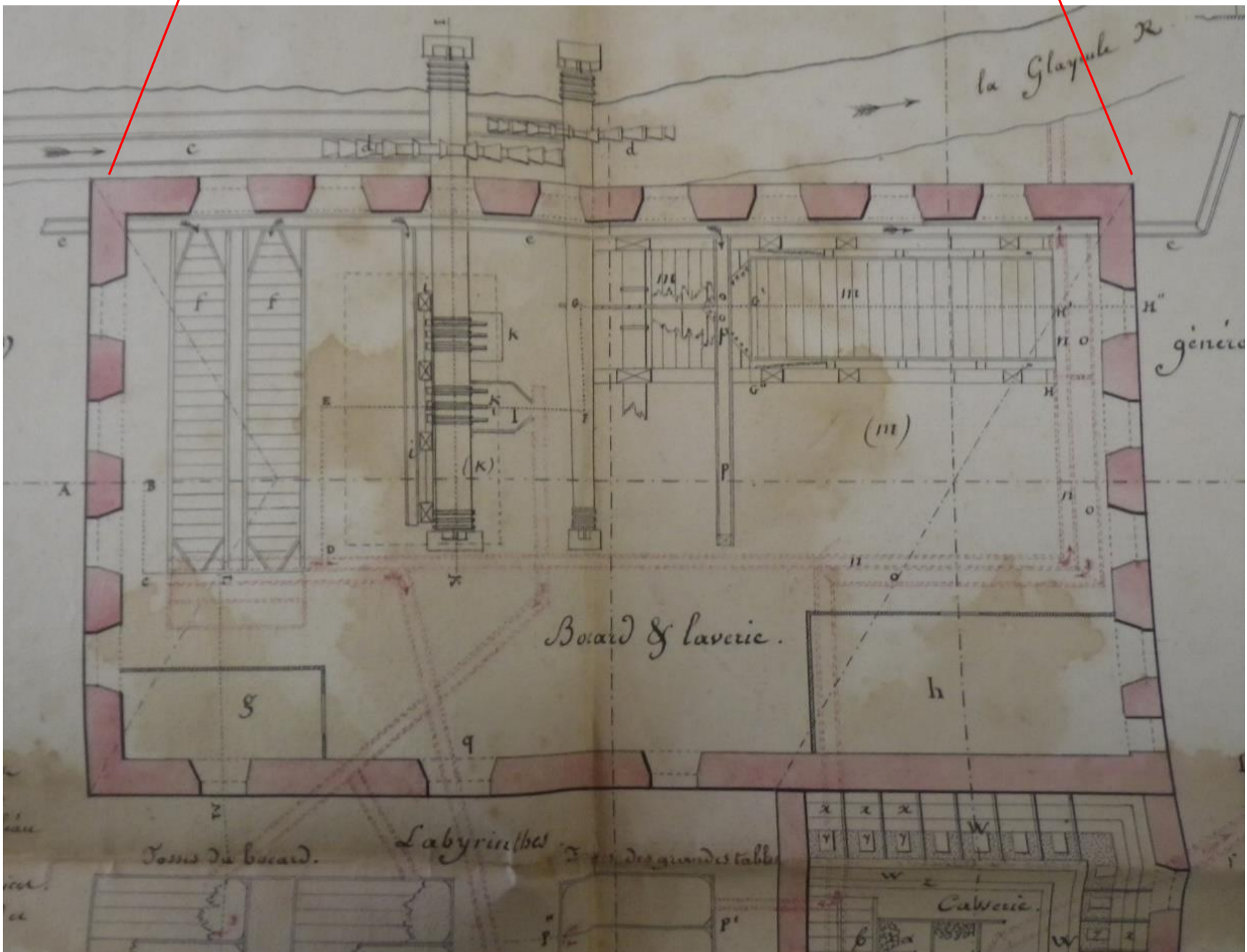
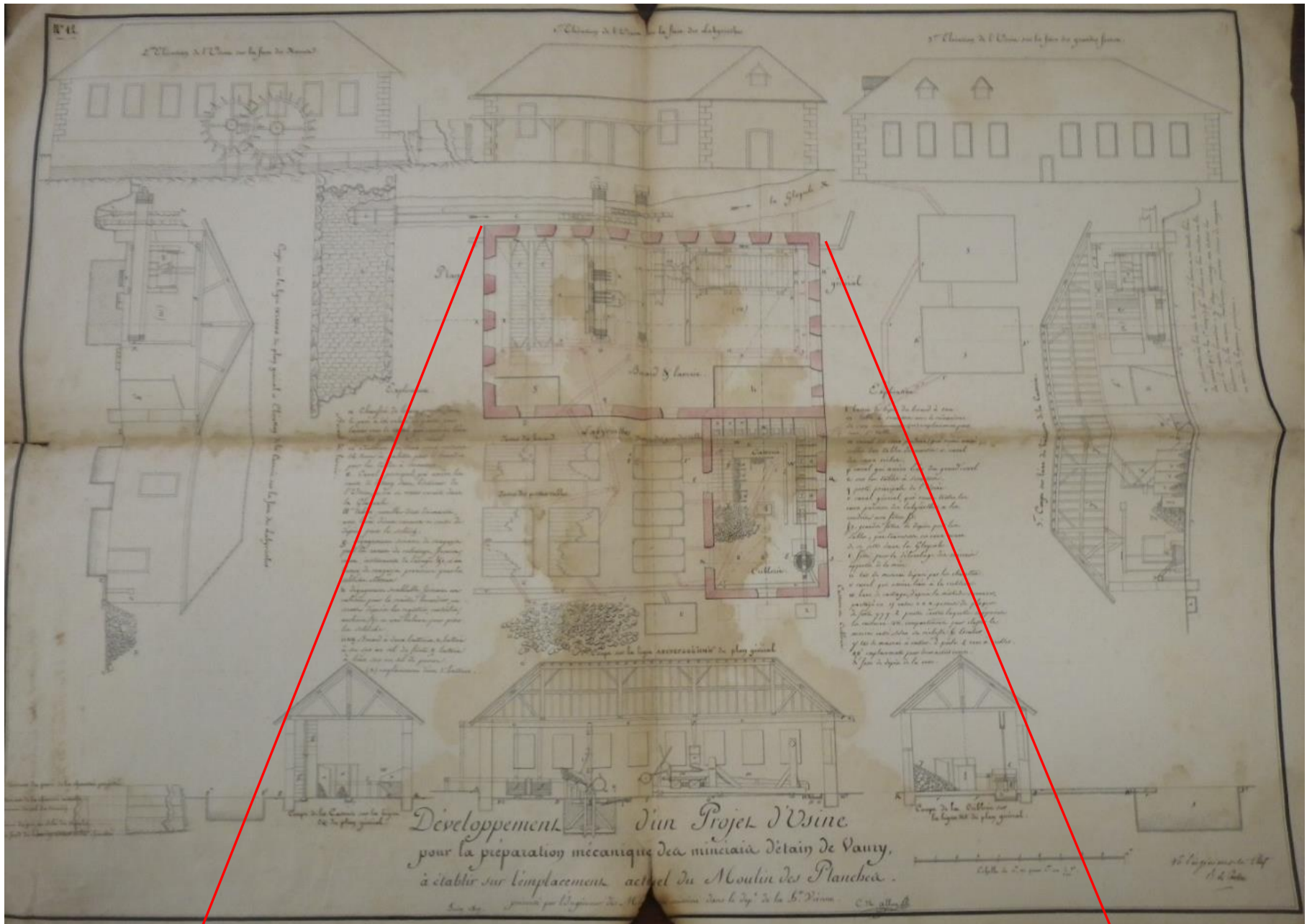


Figure 24 : Plan de développement et zoom du projet d'usine / bocard et de la laverie sur la Glayeule – 1819
 (Sources Archives Départementales de Limoges)

Il est détaillé sur le plan projet ci-dessus qu'un canal principal amenait les eaux de l'étang à l'intérieur de l'usine, puis qu'elles allaient se jeter ensuite dans la Glayeule.

Aucune liste de réactifs chimiques utilisés pour le traitement du minerai n'a été retrouvée dans les documents d'archives consultés.

La situation administrative des anciens fours à arsenic et des laveries durant leur période d'exploitation n'a pu être précisée.

Lieu-dit de La Garde :

Sur l'ancien site du carreau de La Garde, deux anciens bâtiments (une forge et un magasin) ont été conservés.

À part ce bâti, il ne demeure plus qu'un long mur délimitant l'ancienne zone de dépôt. La plupart des installations extérieures ont été retirées (chaudière avec sa longue cheminée, chevalement en bois du puits la Garde, etc.). Le carreau se trouve aujourd'hui dans une propriété privée close.

Plus au Sud, les logements des ouvriers ont été reconvertis en résidences de vacances.

Lieu-dit Jouhe :

Sur cette zone, seules les assises d'un ancien bâtiment ont été répertoriées à proximité d'une descenderie.

Les installations de surface reconnues dans le cadre de la présente étude sont localisées sur la Figure 25.

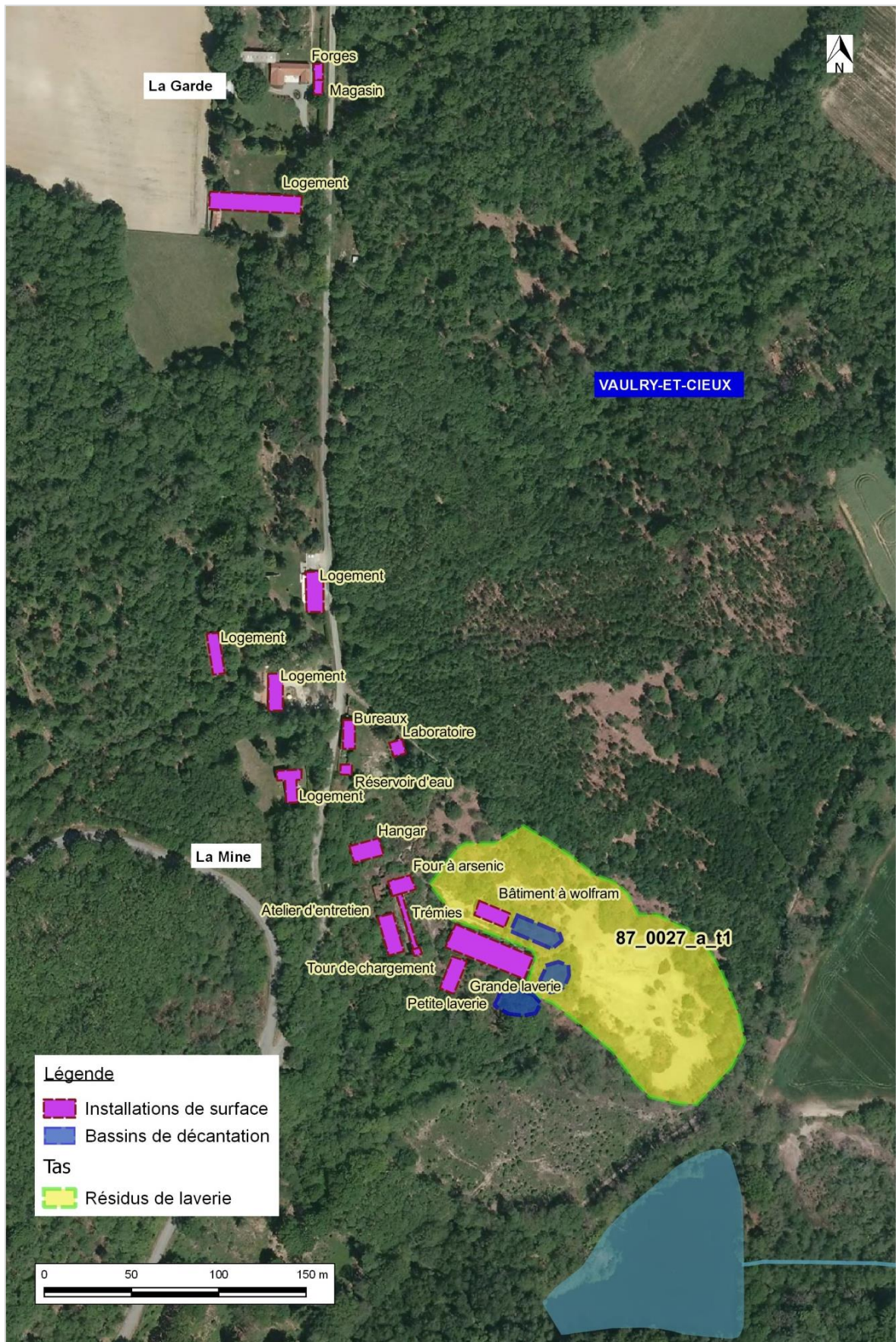


Figure 25 : Installation de surface des lieux-dits de la Mine et de la Garde

3 USAGES IDENTIFIES DANS LE SECTEUR D'ETUDE

3.1 Usages des eaux superficielles

- La Glayeule :

La pêche pourrait être pratiquée dans la Glayeule à sa confluence (on y trouverait des truites fario, chabots, lamproies et vandoises). Il n'a pas été possible de retrouver des informations indiquant formellement la pratique de la pêche dans les petits ruisseaux avoisinants, mais celle-ci ne peut être exclue.

- La Vergogne :

La pêche est pratiquée dans la Vergogne (on y trouverait des truites fario, chabots, lamproies et vandoises). Il n'a pas été possible de retrouver des informations indiquant formellement la pratique de la pêche dans les petits ruisseaux avoisinants, mais celle-ci ne peut être exclue.

- Etang de Cieux :

La pêche se pratique également sur l'étang de Cieux. On y trouve des carpes, gardons, tanches, brochets, sandres, perches, amours blancs, et esturgeons. Plusieurs types de pêche y sont autorisées : pêche sportive de la carpe avec remise à l'eau de la capture, pêche au coup, pêche des carnassiers aux leurres.

3.2 Usages des eaux souterraines

3.2.1 Captages d'Alimentation pour l'Eau Potable (AEP)

D'après les informations disponibles sur la base données ADES, consultée en mai 2018, sept captages d'Adduction Eau Potable (AEP) sont recensés comme étant actifs dans le secteur inclus dans le titre minier de Vaulry-et-Cieux.

Deux captages sont également recensés comme étant à l'état de « projet de mise en service ». Une dizaine d'autres captages sont recensés dans un rayon d'environ 5 km autour du secteur couvert par le titre minier. L'emplacement de ces ouvrages est représenté dans la Figure 26. Les caractéristiques de ces ouvrages sont résumées dans le Tableau 9 ci-dessous :

Type d'eau (ESO/ESU)	Débit réglementaire (m3/j)	Code usage principal	Commune	Code BSS	Profondeur d'investigation (m)	Nature du point d'eau	Code entité hydrogéologique BDLISA
ESO	50	AEP	BLOND	06634X0003	0	Source	201AA03
ESO	35	AEP	BLOND	06634X0004	0	Source	201AA03
ESO	255	AEP	BLOND	06634X0014	0	Source	201AE08
ESO	0	AEP	BLOND	06648X0085*	0	Source	201AA03
ESO	0	AEP	BLOND	06634X0027*	0	Affleurement d'eau	201AA03
ESO	30	AEP	BLOND	06634X0001	0	Source	201AI13
ESO	30	AEP	BLOND	06634X0016	0	Source	201AI13
ESO	15	AEP	BLOND	06634X0025	0	Forage	201AI13
ESO	15	AEP	BLOND	06634X0026	0	Forage	201AI13

* Ouvrages recensés en mai 2018 dans ADES comme projet d'ouverture

Tableau 9 : Captage AEP recensés dans le secteur couvert par le titre minier de Vaulry-et-Cieux (Source : <http://www.ades.eaudefrance.fr>)

Hormis pour l'ouvrage 06634X0014, les débits réglementaires sont assez limités, compris entre 15 et 50 m³/j. L'ensemble de ces captages correspond à des sources émergentes, captés en surface à l'aide de système de drains.

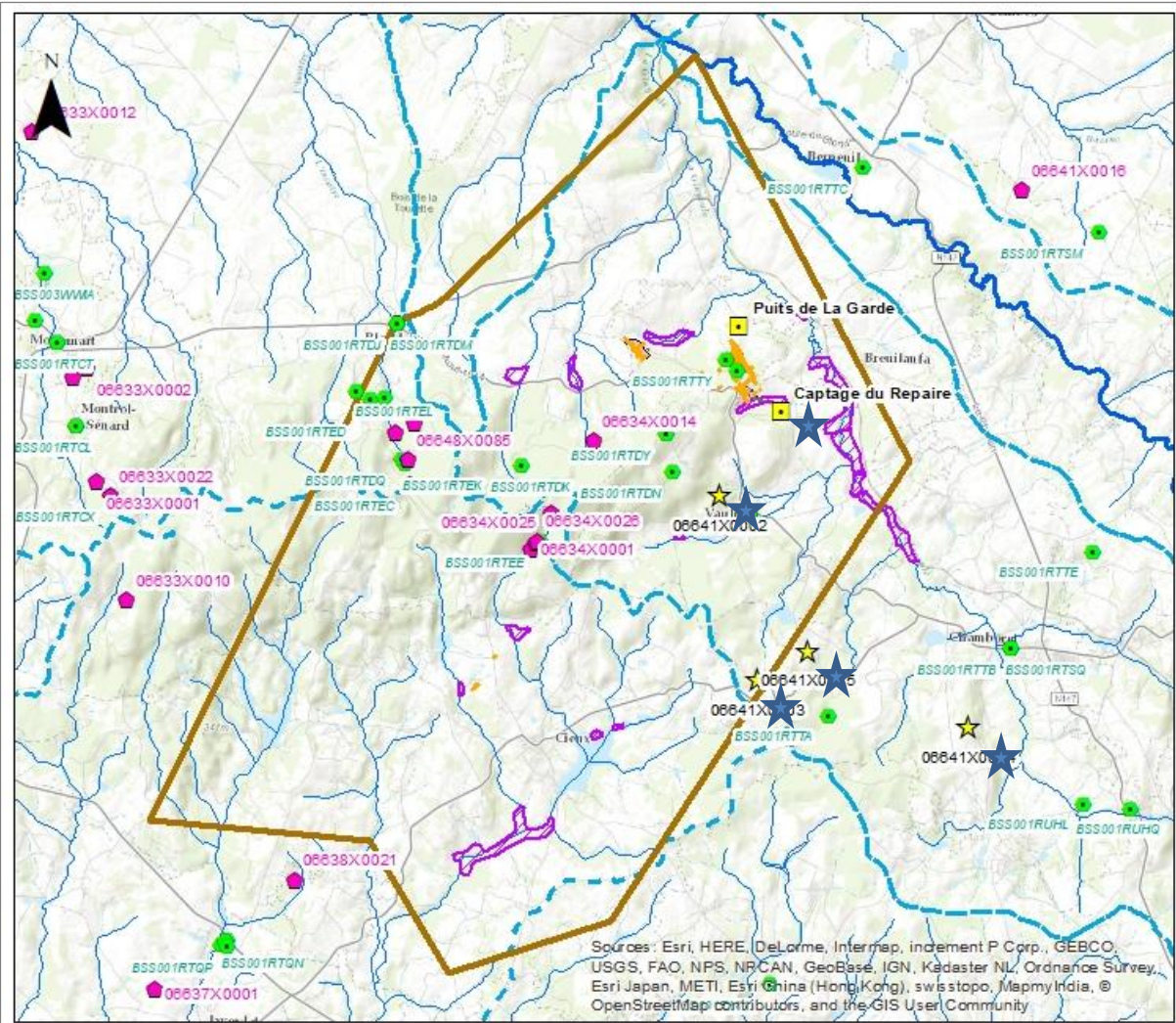
Ces sources émergent pour la plupart en fond de talweg, à proximité de zones humides. L'origine de l'eau est attribuée à l'accumulation d'eau météorique percolant dans les arènes granitiques bordant les thalwegs. Cela confirme donc des aquifères d'étendues limitées avec des faibles capacités d'emménagement.

Dans un rayon de 20 km autour de l'ancien secteur minier, un total de 36 captages AEP d'eau souterraine sont recensés, dont 31 sources captées, et seulement 4 forages de plus de 10 m de profondeur. La moyenne des débits règlementaires est de 74 m³/j, pour un débit médian de 40 m³/j, un débit minimum de 9 m³/j et un maximum de 280 m³/j. Ces débits sont limités, cela confirme le contexte hydrogéologique local composé d'aquifère de faible épaisseur, d'emménagement et de perméabilité limitée. Toutefois, des sources peuvent ponctuellement présenter des débits plus importants (>200 m³/j), en lien avec des réseaux de fractures plus importants localement pouvant augmenter la perméabilité du sous-sol.

Un certain nombre de points d'eau sont également référencés dans la BSS (indiqués par des points verts dans la Figure 26). L'usage de ces eaux n'est pas précisé dans la BSS, il peut s'agir de puits à usage privé, d'irrigation ou de puits d'analyse de la qualité des eaux souterraines.

À noter enfin que trois anciens captages AEP sont également recensés dans la zone d'étude, il s'agit des ouvrages 06641X0002 (source captée), 06641X0003 (source captée) et 06641X0015 (puits de 10 m de profondeur).

D'après les données disponibles dans ADES, ces ouvrages ont été abandonnés pour des problèmes de concentrations en arsenic dans les eaux. Ce point sera discuté dans le chapitre suivant.



Légende

- ★ AEP_Abandonnés_Arsenic
- ★ Puits Echantillonnés par Geoderis 2017
- ◆ Captage_AEP
- BSS_Points_Eau
- Travaux Miniers
- ▭ Titre_minier_Vaulry
- ▭ HaldeResidus2
- ▭ Zone_Depots
- ▨ Grattages alluvionnaires avérés ou supposés
- - - ZONE_HYDROGRAPHIQUE
- Rivière_principale
- Rivière_secondaire

0 0.5 1 2 3 4
Kilomètres

Figure 26 : Localisation des captages AEP actifs, AEP abandonnées, points d'eau recensés dans la BSS et puits échantillonnés dans le secteur d'étude (Sources ADES et BSS)

3.2.2 Qualité des eaux souterraines des captages AEP

D'après les données de qualité disponibles dans la base de données publiques ADES (<http://www.ades.eaufrance.fr/>) consultée en juin 2018 pour les captages inclus dans la zone du titre minier, les constatations suivantes peuvent être formulées :

- Teneurs en arsenic : Pour les captages d'eau souterraine AEP inclus dans la zone couverte par le titre minier, les concentrations en arsenic mesurées sont majoritairement inférieures au seuil de détection du laboratoire (fixés en général à 1 µg/L).
- Des concentrations en arsenic ont été mesurées dans 6 ouvrages inclus dans ce secteur, avec une concentration moyenne inférieure à 2 µg/L et un maximum de 6 µg/L (seuil de potabilité à 10 µg/L, arrêté du 11 janvier 2007). À noter toutefois que plusieurs captages AEP dans ce secteur ont dû être abandonnés pour des teneurs en arsenic trop importantes (informations renseignées dans ADES mais sans résultats d'analyse disponibles).
- Teneurs en fer et en manganèse : Des teneurs significatives en fer et en manganèse ont été mesurées sur deux captages AEP inclus dans la zone d'étude, mais éloigné des zones de travaux/dépôts de déchets miniers connus (06634X0025 et 06634X0026). Des concentrations allant jusqu'à 708 µg/L en fer (pour limite de potabilité à 200 µg/L) et jusqu'à 212 µg/L en manganèse (la référence de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine est 50 µg/L) y ont été mesurées.
- pH des eaux : Des pH acides sont mesurés dans les captages AEP du secteur. La moyenne des pH mesurés sur ces ouvrages est de 5,6 avec une valeur minimum mesurée à 4,78 (la référence de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine est pH ≥6,5).
- Conductivités : Les conductivités mesurées sont basses à très basses, avec une moyenne de 51 µS/cm pour une référence de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine fixée à 180 µS/cm (conductivité à 20°C). Cela montre une faible minéralisation des eaux, en concordance avec la géologie locale, constituée principalement de roches granitiques.

3.2.3 Remarques concernant les AEP identifiés

- Informations fournies par ADES et les mairies :

Les captages d'eaux souterraines pour un usage AEP recensés dans ADES en mai 2018 et inclus dans la zone couverte par le titre minier de Vaulry ne sont pas sous l'influence direct des écoulements d'eau souterraines issues des anciennes zones concernées par l'activité minières (galeries, mines à ciel ouvert ou zones de dépôts de déchets).

L'ensemble de ces captages est en effet en position d'amont hydraulique ou topographique ou en dehors des bassins hydrographiques des zones concernées par les anciennes activités minières. De plus ces captages étant pour la plupart sur des sources captées ou des forages peu profonds, il est peu probable que ces ouvrages soient sous l'influence de potentiels écoulements issus des galeries profondes ennoyées.

On notera cependant que le captage du Repaire était utilisé avant 2017 pour la ressource en eau des habitants du hameau voisin. Suite à des mesures effectuées en 2017 par GEODERIS (détaillées plus loin dans le présent rapport) et des taux élevés en As, ce captage ne serait plus utilisé depuis la fin de l'année 2018 (données : Mairie de Vaulry). En effet, des travaux auraient permis de raccorder le hameau au réseau AEP communal. Ce captage n'est donc plus recensé dans la base de données ADES en mai 2018 comme ouvrage AEP. Par conséquent aucune information n'est disponible sur les débits de pompage ou sur la profondeur captée de ce puits.

Pour cet ouvrage qui était cependant en position d'aval hydraulique par rapport aux zones des anciennes galeries minières et/ou des zones de dépôts de déchets, une influence des eaux issues de l'ancienne exploitation minière vers ce captage n'est/ était donc pas à exclure.

- Informations fournies par l'ARS :

D'après les éléments récoltés auprès de l'Agence Régionale de Santé (ARS) contactée en avril mai 2020, les captages déclarés d'utilité publique (DUP) et exploités pour l'Alimentation en Eau Potable sont localisés à l'Est / Nord-Est de la zone d'étude au Sud de la commune de Blond.

Les captages dits « Route de Cieux 2 et 3 » sont à l'heure actuelle considérés comme des ressources de secours pour le Syndicat Intercommunal de distribution d'eau potable et d'assainissement – SIDEPA - de la Gartempe et peuvent être sollicités autant que de besoin pour la production d'eau potable.

Les six captages permanents et les deux de secours pour l'AEP, confirmés par l'ARS semblent hors influence minière, compte tenu de leur éloignement par rapport à la zone d'étude (environ 1 km au Sud-Est des dépôts DDIE).

L'ARS a indiqué concernant le captage du Repaire, qu'il s'agirait pour eux maintenant d'un puits privé qui alimente une propriété privée, également desservie par le réseau communal. Les services de l'ARS ne disposent pas d'informations complémentaires sur cette ressource privée, qu'ils n'ont pas répertoriée.

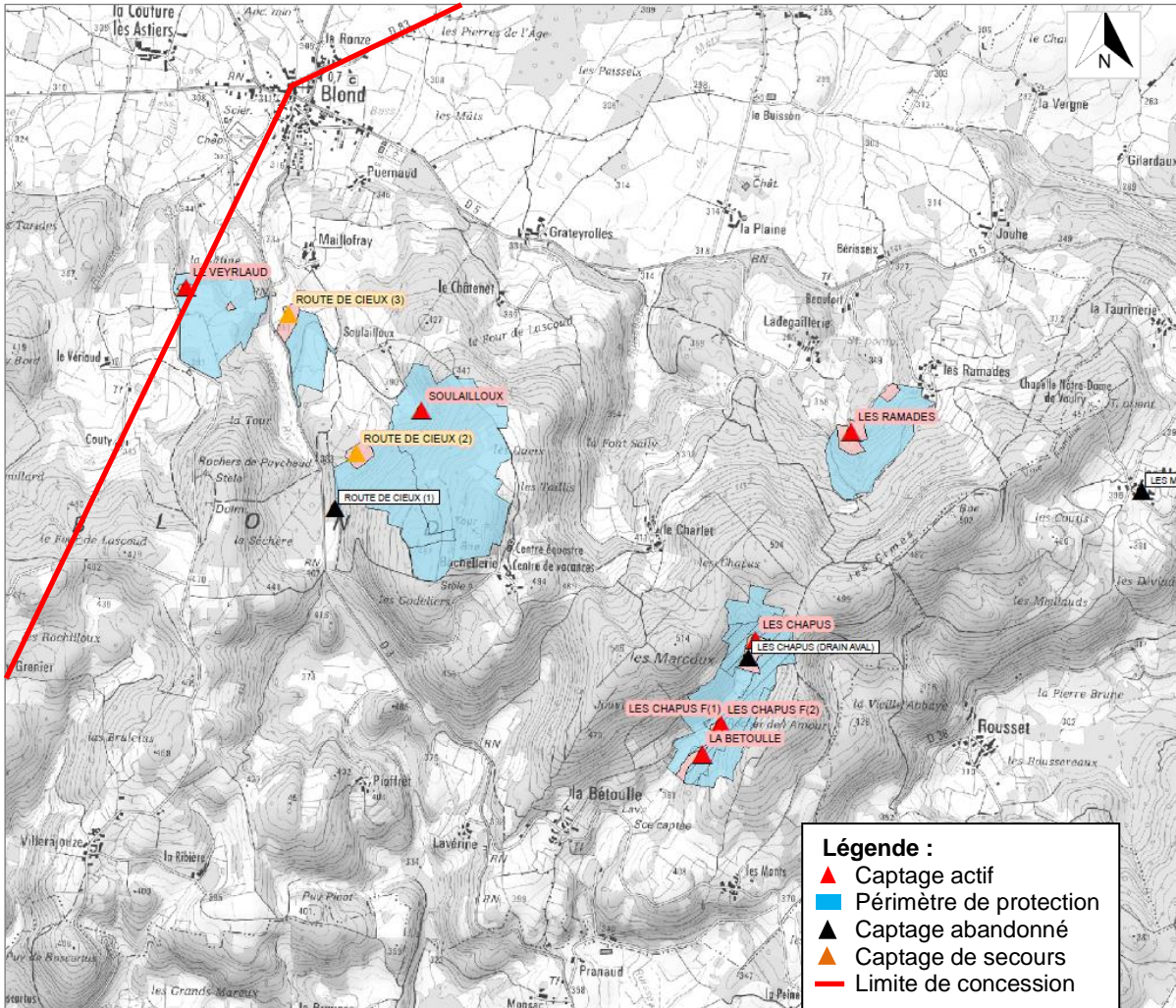


Figure 27 : Emplacement des captages AEP actifs, plus exploité et périmètre de protection (Source : service de l'ARS)

3.3 Usages généraux et activités de loisirs

Plusieurs usages ont pu être mis en avant grâce aux images aériennes (potager, pâture), aux informations communiquées par les personnes interrogées (mairies, propriétaire terrien, Société Géologique du Limousin, etc.) et aussi complétée par l'enquête des usages menée par l'INERIS du 25 au 29 juin 2018. Tout d'abord, la commune de Vaulry comptait 404 habitants au dernier recensement de 2014 (source : INSEE).

Sur le périmètre d'étude, les usages constatés sont :

- Un usage résidentiel : Le site minier de Vaulry est entouré de plusieurs hameaux. La plupart sont des anciens coron⁶ devenus depuis des lieux de résidence (excepté pour un coron aujourd'hui en ruine et amputé d'un étage). Ces zones habitées, qu'elles soient situées sur le site de La Mine ou soient un peu plus éloignées, se trouvent toutes sur des sols proches des dépôts de résidus liés à l'extraction et au traitement du minerai et potentiellement peuvent être exposées à ces résidus.
On notera qu'il s'agit d'habitations principales ou secondaires, avec ou sans jardin potager, avec ou sans puits
L'eau destinée à l'arrosage des potagers des résidences est soit d'origine locale (puits ou source au droit ou à proximité immédiate de la parcelle ou récupération des eaux de pluie), soit originaire du réseau. Les eaux souterraines peuvent servir à l'alimentation en eau potable du lieu-dit La Garde (captage du Repaire).
L'eau des puits est essentiellement destinée à l'arrosage des jardins potagers excepté dans deux cas, où elle est consommée comme eau de boisson et dans un cas pour un usage domestique (détail dans la partie sanitaire) ;
- Un usage agricole : L'agriculture et l'élevage sont deux activités très présentes dans le secteur d'étude. Au droit de la zone d'étude et à proximité des dépôts on peut identifier notamment des parcelles accueillant des bovins et des cultures (culture de graminées, maïs etc.). On notera en particulier, qu'en bas du dépôt minier principal, il y avait un champ de maïs qui peut être sujet à l'accumulation des résidus.
- Un usage de type activités de loisirs : un circuit de VTT, des chemins de promenade sont présents sur le site de La Mine et au niveau du chemin entre la mine et l'étang. Une zone de motocross est localisée en aval immédiat de la zone de dépôt de résidus de traitement.
Dans la forêt se situant à proximité de ce même dépôt, des activités de cueillette de champignons et de châtaignes. La coupe de bois dans les forêts qui bordent La Mine est également recensée.
- Un usage de chasse et de la pêche : Il existe des associations de chasse et cynégétique répertoriées à proximité de la zone d'étude : l'« A.C.C.A de Cieux », l'« A.C.C.A de Vaulry », l'« A.C.C.A de Breuilaufa », l'« A.I.C.A. la diane de Vaulry-Breuilaufa », etc., qui souhaitent favoriser la répression du braconnage, la destruction des nuisibles, l'éducation cynégétique de ses membres, et, en général d'assurer une meilleure organisation technique de la chasse pour permettre aux chasseurs un meilleur exercice de ce sport. Les zones de chasse n'ont pas été finement délimitées mais cet usage est probable au droit de la zone d'étude.
La pêche est pratiquée dans la région comme déjà détaillé au § 3.1.

⁶ Maison ouvrière appartenant à la société employant les ouvriers qui y logent, et qui se situe à proximité immédiate du lieu de travail.

3.4 Discussion sur la vulnérabilité⁷ et la sensibilité⁸ des milieux au droit de la zone d'étude

Une évaluation de ces deux critères a été réalisée au droit de notre zone d'étude, pour les différents milieux récepteurs :

Pour les eaux superficielles et sédiments :

Les eaux superficielles du secteur d'étude sont considérées comme très vulnérables du fait de leur proximité avec certaines zones de dépôts (Ruisseau de la Mine, de la Vergne, etc.). Les sédiments sont eux aussi pour les mêmes raisons, jugés très vulnérables.

La sensibilité des cours d'eau et des eaux superficielles est jugée élevée compte tenu des usages sensibles répertoriés et notamment de la pêche (Etang de Cieux, etc.).

Pour les eaux souterraines :

La vulnérabilité des eaux souterraines est jugée moyenne à élever, mais de manière générale, on estime que les travaux miniers n'ont pas eu d'influence directe sur la qualité des eaux souterraines.

La sensibilité des eaux souterraines est jugée comme très élevée compte tenu de la présence de captages d'alimentation en eau potable (AEP). Plusieurs captages ont d'ailleurs, à proximité de la zone d'étude, déjà dû être abandonnés du fait de la présence d'As (voir Figure 26).

⁷ Vulnérabilité repose sur l'idée que le milieu physique en relation avec une ressource ou une nappe d'eau procure un degré plus ou moins élevé de protection vis-à-vis de potentielles pollutions suivant les caractéristiques de ce milieu.

⁸ Sensibilité est caractérisée par les enjeux que représentent la/les cibles qui ne doivent pas être atteintes par les effets sur les milieux naturels.

4 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE

À l'issue de l'étude historique, documentaire et de vulnérabilité, un schéma conceptuel préliminaire peut être établi.

Ce schéma conceptuel permet de rendre compte des différents milieux d'exposition et des voies d'exposition aux pollutions au regard des activités et des usages constatés.

À ce titre, le schéma conceptuel doit permettre de préciser les relations entre :

- Les sources de pollution ;
- Les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques, ce qui détermine l'étendue des pollutions ;
- Les enjeux à protéger : les populations riveraines, les usages des milieux et de l'environnement, les milieux d'exposition, et les ressources naturelles à protéger.

Le schéma conceptuel préliminaire établit donc un certain nombre d'hypothèses que les investigations de terrain doivent permettre de confirmer ou d'infirmer. Il constitue un guide pour la conduite de ces investigations.

4.1 Sources potentielles de pollution

Compte tenu des activités minières mises en œuvre sur le secteur d'étude, les « milieux source » de pollution suivants peuvent être retenus :

- Les anciennes installations présentes sur les carreaux de mines et à proximité des zones d'exploitation (broyeur, concasseurs, etc.), de traitement ou de transformation du minerai (laverie, four de calcination, unité gravimétrique, usine de flottation, etc.) ;
- Les dépôts de résidus de traitement et bassins de décantation ;
- Les dépôts de matériaux disséminés sur le secteur et issus des opérations de scheidage, creusement ou exploitation ;
- Les aquifères miniers, avec par extension les émergences minières.

4.2 Cibles identifiées

La population présente sur le territoire, est de fait exposée à des sources potentielles de contamination. Il s'agit d'adultes et d'enfants (riverains, travailleurs, touristes) qui peuvent être :

- Usagers des sols (activité de jardinage, de jeux, industrielle, d'élevage, de culture et de randonnée) ;
- Usagers de l'eau (activité domestique, d'élevage, de culture, industrielle ou de baignade) ;
- Producteurs et/ou consommateurs de produits alimentaires cultivés, ramassés, cueillis (plantes, légumes, fruits, champignons, œufs), et de produits directs ou dérivés de la pêche et de la chasse, en provenance de secteurs contaminés.

En fonction de leur sensibilité, des ressources locales (eau, faune et flore) peuvent également être retenues comme cibles potentielles.

4.3 Voies d'exposition potentielles

Au regard des usages recensés, les voies d'exposition potentielles pour les populations humaines précédemment ciblées, peuvent comprendre :

- Pour les voies d'exposition directe :
 - L'ingestion et le contact direct avec la terre et les particules issues du sol ;
 - L'ingestion d'eau.
- Pour les voies d'exposition indirecte :
 - La consommation de fruits et légumes potagers ;
 - La consommation d'œufs ;
 - La consommation de produits issus de la cueillette (champignons, plantes, etc.).

Les voies de transferts suivantes sont identifiées :

- Le ruissellement des eaux de pluie sur les sources de contamination entraînant un transfert de métaux et métalloïdes sous forme particulaire ou dissoute vers les eaux superficielles ;
- Le lessivage des sources de contamination par les eaux de pluie entraînant un transfert des contaminations par percolation vers les eaux souterraines.

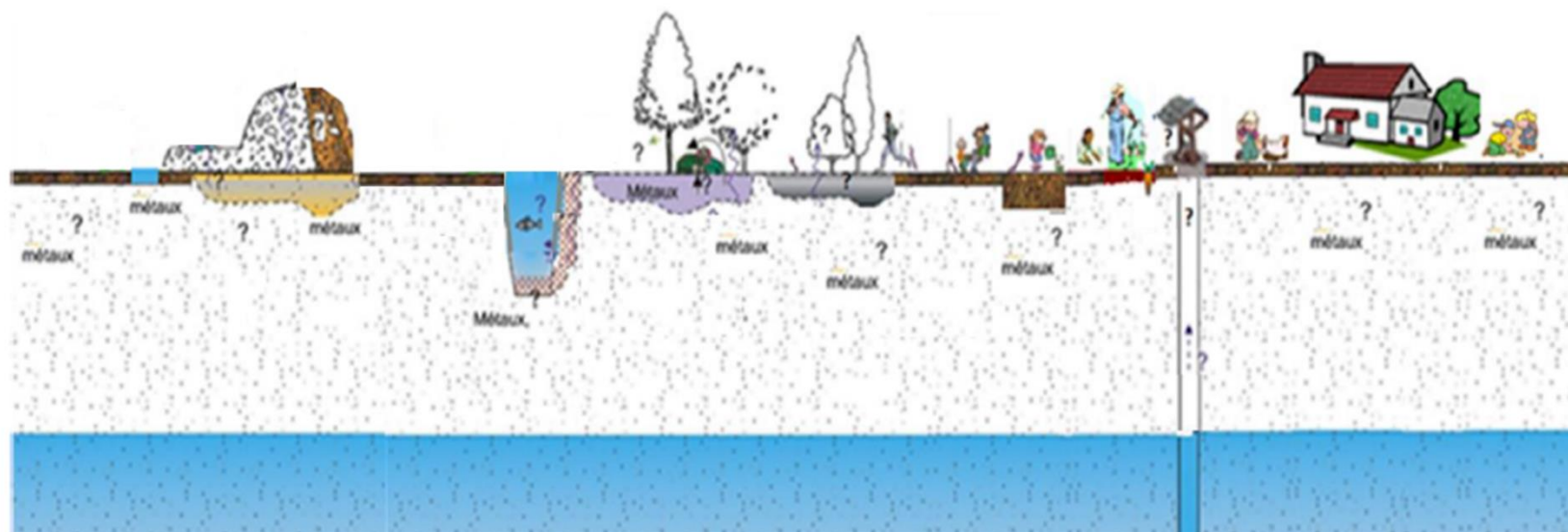
On ne prend pas en compte les voies de transfert :

- Liée à l'inhalation de poussières, ainsi aucune caractérisation de la qualité de l'air (particulaire) n'a été conduite. Ce choix initial apparaît approprié au vu des zones enherbées / boisées, de la configuration des dépôts et de leur distance par rapport aux habitations ;
- Le contact cutané avec les milieux eaux ou sols pollués a également été exclu des voies d'expositions pour cette étude. En l'absence de valeur toxicologique de référence associée à cette voie d'exposition, l'évaluation des risques ne peut se faire ici que de manière qualitative.

Il est cependant à souligner qu'au regard des résultats des risques sanitaires qui seront présentés dans les sections suivantes, pour la voie ingestion de terre, les recommandations et/ou mesures de gestion proposées pour certains scénarios permettront de s'affranchir de potentiels effets cutanés ;

- Et enfin la caractérisation des milieux relatifs aux voies d'exposition indirectes liées de la chaîne trophique (consommation de poissons, d'animaux d'élevage, de la chasse, pêche).

La Figure 28 présente le schéma conceptuel préliminaire d'exposition.



Voies principales d'exposition	Enjeux à protéger
Ingestion non intentionnelle de terre Ingestion de végétaux potagers Ingestion de poissons* (Ingestion de viande* (élevages domestiques, bovins, ovins, gibier*, etc.) ou de produits dérivés (œuf, lait*, etc.)) Ingestion d'eau (Inhalation de particules)* (Ingestion de poussières déposées sur les planchers des bâtiments)*	Enfants et/ou adultes

* : voies non retenues

Figure 28 : Schéma conceptuel préliminaire

Sur la base de ce schéma conceptuel préliminaire, un plan d'échantillonnage a pu être élaboré.

5 DIAGNOSTIC SUR L'ÉTAT DES MILIEUX

Les sections suivantes sont basées principalement sur l'Etude BRGM 2019-005-PA-LAB-EXP et le rapport d'essai laboratoire 18-6-033-B et sur des investigations.

5.1 Organisation des campagnes de terrain

Afin de caractériser l'état des milieux, plusieurs campagnes d'investigations ont été conduites entre 2018 et fin 2019.

Elles ont consisté en des prélèvements dans les différents milieux source, milieux de transfert et milieux d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel préliminaire établi à l'issue de la phase informative.

Une campagne de terrain en vue de définir le contexte géologique des minéralisations, et d'élaborer le « Fond pédo-géochimique » a été réalisé par le BRGM en juin 2018 ».

Une campagne a par ailleurs été conduite en juin 2018, afin de procéder à la reconnaissance des « Sources de contamination », par GEODERIS et le BRGM.

Par ailleurs des prélèvements nécessaires au volet « Sanitaire » de l'étude ont été effectués en juillet 2018 par GEODERIS et l'INERIS.

Dans le cadre du volet « Hydrogéologie » et « Impact sur les eaux » GEODERIS et/ou le BRGM ont effectué plusieurs missions de prélèvement des eaux souterraines et superficielles, ainsi que des sédiments :

- En avril 2019 (en période de « hautes-eaux – HE ») ;
- En octobre 2019 (en période de « basses-eaux – BE »).

Les investigations de terrain ont consisté en :

- Pour la matrice sol, des prélèvements d'échantillons avec analyses en laboratoire et des mesures in situ par fluorescence X portable (pXRF) ;
- Pour la matrice sédiment, des prélèvements d'échantillons avec analyses en laboratoire ;
- Pour la matrice eau, des mesures de débits, paramètres physico-chimiques in situ, et des prélèvements d'échantillons avec analyses en laboratoire.

5.2 Données géochimiques et environnementales locales disponibles

5.2.1 Fond « pédo-géochimique » local

La section suivante est basée sur l'étude BRGM, LEMIERE, B., JACOB, J. (2019) – Etude sanitaire et environnementale sur le secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87) – Etude du fond pédo-géochimique. Rapport BRGM/RP-68363-FR, 66 p., 32 fig., 3 ann. et le rapport d'expertise sur l'étude de l'anomalie naturelle en arsenic aux alentours des communes de Breuilaufa, Vaulry-et-Cieux de 2018 du BRGM.

L'évaluation du fond pédo-géochimique permet de distinguer les milieux naturellement riches en éléments potentiellement polluants. Les concentrations naturelles peuvent être plus élevées au voisinage des minéralisations que dans les sols et sédiments comparables mais éloignés de toute minéralisation.

Ce phénomène (anomalie géochimique) est généralement exploité pour la recherche minière. Les mesures permettant d'évaluer le fond pédo-géochimique sont réalisées sur des secteurs situés en dehors de toute influence minière et hors des zones à usages.

Ce travail d'évaluation a d'abord été basé sur l'étude de la carte géologique disponible sur le secteur, permettant ainsi d'établir une liste des principales formations lithologiques représentatives de la zone d'étude. Il a par ailleurs été basé sur la réalisation de mesures in situ pXRF sur les sols.

Cette étude a conclu les points suivants :

- La composition des formations de Vaulry-et-Cieux sont majoritairement silico alumineuse (des granites ou des formations métamorphiques), à l'exception d'amphibolites d'une surface négligeable et d'une syénite à mispickel, elle aussi très localisée sur la zone d'étude mais très enrichie en As.

Ainsi, la composition chimique des sols a été définie comme très peu contrastée ; et les alluvions reproduisent eux aussi cette composition.

- Les variations géochimiques dans les sols pour les éléments de minéralisation (principalement Sn, W et des autres éléments étudiés : Pb, Cu, Zn, Cd, Sb, Fe, Mn, Cr), qui peuvent être rencontrées sur la zone d'étude auraient ainsi pour origine :
 - Des anomalies géochimiques naturelles autour des minéralisations ;
 - Des impacts anthropogéniques liés aux exploitations minières et des impacts des autres activités non minières.
- Mais ce modèle ne s'applique cependant pas pour l'As, pour lequel une anomalie cartographique de grande ampleur couvre la région à l'est de Vaulry-et-Cieux jusqu'à la faille de Nantiat. Cette anomalie serait apparemment indépendante de la minéralisation et serait contrôlée par le réseau de faille. Les teneurs les plus importantes en As ayant été mesurées au droit des failles connues. Cette anomalie n'avait jamais été interprétée.

Le BRGM (Rapport BRGM/RP-68363-FR) avait ainsi proposé plusieurs hypothèses dont la plus vraisemblable, vue l'absence de signature minéralisée, soit un phénomène hydrothermal indépendant des minéralisations, contrôlé par des circulations de fractures.

- Ainsi compte tenu de son association avec des failles, cette anomalie est susceptible d'affecter la qualité des eaux souterraines, en général associée à la fracturation dans le domaine cristallin (point vérifié plus loin dans la présente étude).
- En termes d'impact environnemental, l'étude BRGM ne met pas en évidence de causalité entre les travaux miniers et la présence d'arsenic dans les sols. Même si on établit une relation entre l'anomalie As et l'hydrothermalisme minéralisateur, l'anomalie As reste naturelle et de type fond géochimique enrichi en district minéralisé.

Par ailleurs, les gammes de teneurs constatées par le BRGM par formation lithologique dans les sols sus-jacents ont été évaluées à partir de mesures pXRF brutes corrigées sur la base des comparaisons avec les analyses de laboratoire.

	As	Cr	Cu	Fe ⁵	Mn	Pb	Sb	Sn	W	Zn
Gneiss (ζ2, ζ3, ζ4-5)	40-150	20-120	20-40	20000-50000	200-1200	30-150	20-60	10-40	10-30	50-250
Migmatites (M)	40-150	20-80	20-40	15000-50000	200-1200	30-120	20-60	10-40	10-30	40-150
Granite de Blond (γ1ab)	20-120	20-60	10-20	6000-25000	200-1200	30-150	10-30	20-120	10-30	50-150
Granites de Vaulry et Cieux (γ3), panneau ouest	20-150	20-80	20-40	10000-40000	200-1200	30-150	15-50	15-80	40-80	40-120
Granites de Vaulry et Cieux (γ3), panneau est	100-800	20-80	20-40	10000-40000	200-1200	30-300	15-50	20-120	40-100	50-250
Syenite à mispickel (σ)	1200-2500	20-50	10-20	10000-40000	400-1200	30-80	10-30	10-40	10-30	60-180

Tableau 10 : Gamme de teneurs des fonds pédo-géochimiques par formation (en mg/kg, mesure XRF corrigées - Source : BRGM)

Les teneurs de fond en As indiquées pour le panneau Est ne comprennent pas les anomalies naturelles observées au droit des failles et accidents. Par contre elles comprennent les anomalies observées entre les failles, qui présentent une continuité spatiale.

Ces anomalies, de faible extension cartographique, ne sont néanmoins pas à négliger pour l'étude sanitaire, car elles peuvent impacter fortement la qualité des eaux souterraines.

Ces gammes de valeurs permettent de fournir un ordre de grandeur quant aux teneurs en éléments métalliques présentes dans les sols situés hors influence minière et ce, en fonction de la géologie.

Compte tenu de la localisation des dépôts DDIE et des faciès avoisinants, on se propose d'utiliser les gammes de valeurs des migmatites M, des leucogranites γ1 et des granites et altérites γ3 comme aide pour l'interprétation des données de sols plus loin dans le présent rapport (Hors partie sanitaire qui utilisera les ELT – Environnement Locaux Témoin).

La localisation des points de mesures et les mesures complètes sont présentées en Annexe 4.

5.2.2 Caractérisation de l'Environnement Local témoin (ELT)

Les environnements locaux témoins (ELT) sont recherchés pour mettre en évidence d'éventuelles zones impactées au droit desquelles la qualité des milieux est jugée dégradée par les anciennes activités minières. Trois critères sont retenus pour la recherche des ELT pour les différents milieux étudiés :

- Un contexte naturel similaire aux « territoires » étudiés : environnement dans lequel les contextes géologiques et pédologiques sont proches de ceux rencontrés sur la zone supposée impactée par l'ancienne activité minière ;
- Une activité anthropique inexistante ou minimale : le site témoin doit être en particulier exempt d'activités d'extraction et de traitement, telles que celles qui se sont succédées sur la zone d'étude, mais aussi d'autres activités potentiellement polluantes ;

- Un scénario d'exposition similaire à la zone étudiée : les voies d'exposition aux milieux considérés (sols de surface, végétaux potagers, eaux) doivent s'approcher des voies envisagées dans le schéma conceptuel préliminaire défini pour l'étude.

En raison de la présence de plusieurs géologies, 4 zones d'environnement local témoin (ELT) ont été retenues pour l'étude :

- ELT pour le granite leucogranites ($\gamma 1Na$) : ELT1 - (collecte de pâture, prairies, pelouse ornementale) ;
- ELT pour le granite et altérite ($\alpha\gamma 3m$) : ELT2 - (collecte de jardins potagers et de pâture, prairies, pelouse ornementale et des eaux souterraines) ;
- ELT pour les migmatites (M) : ELT3 - (collecte de pâture, prairies, pelouse ornementale) ;
- ELT pour Migmatites résultant d'une anatexie intense de paragneiss ($M\xi 2$) : ELT4 (collecte de jardins potagers et pâture, prairies, pelouse ornementale)

Le détail des prélèvements ELT est présenté en Annexe 5.

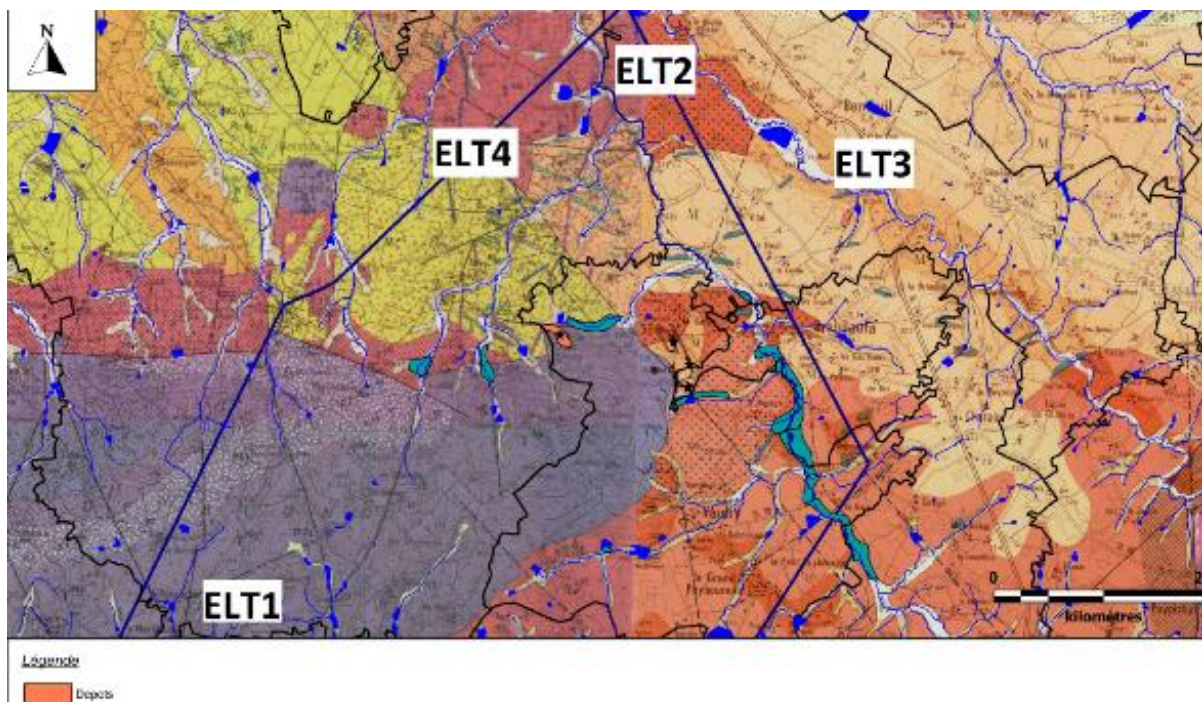


Figure 29 : Localisation des prélèvements des Environnements Locaux Témoins (ELT) – (Source : INERIS)

Principaux résultats ELT1 - (γ1Na)

GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique γ1Na											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	<1.00	<5.00	29,8	88,4	6,8	0,5	13,4	6,4	16,6	5,9	93,2	557,0	<1.00	10,9	87,3	<10.0	93,2	0,1
GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique γ1Na et M											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	14,1	<5.00	141	221	6,83	0,72	54,1	17,7	42,6	5,88	93,2	918	<1.00	21	87,3	<10.0	151	0,17

Principaux résultats ELT2 - (αγ3m)

GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique αγ3m											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	2,44	<5.00	107	130	<5.00	0,89	14,4	7,67	65,8	<5.00	29,1	1100	<1.00	7,01	49,7	<10.0	204	0,11
GAMME INDICATIVE ELT							SOL Jardin - Couche géologique αγ3m											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	2,74	<5.00	101	191	5,51	0,85	13,1	8,25	63,7	<5.02	28,6	1570	<1.00	7,25	58,8	<10.0	216	0,11
GAMME INDICATIVE ELT							VEGETAUX - Couche géologique αγ3m											
mg/kg MF	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
Pomme de terre PDT-366-SJ8	<0.05	<0.05	<0.05	<0.2	<1	<0.05	<0.2	<0.1	1,20	<0.2	<0.5	1,90	0,30	<0.1	<0.05	0,00	3,10	<0.005
Salade SAL-76-SJ9	<0.05	<0.05	0,19	1,00	2,00	0,02	<0.2	<0.1	0,40	<0.2	<0.5	6,10	<0.1	<0.1	0,08	0,00	2,00	<0.005
Courgette COU-76-SJ9	<0.05	<0.05	<0.05	<0.2	<1	<0.05	<0.2	<0.1	0,30	<0.2	<0.5	0,60	<0.1	<0.1	<0.05	0,00	1,30	<0.005
GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique αγ3m et M											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	14,1	<5.00	141,0	221	<5.00	0,9	54,1	17,7	65,8	5,9	37,8	1100	<1.00	21,0	61,3	<10.0	204	0,2

Principaux résultats ELT3 - (M)

GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique M											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
ELT	14,1	<5.00	141,0	221,0	<5.00	0,7	54,1	17,7	42,6	5,9	37,8	918,0	<1.00	21,0	61,3	<10.0	151,0	0,2

Principaux résultats ELT4 - (Mξ2)

GAMME INDICATIVE ELT							SOL Pelouse - Couche géologique Mξ2											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
486-SPE13	4,15	<5.00	137	134	<5.00	0,89	36	12,1	54,3	5,1	29,6	531	2,01	17,2	68,4	<10.0	108	<0.10
GAMME INDICATIVE ELT							SOL Jardin - Couche géologique Mξ2											
mg/kg MS	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
486-SJ10	2,67	<5.21	196	235	7,87	1,64	36,1	11,8	108	<5.21	23,5	712	2,76	17,9	135	<10.4	195	<0.10
GAMME INDICATIVE ELT							VEGETAUX - Couche géologique Mξ2											
mg/kg MF	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
Pomme de terre PDT-486-SJ10	<0.05	<0.05	0,06	0,30	<1	<0.005	<0.2	<0.1	0,90	<0.2	<0.5	1,00	0,20	<0.1	<0.05	NA	2,40	<0.005
Salade SAL-486-SJ10	<0.05	<0.05	0,06	0,40	<1	0,01	<0.2	<0.1	0,40	<0.2	<0.5	0,70	<0.1	<0.1	<0.05	NA	1,40	<0.005
Courgette COU-486-SJ10	<0.05	<0.05	<0.05	<0.2	<1	<0.005	<0.2	<0.1	0,20	<0.2	<0.5	0,40	<0.1	<0.1	<0.05	NA	1,00	<0.005
Tomate TOM-486-SJ10	<0.05	0,08	<0.05	<0.2	<1	<0.005	<0.2	<0.1	0,50	<0.2	<0.5	0,70	<0.1	<0.1	<0.05	NA	1,30	<0.005

Tableau 11 : Principaux résultats des ELT

5.3 Méthodes de prélèvements et mesures

5.3.1 Protocoles de prélèvement et mesures in situ – Volet environnement

5.3.1.1 Programme analytique

Substances retenues pour le volet environnemental :

Compte tenu des connaissances sur les minerais exploités et des résultats de caractérisation des métaux déjà réalisés dans les différents milieux, la liste des substances retenues pour le programme analytique est la suivante :

Pour les sols mesures pxf Niton® et calage :

Molybdène, Zirconium, Strontium, Rubidium, Plomb, Arsenic, Zinc, Tungstène, Cuivre, Fer, Manganèse, Chrome, Vanadium, Titane, Calcium, Potassium, Baryum, Antimoine, Cadmium, Argent.

Pour les sols :

Antimoine, Argent, Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Etain, Fer, Nickel, Plomb, Tungstène, Zinc, Mercure.

Pour les eaux superficielles et souterraines :

Mesures et paramètres physico-chimiques, Carbonates, Hydrogénocarbonates, Nitrates, Azote nitrique, Chlorures, Sulfates, Carbone organique, Calcium, Fer, Lithium, Magnésium, Potassium, Sodium, Tungstène, Zinc, Antimoine, Argent, Arsenic, Baryum, Cadmium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Etain, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Mercure.

Pour les sédiments :

Antimoine, Argent, Arsenic, Baryum, Bismuth, Cadmium, Calcium, Chrome, Cuivre, Cobalt, Etain, Fer, Lithium, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Soufre, Tungstène, Zinc, Mercure, Uranium.

5.3.1.2 Stratégie d'investigations pour le volet environnemental

Pour les sols, les investigations ont été réalisées :

- Dans le but de caractériser les milieux naturels riches en éléments potentiellement polluants (anomalies naturelles) afin de pouvoir les différencier des sources de pollution. Ces mesures ont ainsi été effectuées sur une emprise généralement plus étendue (fond pédo-géochimique local).
- Et dans le but de caractériser les sources de pollution (résidus et sols contaminés). Les voies de transferts et de dissémination via les sols eux-mêmes ont aussi été caractérisées.

Les plans de mesures Niton® et d'échantillonnage des sols ont été ainsi conçus et adaptés pour répondre à ces objectifs.

Enfin, les autres voies de transfert possible retenues (via les eaux et les sédiments) ont également été caractérisées par des prélèvements le long des cours d'eau de la zone d'étude. Des prélèvements dit amont, et aval ont été collectés sur chacun d'eux.

5.3.1.3 Sols et autres matériaux solides

Localisation du prélèvement et horizon prélevé pour les aspects environnementaux :

Le positionnement des prélèvements de sols et autres matériaux solides est déterminé en fonction de la localisation des sources de contamination et des voies de transfert présumées ainsi que du contexte géologique. Ces prélèvements sont positionnés indépendamment des usages constatés sur le site. Pour ces prélèvements, les horizons de sol 0-5 ou 0-10 cm sont considérés. Sur les dépôts et berges, des prélèvements à plus grande profondeur ont parfois été réalisés à la tarière.

Prélèvement et conditionnement :

Suivant les caractéristiques du matériau échantillonné et la profondeur investiguée, les sols et autres matériaux solides sont prélevés soit à l'aide d'une petite pelle de jardinage, soit à la bêche, soit à la tarière. Les outils sont soigneusement nettoyés entre deux prélèvements.

Les prélèvements se font sur matériaux brut ou tamisé à la fraction inférieure à 2 mm.

Dans le cas de prélèvements composites⁹, l'opérateur veille à prélever la même quantité de matière en chaque point. Le matériau est ensuite déposé sur une bâche en plastique où il est homogénéisé avant d'être conditionné.

Les échantillons sont conditionnés dans des bocaux en verre fournis par le laboratoire d'analyse.

Chaque échantillon fait l'objet d'une fiche de prélèvement dans laquelle sont consignés notamment la localisation du prélèvement, les usages recensés sur la parcelle et les caractéristiques macroscopiques (couleur, granulométrie, humidité, etc.) du matériau prélevé.

5.3.1.4 Mesures pXRF / Niton®

Les mesures pXRF ont été réalisées à l'aide d'un spectromètre de fluorescence X portable de marque NITON par un opérateur du BRGM formé et habilité à l'utilisation de l'appareil.

La localisation des points de mesure répond à un double objectif :

- Effectuer une reconnaissance permettant de guider l'implantation des points de prélèvement ;
- Fournir un complément aux prélèvements de sols en investiguant des zones plus étendues de façon rapide.

Les mesures pXRF ont été réalisées sur du matériau prélevé sur une profondeur de quelques centimètres et tamisé à 2 mm. Les mesures ont été réalisées en mode « Sol » ou « Minerai »¹⁰ avec un temps de mesure identique de 2 min sur chaque point.

Une fois la mesure pXRF effectuée, certains échantillons tamisés ont été prélevés afin d'être analysés par ICP-AES dans les laboratoires du BRGM. Cette démarche permet d'établir des

⁹ Il est à différencier d'un échantillon ponctuel qui est spécifique. L'échantillon composite est issu d'un mélange de plusieurs lithologies ou de plusieurs autres échantillons.

¹⁰ Mode Sols : une trentaine d'éléments du S à U sont analysés dans les gammes de teneurs en traces : depuis la limite inférieure (LOD), qui varie entre 5 et 500 mg/kg selon l'élément et la matrice, et la limite supérieure, qui varie de l'ordre du % à quelques %, Mode Minerai : plus adapté aux teneurs majeures entre quelques % et quelques dizaines de %. Ce mode est utilisé aussi pour les traces de quelques éléments non analysés en mode sols (Bi, Nb, etc.).

droites de calibration entre les résultats des analyses de laboratoire et ceux des mesures pXRF.

Dans le cadre de l'étude des sources de contamination, les mesures pXRF sont utilisées comme des analyses semi-quantitatives permettant d'estimer des ordres de grandeurs des teneurs dans les sols et les matériaux composant les dépôts miniers.

5.3.1.5 Eaux de surface

Les prélèvements d'eau en rivière mis en œuvre dans le cadre de cette étude ont été réalisés conformément aux protocoles en vigueur. Une attention particulière a été accordée aux points détaillés ci-après.

Localisation du prélèvement :

L'emplacement du point de prélèvement sur le linéaire du cours d'eau est défini par le plan d'échantillonnage prévisionnel, établi à partir du schéma conceptuel préliminaire. Une certaine latitude sur l'emplacement précis du prélèvement a été conservée pour s'adapter aux conditions d'accès et à d'éventuelles perturbations constatées sur place : dépôts de matériaux dans le lit du cours d'eau, rejets temporaires ou permanents, activités dans le lit du cours d'eau (passage à gué de véhicules ou de bétail, etc.).

Sur le site d'échantillonnage, l'opérateur veille à réaliser le prélèvement tant que possible au centre du cours d'eau, dans l'axe d'écoulement principal. Il évite les zones d'eaux mortes et toute autre zone de particularité hydrodynamique. Il veille également à réaliser le prélèvement à une profondeur suffisante afin d'éviter de prélever les éventuelles particules flottant en surface. Enfin l'opérateur s'assure de ne pas créer de perturbation par ses déplacements dans le lit du cours d'eau et se positionne en aval du point de prélèvement.

La description précise de la localisation du prélèvement ainsi que toute source éventuelle de perturbation sont consignées sur une fiche de prélèvement par échantillon.

La position du site est levée au GPS, et des photographies sont prises sur chaque point de prélèvement.

Conditions de prélèvement :

Les conditions de prélèvement (date, période de la journée, conditions météorologiques, etc.) et les paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité) sont consignés dans la fiche de prélèvement associée à chaque échantillon.

Mesures in situ et conditionnement des échantillons :

Une mesure de débit a été réalisée par estimation visuelle. Une mesure des paramètres physico-chimiques (température, pH et conductivité) est effectuée sur place avant la prise des échantillons.

Les prélèvements sont ensuite effectués, dans la mesure du possible, par immersion directe des flacons fournis par le laboratoire au sein du flux. Les flacons et leurs bouchons sont préalablement rincés avec l'eau à prélever.

Certains flacons contiennent un acide (HNO₃ par exemple pour l'analyse des métaux). Dans ce cas le prélèvement est réalisé à l'aide d'un autre flacon ou tout autre récipient inerte et préalablement rincé qui sera utilisé pour remplir le flacon contenant l'acide

Chaque prélèvement d'eau fait l'objet d'un échantillon d'eau brute et d'un échantillon d'eau filtrée à 0,45 µm. Dans le cas des échantillons filtrés le prélèvement est réalisé à l'aide d'une seringue préalablement rincée. Les flacons fournis par le laboratoire sont remplis à l'aide de la seringue munie d'un filtre adapté sur son embout.

5.3.1.6 Eaux souterraines

Les prélèvements d'eaux souterraines sont réalisés selon une méthodologie similaire aux prélèvements d'eaux de surface. Aucun prélèvement d'eau souterraine n'a été réalisé en forage ou en puits. Dans le cas spécifique des prélèvements d'eaux de sources, une attention particulière est portée à l'observation et à la compréhension du contexte d'émergence : contexte géologique et géomorphologique, existence d'aménagements, sources de contamination potentielles à proximité, etc.

Une mesure de débit (par jaugeage au seau ou estimation visuelle) et des paramètres physico-chimiques (température, pH et conductivité) est effectuée sur place avant la prise des échantillons.

Dans la mesure du possible, les flacons sont remplis soit directement dans le jet de la source si celle-ci est aménagée, soit par immersion dans un bassin aménagé ou toute autre zone la plus proche possible de l'émergence et où la hauteur d'eau est suffisante. Si le débit et/ou la configuration de l'émergence ne permettent pas un remplissage direct des flacons, un autre récipient inerte et préalablement rincé avec l'eau à prélever est utilisé pour remplir les flacons.

Comme pour les eaux de surface, chaque prélèvement fait l'objet d'un échantillon d'eau brute et d'un échantillon d'eau filtrée à 0,45 µm. Le prélèvement des échantillons filtrés est réalisé dans les mêmes conditions que pour les eaux superficielles.

5.3.1.7 Sédiments

Pour les prélèvements de sédiments, une attention particulière a été accordée aux points suivants :

Localisation du prélèvement :

Les prélèvements concernent les matériaux les plus fins (si possible granulométrie infra millimétrique) qui sont généralement associés aux fortes teneurs en métaux et métalloïdes. De ce fait, les zones de faible vitesse d'écoulement sont privilégiées : berges internes des méandres, atterrissements, bras morts, etc. Les prélèvements de sédiments sont, dans la mesure du possible, mis en œuvre à proximité des points de prélèvement d'eaux de surface.

Conditions de prélèvement :

À l'instar des prélèvements d'eaux superficielles, une attention particulière est apportée aux conditions hydrologiques existant au moment du prélèvement et des jours précédents. Les conditions de prélèvement et les caractéristiques du site d'échantillonnage et du matériau prélevé sont consignées dans une fiche de prélèvement.

Prélèvement et conditionnement des échantillons :

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'une petite pelle inox et sont conditionnés dans un flacon en verre fourni par le laboratoire. L'opérateur veille, dans la mesure du possible, à retirer les éléments grossiers et les débris organiques de l'échantillon. Il veille également à éliminer au maximum l'eau de l'échantillon.

5.3.1.8 Synthèse de l'échantillonnage et des points de mesure réalisés

Localisation / nom	Sols et Résidus	Sols - pXRF	Eaux superficielles	Sédiments	Eaux souterraines
Ruisseau de Méry Amont	SOL_039	N038 N039 N040	-	-	-
Ruisseau sans nom affluent de Ruisseau de Méry	SOL_043	N041 N042 N043 N044	-	-	-
Ruisseau de l'étang de Mery	-	-	HE-ESU-12 BE-ESU-12	SED-ESU-12	-
Lieu-dit de la Vergne	S11 S12 SOL_033	N032 N033 N034 N035 N036 N037	-	-	-
La Vergne confluence la Glayeule	-	-	HE-ESU-05 BE-ESU-05	SED-ESU-05	-
Lieu-dit de La Garde	S30 S22 SOL_059	N059 N060 N061 N062 N063 N064	-	-	-
Lieu-dit de la Burjade	S07 S03 S02 RES_022 RES_023 RES_058	N020 N021 N022 N023 N024 N025 N047 N048 N049 N056 N057 N058	-	-	-
Champs à l'est de la Burjade	-	N065 N066	-	-	-
Lieu-dit de la Mine Secteur habité	S16 S15 S14	N050 N051 N052 N053 N054 N055	-	-	-
Champs Lieu-dit de la Mine	SOL_050 S18	N026 N027 N028 N029 N030 N031 N013 N014 N015 N016 N017	-	-	-
Lieu-dit de la Mine vers le dépôt principal DDIE 87_0027_a_t1	FAS	N001 N002 N003 N004 N005 N006 N007	-	-	-
Chemin dans la forêt au sud du ruisseau de la Mine	-	N008	-	-	-
Etang de la Mine	-	-	HE-ESU-014 BE-ESU-014	-	-
Ruisseau de la Mine	-	-	HE-ESU-01 BE-ESU-01 HE-ESU-02 BE-ESU-02	SED-ESU-2	-
Points autour de l'ancien étang de de la Mine	-	N009 N018 N019	-	-	-
Transect Ruisseau de la Mine	S17	N010 N011 N012 N013	-	-	-
Ruisseau de la Mine	S20	N067 N068 N069	-	-	-
Lieu-dit La Taurinerie	S09 S10	-	-	-	-
Amont Glayeule très éloigné hors concession	-	-	HE-ESU-07 BE-ESU-07	SED-ESU-07	-
Amont Glayeule lointain hors concession	SOL_117	N114 N115 N116 N117 N095	HE-ESU-08 BE-ESU-08	SED-ESU-08	-
Glayeule Amont du titre minier	-	-	HE-ESU-08 BE-ESU-08	-	-
Glayeule Amont – secteur Gare	-	N092 N093 N094 N096	-	-	-
Glayeule, confluence ruisseau sans nom provenant de Vaulry avant le lieu-dit du Repaire	-	N097 N098 N099	-	-	-
Glayeule Amont vers lieu-dit du Repaire	SOL_101	N100 N101 N102 N103 N112 N113	-	-	-
Glayeule confluence Ruisseau de la Mine vers lieu-dit de la Halte	SOL_110	N104 N110 N111	-	-	-
Glayeule aval Moulin des Planches	-	N070 N071	HE-ESU-04 BE-ESU-04	SED-ESU-04	-
Glayeule aval plus éloigné / Moulin des Planches	SOL_108	N107 N108 N109	HE-ESU-13 BE-ESU-13	SED-ESU-13	-
La Pierre Brune : Le Moulin de Rousset	-	N045 N046	-	-	-
Ruisseau de Prnaud	-	N118 N119	-	-	-
Bordure Amont étang de Cieux	SOL_091 SOL_106	N105 N106 N089 N090 N091	-	-	-
Sud / aval de l'étang de Cieux	SOL_082	N073 N074 N075 N076 N077 N078 N079 N080 N081 N082 N083 N084 N085 N086 N087 N088	HE-ESU-06 BE-ESU-06	-	-
Aval du ruisseau du Grand étang après étang de Cieux	-	-	HE-ESU-10 BE-ESU-10	SED-ESU-10	-
Aval lointain du ruisseau du Grand étang après étang de Cieux	-	-	HE-ESU-11 BE-ESU-11	-	-
Emergence minière issue de la Galerie Girardeau	-	-	-	-	Galerie Girardeau
Emergence minière La Vergne	-	-	-	-	TBTE 266 HE-ESO-05 BE-ESO-05
Emergence de Becquey	-	-	-	-	Exutoire du Becquey
Captage du Repaire	-	-	-	-	BE-ESO-04

Tableau 12 : Tableau de synthèse de l'échantillonnage effectué – Volet environnemental

5.3.2 Protocoles de prélèvement et mesures in situ – Volet sanitaire

5.3.2.1 Programme analytique

Substances retenues pour le volet sanitaire :

Compte tenu des connaissances sur les minerais exploités et des résultats de caractérisation des métaux déjà réalisée dans les différents milieux, la liste des substances retenues pour le programme analytique est la suivante :

Pour les sols :

Antimoine, Argent, Arsenic, Baryum, Bismuth, Cadmium, Chrome, Cuivre, Etain, Lithium, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Tungstène, Zinc et Mercure.

Pour les eaux :

Antimoine, Argent, Arsenic, Baryum, Bismuth, Cadmium, Chrome, Cuivre, Etain, Lithium, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Tungstène, Zinc et Mercure.

Pour les végétaux (denrée alimentaires et herbes) :

Antimoine, Argent, Arsenic, Baryum, Bismuth, Cadmium, Chrome, Cuivre, Etain, Lithium, Manganèse, Molybdène, Nickel, Plomb, Tungstène, Zinc et Mercure.

Les limites de quantification des laboratoires d'analyse ont été définies en tenant compte notamment des valeurs de gestion qui sont utilisées dans le cadre de l'IEM ou en l'absence de celles-ci, au regard de la mise en œuvre de calculs de risques sanitaires et des valeurs toxicologiques de référence associées.

Remarque : Les incertitudes absolues¹¹ fournies par le laboratoire sont retenues pour comparer les teneurs des substances considérées aux Environnement Locaux Témoins (ELT).

5.3.2.2 Stratégie d'investigations pour le volet sanitaire

Les investigations ont été principalement et prioritairement réalisées dans des lieux d'exposition potentielle des populations (dont les jeunes enfants), à savoir les habitations avec pelouse et/ou jardins potager et les zones de loisirs. Le plan d'échantillonnage a tenu compte de l'accord et de la disponibilité des propriétaires durant les périodes d'investigations.

Parmi les 6 champs identifiés par GEODERIS pour prélèvements d'herbe et de sols à proximité des dépôts/travaux miniers, seuls 2 d'entre eux ont pu être échantillonnés, l'autorisation de prélèvement n'ayant pas été obtenue pour les autres.

Ces deux champs forment un seul et même ensemble et appartiennent au même propriétaire (champs 4 et 5 sur la Figure 35). Un seul prélèvement d'herbe et de sol a été réalisé pour ces deux champs, l'aspect du sol et de l'herbe étant similaire entre les 2 champs et l'herbe étant majoritairement sèche sur ces parcelles à l'époque des prélèvements.

Le détail des parcelles investiguées (prélèvements et ELT), des protocoles de prélèvements et la synthèse des prélèvements sont présentés en Annexe 7.

¹¹ L'incertitude absolue Δx est l'erreur maximale que l'on est susceptible de commettre dans l'évaluation de x . L'incertitude absolue s'exprime donc dans les unités de la grandeur mesurée. Elle se différencie de l'incertitude relative $\Delta x/x$ représente l'importance de l'erreur par rapport à la grandeur mesurée. L'incertitude relative n'a pas d'unités et s'exprime en général en % ($100\Delta x/x$).

5.3.2.3 Sols

Au total, 51 échantillons de sols ont été prélevés dans le cadre du volet sanitaire (hors prélèvement ELT). Le Tableau 13 présente la répartition de ces échantillons de sols superficiels prélevés, envoyés et analysés en laboratoire, en fonction des trois types d'usages retenus. L'objectif du prélèvement y est précisé : caractérisation des milieux d'exposition (EXP) et/ou de transfert (TFT).

Usage du sol	Nombre échantillons de sol	Objectifs
Sol de jardin potager et de verger (habitation)	16	EXP adulte jardinier / enfant TFT sol - plante
Sol de jardin ornemental/pelouse/chemin de randonnée (habitation, loisirs)	32	EXP enfant
Sol de pâture/prairie	3	TFT sol - herbe

EXP : échantillon de sol prélevé pour caractériser le milieu d'exposition (enfant, adolescent et/ou adulte)

TFT : échantillon de sol prélevé pour caractériser le milieu de transfert

Tableau 13 : Synthèse des prélèvements de sols effectués pour les 3 types d'usage retenus

5.3.2.4 Denrées alimentaires

Plusieurs végétaux étaient disponibles dans les jardins potagers. Les légumes communs aux différents potagers ont été prélevés : soit au total 6 espèces et 59 échantillons distincts : pommes de terre (PDT), betteraves (BET), salades (SAL), courgettes (COU), tomates (TOM), céleris branches (CELBRA), céleris feuilles (CELFEUI), concombres (CON), poivrons (POIV), carottes (CAR), échalotes (ECH) et oignons (OIG). Des champignons en bocaux (CHAMP), provenant d'une zone de cueillette située non loin d'un dépôt minier, ont également été analysés.

5.3.2.5 Eaux de surfaces et souterraines (puits)

Au total, 9 échantillons d'eaux destinées à la consommation humaine, à un usage domestique ou à l'arrosage des jardins potagers ont été prélevés. Pour chaque échantillon, 2 analyses ont été réalisées : l'une sur eaux brutes (échantillon EB) et l'autre sur eaux filtrées - échantillon EF).

Echantillons d'eau	Eau souterraine	Eau de surface	Arrosage jardin potager	Eau de boisson	Usage domestique
EB1 + EF1	x		x		
EB2 + EF2			x		
EB3 + EF3	x			x	x
EB4 + EF4		x	x		
EB5 + EF5		x	x		
EB6 + EF6	x		x		
EB7 + EF7		x	x	x	
EB8 + EF8	x		x		
EB9 + EF9		x	x		

EB2-EF2 : eau contenue dans un récupérateur lors des prélèvements

Tableau 14 : Synthèse des prélèvements d'eau réalisés sur le périmètre d'étude pour le volet sanitaire

5.3.2.6 Herbes

Dans le cadre des investigations de terrain, 4 échantillons d'herbes de pâturage ont été prélevés (voir la Figure 35 déjà présentée).

Les détails des échantillons collectés et des protocoles de prélèvement sont présentés en Annexe 7, ainsi que l'ensemble des résultats analytiques (ELT, sol, végétaux).

5.3.3 Stockage et transport des échantillons d'eau

Durant les campagnes de prélèvements, tous les échantillons d'eau ont été stockés au frais dans des glacières équipées de pains de glace immédiatement après prélèvement.

Ces dernières ont été collectées par un transporteur de manière à parvenir au laboratoire dans les 24h suivant le prélèvement. Une plateforme internet mise en place par le laboratoire permettait de gérer les expéditions quotidiennes et d'assurer la traçabilité des échantillons.

5.3.4 Méthodes d'analyses des laboratoires

Pour le volet environnemental, les échantillons de sols, de matériaux issus de l'extraction et du traitement du minerai, d'eau et de sédiments prélevés au cours des investigations sur site ont été analysés par le laboratoire EUROFINS (Saverne, 67).

Les paramètres chimiques et physiques analysés pour chaque matrice ainsi que les techniques analytiques utilisées par les laboratoires sont mentionnés dans les bordereaux analytiques indiqués :

- Pour les eaux et les sédiments prélevés dans le cadre des suivis hydrochimiques, en Annexe 8 ;
- Pour les sols et les matériaux solides prélevés dans le cadre de l'étude des sources de contamination, en Annexe 8.

Par ailleurs des analyses de laboratoire ont aussi été conduites directement par le BRGM. Le BRGM a eu recours à des attaques acides complètes (digestion alcaline suivi d'une attaque acide) plutôt recommandées dans le cas de certains métaux peu solubilisables (tel que le W et le Sn), et qui permettent une meilleure quantification qu'une attaque à l'eau régale, plus douce et habituellement effectuée par les laboratoires d'analyses « à la chaîne ». Les bordereaux d'analyses associés sont présentés en Annexe 8.

Pour le volet sanitaire, les analyses ont été confiées au laboratoire EUROFINS (Saverne, 67).

Les bordereaux analytiques relatifs aux milieux échantillonnés sont indiqués en annexe du rapport INERIS (INERIS-DRC-19-175358-02952B).

6 RESULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRETATION EN MATIERE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Nota : le Volet sur le Fond pédo-géochimique n'est pas repris ici car déjà développé au paragraphe Fond « pédo-géochimique » local mais est exploité dans les parties ci-après.

6.1 Investigations conduites sur les sols - 2018

6.1.1 Résultats obtenus sur les sols et les résidus de traitement

L'ensemble des résultats Niton® pXRF est présenté en Annexe 8. Compte tenu du grand nombre de mesures, des figures de synthèse des principales anomalies (As, Pb, W et Zn) mesurées au pXRF ont été réalisées et sont aussi présentées en Annexe 8.

Le Tableau 15 présente les résultats des analyses effectués en laboratoire Eurofins par ICP pour certains des points Niton® pXRF.

Informations concernant sa lecture :

- Les points de prélèvements / analyse de sols ont été regroupés par ZPC (Zone Potentielle de Contamination - Zone Vecteur) ;
- Les couleurs en en-tête correspondent aux géologies correspondantes issues du fond géochimique du BRGM (Migmatites en jaune / Granites de blond en violet / Granite de Vaulry en rouge et granite de Cieux en orange) pour chacun des points ;
- Chacun des points de mesure a été évalué suivant plusieurs critères :
 - o La limite de quantification du laboratoire¹². Dès qu'un composé est mesuré, il est **en gras** ;
 - o L'Aspité de l'Inra. Lorsque le métal comparé dépasse la gamme des sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspité, il est symbolisé par un **encadrement rouge** ;
 - o Le fond pédo-géochimique (lithologie-géologie par lithologie-géologie). Lorsque le métal comparé dépasse le fond, il est symbolisé par une **couleur orangée** ;
 - o Deux critères d'ordre sanitaire ont été ajoutés : le seuil HAS pour l'Arsenic et le la gamme HCSP pour le Plomb (voir détail au 7.2). Lorsque l'Arsenic ou le Plomb dépassent ces seuils / gammes, ils ont été soulignés en noir.

¹² Limite de quantification : la plus petite concentration du composé à doser pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec une bonne précision (c'est-à-dire une faible incertitude)

ZPC	Ruisseau de Méry		Lieu dit de la Vergne / vers le dépôt 87_0027_d	Lieu dit de la Garde	Lieu dit de la Burjade / dépôts DDIE 87_0027_c			Lieu dit de la Mine / dépôt 87_0027_b			
	Ruisseau de Méry Amont	Ruisseau sans nom affluent du Ruisseau de Méry	Lieu dit de la Vergne	Lieu dit de la Garde	Lieu dit de la Burjade	Lieu dit de la Burgade	Lieu dit de la Burjade	Champs vers le lieu dit de la Mine	Lieu dit de la Mine		
	Référence éch	VeC_18_SOL_039	VeC_18_SOL_043	VeC_18_SOL_033	VeC_18_SOL_059	VeC_18_RES_022	VeC_18_RES_023	VeC_18_SOL_058	VeC_18_RES_028	VeC_18_SOL_050	
Date plvt	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	26/06/2018	
Tests	Unités	LQ									
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	<1.15	<1.00	<1.00	6,15	123	911	23	924	7,35
Argent (Ag)	mg/kg MS	5	<5.74	<5.00	<5.00	<5.00	16,1	176	<5.09	50,3	<5.27
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	16,9	194	328	4190	3530	14900	403	11200	274
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	0,62	0,53	0,7	0,86	6,11	14	<0.41	4,08	0,77
Chrome (Cr)	mg/kg MS	5	12,6	14,3	19,3	25,4	10,4	8,99	32,3	35,2	51,4
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5	17,7	31,9	26,4	73,6	966	7200	319	339	177
Etain (Sn)	mg/kg MS	5	7,8	43,9	11,1	28,5	178	1280	46,2	2880	55,1
Fer (Fe)	mg/kg MS	5	4690	34800	16100	25900	27100	27900	22900	49200	36300
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	5,47	7,36	7,51	7,62	7,08	5,67	6,74	9,21	17,1
Plomb (Pb)	mg/kg MS	5	39,7	37,1	96,5	194	557	1080	85,1	972	32,4
Tungstène (W)	mg/kg MS	10	326	540	<10.0	413	756	1020	503	864	603
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	32,3	119	66,6	138	407	502	92,4	151	156
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,1	<0.11	<0.10	0,26	<0.10	2,2	4,77	<0.10	<0.10	<0.11

Gamme de valeurs observées dans le cas de sol à anomalies naturelles modérées (ASPITET)	Fonds géochimiques BRGM - 2018			
	Migmatites (M)	Granites de Blond (y1ab)	Granite de Vaulry et Cieux (y3), panneau ouest	Granite de Vaulry et Cieux (y3), panneau est
	20-60	10-30	15-50	15-50
-	-	-	-	-
30-60	40-150	20-120	20-150	100-800
0,7-2	-	-	-	-
90-150	20-80	20-60	20-80	20-80
20-62	20-40	10-20	20-40	20-40
-	10-40	20-120	15-80	20-120
-	15000-50000	6000-25000	10000-40000	10000-40000
60-130	-	-	-	-
60-90	30-120	30-150	30-150	30-300
-	10-30	10-30	40-80	40-100
100-250	40-150	50-150	40-120	50-250
0,15-2,3	-	-	-	-

ZPC	Glauyeule de l'Amont vers l'aval				Etang de Cieux					
	Amont Glauyeule lointain hors concession	la Glauyeule Amont vers lieu dit du Repaire	Glauyeule confluence Ruisseau de la Mine vers lieu dit de la Halte	Glauyeule	Glauyeule aval	Sud de l'étang de Cieux	Bordure Etang de Cieux	Bordure Etang de Cieux		
	Référence éch	VeC_18_SOL_117	VeC_18_SOL_101	VeC_18_SOL_110	VeC_18_SOL_071	VeC_18_SOL_108	VeC_18_SOL_082	VeC_18_SOL_106	VeC_18_RES_091	
Date plvt	05/07/2018	04/07/2018	05/07/2018	26/06/2018	05/07/2018	03/07/2018	05/07/2018	03/07/2018		
Tests	Unités	LQ								
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	6,32	4,84	5,9	7,49	6,73	<1.00	<1.02	4,69
Argent (Ag)	mg/kg MS	5	<5.04	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.09	8,29
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	137	356	231	469	228	98,8	82	702
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	0,54	<0.40	0,48	0,69	0,44	<0.40	<0.41	<0.40
Chrome (Cr)	mg/kg MS	5	11,1	23,9	15,5	14,2	26,2	14,2	25,8	11,6
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5	<5.04	17,1	17,3	31,7	17,2	6,02	16,9	297
Etain (Sn)	mg/kg MS	5	<5.04	6,95	<5.00	6,07	7,41	<5.00	<5.09	16,6
Fer (Fe)	mg/kg MS	5	19500	23600	20900	33200	32400	21900	16900	40300
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	6,04	6,56	7,15	14,7	12,5	6,99	5,59	10,5
Plomb (Pb)	mg/kg MS	5	50	39,2	33,9	83	41	31,6	48,1	92
Tungstène (W)	mg/kg MS	10	<10.1	<10.0	<10.0	747	<10.0	17,5	31,7	128
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	52,7	55,8	73,3	107	91,5	40,9	64,8	156
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,1	0,11	<0.10	<0.10	0,1	<0.10	0,12	<0.10	0,18

Gamme de valeurs observées dans le cas de sol à anomalies naturelles modérées (ASPITET)	Fonds géochimiques BRGM - 2018			
	Migmatites (M)	Granites de Blond (y1ab)	Granite de Vaulry et Cieux (y3), panneau ouest	Granite de Vaulry et Cieux (y3), panneau est
	20-60	10-30	15-50	15-50
-	-	-	-	-
30-60	40-150	20-120	20-150	100-800
0,7-2	-	-	-	-
90-150	20-80	20-60	20-80	20-80
20-62	20-40	10-20	20-40	20-40
-	10-40	20-120	15-80	20-120
-	15000-50000	6000-25000	10000-40000	10000-40000
60-130	-	-	-	-
60-90	30-120	30-150	30-150	30-300
-	10-30	10-30	40-80	40-100
100-250	40-150	50-150	40-120	50-250
0,15-2,3	-	-	-	-

- Gras** [C] > aux Limites de Quantification du laboratoire (LQ)
- Orange** [C] > à la gamme Aspitet des sols à anomalies naturelles modérées
- Jaune** [C] > à la gamme du fond pédo-géochimique pour la géologie considérée (BRGM 2018)
- Souligné As [C] > le seuil HAS pour l'As (25 mg/kg)
- Souligné Pb [C] > le seuil HCSP pour l'Pb (100-300 mg/kg)

Tableau 15 : Synthèse des principaux résultats analytiques des sols et résidus de traitement par ICP – BRGM 2018

La carte des localisations des points des investigations des sols de 2017 (détails des teneurs en Annexe 3) et des analyses ICP effectuées en 2018 sont présentées en Annexe 8. Les éléments de lecture du tableau sont présentés en page précédente.

Ruisseau de Mery et ruisseau sans nom :

Deux points ont été analysés ; un sur le Ruisseau de Mery (039) et un autre vers le Ruisseau sans nom affluent du précédent (043).

On notera des dépassements des fonds pédo-géochimiques établis par le BRGM pour les géologies considérées pour le tungstène pour les deux points et en arsenic pour le point (043). Le ruisseau sans nom (043) présente également une teneur en arsenic élevée supérieure à l'Aspitet et au seuil HAS.

Ces zones n'avaient pas été caractérisées lors de la précédente phase d'investigation en 2017 et peuvent être représentatives de teneurs régionales.

Lieu-dit de la Vergne (dépôt DDIE 87_0027_d) :

Un point a été analysé en 2018 vers le lieu-dit de la Vergne et du dépôt 87_0027_d (033).

Les teneurs mesurées sont généralement comprises dans les gammes du fond géochimique à l'exception de dépassements pour l'arsenic et du cuivre.

On notera notamment une teneur élevée en arsenic (328 mg/kg) qui dépasse donc le fond géochimique, mais aussi la gamme de l'Aspitet et le seuil défini par le HAS de 25 mg/kg pour ce composé.

Pour le plomb, on constate que la teneur mesurée dépasse également l'Aspitet ; mais pour autant, cette teneur reste dans le fond géochimique défini pour la zone.

Ces mesures sont du même ordre de grandeur que les points effectués en 2017 (S11 et S12) et valident ces observations préalablement faites dans cette zone.

Lieu-dit de La Garde :

Le point 059 a été analysé en 2018. Les points effectués à proximité en 2017 étaient le S30 et le S22.

On peut noter une forte teneur en arsenic mesurée à 4 190 mg/kg MS dans les sols. Cette concentration dépasse ainsi fortement le fond géochimique, l'Aspitet et la valeur définie par le HAS pour ce composé.

Le plomb et le cuivre sont respectivement dosés à 73,6 et 194 mg/kg ; concentrations qui dépassent les valeurs définies pour le fond géochimique et par l'Aspitet.

Enfin le tungstène est mesuré à une concentration de 413 mg/kg, supérieure au fond géochimique défini par le BRGM.

Les teneurs mesurées en 2018 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées en 2017 sur cette zone, et qui démontraient déjà la présence d'arsenic à des fortes concentrations.

Lieu-dit de la Burgade par ailleurs dépôt DDIE 87_0027_c (secteur habité) :

Trois nouveaux points ont été analysés en 2018, à savoir 022, 023 et 058 et complètent les données obtenues en 2017 en S07.

Pour ces points on peut observer la présence d'un grand nombre de métaux :

- La présence d'antimoine à des teneurs supérieures au fond géochimique en 022 et 023 pour des teneurs comprises entre 123 et 911 mg/kg ;
- Des teneurs élevées à très importantes pour l'arsenic comprises entre 403 et 14 900 mg/kg qui dépassent toutes les valeurs seuils de comparaison utilisées pour l'étude (fond, Aspitet et seuil HAS) ;
- Le cadmium est dosé à des concentrations supérieures à la gamme des sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspitet, sans pour autant dépasser le fond géochimique défini pour la géologie concernée ;
- Le cuivre est lui aussi retrouvé à des teneurs élevées comprises entre 319 et 7 200 mg/kg qui dépassent l'Aspitet et le fond géochimique ;
- On dose ici aussi l'étain en 022 et 023 à des concentrations supérieures au fond (mesurés à 178 et 1 280 mg/kg) ;
- Pour les points 022 et 023, on retrouve également du plomb à des teneurs élevées supérieures à l'Aspitet, au fond et au seuil du HCSP défini pour ce composé ;
- Le tungstène est mesuré entre 503 et 1 020 mg/kg soit des teneurs supérieures au fond géochimique ;
- Le zinc est également retrouvé en 022 et 023 à des teneurs notables supérieures au fond et l'Aspitet ;
- Enfin en 023, le mercure est lui aussi dosé comme supérieur à la gamme de l'Aspitet et mesuré à 4,7 mg/kg.

Les fortes teneurs identifiées en 2017 à la Burjade sont confirmées voir dépassées (en 023) lors de cette dernière phase d'investigation.

Lieu-dit de la Mine / dépôts 87_027_b (secteur habité) :

En 2018, deux prélèvements ont été effectués vers le lieu-dit de la Mine (028 et 050) et sont complémentaires des parcelles investiguées en 2017 (S14 à S18) étant localisés dans les champs au Nord entre le lieu de la mine et celui de la Burjade.

Pour ces nouveaux points, on peut faire les observations suivantes :

- Un grand nombre de métaux ont été dosés à des teneurs supérieures au fond géochimique défini par le BRGM (à savoir, l'antimoine, l'arsenic, le cuivre, l'étain, le plomb, le tungstène et le zinc (en 028) ;
- L'Aspitet est dépassé pour l'arsenic, le cadmium, le cuivre et le plomb ;
- Les seuils sanitaires du HAS pour l'arsenic et du HCSP pour le plomb sont dépassés avec des teneurs très élevées respectivement mesurées à 11 200 mg/kg et 972 mg/kg en 028.

Glayeule de l'amont vers l'aval :

En 2018, des points plus caractéristiques des transferts de pollution ont été analysés le long de la Glayeule de l'amont lointain à l'aval (117, 101, 110, 071 puis au point 108).

Deux composés ressortent avec des teneurs notables :

- L'arsenic qui pour l'ensemble des points de mesures présente des dépassements de la gamme définie pour des sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspitet et le seuil HAS de 25 mg/kg ;
On notera que ce composé ne dépasse le fond géochimique défini par le BRGM uniquement qu'après la confluence du ruisseau de la mine à la Glayeule ;
Les teneurs en arsenic sont ainsi comprises entre 137 et 469 mg/kg.
- Le tungstène est relevé à une teneur considérée comme anormale au point 071, ainsi mesuré à 747 mg/kg et identifié comme supérieur au fond géochimique défini par le BRGM. On notera que ce composé est non mesuré (c'est-à-dire inférieur à la limite de quantification du laboratoire) pour les autres points de mesures le long du cours d'eau ; soit en amont et en aval de ce point.

Etang de Cieux :

Trois points ont été collectés et mesurés par ICP aux alentours de l'étang de Cieux (082, 106 et 091) et représentatifs de teneurs régionales en métaux.

Les trois points de mesures indiquent des dépassements de la gamme Aspitet et du seuil HAS pour l'Arsenic. Seul le point 091 présente des dépassements pour les autres métaux en plus de l'Arsenic.

Ainsi, le cuivre, le fer, le tungstène et le zinc ont des teneurs supérieures au fond géochimique du BRGM et le cuivre et le plomb sont dosés à des teneurs supérieures à la gamme pour les sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspitet.

6.1.2 Caractérisation des sources et transferts potentiels de pollution

Une caractérisation détaillée des sources de contamination du secteur a été réalisée dans le cadre du volet « recensement et caractérisation des sources de contamination » de l'étude sanitaire et environnementale.

Les sources potentielles de contamination du secteur d'étude concernent principalement :

- Des dépôts de déchets constitués par des résidus de traitement ou de transformation de minerais, de déblais de creusement et d'exploitation, et que l'on retrouve déposés dans des bassins ou en haldes (tas, verse, terrasse, etc.) ;
- Des zones exploitées en surface (mines à ciel ouvert, grattages, etc.) ;
- Des émergences minières.

Le tableau en page suivante présente de façon synthétique l'ensemble des données recueillies sur les sources de pollution connues et répertoriées.


Les descriptions fournies ci-après sont principalement basées sur les mesures pXRF, plus nombreuses que les prélèvements de sols ou de résidus destinés aux analyses de laboratoire.

Même si ces mesures n'ont pas la précision d'une analyse de laboratoire, elles permettent néanmoins d'apprécier correctement les signatures géochimiques et les tendances chimiques caractéristiques de la zone ou du dépôt concerné.


Pour les zones où des prélèvements de sol ont été réalisés en parallèle des mesures pXRF, les signatures et les tendances observées lors de ces dernières sont de toutes façons confirmées par les résultats des analyses de laboratoire.

Le détail des mesures et analyses effectuées dans le cadre de la recherche des sources de pollution est présenté en Annexe 8.





Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des données recueillies sur les principales sources et les vecteurs de transfert de contamination (issus de la DDIE en Annexe 1, des investigations de l'étude d'orientation en Annexe 3 et RAPPORT S2018/028DE - 8LIM24010, et de la présente IEM).

Secteurs investigués ■ Zone source de contamination ■ Vecteur de transfert ■ Non retenu comme source / transfert ■ Emergence minière	Points de mesures / analyses (2017 à 2019)	Descriptions, informations, données qualitatives	Photographies (si disponibles)
■ Ruisseau de Mery	N038 N039 N040	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 257 ppm de As - 326 mg/kg de W	/
■ Ruisseau sans nom affluent du ruisseau de Mery	N041 N042 N043 N044	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 263 ppm de As - 128 ppm de Sn - 540 mg/kg de W	/
■ Lieu-dit de la Vergne et ruisseau de la Vergne proche du dépôt DDIE 87_0027_d_t1	S11 S12 N032 N033 N034 N035 N036 N037	Il s'agit de haldes de creusement issues de l'encaissant filonien, composées issues de roches quartzieuses avec de rares éléments minéralisés visibles. Ces dépôts sont localisés à proximité de certains ODJ ¹³ en forêt. Leur épaisseur semble faible (moins d'un mètre en général et au plus 1,5 m). Toutefois, il est possible que le couvert végétal dense masque une partie des zones de dépôt qui pourraient être plus vastes Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 1 204 ppm de As - 77 ppm de Cr - 58 ppm de Cu - 605 mg/kg de W	/
■ Lieu-dit de La Garde	S30 S22 N059 N060 N061 N062 N063 N064	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 4 190 mg/kg de As - 358 mg/kg de Cu - 103 ppm de Sn - 168 mg/kg de Pb - 934 mg/kg de W - 204 ppm de Zn	/
■ Lieu-dit de la Burjade Dépôt DDIE 87_0027_c_t1 Secteur habité	S07 S03 S02 N020 N021 N022 N023 N024 N025 N047 N048 N049 N056 N057 N058	La zone de dépôt 87_0027_c_t1 située autour du puits de La Garde. Lors de l'exploitation, le minerai tout venant remonté était trié par scheidage. Quatre tas composés de stériles et minerais pauvres sont visibles dans la topographie : le tas le plus proche du puits La Garde forme un cône assez régulier d'environ 4 à 5 m de haut, et les trois autres atteignent 2 m de hauteur. Ces dépôts sont recouverts d'une épaisse couche végétale herbeuse et plantés de bouleaux, sans traces de ravinement. Il est possible que le couvert végétal dense masque une partie de la zone de dépôt qui pourrait être plus vaste Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 911 mg/kg de Sb - 14 900 mg/kg de As - 57 ppm de Cd - 7 200 mg/kg de Cu - 4 189 ppm de Sn - 40 300 mg/kg de Fe - 1 080 mg/kg de Pb - 1 020 mg/kg de W - 502 mg/kg de Zn	
■ Champs à l'est de la Burjade	N065 N066	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 1 141 ppm de As - 208 ppm de Cu - 91 mg/kg de Sn - 132 mg/kg de Pb - 93 ppm de W	/
■ Lieu-dit de la Mine Secteur habité	S16 S15 S14 N050 N051 N052 N053 N054 N055	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 217 209 ppm de As - 9 674 ppm de Cu - 2 880 mg/kg de Sn - 972 mg/kg de Pb - 6 168 ppm de W - 167 ppm de Zn	/

¹³ Ouvrage Débouchant au Jour (ex : ancienne galerie / puits non sécurisé)

Secteurs investigués ■ Zone source de contamination ■ Vecteur de transfert ■ Non retenu comme source / transfert ■ Emergence minière	Points de mesures / analyses (2017 à 2019)	Descriptions, informations, données qualitatives	Photographies (si disponibles)
Champs vers le Lieu-dit de la Mine Dépôt DDIE 87_0027_b_t1	N026 N027 N028 N029 N030 N031	<p>Il s'agit de haldes de creusement issues de l'encaissant filonien, composées de roches quartzieuses avec de rares éléments minéralisés visibles. Ces dépôts sont localisés à proximité de certains ODJ¹⁴ en forêt. Leur épaisseur semble faible (moins d'un mètre en général et au plus 1,5 m). Toutefois, il est possible que le couvert végétal dense masque une partie des zones de dépôt qui pourraient être plus vastes</p> <p>Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 925 mg/kg ppm de Sb - 11 200 mg/kg de As - 27 ppm de Cd - 97 ppm de Cr - 339 mg/kg de Cu - 2 880 mg/kg de Sn - 972 mg/kg de Pb - 86 mg/kg de W - 232 ppm de Zn 	/
Lieu-dit de la Mine vers le dépôt principal DDIE 87_0027_a_t1	FAS N001 N002 N003 N004 N005 N006 N007	<p>Le dépôt 87_0027_a_t1 est composé de résidus de traitement. À l'issue du traitement du minerai, les résidus étaient stockés à proximité immédiate de l'ancienne usine, couvrant une étendue d'au moins 1,5 ha.</p> <p>Ce dépôt en forme de langue de 200 m de longueur pour 70 m de largeur est orienté Nord-Ouest/Sud-Est et s'étend de l'ancien four à arsenic jusqu'à proximité de l'étang de la Mine. L'exutoire de cet étang est le ruisseau de la Mine qui rejoint à 1 500 m la rivière Glayeule.</p> <p>Le dépôt présente depuis plusieurs décennies des sols majoritairement à nus. Seuls les abords de bâtiments et les anciens bassins de décantation ont été recolonisés par la végétation (partie amont du dépôt).</p> <p>D'une manière générale, les matériaux constituant le dépôt se composent de fines présentant une teinte gris clair avec quelques déchets de charbon et scories à veinules bleu-vert (sulfate de cuivre). Sur le flanc Nord du bâtiment de traitement du wolfram, la teinte des résidus vire localement à une couleur rouge violet résultant des opérations de brûlage de la pyrite.</p> <p>Des traces de ravinelements sont observées à la surface du dépôt dans les matériaux fins. La zone de dépôt est délimitée en aval par une petite digue (moins de 1,5 m de hauteur) située à l'amont immédiat d'un chemin de terre carrossable. Cette digue présente une brèche à travers laquelle des résidus de traitement transitent par ruissellement lors d'épisodes pluvieux intenses et s'épandent ensuite vers l'aval.</p> <p>A noter que des traces de passage de deux roues motorisés type motocross sont relevées au niveau de la brèche. Leur passage répété a pu concourir à l'ouverture et/ou La présence d'une brèche dans la petite digue de confinement du dépôt et les matériaux gris fins relevés en aval du dépôt dans un champ et dans la vallée du ruisseau de la Mine indiquent que des résidus de traitement sont transportés par ruissellement hors du dépôt et peuvent directement impacter les milieux naturels à l'aval. Ce dépôt constitue donc la principale source de contamination potentielle majeure du secteur d'étude.</p> <p>Son volume est estimé à plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes.</p> <p>Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) (hors prélèvement FAS pour les teneurs en As) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>1 375</u> ppm de Sb - <u>20 077</u> ppm de As - <u>35</u> ppm de Cd - <u>50 978</u> ppm de Cu - <u>17 982</u> ppm de Sn - <u>457 612</u> ppm de Fe - <u>3 398</u> ppm de Pb - <u>11 839</u> ppm de W - <u>6 872</u> ppm de Zn 	
Chemin dans la forêt au Sud du ruisseau de la Mine	N008	<p>Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 204 ppm de As - 86 ppm de Cr - 59 ppm de Cu 	/
Points autour de l'ancien étang de la Mine	N009 N018 N019	<p>Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 340 ppm de As - 85 ppm de Cu - 90 ppm de W 	/

¹⁴ Ouvrage Débouchant au Jour (ex : ancienne galerie / puits non sécurisé)

Secteurs investigués  Zone source de contamination  Vecteur de transfert  Non retenu comme source / transfert  Emergence minière	Points de mesures / analyses (2017 à 2019)	Descriptions, informations, données qualitatives	Photographies (si disponibles)
Champs en contre bas du dépôt principal et proche de ruisseau de la Mine	S18 N013 N014 N015 N016 N017	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 466 ppm de As - 111 ppm de Cr - 105 ppm de Cu - 647 mg/kg de W	/
Transect du ruisseau de la Mine	S17 N010 N011 N012 N013 Nota : N013 : 75 m au N du ruisseau N011 et N012 : proche lit N010 : 60 m au S du ruisseau	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 2 093 ppm de As - 117 ppm de Cr - 274 mg/kg de Cu - 65 062 ppm de Fe - 178 mg/kg de Pb - 178 mg/kg de W	/
Ruisseau de la Mine	S20 N067 N068a N068b N069a N069b	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 815 ppm de As - 209 ppm de Cr - 299 ppm de Cu - 128 ppm de Sn - 93 ppm de W	/
La Taurinerie	S09 S10	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 101 mg/kg de As - 53,5 mg/kg de Cu - 170 mg/kg de Zn Mesure ponctuelle supérieure à l'Aspitet uniquement pour l'As et supérieure au fond pédo-géochimique pour le Cu et le Zn-> non retenue comme source de contamination / vecteur	
Glayeule amont éloigné hors concession / titre minier	N114 N115 N116 N117 N095	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques). : - 137 mg/kg de As Mesure ponctuelle supérieure à l'Aspitet uniquement pour l'As -> non retenue comme source de contamination/ vecteur	/
Glayeule amont – secteur de la Gare	N092a N0925b N093 N094 N096	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 176 ppm de As Mesure ponctuelle supérieure au fond pédo-géochimique uniquement pour l'As -> non retenue comme source de contamination/ vecteur	/
Glayeule, confluence ruisseau dans nom provenant de Vaulry avant lieu-dit du Repaire	N097 N098 N099	Aucun dépassement du fond pédo-géochimique mesuré -> non retenue comme source de contamination / vecteur	/
La Glayeule vers lieu-dit du Repaire	N100 N101 N102 N103 N112 N113	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 356 mg/kg de As	/
Glayeule confluence ruisseau de la Mine vers le lieu-dit de la Halde	N104 N110 N111	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 297 ppm de As	/
Glayeule aval / le Moulin des planches	N070 N071	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 469 mg/kg de As - 747 mg/kg de W	/
Glayeule plus éloigné aval / le Moulin des planches	N107 N108 N109	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 228 mg/kg de As	/
La pierre brune / le Moulin de Rousset	N045 N046	Teneurs maximales mesurées au pXRF au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 163 ppm de As - 45 ppm de Cu Légers dépassements ponctuels du fond pédo-géochimique -> non retenue comme source de contamination / vecteur	/

Secteurs investigués Zone source de contamination Vecteur de transfert Non retenu comme source / transfert Emergence minière	Points de mesures / analyses (2017 à 2019)	Descriptions, informations, données qualitatives	Photographies (si disponibles)
Ruisseau de Pranaud	N118 N119	Aucun dépassement du fond pédo-géochimique mesuré -> non retenue comme source de contamination / vecteur	/
Bordure / amont de l'étang de Cieux	N105 N106 N089 N090 N091	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 702 mg/kg de As - 297 mg/kg de Cu - 40 300 mg/kg de Fe - 128 mg/kg de W - 156 mg/kg de Zn	/
Sud / aval de l'étang de Cieux	N072 N073 N074a N074b N075 N076 N077 N078 N079 N080 N081 N082 N083a N083b N084 N085 N086 N087 N088	Teneurs maximales mesurées au pXRF et/ou analyse ICP et supérieures au fond pédo-géochimique (principaux Eléments Traces Métalliques) : - 287 ppm de As Mesure ponctuelle supérieure au fond pédo-géochimique uniquement pour l'As -> non retenue comme source de contamination/ vecteur	/
Emergence minière issue de la Galerie Girardeau	Galerie Girardeau	La galerie Gilardeau : - un pH acide (3,9) en l'absence de sulfates ainsi qu'une conductivité très faible (< 25 µS/cm). - Aucune analyse n'a pu être effectuée mais les paramètres physico-chimiques indiquent des anomalies.	/
Emergences TBTE266 La Vergne	TBTE266 La Vergne	Le TBTE266 : - Un pH modérément acide (5,5 à 6,2) - Une conductivité faible (environ 100 µS/cm) ; - Une concentration dosée à 87 µg/l pour As > norme de potabilité définies par l'arrêté du 11 janvier 2007	/
Emergence du Becquey	Exutoire du Becquey	L'exutoire du Becquey, qui lors de l'exploitation minière servait d'exutoire des dispositifs de drainage des terrains saturés, n'a pas pu être prélevé lors des campagnes car étant à sec.	/

Tableau 16 : Synthèse des sources de contamination et milieux de transfert avec principales données analytiques

6.1.3 Dissémination anthropique

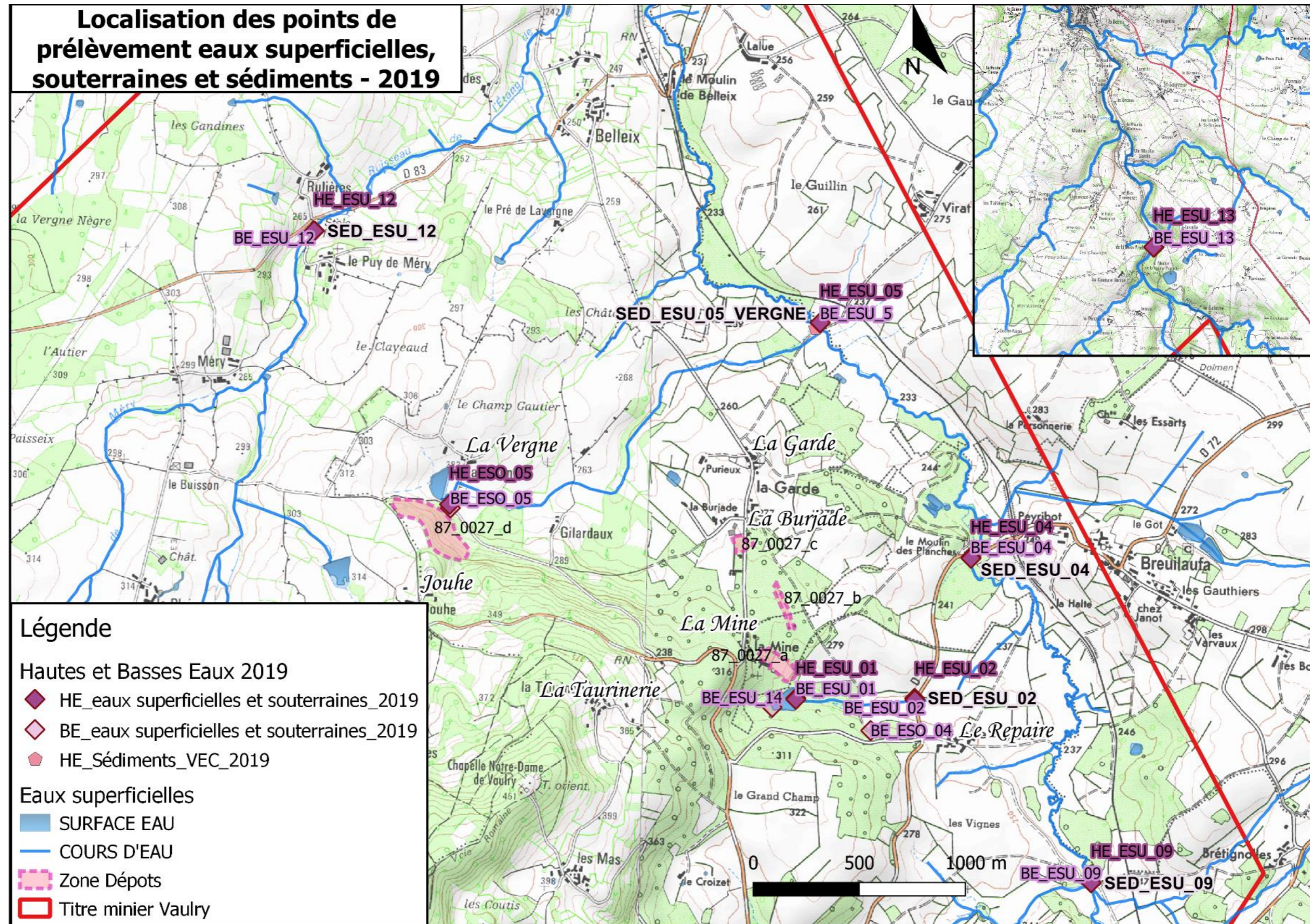
De manière générale, au regard de la granulométrie des matériaux constituant les dépôts, l'extraction anthropique et l'utilisation de ces matériaux comme remblais constituent un vecteur potentiel non négligeable de dissémination géographique de matériaux contaminés.

6.2 Investigations conduites sur les eaux et sédiments - 2019

Les sections suivantes sont basées principalement sur le rapport de suivi des campagnes hydrogéochimiques basses eaux 2019 du secteur de l'ancien site minier de Vaulry-et-Cieux (87) – Rapport BRGM/RP-69639-FR de Janvier 2020 et sur des données générées par Géoderis.

Deux campagnes de prélèvement (hautes eaux et basses eaux) ont été réalisées dans la zone d'étude pour 2019. La première campagne des hautes eaux a été effectuée la semaine du 02/04/2019, La campagne des basses eaux a été effectuée la semaine du 29/10/2019.

La Figure 30 et la Figure 31 présentent la localisation des points de prélèvements. On notera que des prélèvements éloignés des zones dépôts ont été effectués pour ces deux campagnes.



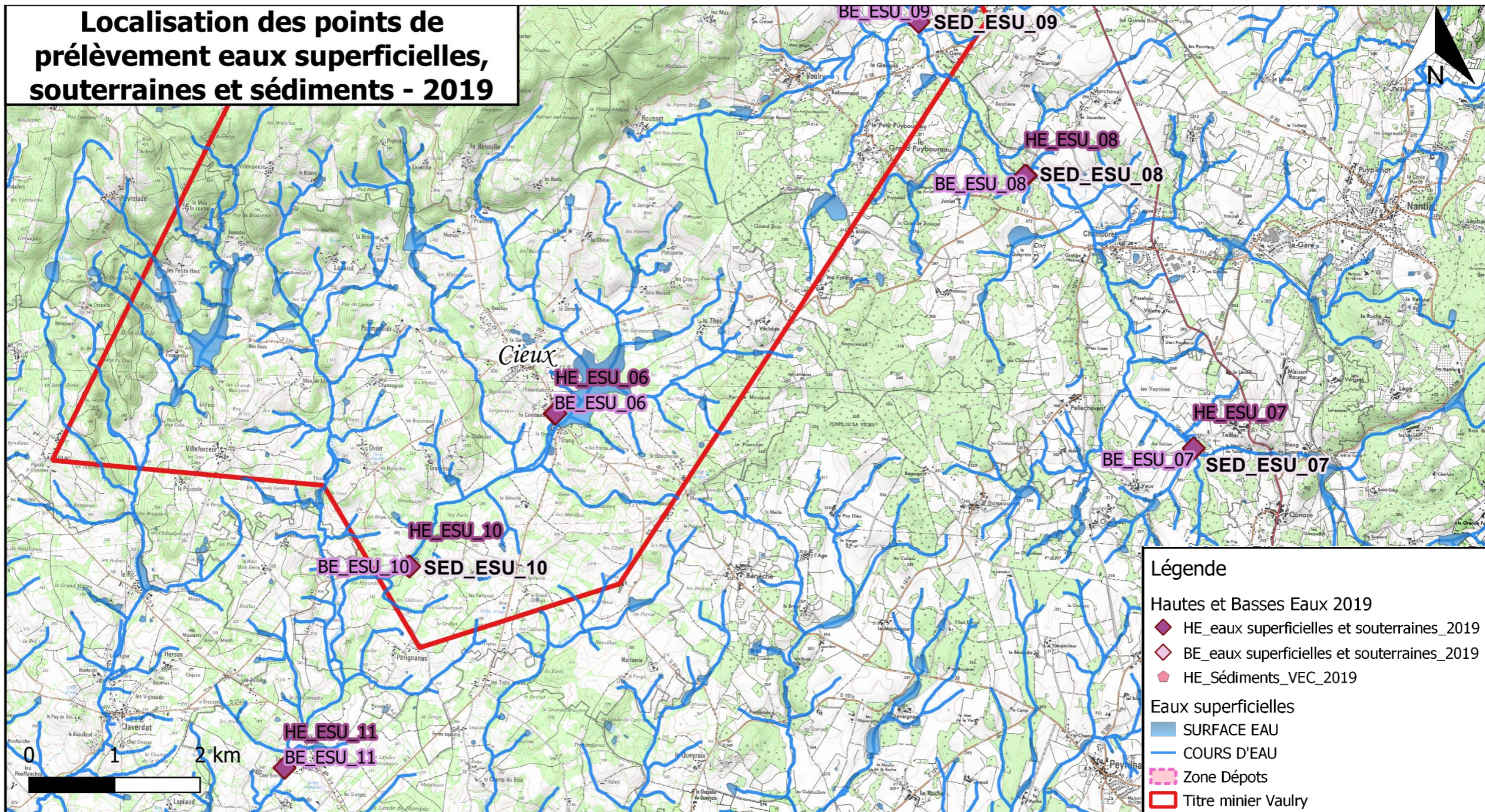


Figure 31 : Localisation des points de mesures / prélèvement environnementaux (eaux de surface SU, eaux souterraines SO et sédiments SED / Hauts Eaux HE et Basses Eaux BE) - Zone Sud
Résultats obtenus sur les eaux souterraines

L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 8 et dans les tableaux ci-après.

Paramètres		pH *	Conductivité *	O2 dissous *	Température *	Matières en suspension	Titre Alcalimétrique simple (TA)	Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Titre Alcalimétrique complet (TAC)	Carbonates	Hydrogénocarbonates	Nitrates	Azote nitrique	Chlorures	SO4	Carbone Organique par oxydation	Calcium (Ca) soluble	Magnésium dissous	Potassium (K) soluble	
Unités		Unités pH	µS/cm	mg/L	°C	mg/l	°F	°F	° f	mg CO3/l	mg HCO3/l	mg NO3/l	mg N-NO3/l	mg/l	mg/l	mg C/l	mg/l	mg/l	mg/l	
Incertitude à la LQ						15%	5%	30%	50%			35%	35%	30%	20%	50%	30%	30%	40%	
Arrêté 11 janvier 2007		6,5<pH<9	180<cond<100		<25							50		250	250					
Norme potabilité OMS (2006)		6,5<pH<9,5										-		-	500					
Valeurs à risque pour eau d'abreuvement ANSES (2008)		6<pH<9	200<cond<100									125		-	-					
LQ						2	2	2	0,5			1	0,2	1	5	0,5	1	0,01	0,1	
ESO4	Basses Eaux (10/2019)	Non filtré	5,9	81,4	9,41	12,8	<2.0	<2.00	<2.00	1,92	0	0	4,84	1,09	6,63	<5.00	1	3,3	1,43	1,31
		Filtré sur site																		
ESO5	Basses Eaux (10/2019)	Non filtré	6,55	150	9,46	12,5	<2.0	<2.00	<2.00	1,03	0	0	5,78	1,31	10,6	8,65	1,4	5,3	1,43	2,7
		Filtré sur site																		
ESO5	Hautes Eaux (04/2019)	Non filtré	6,7	100		12,5	11	<2.00	<2.00	0,86	0	0	9,23	2,08	10,5	7,55	1,1	5	1,43	2,04
		Filtré sur site																		

Paramètres		Fer (Fe)	Lithium (Li)	Sodium soluble	Tungstène (W)	Zinc (Zn)	Antimoine (Sb)	Argent (Ag)	Arsenic (As)	Baryum (Ba)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cobalt (Co)	Cuivre (Cu)	Etain (Sn)	Manganèse (Mn)	Molybdène (Mo)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Mercuré (Hg)	
Unités		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
Incertitude à la LQ		20%		35%		25%	30%	25%	20%	15%	20%	30%	15%	20%	30%	25%	20%	25%	25%	30%	
Arrêté 11 janvier 2007		0,2		200		-	5		10		5	50		2000		-		20	10	1	
Norme potabilité OMS (2006)		-		-		3	20		10		3	50		2000		-		70	10	6	
Valeurs à risque pour eau d'abreuvement ANSES (2008)		12,5		-		12,5	-		60		30	-		1000		150 000		-	100	3	
LQ		0,01	0,005	0,05	0,05	0,02	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,5	1	0,5	0,2	2	0,5	0,2	
ESO4	Basses Eaux (10/2019)	Non filtré	0,02	0,01	6,81	<0.05	<0.20	<0.50	49,8	32	<0.20	0,64	<0.20	0,92	<1.00	1,63	<0.20	<2.00	<0.50	<0.20	
		Filtré sur site	<0.01	0,01		<0.05	<0.02	<0.20	<0.50	48,3	31,4	<0.20	0,64	<0.20	0,63	<1.00	0,83	<0.20	<2.00	<0.50	<0.20
ESO5	Basses Eaux (10/2019)	Non filtré	0,04	0,009	7,52	<0.05	0,06	0,31	<0.50	91,5	125	0,63	<0.50	0,54	7,59	<1.00	18	0,35	3,2	<0.50	<0.20
		Filtré sur site	0,01	0,01		<0.05	0,06	0,31	<0.50	85,4	147	0,61	<0.50	0,49	5,09	<1.00	16,8	0,33	3,1	<0.50	<0.20
ESO5	Hautes Eaux (04/2019)	Non filtré	0,12	0,009	5,95	<0.05	0,06	0,24	<0.50	103	153	0,72	<0.50	0,7	21,5	<1.00	36	0,29	3,6	0,63	<0.20
		Filtré sur site	<0.01	0,009		<0.05	0,06	0,25	<0.50	85,9	145	0,71	<0.50	0,46	10,7	1,4	15,4	0,37	3,5	<0.50	<0.20

Tableau 17 : Synthèse résultats analytiques des eaux souterraines – HE BE 2019

*Paramètres mesurés sur site (pH, Conductivité, O2 dissous, T°C).
Rouge : [C] aux limites de potabilités de l'arrêté de janvier 2007

Plusieurs points d'eau ont fait l'objet de prélèvement lors des différentes campagnes. Il s'agit des ouvrages suivants :

- Du captage du Repaire (ESO4 – Basses eaux) ;
- TBTE 266 (ESO5 – Basses et Hautes eaux).

Les mesures des paramètres physico-chimiques effectuées lors des différentes campagnes de prélèvements sur les eaux indiquent pour :

- Le captage du Repaire : confirmation d'un pH légèrement acide (5,9) et une conductivité faible (< 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Le TBTE 266 : confirmation d'un pH modérément acide (6,55 à 6,7) et une conductivité faible (environ 100-150 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Les résultats d'analyses en laboratoire confirment la présence de teneurs en arsenic parfois importantes, du captage du Repaire (jusqu'à 50 $\mu\text{g}/\text{l}$) et du TBTE266 (jusqu'à 103 $\mu\text{g}/\text{l}$ en 2019). Ces concentrations en arsenic dépassent largement les normes de potabilité définies par l'arrêté du 11 janvier 2007, que ce soit sur échantillons bruts ou filtrés à 0,45 μm . Les eaux souterraines analysées sur ces points peuvent être considérées comme non potables au regard de cet arrêté.

En 2019, aucun impact particulier n'a été observé lors des différentes campagnes de prélèvements pour les autres paramètres recherchés (notamment étain, cuivre, tungstène, plomb, zinc).

Les anomalies identifiées en 2017 ont été confirmées (rapport S2018/028DE - 8LIM24010).

Résultats obtenus sur les eaux superficielles. L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 8 et dans les Tableau 18 et Tableau 19.

Le nombre de cours d'eau et de points d'eau prélevés dans le secteur a été en 2019 plus important que ce qui avait été effectué en 2017.

Les mesures des paramètres physico-chimiques confirment :

- Des minéralisations très faibles : conductivités de maximum 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et en moyenne inférieures à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Des concentrations pour l'ensemble des éléments légèrement plus élevées en période de basses eaux comparées aux hautes eaux, corrélée avec une conductivité légèrement plus élevée (dilution des eaux moins importantes en période d'étiage). L'ensemble des teneurs mesurées en basses eaux et en hautes eaux reste cependant dans le même ordre de grandeur.

Des teneurs en arsenic parfois importantes :

- Seulement 3 échantillons d'eau de surface ne dépassent pas la norme de potabilité du 11 janvier 2007 (10 $\mu\text{g}/\text{L}$). A noter que 6 échantillons dépassent la valeur de risque pour l'abreuvement de l'ANSES (60 $\mu\text{g}/\text{L}$). La moyenne de l'ensemble des analyses pour les eaux de surfaces est de 31,5 $\mu\text{g}/\text{L}$, avec une valeur maximale de 163 $\mu\text{g}/\text{L}$ (ESU02).
- Les 3 échantillons d'eau souterraine disponibles dépassent tous la limite de potabilité, avec une moyenne de 77,3 $\mu\text{g}/\text{L}$ et un maximum de 103 $\mu\text{g}/\text{L}$.

Des concentrations assez élevées en fer :

- Seulement 2 échantillons d'eau de surface sur la totalité des campagnes de prélèvement ne dépassent pas la limite de potabilité du 11 janvier 2007 (200 $\mu\text{g}/\text{L}$). Aucun échantillon ne dépasse cependant la limite de qualité des eaux d'abreuvement fixée par l'ANSES (12,5 mg/L).
- Les concentrations en fer sont légèrement plus élevées en période de basses eaux, mais dans le même ordre de grandeur. A noter pour finir que les échantillons filtrés sur site présentent dans leur ensemble une concentration en fer légèrement plus élevée, mais dans le même ordre de grandeur.

Concernant les métaux, on peut noter que le fer et l'arsenic sont connus pour être des éléments aux teneurs naturellement élevées dans la région. Les concentrations dépassent régulièrement les limites de potabilité et posent de nombreux problèmes pour la ressource en eau locale (voir rapport BRGM/RP-68419-FR). Pour l'arsenic en particulier, les concentrations les plus élevées (ESU02, ESU06 et ESU10 correspondant aux 90èmes percentiles supérieurs) ne correspondent pas aux points d'échantillonnages les plus proches des anciennes activités d'extraction ou de traitement du minerai connues, en particulier pour ESU06 et ESU10 en aval très éloigné.

De même, on ne note pas d'évolution particulière entre l'amont et l'aval des anciens secteurs d'activité minière. En l'état, l'impact de ces activités sur la qualité des eaux du secteur ne peut être clairement établi.

Par ailleurs, les résultats d'analyses des échantillons filtrés et non filtrés d'eaux de surface ont été comparés aux Normes de Qualité Environnementale. Les NQE indiquées dans le Tableau 20 sont issues de l'arrêté du 27 juillet 2015.

Pour les métaux et leurs composés, l'arrêté indique la possibilité de tenir compte des concentrations de fonds géochimiques naturelles lors de l'évaluation des résultats obtenus au regard des NQE. Toutefois, les fonds géochimiques étant difficilement évaluables sur le secteur d'étude (géologie complexe et présence de travaux miniers parfois jusqu'à l'amont des bassins), les concentrations observées dans les eaux sont directement comparées aux NQE.

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE) ¹⁵	
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible
Arsenic	0,83 µg/l	-
Cadmium	≤ 0,08 µg/l (eaux douces) à 0,25 (eaux dures)	≤ 0,45 µg/l*
Chrome	3,4 µg/l	-
Cuivre	1,00 µg/l	-
Mercure	0,07 µg/l	-
Nickel	4,00 µg/l	34 µg/l
Plomb	1,2 µg/l	14 µg/l
Zinc	7,8 µg/l*	-

* : eaux dures (> 24 mg/l CaCO₃)

Tableau 20 : NQE en vigueur pour les principaux ETM

¹⁵ Arrêté du 27/07/15 mis à jour en novembre 2015.

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE) ¹⁶		Échantillons (concentrations exprimées en µg/L)																	
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible	ESU07-BE	ESU07-BE-F	ESU07-HE	ESU07-HE-F	ESU11-BE	ESU11-BE-F	ESU11-HE	ESU11-HE-F	ESU10-BE	ESU10-BE-F	ESU10-HE	ESU10-HE-F	ESU06-BE	ESU06-BE-F	ESU06-HE	ESU06-HE-F	ESU05-BE	ESU05-BE-F
Arsenic	0,83 µg/l	-	4.35	3.32	3	2.31	38.1	29.8	20.9	17	64.1	52.6	26.5	20.9	92.2	67.7	30.9	24.1	35.1	27.8
Cadmium**	0,25 µg/l	0,45 µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Chrome	3,4 µg/l	-	<0.50	<0.50	<0.50	3.63	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Cuivre	1,0 µg/l	-	<0.50	<0.50	0.66	0.66	0.68	0.7	0.82	0.76	0.91	0.79	1.11	0.75	0.83	0.75	0.98	0.95	1.15	1.02
Mercure**	0,07 µg/l	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nickel**	4,0 µg/l	34 µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Plomb**	1,2 µg/l	14 µg/l	<0.50	<0.50	0.56	<0.50	0.81	<0.50	0.85	<0.50	2.13	1.32	0.86	<0.50	1.34	0.78	<0.50	<0.50	0.57	<0.50
Zinc	7,8 µg/l*	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE)		Échantillons (concentrations exprimées en µg/L)															
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible	ESU05-HE	ESU05-HE-F	ESU09-BE	ESU09-BE-F	ESU09-HE	ESU09-HE-F	ESU02-BE	ESU02-BE-F	ESU02-HE	ESU02-HE-F	ESU04-BE	ESU04-BE-F	ESU04-HE	ESU04-HE-F	ESU14-BE	ESU14-BE-F
Arsenic	0,83 µg/l	-	18.1	14.9	27.1	20.9	13.7	10.3	163	86.7	107	50.3	33.6	28.1	19.2	12.2	22.5	20.3
Cadmium**	0,25 µg/l	0,45 µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Chrome	3,4 µg/l	-	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	2.62	1.24	0.56	0.64	0.55	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Cuivre	1,0 µg/l	-	1.16	1.18	0.77	0.64	0.89	0.96	15.3	8.74	7.51	5.47	1.21	1.13	1.21	0.94	1.33	1.13
Mercure**	0,07 µg/l	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nickel**	4,0 µg/l	34 µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Plomb**	1,2 µg/l	14 µg/l	0.77	<0.50	0.56	<0.50	0.9	<0.50	1.36	<0.50	0.62	<0.50	0.68	<0.50	0.81	<0.50	<0.50	<0.50
Zinc	7,8 µg/l*	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.02	<0.20	<0.02	<0.02

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE)		Échantillons (concentrations exprimées en µg/L)															
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible	ESU01-BE	ESU01-BE-F	ESU01-HE	ESU01-HE-F	ESU12-BE	ESU12-BE-F	ESU12-HE	ESU12-HE-F	ESU13-BE	ESU13-BE-F	ESU13-HE	ESU13-HE-F	ESU08-BE	ESU08-BE-F	ESU08-HE	ESU08-HE-F
Arsenic	0,83 µg/l	-	47.9	42.9	42.1	38.1	38.3	29.5	18.4	11.5	14.6	12.4	9.28	7.29	20.4	15.8	11.6	8.18
Cadmium**	0,25 µg/l	0,45 µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Chrome	3,4 µg/l	-	<0.50	<0.50	<0.50	0.64	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	26.1	<0.50	<0.50	1.64	<0.50
Cuivre	1,0 µg/l	-	1.78	1.69	2.36	2.34	1.49	1.04	1.53	1.11	0.65	0.6	0.73	1.55	0.76	0.74	1.1	0.72
Mercure**	0,07 µg/l	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Nickel**	4,0 µg/l	34 µg/l	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00
Plomb**	1,2 µg/l	14 µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0.65	<0.50	0.8	<0.50	0.51	<0.50	<0.50	<0.50	0.69	<0.50	0.9	<0.50
Zinc	7,8 µg/l*	-	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.02	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20

* : eaux dures (> 24 mg/l CaCO3)

** Comparaison effectuées sur eaux filtrées pour ces composés Gris : non pris en compte

HE : Hautes eaux – BE : Basses eaux - F : eau filtrée

Gras : dépassement des limites de quantification du laboratoire (LQ) pour l'eau considérée

Orange : dépassement de la valeur seuil

Tableau 21 : Normes de Qualité Environnementales – Eaux de surfaces intérieures pour les substances considérées

Les concentrations en arsenic et le cuivre dans les cours d'eau du secteur dépassent les NQE. Les anomalies et dépassements des NQE en Zinc dans les eaux de 2017 n'ont pas été confirmés en 2019.

¹⁶ Arrêté du 27/07/15 mis à jour en novembre 2015

Les Figure 32 et Figure 33 présentent les principaux résultats analytiques en Arsenic pour les eaux superficielles et souterraines de 2017 à 2019.

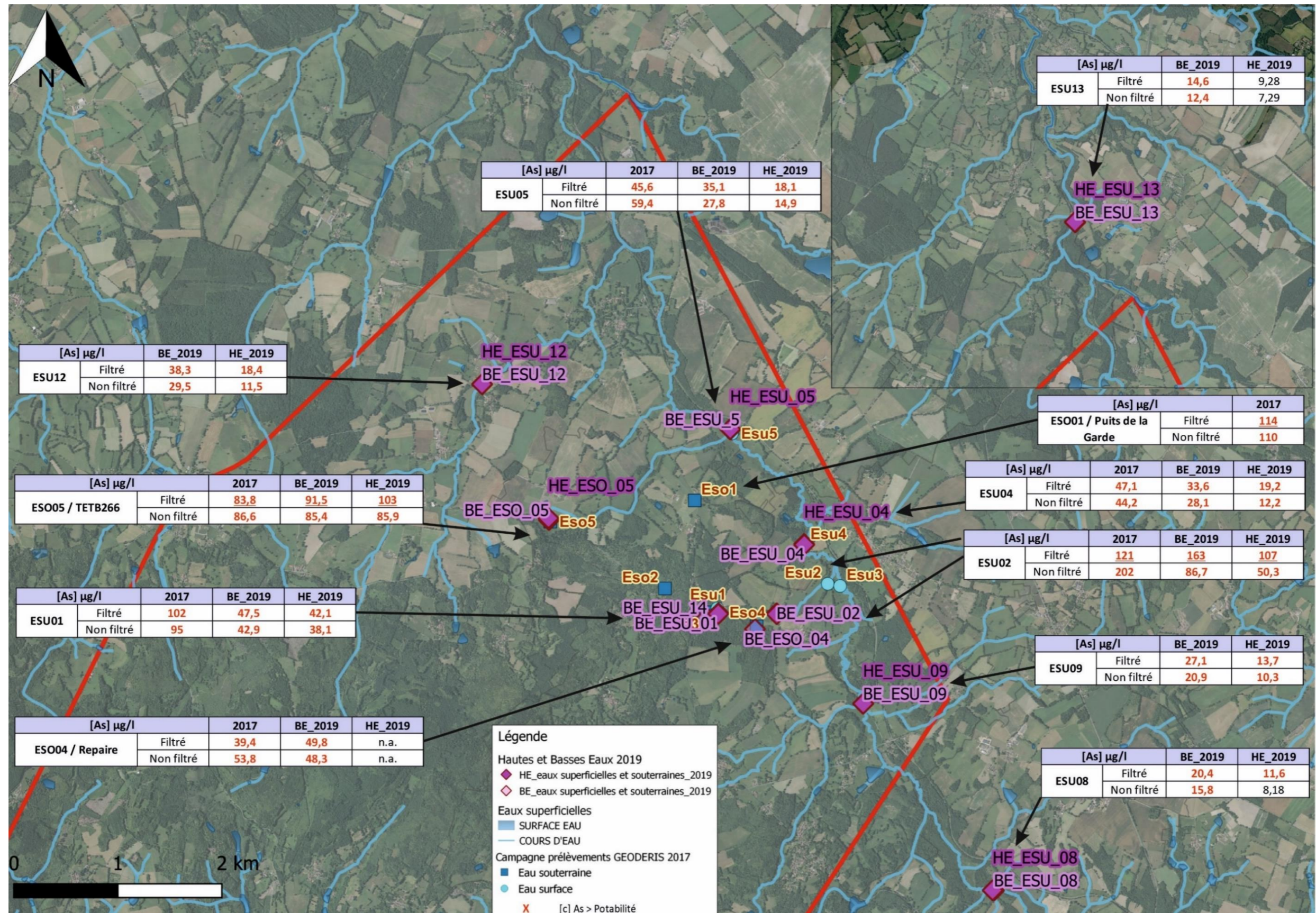


Figure 32 : Synthèse des résultats en arsenic pour les eaux souterraines et superficielles de 2017 à 2019 – Zone Nord

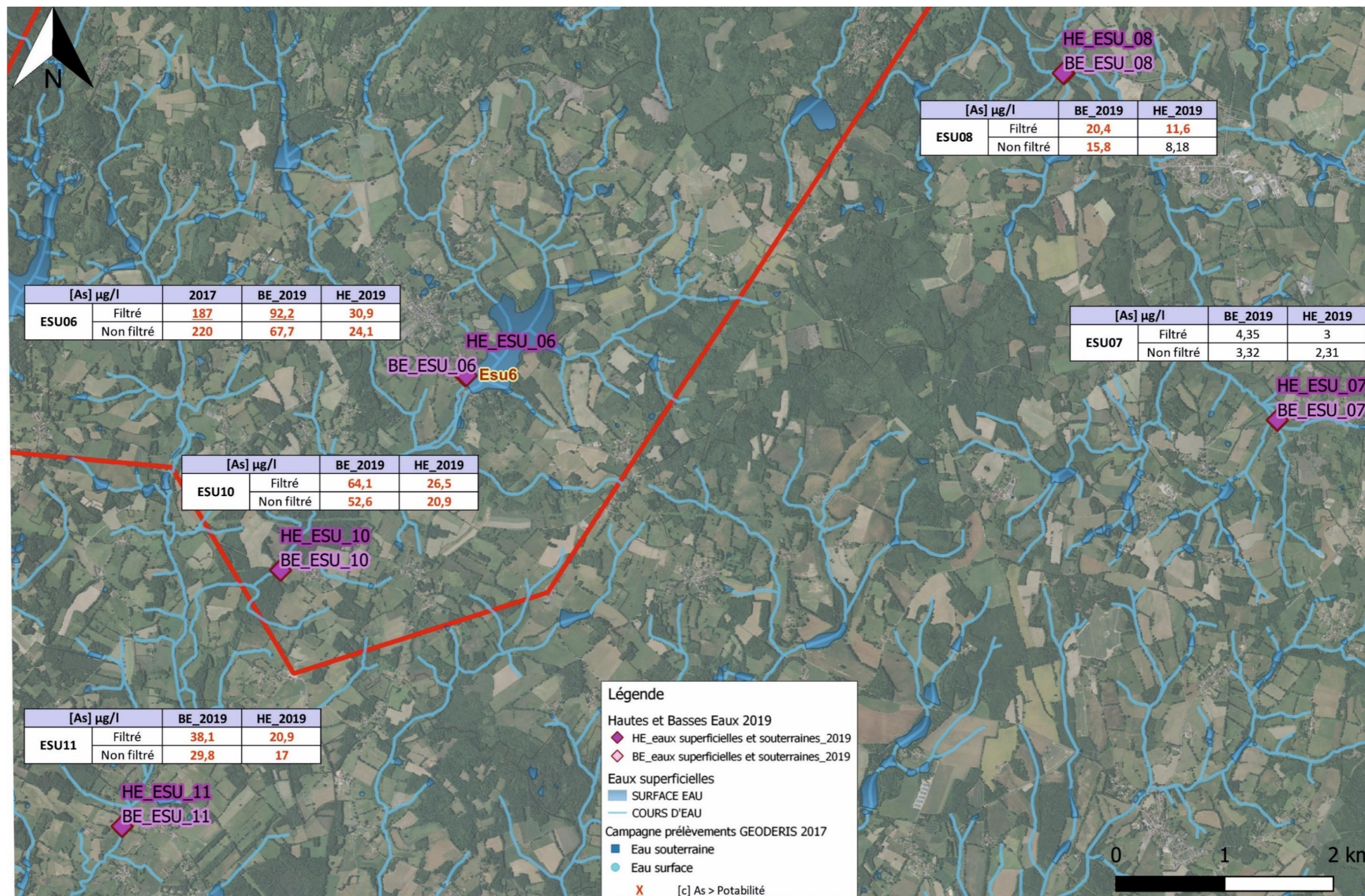


Figure 33 : Synthèse des résultats en arsenic pour les eaux souterraines et superficielles de 2017 à 2019 – Zone Sud

L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 8 et dans le Tableau 22. Une comparaison avec les valeurs des CBSQGs (tableau ci-dessus, Consensus-Based Sediments Quality Guidelines, MacDonald et al., 2000) et notamment avec les seuils PEC (Probable Effect Concentration - Threshold) a été appliquée aux résultats d'analyses chimiques des sédiments prélevés dans la zone d'étude. Ci-dessous, les résultats obtenus pour les sédiments :

Référence Client :			VEC_19_HE_SED_ESU_02	VEC_19_HE_SED_ESU_04	VEC_19_HE_SED_ESU_05_vergne	VEC_19_HE_SED_ESU_07	VEC_19_HE_SED_ESU_08	VEC_19_HE_SED_ESU_09	VEC_19_HE_SED_ESU_10	VEC_19_HE_SED_ESU_12	Seuil SEQ EAU V2				TEC	PEC	Arrêté Ministériel du 09/08/2006 Niveau S1	
Localisation :			Ruisseau de la Mine	Moulin des planches - Glayeule	La Vergne confluence Glayeule	Glayeule amont éloigné hors concession / titre minier		Glayeule amont dans titre minier	Ruisseau du grand étang - aval étang de Cieux	Ruisseau de l'étang de Méry								
Date prélèvement :			02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019	02/04/2019								
Paramètres	Unités	LQ																
Antimoine (Sb)	mg/kg M.S.	1	13,5	1,36	<1.00	<1.00	<1.00	1,69	<1.00	<1.00	/	/	/	/	/	/	/	
Argent (Ag)	mg/kg M.S.	5	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	/	/	/	/	/	/	/	
Arsenic (As)	mg/kg M.S.	1	1130	91,4	161	22,3	29,9	22,1	38,9	64,6	1	9,8	33		9,8	33	30	
Baryum (Ba)	mg/kg M.S.	1	188	90,9	126	82,4	71,3	42,4	58,3	100	/	/	/	/	20	60	/	
Bismuth	mg/kg M.S.	5	6,47	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	/	/	/	/	/	/	/	
Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	0,4	1,13	0,44	0,57	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40	0,1	1	5		0,99	4,98	2	
Calcium (Ca)	mg/kg M.S.	50	864	2030	834	630	471	741	811	1360	/	/	/	/	/	/	/	
Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	5	55	6,8	7,01	7,94	<5.00	<5.00	<5.00	9,14	4,3	43	110		43,4	111	150	
Cobalt (Co)	mg/kg M.S.	1	16,4	7,3	7,55	4,24	3,53	2,87	3,43	6,34	/	/	/	/	/	/	/	
Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	5	124	<5.00	8,88	<5.00	<5.00	<5.00	6,38	6,2	3,1	31	140		31,6	149	100	
Etain (Sn)	mg/kg M.S.	5	67,1	<5.00	5,12	<5.00	6,16	<5.00	<5.00	7,99	/	/	/	/	/	/	/	
Fer (Fe)	mg/kg M.S.	5	30000	11100	9290	11800	8560	5870	6620	10400	/	/	/	/	/	/	/	
Lithium (Li)	mg/kg M.S.	20	56,8	21,6	<20.0	23,4	<20.0	<20.0	<20.0	29,5	/	/	/	/	/	/	/	
Magnésium (Mg)	mg/kg M.S.	5	3260	1830	1050	1940	1580	1200	1210	1900	/	/	/	/	/	/	/	
Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	1	293	383	175	312	133	77,1	143	181	/	/	/	/	/	/	/	
Molybdène (Mo)	mg/kg M.S.	1	1,13	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	/	/	/	/	/	/	/	
Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	1	15,9	3,87	3,5	4,47	4,74	1,95	2,23	3,86	2,2	22	48		22,7	49	50	
Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	5	37,7	21,3	31,7	13,1	14	12,4	15,7	20,2	3,5	35	120		35,8	128	100	
Soufre (S)	mg/kg M.S.	20	270	288	112	190	200	143	227	145	/	/	/	/	/	/	/	
Tungstène (W)	mg/kg M.S.	10	49,5	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	/	/	/	/	/	/	/	
Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	5	106	52,1	49	36,6	39	28,6	41,9	37,8	12	120	460		121	459	300	
Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	0,1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,83	<0.10	0,02	0,2	1		0,18	1,06	1	
Uranium (U)	mg/kg M.S.	0,1	3,6	2,7	1,3	3,3	3,5	2,5	2,7	2,2	/	/	/	/	/	/	/	

Gras : dépassement des limites de quantification du laboratoire (LQ)

Orange : dépassement de la valeur seuil (PEC)

Tableau 22 : Synthèse des résultats analytiques des sédiments – HE 2019

Les sédiments du ruisseau de la Mine, du ruisseau de la Vergne, de la rivière Glayeule amont et aval et du ruisseau du Grand étang ont été prélevés et analysés en 2019.

Pour le ruisseau de la Mine, de la Vergne et pour la rivière Glayeule, les analyses indiquent les résultats suivants :

- Pas d'anomalies pour le point en amont de la Glayeule SED_ESU_09 ;
- En revanche, les points en amont de la Glayeule nommés SED_ESU_07 et SED_ESU_08 présentent tous deux une teneur en baryum dépassant le seuil PEC de 33 mg/kg (respectivement mesurés à 82,4 et 71,3 mg/kg) ;
- Pour le ruisseau de la Mine (SED_ESU_02), on note des teneurs en arsenic très importantes (1 130 mg/kg) ainsi que des teneurs en baryum élevée (188 mg/kg) qui dépassent les valeurs seuil PEC. A noter aussi la présence dans les sédiments d'antimoine, de chrome, de cuivre, d'étain, de nickel, de plomb et de zinc ;
- Les sédiments de la Glayeule au niveau du Moulin des planches (SED_ESU_04) présentent aussi des dépassements pour l'arsenic (mesuré à 91,4 mg/kg MS) et pour le baryum (mesuré à 90,9 mg/kg MS) des valeurs seuil PEC ;
- Dans le ruisseau de la Vergne (SED_ESU_05), les teneurs en arsenic et en baryum mesurées respectivement 161 mg/kg et 126 mg/kg, dépassent aussi la valeur seuil PEC ;
- Le Ruisseau de l'étang de Mery (SED_ESU_12) présente lui aussi une anomalie moins élevée pour l'arsenic mais supérieure à la valeur seuil PEC (64,6 mg/kg).

Concernant le bassin versant de la Vergogne au Sud du titre minier de Vaulry-et-Cieux :

- Les sédiments du ruisseau du Grand Etang situé en aval de l'Etang de Cieux, présentent une teneur en arsenic légèrement supérieure à la valeur seuil PEC (mesuré à 38,9 mg/kg MS pour le seuil à 30 mg/kg MS).

Ces résultats confirment les teneurs en arsenic identifiées en 2017.

La localisation des prélèvements de sédiment de 2019 est présentée en Figure 30 et Figure 31.

7 RESUME DE L'ÉTUDE SANITAIRE

Les sections suivantes sont basées principalement sur le rapport de l'INERIS : Etude sanitaire et environnementale : Secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87) - Etude basée sur l'interprétation de l'état des milieux – volets sanitaire - INERIS-DRG-19-175358-02952B de décembre 2019.

L'étude historique a permis de recenser et délimiter les zones d'anciens travaux miniers, les dépôts de matériaux associés (déblais d'extraction et de creusement, résidus de traitement de minerai), et les installations liées aux anciennes activités minières et industrielles connexes.

Les investigations de terrain ont permis de caractériser la qualité environnementale des sols, matériaux, sédiments et des eaux souterraines et superficielles de ces zones. Ainsi, il a été mis en évidence que la qualité des milieux peut être parfois dégradée :

- De façon directe, au droit d'espaces anciennement exploités par l'activité minière et considérés comme des « milieux sources » ;
- De façon indirecte, via un transfert de la pollution. Ce transfert peut être d'origine naturelle (ré-envol de poussière, drainage d'un cours d'eau, migration des eaux souterraines) ou anthropique (prélèvement et remblaiement de parcelles etc.).

7.1 Généralités et méthodologie de l'Interprétation de l'Etat des milieux et des calculs sanitaires

Sur la base des résultats présentés dans les sections précédentes, une interprétation de l'état des milieux (IEM) centrée sur les zones retenues a été menée afin de statuer sur la compatibilité des milieux avec leurs usages. 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 sanitaire ;
- De recourir aux outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage.

Suivant la démarche d'interprétation de l'état des milieux (MTES, 2017), les concentrations mesurées dans les milieux d'exposition sont comparées notamment :

- Aux concentrations de l'environnement local témoin, éventuellement 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 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.

Au regard de la présente étude les valeurs de gestion sont notamment 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 janvier 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 ;
- Pour les denrées alimentaires : le règlement CE ou règlement européen (CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié successivement par les règlements CE n°835/2011 du 19 août 2011, CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011, CE n°488/2014 du 12 mai 2014, et CE n°2015/1005 du 25 juin 2015 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires pour leur mise sur le marché).

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, ce qui est le cas pour les sols en France (hormis pour le plomb), ou pour certaines substances dans les végétaux (plomb et cadmium), une Evaluation Quantitative 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 sont associés 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.

Les intervalles de gestion présentés dans le Tableau 23, ont été définis par le Ministère en charge de l'Environnement pour interpréter les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires menés dans la cadre de la démarche d'IEM.

Les intervalles sont précisés pour le quotient de danger (QD – lié aux substances avec des effets à seuil) et l'excès de risque individuel (ERI – lié aux substances avec des effets sans seuil) :

- **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.

Intervalle de gestion des risques		L'interprétation des résultats	Les actions à engager
Substances			
à effet de seuil	à effet sans seuil		
$QD \leq 0,2$	$ERI \leq 10^{-6}$	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	<p>Le processus se poursuit.</p> <p>S'assurer que les pollutions sont maîtrisées, dans le cas contraire, élaborer et mettre en œuvre un plan de gestion.</p> <p>La mise en place d'une surveillance peut être nécessaire pour vérifier la pérennité de la situation.</p> <p>Afin d'assurer la pérennité de la compatibilité entre les usages et l'état des milieux, il peut être nécessaire de mettre en place des servitudes ou des restrictions d'usages.</p>
$0,2 < QD < 5$	$10^{-6} < ERI < 10^{-4}$	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion	<p>Le processus se poursuit.</p> <p>Selon le cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires avec additivité (avec seuils classiques de 1 et 10^{-5}) ; - mise en œuvre de mesures simples de gestion ; - identification et mise en œuvre des premières mesures de maîtrise des risques : mesures sanitaires ou mesures environnementales ; - mise en œuvre de restrictions d'usage ; <p>Pour gérer les pollutions et maîtriser leurs impacts, un plan de gestion est à élaborer et à mettre en œuvre.</p>
$QD \geq 5$	$ERI \geq 10^{-4}$	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	

Tableau 23 : Intervalle de gestion des risques et interprétation des résultats sanitaires

Lorsque les résultats des calculs de risques pour les substances à effet de seuil sont compris entre 0,2 et 5 pour le QD et sans effet de seuil entre 10⁻⁶ et 10⁻⁴ pour l'ERI, comme indiqué dans le Tableau 23, parmi les actions à engager, la réalisation d'une EQRS réfléchie peut être envisagée, avec dans ce cas :

- Les niveaux de risque de référence suivants :
 - 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 ;
 - Pour les effets sans seuil, l'Excès de Risque Individuel théorique (ERI) doit être inférieur à 10⁻⁵. Lorsqu'il est supérieur à 10⁻⁵, il y a probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées.
- Les règles d'additivité suivantes :
 - Pour les effets à seuil, les calculs sont 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 induits par un même mécanisme d'action ;
 - Pour les effets sans seuil, les calculs sont réalisés en sommant les ERI de toutes les substances étudiées.

7.2 Bibliographie sur les valeurs sanitaires disponibles

7.2.1 Modalité de gestion et valeurs d'alerte pour le plomb (HCSP)

Dans son avis du 23 mai 2014, publié le 10 juillet 2014, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) a défini des modalités de gestion pour le plomb¹⁷. Ces dernières sont également reprises dans l'instruction n° DGS/EA1/EA2/EA3/EA4/2016/283 du 21 septembre 2016 relative au dispositif de lutte contre le saturnisme infantile et de réduction des expositions au plomb.

Le Haut Conseil de Santé Public (HCSP) a ainsi défini des valeurs d'alerte pour le plomb dans les sols fixés à 100 et 300 mg/kg (ainsi que des concentrations dans l'eau et les poussières déposées). Il s'agit de valeurs pour lesquelles le HCSP estime que 5% des enfants qui y seraient exposés risquent d'avoir une plombémie dépassant soit le seuil de vigilance de 25 µg/l soit le seuil d'intervention rapide de 50 µg/l.

Trois cas sont définis par le HCSP au regard des concentrations moyennes dans les sols :

- Sol avec des concentrations (moyennes arithmétiques¹⁸) < 100 mg/kg :
 - Pas de préconisations particulières ;

¹⁷ Guide HCSP, 2014 : « Détermination de nouveaux objectifs de gestion des expositions au plomb. Synthèse et recommandations ».

¹⁸ A défaut de pouvoir calculer une valeur moyenne en la pondérant par la durée d'exposition, l'utilisation de la moyenne arithmétique revient à attribuer une durée d'exposition équivalente pour chacun des lieux fréquentés par un enfant.

- Sol avec des concentrations (moyennes arithmétiques) > 100 mg/kg :
 - Pour des espaces collectifs habituellement fréquentés par des enfants, réalisation d'une évaluation des risques sanitaires tenant compte des conditions locales d'exposition avec la VTR de l'EFSA suivie d'une analyse technico-économique pour déterminer les mesures de gestion adéquates ;
 - Mise en place d'un « suivi et de conseils » pour informer les populations exposées de la contamination de ces milieux et des risques liés au plomb, pour leur fournir les conseils adéquats permettant de réduire leur exposition et pour leur proposer le cas échéant, un accompagnement social ;
- Sol avec des concentrations > 300 mg/kg :
 - Dépistage du saturnisme chez les enfants de moins de 7 ans, les femmes enceintes ou envisageant une grossesse dans les 6 mois, préconisé dans la zone à considérer.

7.2.2 Recommandation de bonne pratique en matière de dépistage pour l'arsenic (HAS)

En février 2020, la Haute Autorité de santé (HAS) a publié une recommandation de bonne pratique en matière de dépistage de l'arsenic¹⁹. Elaborée en partenariat avec la Société de toxicologie clinique (STC), cette recommandation est destinée aux professionnels de santé pour le dépistage, la prise en charge et le suivi des populations résidant sur des sites et sols pollués ou à risque de pollution par l'arsenic.

Le document établi (HAS/STC, 2020) stipule que :

« Quand la concentration de l'arsenic inorganique dans le sol est supérieure à 25 mg/kg et que l'occupation du sol comprend des résidences avec jardin individuel et/ou des jardins collectifs et/ou des terrains d'activités sportives ou de loisirs, il est recommandé d'évaluer la bioaccessibilité de l'arsenic du sol, majorant par définition la biodisponibilité, pour décider de l'opportunité d'un dépistage biométriologique des surexpositions individuelles, voire de la recherche d'effets sur la santé dans la population exposée. »

Ainsi, dans les zones où la concentration d'arsenic inorganique bioaccessible dans le sol est supérieure à 25 mg/kg, il est recommandé de réduire l'exposition à l'arsenic inorganique à un niveau le plus bas possible.

7.3 Mise à jour du schéma conceptuel

Le schéma conceptuel synthétise les liens entre les sources de pollution identifiées et les usages constatés au niveau des milieux d'exposition (eaux souterraines, eaux de surface, air, sols et végétaux (jardins potagers, pâtures).

¹⁹ Recommandation de bonne pratiques HAS/STC, 2020 : « Dépistage, prise en charge et suivi des personnes potentiellement surexposées à l'arsenic inorganique du fait de leur lieu de résidence ».

Au regard des usages constatés (habitats résidentiels, jardins potagers, élevage d'animaux, activités de loisirs) et des caractéristiques physico-chimiques des substances, les voies d'exposition potentielles, directes ou indirectes, pour les populations humaines, comprennent :

- L'ingestion non intentionnelle de sol de surface pour les enfants les plus exposés au regard de leur comportement « porter main-bouche » sur des zones comme les jardins, les zones avec terre à nu ou enherbées (chemin de randonnée/VTT), etc. Les adultes sont également considérés, notamment lors des activités de jardinage ;
- L'ingestion de plantes potagères potentiellement contaminées par les sols ou l'eau servant à l'arrosage du potager. Bien que la méthodologie de l'IEM indique que 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, cette voie d'exposition est toutefois retenue en première approche pour évaluer les risques liés à l'ingestion de légumes conjointement avec ceux liés à l'ingestion de sol ;
- La consommation d'œufs ;
- La consommation de produits issus de la cueillette (champignons, plantes, etc.) ;
- L'ingestion d'eau : les eaux souterraines ou de surface pouvant servir à l'arrosage des jardins potagers, pour un usage « eau de boisson », ou pour un usage domestique.

On rappelle qu'en termes de voies d'exposition **non retenues** sont à souligner particulièrement :

- Liée à l'inhalation de poussières, ainsi aucune caractérisation de la qualité de l'air (particulaire) n'a été conduite. Ce choix initial apparaît approprié au vu des zones enherbées/boisées, de la configuration des dépôts et de leur distance par rapport aux habitations ;
- Le contact cutané avec les milieux eaux ou sols pollués a également été exclu des voies d'expositions pour cette étude. En l'absence de valeur toxicologique de référence associée à cette voie d'exposition, l'évaluation des risques ne peut se faire ici que de manière qualitative. Il est cependant à souligner au regard des résultats des risques sanitaires présentés dans les sections suivantes pour la voie ingestion de terre, que les recommandations et/ou mesures de gestion proposées pour certains scénarios permettront également de s'affranchir de potentiels effets cutanés ;
- Et enfin la caractérisation des milieux relatifs aux voies d'exposition indirectes liées de la chaîne trophique (consommation de poissons, d'animaux d'élevage, de la chasse, pêche).

En rappel, l'IEM est uniquement basée sur des mesures dans les milieux d'exposition des populations.

Le Tableau 24 et la Figure 34 présentent le schéma conceptuel de l'étude.

Source	Voies de transfert	Voies d'exposition	Enjeux à protéger
Matériaux issus de l'extraction et/ou du traitement du minéral. Sols impactés par les métaux et métalloïdes	Transfert par le sol (contact direct avec les matériaux contaminés)	Ingestion non intentionnelle de sol	Enfants ²⁰ , adolescents, adultes (Activités de plein-air dans les jardins ornementaux et les aires de jeux) Adolescents, adultes (Activités de jardinage dans les jardins potagers)
	Transfert par les végétaux potagers ²¹	Consommation de végétaux autoproduits et potentiellement contaminés par les sols ou l'eau servant à l'arrosage du potager.	Enfants, adolescents, adultes (Autoconsommation)
Emergences considérées ou fortement supposées comme étant d'origine minière	Transfert par les végétaux potagers	Ingestion non intentionnelle d'eau	Enfants, adolescents, adultes (arrosage du jardin potager par captages privés)
		Transfert par l'eau	Enfants, adolescents, adultes (activités de loisir, baignades)
	Transfert par l'eau	Ingestion intentionnelle d'eau	Enfants, adolescents, adultes (captages privés servant à des usages de type préparations culinaires et/ou eau de boisson)

Tableau 24 : Synthèse des voies de transfert et d'exposition retenues pour l'étude sanitaire

Pour les sols et les végétaux potagers, un calcul de risques sanitaires sera réalisé par la suite à l'aide de la grille IEM pour :

- Les substances pour lesquelles une qualité dégradée est mise en évidence à l'issue de la comparaison avec les concentrations des végétaux témoins ;
- Toutes les substances présentant une concentration supérieure à la limite de quantification dès lors qu'aucun échantillon ELT n'est disponible.

En première approche, les évaluations pour les eaux sont faites suivant les critères de la potabilité.

Pour l'ensemble des résidences, la présence d'un enfant âgé de moins de 3 ans (enjeu à protéger le plus sensible par rapport aux autres catégories) n'est pas avérée. Aussi, un scénario générique a été systématiquement considéré, afin d'anticiper un éventuel changement d'usage.

Ces scénarios sont traités dans les fiches de synthèse des scénarios et rappelés dans le chapitre incertitudes.

²⁰ Les enfants sont les plus exposés au regard de leur comportement « porter main-bouche » et des zones concernées comme les jardins d'agrément et potager (zones avec terre à nu, enherbées ou cultivées).

²¹ La méthodologie de l'IEM indique que 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. Cette voie d'exposition est toutefois retenue en première approche pour évaluer la part des risques liés à l'ingestion de végétaux conjointement avec ceux liés à l'ingestion de sol.

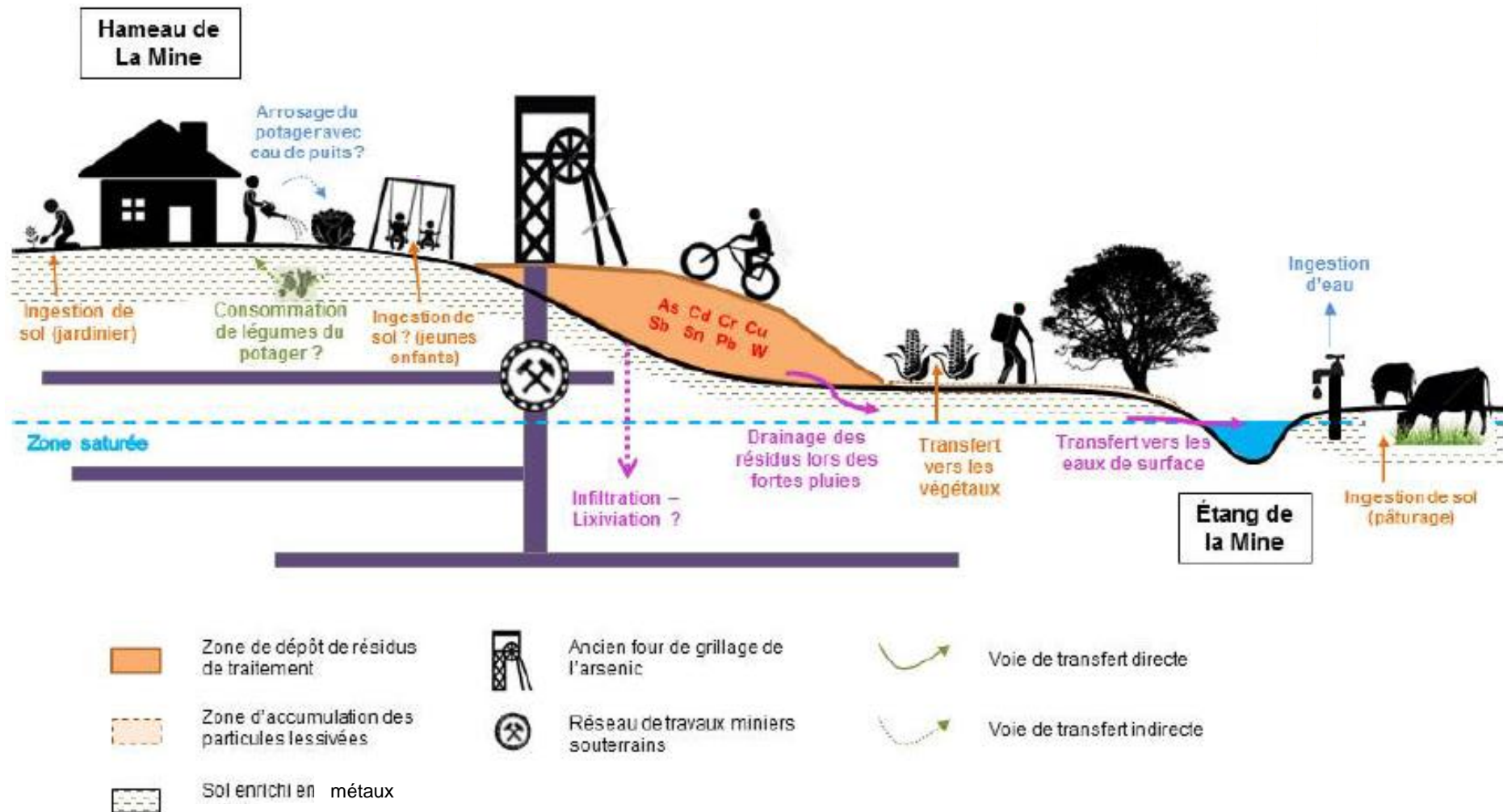


Figure 34 : Schéma conceptuel de Vaulry et Cieux Emprise de l'étude sanitaire

L'emprise de l'étude sanitaire a été proportionnée et orientée en fonction des enjeux sanitaires identifiés au travers du schéma conceptuel.

L'étude sanitaire réalisée en 2018 a porté sur 38 parcelles jugées concernées par des usages.

7.3.1 Localisation des zones investiguées

Il a été décidé d'échantillonner les sols au droit du circuit VTT à Vaulry ainsi que les sols et les végétaux (herbe et maïs) au droit de 7 champs. On notera que le point Champ 2 (seul champ de maïs – en jaune) n'a pas été retenu pour les investigations de terrain pour les raisons suivantes :

- Profondeur importante des racines de maïs ;
- Absence de valeurs réglementaires spécifiques disponibles pour le maïs, mais des valeurs plus générales en termes d'alimentation (« Matières premières des aliments pour animaux, à l'exception de farines d'herbes, de luzerne et de trèfle déshydraté / ou fourrages »), concernant As, Cd, Hg et Pb ;
- Impossibilité de trouver un environnement local témoin (ELT) pour un champ de maïs ;
- Représentativité du prélèvement : nécessité de prélever à minima 4 kg (règlement (UE) n° 691/2013 de la commission du 19/07/2013 modifiant le règlement (CE) n° 152/2009 portant fixation des méthodes d'échantillonnage et d'analyse).

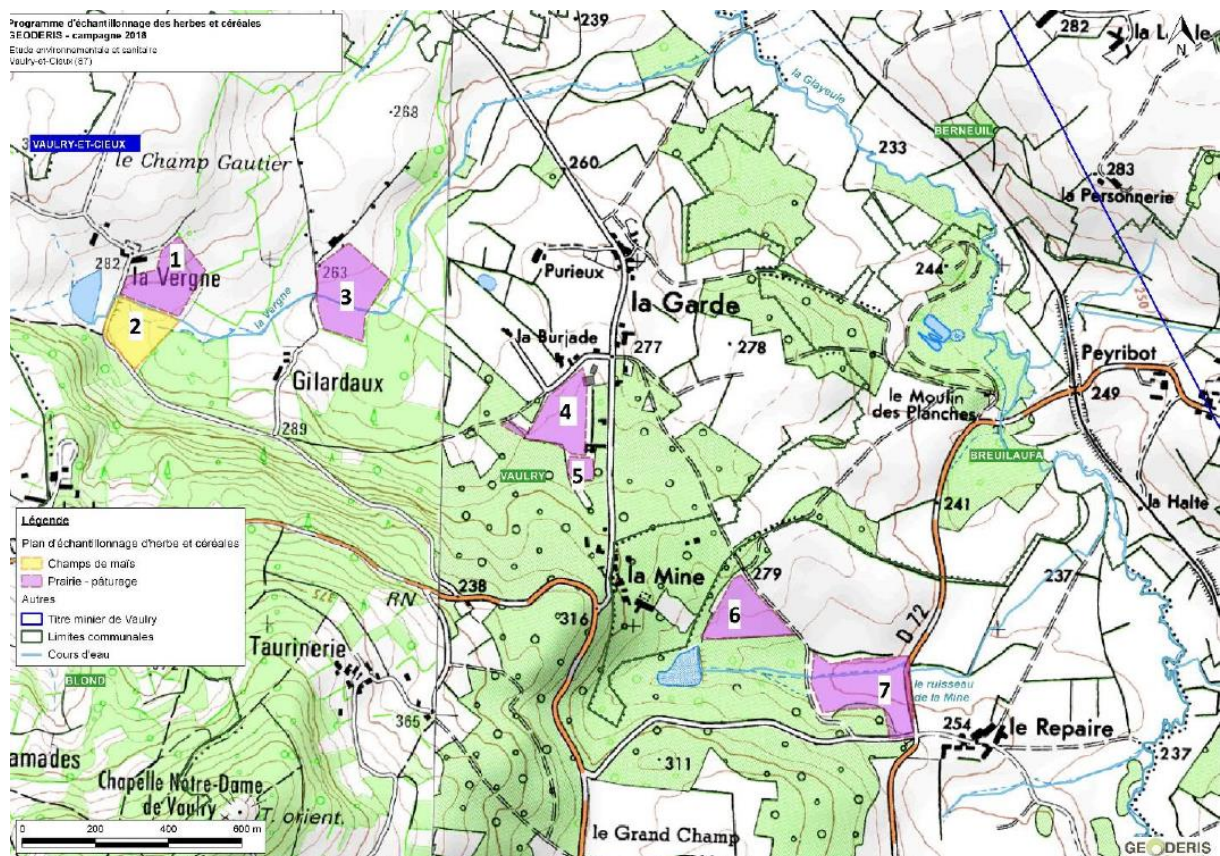


Figure 35 : Champs ayant fait l'objet de prélèvements, suite à la reconnaissance des usages

Les parcelles investiguées sont présentées sur les cartographies suivantes.



Figure 36 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaire Vaulry La Gardé

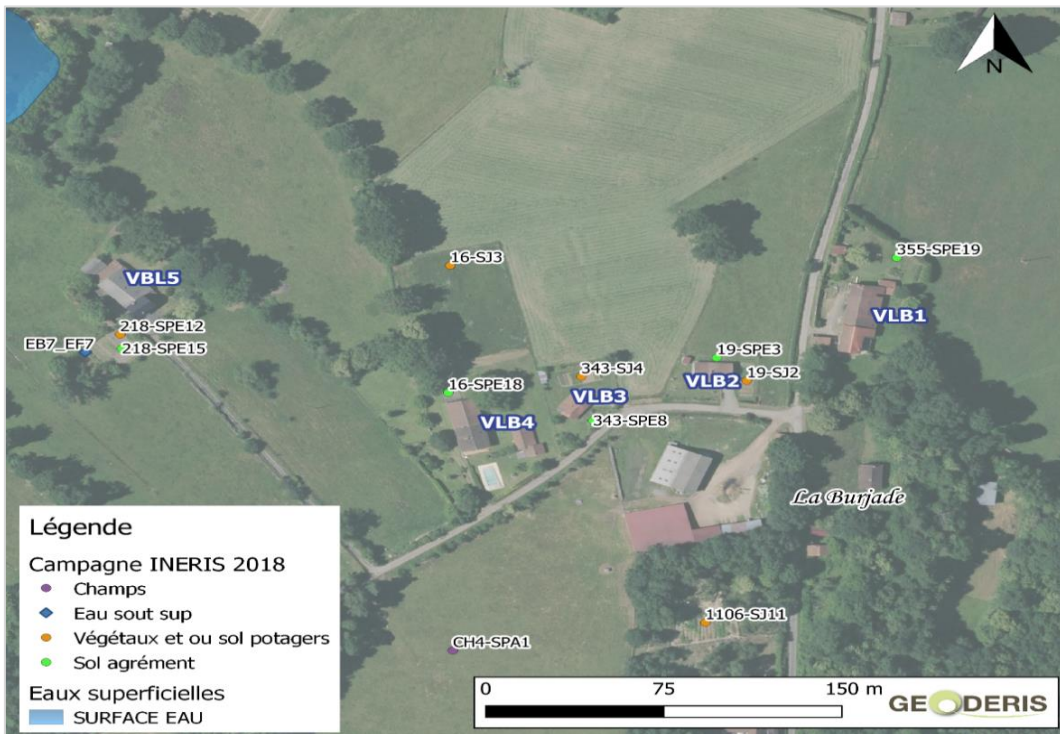


Figure 37 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaire Vaulry La Burjade

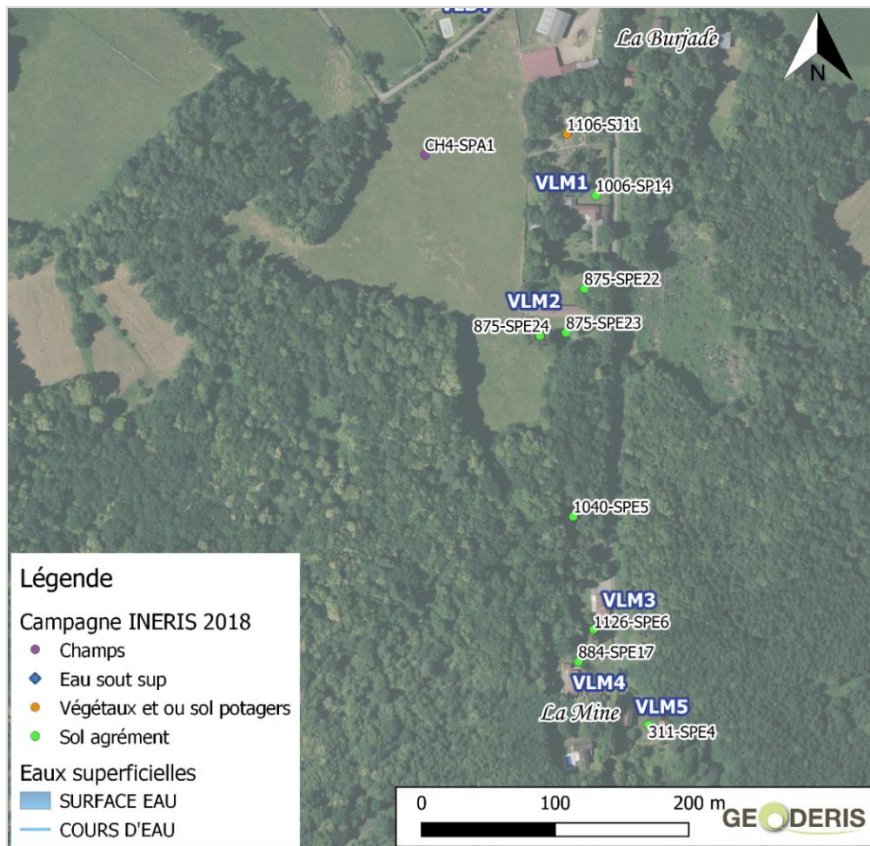


Figure 38 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaire Vulry La Mine

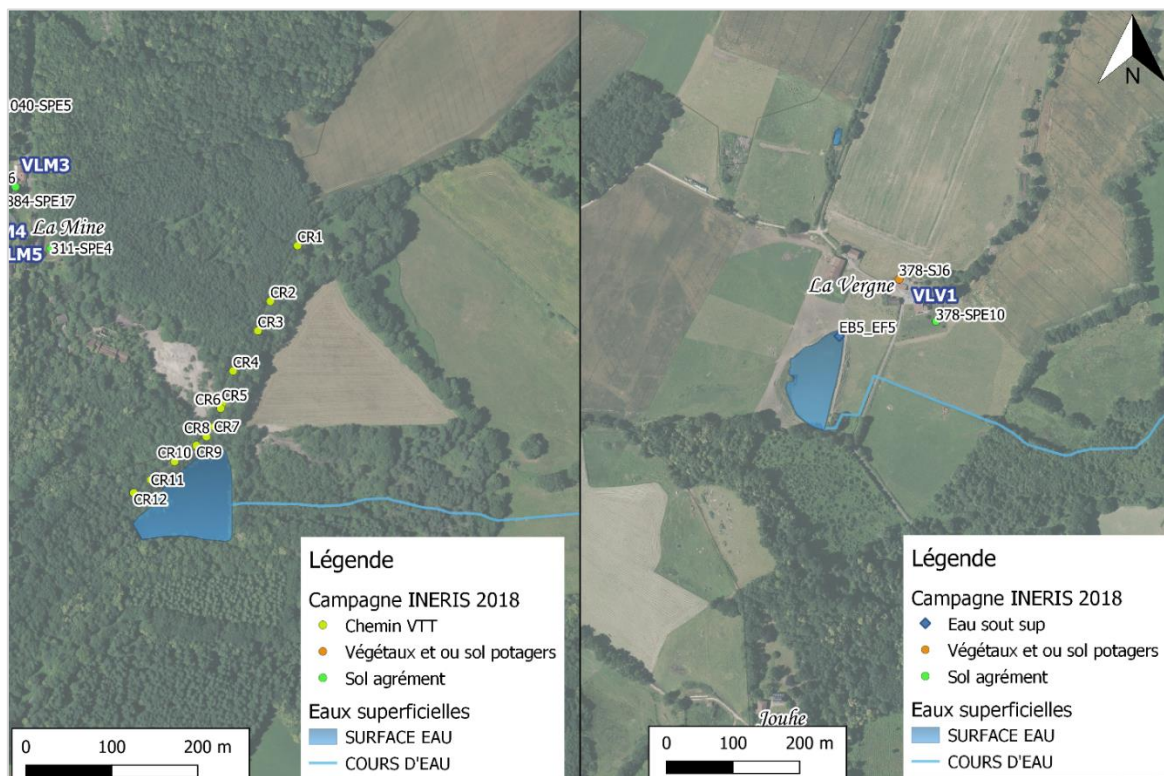


Figure 39 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaires Vulry La Vergne et CVTT

7.4 Résultats des investigations réalisées dans le cadre du volet sanitaire

7.4.1 Objectifs de la campagne d'investigation

Les objectifs de la campagne d'investigations étaient de :

- Caractériser les milieux d'exposition que sont notamment les sols de surface, les eaux souterraines et de surface utilisées par les usagers ainsi que les végétaux cultivés et consommés par les usagers ;
- Acquérir les informations sur les paramètres d'exposition des usagers (présence d'enfants, fréquentation, etc.).

7.5 Calculs des Risques sanitaires

7.5.1 Evaluation de la toxicité et des valeurs toxicologiques de référence (VTR)

L'évaluation de la toxicité regroupe les deux étapes suivantes :

- 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 ;
- La définition des relations dose-effets et dose-réponses, c'est-à-dire la définition d'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). 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 démarche générale d'analyse et de sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) par l'INERIS est détaillée en Annexe 9.

Les effets induits par les substances retenues dans le cadre de la présente évaluation des risques sanitaires, ainsi que leur classe de cancérogénicité sont présentés en Annexe 9.

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ont été choisies conformément aux modalités des ministères en charge de la santé et de l'environnement précisées par la note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux 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 et de la gestion des sites et sols pollués).

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 est proportionné aux enjeux. Ainsi, ont été pris en compte les avis d'experts toxicologues lorsqu'il en existait pour les substances étudiées, notamment ceux de l'INERIS. Par ailleurs, à défaut d'une spéciation connue pour le mercure et le chrome dans les sols, il a été retenu, respectivement la forme inorganique (valeur la plus contraignante vis-à-vis du mercure organique) et les sels solubles sous forme trivalent.

Pour une exposition chronique et pour la voie ingestion, l'INERIS a retenu les VTR présentées dans le Tableau 25 ci-dessous :

Substance	VTR à seuil mg/kg.j	Organisme élaborateur	VTR sans seuil (mg/kg.j) ⁻¹	Organisme élaborateur
Antimoine	0,006	OMS (2003)	nc	-
Argent	0,005	US EPA (2011)	nc	-
Arsenic	0,00045	Fobig (2009)	1,5	US EPA (1998), OEHHA (2009)
Baryum	0,2	US EPA (2005)	nc	-
Bismuth	nc	-	nc	-
Cadmium	0,00036	EFSA (2011)	nc	-
Chrome *	0,005	RIVM (2001)	nc	-
Cobalt	0,0016	AFSSA (2010)	nc	-
Cuivre	0,14	RIVM (2001)	nc	-
Etain	2	OMS	nc	-
Lithium	nc	-	nc	-
Manganèse	0,14	US EPA (1996)	nc	-
Mercure **	0,00066	INERIS (2014)	nc	-
Molybdène	0,005	US EPA (1992)	nc	-
Nickel	0,0028	EFSA (2015)	nc	-
Plomb	0,00063	ANSES (2013)	0,0085	OEHHA (2011)
Tungstène	0,0008	INERIS (2018)	nc	-
Zinc	0,3	US EPA (2005)	nc	-

nc : non concerné

* sous forme chrome trivalent

** sous forme mercure inorganique

Tableau 25 : Synthèse des VTR sélectionnées pour la voie « Ingestion » exposition chronique utilisées pour l'étude

Les autres détails des modèles utilisés pour les calculs sont précisés en Annexe 9.

Paramètres d'entrée retenus :

Certains paramètres sont issus de l'outil de modélisation et de simulation MODUL'ERS mis à disposition par l'INERIS pour estimer les concentrations, les expositions et les risques sanitaires. Cet outil permet à l'utilisateur de définir de 1 à 10 classes d'âge pour estimer les niveaux d'exposition et de risque, en fonction des besoins et des données disponibles.

En effet, il a été identifié que les enfants sont des cibles plus sensibles aux contaminants que les adultes. En scénario résidentiel, leur niveau d'exposition, compte-tenu de leur activité (contact main-bouche, ...) et de leur poids est généralement proportionnellement plus élevé que celui des adultes (source : INERIS 2015²²). Ces classes d'âge permettent de prendre en compte les conditions d'exposition spécifiques des jeunes enfants et de ne pas sous-estimer leurs niveaux d'exposition et de risque.

Compte-tenu de ces impératifs, sept classes d'âge ont été prédéfinies dans MODUL'ERS :

²² Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS, INERIS-DRC-14-141968-11173B, 21/02/2015.

- Classe 1 : de 0 à 1 an ;
- Classe 2 : de 1 à 3 ans ;
- Classe 3 : de 3 à 6 ans ;
- Classe 4 : de 6 à 11 ans ;
- Classe 5 : de 11 à 15 ans ;
- Classe 6 : de 15 à 18 ans ;
- Classe 7 : les plus de 18 ans.

Chaque classe d'âge inclut la borne inférieure et exclut la borne supérieure. Le découpage retenu est en grande partie lié aux sources d'informations disponibles pour définir les quantités d'aliments ingérés (cf. INERIS 2015).

Le Tableau 26 présente la détermination des classes d'âges retenues pour l'IEM et les durées d'exposition ainsi que les masses corporelles associées. Pour les enfants, seule la classe d'âge 1 – 3 ans a été considérée dans le cadre d'un scénario générique.

Classes d'âges dans MODUL'ERS (ans)		Durée d'exposition associée (ans)	Masses corporelles dans MODUL'ERS (kg)
CLASSE 1	0 – 1	1	7,6
CLASSE 2	1 – 3	2	12,4
CLASSE 3	3 – 6	3	17,8
CLASSE 4	6 – 11	5	28,7
CLASSE 5	11 – 15	4	47,2
CLASSE 6	15 – 18	3	60,0
CLASSE 7	Plus de 18	52	70,4

Tableau 26 : Classes d'âge par durée d'exposition et masses corporelles (Source : INERIS, 2015)

Méthodologie générale de calcul des risques sanitaires :

L'équation permettant de calculer une dose d'exposition journalière pour la voie d'exposition par ingestion est donnée ci-après, ainsi que les paramètres associés :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_{ij} \times F \times T}{P \times T_m}$$

Avec

Symbole	Paramètres	Dimensions
DJE _{ij}	dose 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	
P	poids corporel de la personne	M
T	durée d'exposition	T
T _m	période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée ; pour une substance à effet à seuil T = T _m et pour une substance à effet sans seuil, T _m est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)	T

Sont ensuite évalués, à l'aide des doses journalières calculées en fonction du scénario d'exposition, les deux paramètres suivants :

$$\text{Quotient de danger} : QD = \frac{DJE}{VTR}$$

$$\text{Excès de risque individuel} : ERI = DJE \times VTR$$

A noter que l'exposition par ingestion d'eau ne sera pas évaluée, les concentrations mesurées dans les eaux souterraines étant directement comparées aux valeurs réglementaires disponibles.

Pour le scénario d'usage générique développé pour les enfants de 1-3 ans au droit d'une résidence permanente, les durées d'exposition proposées dans le rapport GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 du 09/04/2015 sont retenues à raison de 234 jours/an (365 jours auxquels sont retranchés 15 jours de vacances, pondérés au 1/3 pour des raisons de mauvais temps).

Hors scénario générique, les calculs sont réalisés pour les usages actuels avec les cibles présentes.

Les paramètres et données utilisées pour les voies ingestion de sols (adultes / enfants), et ingestion de denrées alimentaires (part de consommation de légumes, champignon) sont détaillés en Annexe 10.

7.5.2 Paramètres environnementaux retenus

Concentrations dans le sol :

Les concentrations dans les sols retenues sont reprises dans les fiches des scénarios présentées en Annexe 10.

Elles correspondent aux concentrations maximales si plus d'un prélèvement a été effectué au droit de la zone étudiée. Ce choix de la concentration maximale est retenu en première approche dans le cadre d'une démarche conservatoire.

Les calculs de risque sont réalisés pour les concentrations dépassant soit les valeurs de l'ELT ou de la gamme ELTmin - ELTmax, tenant compte de l'incertitude analytique, soit, le cas échéant, les valeurs d'analyse de la situation (gamme de valeur de l'étude ASPITET)).

Concentrations dans les végétaux des potagers :

Les concentrations mesurées dans les végétaux retenus pour les différents jardins et la cueillette sont reprises dans les fiches. Il s'agit des concentrations dépassant les valeurs de l'ELT et/ou des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en l'absence de prélèvement de végétaux témoins (végétaux ELT).

7.5.3 Présentation et interprétation des résultats par foyer

Les résultats des calculs de risques sanitaires sont synthétisés et résumés dans le tableau suivant. Le détail des résultats des calculs sont aussi présentés en Annexe 10.

VAULRY-ET-CIEUX (87)											
REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	PARCELLE CADASTRE	SCENARIOS ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
					Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
					QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
			COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potager pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM)		Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).				EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴
			NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU								EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10⁻⁵ après calcul EQRS
VLG1 – VAULRY – LA GARDE											
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.											
JARDIN D'AGREMENT (ARRIERE MAISON ET ACCES AU POTAGER)	0031	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 569 mg/kg > seuil HAS et > ELT (32SPE7) Pb = 91,3 mg/kg > ELT (32SPE7) W < ELT (32SPE7)	7	7,5E-04	0,85				QD(As) >5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,55	7,5E-04					QD ingestion sol = 0,63 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
JARDIN POTAGER	0032	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 1110 mg/kg > seuil HAS et > ELT (32Sj3) Pb = 158 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (32Sj3) W = 15,7 mg/kg > ELT (32Sj3)	14	9E-04	1,5				QD(As) >5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an		0,65	9E-04					QD ingestion sol = 0,74 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, betterave BET, salade SAL, courgette COU, tomate TOM, céleri CELBRA, champignon CHAMP	As: PDT, BET, SAL, CELBRA, CHAMP [C] > ELT Pb : SAL > ELT mais < au règlement européen							QD ingestion SAL = 0,53 < 1 ERI ingestion PDT(As) > 10 ⁻⁵ ERI ingestion BET = 1,2E-05 > 10 ⁻⁵ ERI ingestion SAL(As) > 10 ⁻⁵ ERI ingestion CELBRA = 4,6E-05 > 10 ⁻⁵ ERI ingestion CHAMP = 1,1E-05 > 10 ⁻⁵	
VLG2 – VAULRY – LA GARDE											
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + terrain enherbé + jardin potager. Eau de source utilisée pour l'arrosage du potager et l'abreuvement des moutons. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.											
JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	0003	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 207 mg/kg > seuil HAS et > ELT (3SPE9) Pb < ELT (3SPE9) W = 32,5 mg/kg > ELT (3SPE9)	2,7	2,9E-04			0,24		QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,21	2,9E-04					QD ingestion sol = 0,23 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
JARDIN POTAGER		Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 233 mg/kg > seuil HAS et > ELT (3Sj5) Pb < ELT (3Sj5)	3	1,9E-04					QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴	

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>							<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p>
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an	W = 16,3 mg/kg > ELT (3Sj5)		1,9E-04					<p>EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10⁻⁵ après calcul EQRS QD ingestion sol = 0,15 < 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Poivron POIV, concombre CON, Courgette COU, Tomate TOM, Cèleri branche CELBRA, Cèleri feuille CELFEU	As: CON CELBRA CELFEU [C] > ELT		CON= 6,5E-05 CELBRA= 1,6E-05 CELFEU= 6,5E-05					<p>QD compatible < 0,2 ERI ingestion CON= 6,5E-05 > 10⁻⁵ ERI ingestion CELBRA= 1,6E-05 > 10⁻⁵ ERI ingestion CELFEU= 6,5E-05 > 10⁻⁵</p>
EAU DE SURFACE		Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB4 = 41,6 µg/l > potabilité EF4 = 30,6 µg/l > potabilité							/
VLG3 – VAULRY – LA GARDE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément et piscine + jardin potager. Enfants de 7 et 11 ans y séjournent 1 semaine/an.										
JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON))	0033	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		5,6	4,7E-04			3,8		<p>QD(As) > 5 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 180 jours / an	As = 435 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SPE1) Pb < ELT (SPE1) W = 520 mg/kg > ELT (SPE1)	0,34	4,7E-04			0,23		<p>QD ingestion sol = 0,57 < 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
		Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			4,7E-04					<p>QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
JARDIN POTAGER	0034	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		6,7	5,6E-04			0,24		<p>QD(As) > 5 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 180 jours / an	As = 520 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SJ1) Pb < ELT (SJ1) W = 32,7 mg/kg > ELT (SJ1)	0,4	5,6E-04					<p>QD ingestion sol = 0,43 < 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
		Jardin potager : enfant 6-11 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			5,6E-04					<p>QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL, tomate TOM	As : SAL [C] > ELT Pb :	1,6	1,2E-03					<p>QD ingestion salade = 1,7 > 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	<p>Sont présentés ici l'Arsenic, le Plomb et le Tungstène qui génèrent le risque sanitaire de cette étude ; Nota : les autres métaux > ELT ne sont pas présentés ; Pour l'ingestion de végétaux le QD et l'ERI sont uniquement mentionnés pour les végétaux ingérés ;</p> <p>Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM) Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).</p>						EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
EAU DE SURFACE		Végétaux : enfant – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL, tomate TOM	SAL [C] > ELT et > au règlement européen	1,6	1,2E-03					QD ingestion salade = 1,8 > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	EB1 et EF1 < potabilité As : EB2 = 22,4 µg/l > potabilité EF2 = 21,9 µg/l > potabilité Mn : EB2 = 52,3 µg/l > potabilité						/	
VLG4 – VAULRY – LA GARDE										
Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes : maison + jardin + jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR DU POTAGER)	0360 0050 0051	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 392 mg/kg > seuil HAS et > ELT (41-SPE21) Pb = 72,8 mg/kg > ELT (41-SPE21) W = 26,4 mg/kg > ELT (41-SPE21)	5,1	3,5E-05	0,67				QD(As) > 1 ERI ingestion sol = 3,5E-05
		Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 15 jours / an				3,5E-05				QD compatible < 0,2 ERI ingestion sol = 3,5E-05
JARDIN POTAGER	0387 0383 0053 0386 0048 0380	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 385 mg/kg > seuil HAS et > ELT (41-SJ15) Pb = 82,3 mg/kg > ELT (41-SJ15) W = 19,1 mg/kg > ELT (41-SJ15)	5	3,4E-05	0,76				QD(As) > 1 ERI ingestion sol = 3,4E-05
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 15 jours / an				3,4E-05				QD compatible < 0,2 ERI ingestion sol = 3,4E-05
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre : PDT	As : PDT [C] > ELT		8,7E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion PDT = 8,7E-05
VLG5 – VAULRY – LA GARDE										
Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes et 2 enfants de 15 et 16 ans qui y séjournent maximum 7 semaines par an : maison + jardin. Cette maison deviendra une résidence principale dans 3 ans. L'eau du puits sert à l'alimentation de la maison (eau cuisson / eau boisson). Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	0324 0325 0382	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 523 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SPE2) Pb = 106 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (SPE2) W = 627 mg/kg > ELT (SPE2)	6,8	1,5E-04	0,98		4,6		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 49 jours / an				1,5E-04				QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM)		Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).			<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p>	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)		ERI (W) Pas de VTR
		Jardin d'agrément : générique adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,53	1,5E-04			0,36		<p>QD ingestion sol = 0,98<1 ERI(As)> 10⁻⁵</p>
EAU DE PUIES		Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB3 = 232 µg/l > potabilité EF3 = 230 µg/l > potabilité							/
VLG6 – VAULRY – LA GARDE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément + jardin potager. L'eau du puits sert à l'arrosage du potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	0024 0025 0029 0357 0026 0028 0027	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 325 mg/kg > seuil HAS et > ELT (26-SPE20) Pb = 74,7 mg/kg > ELT (26-SPE20) W = 11,4 mg/kg > ELT (26-SPE20)	4,1	4,4E-04	0,69				<p>QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,32	4,4E-04					<p>QD ingestion sol = 0,39<1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
JARDIN POTAGER		Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 372 mg/kg > seuil HAS et > ELT (26-SJ14) Pb < ELT (26-SJ14) W < ELT (26-SJ14)	4,8	3E-04					<p>QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an		0,22	3E-04					<p>QD ingestion sol = 0,22<1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Concombre CON, Tomate TOM	As : CON [C] > ELT		4,5E-05					<p>QD compatible < 0,2 ERI ingestion sol = 4,5E-05</p>
EAU DE PUIES		Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB8 = 112 µg/l > potabilité EF8 = 51,2 µg/l > potabilité							/
VLG7 – VAULRY – LA GARDE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0058 0358	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 349 mg/kg > seuil HAS et > ELT (58-SPE-16) Pb < ELT (58-SPE-16) W < ELT (58-SPE-16)	4,5	4,9E-04					<p>QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,35	4,9E-04					<p>QD ingestion sol = 0,36<1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>							<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p>
VLB1– VAULRY – LA BURJADE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0355	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 483 mg/kg > seuil HAS et > ELT (355-SPE-19) Pb = 95,1 mg/kg > ELT (355-SPE-19) W < ELT (355-SPE-19)	6,3	6,7E-04	0,88				QD(As) <5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
	0362	Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,49	6,7E-04					QD ingestion sol = 0,56<1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
VLB2– VAULRY – LA BURJADE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. Elevage d'animaux à proximité de la maison. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0019	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 318 mg/kg > seuil HAS et > ELT (19-SPE-3) Pb < ELT (19-SPE-3) W < ELT (19-SPE-3)	4,1	4,4E-04					QD(As) <5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,49	4,4E-04					QD ingestion sol = 0,33<1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
JARDIN POTAGER	0019	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 336 mg/kg > seuil HAS et > ELT (19-SJ-2) Pb < ELT (19-SJ-2) W < ELT (19-SJ-2)	4,4	2,7E-04					QD(As) <5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an			2,7E-04					QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
CHAMPS	0872	Champs : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 365 jours / an	As = 283 mg/kg > seuil HAS mais < ELT (CH4-SPA1) Pb < ELT (CH4-SPA1) W = 33,5 mg/kg > ELT (CH4-SPA1)							QD compatible < 0,2 ERI compatible < 10 ⁻⁴ voir détail en Annexe 10
VEGETAUX	0019	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, salade SAL, Courgette COU	As : PDT SAL COU [C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen	PDT = 0,082 SAL = 0,89 COU = 0,052	PDT = 7,5E-05 SAL = 6,7E-04 COU = 3,9E-05					QD ingestion SAL = 0,97 <1 ERI ingestion PDT = 7,5E-05 ERI ingestion SAL (As) > 10 ⁻⁵ ERI ingestion COU = 3,9E-05
HERBE ANIMAUX	0872	/	As : CH4-HERB-SPA1 (humidité 65,6 %) < teneur maximale pour aliments pour animaux du règlement européen CH4-HERB-SPA1 - (humidité 12 %) > teneur maximale pour aliments pour animaux du règlement européen							/

VAULRY-ET-CIEUX (87)										
REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>							<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p> <p>EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10⁻⁵ après calcul EQRS</p>
VLB3– VAULRY – LA BURJADE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément + potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0343	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 595 mg/kg > seuil HAS et > ELT (343-SPE8) Pb = 84,1mg/kg > ELT (343-SPE8) W = 12,6 mg/kg > ELT (343-SPE8)	7,7	8,3E-04	0,78				QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,6	8,3E-04					QD ingestion sol = 0,68 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
JARDIN POTAGER	0343	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 878 mg/kg > seuil HAS et > ELT (343-SJ4) Pb = 164 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (343-SJ4) W = 46,6 mg/kg > ELT (343-SJ4)	11	7,1E-04	1,5		0,34		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an		0,52	7,1E-04					QD ingestion sol = 0,61 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, salade SAL, échalotte ECH, oignon OIG, carotte CAR	As : PDT <u>SAL ECH OIG CAR</u> [C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen CAR [C] > ELT mais < au règlement européen	PDT = 0,64 CAR = 0,36	PDT = 3,3E-05 SAL = 4,9E-04 ECH = 4,9E-04 OIG = 1,1E-04 CAR = 3,8E-04					QD ingestion SAL = 0,69 < 1 QD ingestion CAR = 0,47 < 1 ERI ingestion PDT = 3,3E-05 ERI SAL ECH OIG CAR (As) > 10 ⁻⁵
VLB4– VAULRY – LA BURJADE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 à 5 adultes pendant 3 mois /an : maison + jardin d'agrément avec piscine alimentée par l'eau du réseau + potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0354	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 674 mg/kg > seuil HAS et > ELT (16-SPE18) Pb = 79 mg/kg > ELT (16-SPE18) W = 11,5 mg/kg > ELT (16-SPE18)	8,7	3,6E-04	0,73				QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 90 jours / an		0,26	3,6E-04					QD ingestion sol = 0,29 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
JARDIN POTAGER	0350 0016	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 433 mg/kg > seuil HAS et > ELT (16-SJ3) Pb < ELT (16-SJ3) W < ELT (16-SJ3)	5,6	8,8E-05					QD(As) > 1 ERI ingestion sol = 8,8E-05
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 34 jours / an			8,8E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion sol = 8,8E-05
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL	As : <u>SAL</u> [C] > ELT	0,4	3,0E-04					QD ingestion SAL = 0,62 < 1

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM)		Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).			EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10 ⁻⁴	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR
			<p>Cd : SAL [C] > ELT et > au règlement européen Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen</p>							
VLB5– VAULRY – LA BURJADE										
Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes 2 jours /semaine : maison + jardin d'agrément + potager. Eau de source utilisée pour l'arrosage. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	0218 0219	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 263 mg/kg > seuil HAS et > ELT (218-SPE15) Pb = 107 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (218-SPE15) W < ELT (218-SPE15)	3,4	1,6E-04	0,99				QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 104 jours / an				1,6E-04				QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
JARDIN POTAGER		Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 287 mg/kg > seuil HAS et > ELT (218-SJ12) Pb = 112 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (218-SJ12) W = 46,7 mg/kg > ELT (218-SJ12)	3,7	1,0E-04	1		0,34		QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 59 jours / an				1,0E-04				QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Betterave BET, salade SAL, carotte CAR	As: BET SAL CAR[C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT mais < au règlement européen CAR [C] > ELT et > au règlement européen			BET = 1,2E-05 SAL = 1,3E-04 CAR = 4,3E-05				QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 1,2E-05 ERI SAL (As) > 10 ⁻⁵ ERI ingestion CAR = 4,3E-05
EAU DE SOURCE (SOUT)		Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB7 = 5,26 µg/l < potabilité EF7 = 4,92 µg/l < potabilité							/
VLM1– VAULRY – LA MINE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + potager. Foyer fréquenté par de jeunes enfants de 7 mois à 15 ans une semaine par an.										
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	1103 0874	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 1020 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1106-SPE14) Pb = 212 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (1106-SPE14) W = 79,6 mg/kg > ELT (1106-SPE14)	13	1,4E-03	2		0,58		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			0,52	1,4E-03				

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	<p>Sont présentés ici l'Arsenic, le Plomb et le Tungstène qui génèrent le risque sanitaire de cette étude ; Nota : les autres métaux > ELT ne sont pas présentés ; Pour l'ingestion de végétaux le QD et l'ERI sont uniquement mentionnés pour les végétaux ingérés ;</p> <p>Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM) Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).</p>						<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p>
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		Jardin d'agrément : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an		0,32	1,4E-03					QD ingestion sol = 0,3 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Jardin d'agrément : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an		0,22	1,4E-03					QD ingestion sol = 0,27 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			1,4E-03					QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Jardin d'agrément : enfant 11-15 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			1,4E-03					QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an		1	1,4E-03					QD ingestion sol = 1,24 > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
JARDIN POTAGER		Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 138 mg/kg > seuil HAS mais < ELT (1106-SJ11) Pb < ELT (1106-SJ11) W < ELT (1106-SJ11)</p>						/	
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an								/
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM	<p>As: PDT BET [C] > ELT</p>		BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05
		Végétaux : enfant 0-1 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM			BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05
		Végétaux : enfant 1-3 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM			BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05
		Végétaux : enfant 3-6 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM			BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05					QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE	USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.	Sont présentés ici l'Arsenic, le Plomb et le Tungstène qui génèrent le risque sanitaire de cette étude ; Nota : les autres métaux > ELT ne sont pas présentés ; Pour l'ingestion de végétaux le QD et l'ERI sont uniquement mentionnés pour les végétaux ingérés ; Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM) Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).		EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10 ⁻⁴				
USAGE CONSTATE	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU	QD(As)		ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10 ⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10 ⁻⁵ après calcul EQRS	
		Végétaux : enfant 6-11 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM		BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05				QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05		
		Végétaux : enfant 11-15 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM		BET = 8 E-06 PDT = 2,9E-05				QD compatible < 0,2 ERI ingestion BET = 8 E-06 ERI ingestion PDT = 2,9E-05		
VLM2– VAULRY – LA MINE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément. Il s'agit d'un ancien coron. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT (A L ARRIERE DE LA MAISON)	1104 0875	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 615 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE22) Pb < ELT (875-SPE22) W = 70,6 mg/kg > ELT (875-SPE22)	8	8,6E-04			0,51	QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,62	8,6E-04				QD ingestion sol = 0,66 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON)	1104 0875	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 968 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE23) Pb = 121 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (875-SPE23) W = 91,6 mg/kg > ELT (875-SPE23)	13	1,3E-03	1,1		0,67	QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,98	1,3E-03				QD ingestion sol = 1,12 > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON PARTIE NORD OUEST)	1104 0875	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 3440 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE23) Pb = 293 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (875-SPE23) W = 458 mg/kg > ELT (875-SPE23)	45	4,8E-03	2,7		3,3	QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		3,5	4,8E-03	0,21		0,26	QD ingestion sol = 3,98 > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵	
VLM3– VAULRY – LA MINE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + une partie boisée avec des jeux d'enfants. Il s'agit d'un ancien coron. Foyer fréquenté par de jeunes enfants de 3 semaines, 19 mois, 7 ans et 10 ans tous les 8 jours environ.										
ZONE BOISEE	1140	Zone boisée : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 415 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1140-SPE5) Pb < ELT (1140-SPE5) W = 108 mg/kg > ELT (1140-SPE5)	5,4	5,8E-04			0,79	QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴	

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		Zone boisée : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	1,6	5,8E-04			0,23		EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴
		Zone boisée : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an		0,96	5,8E-04					EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10⁻⁵ après calcul EQRS
		Zone boisée : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an		0,42	5,8E-04					
		Zone boisée : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,42	5,8E-04					
JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON)	1126 1127	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 593 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1126-SPE6) Pb < ELT (1126-SPE6) W = 99,2 mg/kg > ELT (1126-SPE6)</p>	7,7	8,3E-04			0,72		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an		2,2	8,3E-04			0,21		QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an		1,4	8,3E-04					QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			8,3E-04					QD ingestion sol = 0,15 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
		Jardin d'agrément à l'avant de la maison : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,6	8,3E-04					QD ingestion sol = 0,66 < 1 ERI(As) > 10 ⁻⁵
VLM4– VAULRY – LA MINE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes et 2 enfants de 5 et 8 ans : maison + jardin d'agrément (une partie attenante et une partie non attenante). Il s'agit d'un ancien coron.										
JARDIN D'AGREMENT	1202 1203 1204	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 503 mg/kg > seuil HAS et > ELT (884-SPE17) Pb < ELT (884-SPE17) W = 143 mg/kg > ELT (884-SPE17)</p>	6,5	7,0E-04			1		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Jardin d'agrément : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		3,7	7,0E-04			0,59		QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴

VAULRY-ET-CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	Sont présentés ici l'Arsenic, le Plomb et le Tungstène qui génèrent le risque sanitaire de cette étude ; Nota : les autres métaux > ELT ne sont pas présentés ;		Pour l'ingestion de végétaux le QD et l'ERI sont uniquement mentionnés pour les végétaux ingérés ;		<p>EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴</p>		
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		Vert : ERI et/ou QD calculés compatibles (§ méthode générale IEM) Gris : Pas de calcul effectué (VTR sans seuil inexistante, sol [C]< ELT, eau, herbes...).	QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)		ERI (Pb)	QD (W)
		Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		2,3	7,0E-04			0,36		<p>QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		0,51	7,0E-04					<p>QD ingestion sol = 0,59 < 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
VLMS– VAULRY – LA MINE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément (une partie attenante et une partie non attenante). Il s'agit des anciens bureaux de la mine. Le bâtiment de l'ancien laboratoire est situé sur cette parcelle mais n'est pas utilisé. Foyer fréquenté par de jeunes enfant de 2 ans et demi une semaine par an.										
JARDIN D'AGREMENT	0311	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 1720 mg/kg > seuil HAS et > ELT (311-SPE4) Pb = 167 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (311-SPE4) W = 421 mg/kg > ELT (311-SPE4)</p>	22	2,4E-03	1,5		3,1		<p>QD(As) > 5 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
		Jardin d'agrément : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an		0,54	2,4E-03					<p>QD ingestion sol = 0,65 < 1 ERI(As) > 10⁻⁵</p>
		Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		1,7	2,4E-03			0,24		<p>QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10⁻⁴</p>
VLV1– VAULRY – LA VERGNE										
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. L'eau de l'étang située en conter bas est utilisée pour l'arrosage du jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.										
JARDIN D'AGREMENT	0213 0365	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As < ELT (378-SPE10) Pb < ELT (378-SPE10) W < ELT (378-SPE10)</p>							<p>QD compatible < 0,2 pour les autres composés ERI < 10-5 pour les autres composés voir détail en Annexe 10</p>
		Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an								<p>QD compatible < 0,2 pour les autres composés ERI < 10-5 pour les autres composés voir détail en Annexe 10</p>
JARDIN POTAGER	0373 0374	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As < ELT (378-SJ6) Pb < ELT (378-SJ6) W = 436 mg/kg > ELT (378-SJ6)</p>					3,2		<p>QD(As) > 1 Pas d'ERI (W)</p>
		Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an								<p>QD compatible < 0,2 Pas d'ERI (W)</p>

VAULRY-ET-CIEUX (87)										
REFERENCE DU SCENARIO	PARCELLE CADASTRE	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	INFORMATIONS SUR LES MILIEUX / DONNEES D'EXPOSITION	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS) / CALCULS PAR SUBSTANCE						EQRS APPROFONDIE / ADDITIVITE DES SUBSTANCES
				Arsenic - As		Plomb - Pb		Tungstène - W		
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE		COMPATIBLE USAGE / MILIEU		QD(As)	ERI (As)	QD (Pb)	ERI (Pb)	QD (W)	ERI (W) Pas de VTR	
		NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité- alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>							EQRS APPROFONDIE non mise en œuvre car seuils sanitaires pour IEM déjà dépassés : QD > 5 et ERI > 10⁻⁴
VEGETAUX		Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de Terre PDT, Betterave BET, salade SAL, courgette COU, tomate TOM, oignon OIG, concombre CON, poivron POIV, carotte CAR	As: CON CAR [C] > ELT Pb: CAR [C] > ELT mais < au règlement européen		CON= 5,8E-05 CAR=2,6E-05					EQRS APPROFONDIE Mise en œuvre Résultats des calculs : QD : Compatible < 0,2 / Compatible < 1 ERI : Incompatible > 10⁻⁵ avant même calcul EQRS / Incompatible > 10⁻⁵ après calcul EQRS
EAU DE SURFACE	0241 0228	Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB5 = 30,8 µg/l > potabilité EF5 = 30,9 µg/l > potabilité							/
CVTT										
Usage constaté : Circuit de VTT, de promenade, de motocross localisé en aval immédiat de la zone de dépôts de traitement. Fréquentation d'une journée / semaine.										
CIRCUIT DE PART ET D'AUTRE DU DEPOT	/	Circuit VTT : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an	As = 539 mg/kg > seuil HAS et > ELT (CR1-4/10-12) Pb = 75,5 mg/kg > ELT (CR1-4/10-12) W = 145 mg/kg > ELT (CR1-4/10-12)	1,6	1,7E-04			0,23		QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Circuit VTT : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an				1,7E-04				QD compatible < 0,2 ERI(As) > 10 ⁻⁵
CIRCUIT DE PART EN CONTRE BAS DU DEPOT	/	Circuit VTT : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an	As = 7690 mg/kg > seuil HAS et > ELT (CR5-9) Pb = 600 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (CR5-9) W = 1970 mg/kg > ELT (CR5-9)	22	2,4E-03	1,2		3,2		QD(As) > 5 ERI(As) > 10 ⁻⁴
		Circuit VTT : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			1,7	2,4E-03			0,25	QD(As) < 5 mais > 1 ERI(As) > 10 ⁻⁴

Tableau 27 : Résultats des calculs sanitaires pour les scénarii retenus (Source Géoderis)

La synthèse des recommandations par foyer est présentée en Annexe 10.

7.6 Synthèse des résultats des calculs sanitaires

Les résultats des calculs des risques sanitaires (source : rapport INERIS- 19-175358-0252B) sont présentés dans le Tableau 27 et en Annexe 10.

Le déroulement de la **démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)** avec les calculs de risques sanitaires associés met en évidence pour le secteur de Vaulry-et-Cieux :

- La quasi-totalité des résidences investiguées aux lieux dit de Vaulry La Garde, Vaulry La Burjade et Vaulry la Mine présentent des dépassements des valeurs seuils des intervalles de gestion. Ce qui indique la présence de risques sanitaires pour la voie d'exposition d'ingestion non intentionnelle de sol (en faisant son jardin d'agrément ou potager) pour les adultes comme pour les enfants et adolescents pour les usages relevés. Le risque étant majoritairement lié à la présence d'arsenic dans les sols ;
- On relèvera les points particuliers suivants qui ont été discutés :
 - La résidence VLG4, pour les scénarii de calcul spécifiques adultes, qui présente des résultats proches ou inférieurs aux niveaux de risque de référence et qui a été calculé compatible pour la voie ingestion de sol non intentionnelle pour une exposition des cibles de 15j/an pour les usages relevés.
Cependant on notera que le scénario enfant 1-3 ans générique dépasse les seuils de référence. Et qu'une exposition plus longue rendrait l'exposition par ingestion des sols non intentionnelle, incompatible, compte tenu des teneurs identifiées dans les sols. GEODERIS a ainsi choisi d'évaluer ce scénario comme incompatible.
 - La résidence VLV1 est localisée au lieu-dit de Vaulry la Vergne. Seul un des scénarios générique enfant 1-3 ans a été calculé incompatible pour la voie d'exposition via l'ingestion de sols non intentionnelle. Les autres scénarii sont compatibles avec les usages identifiés. Ainsi, GEODERIS a jugé ce scénario globalement en accord avec les usages identifiés.
- Aucun des scénarios génériques pour de très jeunes enfants résidents (1-3 ans et 234 j/an), pour les voies d'exposition d'ingestion non intentionnelle de sol ne sont sanitaires compatibles à l'exception de VLV1 (pour le jardin d'agrément uniquement). Le risque étant également généré par la présence d'arsenic dans les sols.

Ce type de scénarios présentant de très jeunes enfants sont ceux qui génèrent très rapidement du risque sanitaire. Ils sont méthodologiquement calculés par précaution en cas de changement d'usage de la résidence (ex : naissance d'un enfant).

- Trois potagers présentent des végétaux (carotte, salade) qui ont des teneurs supérieures au règlement CE / européen²³ (VLB2, VLB4 et VLB5) pour le plomb et/ou le cadmium.

Ainsi, en dehors des potagers ou des dépassements du règlement CE / européen précités sont observés, et de ceux des résidences localisées au lieu-dit de la Mine (anciens corons et bâtiments de la Mine), GEODERIS a considéré certains d'entre eux potagers comme compatibles avec les usages observés (Il s'agit des résidences VLG2, VLG4, VLG6 et VLV1).

²³ Règlement CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié successivement par les règlements CE n°835/2011 du 19 août 2011 CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011, CE n°488/2014 du 12 mai 2014 et CE n°2015/1005 du 25 juin 2015 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

- Le sol d'un champs et l'herbe pour du bétail ont été testés pour la résidence VLB2. Concernant le sol, les teneurs en As et Pb notamment, sont inférieures à l'ELT ce qui conduit à la non réalisation du calcul sanitaire pour ces composés ;

Dans ce champ, on ne peut toutefois pas exclure la présence, compte tenu des teneurs mesurées sur les parcelles avoisinantes, de points chauds avec des concentrations plus élevées. Par ailleurs, un des deux échantillons d'herbe testés montre un dépassement des seuils pour l'alimentation animale pour l'As.

- Seules les eaux de surface prélevées pour la résidence VLB5 présentent des concentrations inférieures aux valeurs seuils définies pour la potabilité. Tous les autres échantillons d'eau collectés présentent des teneurs élevées supérieures aux seuils définis pour l'arsenic et parfois le manganèse (en VLG3). Les calculs de risques sanitaires n'ont pas été conduits pour l'ingestion d'eau conformément à la méthodologie) ;
- Enfin, le scénario de calcul pour le chemin pédestre, VTT et motocross... a montré des incompatibilités sanitaires pour une fréquentation régulière d'une journée par semaine (soit 52 jour/an) pour les adultes comme pour les jeunes enfants. De très fortes teneurs en métaux et métalloïdes ont notamment été dosées en contre-bas du dépôt minier à proximité de ce chemin (jusqu'à 7,6 g/kg d'arsenic, 600 mg/kg de plomb, et 1,9 g/kg de tungstène).

7.7 Incertitude sur la caractérisation du risque

Il est important de rappeler que des incertitudes entourent les résultats de l'évaluation des risques même si les résultats sont exprimés par des expressions numériques exactes.

Pour les différents scénarios étudiés, certains choix relèvent d'une approche conservatoire d'évaluation du risque.

Néanmoins, l'enquête de terrain réalisée et les échanges avec les personnes présentes au moment des prélèvements permettent de se placer au plus proche des expositions. Cette étude a été réalisée en l'état actuel des connaissances.

Le détail des discussions sur de ces incertitudes est présenté en Annexe 11.

8 RESUME DE L'ETUDE ET RECOMMANDATIONS GENERALES

8.1 Synthèse de l'étude

Le présent document constitue le rapport final de l'étude du secteur de Vaulry-et-Cieux qui avait été initialement classé en C dans le cadre de l'inventaire DDIE. Le secteur avait ainsi tout d'abord fait l'objet d'une étude d'orientation par GEODERIS de 2017 à 2018.

Celle-ci s'était concentrée sur les sites de la Mine, La Garde et Jouhe, et avait mis en lumière des anomalies chimiques en arsenic (As), étain (Sn), tungstène (W) et plomb (Pb) dans les milieux (sols, eaux et sédiments).

La réalisation d'une étude sanitaire et environnementale secteur le secteur de Vaulry-et-Cieux a alors été recommandée dans le cadre des conclusions de l'étude d'orientation.

Le présent rapport consiste en la synthèse de l'Etude Sanitaire et Environnementale menée (étude plus détaillée qu'une étude d'orientation). Cette étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) adaptée au contexte « après-mine » s'est déroulée en plusieurs étapes comprenant entre autres :

- Une phase informative qui aboutit à l'élaboration du schéma conceptuel préliminaire ;
- Un volet environnemental comprenant des investigations pour définir l'état des Milieux permettant la mise à jour du schéma conceptuel ;
- Un volet sanitaire comprenant des investigations relatives aux usages constatés et les calculs de risques sanitaires associés.

8.1.1 Phase informative

Etude de la vulnérabilité et de la sensibilité :

La zone d'étude appartient aux Monts de Blond constitués de roches type granitiques et métamorphiques de contact (type migmatiques, gneiss, etc.). Ce contexte de métamorphisme est lié à la présence d'intrusion qui a donné lieu à la formation de minéralisations filoniennes dans la zone. Ces minéralisations (wolframite et cassitérite) peuvent être accompagnées de sulfures (arsénopyrite) et ainsi être une des sources des anomalies géochimiques en arsenic identifiées dans le secteur d'étude.

La topographie du secteur minier est située sur la limite de séparation hydrographique entre les bassins versants de la Creuse côté Est et Nord et le bassin versant de la Vienne côté Sud, distinguant ici :

- Côté Nord, la vallée de la Glayeule (sous-affluent de la Creuse) ;
- Côté Sud, le ruisseau de la Vergogne ou du Grand étang de Cieux (affluent de la Vienne).

La majeure partie des dépôts miniers est ainsi soumise à l'hydrologie de la vallée de la Glayeule.

L'étude et la recherche des ouvrages captant les eaux souterraines ont mis en évidence la présence d'un certain nombre d'ouvrages utilisés pour l'alimentation en eau potable dans la zone (AEP). La présence de puits privés non répertoriés ne peut cependant pas être exclue.

On notera, que certains ouvrages AEP ont été abandonnés suite à des teneurs en arsenic trop élevées. L'étude hydrogéologique et les éléments transmis par l'ARS indiquent cependant que

les ouvrages captant AEP actuellement en fonctionnement semblent hors influence des travaux miniers de Vaulry-et-Cieux.

Par ailleurs, l'étude et l'expertise hydrogéologique du BRGM indiquent que des concentrations en arsenic, fer, manganèse, des pH acides et de faibles conductivités dans les eaux souterraines du secteur sont récurrentes dans cette région, et peuvent avoir une origine naturelle.

Il apparaît que :

- Les eaux superficielles et sédiments sont considérés comme très vulnérables du fait de leur proximité avec certaines zones de dépôts (Ruisseau de la Mine, de la Vergne, etc.). Leur sensibilité est, elle, jugée élevée compte tenu des usages sensibles répertoriés et notamment de la pêche (Etang de Cieux, etc.) ;
- Les eaux souterraines ont une vulnérabilité jugée moyenne à élever, mais de manière générale, on estime que les travaux miniers n'ont pas eu d'influence directe sur la qualité des eaux souterraines. Leur sensibilité est jugée comme élevée compte tenu de la présence de captages d'alimentation en eau potable (AEP). On notera que plusieurs captages ont à proximité de la zone d'étude déjà dû être abandonnés du fait de la présence d'arsenic.

Etude historique :

Les exploitations d'étain les plus anciennes connues dans le massif de Blond seraient datées de la période celtique (env. 1000 ans av J.C). Puis des fouilles archéologiques indiquent qu'au niveau du lieu-dit du Repaire, une mine d'étain existait dès l'époque médiévale. L'extraction du minerai (par grattage) se serait aussi faite du VIIe au XVe siècle.

Les premières recherches « modernes » ont été entreprises en 1813. La première concession de Vaulry-et-Cieux est instituée par décret le 23 novembre 1867. Après plusieurs mutations en 1911 et 1924, la renonciation de la concession a été prononcée par un arrêté du Ministre de l'Industrie et du Commerce du 18 juin 1959. Puis, en 1963 une nouvelle demande de recherche avait été déposée (elle englobait la totalité de la concession alors renoncée et 70 % de l'ancien P.E.R (permis de recherche) des Monts du Blond). Ce P.E.R. de la Glayeule avait été accordé pour deux ans le 11 mai 1965 (recherches de gisements annexes en milieu alluvial).

L'exploitation intense du minerai s'est déroulée dès 1858 par extraction des alluvions dans les vallées de Cieux, et à partir de 1912 par des travaux souterrains principalement sur les filons de Jouhe et de La Garde. Les travaux se sont poursuivis jusqu'en 1942.

On estime la production totale sur cette période de 200 à 280 tonnes d'étain, 90 à 120 tonnes de tungstène et 200 à 300 tonnes d'arsenic.

8.1.2 Volet environnemental

Caractérisation des sources de pollution :

Une recherche détaillée des sources de contamination du secteur a été réalisée et concerne principalement :

- Des dépôts de déchets constitués par des résidus de traitement ou de transformation de minerais, de déblais de creusement et d'exploitation, et que l'on retrouve déposés dans des bassins ou en haldes (tas, verse, terrasse, etc.) ;
- Des zones exploitées en surface (mines à ciel ouvert, grattages, etc.) ;
- Et des émergences minières.

Par ailleurs, les zones de grattage alluvionnaire souvent très anciennes réparties sur le titre minier n'ont pas fait l'objet d'investigations environnementales car elles ne sont pas considérées comme relevant de la problématique « après-mine ». On notera tout de même que ces zones dites de placers peuvent néanmoins constituer des sources de pollution diffuses.

Les principales sources de contamination sont présentées ci-après (voir le détail en Tableau 16) et concernent des sols ou résidus de traitement :

Lieu-dit de la Vergne et ruisseau de la Vergne :

- Dépôt DDIE 87_0027_d_t1 (teneurs maximales notables 1 200 ppm de As, 77 ppm de Cr, 60 ppm de Cu, 600 mg/kg de W) ;

Lieu-dit de La Garde :

- Lieu-dit de La Garde (teneurs maximales notables : 4 200 ppm en As, 150 ppm en Cu, 100 ppm de Sn, 140 ppm de Pb, 410 ppm de W et 200 ppm de Zn) ;

Lieu-dit de la Burjade :

- Lieu-dit de la Burjade, dépôt DDIE 8780027_c_t1, secteur habité (teneurs maximales notables : 15 000 ppm en As, 7 200 ppm en Cu, 4 200 ppm de Sn, 1 100 ppm de Pb, 1 000 ppm de W et 500 ppm de Zn) ;
- Champs à l'est de la Burjade (teneurs maximales notables : 1 150 ppm en As, 200 ppm en Cu, 100 ppm de Sn, 130 ppm de Pb et 100 ppm de W) ;

Lieu-dit de la Mine :

- Lieu-dit de la Mine dépôt principal 87_0027_a_t1 (teneurs maximales notables : 1 400 ppm en Sn ; 20 000 ppm en As, 50 000 ppm en Cu, 17 000 ppm de Sn, 457 000 ppm de Fe ; 3 400 ppm de Pb, 11 900 ppm de W et 6 800 ppm de Zn) ;
- Lieu-dit de la Mine, secteur habité (teneurs maximales notables : 217 000 ppm en As, 9 600 ppm en Cu, 2 900 ppm de Sn, 970 ppm de Pb, 6 200 ppm de W et 170 ppm de Zn) ;
- Champs vers le Lieu-dit de la Mine et dépôt DDIE 87_0027_b_t1 (teneurs maximales notables : 11 200 ppm en As, 2 900 ppm de Sn, 970 ppm de Pb).

Par ailleurs, trois émergences minières ont été retrouvées et peuvent constituer également des sources de pollution des milieux : l'émergence minière issue de la Galerie Girardeau, l'émergence du TBTE266 La Vergne et l'émergence du Becquey.

Transferts potentiels et état environnemental des autres milieux :

- Sols (voir le détail en Tableau 16) :

On notera que les sols à proximité du ruisseau de la Vergne, du ruisseau de Mery et son affluent sans nom, du ruisseau de la Mine, de l'étang de la mine, de la Glayeule du lieu-dit du repaire au Moulin des planches présentent des teneurs en métaux dépassant les fonds pédogéochimiques définis spécifiquement dans le cadre de cette étude. Par ailleurs des dépassements du fond sont également observés sur les sols en bordure / amont de l'étang de Cieux.

- Eaux :

Les eaux superficielles et souterraines ont été prélevées en période de basses et de hautes eaux. Les mesures des paramètres physico-chimiques et les analyses mettent en évidence :

- Des minéralisations généralement très faibles (conductivités en moyenne inférieures à 100 $\mu\text{S/cm}$) ;
- Les 3 échantillons d'eau souterraine collectés dépassent tous la limite de potabilité pour l'As, avec une moyenne de 77,3 $\mu\text{g/L}$ et un maximum de 103 $\mu\text{g/L}$.
- Pour les eaux superficielles, des teneurs en arsenic parfois importantes sont relevées sur la quasi-totalité des échantillons d'eaux superficielles collectés. Elles dépassent la norme de potabilité de l'AM du 11 janvier 2007 (définie à 10 $\mu\text{g/L}$ pour l'As). A noter que la moyenne de l'ensemble des analyses pour les eaux de surfaces est de 31,5 $\mu\text{g/L}$, avec une valeur maximale de 163 $\mu\text{g/L}$ (ESU02) pour l'As ; On notera par ailleurs certains (6) échantillons dépassent également la valeur de risque pour l'abreuvement de l'ANSES (définie à 60 $\mu\text{g/L}$).
- Seulement 2 échantillons d'eau de surface sur la totalité des campagnes de prélèvement ne dépassent pas la limite de potabilité du 11 janvier 2007 pour le fer (200 $\mu\text{g/L}$). Aucun échantillon d'eau superficielle ne dépasse cependant la limite de qualité des eaux d'abreuvement pour ce composé fixée par l'ANSES (12,5 mg/L).

Cependant, concernant les métaux, on peut noter que le fer et l'arsenic sont connus pour être des éléments aux teneurs naturellement élevées dans la région. Les concentrations dépassent régulièrement les limites de potabilité et posent de nombreux problèmes pour la ressource en eau locale (voir rapport BRGM/RP-68419-FR).

Pour l'arsenic en particulier, les concentrations les plus élevées (ESU02, ESU06 et ESU10 correspondant aux 90èmes percentiles supérieurs) ne correspondent pas aux points d'échantillonnages les plus proches des anciennes activités d'extraction ou de traitement du minerai connues, en particulier pour ESU06 et ESU10 en aval très éloigné. De même, on ne note pas d'évolution particulière entre l'amont et l'aval des anciens secteurs d'activité minière.

Une évaluation suivant les critères de la Norme pour Qualité Environnementale des eaux superficielles a également été conduite. Les concentrations en arsenic et en cuivre dans les cours d'eau du secteur dépassent les NQE.

- Sédiments :

Les sédiments du ruisseau de la Mine, du ruisseau de la Vergne, de la rivière Glayeule amont et aval et du ruisseau du Grand étang ont été prélevés et analysés. Les résultats analytiques indiquent :

- Aucune anomalie pour le point en amont lointain des activités minières de la Glayeule SED_ESU_09 ;

- En revanche, les points en amont plus proche de la Glayeule nommés SED_ESU_07 et 08 présentent tous deux une teneur en baryum dépassant le seuil PEC (Probable Effect Concentration) défini à 33 mg/kg (respectivement mesurés à 82,4 et 71,3 mg/kg) ;
- Pour le ruisseau de la Mine (SED_ESU_02), on note des teneurs en arsenic (1 130 mg/kg) des teneurs en baryum élevées (188 mg/kg) qui dépassent les seuils PEC.
- Les sédiments de la Glayeule au niveau du Moulin des planches (SED_ESU_04), du ruisseau de la Vergne (SED_ESU_05) présentent aussi des dépassements pour l'arsenic et pour le baryum des valeurs seuil PEC ;
- Le ruisseau de l'étang de Mery (SED_ESU_12) présente lui aussi une anomalie moins élevée pour l'arsenic mais supérieure à la valeur seuil PEC (64,6 mg/kg).

Concernant le bassin versant de la Vergne au Sud du titre minier de Vaulry-et-Cieux :

- Les sédiments du ruisseau du Grand Etang situé en aval de l'Etang de Cieux, présentent une teneur en arsenic légèrement supérieure à la valeur seuil PEC (mesuré à 38,9 mg/kg MS pour le seuil à 30 mg/kg MS).

En synthèse, on observe que des teneurs en arsenic et en baryum (parfois supérieures aux PEC) sont régulièrement identifiées dans la zone d'étude et parfois en amont des activités minières de Vaulry. On notera cependant un enrichissement fort des sédiments en métaux pour le ruisseau de la Mine.

8.1.3 Volet sanitaire

Dans le cadre du volet sanitaire, des investigations sur les sols, les denrées alimentaires (potager et verger autoproduits), des eaux de surface et puits privés et des herbes de prairies ont été spécifiquement réalisées et ce, de façon proportionnée aux usages qui ont été préalablement constatés. L'étude a ainsi porté sur 38 parcelles jugées pertinentes avec les usages.

Ces prélèvements ont été analysés en laboratoire puis les résultats comparés à des teneurs considérées comme représentatives de l'état des milieux naturels (ELT) pour des usages comparables. Ceux-ci ont permis la réalisation de calculs pour l'évaluation des risques sanitaires. Ainsi, 7 scénarios de calcul ont été conduits au Lieu-dit de La Garde ; 5 au lieu-dit de la Burjade ; 5 au Lieu-dit de la Mine, 1 au lieu-dit de la Vergne et enfin 1 scénario de calcul a été réalisé le long d'un circuit-chemin promenade, VTT, motocross.

La synthèse des résultats est la suivante (voir le détail dans le Tableau 27) :

- La quasi-totalité des résidences (à l'exception de VLG4 situé à La Garde et VLV1 situé vers la Vergne) investiguées aux lieux dits de La Garde, de La Burjade et de la Mine présentent des dépassements des valeurs seuils des intervalles de gestion des risques. Ce qui indique la présence de risques sanitaires pour la voie d'exposition d'ingestion non intentionnelle de sol (en faisant son jardin d'agrément ou potager) pour les adultes comme pour les enfants et adolescents pour les usages spécifiques relevés. Le risque étant majoritairement lié à la présence d'arsenic dans les sols.
- Aucun des scénarii génériques pour de très jeunes enfants résidents (classe d'âge 1-3 ans avec une durée d'exposition de 234 j/an), pour les voies d'exposition d'ingestion non intentionnelle de sol n'est sanitaire compatible à l'exception de VLV1 (et pour le jardin d'agrément uniquement). Le risque étant également généré par la présence d'arsenic dans les sols. Pour rappel, ce type de scénarii présentant de très jeunes enfants est celui qui génère très rapidement du risque sanitaire. Ils sont

méthodologiquement calculés par précaution en cas de changement d'usage de la résidence (ex : naissance d'un enfant).

- Trois potagers présentent des végétaux (carotte, salade) qui ont des teneurs supérieures au règlement CE / européen²⁴ (VLB2, VLB4 et VLB5) pour le plomb et/ou le cadmium. Ainsi, en dehors des potagers où des dépassements du règlement CE / européen précités sont observés, à l'exception des résidences localisées au lieu-dit de la Mine (anciens corons et bâtiments de la Mine), GEODERIS a considéré les autres potagers comme compatibles avec les usages observés (à savoir pour les résidences VLG2, VLG4, VLG6 et VLV1).
- Le sol et l'herbe pour le bétail ont été testés dans un champ attenant à la résidence VLB2. Concernant le sol, les teneurs en As et Pb notamment, sont inférieures à l'ELT ce qui conduit à la non réalisation du calcul sanitaire. Cependant dans ce champ, on ne peut exclure la présence, compte tenu des teneurs mesurées dans les parcelles avoisinantes, de points chauds avec des concentrations plus élevées et non échantillonnés. Par ailleurs, un des deux échantillons d'herbe testés montre aussi un dépassement des seuils pour l'alimentation animale pour l'As. Ce qui a conduit GEODERIS à considérer l'usage de cette parcelle non compatible.
- Seules les eaux de surface prélevées pour la résidence VLB5 présentent des concentrations inférieures aux valeurs seuils définies pour la norme de la potabilité. Par contre, tous les autres échantillons d'eau collectés dans les autres puits privés des résidences présentent des teneurs élevées supérieures aux seuils définis pour la potabilité pour l'arsenic et parfois pour le manganèse (en VLG3).
- Enfin, un scénario de calcul pour le chemin pédestre, VTT et motocross, indique des incompatibilités sanitaires pour une fréquentation régulière d'une journée par semaine (soit 52 jour/an) pour les adultes comme pour les jeunes enfants. De très fortes teneurs en métaux ont notamment été dosées en contre-bas du dépôt principal à proximité de ce chemin (jusqu'à 7600 mg/kg d'arsenic, 600 mg/kg de plomb, et 1900 mg/kg de tungstène).

8.2 Recommandations

Sur le périmètre d'étude, compte-tenu des impacts mis en évidence et des incompatibilités entre les milieux et les usages constatés, des mesures sont à envisager en vue de rétablir la compatibilité usages-état des milieux.

Des mesures sont ainsi proposées afin de maîtriser les milieux sources et les impacts, de rétablir la compatibilité usage-état des milieux, d'informer les populations locales et de conserver la mémoire des sources de pollution.

²⁴ Règlement CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié successivement par les règlements CE n°835/2011 du 19 août 2011 CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011, CE n°488/2014 du 12 mai 2014 et CE n°2015/1005 du 25 juin 2015 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires.

8.2.1 Mesures de gestion environnementale

Sols impactés et résidus :

L'objectif général des mesures de gestion concernant les sols est notamment de limiter, voire éliminer, les décharges de résidus de traitement (matériaux les plus fins) au sein du réseau hydrographique superficiel, voire des sols alentours.

Elles doivent porter en priorité sur le dépôt principal de Vaulry (La Mine 87_0027_a_t1 et sources avoisinantes identifiées) qui présente des traces de ravinement de ses sols à granulométrie fine et une possible instabilité. Ainsi, GEODERIS recommande de réfléchir à des solutions techniques destinées à atteindre l'objectif précédemment mentionné, c'est-à-dire limiter, voire éliminer, les décharges de résidus fins vers le réseau hydrographique superficiel comme pour le ruisseau de la Mine (par exemple par un remodelage et une re végétalisation du dépôt principal). Une attention toute particulière sera portée au niveau des zones de matériaux les plus fins et donc facilement mobilisables (et parfois lixiviables).

GEODERIS recommande également que la digue existante en contre-bas du dépôt principal 87_0027_a_t1 et la brèche qui la traverse soient stabilisées et/ou revégétalisées. Une gestion des eaux pluviales de la zone pour éviter un entrainement de fines lors d'évènement météorologiques intenses pourrait également être envisagée pour éviter les transferts et la diffusion de polluant en contre-bas. La possibilité de création d'une ceinture hydraulique basée sur la mise en place de fossés drainants autour du dépôt pourrait par exemple être examinée.

Enfin, afin de sécuriser ce dépôt, la digue et la brèche, GEODERIS recommande d'en interdire l'accès (ex : pose de clôture, etc.).

GEODERIS recommande que tous les anciens bâtiments industriels (tel que l'ancien four à arsenic, les trémies, ancienne laverie etc.) soient démantelés, une gestion spécifique des matériaux de démolition possiblement contaminés, devra alors être envisagée.

Le champ cultivé en contre-bas direct du dépôt principal (87_0027_a_t1) et de la digue, où l'on sait qu'il y a un impact des anciennes activités extractives doit un avoir un usage limité (interdiction de culture et/ou pâture). Il serait également nécessaire de se rapprocher des autorités compétentes pour déterminer s'il y a un impact associé sur les cultures avoisinantes.

L'autre dépôt à prendre en considération est localisé à proximité de l'ancien carreau de la Mine 87_0027_c_t1 / la Burjade. Il présente aussi localement de fortes teneurs en polluant mais celui-ci est constitué principalement de stériles, possède une pente faible stabilisée et, est de granulométrie grossière. Ici, GEODERIS recommande de veiller à maintenir le couvert végétal déjà existant et d'interdire des affouillements et excavations ultérieures sur la zone.

Poussières :

Les deux stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude (Aéroport Limoges-Bellegarde et Brigueuil) indiquent un vent dominant de direction Ouest/Sud-Ouest. Un envol en direction du hameau du Repaire des poussières du dépôt principal 87_0027_a_t1 serait ainsi possible. Ainsi en cas travaux (remaniement des sols, démolition des vestiges de l'exploitation) qui seraient susceptibles d'engendrer des envols de poussières, un suivi de ces matrices fines pourrait être envisagé compte tenu de la proximité de certains riverains.

Eaux souterraines :

Concernant les émergences minières directes issues de galerie ou d'ouvrage débouchant au jour, GEODERIS recommande la mise en place d'un panneau indiquant le caractère non potable de l'eau. Par ailleurs, il faudrait examiner la possibilité de mettre en place un traitement pour les exhaures les plus contaminants (récupération des eaux, filtration, tamponnage, etc.).

Sédiments et eaux superficielles :

Les impacts les plus notables des sédiments ont été identifiés pour le ruisseau de la Mine (notamment en As et Ba). D'autres cours d'eau présentent aussi des teneurs moins élevées mais supérieures aux valeurs seuils pour les sédiments.

Pour les eaux superficielles, des anomalies ont aussi été observées sur plusieurs cours d'eau de la zone d'étude. Cependant, toutes les anomalies ne peuvent pas forcément être directement reliées aux anciennes activités de la Mine de Vaulry et Cieux. Ces anomalies peuvent être rattachées à d'anciennes exploitations de sables stannifères et/ou à des anomalies géochimiques naturelles (rapport BRGM/RP-68419-FR).

Compte tenu du point précédent, GEODERIS conseille la limitation de l'usage des eaux (pêche, baignade) et de l'accès au ruisseau de la Mine (éviter le contact avec les sédiments).

8.2.2 Mesures de gestion sanitaire

Conformément à l'instruction N°DGS/EA1/DGPR/DGAL/2017/145 du 27 avril 2017, relative à la gestion des sites pollués et de leurs impacts, nécessitant la mise en œuvre de mesures de gestion sanitaire et d'études de santé et/ou de mesures de gestion sanitaire des productions animales et végétales, les recommandations suivantes restent soumises à la validation des services de l'Etat compétents, en particulier les autorités sanitaires pour les recommandations d'ordre sanitaire.

Compte tenu des résultats sanitaires conduits, GEODERIS émet les recommandations et préconisations suivantes :

Pour la quasi-totalité des jardins d'agrément et des sols potagers testés dans l'étude, à savoir pour VLG1 à VLG7, VLB1 à VLB5, VLM1 à VLM5. Il conviendrait de mettre en place des mesures de gestion simples par information des riverains afin de :

- Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ;
- Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que :
 - Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ;
 - Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ;
 - Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ;
 - Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin.

- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (sur 30-50 cm).

Pour les produits des potagers présentant des dépassements valeurs seuils définies dans le cadre du règlement CE / européen pour le plomb, le cadmium et/ou des incompatibilités sanitaires, il serait nécessaire d'informer les résidents et de leur conseiller la réalisation de potagers hors sols avec une terre d'apport contrôlée (VLB2, VLB4, VLB5 et VLM1).

Pour les résidences dont les végétaux autoproduits sont jugés sanitaires compatibles (VLG2, VLG4, VLG6 et VLV1), une information serait également nécessaire afin que les productions de végétaux soient plutôt favorisées vers des végétaux non racinaires et testés compatibles et en rappelant les mesures de précaution avant la consommation des autoproduits (lavage, épluchage systématique, etc.).

Concernant le sol du champs et l'herbe testés pour la résidence VLB2, GEODERIS préconise d'éviter de mettre du bétail à paître sur ces parcelles. Une information des résidents en ce sens serait également nécessaire.

Concernant le chemin pédestre, VTT, motocross (avec de possibles cueillettes sauvages), l'étude a montré des incompatibilités sanitaires observées pour une fréquentation régulière d'une journée par semaine et pour tout type de cibles. Il serait souhaitable de :

- Mettre en place des mesures de gestion simples par information des riverains (type panneau de signalisation, balisage) ;
- Puis supprimer l'exposition en limitant l'accès aux zones les plus contaminées :
 - Limiter l'accès à ce chemin en contre-bas direct des dépôts ;
 - Et/ou proposer un contournement ;
 - Éviter d'aménager des aires de pique-nique, bancs à proximité, etc.).

Enfin, pour toutes les eaux testées dans le cadre de cette étude sanitaires, GEODERIS recommande :

- Pour les résidences, dont les concentrations indiquent des dépassements des seuils de la potabilité, d'informer les riverains compte tenu des usages sensibles identifiés (arrosage des potagers, eau domestique, et eau de boisson parfois) et interdire l'usage de ces eaux au profit de l'eau adductée par le réseau.
- Pour la résidence VLB5 qui a présenté de faibles teneurs en métaux sans autres anomalies pour les paramètres testés. Il serait également nécessaire qu'une information soit faite au riverain afin que des analyses type « D1 / D2 »²⁵ exhaustives soient réalisées en accord avec l'usage fait ici de l'eau.

²⁵ L'analyse de l'eau de type D1 correspond au programme d'analyse de routine effectué aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine. Elle a pour but de fournir de manière régulière des informations sur l'efficacité du traitement, notamment vis-à-vis de la désinfection ainsi que sur la qualité organoleptique, physico-chimique et microbiologique de l'eau. Selon l'arrêté du 21 janvier 2010, elle est composée d'un module :

- Microbiologique : Escherichia Coli, microorganismes revivifiables à 22°C et 36°C, entérocoques intestinaux, bactéries coliformes, spores de microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs.
- Chimique et organoleptique : température, aspect, couleur, saveur, odeur, turbidité, pH, conductivité, nitrates, chlore libre et total, fer total, aluminium et ammonium.

A noter que ce programme peut être complété par une analyse d'eau de type D2. L'analyse de l'eau de type D2 permet de mesurer la présence éventuelle de substances nocives ou indésirables dans l'eau. Elle comprend les paramètres chimiques suivants : plomb, fer total, cadmium, antimoine, chlorites, chrome, cuivre, nickel, nitrites, HAP, trihalométhanes, épichlorhydrine, acrylamide et chlorure de vinyle.

Enfin, pour les dépassements des seuils HAS (Haute Autorité de Santé) pour l'arsenic et du seuil de la Haut Conseil de Santé Public (HCSP) pour le plomb, signalés dans les sols, une information des autorités de santé compétentes pourrait être envisagée.

8.2.3 Informations et conservation de la mémoire

GEODERIS recommande de conserver la mémoire des sources de pollution identifiées à l'issue du diagnostic et la liste des parcelles impactées dans les documents d'urbanisme et les secteurs d'informations sur les sols introduits dans le cadre de la loi ALUR, et de porter à connaissance les résultats des études menées.

GEODERIS recommande par ailleurs de conserver la mémoire des sources de pollution (dépôts principaux et émergences minières) dans le plan local d'urbanisme (PLU) des communes concernées.

GEODERIS recommande d'intégrer aux SIS²⁶ les parcelles, dont la qualité chimique des sols est dégradée du fait de l'influence de l'ancienne activité minière et industrielle connexe.

²⁶ Secteurs d'Information sur les Sols

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Situation générale des Secteurs miniers identifiés à l'issue de l'inventaire DDIE sur le territoire métropolitain (Régions sur la moitié Sud de la France) et localisation de la zone d'étude de Vaulry et Cieux	11
Figure 2 : Localisation des anciennes activités extractives du titre minier de Vaulry-et-Cieux (contour rouge) ; un ovoïde bleu représente le secteur DDIE de Vaulry-et-Cieux, sur fond SCAN 25 ® IGN Touristique.....	13
Figure 3 : Localisation des 4 dépôts miniers identifiés lors de l'inventaire DDIE	15
Figure 4 : Localisation des zones de grattage des sables alluvionnaires	17
Figure 5 : Démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (MEEM, 2017)	18
Figure 6 : Contexte topographique des Mont de Blond et du secteur de Vaulry-Et-Cieux (Source : https://fr-fr.topographic-map.com/maps).....	20
Figure 7 : Carte d'occupation des sols (Corine Land Cover 2018 – Source : Géoportail).....	21
Figure 8 : Situation des rivières et ruisseaux au droit du titre minier de Vaulry-et-Cieux.....	22
Figure 9 : Réseau hydrographique de la zone d'étude (Scan IGN).....	23
Figure 10 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappe – Zone Nord de l'étude.....	25
Figure 11 : Sensibilité aux inondations par remontée de nappe – Zone Sud de l'étude	25
Figure 12 : Extrait de la carte géologique de la France au 1/50 000 montrant les formations géologiques et les failles qui affleurent (BRGM n°663 ET 664) et affichage du titre minier, des filons et des zones de grattage Hydrogéologie	29
Figure 13 : Entités hydrogéologiques BDLISA identifiées dans le secteur d'étude.....	32
Figure 14 : Localisation des Zones naturelles d'Intérêts écologiques, faunistiques et floristiques (ZNIEFF type I et II).....	35
Figure 15 : Concentrations en As mesurées dans les sédiments de fond de vallon.....	36
Figure 16 : Cartographie synthétique des sédiments en As, W et Sn (Source : Géoderis).....	37
Figure 17 : Laverie de Vaulry vers 1913 et Chevalement du puits de la Garde en 1944.....	44
Figure 18 : Ancien four à arsenic de Vaulry (pas de date précise retrouvée)	44
Figure 19 : Plan des Mines de Vaulry – 1911 (Source : Archives Municipales de Vaulry).....	47
Figure 20 : Localisation des travaux miniers de la concession de Vaulry-et-Cieux	49
Figure 21 : Scan 3D des fouilles/fosses F3 et F4 et des aires de traitement du minerai découvertes.....	51
Figure 22 : Projet de bocard et laverie sur le moulin des Planches de la Glayeule – 1819 (Source : Archives Départementales de Limoges).....	53
Figure 23 : Plan général et coupe du Moulin des Planches – date inconnue (Source : Archives Départementales de Limoges).....	53
Figure 24 : Plan de développement et zoom du projet d'usine / bocard et de la laverie sur la Glayeule – 1819.....	54
Figure 25 : Installation de surface des lieux-dits de la Mine et de la Garde.....	56
Figure 26 : Localisation des captages AEP actifs, AEP abandonnées, points d'eau recensés dans la BSS et puits échantillonnés dans le secteur d'étude (Sources ADES et BSS)	59
Figure 27 : Emplacement des captages AEP actifs, plus exploité et périmètre de protection (Source : service de l'ARS)	62
Figure 28 : Schéma conceptuel préliminaire.....	67
Figure 29 : Localisation des prélèvements des Environnements Locaux Témoins (ELT) – (Source : INERIS).....	72
Figure 30 : Localisation des points de mesure / prélèvements environnementaux (eaux de surface SU, eaux souterraines SO et sédiments SED / Hautes Eaux HE et Basses Eaux BE) - Zone Nord.....	97
Figure 31 : Localisation des points de mesures / prélèvement environnementaux (eaux de surface SU, eaux souterraines SO et sédiments SED / Hautes Eaux HE et Basses Eaux BE) - Zone Sud	98
Figure 32 : Synthèse des résultats en arsenic pour les eaux souterraines et superficielles de 2017 à 2019 – Zone Nord.....	108

Figure 33 : Synthèse des résultats en arsenic pour les eaux souterraines et superficielles de 2017 à 2019 – Zone Sud.....	109
Figure 34 : Schéma conceptuel de Vaulry et Cieux Emprise de l'étude sanitaire.....	119
Figure 35 : Champs ayant fait l'objet de prélèvements, suite à la reconnaissance des usages	121
Figure 36 : Localisation des prélèvement réalisés pour le volet sanitaire Vaulry La Garde .	122
Figure 37 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaire Vaulry La Burjade	122
Figure 38 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaire Vaulry La Mine .	123
Figure 39 : Localisation des prélèvements réalisés pour le volet sanitaires Vaulry La Vergne et CVTT.....	123

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Extrait des scores de risques des 4 dépôts du secteur de Vaulry-et-Cieux	14
Tableau 2 : Compositions minéralogiques des principales minéralisations du secteur de Vaulry-et-Cieux (Source : Aubert&Burnol, 1990)	27
Tableau 3 : BASIAS et BASOL.....	34
Tableau 4 : ZNIEFF de type I et II	34
Tableau 5 : Analyse statistique des données sédiments de l'inventaire minier du territoire national en vue de déterminer un fond géochimique naturel régional	38
Tableau 6 : Gamme de valeur existantes dans le programme ASPITET de l'INRA	38
Tableau 7 : Valeurs seuil utilisées pour la réévaluation des sols et résidus	39
Tableau 8 : Synthèse de l'historique minier détaillé de la concession de Vaulry-et-Cieux.....	45
Tableau 9 : Captage AEP recensés dans le secteur couvert par le titre minier de Vaulry-et-Cieux (Source : http://www.adeseaudefrance.fr).....	57
Tableau 10 : Gamme de teneurs des fonds pédo-géochimiques par formation (en mg/kg, mesure XRF corrigées - Source : BRGM).....	71
Tableau 11 : Principaux résultats des ELT	73
Tableau 12 : Tableau de synthèse de l'échantillonnage effectué – Volet environnemental...79	
Tableau 13 : Synthèse des prélèvements de sols effectués pour les 3 types d'usage retenus	81
Tableau 14 : Synthèse des prélèvements d'eau réalisés sur le périmètre d'étude pour le volet sanitaire	81
Tableau 15 : Synthèse des principaux résultats analytiques des sols et résidus de traitement par ICP – BRGM 2018.....	85
Tableau 16 : Synthèse des sources de contamination et milieux de transfert avec principales données analytiques	94
Tableau 17 : Synthèse résultats analytiques des eaux souterraines – HE BE 2019	99
Tableau 18 : Synthèse des résultats analytiques des eaux superficielles – HE BE 2019 ½	103
Tableau 19 : Synthèse des résultats analytiques des eaux superficielles – HE BE 2019 2/2	104
Tableau 20 : NQE en vigueur pour les principaux ETM	106
Tableau 21 : Normes de Qualité Environnementales – Eaux de surfaces intérieures pour les substances considérées	107
Tableau 22 : Synthèse des résultats analytiques des sédiments – HE 2019	110
Tableau 23 : Intervalle de gestion des risques et interprétation des résultats sanitaires	114
Tableau 24 : Synthèse des voies de transfert et d'exposition retenues pour l'étude sanitaire	118
Tableau 25 : Synthèse des VTR sélectionnées pour la voie « Ingestion » exposition chronique utilisées pour l'étude.....	125
Tableau 26 : Classes d'âge par durée d'exposition et masses corporelles	126
Tableau 27 : Résultats des calculs sanitaires pour les scénarii retenus (Source Géoderis) 140	

BIBLIOGRAPHIE

RILLARD J. (2020) – Rapport de suivi des campagnes hydrogéochimique de basses eaux du secteur de l'ancien site minier de Vaulry-et-Cieux (87) Rapport BRGM/RP-69639-FR, 27 p., 7 ill., 4 ann.

INERIS (2019) – Etude sanitaire et environnementale : secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87) – Etude basée sur l'interprétation de l'état des milieux volet sanitaire – Rapport final INERIS-DRC-19-175358-02952B

AUGER P. (2019) – Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XL3t 800 sur le secteur minier de Vaulry-et-Cieux situé dans le département de la Haute-Vienne – Source de pollution – Rapport BRGM /2019-005-PA-LAB-EXP

LEMIERE, B., JACOB, J. (2019) – Etude sanitaire et environnementale sur le secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87) - Etude du fond pédo-géochimique. Rapport BRGM/RP-68363-FR, 66 p., 32 fig., 3 ann.

RILLARD J., 2018 – Étude hydrogéologique de l'ancien secteur minier de Vaulry-et-Cieux (87). Rapport BRGM/RP-68419-FR, 31 p., 9 ill.

GEODERIS (2018) – Etude d'orientation C- sur la région Nouvelle-Aquitaine, Synthèse de l'étude effectuée sur le secteur de Vaulry-et-Cieux (87) RAPPORT S 2018/028DE - 8LIM24010

WADLEY M. (2017) – Evaluation de l'impact sanitaire et environnemental de la mine polymétallique de Vaulry-et-Cieux, Haute Vienne – étude d'impact suivie d'une analyse approfondie du tungstène en contexte minier (rapport de stage)

MELLETON J., RILLARD J. (2017) – Etude de l'anomalie géochimique naturelle en arsenic aux alentours des communes de Breuilaufa, Vaulry-et-Cieux (Haute-Vienne). Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-68131-FR 20p. 7 ill.

GEODERIS (2016) - Suites données à l'inventaire DDIE Actualisation méthodologique Introduction de la catégorisation des secteurs. Rapport GEODERIS N2016/025DE - 16NAT24010

ANSES (2010) - Etat des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage

BRGM (2009) - Concession de Vaulry-et-Cieux (Haute-Vienne). Étude informative avec volet environnement et évaluation des aléas miniers mouvements de terrain. Rapport final. BRGM/RP-57579-FR

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Travaux issus de la Directive sur les Déchets de l'Industrie Extractive

Annexe 2 : Fiches masses d'eau

Annexe 3 : Investigations effectuées dans le cadre de l'étude d'orientation 2017

Annexe 4 : Fond pédo-géochimique 2018

Annexe 5 : Environnements Locaux Témoins

Annexe 6 : Prélèvements Volet Environnemental

Annexe 7 : Prélèvements Volet Sanitaire

Annexe 8 : Bordereaux analytiques 2018-2019 et Figures de localisation des investigations et des anomalies

Annexe 9 : Valeurs Toxicologiques de Référence et paramètres d'exposition

Annexe 10 : Fiches foyers

Annexe 11 : Incertitudes

ANNEXES

Annexe 1

Travaux issus de la Directive sur les Déchets de l'Industrie
Extractive

1 INVENTAIRE DDIE

Sur le secteur de Vaulry et Cieux, quatre dépôts, situés en zone rurale ont été cartographiés et référencés lors de l'inventaire DDIE.

Nom secteur	Classement Environnemental	N° Tas	N° Titre	Nom Titre	Substance exploitée	SR pop	SReaux sout.	SReaux sup.	SR Faune/Flore
VAULRY-ET-CIEUX	C-	87_0027_a_T1	87SM0027	VAULRY-ET-CIEUX	Tungstène	5	8	3	5
		87_0027_c_T1				3	3	3	1
		87_0027_b_T1				-	-	-	-
		87_0027_d_T1				-	-	-	-

Tableau 1 : Extrait des scores de risques des 4 dépôts du secteur de Vaulry et Cieux

Les dépôts 87_0027_b_T1 et 87_0027_d_T1, d'un volume inférieur à 500 m³ et constitués de stériles de creusement de forte granulométrie, n'ont pas été scorés conformément à la méthodologie DDIE.

Les quatre principaux dépôts recensés se trouvent sur les communes de Vaulry et Breuilaufa et sont localisés sur la figure suivante.

Trois types de dépôts ont été recensés sur Vaulry et Breuilaufa. Il s'agit de stériles francs issus de l'encaissant filonien, de stériles de minerai pauvre et de résidus de traitement.

Dans les vallées alluviales rayonnantes autour du massif des Monts du Blond, aucun dépôt minier n'a été identifié sur Vaulry, Blond et Cieux.

Les principaux dépôts relevés sur le secteur d'étude sont :

- Le dépôt 87_0027_a_t1 composé de résidus de traitement. À l'issue du traitement du minerai, les résidus étaient stockés à proximité immédiate de l'usine, couvrant une étendue d'au moins 1,5 ha. Son volume est estimé à plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes ;
- La zone de dépôt 87_0027_c_t1 située autour du puits de la Garde. Lors de l'exploitation, le minerai tout venant remontait, et était trié par scheidage. Quatre tas composés de stériles et minerais pauvres sont visibles dans la topographie : le tas le plus proche du puits la Garde forme un cône assez régulier d'environ 4 à 5 m de haut, et les trois autres atteignent 2 m de hauteur. Ces dépôts sont recouverts d'une épaisse couche végétale herbeuse et plantés de bouleau, sans traces de ravinement. Il est possible que le couvert végétal dense masque une partie de la zone de dépôt qui pourrait être plus vaste ;

- Les deux zones de dépôts 87_0027_b_t1 et 87_0027_d_t1. Il s'agit de haldes de creusement issues de l'encaissant filonien, composés de roches quartzzeuses avec de rares éléments minéralisés visibles. Ces dépôts sont localisés à proximité de certains ODJ¹ en forêt. Leur épaisseur semble faible (moins d'un mètre en général et au plus 1,5 m). Toutefois, il est possible que le couvert végétal dense masque une partie des zones de dépôt qui pourraient être plus vastes.

La localisation de ces dépôts est indiquée ci-après.

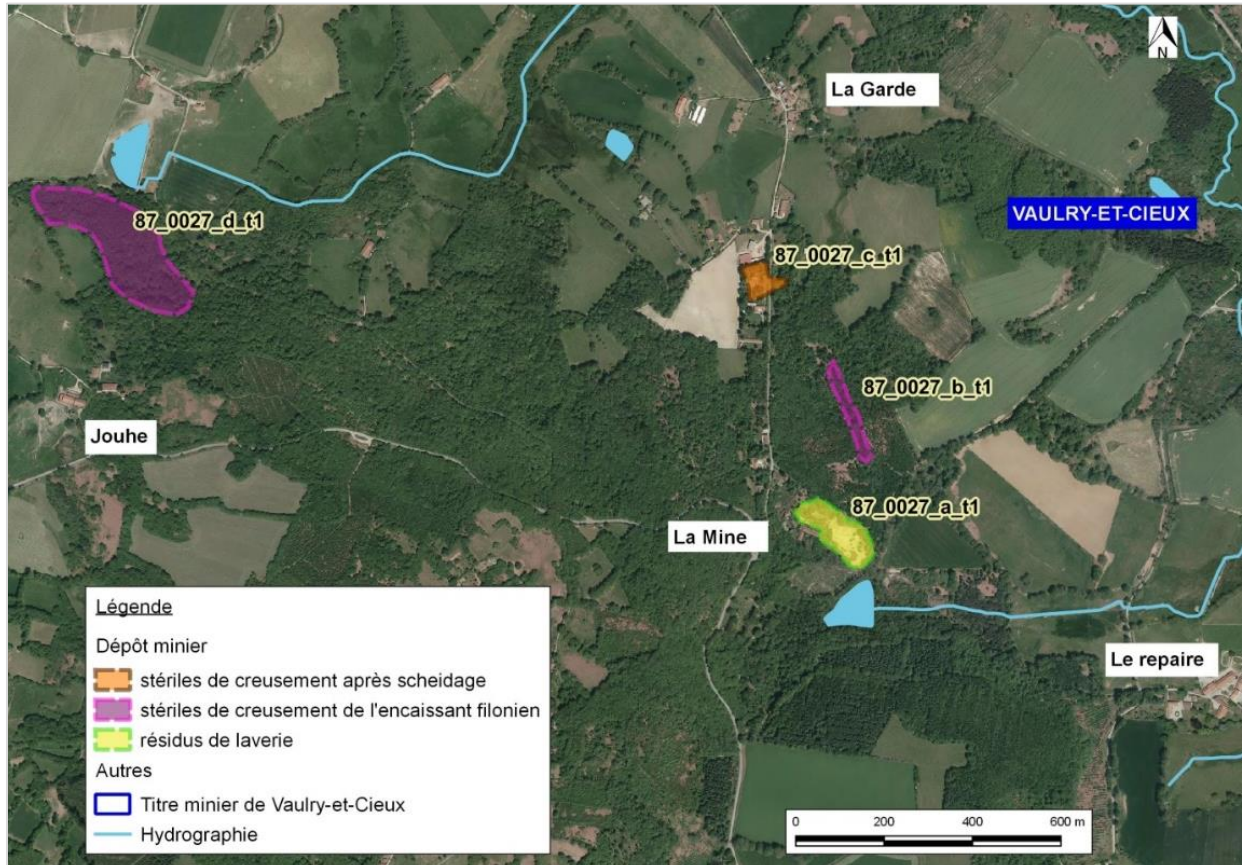


Figure 1 : Localisation des 4 principaux dépôts identifiés lors de l'inventaire DDIE

¹ Ouvrage Débouchant au Jour (ex : ancienne galerie / puits non sécurisé)

2 DESCRIPTIONS

Description et configuration du dépôt principal des résidus de traitement (87_0027_a_t1) :

Ce dépôt en forme de langue de 200 m de longueur pour 70 m de largeur est orienté nord-ouest/sud-est et s'étend de l'ancien four à arsenic jusqu'à proximité de l'étang de la Mine. L'exutoire de cet étang est le ruisseau de la Mine qui rejoint à 1 500 m la rivière Glayeule.

Le dépôt présente depuis plusieurs décennies des sols majoritairement à nus. Seuls les abords de bâtiments et les anciens bassins de décantation ont été recolonisés par la végétation (partie amont du dépôt).

D'une manière générale, les matériaux constituant le dépôt se composent de fines présentant une teinte gris clair avec quelques déchets de charbon et scories à veinules bleu-vert (sulfate de cuivre). Sur le flanc nord du bâtiment de traitement du wolfram, la teinte des résidus vire localement à une couleur rouge violet résultant des opérations de brûlage de la pyrite.

Des traces de ravinements sont observées à la surface du dépôt dans les matériaux fins.



Figure 2 : Photographies du dépôt principal des résidus de traitement (87_0027_a_t1 – N004, 2018)

La zone de dépôt est délimitée en aval par une petite digue (moins de 1,5 m de hauteur) située à l'amont immédiat d'un chemin de terre carrossable. Cette digue présente une brèche à travers laquelle des résidus de traitement transitent par ruissellement lors d'épisodes pluvieux intenses et s'épandent ensuite vers l'aval.

A noter que des traces de passage de deux roues motorisés type motocross sont relevées au niveau de la brèche. Leur passage répété a pu concourir à l'ouverture et/ou l'agrandissement de cette dernière.



Figure 3 : Photographie de la brèche dans la digue de retenue du dépôts (87_0027_a_t1 – N007, 2018)

En aval immédiat de cette brèche, des résidus de traitement recouvrent la bordure d'un champ de céréales (photo ci-dessous). La végétation semblait impactée et peinait à s'épanouir sur ces matériaux fins de couleur grise dont l'épaisseur n'a pas été mesurée.

L'examen du terrain dans ce secteur indique que la zone d'épandage de matériaux en provenance du dépôt occupe une surface d'au moins 0,25 ha et est probablement ancienne.

En contrebas du champ, plusieurs axes d'épandages sont observés dans le talweg du ruisseau de la Mine.



Figure 4 : Photographie des zones d'épandage des résidus de traitement en aval des dépôts (EDA, 2009)

Le dépôt de résidus de traitement est composé de matériaux susceptibles de contenir des teneurs non négligeables en métaux et métalloïdes tels que l'arsenic, le cuivre, l'étain et le tungstène.

La présence d'une brèche dans la petite digue de confinement du dépôt et les matériaux gris fins relevés en aval du dépôt dans un champ et dans la vallée du ruisseau de la Mine indiquent que des résidus de traitement sont transportés par ruissellement hors du dépôt et peuvent directement impacter les milieux naturels à l'aval. Ce dépôt constitue donc la principale source de contamination potentielle majeure du secteur d'étude.

Les autres dépôts, composés de stériles de creusement à plus forte granulométrie et en grande partie sous couvert végétal, sont a priori moins impactant pour l'environnement. Ces dépôts peuvent toutefois contenir des teneurs importantes (plusieurs centaines de ppm) en métaux et métalloïdes tels que l'arsenic, le cuivre, l'étain et le tungstène.



Figure 5 : Photographies d'une verse de stérile faisant plateforme de remblais dans un versant forestier et d'une verse de stérile de creusement (Géoderis, 2009)



Figure 6 : Photographie du principal dépôt de stérile autour du carreau de la Garde (Géoderis, 2009)

Une autre zone importante est à prendre en considération : l'ancien four de grillage pour l'arsénopyrite. La mesure Niton qui y a été faite par le BRGM en 2009 a montré une teneur en arsenic supérieure à 3000 mg/kg. L'appareil étant conçu pour évaluer des teneurs en éléments traces, l'arsenic est présent ici en trop grande quantité pour que cette mesure soit vue comme une valeur absolue. Elle montre seulement que cette partie de la zone d'étude semble très concentrée en arsenic. Il est probable qu'il y reste encore des cendres potentiellement à fortes teneurs.

Remobilisation potentielle et évolution des résidus de traitement du dépôt 87 0027 a t1 :

Par ailleurs, une comparaison entre les photographies aériennes récentes et passées a été effectuée et permet de mettre en évidence l'instabilité du dépôt de résidus de traitement au cours du temps. La figure suivante a été réalisée par le géoréférencement des photographies et la photo-interprétation des dimensions du dépôt. Elle met en évidence le changement de délimitation du dépôt, depuis l'arrêt de l'exploitation (1949) jusqu'en 2010. A noter que les photographies aériennes plus récentes (2016) ne montrent pas de changement majeur dans la délimitation du dépôt, mais uniquement une densification importante de la végétation alentour.

Cette carte montre que le dépôt est instable : au fil du temps les résidus transitent du NW vers le SE comme représenté par la flèche bleue. Ceci a notamment contribué à diminuer sensiblement la végétation présente en aval du cône de déjection. De plus, ils tendent à rejoindre l'étang de La Mine, le ruisseau qui relie ce-dernier à la Glayeule, et le champ de maïs situé en contrebas du site (champ triangulaire sur la carte).

Les teneurs mesurées dans les sédiments du ruisseau de la Mine, proche du hameau du Repaire, montrent qu'une fois les particules déposées dans l'étang ou le ruisseau, leur transfert continue vers l'aval par l'intermédiaire du réseau hydrologique. Il serait donc intéressant d'évaluer si possible le linéaire hydrologique impacté.



Figure 7 : Evolution du dépôt de résidus de traitement depuis l'arrêt de l'exploitation 1960-2010

On remarque également un rétrécissement du dépôt blanc visible sur les côtés (symbolisé par les flèches blanches). Les observations des photos aériennes confirment que le dépôt a été par le passé plus étendu ou qu'une migration a pu avoir lieu.

Il est possible que la migration des résidus écotoxiques vers le SE permette la reprise des bords du dépôt par la végétation grâce à une diminution de la quantité de résidus. La progression et la densification de la forêt permet ainsi de stabiliser les résidus grâce au réseau racinaire et de limiter la propagation éventuelle de poussières grâce à un feuillage haut et dense

Evolution de l'étang de la Mine proche du dépôt 87 0027 a t1 :

Une synthèse des données historiques et photographies aériennes a également été réalisé pour l'étang de la Mine. Celui-ci n'existerait que depuis les années 70 et semble avoir été artificiellement créé.



Sans date : étang de la mine semble en deux parties avec canal / petit cours d'eau. Il est possiblement à une autre localisation (plus au Nord ?)



1950 : étang non visible, ce sont des champs



1960 : pas d'étang



1969 : l'étang semble en cours de terrassement



1978 : l'étang de la Mine existe et est en eau



2010 : étang de la Mine est présent au sud du chemin VCTT

**Tableau 2 : Evolution de l'étendue de l'étang de la Mine
(Sources : Archives Départementales de Limoges et IGN)**

Autres dépôts DDIE – stérile de creusement (dépôts 87_0027_b, c et d t1) :

D'autres zones de dépôts mises en évidence depuis l'inventaire DDIE puis lors de l'EDA de 2009 sont à prendre en compte également (87_0027_c_t, 87_0027_b_t et 87_0027_d_t). Elles sont composées de stériles liés à l'extraction du minerai et de minerais pauvres. Bien qu'elles présentent des teneurs en métaux et métalloïdes nettement inférieures à celles des résidus de traitement (dépôt principal), elles restent au-delà des teneurs habituellement rencontrées dans un sol normal.

Autres dépôts /sources plus anciens :

Enfin, à proximité de ces sources ponctuelles, il existe des sources potentielles plus diffuses, liées aux travaux anciens. En effet, il ne reste aucune trace de ces activités passées.

Nous savons toutefois, de par la présence d'archéologues miniers sur site (association Stannifactum), que des vestiges de cette période d'exploitation ont été trouvés à l'ouest du hameau du Repaire. Ce type de zone est une source potentielle de pollution métallique, à cause de la présence de fours et de fosses d'exploitation.

De la même manière, il ne reste que peu ou pas de traces sur les processus utilisés lors des travaux de grattages alluvionnaires moins anciens. L'exploitation des gisements alluviaux ayant duré plusieurs siècles, les méthodes appliquées ont a priori été nombreuses et variées.

Annexe 2

Fiches masses d'eau

SDAGE 2016-2021 et caractéristiques de la masse d'eau

	Obj. écologique	Délai écologique	Type de la ME	Naturelle		Département(s) concerné(s)	87
Sdage 2016-2021	Bon Etat	2021	Superficie en km²	287		Commission territoriale	Vienne - Creuse
Sdage 2010-2015	Bon Etat	2015	1ère ME sout rencontrée	FRGG056	Massif Central BV Gartempe	Sage	Hors SAGE

Caractérisation état des lieux Sdage 2016-2021

Risque Global	Risque
Morphologiques	Risque
Obstacles à l'écoulement	Risque
Hydrologiques	Risque
Macropolluants ponctuels	Respect
Nitrates diffus	Respect
Pesticides	Respect

Pressions à l'origine du risque hydrologie

Drainage	2
Imperméabilisation	0
Volume consommé 2009	1
Interception plans d'eau	3
Prélèvements eaux souterraines	0

Evolution de l'état de la masse d'eau

	2013	2011	2010
Etat Ecologique validé	4	3	3
Niveau de confiance validé	3	3	3
IBD	4	3	3
IBG	2	2	2
IBGA			
IBMR			
IPR	2	2	2
O2 dissous	1	1	2
Taux sat/O2	2	2	2
DBO5	2	1	1
COD	3	3	4
PO4 3-	2	2	2
Phos Total	2	2	2
NH4+	2	2	2
NO2-	1	2	2
NO3-	1	2	2

Catégorie d'évaluation 2013	mesuré
Physico-chimie modélisée	non
Station représentative (oui/non, oui* ou ouit=retenu temporairement)	oui
Numéro station	4095000
Localisation	PONT AU LD CHELIPAUX
COD en exception	sans COD

Zonages concernant la masse d'eau

CT pollutions diffuses	CT milieux aquatiques	CT gestion quantitative	Liste 2	Nombre d'OBEC
GARTEMPE	GARTEMPE			39
	ZRE aquifère	ZRE hydrographique	Zonage 7B Sdage	
			7B-2	

Prélèvements données 2013

	Eaux de surface		Eaux souterraines	
	Nbre de prélèvements	Somme des débits (AEP) ou volume en	Nbre de prélèvements	Somme des débits (AEP) ou volume en m3
AEP	1	1 600	14	948
Agriculture	7	235 425	0	0
Industries	1	9 224	0	0

Rejets ponctuels dans la masse d'eau données 2013

	Nombre de rejets	Sommes des EH ou des flux DBO5
Domestiques	26	22 138
Industriels	2	25

Captages prioritaires

Nombre de captages prioritaires	
Noms captages prioritaires	
Natures des ressources (ESO : souterrain, ESU : surface)	
Noms aire d'alimentation de captage de surface*	

* selon disponibilité de l'information

Montant des mesures PDM pour le ou les points de captages situés dans la masse d'eau de surface* :

* pour les captages souterrains le montant de ces mesures n'est pas réintégré dans les montants des mesures PDM à l'échelle de la masse d'eau de surface

Répartition des montants des mesures du PDM 2016-2021 à l'échelle de la masse d'eau de surface

Agriculture	0 €	0%
Assainissement	1 865 000 €	53%
Gouvernance	0 €	0%
Industries	0 €	0%
Milieux aquatiques	1 625 000 €	47%
Ressources	0 €	0%
TOTAL	3 490 000 €	100%

Ensemble des mesures à la ME ASS01;ASS0302;ASS13;MIA02;MIA03;MIA0401

Mesures PDM 2016-2021 concernant la masse d'eau de surface mais à une autre échelle

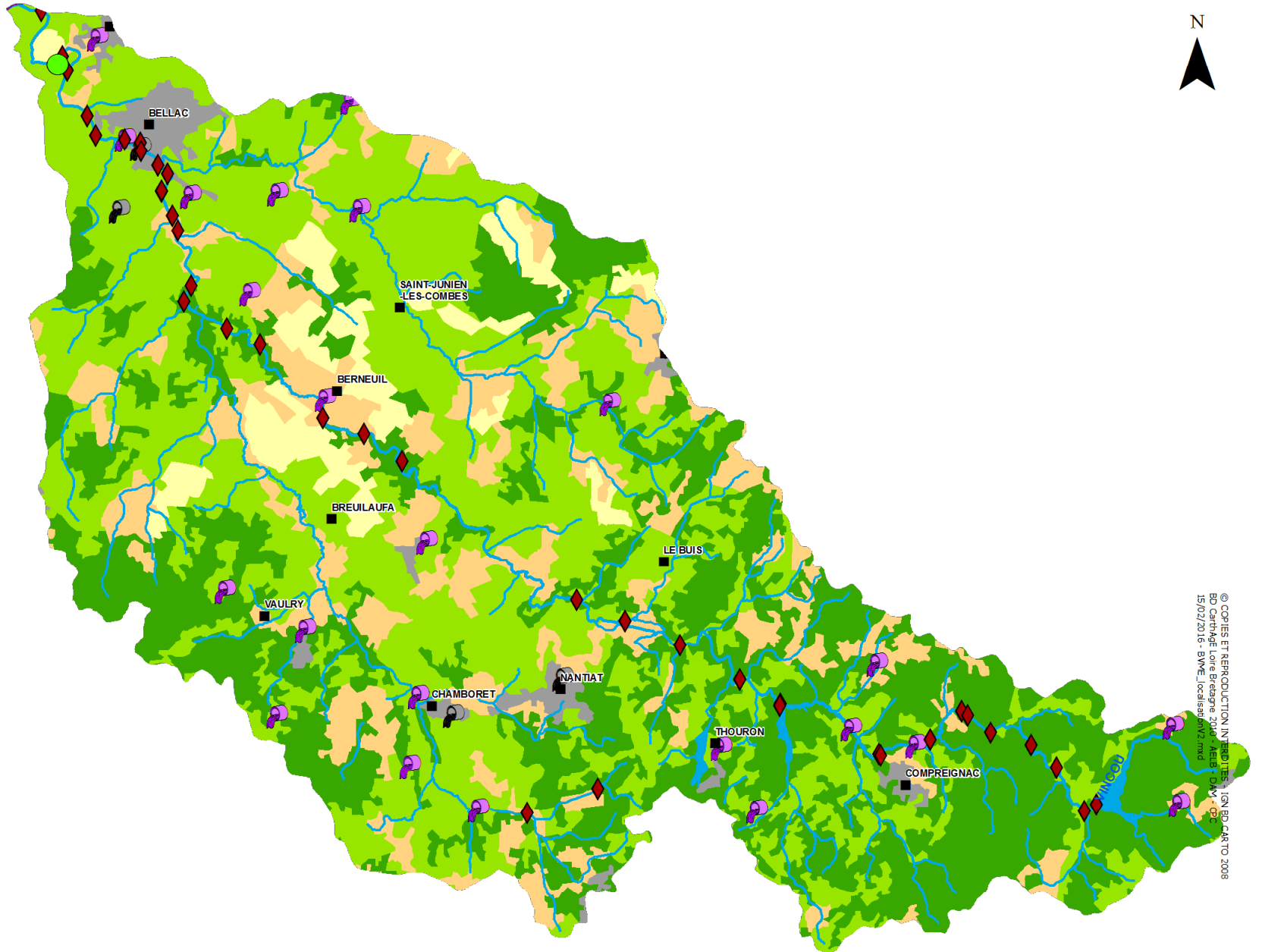
	SAGE	CT
Agriculture		0 €
Assainissement		0 €
Gouvernance		0 €
Milieux aquatique		900 000 €
Ressources		0 €
TOTAL		900000
Ensemble des mesures sur le territoire	non concernée	GOU - MIA120102;MIA0401

Localisation, occupation du sol et ouvrages

- Communes
- Classement liste 2
- Cours d'eau
- Limites départementales
- Stations état 2013**
- non représentative
- représentative
- Rejets**
- Rejets STEP collectivités
- Rejets STEP industriels
- OBEC**
- ◆ OBEC ROE
- Occupation du sol**
- Territoires urbanisés
- Prairies
- Terres arables
- Zones agricoles hétérogènes
- Cultures permanentes (vergers, vignobles...)
- Forêts et milieux semi-naturels
- Eaux continentales

Sources : Corine Land Cover 2012, ROE 2015, AELB 2013

0 2 4
Km





Bassin Loire-Bretagne
Bassin de la Vienne
Affluent de la Vienne
Longueur : 42 km
Bassin versant : 311 km²
Source : BD CARTHAGE®

La GLANE

Directive Cadre sur l'eau.

La directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau, communément appelée Directive cadre sur l'eau (DCE) a pour objet de définir des masses d'eau, unité d'évaluation de la DCE, agrégation des tronçons élémentaires qui la compose et appartenant à une seule hydroécocorégion.

La Glane est dans la masse d'eau « La Glane et ses affluents depuis sa source jusqu'à la confluence avec la Vienne » (code européen FRGR0382).

Hydrométrie

Les débits caractéristiques de la Glane sont mesurés à la station hydrométrique de Saint-Junien (code L0813010) ; *Cf. Rubrique Hydrométrie.*

Qualité

La Glane a été affectée d'un objectif de qualité 1 B (bonne qualité) jusqu'à la retenue du Dérot (commune de Saint-Junien) où l'objectif passe à 2 (qualité passable) jusqu'à la confluence avec la Vienne ; elle est classée en deuxième catégorie piscicole entre le pont du Dérot et son confluent avec la Vienne.

Il n'y a pas de station du Réseau National de Bassin (RNB) sur la Glane. Les études de qualité réalisées par la DIREN Limousin portent sur l'ensemble de son cours et de ses affluents (1985) et en amont de Saint-Junien (1988 et 1990). Une autre étude a été réalisée au niveau du site du limnigraphe par la DIREN Limousin pour le compte de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne en 1994 et 1999 (ZAR Val de Vienne).

Un réseau départemental (RCD), complémentaire au Réseau National de Bassin (RNB) mis en œuvre depuis mai 2001 selon un protocole Agence de l'Eau Loire-Bretagne - Conseil Général de la Haute-Vienne, dispose d'un point de mesure sur la Glane à l'amont d'Oradour-sur-Glane (code 04080830) ; les résultats sont à demander au Conseil Général de la Haute-Vienne (Direction du Développement, Service Eau et Assainissement, 43, avenue de la Libération, 87000 LIMOGES, tél 05.55.45.10.10). Avec la mise en place de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), cette station a été maintenue et intégrée au Réseau de Contrôle de Surveillance (DCE-RCS).

Pour en savoir plus : « La qualité des cours d'eau en Limousin, 10 années de suivi 1997 à 2006, Exploitation des données du Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux », Plaquette DIREN Limousin, 26 pages ; *Cf. Rubrique Qualité des eaux superficielles.*

Atlas de zones inondables

Un atlas des zones inondables de la Glane (de Nieul à la confluence avec la Vienne) a été réalisé par BCEOM en 2004 ; il concerne une longueur de cours d'eau de 35,7 km.

Intérêt écologique et patrimonial

Deux sites inscrits sont liés à la Glane : Vallée de la Glane à Nieul (27 décembre 1982) et Vallée de la Glane à Saint-Junien (16 mai 1989 ; à noter que la ZNIEFF de type I Vallée de la Glane au site Corot qui reprend les limites du site inscrit présente des intérêts ornithologiques et floristiques) ; *Cf. Rubriques Nature\ZNIEFF et Sites et Paysages.*

L'étude menée par la Délégation Régionale Auvergne-Limousin du Conseil Supérieur de la Pêche (brigades départementales de la Corrèze, Creuse et Haute-Vienne) pour la DIREN Limousin en juillet 1998 : « Présence de l'écrevisse à pattes blanches

Austropotamobius pallipes en Limousin, propositions de sites Natura 2000 » a fait état de la présence de cette espèce protégée par la Directive Habitat dans un affluent de la Glane.

Les principaux affluents de la Glane ont été affectés d'un objectif de qualité 1 B (bonne qualité) : le **Glanet** (Longueur : 17 km), la **Vergogne** (ou Ruisseau de Pranaud, Longueur : 16 km, à l'aval de la ZNIEFF de type I Etang de Cieux), le **Ruisseau de l'Oncre** (ou Ruisseau du Brudoux dans sa partie amont ; Longueur : 12km, à l'aval de la ZNIEFF de type I Etang de Fromental et chaos rocheux de la Roche aux Fées).

Mise à jour : juillet 2008



Bassin Loire-Bretagne
Bassin de la Gartempe
Affluent de la Gartempe
Longueur : 52 km
Bassin versant : 286 km²
(y compris Bazine et Glayeule)
Source : BD CARTHAGE®

Le VINCOU

Directive Cadre sur l'eau.

La directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire de l'eau, communément appelée Directive cadre sur l'eau (DCE) a pour objet de définir des masses d'eau, unité d'évaluation de la DCE, agrégation des tronçons élémentaires qui la compose et appartenant à une seule hydroécocorégion.

Le Vincou est dans la masse d'eau : « Le Vincou et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Gartempe » (code européen FRGR0418).

Hydrométrie

Les débits caractéristiques du Vincou sont mesurés à la station hydrométrique de Bellac (code L5223020) ; Cf. *Rubrique Hydrométrie*. Cette station succède à celle (code L5223010) en service entre 1966 et 1989.

Qualité

Le Vincou a été affecté d'un objectif de qualité 2 (qualité passable) dans sa partie amont (dans les Monts d'Ambazac jusqu'à Compreignac), puis 1 B (bonne qualité) jusqu'à l'amont de Bellac ; il redevient 2 (qualité passable) puis 1 B (bonne qualité) à l'aval de Bellac jusqu'à la confluence avec la Gartempe. Il est classé en deuxième catégorie piscicole en aval du pont SNCF de la Roche Corbière (commune de Bellac). L'étude de qualité la plus récente réalisée par la DIREN Limousin sur le Vincou date de 1999 ; elle porte sur l'ensemble de son cours et de ses principaux affluents.

Le point de mesure du Réseau National de Bassin (RNB) du Vincou est situé à l'aval de Bellac (code 95000).

Le réseau départemental mis en œuvre depuis mars 2001 par le Conseil Général de la Haute-Vienne selon un protocole Agence de l'Eau Loire-Bretagne - Conseil Général de la Haute-Vienne a un point de mesure sur le Vincou à Thouron (à l'aval des plans d'eau de Thouron et Compreignac, code 94200). Les données correspondantes sont à demander au Conseil Général de la Haute-Vienne (Direction du Développement, Service Eau et Assainissement, 43, avenue de la Libération, 87000 LIMOGES, tél 05.55.45.10.10).

Les études menées par le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP¹) Auvergne-Limousin et les Fédérations des AAPPMA, à la station du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP) du Vincou à Thouron (lieudit « Pont de la Croix-Batissou ») font état d'une situation des peuplements perturbés en 1994 et 1997 et dégradé en 1999. Est considéré comme perturbé un état pour lequel l'abondance des espèces sensibles diminue, et celle des espèces résistantes est normale ou même plus forte que la normale ; des espèces atypiques peuvent être présentes. Est considéré comme dégradé un état pour lequel des espèces sensibles ont disparu. L'abondance des espèces résistantes peut être plus faible que la normale. Les espèces atypiques peuvent être nombreuses et abondantes. Toutes informations complémentaires peuvent être demandées à cet organisme (ONEMA Auvergne-Limousin, Marmilhat, 63370 LEMPDES ; tél 04.73.90.26.26).

¹ Devenu Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) par décret du 25 mars 2007 en application de la loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006.

Avec la mise en place de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), le réseau qualité devient le suivant :

Réseaux de mesures de la qualité des eaux superficielles en Limousin en 2008

Code station	Localisation générale	Ancien réseau	Réseau 2008
04094200	Aval plans d'eau, Thouron et Compreignac	RCD-RHP	DCE-RCS (contrôle de surveillance)

Pour en savoir plus : « La qualité des cours d'eau en Limousin, 10 années de suivi 1997 à 2006, Exploitation des données du Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux », Plaquette DIREN Limousin, 26 pages ; *Cf. Rubrique Qualité des eaux superficielles.*

Atlas de zones inondables

Un atlas des zones inondables du Vincou entre Bellac et Peyrat-de-Bellac (10,1 km) a été réalisé par le Laboratoire des Ponts et Chaussées (LRPC) de Clermont-Ferrand en 2001.

Intérêt écologique et patrimonial

Le Vincou, dans son cours amont, traverse la ZNIEFF de type II des Monts d'Ambazac et de la vallée de la Couze, puis la ZNIEFF de type I de l'Etang de la Crouzille ; il traverse ensuite la ZNIEFF de type II des Etangs de la région de Thouron ; *Cf. Rubrique Nature\ZNIEFF.* Seul le site inscrit du Centre ancien de Bellac (15 novembre 1985) est parcouru par le Vincou ; *Cf. Rubrique Nature\Sites.*

Les principaux affluents du Vincou (**Bazine** et **Glayeule**) ont été affectés d'un objectif de qualité 1 B (bonne qualité) sur l'ensemble de leur cours et classés en première catégorie piscicole ; la vallée de la Glayeule a été recensée en ZNIEFF de type I (*Cf. Rubrique Nature\ZNIEFF*) et fait partie de la zone Natura 2000 de la Gartempe (numéro SPN 7401147, dont le document d'objectif (DOCOB) a été approuvé le 7 octobre 2003, opérateur CREN, *Cf. Rubrique Nature\Natura 2000*).

Mise à jour : novembre 2008

Annexe 3

Investigations effectuées dans le cadre de l'étude d'orientation
2017

Les sections suivantes sont basées principalement sur l'Etude d'orientation C- sur la région nouvelle Aquitaine – Synthèse de l'étude effectuée sur le secteur de Vaulry-et-Cieux (87) – Rapport GEODERIS rapport S 2018/028DE - 18LIM24010.

Ces données et les résultats obtenus lors de l'étude d'orientation de 2017 ont été réexaminés avec les gammes de différents bruits de fond identifiés dans l'étude du BRGM de 2018, les seuils respectifs HAS et HCSP de l'As et du Pb.

Nota : Les zones de grattages alluvionnaires, très anciennes, réparties sur le titre minier n'ont pas fait l'objet d'investigations environnementales car elles n'ont pas été considérées comme relevant du volet « après mine ». Seules les zones de dépôts.

1 INVESTIGATIONS CONDUITES SUR LES SOLS – ETUDE D'ORIENTATION 2017

Ces résultats sont présentés dans le tableau ci-après. Les fiches de prélèvements et les bordereaux d'analyses ont déjà été fournis dans l'étude C-.

Informations concernant la lecture du tableau :

- Les points de prélèvements / analyse de sols ont été regroupés par ZPC (Zone Potentielle de Contamination - Zone Vecteur) ;
- Les couleurs en en-tête correspondent aux géologies correspondantes issues du fond géochimique du BRGM (Migmatites en jaune / Granites de blond en violet / Granite de Vaulry en rouge et granite de Cieux en orange) pour chacun des points ;
- Chacun des points de mesure a été évalués suivant plusieurs critères :
 - o La limite de quantification du laboratoire¹ du laboratoire. Dès qu'un composé est mesuré, il est **en gras** ;
 - o L'Aspitet de l'Inra. Lorsque le métal comparé dépasse la gamme des sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspitet, il est symbolisé par un **encadrement rouge** ;
 - o Le fond pédo-géochimique (lithologie-géologie par lithologie-géologie). Lorsque le métal comparé dépasse le fond, il est symbolisé par une **couleur orangée** ;
 - o Deux critères d'ordre sanitaire ont été ajoutés : le seuil HAS pour l'Arsenic et le la gamme HCSP pour le Plomb (voir détail Tableau 1). Lorsque l'Arsenic ou le Plomb dépassent ces seuils / gammes, ils ont été soulignés en noir.

¹ Limite de quantification : la plus petite concentration du composé à doser pour laquelle la méthode analytique est capable de donner une valeur quantifiée avec une bonne précision (c'est-à-dire une faible incertitude)

Les résultats sont commentés et regroupés par ZPC (Zones Potentielles de Contamination / voie de Transfert) en page suivante.

RESULTATS SOL - JUIN 2017															
ZPC			Petit potager avec des tomates - Parcelle 26 - Garde	Lieu dit de la Garde	Lieu dit de la Burjade (secteur habité)	Lieu dit de la Burjade (secteur habité)	87_0027_d_t1 / Dépôt de stérile d'extraction vers la jouhe et la Vergne	Lieu dit de la Taurinerie	Lieu dit de la Mine (secteur habité)						
Paramètres	Unités	Référence	S22	S30	S02	S03	S07	S11	S12	S09	S10	S14a	S14b	S15	S16
		Date plvt	14/06/2017	16/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	16/06/2017	12/06/2017	12/06/2017	16/06/2017	16/16/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017
		LQ													
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	9,12	6,37	5,59	4,2	3,9	1,65	1,76	<1.00	<1.00	5,29	4,31	16,1	3,87
Argent (Ag)	mg/kg MS	5	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.07
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	486	2610	491	68,1	372	190	356	101	55,9	459	304	526	321
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	1,48	1,24	0,76	0,89	0,46	<0.40	0,95	0,71	<0.40	<0.40	<0.40	0,44	<0.41
Chrome (Cr)	mg/kg MS	5	19,6	15,9	26,2	20	38,9	18,9	24,8	19,8	18,6	9,63	13,6	25,9	13,7
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5	358	154	85,3	44,6	351	49,8	37,7	53,5	11,9	63,2	72,8	190	68,5
Etain (Sn)	mg/kg MS	5	26,9	56,7	18	8,58	18	8,74	8,44	11,3	5,99	30,9	95,2	62,3	21,3
Fer (Fe)	mg/kg MS	5	21700	33400	27000	24000	40300	15700	21500	20100	19300	14300	16500	24900	14600
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	9,23	6,89	9,83	9,16	14,4	7,03	9,68	14,8	13	4,66	7,87	8,91	5,6
Plomb (Pb)	mg/kg MS	5	96,3	168	60,6	52,4	30,2	87,4	78,1	50,7	34,9	63	74,9	178	73,5
Tungstène (W)	mg/kg MS	10	694	934	618	471	<10.0	605	451	<10.0	<10.0	135	74,6	140	425
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	202	162	120	124	164	68,3	111	170	60,6	107	115	145	47,2

Gamme de valeurs observées dans le cas de sol à anomalies naturelles modérées (ASPITET)	Fonds géochimiques BRGM - 2018		
	Migmatites (M)	Granites de Blond (γ1ab)	Granite de Vaulry et Cieux (γ3), panneau ouest
-	20-60	10-30	15-50
-	-	-	-
30-60	40-150	20-120	20-150
0,7-2	-	-	-
90-150	20-80	20-60	20-80
20-62	20-40	10-20	20-40
-	10-40	20-120	15-80
-	15000-50000	6000-25000	10000-40000
0,15-2,3	-	-	-
60-130	-	-	-
60-90	30-120	30-150	30-150
-	10-30	10-30	40-80
100-250	40-150	50-150	40-120

RESULTATS SOL - JUIN 2017																
ZPC			87_0027_a_t1/Lieu dit de la Mine				Dépôt dans l'ancien four à Arsenic	Chemin forestier en périphérie sud du dépôt de résidus de traitement	Cone d'épandage du dépôts du Tailings, dans un champ de Maïs en contre-bas	Ancien champs de maïs (friche en 2017) S18a : 0-3 cm S18b/3-30 cm	Chemin pas loin du Moulin des Planches	Proche Ruisseau de la Mine en amont confluence avec la Glayeule	Prairie rive droite du Ruisseau de la Mine	Berge de la Glayeule, confluence du Ruisseau de la Mine au pont de Breuilau, S21a échantillonné à 1 m du cours d'eau S21b échantillonné à 5 m du cours d'eau		
Paramètres	Unités	Référence	S24**	S25**	S26**	S27**	Fas***	S17	S23**	S18a	S18b	S04	S19	S20	S21a	S21b
		Date plvt	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	15/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017
		LQ														
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	516	599	139	525	21,4	14	241	3,69	3,81	12,7	11,6	28,9	3,04	5,72
Argent (Ag)	mg/kg MS	5	90	272	47	367	<5.00	<5.00	66,8	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.05
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	6420	14200	5520	23700	239000	791	5150	400	431	965	517	873	100	668
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	5,56	18	6,9	31,9	<0.40	0,5	6,44	<0.40	0,55	<0.40	0,97	2,03	<0.40	1,35
Chrome (Cr)	mg/kg MS	5	<5.00	8,6	14,5	10,3	<5.00	55,4	7,03	28,9	27,9	28	37	67,8	7,59	18
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5	3410	22400	3720	44800	6,46	274	3010	87,5	97,7	275	120	269	6,77	27,4
Etain (Sn)	mg/kg MS	5	917	1270	908	1480	<5.00	59,6	829	15	13,3	25,6	52,7	149	<5.00	7,73
Fer (Fe)	mg/kg MS	5	12400	73500	41200	134000	205	30100	26900	23500	25400	28500	29900	29400	12400	51400
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,1	0,33	1,02	<0.10	0,38	<0.10	<0.10	0,18	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,32	<0.10	<0.10
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	1,24	6,3	7,08	31,9	<1.00	6,73	2,91	9,96	8,72	9,63	13,2	14,9	3,77	8,23
Plomb (Pb)	mg/kg MS	5	868	1660	684	3080	<5.00	178	342	24,2	26,6	43,6	41,1	99,4	26,4	47,6
Tungstène (W)	mg/kg MS	10	1680	8130	2560	12800	15,4	178	2560	32,7	647	744	43,4	775	271	500
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	243	2060	531	4240	<5.00	142	350	95	89,9	135	110	129	49,1	96,3

Gamme de valeurs observées dans le cas de sol à anomalies naturelles modérées (ASPITET)	Fonds géochimiques BRGM - 2018		
	Migmatites (M)	Granites de Blond (γ1ab)	Granite de Vaulry et Cieux (γ3), panneau ouest
-	20-60	10-30	15-50
-	-	-	-
30-60	40-150	20-120	20-150
0,7-2	-	-	-
90-150	20-80	20-60	20-80
20-62	20-40	10-20	20-40
-	10-40	20-120	15-80
-	15000-50000	6000-25000	10000-40000
0,15-2,3	-	-	-
60-130	-	-	-
60-90	30-120	30-150	30-150
-	10-30	10-30	40-80
100-250	40-150	50-150	40-120

** Résidus miniers

*** Dépôt directement issu du four à As

Gras [C] aux Limites de Quantification du laboratoire (LQ)

[C] > à la gamme Aspitet des sols à anomalies naturelles modérées

[C] > à la gamme du fond pédogéochimique pour la géologie considérée (BRGM 2018)

Souligné As [C] > le seuil HAS pour l'As (25 mg/kg)

Souligné Pb [C] > le seuil HCSP pour l'Pb (100-300 mg/kg)

Tableau 1 : Résultats des analyses en laboratoire des sols – (Source Géoderis – Etude C- – Juin 2017)

Nota : analyses réalisées par Eurofins – attaque acide à l'eau régale. Les résultats pour le tungstène W notamment sont potentiellement moins précis que lors d'une attaque tri-acide comme réalisé dans le laboratoire interne du BRGM.

Secteur de la Garde :

Deux points ont été collectés au droit du lieu-dit de la Garde (S30) et à proximité (S22). On notera que :

- Des dépassements importants des seuils Aspitet, des fonds pédo géochimiques établis par le BRGM pour les géologies considérées et du seuil HAS pour l'As sont observés (teneurs respectivement mesurées à 486 et 2 610 mg/kg en S22 et S30) ;
- Des teneurs en cuivre supérieures à l'Aspitet et aux fonds géochimiques (dosés à 358 et 154 mg/kg en S22 et S30) ;
- Des dépassements des fonds géochimiques pour le W et le Zn sont également observés pour ces deux points (dosés entre 694 et 934 mg/kg en W et 162 à 202 mg/kg en Zn). On notera cependant que ces teneurs ne dépassent pas la gamme définie pour les anomalies naturelles modérées de l'Aspitet pour le Zn (définie entre 100 et 250).

Lieu-dit de la Burjade (secteur habité) :

Trois prélèvements ont été effectués à proximité du lieu-dit de la Burjade (S02, S03 et S07).

Les teneurs notables observées sont comprises entre :

- 68 et 491 mg/kg en As pour les trois points ;
- 44 et 351 mg/kg de Cu pour les trois points ;
- 40 300 mg/kg en fer au seul point S07 ;
- De 470 à 618 mg/kg en W en S02 et S03.
- Et 164 mg/kg dosé en S07 pour le Zn.

On notera que les concentrations mesurées en As et en Cu sont supérieures à la gamme Aspitet et /ou supérieures au bruit de fond BRGM pour les géologies considérées (S02 et S07). Le seuil HAS de l'As de 25 mg/kg est dépassé pour les 3 prélèvements.

Ainsi au lieu-dit de la Burjade, la présence d'une halde de stérile de minerai est avérée dans un jardin privé. Les teneurs élevées en métaux atteignent 68 mg/kg en arsenic et 471 mg/kg en tungstène (S03).

Les jardins privés investigués (sols d'agrément, sols potagers ou de basse-cour) et les sols alentours présentent des teneurs en arsenic modérées à élevées, comprises entre 68 et 491 mg/kg (soit du même ordre de grandeur que les données du fond géochimique naturel mais supérieures à la valeur d'alerte proposée par la Haute Autorité de Santé pour ce composé). Des teneurs élevées en cuivre pouvant atteindre 351 mg/kg y sont relevées.

Les teneurs en tungstène W (plusieurs centaines de mg/kg) dépassent quant à elles fortement les valeurs seuils proposées.

Dépôt de stérile (87 0027 d t1 / La Vergne) :

Deux prélèvements ont été effectués à proximité de ce dépôt de stérile (S11 et S12).

Les teneurs mesurées restent faibles et sont généralement comprises dans les gammes du fond géochimique à l'exception de l'arsenic (190-350 mg/kg), du cuivre (37 à 49 mg/kg) et du tungstène (mesuré entre 450 et 600 mg/kg).

Les concentrations en métaux mesurées à proximité de ces dépôts composés de stériles d'exploitation, restent cependant inférieures à celles rencontrées au niveau du dépôt principal de résidus de traitement (87_0027_a_t1 voir ci-après).

Lieu-dit de la Taurinerie :

Les prélèvements S09 et S10 ont été réalisés à la Taurinerie. Des dépassements ponctuels des fonds géochimique du BRGM ont été observés en S09 et dosés à 53 mg/kg en Cu et 170 en Zn.

L'Aspitet est aussi dépassé pour ce point pour l'As (101 mg/kg pour une limite de la gamme des sols à anomalies naturelles modérées définie à 60 mg/kg). Enfin, pour les deux points de mesures le seuil HAS est dépassé pour l'As.

Lieu-dit de la Mine (Secteur habité) :

Les points de prélèvements S14 à S16 ont été réalisés à proximité du lieu-dit de la Mine dans des jardins les anciens coron. S14a et b sont deux prélèvements de la même parcelle.

Pour ces quatre points de mesures, on notera :

- Des teneurs élevées en As (supérieures à la gamme Aspitet, au fond défini par le BRGM et au seuil de la HAS) ; comprises entre 321 et 526 mg/kg ;
- Des teneurs élevées en Cu ((supérieures à la gamme Aspitet et au fond défini par le BRGM) ; dosées entre 68 et 190 mg/kg ;
- Un point notable en S15 pour le plomb mesuré à 178 mg/kg ; soit une teneur supérieure à l'Aspitet et au fond géochimique du BRGM mais comprise dans la gamme d'alerter du HCSP pour ce composé ;
- Enfin, des dépassements importants du fond géochimique du BRGM pour le W (dosés entre 74 et 425 mg/kg).

Secteur du dépôt principal (87_0027_a_t1 / La Mine) :

Au total, cinq prélèvements de résidus de traitement ont été réalisés sur le dépôt principal lors des différentes campagnes d'investigation Géoderis de 2017. Il s'agit des échantillons S24, S25, S26, S27, Fas. Les quatre premiers correspondent aux résidus du dépôt 87_0027_a_t1 en lui-même et Fas est du dépôt prélevé directement du four à Arsenic du carreau.

Les résultats d'analyses indiquent des teneurs en métaux très importantes et comprises pour les résidus entre :

- 139 à 599 mg/kg pour le Sb ;
- 5 500 à 23 700 mg/kg pour l'As ;
- 3 400 à 44 800 mg/kg pour le Cu ;
- 900 à 1400 mg/kg pour le Sn ;
- 868 à 3080 mg/kg pour le Pb ;
- 1 600 à 12 800 mg/kg pour le W ;
- Et 243 à 4 220 mg/kg pour le Zn.

Il s'agit de fortes teneurs supérieures à la gamme définie pour des sols à anomalies naturelles modérées de l'Aspitet mais aussi supérieures aux gammes de valeurs définies lors du fond pédo géochimique du BRGM de 2018 pour les Migmatites (M).

On notera des dépassements systématiques des seuils du HAS pour l'As et du HSPC pour le Pb.

Au niveau de l'ancien carreau du lieu-dit la Mine, les recristallisations prélevées sur la paroi de l'ancien four de grillage à arsénopyrite contiennent près de 24 % d'arsenic (Fas = 239 000 mg/kg).

Deux types de résidus sont relevés sur le dépôt :

- Un résidu rouge fortement chargé en métaux probablement issu du grillage de la pyrite ;
- Un résidu gris clair avec des teneurs en métaux moindres.

Les tests de lixiviation menés sur ces matériaux selon la norme NF EN 12457-2 (résultats détaillés plus loin dans l'annexe) indiquent que l'arsenic, le cadmium, le cuivre et le plomb semblent lixiviables (dépassement des seuils de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes).

On notera en particulier :

- Pour les matériaux gris des teneurs en As comprises entre 10 et 40 mg/kg sur éluât, en Cd entre 3 et 18 mg/kg sur éluât ;
- Des teneurs en arsenic inférieures à 0,5 mg/kg sur éluât pour les matériaux rouges.

Ainsi, dans les conditions de ces tests, les résidus gris présentent un potentiel de lixiviation nettement plus important que les résidus rouges. Ces matériaux gris sont donc susceptibles de relarguer une quantité non négligeable de cet élément dans le milieu naturel.

Points proches du dépôt principal :

Les prélèvements S17, S18 et S23, ont été collectés à proximité du dépôt. S17 dans un chemin forestier en contre-bas du dépôt principal. S23 et S18 dans le cône d'épandage et dans un champ de maïs en contre-bas ; dont S18 à plusieurs profondeurs.

S23 présente de fortes teneurs en métaux, dépassant les valeurs seuils et le fond géochimique (à savoir 241 mg/kg en Sb, 5150 en As, 6,4 en Cd, 3 010 en Cu, 829 en Sn, 342 en Pb, 2 560 en W et 350 en Zn). Ces teneurs élevées sont cependant légèrement moins fortes que les concentrations dosées directement en 87_0027_a_t1.

Les teneurs mesurées en S17 et S18 indiquent des dépassements de l'Aspitet et des fonds géochimiques pour l'As, le Cu et le W. L'échantillon S18b collecté jusqu'à 30 cm mets en évidence des teneurs légèrement plus élevées que le prélèvement superficiel (0-3 cm).

Une dissémination des contaminants depuis le dépôt principal est ainsi fort probable.

Autres points mesures pour les sols à proximité de cours d'eau :

S04, S19, S20 et S21a et b sont des points un peu plus distants des zones potentielles de contamination et ont été collectés, au moulin des planches, à proximité du ruisseau de la Mine et/u de la Glayeule.

Pour ces points sans entrer dans le détail, des dépassements des fonds géochimiques et/ou Aspitet sont observés pour l'As (maximum mesuré à 965 mg/kg) ; le Cd (max à 2 mg/kg), le Cu (max à 269 mg/kg) et pour le W ((max 775 mg/kg); et plus ponctuellement en fer (51 400 mg/kg en S21b) et en le Pb (99 mg/kg en S20) et en Zn (129 mg/kg en S20).

Les teneurs mesurées en S21b collecté à 5 mètres de distance de la confluence du Ruisseau de la Mine et de la Glayeule sont légèrement plus élevées que celles observées à 1 m de distance en S21a.

On notera que toutes les mesures faites pour les points proches des dépôts (S17, S18, etc.) voir au-dessus) et les mesures faites à proximité des cours d'eau (S04, S19, etc.) dépassent sans exception le seuil HAS pour l'As de 25 mg/kg.

Référence BRGM	Nom court	XCOORD_L93	YCOORD_L93	Localisation BRGM	ZPC associées Geoderis	mesures pXRF en ppm																		Analyses ICP réalisées					
						Sb	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Sn	Fe	Pb	W	Zn	Mo	Zr	Sr	Rb	Mn	V	Ti		Ca	K	Ba		
vec-18-sol- n038	N038	54855,9707	6550632,969	Secteur la Plaine	Ruisseau de Mery			33					8609	36		68		113	38	240		2151	1604	9944	/				
vec-18-sol- n039	N039	548540,2679	6550670,461	Secteur la Plaine										5196	38		43		76	26	196	84	1640	3782	8423	o			
vec-18-sol- n040	N040	548550,3571	6550805,845	Secteur la Plaine				257			37			24103	21		62		129	57	159	208	2548	2363	7071	/			
vec-18-sol- n041	N041	549393,7274	6550567,145	Secteur la Plaine	Ruisseau sans non affluent du ruisseau de Mery			143		47	36	128	16169	29	82	56		138	42	201	276	2661	3038	11736	93	/			
vec-18-sol- n042	N042	549337,586	6550677,837	Secteur la Plaine				120			60	46	21292	21		71		99	44	127	241	109	3100	2432	7473	/			
vec-18-sol- n043	N043	549285,3032	6550853,863	Secteur la Plaine				118			43	52	29324	25	78	109		114	56	198	539	105	2977	3153	9076	302	o		
vec-18-sol- n044	N044	549351,7853	6551027,513	Secteur la Plaine				263			55		31468	17		73		83	85	96	312	117	2743	4654	5861	265	/		
vec-18-sol- n032	N032	550383,5978	6551296,954	Secteur la Vergne	Lieu dit de la Vergne			408		66	58	43	26210	64		140		170	51	171	412	102	4232	3603	13242	401	/		
vec-18-sol- n033	N033	550411,1213	6551223,558	Secteur la Vergne				231			48		64	14265	66		78		175	49	182	156	93	2761	2294	11410	152	o	
vec-18-sol- n034	N034	550612,366	6551232,032	Secteur la Vergne				1204						46550	55		38		82	45	115	155	100	2559	1623	8100		/	
vec-18-sol- n035	N035	550733,6407	6551285,163	Secteur la Vergne				135						22225	46		89		145	68	119	240	121	3908	2686	9605	259	/	
vec-18-sol- n036	N036	550825,5651	6551280,028	Secteur la Vergne				307					22	19280	65		89		124	48	132	171	74	2472	1760	7567	106	/	
vec-18-sol- n037	N037	550923,0619	6551254,692	Secteur la Vergne				157		77		35	18642	48		100		127	53	191	285		2611	2462	11738	161	/		
vec-18-sol- n059	N059	551590,1774	6551648,294	Secteur la Garde		Lieu dit de la Garde			3354		71	88	103	31653	139	90	176		155	65	271	603	107	2819	2406	15387	1025	o	
vec-18-sol- n060	N060	551555,6478	6551624,695	secteur la Garde				508				55	73	22177	54	78	161		199	54	148	981		3461	3283	12614	372	/	
vec-18-sol- n061	N061	551546,2073	6551662,693	Secteur la Garde				1291				111	85	29184	97	83	198		172	72	251	935		3975	2565	15607	668	/	
vec-18-sol- n062	N062	551564,6114	6551691,127	secteur la Garde				1383				137	41	37954	64	98	204		172	59	171	791	126	3633	1725	11253	544	/	
vec-18-sol- n063	N063	551716,7337	6551690,318	Secteur la Garde				474				52	36	17055	83		112		120	78	158	703	98	3002	2587	13672	524	/	
vec-18-sol- n064	N064	551611,2221	6551673,998	secteur la Garde				1333				150	73	23961	128		183		117	77	201	368		2939	2367	13420	688	/	
vec-18-sol- n020	N020	551711,0463	6551043,809	Secteur la Mine	Lieu dit de la Burjade			223				113	202	29691	44		184		131	77	172	363	92	3008	1735	13474	614	/	
vec-18-sol- n021	N021	551687,4888	6551051,562	Secteur la Mine				586				207	101	24000	106		242		170	148	217	433		2602	3867	14098	631	/	
vec-18-res- n022	N022	551693,1546	6551042,022	Secteur la Mine			108	15	3097			965	558	34052	543	107	419		179	118	348	673	147	3308	7178	17302	1500	o	
vec-18-res- n023	N023	551700,6095	6550998,781	Secteur la Mine			580	120	8646	57	70	6200	4189	35928	735	630	720	61	96	111	555	884		1511	6420	23223	3374	o	
vec-18-sol- n024	N024	551750,7065	6551004,447	Secteur la Mine					899		54	106	94	24034	46	139	170		131	41	270	405	96	2660	2406	13190	213	/	
vec-18-res- n025	N025	551668,1061	6550923,636	Secteur la Mine			260		1175	18	47	189	498	12685	137	141	113		108	43	289	260		1721	1694	14448	755	/	
vec-18-sol- n047	N047	551608,4847	6551084,101	Secteur la Mine	Lieu dit de la Burjade			287		68	107	70	14405	31		99		167	32	165	428	74	2293	3847	12950	339	/		
vec-18-sol- n048	N048	551649,6534	6551046,554	Secteur la Mine					252			105	130	10881	22		74		119	31	149	369		1901	2719	13613	237	/	
vec-18-sol- n049	N049	551653,9633	6550988,352	Secteur la Mine					186		61	81		25864	32		133		177	31	147	370	106	3261	2449	10203	157	/	
vec-18-sol- n056	N056	551553,0768	6550879,61	Secteur la Mine	Lieu dit de la Burgade			174		50	105	673	26629	49		110		197	31	167	148		3158	839	8158		/		
vec-18-sol- n057	N057	551564,4717	6550923,203	Secteur la Mine					177		76	155	51	30840	29	80	207		133	36	238	407	89	3112	1253	11584	202	/	
vec-18-sol- n058	N058	551550,0728	6551039,199	Secteur la Mine					301		80	268	61	20973	66	110	125		161	38	156	229	142	4270	1720	10559	179	o	
vec-18-sol- n065	N065	552079,4302	6551078,114	Secteur la Mine	Champs à l'est de la Burjade			985		44	208	78	19257	72	86	148		158	93	220	513	77	2496	1865	14538	646	/		
vec-18-sol- n066	N066	552107,964	6551058,539	Secteur la Mine					1141			170	91	19507	132	93	146		133	94	203	410	85	2320	1625	13828	616	/	
vec-18-sol- n050	N050	551622,1806	6550842,384	Secteur la Mine	Lieu dit de la Mine			207		69	168	119	30535	27	77	167		209	21	191	287	134	3544	1925	9517	86	o		
vec-18-res- n051	N051	551670,1094	6550777,346	Secteur la Mine					274			40	122	14135	43	83	75		138	31	241	122		1988	1210	12163		/	
vec-18-sol- n052	N052	551664,7973	6550772,032	Secteur la Mine					182			43	83	8784	35	313	76		101	22	187	125		1534	1041	9508		/	
vec-18-sol- n053	N053	551626,8045	6550727,078	Secteur la Mine					277					17629	33		86		192	47	239	128		2476	1085	10041	242	/	
vec-18-roc- n054	N054	551632,9089	6550742,704	Secteur la Mine					217209				9674	507	448459		6168		8316			75	1167			721	3013	765	/
vec-18-sol- n055	N055	551521,1583	6550804,517	Secteur la Mine					65				38	10458	31		50		90	37	256	96		1813	961	11086		/	
vec-18-res- n026	N026	551889,1508	6550836,345	Secteur la Mine	Champs vers lieu dit de la Mine	38		1196				291	189	21639	33		137		172	88	282	989		1605	1735	15099	433	/	
vec-18-sol- n027	N027	551875,6237	6550782,576	Secteur la Mine					512		43	145	142	17346	50	65	76		134	54	199	183	75	2197	1117	11871	172	/	
vec-18-res- n028	N028	551922,3444	6550725,012	Secteur la Mine			813	42	8747	27	66	254	1615	52814	636	308	232		85	28	483	553		3137	1711	16109	1391	o	
vec-18-res- n029	N029	551966,0595	6550635,974	Secteur la Mine					513		97	183		49433			207		127	81	133	723	151	4476	4187	9925	264	/	
vec-18-res- n030	N030	551960,6022	6550602,337	Secteur la Mine					383			99		25291	41		251		103	66	169	1027	87	2350	8341	11120		/	
vec-18-sol- n031	N031	551990,6848	6550771,01	Secteur la Mine					549		62	119	111	26362	29	69	129		207	25	127	293	99	3592	1259	8140	89	/	
vec-18-sol- n001	N001	551743,1025	6550585,481	Secteur la Mine	Lieu dit de la Mine dont dépôt principal			1006				170	322	19993	141	170	349		91	80	526	486		1293	3001	17092	725	/	
vec-18-sol- n002	N002	551750,2592	6550579,964	Secteur la Mine					737			126	249	17315	107	156	284		93	65	455	410		1425	2537	16588	455	/	
vec-18-sol- n003	N003	551780,5261	6550597,26	Secteur la Mine					380			84	171	16272	55	123	89		143	31	186	183		2702	1862	10002		/	
vec-18-res- n004	N004	551896,0772	6550459,046	Secteur la Mine			373	66	3911	35		1424	1584	19043	385	415	376	96	64	80	518	581		993	6578	18891	1495	/	
vec-18-sol- n005	N005	551947,5161	6550504,819	Secteur la Mine					618			83	109	18795	46	73	103		130	26	170	343		2525	1585	9832		/	
vec-18-sol- n006	N006	551987,1762	6550490,804	Secteur la Mine			27		303		38	72	143	8436	30		53		88	52	143	236		1277	2481	12209	399	/	
vec-18-res- n007	N007	551837,1834	6550497,96	Secteur la Mine			1375	555	20077				50978	17982	457612	3398	11839	6872	208	103	336	232	2735			14399	10590	19692	/
vec-18-sol- n008	N008	551712,8355	6550085,257	Secteur la Mine	Chemins dans la forêt au			204			86	59	24766	109		120		143	26	186	339	1							

Référence BRGM	Nom court	XCOORD_L93	YCOORD_L93	Localisation BRGM	ZPC associées Geoderis	mesures pXRF en ppm																	Analyses ICP réalisées								
						Sb	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Sn	Fe	Pb	W	Zn	Mo	Zr	Sr	Rb	Mn	V		Ti	Ca	K	Ba				
vec-18-sol- n013	N013	552242,4324	6550346,029	Secteur la Mine	Champs en contre bas du dépôt principal et proche ruisseau de la Mine			245		111	55		34795	22	82	103		114	34	119	635	117	3351	3808	8182	/					
vec-18-sol- n014	N014	552306,8428	6550349,608	Secteur la Mine				172		89	57		17063	33	60	61		91	35	125	859		2341	4457	7937	/					
vec-18-sol- n015	N015	552115,4007	6550388,97	Secteur la Mine				282		69	71	58	21590	23	79	103		192	39	158	668	125	3060	3425	11389	233	/				
vec-18-sol- n016	N016	552112,4187	6550372,271	Secteur la Mine				250		85	82		22087	25		106		155	34	148	293		3386	2270	9799	115	/				
vec-18-sol- n017	N017	552137,4672	6550345,433	Secteur la Mine	Transect ruisseau de la Mine			466			105	68	28191	50	91	102		166	42	191	181	120	3225	1589	10946	183	/				
vec-18-sol- n010	N010	552268,3755	6550213,779	Secteur la Mine				276		43	67	26	16161	24		69		109	53	159	374		2188	2138	12782	182	/				
vec-18-sol- n011	N011	552263,0079	6550273,717	Secteur la Mine				236		117	72	55	15054	24		61		148	54	157	344		2439	4385	13719	284	/				
vec-18-sol- n012	N012	552265,3935	6550270,138	Secteur la Mine				2093		95	79	32	65062	22		49		151	47	141	1263		1770	2003	7502	411	/				
vec-18-sol- n013	N013	552242,4324	6550346,029	Secteur la Mine	Ruisseau de la Mine à différente profondeur			245		111	55		34795	22	82	103		114	34	119	635	117	3351	3808	8182	/					
vec-18-sol- n067	N067	552339,0371	6550249,926	Secteur la Mine				527		183	66	36	34407	37		98		113	48	150	439		2809	3622	9519	200	/				
vec-18-sol- n068a	N068a	552392,0037	6550264,752	Secteur la Mine			31	815		149	299	128	21710	39	67	111		64	37	155	343	85	2103	2837	8760	309	/				
vec-18-sol- n068b	N068a	552392,0037	6550264,752	Secteur la Mine				167		209	47	45	13513	26	93	72		94	35	130	185		2079	3200	7678	247	/				
vec-18-sol- n069a	N069a	552454,2492	6550266,58	Secteur la Mine	Glayeule amont éloigné hors concession / titre minier			119		86	44		13029	17		71		101	33	102	162	80	2496	2083	5223	121	/				
vec-18-sol- n069b	N069b	552454,2492	6550266,58	Secteur la Mine				84		124	50	36	13628	20		102		120	39	133	182	90	3172	2127	8464	313	/				
vec-18-sol- n114	N114	553924,0699	6548650,507	Secteur la Gare								36		4968	39				71	132	128						1274	2511	10521	378	/
	N115	554067,5374	6548379,51																												/
	N116	554089,2453	6548190,04																											/	
	N117	554162,5026	6548130,455																											o	
vec-18-sol- n095	N095	553785,4537	6548824,489	Secteur la Gare	Amont Glayeule - secteur de la Gare			15		43			6202	28				128	87	101			2217	1657	7330	241	/				
vec-18-sol- n092a	N092a	553529,3563	6548985,369	Secteur la Gare				176						13918	43		33		131	57	74			2307	1272	6101		/			
vec-18-sol- n092b	N092b	553529,3563	6548985,369	Secteur la Gare				73		51				10737	43		36		177	81	113			2966	1346	8271	244	/			
vec-18-sol- n093	N093	553558,3979	6548921,449	Secteur la Gare				118						7974	37		43		104	71	100	90		2467	1694	7737		/			
vec-18-sol- n094	N094	553651,3751	6548826,355	Secteur la Gare	Glayeule, confluence ruisseau dans nom provenant de Vaulry avant l'arrêt du Repaire			43			34		10327	39		42		97	129	111	129		1615	3291	11906	261	/				
vec-18-sol- n096	N096	553481,1038	6549104,733	Secteur la Gare				82						4776	13				32	23	23			805	1289	1739		/			
vec-18-sol- n097	N097	553416,907	6549416,272	Secteur le Repaire				108						36228	25		58		100	97	66	438	106	3289	2952	6177	241	/			
vec-18-sol- n098	N098	553379,0998	6549510,933	Secteur le Repaire				79						13227	42		29		121	116	109	130		2750	2526	10920		/			
vec-18-sol- n099	N099	553327,7265	6549436,964	Secteur le Repaire	La Glayeule vers lieu dit du Repaire			72					10794	37		51		155	122	124	381		1975	3124	10902	178	/				
vec-18-sol- n100	N100	553141,7013	6549690,648	Secteur le Repaire				101						12209	28		36		52	28	45			2225	1056	4799		/			
vec-18-sol- n101	N101	553027,8694	6549895,392	Secteur le Repaire				96						9381	14				62	30	46		84	1864	1107	3716		o			
vec-18-sol- n102	N102	553205,2809	6550104,736	Secteur le Repaire				172						17965	76		64		123	54	85	351	81	2333	1594	6951		/			
vec-18-sol- n103	N103	553232,265	6550396,901	Secteur le Repaire	Glayeule confluence ruisseau de la Mine vers le lieu dit de la Halde			177					24020	46		75		170	82	106	211		2886	1984	9587	100	/				
vec-18-sol- n112	N112	553303,2029	6550262,904	Secteur le Repaire				54						17496	21		34		86	79	49			2077	2428	4013		/			
vec-18-sol- n113	N113	553278,8044	6549978,739	Secteur le Repaire				36						10496	34				178	61	84	116		2461	1156	7392	144	/			
vec-18-sol- n104	N104	553048,1856	6550669,916	le moulin des Planches				297						23836	41		56		116	55	99	339	92	2663	2761	9648		/			
vec-18-sol- n110	N110	553113,1582	6550755,118	le moulin des Planches	Glayeule plus éloigné aval / le Moulin des planches			156		43			16999	28		44		136	76	132	718	67	1965	4014	10517	284	o				
vec-18-sol- n111	N111	553119,2834	6550668,882	le Moulin des Planches				229			35			21002	28		63		139	75	98	164	98	3315	2657	8747	329	/			
vec-18-sol- n070	N070	552776,3134	6550959,293	le moulin des Planches				165						15018	30		39		97	51	60	213		2058	2512	5869		/			
vec-18-sol- n071	N071	552810,0327	6550942,929	le moulin des Planches				354						33737	49		98		119	65	112	923	113	3406	5193	8475	114	o			
vec-18-sol- n107	N107	552549,3042	6551556,178	le Moulin des Planches	La pierre brune / le Moulin de Rousset			174					11141	46		60		128	64	113	192		1538	1263	7336		/				
vec-18-sol- n108	N108	552603,9325	6551605,068	le moulin des Planches				147						18136	29		48		160	68	82	332	92	2193	1435	4726	195	o			
vec-18-sol- n109	N109	552649,4625	6551552,648	le Moulin des Planches				88						15790	29				118	80	98	111	72	2288	1974	7891	123	/			
vec-18-sol- n045	N045	550759,8541	6548391,571	le Moulin de Rousset	Ruisseau de Pranaud			163			45	26	16182	43		77		189	73	204	527		3169	1964	14187	271	/				
vec-18-sol- n046	N046	550812,8303	6548386,944	le Moulin de Rousset				18						2333					33	15	27			898	1402	2005		/			
	N118	548445,8012	6547062,444																											/	
	N119	548499,9808	6546903,027		Bordure / amont de l'étang de Cieux																								/		
vec-18-sol- n105	N105	550008,3313	6545654,988	amont étang de Cieux				77		53				8948	29				188	51	100			2863	884	8243	102	/			
vec-18-sol- n106	N106	549955,8548	6545636,354	amont étang de Cieux				50						13075	45	82	54		111	81	153	200		1852	2914	9065		o			
vec-18-sol- n089	N089	549658,3914	6545568,183	amont étang de Cieux				165						15582	53		67		149	69	172	438	87	2061	1207	13981	155	/			
vec-18-res- n090	N090	549693,256	6545616,412	amont étang de Cieux	amont étang de Cieux			373			118		18154	32		65		132	58	184	242		1848	549	12652	275	/				
vec-18-res- n091	N091	549693,0276	6545607,767	amont étang de Cieux				439			204	61		29419	86																

Référence BRGM	Nom court	XCOORD_L93	YCOORD_L93	Localisation BRGM	ZPC associées Geoderis	mesures pXRF en ppm																		Analyses ICP réalisées			
						Sb	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Sn	Fe	Pb	W	Zn	Mo	Zr	Sr	Rb	Mn	V	Ti		Ca	K	Ba
vec-18-sol- n072	N072	548060,2448	6543846,456	aval étang de Cieux	Sud / aval de l'étang de Cieux			22					7078	47		40		97	52	74			1690	1177	5574	/	
vec-18-sol- n073	N073	548077,5625	6543798,481	aval étang de Cieux				40						14397	42		41		143	79	99	149		2468	1584	8420	/
vec-18-sol- n074a	N074a	547964,5873	6543777,629	aval étang de Cieux				127						10229	34	58	31		105	55	86			1982	1038	7094	/
vec-18-sol- n074b	N074b	547964,5873	6543777,629	aval étang de Cieux				84						8856	30		28		159	66	108		75	2994	986	9148	110
vec-18-sol- n074c	N074c	547964,5873	6543777,629	aval étang de Cieux				24		47				6475	31		30		210	77	120			3262	1260	9853	223
vec-18-sol- n075	N075	547835,2822	6543782,18	aval étang de Cieux				82						9015	41		47		142	82	95	144		2198	1640	7934	/
vec-18-sol- n076	N076	547734,148	6543739,265	aval étang de Cieux				106						9854	53		36		91	108	134	303		1776	3497	10936	177
vec-18-sol- n077	N077	547769,3484	6543566,652	aval étang de Cieux				79						10122	67		36		167	85	141	127		2878	1548	12195	152
vec-18-sol- n078	N078	547703,7573	6543781,568	aval étang de Cieux						37				3749	23				62	93	151			1070	1618	9350	249
vec-18-sol- n079	N079	547914,8971	6543844,295	aval étang de Cieux										5251	23				134	54	75			2392	975	5815	/
vec-18-sol- n080	N080	548195,2738	6543882,202	aval étang de Cieux				17						6289	30				73	74	106			1547	1167	9817	160
vec-18-sol- n081	N081	548506,4136	6544251,863	aval étang de Cieux				25						8881	42		71		117	89	160	294		1600	3830	13079	302
vec-18-sol- n082	N082	548684,9636	6544083,004	aval étang de Cieux				55		43				14094	35	64	29		181	69	125	204		2974	1166	10929	150
vec-18-sol- n083a	N083a	548638,1992	6544072,132	aval étang de Cieux				23						6461	31				142	42	73			2145	785	6614	/
vec-18-sol- n083b	N083b	548638,1992	6544072,132	aval étang de Cieux				55		83		22		13028	19		28		254	73	116			3860	1134	11165	442
vec-18-sol- n084	N084	548481,7828	6544105,149	aval étang de Cieux				287						15759	49		40		135	66	114			2265	1157	8308	/
vec-18-sol- n085	N085	548479,6882	6543995,671	aval étang de Cieux				42						11137	27				85	81	155			2272	940	12542	224
vec-18-sol- n086	N086	548787,7058	6544099,748	aval étang de Cieux				17						7054	24				139	47	61	109	83	2287	1363	4663	/
vec-18-sol- n087	N087	549003,5187	6544215,667	aval étang de Cieux			205						12249	23		26		92	53	48	93		1653	1464	4805	/	
vec-18-sol- n088	N088	548932,211	6544120,277	aval étang de Cieux			64						14144	40		64		176	86	115	300		2588	2432	11267	268	

ORANGE [C] supérieure au fond pédo géochimique pour la géologie considérée
vide [C] < LOD du détecteur

Tableau 4 : Résultats des mesures Niton – (Source BRGM pour Géoderis lors de l'étude C- – Juin 2017) (3/3)

Carte des investigations Geoderis - 2017

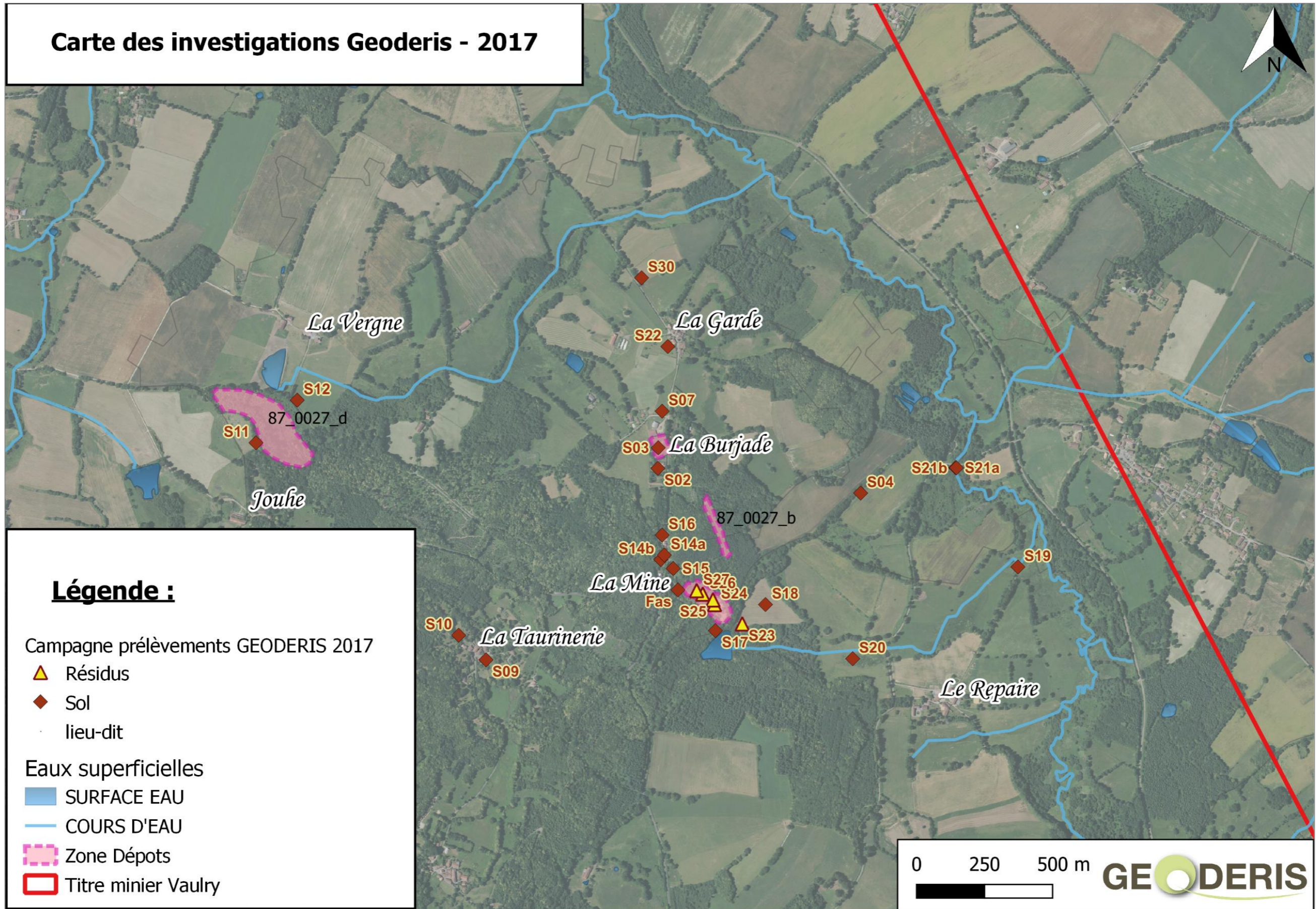


Figure 1 : Localisation des points de mesures et prélèvements environnementaux – effectués en 2017 – (Source Géoderis)

2 INVESTIGATIONS CONDUITES SUR LES EAUX ET SEDIMENTS

Les tableaux des résultats des eaux sont présentés ci-après

Paramètres	Unités	Incertitude à 1σ	Méthode d'analyse	Référence échantillon	ES01	ES01-F	ES01	ES01-F	ES04	ES04-F	ES05	ES05-F	Année 11 janvier 2007	Norme de potabilité OMS (2006)	Valeurs à risque pour eau d'abreuvement, ANSES (2008)
				Date prélèvement	14/06/2017	Pas d'écoulement		15/06/2017		12/06/2017					
				Localisation	Puits la Garde		Galerie Gilardeau		Capage du Repaire		Emergence Louhe				
				LQ											
Antimoine (Sb)	µg/l	0,1	NF EN ISO 17294-2	0,7	0,53	0,53	-	-	<0,20	<0,20	0,79	0,26	5	20	-
Argent (Ag)	µg/l	0,25	NF EN ISO 17294-2	0,5	<0,50	<0,50	-	-	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	-	-
Arsenic (As)	µg/l	0,2	NF EN ISO 17294-2	0,2	110	114	-	-	53,8	39,4	86,6	83,8	10	10	60
Cadmium (Cd)	µg/l	0,2	NF EN ISO 17294-2	0,2	<0,20	<0,20	-	-	<0,20	<0,20	1	0,33	5	5	50
Calcium	mg/l	0,25	NF EN ISO 11885	1	23	23,3	-	-	3,11	3,1	5,45	5,64	-	-	-
Chlorures	mg/l	0,3	NF ISO 15925-1	1	11	10,7	-	-	5,98	6,14	10,4	10,1	250	-	-
Chrome (Cr)	µg/l	0,3	NF EN ISO 17294-2	0,5	<0,50	<0,50	-	-	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	50	50	-
Cuivre (Cu)	µg/l	0,2	NF EN ISO 17294-2	0,5	262	55,6	-	-	<0,50	<0,50	12,6	10,2	2000	2000	1000
Etain (Sn)	µg/l	0,3	NF EN ISO 17294-2	1	<1,00	<1,00	-	-	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Fer (Fe)	mg/l	0,2	NF EN ISO 11885	0,01	0,29	0,02	-	-	0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,2	-	12,5
Magnésium (Mg)	mg/l	0,3	NF EN ISO 11885	0,01	2	2,14	-	-	1,59	1,55	1,57	1,64	-	-	150
Manganèse (Mn)	µg/l	0,25	NF EN ISO 17294-2	0,5	8,13	3,9	-	-	50,4	3,56	18,3	16,2	50	400	50000
Mercurure (Hg)	µg/l	0,3	NF EN ISO 17852	0,2	<0,20	<0,20	-	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1	6	3
Nickel (Ni)	µg/l	0,25	NF EN ISO 17294-2	2	<2,00	<2,00	-	-	<2,00	<2,00	3,4	3,8	20	70	-
Plomb (Pb)	µg/l	0,25	NF EN ISO 17294-2	0,5	2,44	<0,50	-	-	<0,50	<0,50	2,13	<0,50	10	10	100
Potassium	mg/l	0,25	NF EN ISO 11885	0,1	12,1	12,7	-	-	1,3	1,08	2,52	2,61	-	-	-
Sodium (Na)	mg/l	0,25	NF EN ISO 11885	0,05	11,6	10,6	-	-	7,59	7,5	8,9	8,43	200	-	-
Sulfates	mg/l	0,2	NF ISO 15925-1	5	12,1	12,3	-	-	<5,00	<5,00	9,74	8,15	250	500	-
Tungstène (W)	µg/l	-	NF EN ISO 17294-2	5	<5,00	<5,00	-	-	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	-	-	-
Zinc (Zn)	µg/l	-	NF EN ISO 17294-2	5	110	85,7	-	-	9,9	<5,00	60,9	60,8	-	3000	12500
Azote nitrique	mg N-NO3/l	0,35	NF ISO 15925-1	0,2	6,85	6,83	-	-	0,89	0,91	1,5	1,68	-	-	-
Nitrates	mg NO3/l	0,35	NF ISO 15925-1	1	30,3	30,2	-	-	3,93	4,01	6,65	7,42	50	-	125
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	0,05	NF EN ISO 9963-1	2	5,3	-	-	-	2,1	-	<2,00	-	-	-	-
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	0,05	NF EN ISO 9963-1	2	<2,00	-	-	-	<2,00	-	<2,00	-	-	-	-

Référence échantillon :	ESU1	ESU2	ESU3	ESU4	ESU5	ESU6	Année 11 janvier 2007	Norme de potabilité OMS (2006)	Paramètres chimiques d'alerte dans les eaux d'abreuvement, ANSES (2008)
Date prélèvement :	14/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	14/06/2017	14/06/2017			
Paramètres									
Température (°C)	23,2	23,6	19	17,7	21	10	< 25	-	-
pH	7,1	7,4	7,2	7,2	7,2	8,5	compris entre 6,5 et 9	compris entre 6,5 et 9,5	compris entre 6 et 9
O2 dissout (mg/L)	6,6	5,8	5,68	5,61	7	6,9	-	-	-
Conductivité (µS/cm)	51,1	83,5	127,5	107,5	109	93,4	comprise entre 180 et 1100 pour une eau de 20 à 25°C	-	comprise entre 200 et 1100 pour une eau à 25°C

Tableau 5 : Résultats pour les eaux de surface

2.1 Résultats obtenus pour les eaux souterraines

Plusieurs points d'eau ont été prélevés lors des différentes campagnes de prélèvements. Il s'agit des ouvrages suivants :

- Du puits la Garde N245 ;
- Du captage du Repaire, actuellement utilisé pour l'alimentation en eau potable du lieu-dit la Mine ;
- De deux émergences (TBTE266 La Vergne et galerie Gilardeau).

L'exutoire du Becquey, qui lors de l'exploitation minière servait d'exutoire des dispositifs de drainage des terrains saturés, n'a pas pu être prélevé lors des campagnes précédentes car étant à sec. Lors de l'intervention de GEODERIS en juin 2017, les écoulements trop faibles ont uniquement permis la réalisation de mesures physico-chimiques.

Les mesures des paramètres physico-chimiques effectuées lors des différentes campagnes de prélèvements sur les eaux indiquent pour :

- Le puits N245 : un pH quasi neutre (6,6 à 7) ainsi qu'une conductivité moyenne de 200 $\mu\text{S/cm}$;
- Le captage du Repaire : un pH légèrement acide (5,9 à 6,13) et une conductivité faible ($< 70 \mu\text{S/cm}$) ;
- Le TBTE266 : un pH modérément acide (5,5 à 6,2) et une conductivité faible (environ 100 $\mu\text{S/cm}$) ;
- La galerie Gilardeau : un pH acide (3,9) en l'absence de sulfates et de métaux dissous ainsi qu'une conductivité faible ($< 25 \mu\text{S/cm}$). En juin 2017, une mesure pH sur les eaux stagnantes devant la galerie a indiqué un pH de 5,3 et une conductivité faible ($< 65 \mu\text{S/cm}$).

Les résultats d'analyses en laboratoire indiquent la présence de teneurs en arsenic parfois importantes dans les eaux du puits N245 (jusqu'à 180 $\mu\text{g/l}$), du captage du Repaire (jusqu'à 55 $\mu\text{g/l}$) et du TBTE266 (jusqu'à 87 $\mu\text{g/l}$). Ces concentrations en arsenic dépassent largement les normes de potabilité définies par l'arrêté du 11 janvier 2007, que ce soit sur échantillons bruts ou filtrés à 0,45 μm . Les eaux souterraines analysées sur ces trois points peuvent être considérées comme non potables au regard de cet arrêté.

A ce titre, un courrier d'alerte a été transmis par GEODERIS à la DREAL le 28 juillet 2017 (courrier N2017-105DC) notamment de par les enjeux sanitaires du secteur (captage du Repaire utilisé par le passé pour l'alimentation en eau potable du hameau, le puits de la Garde employé pour l'arrosage d'un jardin potager et l'étang de Cieux qui est une zone de pêche régulière ...).

Ainsi, d'après les informations communiquées à GEODERIS par la mairie de Vaulry, le captage du Repaire n'est cependant plus utilisé depuis la fin de l'année 2018 pour l'alimentation en eau potable du hameau du Repaire. En effet, des travaux ont permis de raccorder le hameau au réseau AEP communal.

Par ailleurs, aucun impact particulier n'a été observé lors des différentes campagnes de prélèvements pour les autres paramètres recherchés (notamment étain, cuivre, tungstène, plomb, zinc).

La galerie Gilardeau n'a pas été prélevée en 2017. Mais, les eaux souterraines de l'exutoire de cette galerie sont caractérisées par un pH très acide.

Les données en notre possession ne permettent pas de préciser les éventuelles connexions entre l'aquifère minier (galeries souterraines ennoyées) et les autres aquifères. Toutefois, au vu du contexte local fracturé issu du métamorphisme et de la grande faille qui recoupe le site de la mine, une contamination potentielle de la nappe d'eau sous-jacente par infiltration ne peut être exclue.

2.2 Résultats obtenus pour les eaux superficielles

Plusieurs cours d'eau et points d'eau du secteur ont été investigués, à savoir l'étang de la Mine (à proximité de l'exutoire du Becquey), le ruisseau de la Mine (aval du dépôt de résidus de traitement), le ruisseau de la Vergne (aval du TBTE266), la rivière Glayeule et enfin l'étang de Cieux. Enfin, un prélèvement de lixiviat a été réalisé par le BRGM au niveau du dépôt principal composé de résidus de traitement.

Les mesures des paramètres physico-chimiques indiquent pour :

- L'étang de la Mine, le ruisseau de la Mine, le ruisseau de la Vergne, le Glayeule des pH neutre (7,1 à 7,5) et des conductivités faibles (50 à 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- L'étang de Cieux, un pH légèrement basique (8,5) ainsi qu'une conductivité qui reste faible (95 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Les lixiviats du dépôt de résidus de traitement, un pH modérément acide de 5,3 ainsi qu'une conductivité qui reste faible de l'ordre de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Comme pour les eaux souterraines, les résultats d'analyses en laboratoire sur les eaux superficielles indiquent la présence de teneurs en arsenic parfois importantes :

- L'étang et le ruisseau de la Mine présentent des concentrations élevées en arsenic (comprises entre 20 $\mu\text{g}/\text{l}$ au niveau de l'étang, et jusqu'à 200 $\mu\text{g}/\text{l}$ à l'aval du ruisseau, avant la confluence avec la rivière Glayeule). A noter également un enrichissement des eaux en antimoine, chrome, cuivre, étain, nickel, plomb et zinc ;
- Une concentration en arsenic de 33 $\mu\text{g}/\text{l}$ relevée dans le ruisseau de la Vergne ;
- Les analyses effectuées sur la rivière Glayeule en amont et aval de la confluence avec le ruisseau de la Mine, et au niveau de la confluence avec le ruisseau de la Vergne indiquent des concentrations comprises entre 40 et 60 $\mu\text{g}/\text{l}$ et qui semblent ne pas évoluer de manière très importante d'amont en aval. La rivière Glayeule est donc déjà impactée en amont de la confluence avec le ruisseau de la Mine ;
- Enfin, l'étang de Cieux présente une concentration de 220 $\mu\text{g}/\text{l}$ sur échantillon brut, et 187 $\mu\text{g}/\text{l}$ sur échantillon filtré, ce qui indique que l'arsenic est principalement présent sous forme dissoute.

Ces concentrations en arsenic dépassent largement les normes de potabilité définies par l'arrêté du 11 janvier 2007, que ce soit sur échantillons bruts ou filtrés à 0,45 μm . Les eaux superficielles analysées peuvent être considérées comme non potables au regard de cet arrêté.

De même, les eaux des étangs de la Mine et de Cieux, ainsi que les eaux du ruisseau de la Mine présentent un risque pour l'abreuvement du bétail de par les concentrations en arsenic supérieures au seuil de 60 $\mu\text{g}/\text{l}$ préconisé par l'ANSES.

La comparaison des résultats d'analyses sur les eaux filtrées et les eaux non filtrées indique que les éléments sont majoritairement présents sous forme dissoute, excepté le fer, le cuivre et le plomb. La concentration en arsenic la plus importante dans les eaux de surface a été

identifiée au niveau de l'étang de Cieux (plus de 200 µg/l) situé en aval et en amont de plusieurs zones de grattages alluvionnaires.

2.3 Normes de Qualité Environnementales (NQE)

Les Normes de Qualité Environnementale (NQE) sont définies dans le contexte réglementaire de la Directive Cadre sur l'Eau, ou DCE (2000/60/EC) qui établit une politique communautaire pour la gestion des eaux intérieures de surface, des eaux souterraines, des eaux de transition (eaux estuariennes) et des eaux côtières, afin de prévenir et de réduire leur pollution, de promouvoir leur utilisation durable, de protéger leur environnement, d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques et d'atténuer les effets des inondations et des sécheresses. Les NQE sont considérées comme la « concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement ». Elles servent à la classification des états chimiques et écologiques des eaux de surface.

Dans l'eau, les normes sont établies en concentration moyenne annuelle (NQE-MA) et, pour certaines substances également en concentration maximale admissible (NQE-CMA). Les NQE indiquées dans le Tableau 2 sont issues de l'arrêté du 27 juillet 2015.

Pour les métaux et leurs composés, l'arrêté indique la possibilité de tenir compte des concentrations de fonds géochimiques naturelles lors de l'évaluation des résultats obtenus au regard des NQE.

Toutefois, les fonds géochimiques étant difficilement évaluables sur le secteur d'étude (géologie complexe et présence de travaux miniers parfois jusqu'à l'amont des bassins), les concentrations observées dans les eaux sont directement comparées aux NQE.

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE) ²	
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible
Arsenic	0,83 µg/l	
Cadmium	≤ 0,08 µg/l *	≤ 0,45 µg/l*
Chrome	3,4 µg/l	
Cuivre	1,00 µg/l	
Mercure	0,07 µg/l	
Nickel	4,00 µg/l	34 µg/l
Plomb	1,2 µg/l	14 µg/l
Zinc	7,8 µg/l*	

* : eaux dures (> 24 mg/l CaCO₃)

Tableau 6 – NQE en vigueur pour les principaux ETM

² Arrêté du 27/07/15 mis à jour en novembre 2015.

Les résultats d'analyses des échantillons filtrés d'eaux de surface ont été également comparés aux Normes de Qualité Environnementale.

Substance	Norme de Qualité Environnementale (NQE) ³		Échantillons (concentrations exprimées en µg/l)											
	Moyenne Annuelle	Concentration Maximale Admissible	ESU1 Etang de la mine	ESU1-F Etang de la mine	ESU2 Ruisseau de la mine	ESU2-F Ruisseau de la mine	ESU3 Amont Glayeule	ESU3-F Amont Glayeule	ESU4 Centre Glayeule	ESU4-F Centre Glayeule	ESU5 Aval Glayeule	ESU5-F Aval Glayeule	ESU6 Etang de Cieux	ESU6-F Etang de Cieux
Arsenic	0,83 µg/l	-	95	102	202	121	43,9	47,3	44,2	47,1	59,4	45,6	220	187
Cadmium**	0,08 µg/l*	0,45 µg/l*	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Chrome	3,4 µg/l	-	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cuivre	1,0 µg/l	-	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Mercure**	0,07 µg/l	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nickel**	4,0 µg/l	34 µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Plomb**	1,2 µg/l	14 µg/l	1,13	<0,50	1,16	<0,50	1,75	<0,50	2,68	<0,50	1,32	0,97	1,04	0,9
Zinc	7,8 µg/l*	-	5,2	17,4	<5,00	<5,00	8,6	<5,00	5,2	<5,00	5,5	15,2	5,1	<5,00

* : eaux dures (> 24 mg/l CaCO₃)

** Comparaison effectuées sur eaux filtrées pour ces composés

F : eau filtrée

Gras : dépassement des limites de quantification du laboratoire (LQ) pour l'eau considérée

Orange : dépassement de la valeur seuil pour l'eau considérée

Tableau 7 : Normes de Qualité Environnementales – eaux de surfaces intérieures pour les substances considérées

Les concentrations en arsenic et zinc relevées dans les cours d'eau du secteur dépassent les NQE.

A titre informatif, le SDAGE du Bassin Loire-Bretagne a fixé pour la rivière Vincou et ses affluents (dont la Glayeule) un objectif de bon état écologique à horizon 2021 au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). La fiche masse d'eau du Vincou et de ses affluents (dont la Glayeule) référencée FRGR0418 est présentée en Annexe 2.

³ Arrêté du 27/07/15 mis à jour en novembre 2015

2.4 Résultats obtenus pour les sédiments

Les sédiments du ruisseau de la Mine, du ruisseau de la Vergne et de la rivière Glayeule amont et aval ont été analysés.

Une comparaison avec les valeurs des CBSQGs (tableau ci-dessus ; Consensus-Based Sediments Quality Guidelines, MacDonald et al., 2000) a été appliquée aux résultats d'analyses chimiques des sédiments prélevés dans la zone d'étude. Le tableau suivant présente les résultats obtenus pour les sédiments :

Paramètres	Unités	Réf éch :	SE1	SE2	SE3	SE4	Seuil SEQ EAU V2				TEC	PEC	Arrêté Ministériel du 09/08/2006 Niveau S1
		Date prvltt :	13/06/2017	13/06/2017	13/06/2017	14/06/2017							
		LQ											
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	5,06	5,34	4,18	4,34	/	/	/	/	/	/	/
Argent (Ag)	mg/kg MS	5	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	/	/	/	/	/	/	/
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	284	167	131	135	1	9,8	33		9,8	33	30
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,4	0,67	0,8	0,67	0,68	0,1	1	5		0,99	4,98	2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	5	30,3	14,4	12,2	12,5	4,3	43	110		43,4	111	150
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	5	42,9	11,1	11,8	12,7	3,1	31	140		31,6	149	100
Étain (Sn)	mg/kg MS	5	18,8	5,59	6,99	6,57	/	/	/	/	/	/	/
Fer (Fe)	mg/kg MS	5	29300	25800	19000	17100	/	/	/	/	/	/	/
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,1	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,02	0,2	1		0,18	1,06	1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	11,6	7,8	6,2	5,83	2,2	22	48		22,7	49	50
Plomb (Pb)	mg/kg MS	5	21,4	43,7	35,1	35,7	3,5	35	120		35,8	128	100
Tungstène (W)	mg/kg MS	10	17,8	<10.0	<10.0	<10.0	/	/	/	/	/	/	/
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	85,8	104	87,4	80,7	12	120	460		121	459	300

Orange [C] > aux PEC (Probable Effect Concentration)

Tableau 8 : Résultats pour les sédiments

Les résultats d'analyses de 2017 indiquent des dépassements des PEC (Probable effects Concentration) pour l'Arsenic pour :

- Le ruisseau de la Mine (SE1), ou des teneurs en arsenic sont importantes en aval (284 mg/kg). A noter la présence dans les sédiments de la Mine d'antimoine, de chrome, de cuivre, d'étain, de nickel, de plomb et de zinc ;
- Pour le ruisseau de la Vergne (SE4), avec des teneurs en arsenic mesurées à 135 mg/kg ;
- Et pour la rivière Glayeule (SE2 et SE3), en amont et aval de la confluence avec le ruisseau de la Mine, des teneurs en arsenic qui sont respectivement mesurées à 167 puis 135 mg/kg. La rivière Glayeule semblerait déjà impactée en amont de la confluence avec le ruisseau de la Mine.

La localisation des points de prélèvements GEODERIS est présentée sur la figure en page suivante.

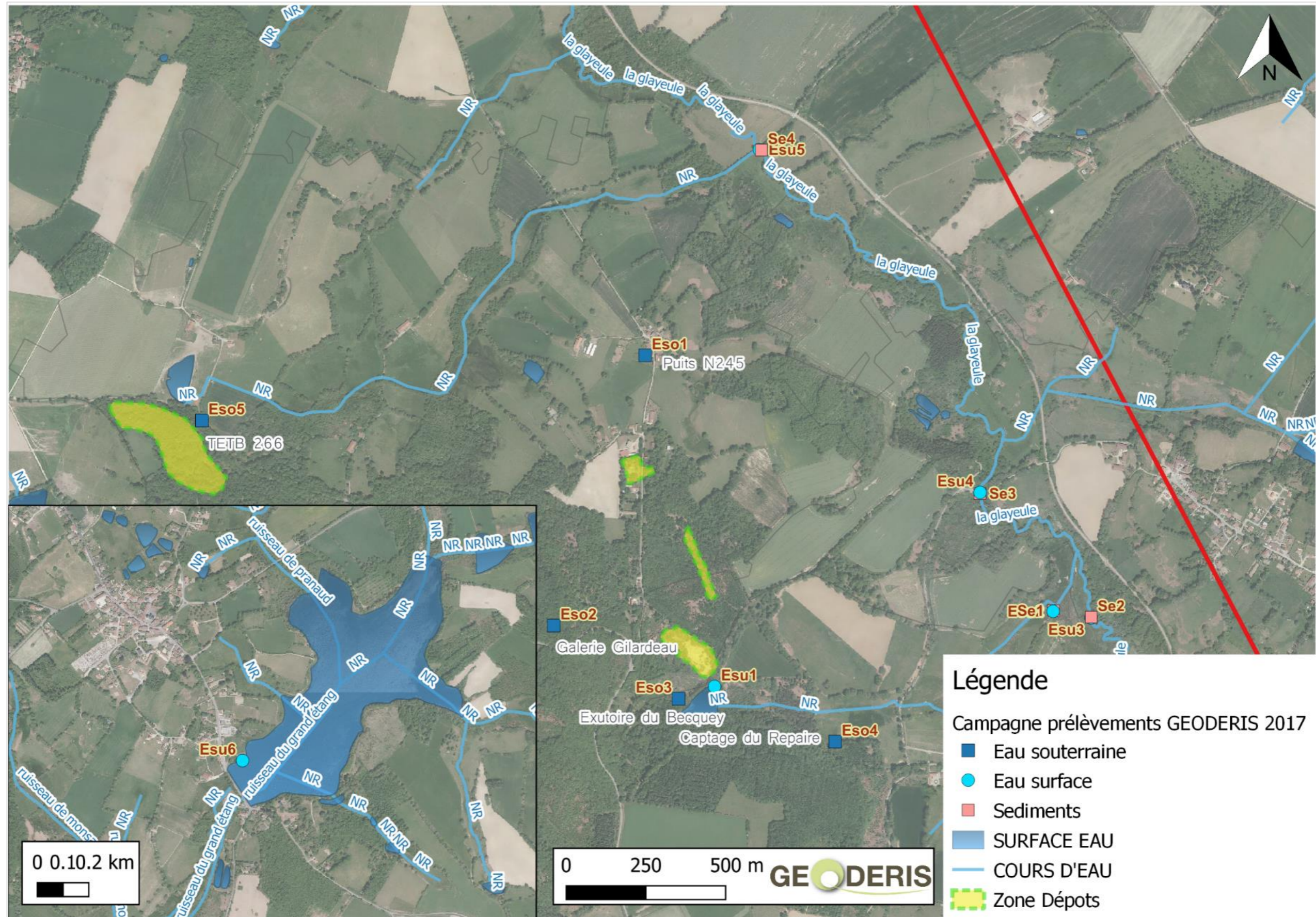
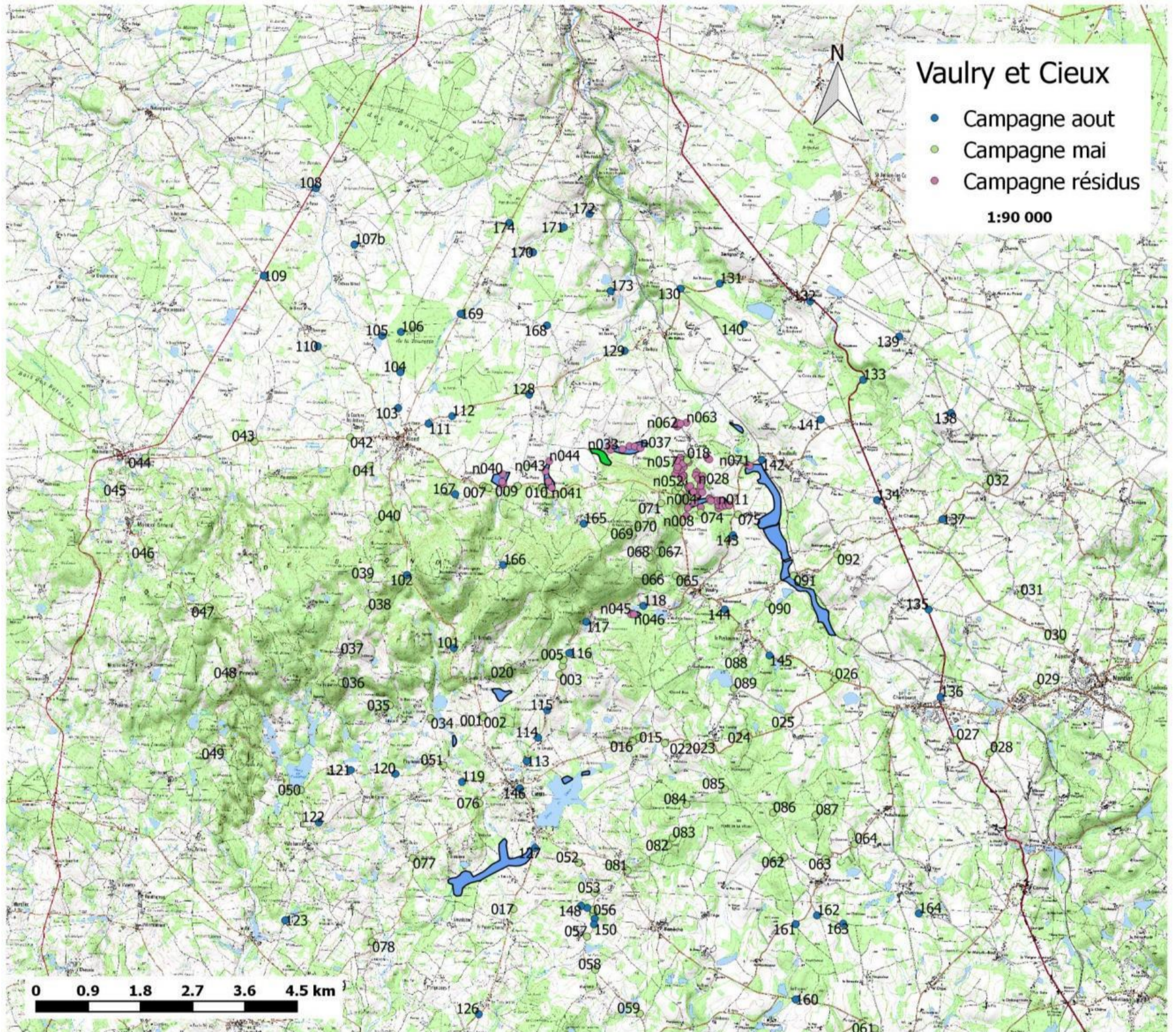


Figure 2 : Localisation des points de mesures / prélèvement environnementaux effectués en 2017 – (Source Géoderis)

Annexe 4

Fond pédo-géochimique 2018

Localisation des points de mesures pXRF



Résultats de mesures pXRF

Mode	Geol	Ec h	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
Géochim.	□3	1	<LOD	50	302	5402	<LOD		<LOD	17088	18455	<LOD	<LOD	<LOD	48	<LOD	19	<LOD	68	117
Sol	□3	1	<LOD	34	233	4930	<LOD	28	16	9922	21439	365	<LOD	<LOD	48	<LOD	15		59	161
Sol	□3	1	<LOD	74	267	1926	<LOD	28	28	16332	19199	290	<LOD	20	58	<LOD	23		93	195
Géochim.	□3	1	<LOD	95	316	3147	<LOD		<LOD	29608	21342	738	<LOD	<LOD	69	<LOD	22	<LOD	122	136
Géochim.	□3	2	<LOD	31	334	5259	<LOD		<LOD	13521	12689	538	<LOD	<LOD	60	<LOD	<LOD	<LOD	68	57
Sol	□3	2	<LOD	20	234	3243	<LOD	12	7	6952	9618	205	<LOD	<LOD	50	<LOD	<LOD		45	78
Sol	□3	3	<LOD	217	381	2265	<LOD	21	36	16512	17434	553	<LOD	10	60	<LOD	43		104	225
Géochim.	□3	3	<LOD	278	447	4050	<LOD		<LOD	30476	18577	1269	<LOD	<LOD	71	<LOD	50	<LOD	160	173
Géochim.	□3	4	<LOD	148	754	4020	<LOD		<LOD	26766	24144	773	<LOD	<LOD	62	<LOD	28	<LOD	102	132
Sol	□3	4	<LOD	117	592	2711	<LOD	24	25	14634	21895	437	<LOD	13	54	<LOD	31		72	193
Sol	□3	5	<LOD	75	128	2275	<LOD	11	7	8614	5684	219	<LOD	<LOD	28	<LOD	13		62	132
Géochim.	□3	5	<LOD	136	172	4949	<LOD		<LOD	20297	9153	918	<LOD	<LOD	34	<LOD	14	<LOD	120	91
Sol	□3	6	<LOD	85	111	1636	<LOD	21	10	9833	11625	441	<LOD	<LOD	27	<LOD	78		105	129
Géochim.	□3	6	<LOD	77	174	3519	<LOD		<LOD	18048	12402	732	<LOD	<LOD	35	<LOD	87	<LOD	110	103
Géochim.	□3	7	<LOD	115	198	3752	<LOD		<LOD	15872	9039	480	<LOD	<LOD	47	<LOD	219	43	70	60
Sol	□3	7	<LOD	131	199	1889	<LOD	20	12	7037	10357	220	3	<LOD	39	<LOD	304		54	108
Sol	□3	8	<LOD	81	175	1969	<LOD	19	11	6499	7675	143	<LOD	<LOD	37	<LOD	49		72	105
Géochim.	□3	8	<LOD	115	226	4669	<LOD		<LOD	13154	9857	516	<LOD	<LOD	46	<LOD	45	<LOD	84	71
Géochim.	□1N a	9	<LOD	104	539	1437	<LOD		<LOD	19412	16701	354	<LOD	<LOD	76	<LOD	39	<LOD	155	115
Sol	□1N a	9	<LOD	94	464	352	<LOD	23	26	11012	13189	138	4	<LOD	82	<LOD	41		129	147
Sol	□1N a	009 t	<LOD	114	457	295	<LOD	23	22	11811	16284	134	3	16	103	<LOD	56		70	167
Géochim.	□1N a	009 t	<LOD	137	649	1114	<LOD		<LOD	22182	16708	621	<LOD	<LOD	123	<LOD	59	<LOD	95	120
Géochim.	□1N a	009 t	<LOD	135	628	1126	<LOD		<LOD	21892	16713	753	<LOD	<LOD	123	<LOD	57	<LOD	84	119
Géochim.	□1N a	10	<LOD	85	516	4244	<LOD		<LOD	19273	13917	616	<LOD	<LOD	73	<LOD	39	<LOD	80	87
Sol	□1N a	10	<LOD	72	352	3390	<LOD	16	11	10680	12699	256	<LOD	<LOD	71	<LOD	41		60	122
Sol	□1N a	11	<LOD	50	344	2275	<LOD	18	8	8439	10544	142	4	<LOD	45	<LOD	37		85	125
Géochim.	□1N a	11	<LOD	57	512	3896	<LOD		<LOD	16155	12457	460	<LOD	<LOD	56	<LOD	30	<LOD	91	89
Géochim.	□3	12	<LOD	388	436	4375	<LOD		<LOD	26321	11780	632	<LOD	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	118	125
Sol	□3	12	<LOD	271	356	1954	<LOD	<LOD	18	13228	10165	246	<LOD	9	41	<LOD	9		66	166
Sol	□3	13	<LOD	516	951	5781	<LOD	115	36	25104	21432	518	<LOD	30	54	<LOD	11		93	300
Géochim.	□3	13	<LOD	596	998	9266	<LOD		<LOD	39662	22617	896	<LOD	<LOD	63	<LOD	<LOD	<LOD	131	206
Sol	□3	15	<LOD	11	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	10374		259	<LOD	<LOD	39	<LOD	<LOD		71	224
Géochim.	□3	15	<LOD	<LOD	506		<LOD		<LOD	16414		500	<LOD	<LOD	52	<LOD	<LOD	<LOD	138	164
Sol	□3	16	<LOD	5	403	1335	<LOD	16	<LOD	7102	9771	180	<LOD	<LOD	25	<LOD	<LOD		21	144
Géochim.	□3	16	<LOD	<LOD	599	3564	<LOD		<LOD	14484	12164	<LOD	<LOD	<LOD	39	<LOD	<LOD	<LOD	30	128
Géochim.	□1t	17	<LOD	68	341	6994	<LOD		<LOD	32916	13730	1275	<LOD	<LOD	70	<LOD	<LOD	<LOD	1207	164
Sol	□1t	17	<LOD	51	364	4817	<LOD	16	12	18187	10957	609	<LOD	11	51	<LOD	<LOD		705	234
Sol	□3	18	<LOD	199	259	1989	<LOD	11	99	6167	5595	223	6	<LOD	41	15	95		421	78
Géochim.	□3	18	<LOD	308	319	5301	<LOD		192	13996	10415	881	<LOD	<LOD	52	15	89	<LOD	709	54
Géochim.	□3	19	<LOD	785	454	2622	<LOD		308	26193	11978	574	<LOD	<LOD	73	44	232	122	209	101
Sol	□3	19	5.7	771	409	1455	<LOD	34	331	17853	15271	376	<LOD	<LOD	83	40	318		205	161
Sol		20	<LOD	57	103	640	<LOD	20	10	14734	14409	304	7	<LOD	51	<LOD	52		80	152
Géochim.		20	<LOD	97	124	2082	<LOD		<LOD	33859	20949	1153	<LOD	<LOD	75	<LOD	40	<LOD	149	110
Géochim.		21	<LOD	576	706	3813	<LOD		<LOD	35835	20213	805	<LOD	<LOD	69	<LOD	11	<LOD	195	152
Sol		21	<LOD	403	679	2243	<LOD	12	22	21844	17823	476	<LOD	13	53	<LOD	14		150	207
Sol	□3	22	<LOD	399	802	2071	<LOD	14	26	16073	22686	553	<LOD	<LOD	116	<LOD	14		161	224
Géochim.	□3	22	<LOD	481	1019	3221	<LOD		<LOD	28078	21623	1149	<LOD	<LOD	153	<LOD	<LOD	<LOD	235	160
Géochim.	□3	23	<LOD	294	473	3860	<LOD		<LOD	29147	13343	1089	<LOD	<LOD	76	<LOD	10	<LOD	152	157
Sol	□3	23	<LOD	211	382	1558	<LOD	11	14	14610	10533	417	<LOD	<LOD	51	<LOD	10		74	237
Sol	□3	24	<LOD	131	270	1563	<LOD	12	30	13052	8709	293	4	<LOD	47	<LOD	<LOD		63	168
Géochim.	□3	24	<LOD	222	276	3857	<LOD		<LOD	29447	9997	884	<LOD	<LOD	66	<LOD	<LOD	<LOD	151	127
Géochim.	□3	25	<LOD	156	526	4568	<LOD		<LOD	19575	12447	541	<LOD	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	117	120
Sol	□3	25	6.2	74	410	3254	<LOD	46	9	10761	13020	583	<LOD	<LOD	45	<LOD	<LOD		94	163
Géochim.	□3	25	6.0	76	454	5510	<LOD		<LOD	15911	7102	<LOD	<LOD	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	112	103
Géochim.	□3	26	<LOD	30	385	3940	<LOD		<LOD	20246	11938	871	<LOD	<LOD	68	17	<LOD	<LOD	173	127
Sol	□3	26	<LOD	20	283	1673	<LOD	13	<LOD	9548	8792	427	<LOD	<LOD	50	11	<LOD		104	175
Sol	□3	27	<LOD	67	296	2877	<LOD	13	28	17399	15140	792	<LOD	14	38	<LOD	<LOD		159	224
Géochim.	□3	27	<LOD	87	376	5281	<LOD		<LOD	32037	16641	1784	<LOD	<LOD	53	10	<LOD	<LOD	250	164
Géochim.	M	28	<LOD	42	448	3140	<LOD		<LOD	14666	15065	566	<LOD	<LOD	33	<LOD	<LOD	<LOD	139	93
Sol	M	28	<LOD	31	328	1907	<LOD	18	<LOD	7783	13553	369	<LOD	<LOD	34	<LOD	<LOD		90	134
Sol	□3	29	<LOD	50	344	885	<LOD	10	8	13039	18475	234	<LOD	<LOD	37	<LOD	<LOD		50	146
Géochim.	□3	29	<LOD	38	500	2176	<LOD		<LOD	19541	15897	<LOD	<LOD	<LOD	50	<LOD	<LOD	<LOD	55	78
Géochim.	□3	30	<LOD	54	570	4313	<LOD		<LOD	27996	12529	416	<LOD	<LOD	24	<LOD	<LOD	<LOD	92	163
Sol	□3	30	<LOD	53	484	2327	<LOD	11	10	19355	12138	439	<LOD	<LOD	20	<LOD	<LOD		66	221

Mode	Geol	Ech	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
Sol	□3	31	<LOD	63	563	3789	<LOD	17	16	25697	13333	552	<LOD	10	25	<LOD	<LOD		94	178
Géochim.	□3	31	<LOD	84	615	6067	<LOD		<LOD	40350	14149	740	<LOD	<LOD	31	11	<LOD	<LOD	116	172
Géochim.	□3	32	<LOD	67	195	4411	<LOD		<LOD	26096	8376	926	<LOD	<LOD	43	48	<LOD	<LOD	117	101
Sol	□3	32	<LOD	63	187	945	<LOD	12	9	16745	7016	298	<LOD	<LOD	34	72	<LOD		87	167
Géochim.	□3	34	<LOD	9	259	2704	<LOD		<LOD	19952	11639	1179	<LOD	<LOD	46	<LOD	13	<LOD	82	95
Sol	□3	34	<LOD	10	202	1320	<LOD	25	6	11103	9699	635	<LOD	<LOD	40	<LOD	10		51	138
Géochim.	□3	35	<LOD	61	659	1406	<LOD		<LOD	37903	24371	900	<LOD	<LOD	93	<LOD	13	<LOD	101	178
Sol	□3	35	<LOD	52	564	250	<LOD	61	9	21488	25790	495	9	23	74	<LOD	<LOD		65	255
Sol	□1Na	36	<LOD	37	38	615	<LOD	13	8	9659	12700	237	4	<LOD	23	<LOD	38		45	119
Géochim.	□1Na	36	<LOD	43	<LOD	1677	<LOD		<LOD	17513	14068	733	<LOD	<LOD	25	<LOD	38	<LOD	62	79
Géochim.	□1Na	37	<LOD	<LOD	<LOD				<LOD	<LOD		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Géochim.	□1Na	37	<LOD	11	108	3244	<LOD		<LOD	12318	8733	766	<LOD	<LOD	31	<LOD	12	<LOD	79	58
Sol	□1Na	37	<LOD	7	54	1303	<LOD	17	<LOD	5411	5743	141	<LOD	<LOD	25	<LOD	9		53	77
Sol	□1Na	38	<LOD	<LOD	78	2517	<LOD	20	<LOD	5099	3838	281	<LOD	<LOD	19	<LOD	<LOD		34	86
Sol	□1Na	39	<LOD	10	104	562	<LOD	21	<LOD	10761	16999	230	<LOD	<LOD	30	<LOD	26		52	181
Géochim.	□1Na	39	<LOD	17	121	1969	<LOD		<LOD	23654	20833	939	<LOD	<LOD	33	<LOD	28	<LOD	83	126
Géochim.	□1Na	40	<LOD	<LOD	142	2837	<LOD		<LOD	18637	10411	719	<LOD	<LOD	36	<LOD	42	<LOD	81	71
Sol	□3	41	<LOD	26	311	740	<LOD	11	10	11582	14767	200	<LOD	<LOD	46	<LOD	31		72	123
Géochim.	□3	41	<LOD	30	393	1838	<LOD		<LOD	21837	15797	776	<LOD	<LOD	75	<LOD	36	<LOD	94	91
Géochim.	□3	42	<LOD	26	436	5654	<LOD		<LOD	31176	11812	1367	<LOD	<LOD	23	<LOD	12	<LOD	87	158
Sol	□3	42	<LOD	20	366	4044	<LOD	19	15	18619	11861	736	<LOD	<LOD	21	<LOD	14		69	222
Géochim.	□3	43	<LOD	22	388	3215	<LOD		<LOD	24469	10145	607	<LOD	<LOD	30	<LOD	19	<LOD	85	250
Sol	□3	43	<LOD	19	306	1534	<LOD	28	19	13220	8861	260	<LOD	<LOD	23	<LOD	16		68	339
Sol	□3	44	<LOD	18	333	1269	<LOD	17	16	7238	10315	264	<LOD	<LOD	34	<LOD	9		68	180
Géochim.	□3	44	<LOD	20	438	2433	<LOD		<LOD	14743	12801	502	<LOD	<LOD	47	<LOD	14	<LOD	100	131
Géochim.	□1Na	45	<LOD	36	197	3069	<LOD		<LOD	22316	17488	957	<LOD	<LOD	39	<LOD	25	<LOD	108	104
Sol	□1Na	45	<LOD	29	144	2120	<LOD	22	15	11948	16093	362	<LOD	<LOD	39	<LOD	27		78	150
Sol	□1Na	46	<LOD	17	123	1733	<LOD	19	7	10940	14240	247	<LOD	<LOD	32	<LOD	15		43	109
Géochim.	□1Na	46	<LOD	23	153	3230	<LOD		<LOD	21676	15804	702	<LOD	<LOD	36	<LOD	16	<LOD	80	78
Géochim.	□1Na	47	<LOD	<LOD	88	1549	<LOD		<LOD	20794	12408	753	<LOD	<LOD	40	<LOD	34	<LOD	89	85
Sol	□1Na	47	<LOD	8	78	291	<LOD	14	6	10697	10173	177	<LOD	<LOD	27	<LOD	28		55	117
Sol	□1Na	48	<LOD	7	105	3931	<LOD	<LOD	7	5908	7691	767	<LOD	<LOD	19	<LOD	9		55	69
Géochim.	□1Na	48	<LOD	13	134	6880	<LOD		<LOD	13660	13020	1851	<LOD	<LOD	29	<LOD	10	<LOD	98	58
Géochim.	□3	49	<LOD	15	436	2488	<LOD		<LOD	22316	15434	789	<LOD	<LOD	66	<LOD	14	<LOD	64	85
Sol	□3	49	<LOD	11	355	1281	<LOD	15	8	11700	13972	391	<LOD	13	54	<LOD	13		51	115
Sol	□3	50	<LOD	<LOD	141	426	<LOD	23	<LOD	10616	7752	129	4	<LOD	40	<LOD	<LOD		26	124
Géochim.	□3	50	<LOD	<LOD	184	1823	<LOD		<LOD	20380	9478	532	<LOD	<LOD	51	<LOD	<LOD	<LOD	29	90
Géochim.	□3	51	<LOD	12	325	3576	<LOD		<LOD	23590	14606	948	<LOD	<LOD	77	<LOD	<LOD	<LOD	82	107
Sol	□3	51	<LOD	10	256	1950	<LOD	18	12	10887	11689	303	5	<LOD	48	<LOD	<LOD		52	153
Géochim.	□3	52	<LOD	122	604	2813	<LOD		<LOD	14118	5252	668	<LOD	<LOD	44	<LOD	23	<LOD	193	84
Sol	□3	52	<LOD	103	488	1632	<LOD	17	7	9666	7093	380	<LOD	<LOD	34	<LOD	<LOD		265	106
Sol	□3	53	<LOD	146	337	2894	<LOD	20	<LOD	10765	8551	438	<LOD	<LOD	21	<LOD	<LOD		57	151
Géochim.	□3	53	<LOD	190	433	5127	<LOD		<LOD	19293	9163	472	<LOD	<LOD	27	<LOD	<LOD	<LOD	91	107
Géochim.	□	54	<LOD	1266	642	3503	<LOD		<LOD	24573	16845	441	<LOD	<LOD	38	<LOD	17	<LOD	185	178
Sol	□	54	<LOD	1117	498	1531	<LOD	39	15	16192	17966	432	<LOD	11	26	<LOD	12		112	254
Sol	□	55	<LOD	1080	344	1540	<LOD	22	7	8434	11362	423	<LOD	<LOD	19	<LOD	<LOD		76	200
Géochim.	□	55	<LOD	1410	431	3123	<LOD		<LOD	16353	13062	635	<LOD	<LOD	25	<LOD	<LOD	<LOD	128	142
Géochim.	□	56	<LOD	2315	746	1753	<LOD		<LOD	27490	18255	<LOD	<LOD	<LOD	29	16	20	<LOD	166	158
Sol	□	56	<LOD	2021	654	<LOD	<LOD	51	17	18554	20567	336	<LOD	19	30	17	13		157	213
Sol	M	57	<LOD	159	415	2598	<LOD	25	12	14985	17338	703	<LOD	<LOD	24	<LOD	<LOD		61	244
Géochim.	M	57	<LOD	189	485	4488	<LOD		<LOD	24547	16586	752	<LOD	<LOD	25	<LOD	<LOD	<LOD	75	184
Géochim.	M	58	<LOD	79	343	3025	<LOD		<LOD	29444	15236	910	<LOD	<LOD	18	<LOD	<LOD	<LOD	135	195
Sol	M	58	<LOD	63	294	1350	<LOD	27	9	17983	13865	607	<LOD	<LOD	19	<LOD	<LOD		93	261
Sol	M	59	<LOD	24	392	<LOD	<LOD	19	13	26488	14967	582	<LOD	<LOD	15	<LOD	<LOD		149	425
Géochim.	M	59	<LOD	25	390	1964	<LOD		<LOD	38231	13298	649	<LOD	<LOD	21	<LOD	11	<LOD	201	296
Géochim.	M	60	<LOD	73	422	4297	<LOD		<LOD	20904	12355	<LOD	<LOD	<LOD	30	<LOD	<LOD	<LOD	100	167
Sol	M	60	8.0	61	349	2796	<LOD	34	10	12879	13930	281	<LOD	29	24	<LOD	17		83	234
Sol	□3	61	<LOD	17	353	798	<LOD	17	<LOD	8501	14898	210	<LOD	<LOD	43	<LOD	<LOD		47	141
Géochim.	□3	61	<LOD	21	463	1880	<LOD		<LOD	15980	16563	<LOD	<LOD	<LOD	49	<LOD	<LOD	<LOD	57	109
Sol	□3	62	<LOD	148	326	1187	<LOD	22	24	12650	17502	562	<LOD	15	52	<LOD	14		115	181
Géochim.	□3	62	<LOD	143	445	2567	<LOD		<LOD	22942	18887	693	<LOD	<LOD	63	<LOD	16	<LOD	138	125
Géochim.	□3	63	<LOD	363	402	2476	<LOD		<LOD	21335	16363	460	<LOD	<LOD	57	<LOD	16	<LOD	201	96
Sol	□3	63	<LOD	328	296	1204	<LOD	14	18	12698	14759	384	<LOD	<LOD	50	<LOD	11		166	133

Mode	Geol	Ech	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
Sol	□3	64	<LOD	53	297	2263	<LOD	19	8	10334	12832	863	<LOD	<LOD	64	<LOD	<LOD		107	114
Géochim.	□3	65	<LOD	190	308	3565	<LOD		<LOD	16223	8958	531	<LOD	<LOD	54	<LOD	39	<LOD	95	96
Sol	□3	65	<LOD	125	254	2313	<LOD	18	15	7044	6338	228	<LOD	<LOD	38	<LOD	46		62	127
Sol	□1Na	66	<LOD	26	277	573	<LOD	22	4	6193	7877	102	<LOD	<LOD	36	<LOD	86		59	130
Géochim.	□1Na	66	<LOD	43	480		<LOD		<LOD	12587		<LOD	<LOD	<LOD	36	<LOD	94	<LOD	70	107
Géochim.	□1Na	66	<LOD	30	400	2565	<LOD		<LOD	12587	9341	532	<LOD	<LOD	43	<LOD	68	<LOD	65	93
Géochim.	□1Na	67	<LOD	55	158	1567	<LOD		<LOD	19268	10744	401	<LOD	<LOD	38	<LOD	20	<LOD	132	75
Sol	□1Na	67	<LOD	50	128	210	<LOD	27	11	11148	9634	175	<LOD	<LOD	31	<LOD	19		109	115
Sol	□1Na	68	<LOD	50	198	1171	<LOD	52	9	11024	11645	234	<LOD	<LOD	56	<LOD	29		54	111
Géochim.	□1Na	68	<LOD	57	243	2669	<LOD		<LOD	19800	12678	653	<LOD	<LOD	58	<LOD	24	<LOD	68	78
Géochim.	□1Na	69	<LOD	33	182	3862	<LOD		<LOD	21204	13533	470	<LOD	<LOD	62	<LOD	25	<LOD	94	77
Sol	□1Na	69	<LOD	32	173	2408	<LOD	16	18	12761	13436	276	<LOD	<LOD	52	<LOD	22		76	108
Sol	□1Na	70	<LOD	33	121	565	<LOD	21	16	10609	7878	381	<LOD	<LOD	32	<LOD	24		125	123
Géochim.	□1Na	70	<LOD	43	187	1953	<LOD		<LOD	18295	10215	681	<LOD	<LOD	27	<LOD	22	<LOD	154	92
Géochim.	□1Na	71	<LOD	62	149	1204	<LOD		<LOD	28712	11582	540	<LOD	<LOD	22	<LOD	70	<LOD	81	119
Sol	□1Na	71	<LOD	49	127	<LOD	<LOD	24	12	16579	11234	276	<LOD	<LOD	21	<LOD	86		61	162
Sol	□1Na	72	<LOD	83	167	344	<LOD	20	7	11597	11111	168	<LOD	<LOD	39	<LOD	58		50	124
Géochim.	□1Na	72	<LOD	99	216	1709	<LOD		<LOD	20610	12243	491	<LOD	<LOD	34	<LOD	55	<LOD	68	87
Géochim.	□1Na	73	<LOD	114	954	1355	<LOD		<LOD	17555	11543	380	<LOD	<LOD	94	<LOD	32	<LOD	55	105
Sol	□1Na	73	<LOD	126	717	363	<LOD	34	11	12369	13879	174	<LOD	<LOD	116	<LOD	34		62	155
Sol	□3	74	<LOD	109	214	588	<LOD	15	20	6654	13483	84	<LOD	8	27	<LOD	23		152	73
Géochim.	□3	74	<LOD	177	289	2921	<LOD		<LOD	15022	14591	265	<LOD	<LOD	34	<LOD	24	<LOD	285	64
Géochim.	□3	75	<LOD	107	350	3553	<LOD		<LOD	16630	12878	567	<LOD	<LOD	38	<LOD	22	<LOD	116	109
Sol	□3	75	<LOD	84	230	1803	<LOD	15	42	7814	8753	324	<LOD	<LOD	30	<LOD	19		63	150
Sol	□1t	76	<LOD	35	382	1376	<LOD	18	8	9492	8936	332	<LOD	<LOD	44	<LOD	<LOD		56	130
Géochim.	□1t	76	<LOD	41	489	2529	<LOD	<LOD	<LOD	21025	10810	589	<LOD	<LOD	59	<LOD	<LOD	67	82	101
Géochim.	□	77	<LOD	29	564	2956	<LOD	<LOD	<LOD	19337	18907	<LOD	<LOD	<LOD	55	<LOD	13	<LOD	191	131
Sol	□	77	<LOD	28	401	1927	<LOD	20	14	10255	16578	174	<LOD	10	51	<LOD	12		138	176
Sol	□1t	78	<LOD	20	379	886	<LOD	42	10	16746	14721	239	<LOD	<LOD	34	<LOD	<LOD		69	237
Géochim.	□1t	78	<LOD	32	390	1253	<LOD	<LOD	<LOD	33188	12540	290	<LOD	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	90	176
Géochim.	□1t	79	<LOD	7	641	625	<LOD	<LOD	<LOD	24384	14768	<LOD	<LOD	<LOD	21	<LOD	7	<LOD	43	117
Sol	□1t	79	<LOD	7	512	<LOD	<LOD	43	13	13120	10594	93	<LOD	13	18	<LOD	<LOD		28	184
Sol	□1t	80	<LOD	13	3377	996	<LOD	58	13	5306	10060	69	<LOD	<LOD	167	<LOD	<LOD		38	78
Géochim.	□1t	80	3.0	<LOD	9613	1395	<LOD	1257	<LOD	7954	7624	441	<LOD	<LOD	111	<LOD	11	<LOD	28	52
Géochim.	□3	81	<LOD	225	396	2226	<LOD	<LOD	<LOD	20107	10514	339	<LOD	<LOD	38	<LOD	8	<LOD	332	104
Sol	□3	81	<LOD	179	280	1065	<LOD	15	13	10568	9166	560	<LOD	<LOD	35	<LOD	<LOD		138	140
Sol	□3	82	<LOD	113	324	2216	<LOD	22	<LOD	8097	12393	276	<LOD	<LOD	41	<LOD	<LOD		96	121
Géochim.	□3	82	<LOD	141	496	3475	<LOD	<LOD	<LOD	15014	13818	<LOD	<LOD	<LOD	43	<LOD	<LOD	<LOD	120	90
Géochim.	□3	83	5.0	146	366	2686	<LOD	<LOD	<LOD	12593	11266	<LOD	<LOD	<LOD	34	<LOD	<LOD	<LOD	43	69
Sol	□3	83	<LOD	131	268	1292	<LOD	21	<LOD	6516	10621	143	<LOD	<LOD	31	<LOD	<LOD		36	90
Sol	□3	84	<LOD	559	351	1040	<LOD	21	11	16643	18911	247	<LOD	<LOD	63	<LOD	<LOD		47	187
Géochim.	□3	84	<LOD	704	235	2391	<LOD	653	<LOD	30300	18313	829	<LOD	<LOD	58	<LOD	<LOD	<LOD	84	132
Géochim.	□3	85	<LOD	373	491	2472	<LOD	<LOD	<LOD	17766	12456	<LOD	<LOD	<LOD	53	<LOD	10	<LOD	151	141
Sol	□3	85	<LOD	358	374	1255	<LOD	40	15	11248	14623	312	<LOD	<LOD	54	<LOD	14		128	182
Sol	□3	86	<LOD	457	222	<LOD	<LOD	25	50	17453	14674	154	<LOD	18	51	<LOD	<LOD		43	185
Géochim.	□3	86	<LOD	605	304	495	<LOD	496	<LOD	31200	12347	504	<LOD	<LOD	64	<LOD	9	<LOD	63	131
Géochim.	□3	87	<LOD	227	482	1721	<LOD	<LOD	<LOD	20723	15503	661	<LOD	<LOD	60	<LOD	15	<LOD	79	123
Sol	□3	87	<LOD	216	365	416	<LOD	26	33	13818	17820	269	<LOD	<LOD	58	<LOD	26		49	182
Sol	□3	88	<LOD	83	400	2307	<LOD	14	<LOD	9530	12841	505	<LOD	<LOD	72	<LOD	<LOD		104	132
Géochim.	□3	88	<LOD	89	558	4458	<LOD	<LOD	<LOD	15832	15643	697	<LOD	<LOD	76	<LOD	<LOD	<LOD	103	96
Géochim.	□3	89	<LOD	42	695	6277	<LOD	<LOD	<LOD	22111	15118	348	<LOD	<LOD	76	<LOD	8	<LOD	148	105
Sol	□3	89	<LOD	40	499	4052	<LOD	21	8	12458	12485	379	<LOD	<LOD	67	<LOD	<LOD		58	142
Sol	□3	90	<LOD	226	524	1757	<LOD	22	6	13090	11909	456	<LOD	<LOD	93	52	<LOD		106	148
Géochim.	□3	90	4.0	244	684	3380	<LOD	<LOD	<LOD	20753	14488	807	<LOD	<LOD	115	64	<LOD	<LOD	160	107
Géochim.	□3	91	<LOD	79	515	3890	<LOD	<LOD	<LOD	23706	12743	407	<LOD	<LOD	65	<LOD	12	<LOD	95	105
Sol	□3	91	<LOD	66	383	2111	<LOD	17	17	13537	12031	326	<LOD	<LOD	52	<LOD	10		80	146
Sol	□3	92	<LOD	45	315	2664	<LOD	13	<LOD	14038	9286	424	<LOD	<LOD	37	<LOD	<LOD		84	147
Géochim.	□3	92	<LOD	56	491	4394	<LOD	<LOD	<LOD	23226	9032	790	<LOD	<LOD	44	<LOD	<LOD	<LOD	99	110
Soil	□1Na	101	<LOD	48	<LOD	963	<LOD	<LOD	<LOD	15866	20091	232	<LOD	<LOD	40	<LOD	<LOD	<LOD	108	108
TestAll Ge	□1Na	101	<LOD	20	<LOD	981	<LOD	<LOD	<LOD	17885	15640	195	<LOD	<LOD	38	<LOD	<LOD	<LOD	94	123
TestAll Ge	□1Na	102	<LOD	33	<LOD	4304	<LOD	<LOD	<LOD	23317	20151	322	4	<LOD	33	<LOD	<LOD	<LOD	82	174
Mining	□1Na	102	<LOD	44	58	2733	<LOD	77	<LOD	23827	22227	386	<LOD	<LOD	34	<LOD	53	<LOD	128	188
Soil	□1Na	102	<LOD	27	<LOD	4159	<LOD	<LOD	<LOD	20871	27806	350	4	<LOD	37	<LOD	<LOD	<LOD	87	179

Mode	Geol	Ech	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
Soil	M	103	<LOD	93	520	12515	<LOD	<LOD	<LOD	28163	16901	468	<LOD	<LOD	33	<LOD	<LOD	<LOD	102	158
TestAll Ge	M	103	<LOD	100	544	2945	<LOD	<LOD	<LOD	31169	16272	517	<LOD	42	38	<LOD	24	<LOD	103	197
Mining	M	103	<LOD	151	412	2790	<LOD	58	<LOD	34715	18685	656	<LOD	<LOD	40	<LOD	23	<LOD	149	210
TestAll Ge	□3	104	<LOD	90	<LOD	6769	<LOD	<LOD	<LOD	32437	11464	347	<LOD	<LOD	33	<LOD	<LOD	<LOD	189	233
Soil	□3	104	<LOD	83	103	3815	<LOD	<LOD	<LOD	33421	12110	94	<LOD	<LOD	35	<LOD	<LOD	<LOD	121	267
Soil	□□	105	<LOD	158	139	8539	<LOD	<LOD	24	31257	15003	613	<LOD	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	259	138
TestAll Ge	□□	105	<LOD	167	362	6625	<LOD	<LOD	<LOD	32464	17122	447	<LOD	<LOD	62	<LOD	<LOD	<LOD	197	153
TestAll Ge	□□	106	<LOD	56	<LOD	350	<LOD	<LOD	<LOD	26251	9241	73	6	<LOD	31	<LOD	<LOD	<LOD	51	273
Soil	□□	106	<LOD	49	<LOD	538	<LOD	<LOD	<LOD	22311	8220	<LOD	5	<LOD	30	<LOD	<LOD	<LOD	29	282
Soil	□□	107	<LOD	84	1056	13237	<LOD	<LOD	<LOD	43140	17097	988	<LOD	94	72	26	10	<LOD	90	206
TestAll Ge	□□	107	<LOD	80	1210	11155	<LOD	113	<LOD	40708	15454	825	<LOD	106	90	33	14	<LOD	135	206
TestAll Ge	□□	107b	<LOD	118	909	12995	<LOD	80	17	45063	17409	1203	3	92	93	<LOD	<LOD	<LOD	176	206
TestAll Ge	□□	108	<LOD	85	764	11783	<LOD	<LOD	<LOD	42251	16631	853	3	60	77	27	<LOD	<LOD	141	208
Soil	□□	108	<LOD	89	654	14315	<LOD	<LOD	<LOD	57535	11970	911	<LOD	97	18	54	10	<LOD	94	193
Soil	□□	109	<LOD	76	97	7792	<LOD	<LOD	18	18392	11442	420	<LOD	<LOD	30	<LOD	<LOD	<LOD	214	270
TestAll Ge	□□	109	<LOD	88	172	9003	<LOD	<LOD	<LOD	22213	11397	520	5	<LOD	31	<LOD	<LOD	<LOD	173	330
TestAll Ge	□□	110	14.5	78	1100	18394	21	141	45	50302	9626	980	<LOD	104	26	76	34	<LOD	190	144
Soil	□□	110	<LOD	100	609	25227	<LOD	71	41	50591	11672	995	<LOD	88	22	<LOD	10	<LOD	86	148
TestAll Ge	□3	111	<LOD	62	203	7942	<LOD	<LOD	19	23903	16232	508	3	<LOD	52	<LOD	63	<LOD	145	226
Soil	□3	111	<LOD	74	<LOD	8374	<LOD	<LOD	<LOD	23892	18081	472	<LOD	<LOD	60	<LOD	<LOD	<LOD	133	222
Soil	M	112	<LOD	109	460	5289	<LOD	<LOD	41	35711	15173	1415	<LOD	43	52	<LOD	<LOD	<LOD	157	212
Soil	□3	113	<LOD	241	57	16550	<LOD	<LOD	28	43309	18597	784	<LOD	<LOD	38	<LOD	<LOD	<LOD	102	195
TestAll Ge	□3	113	<LOD	203	284	9344	<LOD	<LOD	26	38584	17116	741	<LOD	<LOD	38	<LOD	<LOD	<LOD	117	196
TestAll Ge	□3	114	<LOD	180	<LOD:	7263	<LOD	<LOD	19	23841	20772	707	<LOD	<LOD	75	<LOD	<LOD	<LOD	109	153
Soil	□3	114	<LOD	175	239	9563	<LOD	<LOD	29	20499	21849	673	<LOD	<LOD	66	<LOD	<LOD	<LOD	109	152
Soil	□3	115	<LOD	168	452	3915	<LOD	<LOD	37	22374	23009	566	<LOD	53	50	<LOD	<LOD	<LOD	97	160
TestAll Ge	□3	115	<LOD	166	382	5994	<LOD	<LOD	57	22168	22259	528	<LOD	<LOD	72	<LOD	40	<LOD	96	165
TestAll Ge	□3	116	<LOD	169	468	2048	<LOD	<LOD	<LOD	17814	22254	402	3	<LOD	102	<LOD	40	<LOD	94	146
Soil	□3	116	<LOD	173	492	2394	<LOD	<LOD	28	14812	25602	362	<LOD	<LOD	86	<LOD	12	<LOD	86	125
Soil	□3	117	<LOD	223	245	2034	<LOD	<LOD	<LOD	17295	26424	274	<LOD	42	51	<LOD	13	<LOD	67	122
TestAll Ge	□3	117	<LOD	248	184	2103	<LOD	<LOD	<LOD	20037	24656	264	<LOD	34	60	<LOD	48	<LOD	55	129
TestAll Ge	□3	118	<LOD	359	694	4995	<LOD	<LOD	48	21924	22094	592	<LOD	47	95	16	65	<LOD	108	122
Soil	□3	118	<LOD	379	768	4731	<LOD	<LOD	41	17839	21840	550	<LOD	81	69	31	37	<LOD	91	125
Soil	□3	119	<LOD	29	<LOD	8850	<LOD	<LOD	<LOD	22046	16107	290	11	<LOD	49	<LOD	<LOD	<LOD	72	110
Soil	□3	119	<LOD	28	<LOD	12944	<LOD	<LOD	<LOD	20619	13999	309	8	<LOD	51	<LOD	<LOD	<LOD	72	122
Soil	□3	120	<LOD	15	369	2796	<LOD	<LOD	<LOD	14645	28875	571	<LOD	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	52	132
TestAll Ge	□3	120	<LOD	18	234	3247	<LOD	<LOD	<LOD	18114	24367	704	<LOD	43	50	<LOD	<LOD	<LOD	69	133
TestAll Ge	□3	121	<LOD	9	331	44952	<LOD	<LOD	<LOD	15586	20205	783	<LOD	<LOD	43	<LOD	73	<LOD	48	184
Soil	□3	121	<LOD	10	245	42470	<LOD	<LOD	<LOD	14190	19920	753	<LOD	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	48	177
Soil	□3	122	<LOD	8	168	5897	<LOD	<LOD	<LOD	19776	27594	639	<LOD	<LOD	53	<LOD	<LOD	<LOD	67	166
TestAll Ge	□3	122	<LOD	9	239	5945	<LOD	<LOD	<LOD	21898	20209	611	<LOD	<LOD	46	<LOD	<LOD	<LOD	65	154
TestAll Ge	□1t	123	<LOD	7	422	3358	<LOD	<LOD	<LOD	15223	22502	231	<LOD	34	47	<LOD	<LOD	<LOD	32	233
Soil	□1t	123	<LOD	7	399	3129	<LOD	<LOD	<LOD	13175	24683	247	<LOD	45	44	<LOD	<LOD	<LOD	27	192
Soil	□1t	124	<LOD	12	252	1901	<LOD	<LOD	<LOD	21943	22643	324	<LOD	<LOD	26	<LOD	<LOD	<LOD	78	122
TestAll Ge	□1t	124	<LOD	11	299	1616	<LOD	<LOD	<LOD	22767	21240	318	<LOD	<LOD	27	<LOD	<LOD	<LOD	58	124
Soil	□1t	125	<LOD	21	<LOD	3244	<LOD	<LOD	<LOD	13089	18329	<LOD	<LOD	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	24	184
TestAll Ge	M	126	<LOD	19	<LOD	2684	<LOD	<LOD	<LOD	14084	16805	48	3	<LOD	39	<LOD	<LOD	<LOD	24	214
TestAll Ge	M	126	<LOD	54	414	1266	<LOD	<LOD	<LOD	21284	20746	213	<LOD	50	31	<LOD	<LOD	<LOD	30	215
Soil	M	126	<LOD	52	431	1429	<LOD	<LOD	<LOD	17990	25507	185	<LOD	32	31	<LOD	<LOD	<LOD	30	224
Soil	□1t	127	<LOD	393	<LOD	4278	<LOD	<LOD	15	20248	19339	608	<LOD	<LOD	41	<LOD	<LOD	<LOD	87	159
TestAll Ge	□1t	127	<LOD	331	<LOD	5728	<LOD	<LOD	20	23578	19339	1189	6	<LOD	51	<LOD	<LOD	<LOD	88	160
TestAll Ge	M	128	<LOD	43	<LOD	11706	<LOD	<LOD	24	27706	10965	419	<LOD	<LOD	40	<LOD	<LOD	<LOD	157	159
Soil	M	128	<LOD	47	<LOD	9279	<LOD	<LOD	16	30812	11804	387	4	<LOD	46	<LOD	<LOD	<LOD	136	163
Soil	M	129	<LOD	40	358	16659	<LOD	<LOD	<LOD	39899	15936	1044	<LOD	55	26	<LOD	<LOD	<LOD	64	157
TestAll Ge	M	129	<LOD	41	203	13062	<LOD	<LOD	23	41438	13157	1092	<LOD	<LOD	23	<LOD	<LOD	<LOD	94	181
TestAll Ge	□3	130	<LOD	766	346	7252	<LOD	<LOD	<LOD	18764	22990	446	<LOD	54	95	<LOD	19	<LOD	51	83
Soil	□3	130	<LOD	768	230	8397	<LOD	<LOD	<LOD	16980	25334	500	<LOD	35	92	<LOD	<LOD	<LOD	48	105
Soil	□3	131	<LOD	51	447	4648	<LOD	<LOD	<LOD	17932	24726	566	<LOD	35	47	<LOD	<LOD	<LOD	44	106
TestAll Ge	□3	131	9.9	51	731	4665	<LOD	<LOD	<LOD	20037	23198	616	<LOD	63	52	27	14	<LOD	38	118
TestAll Ge	□□	132	<LOD	40	522	9421	<LOD	<LOD	22	25880	21858	995	<LOD	48	95	15	<LOD	<LOD	86	173
Soil	□□	132	<LOD	34	532	8334	<LOD	<LOD	20	24653	25173	954	<LOD	45	54	16	<LOD	<LOD	80	169
Soil	M	133	12.5	143	905	1406	22	<LOD	<LOD	21352	16542	343	<LOD	83	51	66	25	<LOD	55	71
TestAll Ge	M	133	<LOD	159	606	595	<LOD	<LOD	<LOD	17536	13572	303	<LOD	<LOD	48	45	19	<LOD	40	90
TestAll Ge	□3	134	<LOD	95	194	3695	<LOD	<LOD	<LOD	41898	14946	822	<LOD	<LOD	30	22	<LOD	<LOD	108	397

Mode	Geol	Ech	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
TestAll Ge	□3	135	<LOD	25	520	4243	<LOD	<LOD	<LOD	20421	25225	474	<LOD	<LOD	53	<LOD	15	<LOD	74	150
Soil	□3	135	<LOD	20	512	2213	<LOD	43	<LOD	15878	24489	451	<LOD	<LOD	54	16	<LOD	<LOD	52	174
Soil	□3	136	<LOD	65	451	5117	<LOD	<LOD	<LOD	18615	18182	823	<LOD	<LOD	93	<LOD	<LOD	<LOD	77	142
TestAll Ge	□3	136	<LOD	61	235	3424	<LOD	<LOD	<LOD	20147	18688	774	<LOD	<LOD	99	<LOD	<LOD	<LOD	78	132
TestAll Ge	□3	137	<LOD	70	462	5708	<LOD	<LOD	<LOD	40154	15140	1184	<LOD	<LOD	37	<LOD	<LOD	<LOD	193	242
Soil	□3	137	<LOD	82	65	4896	<LOD	<LOD	<LOD	45258	16764	1030	9	<LOD	30	<LOD	<LOD	<LOD	136	275
Soil	M	138	<LOD	35	1013	4491	<LOD	<LOD	<LOD	15408	25116	328	<LOD	<LOD	54	26	9	<LOD	51	147
TestAll Ge	M	138	<LOD	34	550	6035	<LOD	<LOD	<LOD	16408	24205	234	<LOD	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	39	151
TestAll Ge	M	139	<LOD	85	177	11565	<LOD	<LOD	<LOD	17183	23782	332	<LOD	<LOD	46	<LOD	<LOD	<LOD	66	195
Soil	M	139	<LOD	64	238	13030	<LOD	<LOD	<LOD	13040	18554	236	<LOD	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	49	225
Soil	M	140	<LOD	34	52	17675	<LOD	<LOD	50	52502	11364	1145	<LOD	<LOD	24	<LOD	<LOD	<LOD	64	181
TestAll Ge	M	140	<LOD	34	348	12812	<LOD	<LOD	28	47088	11005	1139	<LOD	37	21	16	<LOD	<LOD	101	183
TestAll Ge	M	141	<LOD	35	311	1824	<LOD	<LOD	<LOD	15331	16930	194	4	<LOD	27	13	<LOD	<LOD	30	325
Soil	M	141	<LOD	37	292	2184	<LOD	<LOD	<LOD	13160	18327	199	<LOD	<LOD	31	<LOD	<LOD	<LOD	34	237
Soil	M	142	<LOD	779	414	7456	<LOD	<LOD	61	48450	19115	1161	<LOD	55	98	<LOD	<LOD	109	154	113
TestAll Ge	M	142	8.6	878	354	5980	<LOD	116	35	47048	19198	1334	<LOD	<LOD	101	<LOD	<LOD	100	191	102
TestAll Ge	□3	143	<LOD	140	459	11942	<LOD	<LOD	15	30842	14624	1220	<LOD	38	35	<LOD	29	<LOD	120	156
Soil	□3	143	<LOD	128	201	12575	<LOD	<LOD	18	26869	20698	984	<LOD	<LOD	35	<LOD	<LOD	<LOD	86	234
Soil	□3	144	<LOD	95	766	7432	<LOD	<LOD	<LOD	30051	21769	454	<LOD	71	50	<LOD	<LOD	<LOD	67	173
TestAll Ge	□3	144	<LOD	92	561	6221	<LOD	<LOD	21	33781	18134	554	<LOD	47	50	<LOD	19	<LOD	123	247
TestAll Ge	□3	145	7.5	143	907	2485	<LOD	<LOD	<LOD	23286	16685	616	<LOD	39	254	62	15	<LOD	101	164
Soil	□3	145	<LOD	159	519	2971	<LOD	<LOD	<LOD	20698	24355	585	<LOD	43	208	29	<LOD	<LOD	103	193
Soil	□1t	146	<LOD	1684	543	3586	<LOD	<LOD	<LOD	22702	29520	454	6	44	26	<LOD	<LOD	<LOD	59	218
TestAll Ge	□1t	146	<LOD	1704	442	3563	<LOD	<LOD	18	26800	27689	504	8	<LOD	34	<LOD	20	<LOD	64	194
TestAll Ge	□	147	<LOD	1188	512	2529	<LOD	<LOD	20	34524	17725	504	<LOD	51	35	<LOD	25	<LOD	83	205
Soil	□	147	<LOD	1224	372	2624	<LOD	<LOD	<LOD	34948	22141	645	6	<LOD	31	<LOD	<LOD	<LOD	49	228
Soil	□	148	<LOD	852	397	3310	<LOD	<LOD	<LOD	28945	24012	1075	<LOD	<LOD	36	<LOD	<LOD	<LOD	55	223
TestAll Ge	□	148	<LOD	877	446	3677	<LOD	<LOD	<LOD	30788	20086	1118	<LOD	62	33	<LOD	18	<LOD	91	229
TestAll Ge	□	149	<LOD	872	239	6173	<LOD	<LOD	<LOD	24650	21118	986	5	<LOD	56	<LOD	<LOD	<LOD	62	224
Soil	□	149	<LOD	929	48	5145	<LOD	<LOD	<LOD	27123	27378	1055	4	<LOD	57	<LOD	<LOD	<LOD	65	164
Soil	□	150	<LOD	1806	871	828	<LOD	<LOD	<LOD	42067	24229	482	4	67	38	32	20	<LOD	57	196
TestAll Ge	□	150	<LOD	1760	632	821	<LOD	<LOD	<LOD	40110	21653	452	5	67	35	<LOD	<LOD	<LOD	95	207
TestAll Ge	M	151	7.5	12	968	906	13	<LOD	<LOD	26343	20686	371	<LOD	73	18	41	16	<LOD	47	194
Soil	M	151	<LOD	14	643	1287	<LOD	<LOD	<LOD	25206	25560	517	<LOD	50	18	13	<LOD	<LOD	23	232
Soil	M	152	<LOD	21	344	2862	<LOD	<LOD	<LOD	15285	22365	200	6	36	17	<LOD	<LOD	<LOD	24	272
TestAll Ge	M	152	<LOD	17	459	2774	<LOD	<LOD	<LOD	13861	16310	198	5	37	15	17	<LOD	<LOD	19	290
Soil	M	153	<LOD	66	590	1654	<LOD	<LOD	<LOD	27898	18961	535	5	39	19	24	8	<LOD	42	289
TestAll Ge	M	153	<LOD	68	408	1844	<LOD	<LOD	<LOD	31324	18318	571	5	<LOD	18	<LOD	<LOD	<LOD	74	292
TestAll Ge	M	154	<LOD	20	675	3066	<LOD	<LOD	<LOD	31256	21330	475	6	53	21	<LOD	<LOD	<LOD	61	292
Soil	M	154	9.3	18	1541	2633	17	<LOD	<LOD	23330	21996	437	8	59	18	75	31	<LOD	41	372
Soil	M	155	<LOD	18	<LOD:	2861	<LOD	<LOD	<LOD	16476	21290	248	5	<LOD	31	<LOD	<LOD	<LOD	78	199
TestAll Ge	M	156	<LOD	14	649	3354	<LOD	<LOD	<LOD	21142	27712	545	4	54	39	16	7	<LOD	47	244
Soil	M	156	<LOD	9	402	2784	<LOD	<LOD	<LOD	21485	28626	695	8	<LOD	37	<LOD	<LOD	<LOD	47	184
Soil	M	157	<LOD	28	327	2040	<LOD	<LOD	17	20873	28039	208	4	<LOD	47	<LOD	<LOD	<LOD	57	220
TestAll Ge	M	157	<LOD	23	719	2646	<LOD	<LOD	<LOD	18811	25231	223	4	<LOD	46	26	<LOD	<LOD	51	229
TestAll Ge	M	158	<LOD	41	594	465	<LOD	<LOD	<LOD	31035	29315	430	<LOD	45	71	15	<LOD	<LOD	92	205
Soil	M	158	<LOD	41	571	730	<LOD	<LOD	<LOD	22022	36823	366	5	<LOD	69	<LOD	<LOD	<LOD	67	219
Soil	M	159	<LOD	36	470	3969	<LOD	<LOD	<LOD	26293	23589	681	<LOD	<LOD	39	<LOD	<LOD	<LOD	71	256
TestAll Ge	M	159	5.5	43	228	4103	<LOD	<LOD	<LOD	27719	20961	662	9	<LOD	37	<LOD	<LOD	<LOD	72	272
TestAll Ge	M	160	<LOD	103	624	4983	<LOD	<LOD	<LOD	22915	31990	505	<LOD	55	78	25	<LOD	<LOD	70	183
Soil	M	160	<LOD	113	453	4766	<LOD	<LOD	<LOD	22390	29030	521	<LOD	62	74	16	<LOD	<LOD	73	176
Soil	□3	161	<LOD	127	211	1528	<LOD	<LOD	<LOD	23112	26236	531	6	<LOD	172	<LOD	<LOD	<LOD	86	189
TestAll Ge	□3	161	<LOD	143	243	2252	<LOD	<LOD	<LOD	26384	24559	643	<LOD	<LOD	227	22	31	<LOD	88	183
TestAll Ge	□3	162	<LOD	106	244	2040	<LOD	<LOD	<LOD	16109	26483	691	<LOD	<LOD	152	<LOD	<LOD	<LOD	77	127
Soil	□3	162	<LOD	92	455	2065	<LOD	<LOD	<LOD	12517	30767	693	<LOD	<LOD	102	15	<LOD	<LOD	72	115
Soil	□3	163	<LOD	95	162	2747	<LOD	<LOD	<LOD	15409	27832	314	<LOD	<LOD	148	<LOD	<LOD	<LOD	75	130
TestAll Ge	□3	163	<LOD	78	221	2941	<LOD	<LOD	<LOD	14179	23119	297	<LOD	<LOD	134	17	<LOD	<LOD	54	123
TestAll Ge	□3	164	<LOD	25	222	1333	<LOD	<LOD	<LOD	20620	20632	125	<LOD	<LOD	53	17	<LOD	<LOD	80	96
Soil	□3	164	<LOD	22	417	1180	<LOD	<LOD	<LOD	15009	25038	144	<LOD	39	45	19	<LOD	<LOD	76	102
Soil	□1Na	165	<LOD	24	<LOD:	2715	<LOD	<LOD	<LOD	17210	18262	155	4	<LOD	39	<LOD	<LOD	<LOD	61	127
TestAll Ge	□1Na	165	<LOD	22	<LOD:	3014	<LOD	<LOD	<LOD	19264	14624	177	4	<LOD	42	<LOD	<LOD	<LOD	65	124
TestAll Ge	□1Na	165	<LOD	17	<LOD:	6134	<LOD	<LOD	<LOD	13096	17966	199	5	<LOD	48	<LOD	<LOD	<LOD	107	113
Soil	□1Na	166	<LOD	18	<LOD:	6250	<LOD	<LOD	<LOD	11127	23561	239	4	<LOD	48	<LOD	<LOD	<LOD	108	105
Soil	□1Na	167	<LOD	19	<LOD:	677	<LOD	<LOD	<LOD	15814	17160	71	5	<LOD	44	<LOD	<LOD	<LOD	57	88
TestAll Ge	□1Na	167	<LOD	19	<LOD:	789	<LOD	<LOD	<LOD	15542	14165	72	4	<LOD	43	<LOD	<LOD	<LOD	48	107

Mode	Geol	Ech	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Zr
TestAll Ge	□3	168	<LOD	44	205	2845	<LOD	<LOD	<LOD	21711	14245	248	11	<LOD	40	<LOD	<LOD	<LOD	49	378
Soil	□3	168	<LOD	46	143	3325	<LOD	<LOD	<LOD	18976	12629	305	10	<LOD	34	<LOD	<LOD	<LOD	45	371
Soil	□3	168	<LOD	42	237	3496	<LOD	<LOD	<LOD	18059	18489	342	10	<LOD	34	<LOD	<LOD	<LOD	33	398
Soil	□□	169	13. 3	126	417	3142	<LOD	18	25	27164	10402	298	11	<LOD	34	29	<LOD	<LOD	79	247
TestAll Ge	□□	169	<LOD	120	265	4098	<LOD	<LOD	22	27183	14700	378	9	<LOD	36	<LOD	53	<LOD	98	254
TestAll Ge	□3	170	<LOD	66	132	4975	<LOD	<LOD	<LOD	12291	25266	322	4	<LOD	54	<LOD	42	<LOD	65	143
Soil	□3	170	<LOD	64	74	4149	<LOD	<LOD	<LOD	10434	25639	286	4	<LOD	48	<LOD	<LOD	<LOD	63	106
Soil	□3	171	<LOD	361	224	1134	<LOD	<LOD	<LOD	19446	23965	867	<LOD	<LOD	97	<LOD	<LOD	<LOD	74	125
TestAll Ge	□3	171	<LOD	250	203	2012	<LOD	<LOD	<LOD	19247	24266	303	7	<LOD	85	<LOD	<LOD	<LOD	79	116
TestAll Ge	□3	172	<LOD	103	170	4081	<LOD	<LOD	<LOD	16828	22968	398	<LOD	<LOD	63	<LOD	<LOD	<LOD	67	97
Soil	□3	172	<LOD	106	128	5213	<LOD	<LOD	21	15466	18986	430	7	<LOD	75	<LOD	<LOD	<LOD	91	96
Soil	□3	173	<LOD	93	354	13080	<LOD	<LOD	34	13561	24748	623	<LOD	<LOD	116	<LOD	<LOD	<LOD	178	91
TestAll Ge	□3	173	<LOD	76	310	12021	<LOD	<LOD	31	15324	21058	668	<LOD	<LOD	127	<LOD	27	<LOD	184	89
TestAll Ge	□□□□ □	174	<LOD	69	171	2466	<LOD	108	<LOD	38082	9858	465	5	<LOD	113	<LOD	<LOD	<LOD	53	250
Soil	□□□□ □	174	<LOD	87	60	3606	<LOD	42	21	42391	9440	454	8	<LOD	116	<LOD	<LOD	<LOD	31	262

LOD = limite de détection du pXRF.

Résultats d'analyses en laboratoire

ANALYSES MULTIELEMENTAIRES PAR ICP/AES (FUSION ALCALINE)

	LQ	unité	VC 003	VC 013	VC 017	VC 035	VC 056	VC 059	VC 068	VC 081	VC 108	VC 117	VC 118	VC 121	VC 142	VC 145
Ag	0.2	mg/kg	< LQ	< LQ	1	< LQ	1	2	< LQ	< LQ	1.71	0.32	0.27	0.39	1.2	< LQ
Al2O3	1	%	16.5	15	13.6	20.6	15.8	12.4	14.7	19.9	13.4	16.1	18.4	14	13.8	16.1
As	20	mg/kg	259	594	58	60	3678	36	76	435	69	164	258	< LQ	465	80
B	10	mg/kg	57	43	15	23	22	22	34	20	< LQ	15	17	13	23	22
Ba	10	mg/kg	725	1373	591	897	1225	768	451	546	357	297	412	469	340	386
Be	2	mg/kg	10	8	4	18	4	3	20	4	< LQ	14	18	5	21	4
Bi	10	mg/kg	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	17	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
CaO	1	%	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2.4	< LQ	< LQ	1.9	< LQ	< LQ
Cd	2	mg/kg	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ce	10	mg/kg	59	120	52	123	98	70	41	77	31	31	45	54	26	41
Co	5	mg/kg	6	10	7	7	8	16	< LQ	14	24	< LQ	5	< LQ	16	< LQ
Cr	10	mg/kg	16	69	14	52	39	37	23	10	65	21	11	23	52	11
Cu	5	mg/kg	38	25	13	< LQ	28	11	10	35	22	13	39	7	28	< LQ
Fe2O3	1	%	2.4	3	2.4	3.4	3.2	4.5	2.2	3	6.9	2.4	2.6	1.7	5	2.1
K2O	0.5	%	4.8	5.4	3.7	6.1	6.9	3.6	4.3	3.7	1.2	3.6	3.5	4.4	2.5	3.3
La	20	mg/kg	30	62	28	63	56	30	22	37	< LQ	< LQ	20	24	< LQ	< LQ
Li	10	mg/kg	148	54	42	240	47	29	475	34	25	157	102	43	82	32
MgO	1	%	< LQ	1	< LQ	1	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1.5	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
MnO	0	%	0.09	0.06	0.09	0.08	0.05	0.11	0.05	0.1	0.1	0.04	0.06	0.07	0.13	0.05
Mo	5	mg/kg	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nb	20	mg/kg	< LQ	< LQ	< LQ	31	23	39	28	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ni	10	mg/kg	< LQ	21	< LQ	27	14	18	13	< LQ	23	< LQ	< LQ	< LQ	15	< LQ
P2O5	100	mg/kg	1921	2084	1539	1451	1045	1477	2803	1315	1212	1251	1245	1429	1560	829
PP	0.1	%	10.1	7.72	8.97	7.31	6.98	9	11.07	10.96	11.4	5.67	7.31	5.63	9.93	7.92
Pb	10	mg/kg	123	117	103	156	101	65	129	151	37	73	99	61	108	168
Sb	10	mg/kg	< LQ	10	11	< LQ	26	< LQ	< LQ	< LQ	22	< LQ	< LQ	< LQ	14	23
SiO2	1	%	70.1	75.7	83.9	68.3	76.6	75.2	77.8	69.4	38.2	64.2	45.2	50.2	38.5	44.2
Sn	10	mg/kg	64	17	13	20	41	17	63	29	< LQ	40	49	23	20	11
Sr	5	mg/kg	168	247	191	196	143	128	105	153	153	79	109	112	49	105
TiO2	0	%	0.49	0.57	0.49	0.58	0.62	1.33	0.37	0.39	0.91	0.36	0.33	0.29	0.59	0.27
V	10	mg/kg	29	46	37	47	49	77	30	22	139	29	27	25	94	19
W	10	mg/kg	47	15	13	19	21	12	24	38	15	29	27	13	93	< LQ
Y	20	mg/kg	< LQ	< LQ	< LQ	40	45	23	< LQ	27	22	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Zn	5	mg/kg	114	90	754	77	74	59	84	304	81	52	76	33	107	65
Zr	20	mg/kg	187	230	179	214	235	360	151	174	126	111	120	127	99	116

LQ = limite inférieure de quantification.

Annexe 5

Environnements Locaux Témoins

Synthèse des prélèvements pour les zones témoins selon les couches géologiques

Commune- lieu-dit	Jardin potager (sols, végétaux)	Pâture, prairie, pelouse ornementale (sols et herbes)	Eau
Blond <i>Villerajouze</i> ELT1		660-SPE27 616-SPE28 626-SPE29	
Berneuil <i>La Borderie</i> ELT2	88-SJ7 TOM-88-SJ7 76-SJ9 COU-76-SJ9 SAL-76-SJ9 366-SJ8 PDT-366-SJ8	88-SPE-11 366-SPE-12 CH-SPA2 CH-HERB-SPA2 CH-SPA3 CH-HERB-SPA3	EB6 + EF6
Berneuil ELT3		230-SPE25 241-SPE26 249-SPEA1 249-HERB-SPEA1	
Blond <i>Doumaix</i> ELT4	486-SJ10 TOM-486-SJ10 COU-486-SJ10 SAL-486-SJ10 PDT-486-SJ10	486-SPE-13	

SPA : sol de pâture / SJ : sol de jardin potager / SPE : sol de pelouse ornementale / SPEA : sol pouvant servir de témoin pour pâtures et pelouses ornementales

HERB : herbe / TOM : tomate, COU : courgette / SAL : salade / PDT : pomme de terre / BET : betterave / CON : concombre / ECH : échalote / OIG : oignon / POIV : poivron

MAR : maraîcher

ELT : environnement local témoin (hors influence minière)

Sols superficiels

Les sols dédiés à la détermination de l'environnement local témoin (ELT) sont répartis sur les couches géologiques précitées soit au total :

- 3 échantillons de sol dans des pâtures sur l'horizon compris entre 0 et 3 cm (annotés CH-SPAX, X étant le numéro du prélèvement),
- 9 échantillons de sol dans des jardins ornementaux (pelouses) compris entre 0 et 3 cm (annotés XSPEY, X étant le numéro de parcelle et Y le numéro du prélèvement). Notons que parmi ces 9 échantillons, l'échantillon 249-SPEA1 sera utilisé comme ELT pour les pâtures et les jardins ornementaux situés sur l'horizon M,
- 5 échantillons de sol dans des jardins potagers sur l'horizon compris entre 0 et 30 cm (annotés XSJY, X étant le numéro de parcelle et Y le numéro du prélèvement).

Ces échantillons de sol ont été envoyés pour analyse chimique au laboratoire et ont fait l'objet en parallèle de mesures pXRF® *in situ* sur les échantillons composites.

Végétaux potagers

Les végétaux potagers ont été prélevés dans les jardins potagers retenus pour déterminer l'ELT. Les catégories de végétaux retenues sont similaires à celles cultivées dans les jardins des zones sous influence minière.

Annexe 6

Prélèvement Volet Environnemental

(Hors texte)

Annexe 7

Prélèvement Volet Sanitaire

PROTOCOLES DE PRELEVEMENT

Les investigations ont été réalisées par l'INERIS conformément aux protocoles décrits ci-dessous.

SOLS

En fonction des usages, les profondeurs échantillonnées sont les suivantes :

- 0-3 cm au niveau des sols non remaniés concernés par les voies d'exposition directes comme l'ingestion non intentionnelle de sol. Cette profondeur de prélèvement concerne principalement les jardins ornementaux et les chemins de randonnée,
- 0-30 cm au niveau des sols remaniés, concernés par les voies d'exposition telles que l'ingestion de sol lors des activités de jardinage et le transfert relatif à l'ingestion de végétaux. Cette profondeur concerne les jardins potagers. Le cas échéant, des végétaux sont prélevés en parallèle des échantillons de sols.

La profondeur échantillonnée entre 0-10 cm de profondeur concerne les zones de pâturage.

Quelle que soit la profondeur, le prélèvement est réalisé au moyen d'une bêche.

Chaque échantillon de sol correspond à un composite de plusieurs prises, à savoir le mélange de 2 à 12 prélèvements, en vue de refléter l'exposition à une zone. Les composites sont effectués sur des zones de terrain homogènes.

La nomenclature suivante a été appliquée pour distinguer les échantillons :

- SJ : sol superficiel de jardin potager,
- SPA : sol superficiel de pâtures/prairies,
- SPE : sol superficiel de jardin ornemental,
- CR : sol superficiel de chemin de randonnée.

EAUX DE SURFACE ET SOUTERRAINES

Les eaux souterraines ou de surface ont été prélevées au robinet. Deux types d'échantillons sont générés : eau filtrée (EF) ou eau brute (EB).

Pour les eaux brutes, le flaconnage fourni par le laboratoire a directement été rempli.

Pour les eaux filtrées, le flaconnage en plastique dédié à l'analyse des métaux, qui contient 0,3 mL d'acide nitrique à 65% (pour un volume total du flacon de 60 mL), a été rempli après filtration à 0,45 µm (pratiquée directement sur le terrain lors du prélèvement).

Les analyses de laboratoire sont complétées par des mesures effectuées sur le terrain à l'aide d'appareils portatifs, immédiatement après le prélèvement sur les échantillons d'eau brute : température, pH, conductivité, potentiel redox, oxygène dissous.

Pour rappel, les valeurs de concentrations sont à prendre en compte sur des échantillons d'eau filtrée, lors de comparaison aux normes de qualité environnementale (NQE). Dans le cadre d'une étude sanitaire pour laquelle l'eau est utilisée pour l'arrosage des jardins potagers, les résultats sur des eaux non filtrées sont nécessaires.

ESPECES VEGETALES (VEGETAUX POTAGERS ET HERBES DE PRAIRIES)

Concernant les végétaux potagers, des prélèvements ont été réalisés dans les jardins privés dont les propriétaires ont autorisé l'accès. Les légumes ont été échantillonnés conformément au guide en vigueur pour ce milieu d'exposition (ADEME, 2014). Ainsi, différents types de légumes ont été échantillonnés selon leur disponibilité, 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, tubercules, légumes feuilles, légumes fruits.

Sur le terrain, les échantillons prélevés n'ont pas été nettoyés, à l'exception des particules de

terre les plus grossières adhérentes aux racines ou aux parties aériennes.

Les consignes suivantes de préparation ont été transmises au laboratoire d'analyse :

- pour les salades, tomates, poivrons, feuilles de céleri, branche de céleri : lavage à l'eau déminéralisée avant analyses,
- pour les courgettes : épluchage ou non en fonction des habitudes de consommation des usagers,
- pour les pommes de terre, carottes, betteraves, concombres, oignons, échalotes : épluchage puis rinçage à l'eau déminéralisée,
- pour les champignons : égouttage avant analyses.

Les prélèvements de légumes ont été couplés à des prélèvements de sol du potager et le cas échéant d'eau d'arrosage (lorsque cette eau est d'origine souterraine ou lorsqu'il s'agit d'eau de surface).

PROGRAMME ANALYTIQUE

SUBSTANCES RETENUES

En concertation avec GEODERIS, sur la base de la géologie et des procédés chimiques employés, la liste des substances retenues et analysées au laboratoire est la même sur l'ensemble du périmètre d'étude (modulées selon les matrices, voir ci-après), à savoir :

- pour les sols : antimoine (Sb), argent (Ag), arsenic (As), baryum (Ba), bismuth (Bi), cadmium (Cd), calcium (Ca), chrome (Cr), cobalt (Co), cuivre (Cu), étain (Sn), fer (Fe), lithium (Li), magnésium (Mg), manganèse (Mn), molybdène (Mo), nickel (Ni), plomb (Pb), soufre (S), tungstène (W), zinc (Zn), mercure (Hg),
- pour les eaux brutes : pH, COT, matières en suspension, carbonates, hydrogénocarbonates, balance ionique, Sb, Ag, As, Ba, Bi, Cd, Cr, Co, Cu, Sn, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, W, Zn, Hg,
- pour les eaux filtrées et les végétaux : mêmes analyses que pour les eaux brutes, sans pH, COT, matières en suspension, carbonates et hydrogénocarbonates.

Les limites de quantification demandées aux laboratoires d'analyse 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.

MESURES SEMI-QUANTITATIVES REALISEES IN-SITU

Un spectromètre de fluorescence X portable (NITON® XL2800) a été utilisé pour les mesures semi-quantitatives sur les échantillons de sol. Des mesures directes sur le sol sont effectuées après avoir enlevé l'humus le cas échéant. D'après le constructeur, en mode sol, il est possible d'analyser plusieurs éléments : Ba, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sn, Pb, Hg, Sr, Cd, Ag, Sb, Rb, Ca, K, V, Ti, Sc, Pd, Zr, W, Au et S.

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Les analyses ont été confiées au laboratoire EUROFIN (Saverne, 67).

Pour les concentrations supérieures aux limites de quantification, les incertitudes analytiques sont données pour chaque binôme substance-échantillon et sont exprimées en valeur absolue. La comparaison d'une concentration à une concentration ELT tient compte des incertitudes analytiques des 2 échantillons.

Le laboratoire n'a fourni aucune incertitude analytique pour les carbonates, les hydrogénocarbonates, Bi, Li, et W pour les eaux, Ag, Bi, Ca, Li, Mg, S et W pour les sols, ainsi que W pour les végétaux.

CONSERVATION ET ACHEMINEMENT AU LABORATOIRE

Les échantillons de sols, d'eaux et de végétaux ont été conditionnés dans les flacons ou sachets plastiques (végétaux) fournis par le laboratoire. Ils ont été placés dans des glacières au frais et à l'abri de la lumière avant leur envoi.

L'ensemble des échantillons a été envoyé en glacière réfrigérée sous 24h au maximum après leur prélèvement.

INTERPRETATION DE LA DEGRADATION DES MILIEUX

La dégradation d'un milieu donné est considérée en comparant les concentrations mesurées en zone potentiellement impactée avec celles de la zone témoin hors influence minière (ELT).

La dégradation est jugée significative, dès lors que la [concentration (C) - incertitude analytique (Ic)] est supérieure à la [concentration témoin (C_{ELT}) + incertitude analytique (I_{ELT})].

Parcelles investiguées

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry - La Garde	OD	0030+0032	2	32SPE7	32SJ3		PDT-32-SJ3 BET-32-SJ3 SAL-32-SJ3 COU-32-SJ3 TOM-32-SJ3 CELBRA-32-SJ3 CHAMP-32-SJ3
Vaulry - La Garde	OD	0003	2	3-SPE9	3-SJ5	EB4+EF4 source	CELFEUI-3-SJ5 CELBRA-3-SJ5 CON-3-SJ5 COU-3-SJ5 TOM-3-SJ5 POIV-3-SJ5
Vaulry - La Garde	OD	0033 + 0034	2	SPE1	SJ1	EB1 + EF1 : robinet EB2 + EF2 : récupérateur d'eau	TOM-SJ1 SAL-SJ1
Vaulry - La Garde	OD	0041	2	41-SPE21	41-SJ15		PDT-41-SJ15
Vaulry - La Garde	OD	0046	2	SPE2		EB3 + EF3 : eau du puits au robinet	
Vaulry - La Garde	OD	0027	2	26-SPE20	26-SJ14	EB8+EF8	TOM-26-SJ14 CON-26-SJ14
Vaulry - La Garde	OD	0058 + 0358 + 0385	2	58-SPE16			

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry - La Burjade	OD	0355 + 0362 + 0364	2	355-SPE19			
Vaulry - La Burjade	OD	0019	2	19SPE3	19SJ2		COU-19-SJ2 SAL-19-SJ2 PDT-19-SJ2
Vaulry - La Burjade	OD	0343	2	343-SPE8	343-SJ4		PDT-343-SJ4 SAL-343-SJ4 CAR-343-SJ4 ECH-343-SJ4 OIG-343-SJ4
Vaulry - La Burjade	OD	12, 13, 14, 347, 349, 353, 348, 350, 354	2	16-SPE18	16-SJ13		SAL-16-SJ13
Vaulry - La Burjade	OD	0218	2	218-SPE15	218-SJ12	EB 7 EF 7	SAL-218-SJ12 BET-218-SJ12 CAR-218-SJ12

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry - La Mine	OC	0874 + 1103	2 (fond du jardin) 3 devant	1106-SPE14	1106-SJ11		PDT-1106-SJ11 BET-1106-SJ11 TOM-1106-SJ11
Vaulry - La Mine	OC	0875	3	875-SPE22 875-SPE23 875-SPE24			
Vaulry - La Mine	OC	1126 + 1140	1 (arrière maison) - 3 (zone boisée de jeux d'enfants)	1126-SPE6 1140-SPE5			
Vaulry - La Mine	OC	0884 + 1201	1	884-SPE17			
Vaulry - La Mine	OB	0311	1 (maison) - 3 (pointe est du)	311-SPE4			
Vaulry	OB	0231	ELT végétaux		MAR-SJ16	EF9+EB9 : étang au robinet	PDT-MAR-SJ16 BET-MAR-SJ16 COU-MAR-SJ16 CON-MAR-SJ16 ECH-MAR-SJ16 OIG-MAR-SJ16 POIV-MAR-SJ16 TOM-MAR-SJ16 SAL-MAR-SJ16

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Berneuil - La Borderie	OG	0088	ELT2	88-SPE-11	88-SJ7		TOM-88-SJ7
Berneuil - La Borderie	OG	0075 + 0076	ELT2	Pas de prélèvement pelouse car fil électrique dedans	76-SJ9	EB6+EF6 : puits	COU-76-SJ9 SAL-76-SJ9
Berneuil - La Borderie	OG	0366	ELT2	366-SPE-12	366-SJ8		PDT-366-SJ8
Berneuil - La Borderie	OG	0316 + 0317	ELT2	Même parcelle que OG 0076			
Berneuil - La Borderie	OG	0080	ELT2 cham p		CH-SPA3		CH-HERB-SPA3
Berneuil - La Borderie	OG	0094 + 0134	ELT2 cham p		CH-SPA2		CH-HERB-SPA2

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Berneuil - rue des Blanchets	AB	0230	ELT3	230-SPE25			
Berneuil - rue des Blanchets	OD	0241	ELT3	241-SPE26			
Berneuil - rue des Blanchets	OD	249	ELT3 (pelou se + cham p)	249-SPEA1			249-HERB-SPEA1

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Blond - Villerajouze	OK	0626	ELT1	626-SPE29			
Blond - Villerajouze	OK	0660	ELT1	660-SPE27			
Blond - Villerajouze	OK	0616	ELT1	616-SPE28			

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry-La Vergne	OD	0378	5	378-SPE10	378-SJ6	EB5+EF5 source dans champs	OIG-378-SJ6 TOM-378-SJ6 CON-378-SJ6 POIV-378-SJ6 PDT-378-SJ6 CAR-378-SJ6 COU-378-SJ6 BET-378-SJ6 SAL-378-SJ6

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Blond - Doumaix	OC	0486	ELT 5	486-SPE-13	486-SJ10		TOM-486-SJ10 COU-486-SJ10 SAL-486-SJ10 PDT-486-SJ10

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry - La Mine	circuit VTT		ELT dan	CR1-4/10-12 CR5-9			

Commune	Section cadastrale	Parcelle cadastrale	ELT	Echantillons sol pelouse	Echantillons sols potager	Echantillons eaux	Végétaux
Vaulry - La Burjade	Champ 4 - Priorité 1		3 + 2 - Champs au nord de La Gardie + Berneuville	CH4-SPA1			CH4-HERB-SPA1
Vaulry - La Burjade	Champ 5 - Priorité 1		3 - Champs Berneuville				

Table des prélèvements de sols réalisés

Référence	Site_minier	Commune	Date	Matrice	Couche_géolo giq ue	Parcelle	Prelvt	Profondeu r	Nombre de prises	Texture	Couleur	X	Y	Ref photos	Description_remarques
SPE1	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	ay3m	OD33-34	1	3	5	Limons	Brun	551743,14	6551496,65	SPE1	Jardin derrière la maison
SPE2	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	ay3m	OD46	1	3	2	Limons	Brun	551768,10	6551425,62	SPE2	Jardin devant maison
19-SPE3	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	ay3m	OD19	1	3	6	Limons	Brun	551692,08	6551173,51	SPE3	Jardin autour maison
311-SPE4	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	y1Na+M	OB311	1	3	5	Limons	Brun	551751,08	6550579,20	SPE4	Jardin autour maison
1140-SPE5	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	M	OC1140	1	3	6	Limons	Brun	551701,27	6550745,08	SPE5	Zone boisée avec jeu d'enfants
1126-SPE6	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	y1Na	OC1126	1	3	9	Limons	Brun	551709,44	6550661,34	SPE6	Jardin devant maison
32-SPE7	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD30+32	1	3	6	Limons	Brun	551732,13	6551491,88	SPE7	Jardin arrière maison et accès potag
343-SPE8	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD343	1	3	6	Limons	Brun	551641,47	6551141,17		Jardin autour maison
3-SPE9	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD3	1	3	3	Limons	Brun	551539,25	6551427,32	SPE9	Jardin devant maison
378-SPE10	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	Mξ2	OD378	1	3	6	Limons	Brun	550454,21	6551404,29	SPE10	Jardin autour maison
88-SPE11	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	19/07/2018	SOL	Mξ2	OG88	1	3	2	Limons	Brun	551148,82	6554331,14	SPE11	Jardin d'agrément autour potager
366-SPE12	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	19/07/2018	SOL	ay3m	OG380	1	3	3	Limons	Brun	551068,04	6554371,87	SPE12	Jardin d'agrément autour potager
486-SPE13	Vaulry-et-Cieux	Blond	19/07/2018	SOL	Mξ2	OC471	1	3	3	Limons	Brun	548797,91	6553432,18	SPE13	Jardin autour maison
1106-SPE14	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	19/07/2018	SOL	M	OC1103	1	3	9	Limons	Brun	551709,78	6550982,89	SPE14	Jardin autour maison
218-SPE15	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	23/07/2018	SOL	ay3m	OD218	1	3	3	Limons	Brun	551447,34	6551176,00	SPE15	Jardin d'agrément autour potager
58-SPE16	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	23/07/2018	SOL	ay3m	OD58-358-385	1	3	5	Limons	Brun	551788,41	6551368,21	SPE16	Jardin derrière la maison
884-SPE17	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	23/07/2018	SOL	y1Na	OC884-1201	1	3	6	Limons	Brun	551700,93	6550621,86	SPE17	Jardin devant maison : zones de jeu
16-SPE18	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	-14-347-348-349-350	1	3	12	Limons	Brun	551579,98	6551156,83	SPE18	Jardin autour maison
355-SPE19	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	OD0355-0362-0364	1	3	7	Limons	Brun	551770,82	6551226,15	SPE19	Jardin autour maison
26-SPE20	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	OD27	1	3	5	Limons	Brun	551740,30	6551386,59	SPE20	Jardin autour maison
41-SPE21	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	OD41	1	3	3	Limons	Brun	551801,79	6551413,02	SPE21	Jardin d'agrément autour potager
875-SPE22	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	M	OC875	1	3	5	Limons	Brun	551697,41	6550915,95	SPE22	Jardin arrière maison
875-SPE23	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	M	OC875	1	3	5	Limons	Brun	551687,43	6550884,64	SPE23	Jardin devant maison
875-SPE24	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	M	OC875	1	3	3	Limons	Brun	551668,02	6550882,03	SPE24	Jardin devant maison - Zon enord-es
230-SPE25	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	25/07/2018	SOL	M	AB230	1	3	2	Limons	Brun	553407,61	6553771,09	SPE25	Jardin devant maison
241-SPE26	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	25/07/2018	SOL	M	OD241	1	3	2	Limons	Brun	553419,75	6553814,32	SPE26	Espace vert côté entreprise
660-SPE27	Vaulry-et-Cieux	Blond	25/07/2018	SOL	y1Na	OK660	1	3	3	Limons	Brun	545761,00	6547531,17	SPE27	Jardin autour maison
616-SPE28	Vaulry-et-Cieux	Blond	25/07/2018	SOL	y1Na	OK616	1	3	3	Limons	Brun	545753,74	6547764,22	SPE28	Jardin autour maison
626-SPE29	Vaulry-et-Cieux	Blond	25/07/2018	SOL	y1Na	OK626	1	3	3	Limons	Brun	545829,08	6547767,40	SPE29	Jardin autour maison
249-SPEA1	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	25/07/2018	SOL	M	OD249	1	10	2	Limons	Brun	553376,52	6553698,70	SPEA1	Parcelle côté station d'épuration
SJ1	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	ay3m	OD33-34	1	30	3	Limons	Brun	551734,89	6551500,76	SJ1	Jardin potager
19-SJ2	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	17/07/2018	SOL	ay3m	OD19	1	30	4	Limons	Brun	551706,18	6551163,08	SJ2	Jardin potager
32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD30+32	1	30	5	Limons	Brun	551711,62	6551507,01	SJ3	Jardin potager
343-SJ4	Vaulry-et-	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD343	1	30	4	Limons	Brun	551636,1	6551163,3	SJ4	Jardin potager

	Cieux											3	5		
3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	ay3m	OD3	1	30	4	Limons	Brun	551533,3 2	6551386,9 9	SJ5	Jardin potager
378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	18/07/2018	SOL	Mξ2	OD378	1	30	3	Limons	Brun	550411,3 5	6551469,3 1	SJ6	Jardin potager
88-SJ7	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	19/07/2018	SOL	Mξ2	OG88	1	30	4	Limons	Brun	551152,2 3	6554337,9 7	SJ7	Jardin potager
366-SJ8	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	19/07/2018	SOL	ay3m	OG380	1	30	3	Limons	Brun	551058,0 6	6554383,9 0	SJ8	Jardin potager
76-SJ9	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	19/07/2018	SOL	ay3m	OG76	1	30	3	Limons	Brun	551214,9 7	6554401,1 3	SJ9	Jardin potager
486-SJ10	Vaulry-et-Cieux	Blond	19/07/2018	SOL	Mξ2	OC471	1	30	4	Limons	Brun	548800,6 5	6553423,8 5	SJ10	Jardin potager
1106-SJ11	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	19/07/2018	SOL	ay3m	OC1103	1	30	4	Limons	Brun	551688,3 2	6551027,1 2	SJ11	Jardin potager
218-SJ12	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	23/07/2018	SOL	ay3m	OD218	1	30	3	Limons	Brun	551441,8 3	6551182,7 8	SJ12	Jardin potager
16-SJ13	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	-14-347-348-349-350	1	30	3	Limons	Brun	551573,3 6	6551196,9 3	SJ13	Jardin potager
26-SJ14	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	OD27	1	30	1	Limons	Brun	551727,8 9	6551395,9 8	SJ14	Jardin potager
41-SJ15	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	ay3m	OD41	1	30	2	Limons	Brun	551799,3 6	6551419,2 3	SJ15	Jardin potager
MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	24/07/2018	SOL	y3m	OB231	1	30	9	Limons	Brun	551411,4 6	6548456,6 1	SJ16	Jardin potager
CH4-SPA1	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	25/07/2018	SOL	ay3m et M	OC872	1	10	4	Limons	Brun	551575,3 7	6551029,6 3	SPA1	Pâtûre
CH-SPA2	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	25/07/2018	SOL	ay3m	OG94+OG134	1	10	2	Limons	Brun	551545,4 1	6554062,0 3	SPA2	Bordure de pâtûre
CH-SPA3	Vaulry-et-Cieux	Berneuil	25/07/2018	SOL	ay3m	OG80	1	10	3	Limons	Brun	551084,0 6	6554456,3 5	SPA3	Pâtûre
CR1-4/10-12	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	20/07/2018	SOL	ay3m		1	3	7	Limons	Brun	552027,3 4	6550588,1 5	CR1	Chemin de randonnée au Sud du dé
CR5-9	Vaulry-et-Cieux	Vaulry	20/07/2018	SOL	ay3m		1	3	5	Limons	Brun	551969,0 4	6550423,1 2	CR2	Chemin de randonnée au Sud du dé

Référence	Sb_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Ba_ppm	Bi_ppm	Cd_ppm	Cr_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Sn_ppm	Li_ppm	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	W_ppm	Zn_ppm	Hg_ppm
SPE1	<1,05	<5,24	435	213	12,6	3,23	29,7	12,3	87,8	8,75	67,9	597	1,14	14,6	40,6	520	179	<0,10
SPE2	4,48	<5,00	523	521	13,5	2,42	35,2	14,7	161	20,2	82	723	2,45	18,1	106	627	285	<0,10
19-SPE3	3,84	<5,00	318	319	10,5	0,45	37,8	15,5	253	20,2	100	486	1,59	15,1	33,2	<10,0	169	<0,10
311-SPE4	17,9	<5,46	1720	1110	113	0,76	13,7	7,77	208	84,5	224	321	5,15	6,19	167	421	188	0,28
1140-SPE5	3,84	<5,53	415	237	25,5	<0,44	12,3	3,58	53,4	30	66,6	82,5	2,98	5,01	69,9	108	45,1	0,14
1126-SPE6	4,75	<5,59	593	476	27,5	0,46	22,1	7,71	129	29,2	102	340	6,67	7,18	81,6	99,2	150	<0,11
32-SPE7	4,72	<5,26	539	322	6,31	1,29	37,4	33,3	104	16,8	60,7	1010	1,61	15,4	91,3	<10,5	217	<0,11
343-SPE8	10,6	<5,08	595	243	15,2	0,47	38,4	17,1	232	49,2	69,1	691	2,81	9,97	49,1	12,6	144	0,12
3-SPE9	1,58	<5,44	207	310	8,74	0,91	29	11,3	83,8	15,8	46,2	849	1,62	10,2	55,6	32,5	328	<0,11
378-SPE10	<1,02	<5,11	130	399	7,34	0,91	15,3	9,33	34	10	34,6	793	<1,02	7,11	66,7	<10,2	131	<0,10
88-SPE11	<1,00	<5,00	74,2	114	<5,00	0,54	10,2	5,78	33,2	<5,00	23	790	<1,00	6,2	48,9	<10,0	169	0,11
366-SPE12	2,44	<5,00	107	130	<5,00	0,89	14,4	7,67	65,8	<5,00	29,1	1100	<1,00	7,01	49,7	<10,0	204	<0,10
486-SPE13	4,15	<5,00	137	134	<5,00	0,89	36	12,1	54,3	5,1	29,6	531	2,01	17,2	68,4	<10,0	108	<0,10
1106-SPE14	49,6	7,98	1020	548	22,9	1,84	21,6	11,2	594	92,4	105	580	4,8	9,47	212	79,6	236	0,29
218-SPE15	12,9	<5,00	263	493	5,93	<0,40	25,2	15,4	226	70,6	72,7	1600	2,3	10,5	107	<10,0	229	<0,10
58-SPE16	6,54	<5,00	349	372	9,55	0,88	21	11,5	107	22,8	50,1	1210	1,42	9,92	53,8	<10,0	146	<0,10
884-SPE17	5,69	<5,32	503	490	56,2	0,53	13,2	6,76	54,9	40,8	158	541	1,47	7,39	80,4	143	154	0,26
16-SPE18	13,1	<5,00	674	281	12,8	0,69	31,9	14,5	250	43,2	82,1	661	2,11	8,78	79	11,5	183	<0,10
355-SPE19	12,5	<14,4	483	384	<14,4	1,18	24,9	13,4	194	38,5	80,1	872	<2,88	9,72	95,1	<28,8	250	<0,29
26-SPE20	2,56	<5,00	315	434	12	2,75	27,1	14,9	99,4	20,8	62,3	1480	1,82	11,9	74,7	11,4	215	<0,10
41-SPE21	6,03	<5,05	392	458	11,1	1,4	33,7	15,2	125	24,8	58,3	1560	1,62	13,7	72,8	26,4	221	0,11
875-SPE22	10,8	<5,00	615	310	26,8	0,78	38,6	9,68	192	38,6	119	362	2,98	12,5	57,1	70,6	154	<0,10
875-SPE23	27,6	5,29	968	428	25,2	1,62	27,7	7,75	445	123	101	337	4,27	9,62	121	91,6	235	0,3
875-SPE24	121	27,1	3440	991	49,1	5,73	18,3	5,83	993	1120	99,8	206	15,3	5,69	293	458	212	0,21
230-SPE25	8,09	<5,00	78,8	219	<5,00	0,58	18,5	11,8	42,6	5,85	26,2	570	<1,00	9,07	61,3	<10,0	151	0,14
241-SPE26	14,1	<5,00	141	185	<5,00	0,64	54,1	17,7	35,6	5,46	35,3	918	<1,00	21	51,5	<10,0	140	0,17
660-SPE27	<1,01	<5,03	29,8	88,4	6,83	0,45	13,4	6,4	9,92	5,45	88,8	557	<1,01	10,9	30,4	<10,1	72,3	<0,10
616-SPE28	<1,00	<5,00	22	78,1	6,29	0,44	13,3	6,07	16,6	5,88	93,2	318	<1,00	9,52	87,3	<10,0	93,2	<0,10
626-SPE29	<1,00	<5,00	27	57,1	<5,00	<0,40	7,53	4,06	8,82	<5,00	48,8	258	<1,00	5,13	44,5	<10,0	62,5	0,13
249-SPEA1	8,47	<5,08	67,9	221	<5,08	0,72	30	15,9	25,7	5,76	37,8	777	<1,02	11,7	31,1	<10,2	139	0,15
SJ1	1,34	<5,00	520	234	9,7	0,99	36,7	15,9	96,4	14,2	69	915	1,6	15,7	62,5	32,7	192	NA
19-SJ2	4,68	<5,00	336	319	11,4	0,6	34,8	17,8	318	15,9	103	658	1,71	13,9	29,5	<10,0	153	<0,10
32-SJ3	3,29	<5,52	1110	491	9,61	8,73	38,8	17,9	129	17,8	67,2	1560	1,94	17,7	158	15,7	234	<0,11
343-SJ4	16,8	<5,24	878	468	19,3	6,65	42,2	18,4	275	49	129	940	3,46	11,7	164	46,6	179	<0,10
3-SJ5	3,82	<5,66	233	331	<5,66	0,98	39,6	27,7	81,5	11,7	37,7	1130	2,36	12,7	40,2	16,3	207	<0,11
378-SJ6	<1,00	<5,00	136	469	5,52	1,05	20,8	11,4	43,9	5,94	33,8	1400	1,66	7,95	66,9	436	143	<0,10
88-SJ7	2,51	<5,00	93,4	109	5,51	0,58	11,2	7,01	59,4	<5,00	26,5	936	<1,00	6,71	48,6	<10,0	115	<0,10
366-SJ8	2,74	<5,00	101	145	<5,00	0,85	13,1	7,41	63,7	<5,00	28,6	1000	<1,00	6,8	58,8	<10,0	216	0,11
76-SJ9	<1,00	<5,02	63,1	191	<5,02	0,6	12,9	8,25	32,9	<5,02	24,1	1570	<1,00	7,25	56,2	<10,0	135	<0,10
486-SJ10	2,67	<5,21	196	235	7,87	1,64	36,1	11,8	108	<5,21	23,5	712	2,76	17,9	135	<10,4	195	<0,10
1106-SJ11	5,13	<5,39	138	151	6,74	0,87	18,6	9,27	64,2	7,39	22,2	718	1,52	9,18	51,4	<10,8	140	<0,11
218-SJ12	10,3	<5,00	287	536	10,7	1,57	25,9	14,5	198	63,3	73,7	1770	1,75	10,4	112	46,7	283	0,14
16-SJ13	8,21	<5,00	433	242	8,23	0,69	40,3	18,4	222	36,2	90,7	878	1,64	19,3	68,4	<10,0	145	<0,10
26-SJ14	2,04	<5,00	372	358	9,12	1,35	22,7	14,9	84,6	17,3	42,8	1660	1,73	10,6	70,5	<10,0	215	0,15
41-SJ15	2,24	<5,00	385	562	8,57	2,61	43,8	17,8	163	19	65,9	2050	1,66	16,5	82,3	19,1	342	<0,10
MAR-SJ16	<1,00	<5,00	460	185	5,41	0,46	12,4	8,41	32,6	10,6	49,7	760	<1,00	6,09	173	<10,0	104	<0,10
CH4-SPA1	9,05	<5,39	283	200	15,9	<0,43	25,5	11,1	189	37,3	93,9	367	2,03	9,29	58,9	33,5	129	<0,11
CH-SPA2	1,4	<5,00	251	55,6	<5,00	<0,40	5,21	4,19	9,64	<5,00	<20,0	410	<1,00	3,26	58	<10,0	41,2	<0,10
CH-SPA3	<1,00	<5,00	80,5	50,9	<5,00	<0,40	10,6	7	13,3	<5,00	<26,3	820	<1,00	5,77	33,8	<10,0	94,6	<0,10
CR1-4/10-12	15,3	<5,00	539	227	15,2	0,8	25,7	10,9	258	68,9	88,6	571	3,62	8,07	75,5	145	111	<0,10
CR5-9	341	105	7690	1310	138	12,7	6,12	9,98	7310	995	115	313	49,7	4,16	600	1970	961	0,17

Table des prélèvements de végétaux réalisés

Référence	Site minier	Date	Matrice	Type	Espèce	X_L93	Y_L93	Ref photos
SAL-SJ1	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551734,89	6551500,76	
TOM-SJ1	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551734,89	6551500,76	
COU-19-SJ2	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	551706,18	6551163,08	COU_SJ2
PDT-19-SJ2	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551706,18	6551163,08	PDT_SJ2
SAL-19-SJ2	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551706,18	6551163,08	SAL_SJ2
CAR-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-racine	Carotte	550411,35	6551469,31	CAR_SJ6
PDT-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	550411,35	6551469,31	PDT_SJ6
SAL-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	550411,35	6551469,31	SAL_SJ6
COU-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	550411,35	6551469,31	COU_SJ6
BET-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-racine	Betterave	550411,35	6551469,31	BET_SJ6
TOM-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	550411,35	6551469,31	TOM_SJ6
CON-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Concombre	550411,35	6551469,31	CON_SJ6
POIV-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Poivron	550411,35	6551469,31	POIV_SJ6
OIG-378-SJ6	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-bulbe	Oignon	550411,35	6551469,31	OIG_SJ6
CELFEUI-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-feuille	Celeri feuille	551533,32	6551386,99	CELFEUI_SJ5
CELBRA-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-tige	Celeri branche	551533,32	6551386,99	CELBRA_SJ5
POIV-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Poivron	551533,32	6551386,99	POIV_SJ5
TOM-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551533,32	6551386,99	TOM_SJ5
PDT-343-SJ4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551636,13	6551163,35	PDT_SJ4
ECH-343-SJ4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-bulbe	Echalote	551636,13	6551163,35	ECH_SJ4
OIG-343-SJ4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-bulbe	Oignon	551636,13	6551163,35	OIG_SJ4
CAR-343-SJ4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-racine	Carotte	551636,13	6551163,35	CAR_SJ4
SAL-343-SJ4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551636,13	6551163,35	SAL_SJ4
CELBRA-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-tige	Céleri branche	551711,62	6551507,01	CELBRA_SJ3
BET-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-racine	Betterave	551711,62	6551507,01	BET_SJ3
COU-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	551711,62	6551507,01	COU_SJ3
PDT-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551711,62	6551507,01	PDT_SJ3
SAL-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551711,62	6551507,01	SAL_SJ3
CHAMP-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Autre	Champignon	551711,62	6551507,01	CHAMP_SJ3
COU-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	551533,32	6551386,99	COU_SJ5
CON-3-SJ5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Concombre	551533,32	6551386,99	CON_SJ5
TOM-1106-SJ11	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551688,32	6551027,12	TOM_SJ11
TOM-88-SJ7	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551152,23	6554337,97	TOM_SJ7
TOM-486-SJ10	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	548800,65	6553423,85	
COU-486-SJ10	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	548800,65	6553423,85	
PDT-486-SJ10	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	548800,65	6553423,85	
COU-76-SJ9	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	551214,97	6554401,13	COU_SJ9
BET-1106-SJ11	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-racine	Betterave	551688,32	6551027,12	BET_SJ11
PDT-366-SJ8	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551058,06	6554383,90	PDT_SJ8
SAL-486-SJ10	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	548800,65	6553423,85	
SAL-76-SJ9	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551214,97	6554401,13	SAL_SJ9
PDT-1106-SJ11	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551688,32	6551027,12	PDT_SJ11
PDT-41-SJ15	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551799,36	6551419,23	PDT_SJ15
TOM-26-SJ14	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551727,89	6551395,98	TOM_SJ14
CON-26-SJ14	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Concombre	551727,89	6551395,98	CON_SJ14
SAL-16-SJ13	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551573,36	6551196,93	SAL_SJ13
PDT-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Tubercules	Pomme de terre	551411,46	6548456,61	PDT_SJ16
BET-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-racine	Betterave	551411,46	6548456,61	BET_SJ16
COU-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Courgette	551411,46	6548456,61	COU_SJ16
CON-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Concombre	551411,46	6548456,61	CON_SJ16
ECH-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-bulbe	Echalote	551411,46	6548456,61	ECH_SJ16
OIG-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-bulbe	Oignon	551411,46	6548456,61	OIG_SJ16
POIV-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Poivron	551411,46	6548456,61	POIV_SJ16
TOM-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551411,46	6548456,61	TOM_SJ16
SAL-MAR-SJ16	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551411,46	6548456,61	SAL_SJ16
BET-218-SJ12	Vaulry-et-Cieux	23/07/2018	VEG	Legume-racine	Betterave	551441,83	6551182,78	BET_SJ12
CAR-218-SJ12	Vaulry-et-Cieux	23/07/2018	VEG	Legume-racine	Carotte	551441,83	6551182,78	CAR_SJ12
SAL-218-SJ12	Vaulry-et-Cieux	23/07/2018	VEG	Legume-feuille	Salade	551441,83	6551182,78	SAL_SJ12
CH-HERB-SPA3	Vaulry-et-Cieux	25/07/2018	VEG	Graminées	Herbe	551084,06	6554456,35	
CH-HERB-SPA2	Vaulry-et-Cieux	25/07/2018	VEG	Graminées	Herbe	551545,41	6554062,03	
249-HERB-SPEA1	Vaulry-et-Cieux	25/07/2018	VEG	Graminées	Herbe	553389	6553692	
CH4-HERB-SPA1	Vaulry-et-Cieux	25/07/2018	VEG	Graminées	Herbe	551575,37	6551029,63	
TOM-32-SJ3	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	VEG	Legume-fruit	Tomate	551711,62	6551507,01	TOM_SJ3

Référence	Sb_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Ba_ppm	Bi_ppm	Cd_ppm	Cr_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Sn_ppm	Li_ppm	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	W_ppm	Zn_ppm	Hg_ppm
SAL-SJ1	0,07	<0,5	8,3	NA	NA	0,1	0,9	NA	1,6	NA	2,5	NA	NA	0,3	0,86	<0,20	4,6	<0,005
TOM-SJ1	<0,05	<0,05	<0,05	NA	NA	0,016	<0,2	NA	0,7	NA	<0,5	NA	NA	<0,1	<0,05	<0,20	2,7	<0,005
COU-19-SJ2	<0,05	<0,05	0,06	NA	NA	<0,005	<0,2	NA	0,3	NA	<0,5	NA	NA	<0,1	<0,05	<0,20	1,3	<0,005
PDT-19-SJ2	<0,05	<0,05	0,18	NA	NA	<0,005	<0,2	NA	0,5	NA	<2	NA	NA	<0,1	<0,05	<0,20	1,3	<0,005
SAL-19-SJ2	0,08	<0,05	4,7	NA	NA	0,025	1	NA	4,6	NA	<0,5	NA	NA	0,3	0,37	<0,20	3,9	<0,005
CAR-378-SJ6	<0,05	<0,05	0,26	3,4	2	0,02	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	3,2	<0,1	<0,1	0,1	NA	3,6	<0,005
PDT-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	<1	0,007	<0,2	<0,1	0,9	<0,2	<0,5	1,5	<0,1	<0,1	<0,05	NA	2,7	<0,005
SAL-378-SJ6	<0,05	<0,05	0,12	1,7	<1	0,007	<0,2	<0,1	0,7	<0,2	<0,5	1,5	<0,1	<0,1	<0,05	NA	2,2	<0,005
COU-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	0,8	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,4	<0,005
BET-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	9	<1	0,031	<0,2	<0,1	1,2	<0,2	<0,5	4,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	6,3	<0,005
TOM-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	0,008	<0,2	<0,1	0,6	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,9	<0,005
CON-378-SJ6	<0,05	<0,05	0,09	0,5	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,3	<0,2	<0,5	0,4	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,2	<0,005
POIV-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	0,013	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,2	<0,005
OIG-378-SJ6	<0,05	<0,05	<0,05	2,4	<1	0,007	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	1,9	<0,1	<0,1	<0,05	NA	2,5	<0,005
CELFEUI-3-SJ5	<0,05	<0,05	0,48	2,8	2	0,061	<0,2	<0,1	0,7	<0,2	<0,5	5,4	3,2	<0,1	<0,05	NA	7,6	<0,005
CELBRA-3-SJ5	<0,05	<0,05	0,11	0,7	<1	0,03	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	1	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,2	<0,005
POIV-3-SJ5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	0,008	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,5	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,3	<0,005
TOM-3-SJ5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,6	<0,2	<0,5	0,8	0,2	<0,1	<0,05	NA	2,3	<0,005
PDT-343-SJ4	<0,05	<0,05	0,08	0,6	5,5	<0,005	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	0,4	<0,1	<0,1	<0,05	NA	0,9	<0,005
ECH-343-SJ4	<0,05	<0,05	1,1	0,5	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	1,3	0,1	<0,1	<0,05	NA	1,8	<0,005
OIG-343-SJ4	<0,05	<0,05	1,1	0,7	<1	0,006	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,9	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,4	<0,005
CAR-343-SJ4	0,07	<0,05	3,8	3,8	39	0,016	0,3	<0,1	1,5	0,4	<2	5,5	0,1	<0,1	0,71	NA	2,5	<0,005
SAL-343-SJ4	<0,05	<0,05	3,4	2,1	43	0,014	0,4	<0,1	1,2	<0,2	<2	3,6	<0,1	<0,1	0,31	NA	2,1	<0,005
CELBRA-32-SJ3	<0,05	<0,05	0,32	1,1	<1	0,027	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	1,5	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,1	<0,005
BET-32-SJ3	<0,05	<0,05	0,12	1	<1	0,022	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	1,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,6	<0,005
COU-32-SJ3	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	0,8	0,1	<0,1	<0,05	NA	2,6	<0,005
PDT-32-SJ3	<0,05	<0,05	0,32	0,3	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,8	<0,2	<0,5	1,8	0,1	<0,1	<0,05	NA	2	<0,005
SAL-32-SJ3	<0,05	<0,05	2,6	2	6,5	0,02	<0,2	<0,1	0,6	<0,2	<0,5	4,7	<0,1	<0,1	0,28	NA	1,6	<0,005
CHAMP-32-SJ3	<0,05	3,6	0,13	<0,2	<1	0,078	<0,2	<0,1	1,3	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	6,3	0,082
COU-3-SJ5	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,3	<0,2	<0,5	0,5	0,2	<0,1	<0,05	NA	2,1	<0,005
CON-3-SJ5	<0,05	<0,05	0,1	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	0,4	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,1	<0,005
TOM-1106-SJ11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	0,5	0,2	<0,1	<0,05	NA	1,9	<0,005
TOM-88-SJ7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,3	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,2	<0,005
TOM-486-SJ10	<0,05	0,08	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,3	<0,005
COU-486-SJ10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	0,4	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1	<0,005
PDT-486-SJ10	<0,05	<0,05	0,06	0,3	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,9	<0,2	<0,5	1	0,2	<0,1	<0,05	NA	2,4	<0,005
COU-76-SJ9	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	0,3	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,3	<0,005
BET-1106-SJ11	<0,05	<0,05	0,08	4,9	<1	0,032	<0,2	<0,1	1,5	<0,2	<0,5	2,2	<0,1	<0,1	<0,05	NA	6	<0,005
PDT-366-SJ8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<1	<0,005	<0,2	<0,1	1,2	<0,2	<0,5	1,9	0,3	<0,1	<0,05	NA	3,1	<0,005
SAL-486-SJ10	<0,05	<0,05	0,06	0,4	<1	0,009	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,4	<0,005
SAL-76-SJ9	<0,05	<0,05	0,19	1	2	0,016	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	6,1	<0,1	<0,1	0,08	NA	2	<0,005
PDT-1106-SJ11	<0,05	<0,05	0,07	0,3	1	0,01	<0,2	<0,1	0,9	<0,2	<0,5	2,4	0,3	<0,1	<0,05	NA	3,4	<0,005
PDT-41-SJ15	<0,05	<0,05	0,21	<0,2	<0,1	0,007	<0,2	<0,1	1,2	<0,2	<0,5	2,3	0,2	<0,1	<0,05	NA	2,9	<0,005
TOM-26-SJ14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<0,1	0,013	<0,2	<0,1	0,6	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,9	<0,005
CON-26-SJ14	<0,05	<0,05	0,07	0,6	<0,1	<0,005	<0,2	<0,1	0,3	<0,2	<0,5	1	<0,1	<0,1	<0,05	NA	2,7	<0,005
SAL-16-SJ13	<0,05	<0,05	2,1	9,7	<0,1	0,65	0,3	<0,1	2,5	<0,2	0,6	16	<0,1	0,4	0,25	NA	17	<0,005
PDT-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	0,51	0,6	<0,1	0,009	<0,2	<0,1	0,8	<0,2	<0,5	2	0,2	<0,1	0,15	NA	2,2	<0,005
BET-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	0,12	4,8	<0,1	0,03	<0,2	<0,1	0,9	<0,2	<0,5	7,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	3,4	<0,005
COU-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	<0,05	0,4	<0,1	<0,005	<0,2	<0,1	0,6	<0,2	<0,5	3,2	<0,1	<0,1	<0,05	NA	4,4	<0,005
CON-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	0,08	<0,2	<0,1	<0,005	<0,2	<0,1	0,2	<0,2	<0,5	0,7	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,2	<0,005
ECH-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	0,08	0,5	<0,1	0,007	<0,2	<0,1	0,8	<0,2	<0,5	1,2	<0,1	<0,1	<0,05	NA	4,3	<0,005
OIG-MAR-SJ16	<0,05	0,06	0,18	0,3	<0,1	<0,005	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,9	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,1	<0,005
POIV-MAR-SJ16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,2	<0,1	0,011	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	0,8	<0,005
TOM-MAR-SJ16	<0,05	0,06	<0,05	<0,2	<0,1	0,006	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,6	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,3	<0,005
SAL-MAR-SJ16	<0,05	0,06	0,29	1,3	<0,1	0,052	<0,2	<0,1	0,5	<0,2	<0,5	11	<0,1	<0,1	<0,05	NA	3,5	<0,005
BET-218-SJ12	<0,05	<0,05	0,12	1,2	<0,1	0,017	<0,2	<0,1	1,1	<0,2	<0,5	2,6	0,1	<0,1	<0,05	NA	4	<0,005
CAR-218-SJ12	<0,05	<0,05	0,43	2,4	<0,1	0,019	<0,2	<0,1	0,8	<0,2	<0,5	3,7	<0,1	<0,1	0,15	NA	3	<0,005
SAL-218-SJ12	<0,05	0,07	0,94	3	<0,1	0,019	<0,2	<0,1	1,6	0,3	0,6	7,5	0,3	<0,1	0,25	NA	2,2	<0,005
CH-HERB-SPA3	0,13	<0,05	0,51	7,9	<0,1	0,013	<0,2	<0,1	1,8	<0,2	<0,5	66	0,3	<0,1	0,09	NA	10	<0,005
CH-HERB-SPA2	0,12	<0,05	1,2	9,4	<0,1	0,016	<0,2	<0,1	2,1	<0,2	<0,5	61	0,2	<0,1	0,1	NA	10	<0,005
249-HERB-SPEA1	0,11	<0,05	0,84	20	<0,1	0,054	<0,2	0,2	2,5	<0,2	<0,5	100	0,2	0,5	0,65	NA	19	<0,005
CH4-HERB-SPA1	0,06	0,14	2,2	14	<0,1	0,055	<0,2	<0,1	2,9	0,3	<0,5	69	1,2	0,1	0,19	NA	24	<0,005
TOM-32-SJ3	<0,05	0,07	<0,05	<0,2	<0,1	<0,005	<0,2	<0,1	0,4	<0,2	<0,5	0,9	<0,1	<0,1	<0,05	NA	1,1	<0,005

Table des prélèvements d'eaux réalisés

Prélèvements d'eaux brutes

Référence	Site Minier	Date	Matrice	X_L93	Y_L93	Description_Remarkes	pH	Cond	Eh
EB1	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	ESOU	551761,29	6551469,08	Réseau	6,2	202	111,9
EB2	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	Récupérateur	551762,08	6551473,16	Récupérateur eau	6,8	75	82,2
EB3	Vaulry-et-Cieux	17/07/2015	ESOU	551761,52	6551439,58	Puits	6,2	317	115,9
EB4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	ESU	551544,69	6551445,14	Source	6,3	486	83,3
EB5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	ESU	550298,89	6551362,76	Source	6,2	383	126,8
EB6	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	ESOU	551210,66	6554412,15	Puits	6,2	397	99
EB7	Vaulry-et-Cieux	23/07/2018	ESU	551427,37	6551176,57	Source	5,8	118	218
EB8	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	ESOU	551735,53	6551400,09	Puits	6,7	313	103,6
EB9	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	ESU	551375,07	6548393,59	Etang	7,4	155	112,9

Référence	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
EB1	<0,20	<0,50	9,77	9,16	<0,02	<0,20	<0,50	<0,20	248	<1,00	0,018	8,74	<0,20	<2,00	1,66	<0,05	0,1	<0,20
EB2	<0,20	<0,50	22,4	5,37	<0,02	<0,20	<0,50	0,42	2,13	<1,00	<0,005	52,3	<0,20	<2,00	6,73	<0,05	<0,02	<0,20
EB3	1,16	<0,50	232	52,6	<0,02	0,5	<0,50	<0,20	217	<1,00	0,018	5,1	0,46	<2,00	1,52	<0,05	0,24	<0,20
EB4	<0,20	<0,50	41,6	213	<0,02	1,04	1,12	<0,20	49,8	<1,00	0,019	3,78	0,21	6,3	1	<0,05	0,23	<0,20
EB5	<0,20	<0,50	30,8	141	<0,02	0,33	<0,50	<0,20	524	<1,00	0,017	<0,50	<0,20	<2,00	1,34	<0,05	0,08	<0,20
EB6	0,91	<0,50	79,6	23,3	<0,02	<0,20	<0,50	0,2	403	<1,00	0,012	5,23	0,43	<2,00	1,45	<0,05	0,1	<0,20
EB7	<0,20	<0,50	5,26	37,1	<0,02	<0,20	<0,50	0,24	11,4	<1,00	<0,005	3,23	<0,20	<2,00	<0,50	<0,05	<0,02	<0,20
EB8	0,41	<0,50	112	105	<0,02	<0,20	<0,50	3,18	484	<1,00	0,01	40,7	<0,20	5,7	8,4	<0,05	1,04	<0,20
EB9	<0,20	<0,50	79,1	30,7	<0,02	<0,20	<0,50	0,42	1,68	<1,00	<0,005	48,7	<0,20	<2,00	1,15	<0,05	<0,02	<0,20

Prélèvements d'eaux filtrés

Référence	Site Minier	Date	Matrice	X_L93	Y_L93	Description_Remarkes	pH	Cond	Eh	Filtre
EF1	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	ESOU	551761,29	6551469,08	Réseau	NC	NC	NC	0,45
EF2	Vaulry-et-Cieux	17/07/2018	Récupérateur	551762,08	6551473,16	Récupérateur eau	NC	NC	NC	0,45
EF3	Vaulry-et-Cieux	17/07/2015	ESOU	551761,52	6551439,58	Puits	NC	NC	NC	0,45
EF4	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	ESU	551544,69	6551445,14	Source	NC	NC	NC	0,45
EF5	Vaulry-et-Cieux	18/07/2018	ESU	550298,89	6551362,76	Source	NC	NC	NC	0,45
EF6	Vaulry-et-Cieux	19/07/2018	ESOU	551210,66	6554412,15	Puits	NC	NC	NC	0,45
EF7	Vaulry-et-Cieux	23/07/2018	ESU	551427,37	6551176,57	Source	NC	NC	NC	0,45
EF8	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	ESOU	551735,53	6551400,09	Puits	NC	NC	NC	0,45
EF9	Vaulry-et-Cieux	24/07/2018	ESU	551375,07	6548393,59	Etang	NC	NC	NC	0,45

Référence	Sb	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	W	Zn	Hg
EF1	<0,20	<0,50	6,99	8,03	<0,02	<0,20	<0,50	<0,20	632	<1,00	0,018	7,98	<0,20	<2,00	1,04	<0,05	0,13	<0,20
EF2	<0,20	<0,50	21,9	3,59	<0,02	<0,20	<0,50	0,36	1,85	<1,00	0,018	48,4	<0,20	<2,00	3,28	<0,05	<0,02	<0,20
EF3	1,13	<0,50	230	50,1	<0,02	0,48	<0,50	<0,20	186	<1,00	0,018	3,73	0,44	<2,00	0,94	<0,05	0,22	<0,20
EF4	<0,20	<0,50	37,4	213	<0,02	0,98	1,37	<0,20	39,6	<1,00	0,019	8,41	0,23	6,1	0,64	<0,05	0,19	<0,20
EF5	<0,20	<0,50	30,9	140	<0,02	0,34	<0,50	<0,20	576	<1,00	0,017	0,67	<0,20	<2,00	1,32	<0,05	0,09	<0,20
EF6	0,95	<0,50	80,6	22,1	<0,02	<0,20	<0,50	0,22	61,4	<1,00	0,012	4,18	0,46	<2,00	<0,50	<0,05	0,08	<0,20
EF7	<0,20	<0,50	4,92	37,2	<0,02	<0,20	<0,50	0,24	6,65	<1,00	<0,005	3,6	<0,20	<2,00	<0,50	<0,05	<0,02	<0,20
EF8	0,36	<0,50	51,2	104	<0,02	<0,20	<0,50	2,66	88,9	<1,00	0,01	28,8	<0,20	5,3	<0,50	<0,05	0,67	<0,20
EF9	<0,20	<0,50	80,7	28,6	<0,02	<0,20	<0,50	0,22	1,04	<1,00	0,006	13,2	<0,20	<2,00	0,99	<0,05	<0,02	<0,20

Annexe 8

Bordereaux analytiques 2018-2019 (*Hors texte*)

Figures de localisation des investigations et des anomalies

**Localisation des campagnes de
prélèvements de sol de 2017 et
2018**

Légende :

Prélèvements

- Prélèvements de 2017
- Prélèvements de 2018

Eaux superficielles

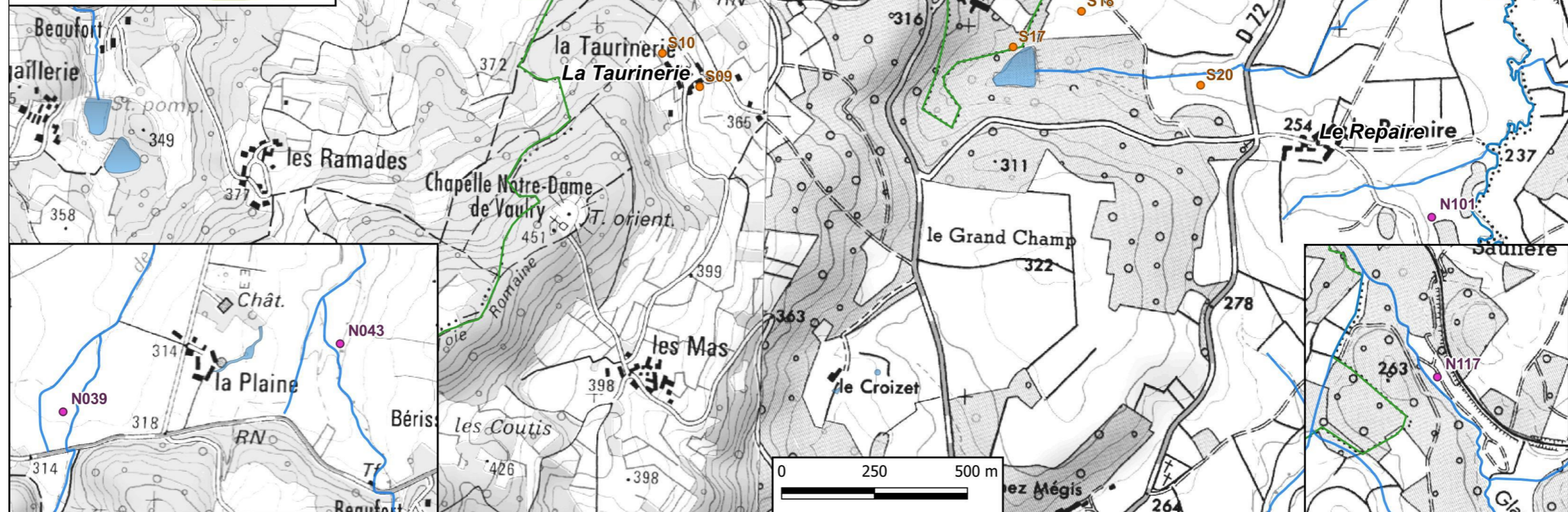
- Surface eau
- Cours d'eau

Limites administratives

- Lieu-dit
- Titre minier de Vaurly
- Commune

Echelle : 1/10000

GEODERIS



**Localisation des campagnes de
prélèvements de sol de 2017 et
2018**

Légende :

Prélèvements

- Prélèvements de 2017
- Prélèvements de 2018

Eaux superficielles

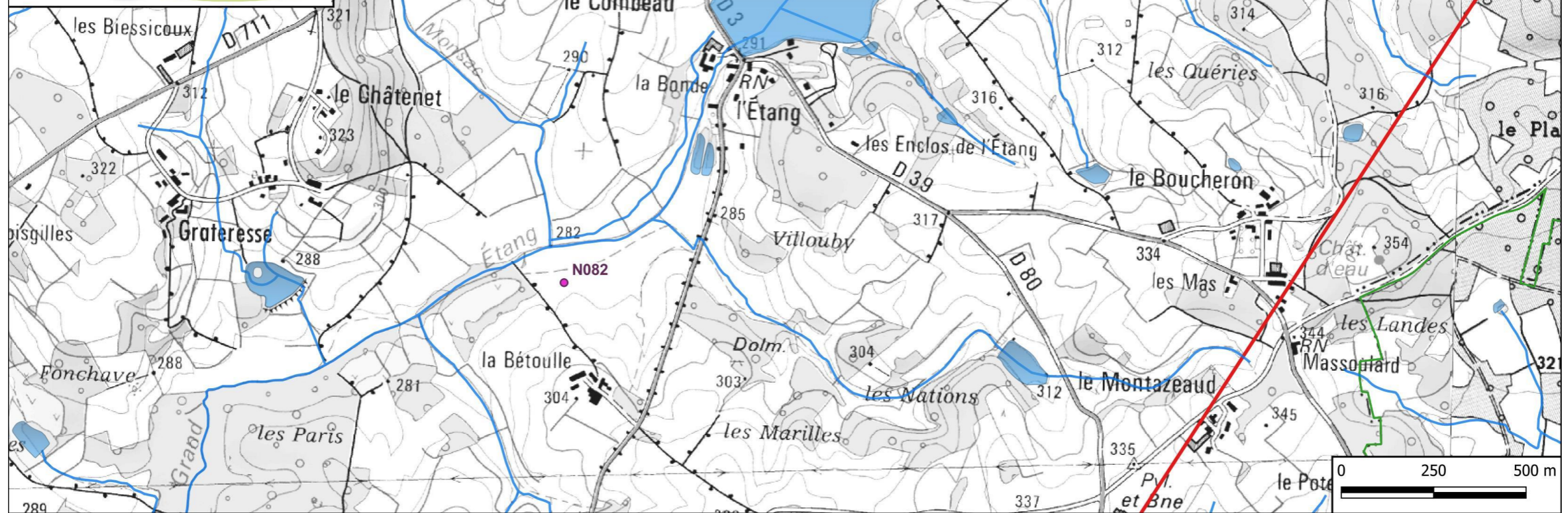
- Surface eau
- Cours d'eau

Limites administratives

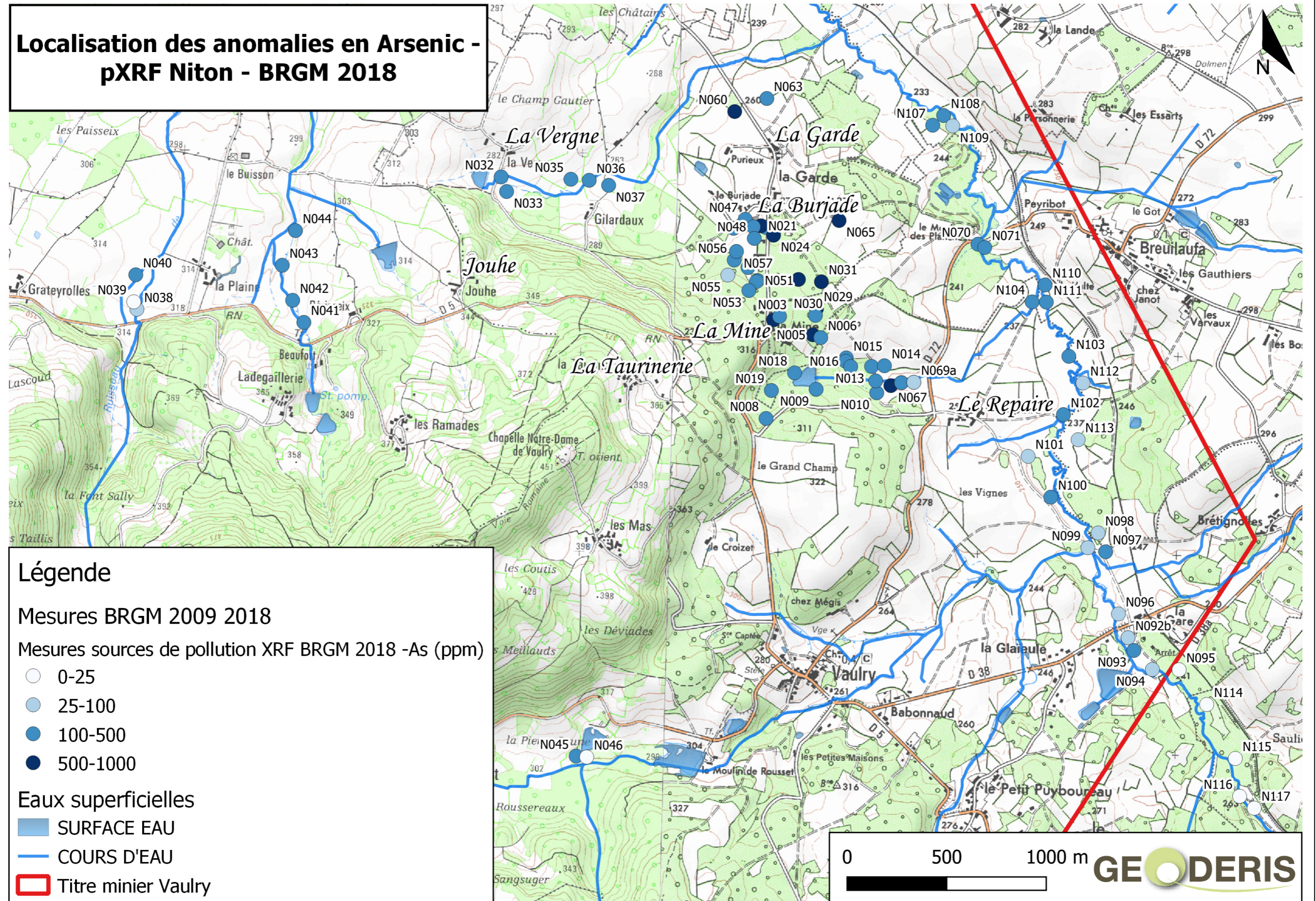
- Lieu-dit
- Titre minier de Vaulry
- Commune

Echelle : 1/10000

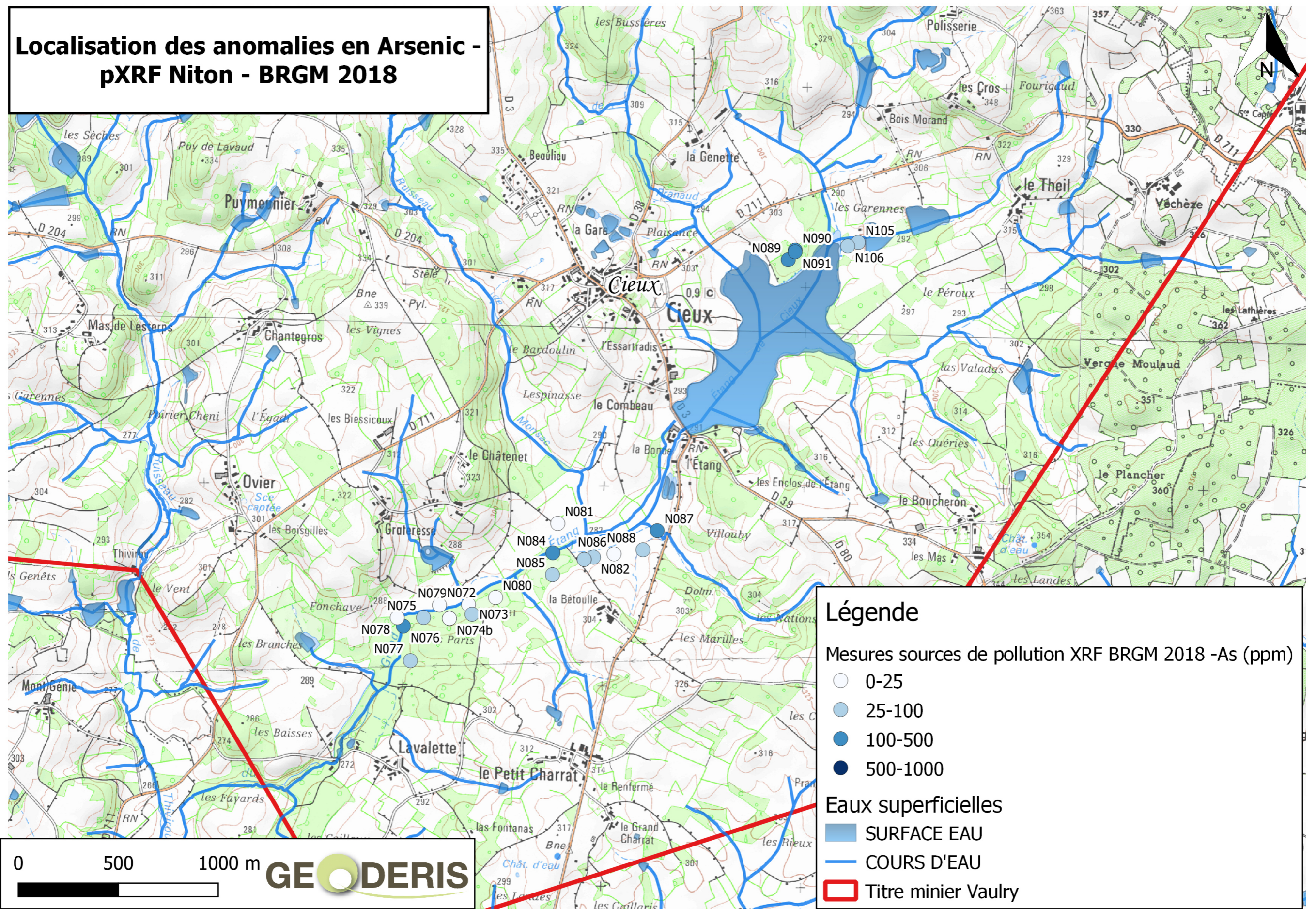
GEODERIS



Localisation des anomalies en Arsenic - pXRF Niton - BRGM 2018



Localisation des anomalies en Arsenic - pXRF Niton - BRGM 2018



Légende

Mesures sources de pollution XRF BRGM 2018 -As (ppm)

- 0-25
- 25-100
- 100-500
- 500-1000

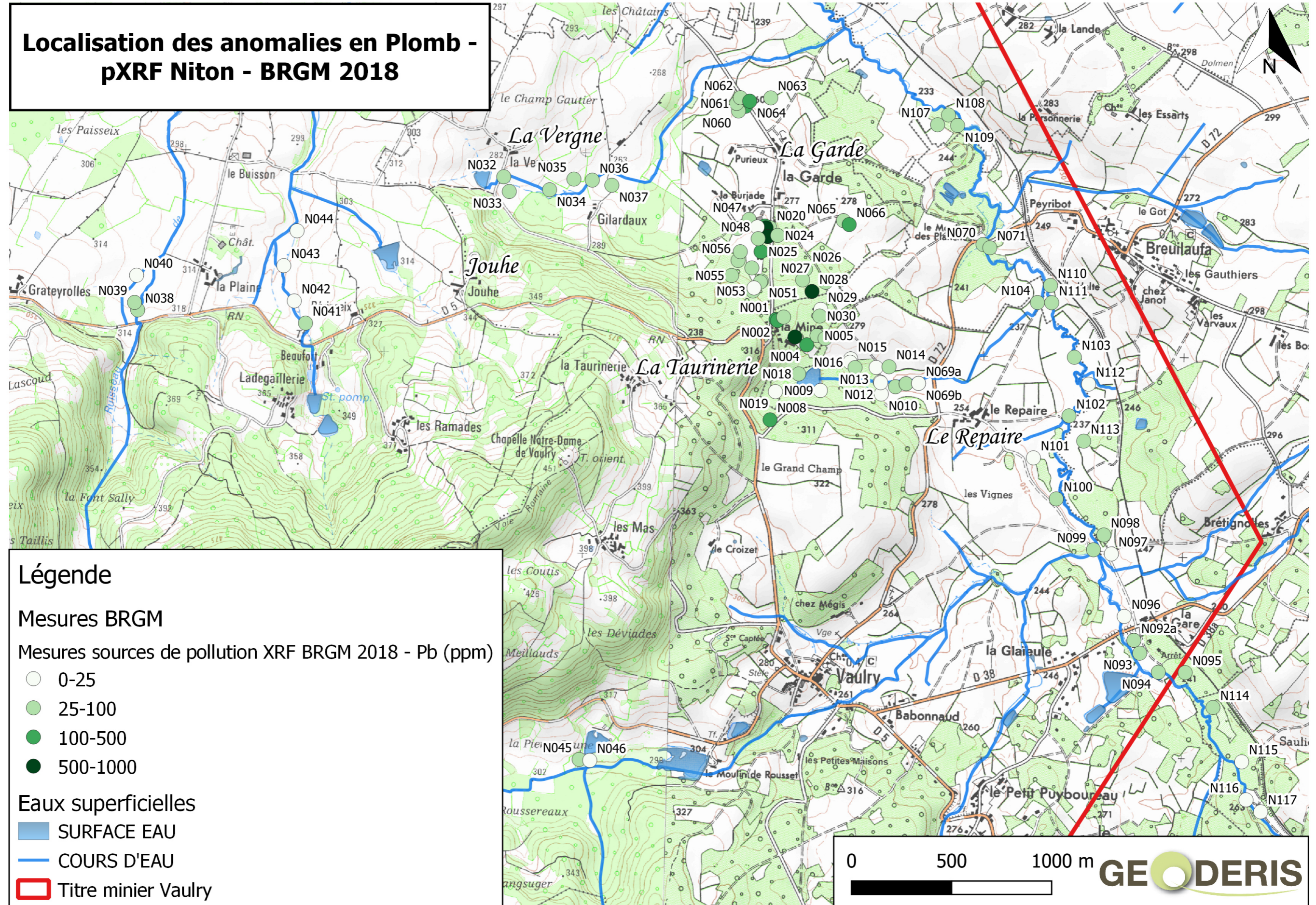
Eaux superficielles

- SURFACE EAU
- COURS D'EAU
- Titre minier Vaulry

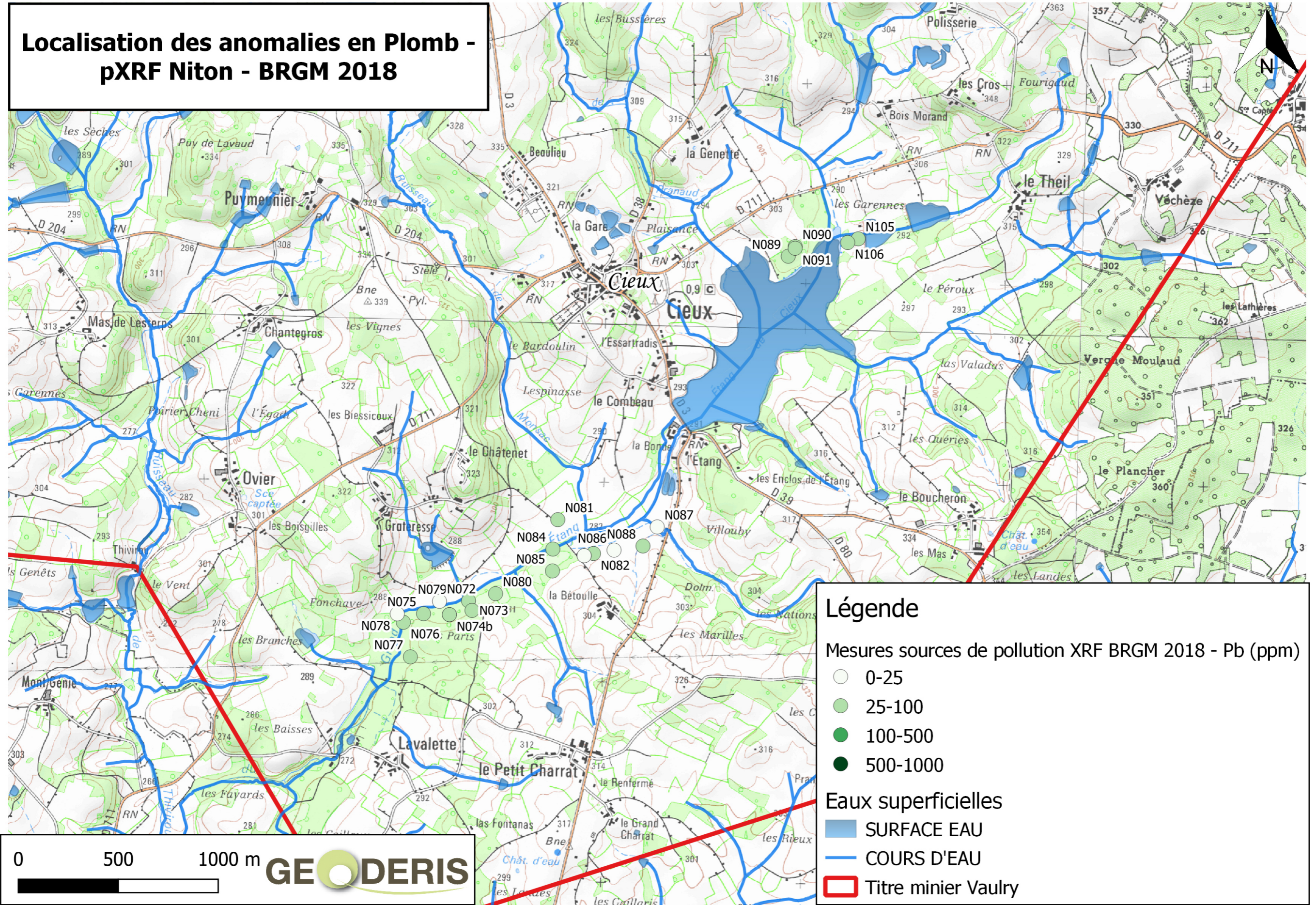
0 500 1000 m

GEODERIS

Localisation des anomalies en Plomb - pXRF Niton - BRGM 2018



Localisation des anomalies en Plomb - pXRF Niton - BRGM 2018



Légende

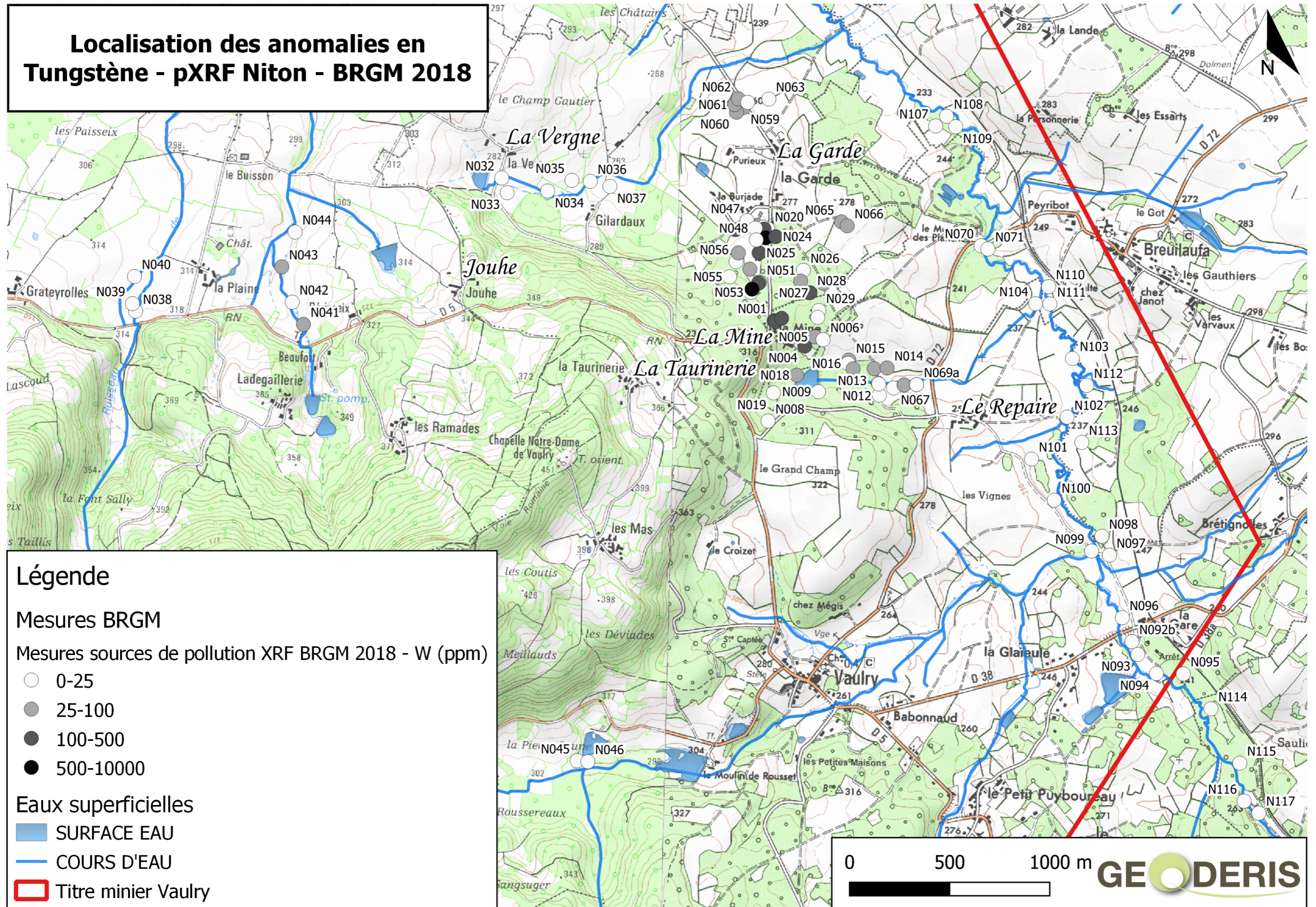
Mesures sources de pollution XRF BRGM 2018 - Pb (ppm)

- 0-25
- 25-100
- 100-500
- 500-1000

Eaux superficielles

- SURFACE EAU
- COURS D'EAU
- Titre minier Vaulry

Localisation des anomalies en Tungstène - pXRF Niton - BRGM 2018



Légende

Mesures BRGM

Mesures sources de pollution XRF BRGM 2018 - W (ppm)

- 0-25
- 25-100
- 100-500
- 500-10000

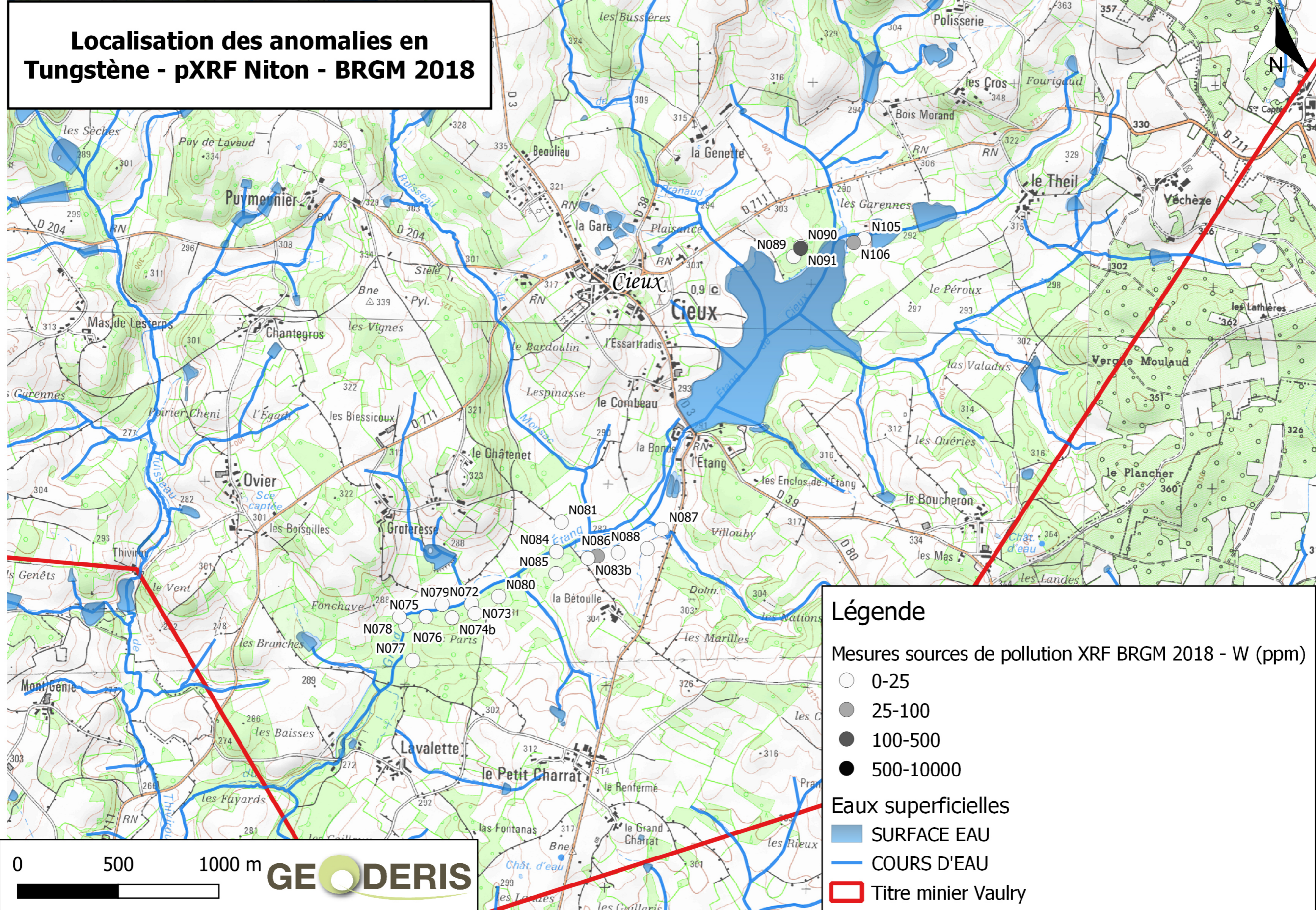
Eaux superficielles

- SURFACE EAU
- COURS D'EAU
- ▭ Titre minier Vaulry

0 500 1000 m

GEODERIS

Localisation des anomalies en Tungstène - pXRF Niton - BRGM 2018



Légende

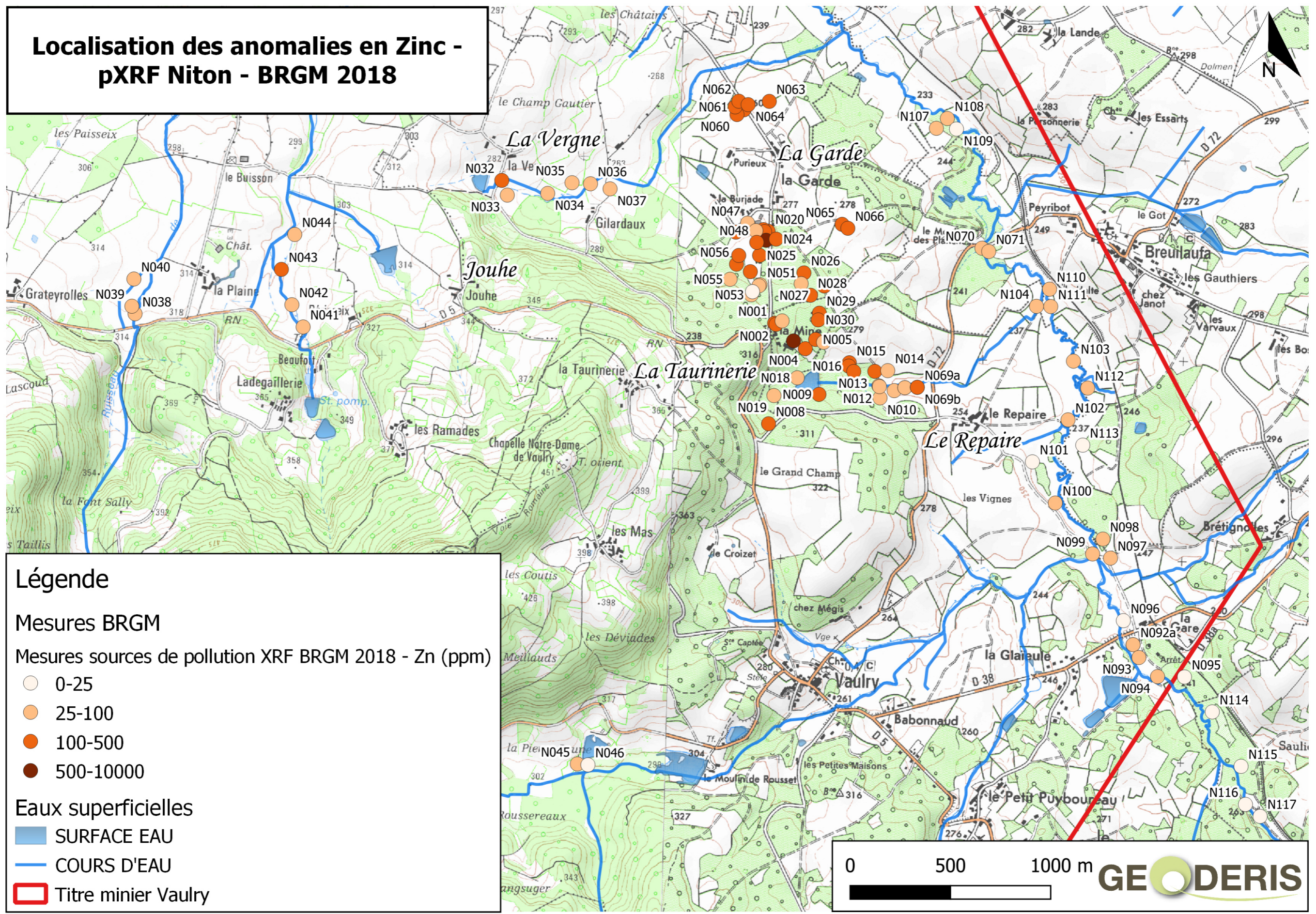
Mesures sources de pollution XRF BRGM 2018 - W (ppm)

- 0-25
- 25-100
- 100-500
- 500-10000

Eaux superficielles

- SURFACE EAU
- COURS D'EAU
- Titre minier Vaulry

Localisation des anomalies en Zinc - pXRF Niton - BRGM 2018



Légende

Mesures BRGM

Mesures sources de pollution XRF BRGM 2018 - Zn (ppm)

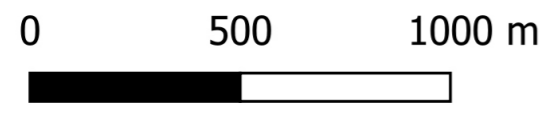
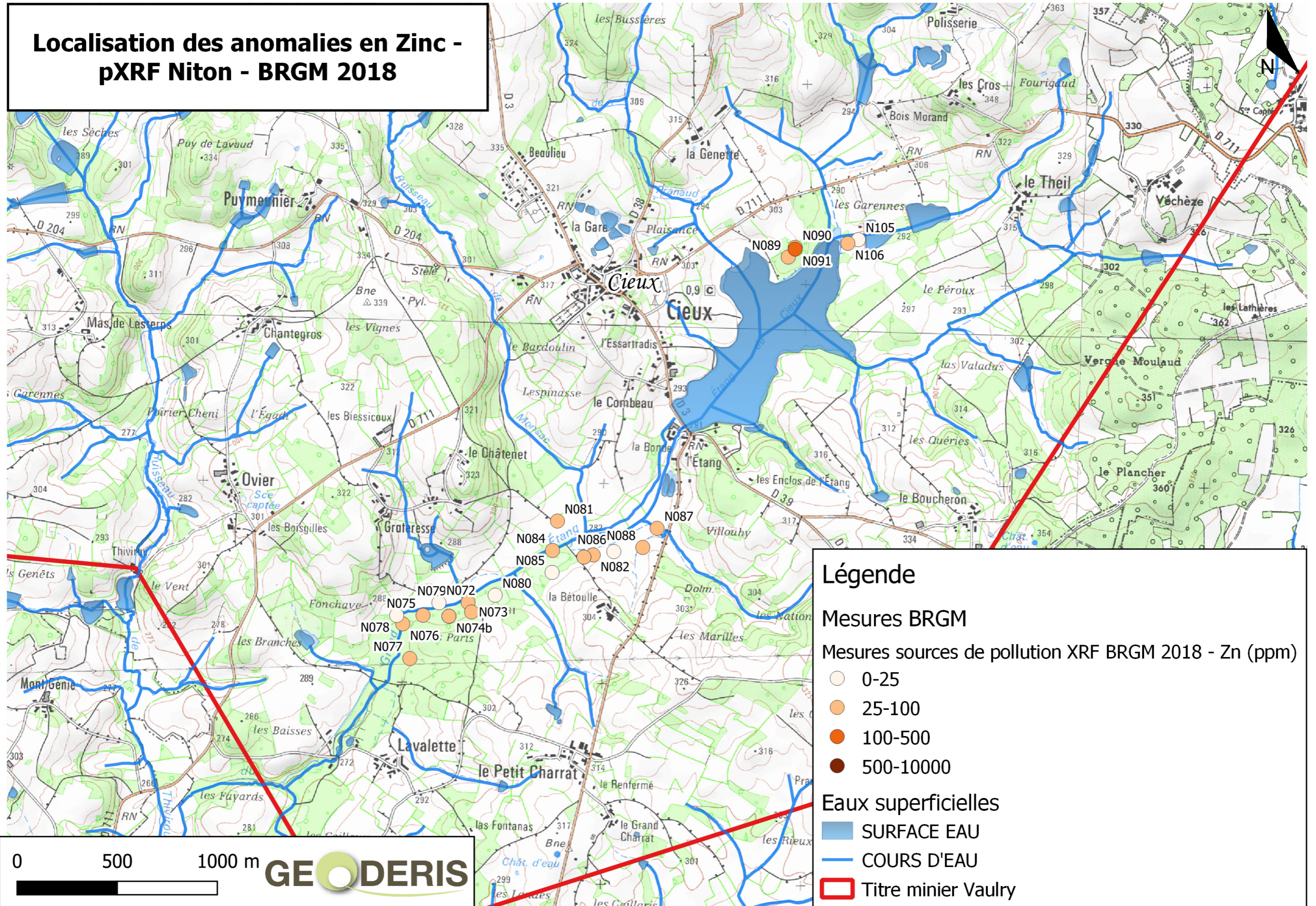
- 0-25
- 25-100
- 100-500
- 500-10000

Eaux superficielles

- SURFACE EAU
- COURS D'EAU
- Titre minier Vaulry



Localisation des anomalies en Zinc - pXRF Niton - BRGM 2018



GEODERIS

Annexe 9

Valeurs Toxicologiques de Référence et paramètres d'exposition

RAPPEL METHODOLOGIQUE

Sur la base des résultats présentés dans les sections précédentes, une interprétation de l'état des milieux (IEM) centrée sur les zones retenues a été menée afin de statuer sur la compatibilité des milieux avec leurs usages. 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 sanitaire,
- De recourir aux outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage.

Suivant la démarche d'interprétation de l'état des milieux (MTES, 2017), les concentrations mesurées dans les milieux d'exposition sont comparées notamment :

- Aux concentrations de l'environnement local témoin, éventuellement 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 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. Au regard de la présente étude les valeurs de gestion sont notamment 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 janvier 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 ;
- Pour les denrées alimentaires : le règlement CE ou règlement européen (CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié successivement par les règlements CE n°835/2011 du 19 août 2011, CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011, CE n°488/2014 du 12 mai 2014, et CE n°2015/1005 du 25 juin 2015 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires).

En outre, concernant le Plomb, dans son avis du 23 mai 2014, publié le 10 juillet 2014, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP)¹ .

¹ Publication « avis du HCSP en juillet 2014 », intitulée « Expositions au plomb : détermination de nouveaux objectifs de gestion » Lien pour le téléchargement <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=444>

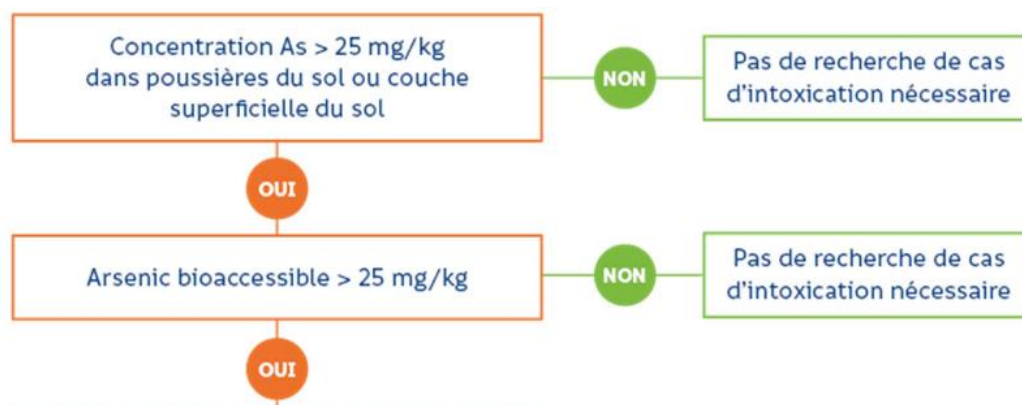
Le Tableau suivant indique les valeurs d'alerte pour les principales sources de plomb dans l'environnement :

	Sols	Poussières déposées dans les logements ¹³	Eau de boisson
Dépassement du seuil de vigilance attendu pour 5% des enfants	100 mg (Pb)/kg	25 µg/m ²	pas de valeur proposée
Dépassement du seuil d'intervention rapide attendu pour 5% des enfants *	300 mg(Pb)/kg	70 µg/m ²	20 µg/L

* Recommandation pour la réalisation d'un dépistage du saturnisme (plombémie attendue > 50 µg/L chez environ 5 % des enfants)

Par ailleurs, concernant l'Arsenic, dans une recommandation de bonne pratique de février 2020², de la Haute Autorité des Santé (HAS)³ voir § 7.2.2.

Différentes stratégies de dépistages d'une contamination humaine par l'arsenic de sols sont proposées. On retiendra que des concentrations en As dans les poussières du sol ou dans une couche superficielle de sol est détectées, des tests de bioaccessibilité seront à réaliser qui entrainera en fonction des résultats des recherche de cas d'intoxication et des suivi médicaux spécifiques (surveillance clinique et biométriologique).



L'analyse des relations dose-effet et dose-réponse pour les effets critiques retenus, ainsi que celle des valeurs toxicologiques de référence (VTR) proposées par diverses agences sanitaires nationales et internationales, permettent d'identifier les VTR suivantes, pour les voies orale et respiratoire et pour les effets à seuil et sans seuil de dose.

- En cas d'exposition par voie orale à l'arsenic inorganique, pour la protection de la population générale contre les effets toxiques à seuil de dose, il est recommandé d'utiliser une VTR de 0,3 µg/kg p.c./j (grade B).
- Il n'existe pas de VTR à seuil spécifique de la voie respiratoire et suffisamment robuste pour les effets à seuil de dose de l'arsenic. En cas de co-exposition par voie respiratoire, il est recommandé de calculer la dose absorbée par voie aérienne et de l'ajouter à la dose absorbée par voie digestive pour comparer la somme à la VTR recommandée pour la voie orale (0,3 µg/kg p.c./j) (avis d'experts)

² Lien pour le téléchargement https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-03/reco_arsenic.pdf

³ Publication « avis du HCSP en février 2020 », intitulée « Dépistage, prise en charge et suivi des personnes potentiellement surexposées à l'arsenic inorganique du fait de leur lieu de résidence »

- Pour l'évaluation des risques cancérogènes associés à l'ingestion d'arsenic inorganique, il est recommandé d'utiliser un excès de risque unitaire pour une exposition continue, vie entière (70 ans), de $5 \cdot 10^{-5}$ par $\mu\text{g/L}$ dans l'eau consommée, soit $1,5 \cdot 10^{-3}$ par $\mu\text{g/kg p.c./j}$ (grade C).
- Pour l'évaluation des risques cancérogènes associés à l'inhalation d'arsenic inorganique, il est recommandé d'utiliser un excès de risque unitaire pour une exposition continue, vie entière (70 ans), de $3,3 \cdot 10^{-3}$ par $\mu\text{g/m}^3$ (grade C).

EVALUATION DES EXPOSITIONS

L'évaluation de l'exposition consiste, d'un côté, à identifier les personnes exposées (âge, sexe, caractéristiques physiologiques, budgets espace-temps⁴, etc.) et les voies d'exposition / de pénétration des substances. De l'autre, elle doit tenir compte de la fréquence, de la durée et de l'intensité de l'exposition à ces substances - exprimée par une dose moyenne journalière ou, pour l'inhalation, par une concentration moyenne dans l'air - pour chaque voie pertinente. La méthodologie pour la prise en compte des paramètres d'exposition est rappelée plus loin dans la présente annexe.

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.

Pour les sols et les végétaux potagers, une approche conservatoire a été retenue puisque la biodisponibilité des métaux retenue est de 100%. Ce paramètre, qui caractérise la fraction absorbée d'une substance, peut être approché notamment par la bioaccessibilité (fraction d'une substance libérée dans les sucs gastrointestinaux (humains) et donc disponible pour absorption).

De plus, lorsque plusieurs prélèvements de sol sont retenus sur une zone liée à un usage, dans le cadre du scénario générique, les concentrations maximales sont retenues en vue de considérer les zones les plus impactées accessibles aux enfants en bas âge.

Le scénario « usage générique – enfant de 1 à 3 ans en résidence permanente » est considéré lorsque des enfants de cet âge ne sont actuellement pas présents au niveau des résidences mais pourraient l'être dans l'avenir.

Ingestion de sols :

- Adulte

En cohérence avec le schéma conceptuel, la voie ingestion de sol est principalement considérée pour un adulte effectuant des travaux de jardinage. La quantité de sols ingérée par un adulte est mal connue.

Chez les adultes, une seule étude a été menée, il s'agit de l'étude de Calabrese et *al.* (1990). Les mesures indiquaient une ingestion d'environ 50 mg/j. Mais cette étude, portant sur un effectif restreint, ne distingue pas les individus selon leur type d'activité et le temps passé à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment.

A partir d'hypothèses sur la surface corporelle et les fréquences de contact avec le sol et les poussières, Hawley(1985) estime qu'un adulte ingère une quantité de sol et de poussières de :

- 0,5 mg/j dans sa pièce de séjour,
- 110 mg/j, s'il fréquente une zone empoussiérée comme un grenier ou un sous-sol,
- 480 mg/j lors de travaux de jardinage.

Dans son guide pour l'évaluation des risques, l'US EPA (2011) propose comme valeur par défaut 50 mg/j de sol ingéré par un adulte dans un scénario résidentiel et dans un scénario industriel.

⁴ Budget espace-temps tel que le temps alloué au jardinage (nombre de jours par semaine, nombre de semaines par an)

Au regard de ces données et en l'absence de données spécifiques aux scénarios étudiés dans la présente étude, une valeur de 50 mg/j est retenue. En effet, l'activité en lien avec un jardin potager comporte des périodes de bêchage, de plantation des légumes, d'entretien du jardin et de récolte des légumes et également de mise au « repos », la valeur de Hawley (1985) de 480 mg/j pour les scénarios avec activités de jardinage n'apparaît pas pertinente pour l'ensemble des activités de jardinage.

- **Enfant**

La quantité ingérée de 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 menées⁵, ainsi que quelques études de synthèse durant ces dernières années en Europe⁶

Plus particulièrement, pour la cible enfant, deux synthèses ont été élaborées en France (Guide pratique - Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants : état des connaissances et propositions – InVS – INERIS, 2012) et en Belgique (région flamande) (Van Holderbeke et al. 2008).

La valeur du paramètre d'exposition quantité de sol ingérée retenue pour la période enfant considérée dans la présente étude (de 6 mois jusqu'à l'âge de 11 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. 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'étude de l'US EPA (2011), celle-ci indique une valeur moyenne de 100 mg/j.

Pour la période « adolescent » entre 11 et 18 ans, l'activité en lien avec le jardinage se rapproche plus de celle d'un adulte (plus de 18 ans) que de celle d'un enfant. La quantité de 91 mg/j semble alors déraisonnablement élevée pour être appliquée à la classe d'âge 11-18 ans. Pour cela, la valeur du paramètre d'exposition « quantité de sol ingérée » retenue pour cette classe dans la présente étude est celle de l'adulte soit 50 mg/j.

Il n'est pas étudié dans le cadre de la présente étude, le cas d'un enfant présentant un comportement particulier de type Pica, pour lequel la quantité ingérée de sol à retenir est plus importante (1 000 mg/j).

⁵ Hawley, 1997; Binder et al. 1986 ; Clausen et al. 1987 ; Thompson et al. 1991, Calabrese et al.1998, 1989, 1990, 1991, 1995, 1997, 1998 ; Stanek et al. 2000, 2001, 2006 ; etc.

⁶ Glorennec 2005, 2006 ; Van Holderbeke et al. 2008 ; Dor et al. 2009 ; etc.

Ingestion de denrées alimentaires :

MODUL'ERS propose les quantités journalières consommées de végétaux par l'homme pour les classes d'âge présentées ci-dessus. Les sources d'information accessibles au public utilisées pour renseigner les quantités d'aliments solides consommées par la population française en fonction de l'âge sont listées dans le rapport INERIS 2015⁷

- Part de la consommation de légumes

Dans un jardin de taille restreinte, les récoltes ne permettent pas de subvenir à la consommation annuelle de la famille. La valeur ponctuelle d'autoconsommation a été calculée à partir des données de l'INSEE (1994) relatives aux ménages possédant un jardin. Elle tient compte des quantités autoproduites et de celles reçues en dons. La borne inférieure de 10% à 25% selon les familles de végétaux considérées retenue dans le Tableau ci-après correspond à l'autoconsommation de la population générale (source : INERIS 2015).

Un taux d'autarcie de 100% est retenu pour les jardins potagers de grande taille dont les cultures assurent l'auto-suffisance.

⁷ Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS, INERIS-DRC-14-141968-11173B, 21/02/2015

MILIEUX ET VOIES D'EXPOSITION	SCENARI	CIBLES/ENJEUX	PARAMETRES	SOURCES	
INGESTION NON INTENTIONNELLE DE SOL DE SURFACE	Activités récréatives dans un jardin / espace vert	ADULTE (PLUS DE 18 ANS)	Âge (ans)	18-70	INERIS, 2015 ²¹
			Poids (kg)	70,4	INERIS, 2015
			Q _{ingestion} (mg/j)	50	US EPA, 2011 ²²
			Fréquence d'exposition (j _{exposition} /an)	Variable	Estimation réalisée au cas par cas en fonction des informations recueillies sur le terrain en fonction du temps d'exposition
			T (ans - durée de la période d'exposition)	52	Estimation INERIS basée sur l'hypothèse que l'activité est initiée à 18 ans
			T _m (ans)	52 70	Pour les effets à seuil : T = T _m Pour les effets sans seuil : durée assimilée à la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)
	Activités de jardinage dans un jardin potager	ENFANT DE 3-6 ANS / 6-11 ANS	Âge (ans)	3-6 / 6-11	INERIS, 2015
			Poids (kg)	17,8 / 28,7	INERIS, 2015
			Q _{ingestion} (mg/j)	91 / 91	pour l'enfant de moins de 6 ans : InVS INERIS, 2012 ²³ pour l'enfant de plus de 6 ans, choix d'expert INERIS
			Fréquence (j _{exposition} /an)	Variable	Estimation réalisée au cas par cas en fonction des informations recueillies sur le terrain en fonction du temps d'exposition
			T (ans - durée de la période d'exposition)	3 / 5	INERIS, 2015
			T _m (ans)	3 / 5 70 / 70	Pour les effets à seuil : T = T _m Pour les effets sans seuil : durée assimilée à la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)
	SCENARIO GENERIQUE	ENFANT DE 1-3 ANS	Âge (ans)	1-3	INERIS, 2015
			Poids (kg)	12,4	INERIS, 2015
			Q _{ingestion} (mg/j)	91	InVS INERIS, 2012
			Fréquence (j _{exposition} /an)	Variable	234 jours, GEODERIS, 2015 ²⁴
			T (ans - durée de la période d'exposition)	2	Durée conventionnelle pour les enfants
			T _m (ans)	2 70	Pour les effets à seuil : T = T _m Pour les effets sans seuil : durée assimilée à la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

Paramètres d'exposition retenus pour les différents scenarii associés à la voie ingestion de sol

²¹ Paramètres d'exposition de l'homme du logiciel MODULERS, INERIS DRC 14 141960 111736, 21/02/2015

²² US EPA, Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report), U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/062F, 2011

²³ Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants : état des connaissances et propositions - InVS - INERIS, 2012

²⁴ Valeur par défaut proposée dans le rapport GEODERIS N2015/014DE 19NAT24010 (9/04/2015) pour le scénario usage générique développé pour les enfants de moins de 6 ans à raison de 234 jours/an (365 jours auxquels sont retranchés 16 jours de vacances, pondérée au 1/3 pour des raisons de mauvais temps)

MILIEUX ET VOIES D'EXPOSITION	CIBLES/ENJEUX	SCENARII	PARAMETRES							SOURCE	
INGESTION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS	ADULTE (PLUS DE 18 ANS)	Consommation de végétaux	Âge (ans)		18-70			INERIS 2015			
			Poids (kg)		70,4			INERIS 2015			
			Fréquence (j _{exposition} /an)		365			Par convention, en lien avec le mode de calcul de la quantité ingérée			
			T (ans - durée de la période d'exposition)		52			INERIS 2015			
			Tm (ans)		52 70			Pour les effets à seuil : T = Tm Pour les effets sans seuil : durée assimilée à la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)			
	ENFANT	Consommation de végétaux	Âge (ans)		0-1	1-3	3-6	6-11	11-15	15-18	INERIS, 2015
			Poids (kg)		7,6	12,4	17,8	28,7	47,2	60	INERIS, 2015
			Fréquence (j _{exposition} /an)		365			Par convention, en lien avec le mode de calcul de la quantité ingérée			
			T (ans - durée de la période d'exposition)		1	2	3	5	4	3	INERIS, 2015
			Tm (ans)		1 70	2 70	3 70	5 70	4 70	3 70	Pour les effets à seuil : T = Tm Pour les effets sans seuil : durée assimilée à la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

Paramètres d'exposition retenus pour les différents scenarii associés à la voie ingestion de denrées alimentaires

Classes d'âges dans Modulers	Unités	0-1 an	1-3 ans	3-6 ans	6-11 ans	11-15 ans	15-18 ans	plus de 18 ans
Masse de tubercules consommés par jour	(kgfrais/j)	1,60E-02	5,20E-02	4,80E-02	4,80E-02	5,80E-02	6,00E-02	5,80E-02
Part de la consommation de tubercules, exposée à la contamination	%	25	25	25	25	25	25	25
Masse de tubercules consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	4,50	13,00	11,50	11,50	14,50	15,00	14,50
Masse de légumes-feuilles consommés par jour	(kgfrais/j)	6,60E-03	2,20E-02	7,60E-03	1,00E-02	1,20E-02	1,20E-02	2,40E-02
Part de la consommation de légumes-feuilles, exposée à la contamination	%	25	25	25	25	25	25	25
Masse de légumes-feuilles consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	1,85	5,50	1,90	2,50	3,00	3,00	6,00
Masse de légumes-fruits consommés par jour	(kgfrais/j)	1,10E-02	4,00E-02	6,80E-02	6,40E-02	7,00E-02	7,20E-02	1,10E-01
Part de la consommation de légumes-fruits, exposée à la contamination	%	25	25	25	25	25	25	25
Masse de légumes-fruits consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	2,75	10,00	16,50	16,00	17,50	18,00	27,50
Masse de légumes-racines consommés par jour	(kgfrais/j)	1,60E-02	2,60E-02	7,10E-03	7,00E-03	8,60E-03	8,90E-03	1,20E-02
Part de la consommation de légumes-racines, exposée à la contamination	%	25	25	25	25	25	25	25
Masse de légumes-racines consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	3,75	6,50	1,70	1,75	2,15	2,23	3,00

Quantité de denrées alimentaires ingérées – autarcie de la population générale (source : INERIS 2015)

Classes d'âges dans Modulers	Unités	0-1 an	1-3 ans	3-6 ans	6-11 ans	11-15 ans	15-18 ans	plus de 18 ans
Masse de tubercules consommés par jour	(kgfrais/j)	1,60E-02	5,20E-02	4,80E-02	4,80E-02	5,80E-02	6,00E-02	5,80E-02
Part de la consommation de tubercules, exposée à la contamination	%	100	100	100	100	100	100	100
Masse de tubercules consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	18,00	52,00	46,00	46,00	68,00	60,00	58,00
Masse de légumes-feuilles consommés par jour	(kgfrais/j)	6,60E-03	2,20E-02	7,60E-03	1,00E-02	1,20E-02	1,20E-02	2,40E-02
Part de la consommation de légumes-feuilles, exposée à la contamination	%	100	100	100	100	100	100	100
Masse de légumes-feuilles consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	6,60	22,00	7,60	10,00	12,00	12,00	24,00
Masse de légumes-fruits consommés par jour	(kgfrais/j)	1,10E-02	4,00E-02	6,60E-02	6,40E-02	7,00E-02	7,20E-02	1,10E-01
Part de la consommation de légumes-fruits, exposée à la contamination	%	100	100	100	100	100	100	100
Masse de légumes-fruits consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	11,00	40,00	66,00	64,00	70,00	72,00	110,00
Masse de légumes-racines consommés par jour	(kgfrais/j)	1,60E-02	2,60E-02	7,10E-03	7,00E-03	8,60E-03	8,90E-03	1,20E-02
Part de la consommation de légumes-racines, exposée à la contamination	%	100	100	100	100	100	100	100
Masse de légumes-racines consommés par jour dans l'étude	(gfrais/j)	16,00	26,00	7,10	7,00	8,60	8,90	12,00

Quantité de denrées alimentaires ingérées dans le cadre d'une autosuffisance (source : INERIS 2015 adapté)

Par ailleurs, pour les champignons, en l'absence d'information précise, il a été considéré une ingestion correspondant à 1 kg par an.

PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX RETENUS

Concentrations dans le sol :

La dégradation d'un milieu donné est considérée en comparant les concentrations mesurées en zone potentiellement impactée avec celles de la zone témoin hors influence minière (ELT).

La dégradation est jugée significative, dès lors que la [concentration (C) - incertitude analytique (Ic)] est supérieure à la [concentration témoin (C_{ELT}) + incertitude analytique (I_{ELT})].

Concentrations dans les végétaux des potagers :

Les concentrations dans les végétaux retenues pour les différents jardins et la cueillette sont reprises dans les fiches de la section suivante.

Il s'agit des concentrations dépassant les valeurs de l'ELTmax et/ou des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire en l'absence de prélèvement de végétaux témoins (végétaux ELT).

EVALUATION DE LA TOXICITE ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Généralité :

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 d'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 cancérigènes résultant d'un mécanisme non génotoxique appartiennent à cette catégorie.

Les effets cancérigènes ont longtemps été considérés comme des effets sans seuil. Depuis quelques années, seuls les effets cancérigènes génotoxiques suivent cette hypothèse d'absence de seuil. Il peut ainsi exister pour un composé des VTR à seuil pour les effets cancérigènes, coexistantes avec d'autres VTR à seuil (effets non cancérigènes) et des VTR cancérigènes sans seuil.

La VTR associée à des effets à seuil, est la dose maximale pour laquelle il est estimé ne pas voir apparaître d'effet néfaste chez l'homme ; il s'agit donc d'une quantité de produit. Elle est majoritairement issue d'études sur des animaux. 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. 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- espèce (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 en (mg/kg/j) ou en (mg/m³).

- 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 cancérigènes 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. Elles s'expriment en mg/kg/j ou en mg/m³. 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 cancérigène (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/m³.

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 cancérigène. Ces VTR sont exprimées en $(\text{mg/kg/j})^{-1}$ ou en $(\text{mg/m}^3)^{-1}$.

Démarche générale d'analyse et de choix des VTR :

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ont été choisies conformément aux instructions du ministère en charge de la santé selon la circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux 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 et de la gestion des sites et sols pollués (abrogation de la circulaire DGS/SD n°2006-234 de mai 2006), 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 8 organismes et agences reconnus :

- ANSES – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail ;
- US EPA : IRIS - Integrated Risk Information System - U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/iris/>;
- ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/>;
- OMS/ IPCS: Organisation Mondiale de la Santé/ International Program on Chemical Safety - <http://www.inchem.org>
- 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, <http://www.rivm.nl>;
- Santé Canada - VTR Substances. <http://www.hc-sc.gc.ca/francais/>;
- EFSA: European Food Safety Authority -<http://www.efsa.europa.eu/fr/>.

Dans le cadre de la présente étude, ont également été consultés l'organisme suivant :

- FoBiG - Forschungs und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (Institut de Recherche allemand sur les dangers des substances chimiques).

Il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données.

A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors les VTR correspondantes pourront être retenues, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

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 choix 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 valeurs toxicologiques de référence 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 cancérogènes sont observés pour les deux voies d'exposition considérées.

Les valeurs issues de documents non finalisés (en projet) 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. VTR retenues pour une exposition chronique et la voie ingestion.

En termes de choix des VTR pour une exposition chronique par ingestion, l'INERIS a retenu en première intention les VTR issues de la démarche de choix (INERIS, 2016) présentée ci-dessous. Pour les substances, pour lesquelles le choix approfondi n'était pas disponible, la VTR la plus protectrice a été retenue.

Antimoine

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale à l'antimoine est la valeur de 6.10^{-3} mg/kg/j de l'OMS (2003).

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 ($10 \times 10 \times 10$) 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. Ces deux études sont sensiblement équivalentes.

Enfin, en 2009, le RIVM reprend intégralement la valeur de l'OMS, ainsi que l'ANSES dans le cadre de l'Etude de l'Alimentation Totale en 2016.

Argent

Effets à seuil

La seule VTR disponible est celle proposée par l'US EPA de 5.10^{-3} mg/kg/j.

Cette valeur est construite à partir d'une étude menée chez des patients ayant reçu une injection intraveineuse thérapeutique d'arsphénamine d'argent (Gaul et Staud, 1935).

L'étude est ancienne mais de qualité recevable. La voie d'exposition n'est pas adéquate mais l'effet observé, l'argyrie⁸, est caractéristique. Le calcul du LOAEL a été calculé à partir de la dose totale. Il a ensuite été réalisé une extrapolation voie à voie. Cette valeur est de faible qualité, elle sera retenue en l'absence d'autres données disponibles.

Arsenic

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique à l'arsenic par voie orale est la valeur du FoBIG de $4,5.10^{-4}$ mg/kg/j.

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.

Compte tenu du manque de fiabilité des VTR disponibles, l'INERIS a élaboré une VTR en 2007, à partir d'une étude épidémiologique récente, celle de Rahman et al. (2006), dans

⁸ Coloration gris ardoisé de la peau et des muqueuses, due à une imprégnation des histiocytes par l'argent et consécutive à un contact professionnel avec des sels d'argent.

laquelle les lésions cutanées (hyperpigmentation, hypopigmentation et kératose) sont observées pour des doses supérieures à 0,7 µg/kg/j. Cependant, l'apport en arsenic via la nourriture n'ayant pas été pris en compte par les auteurs, la VTR construite à partir de cette étude ne sera pas retenue.

L'OEHHA (2008) a élaboré une nouvelle 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 BMDL₀₅ 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 et l'US EPA de 1,5 (mg/kg/j)-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.

Baryum

Effets à seuil

La valeur retenue pour une exposition chronique au baryum par voie orale est la valeur proposée par l'US EPA et l'ATSDR de 2.10⁻¹ mg/kg/j.

Six organismes proposent des VTR pour une exposition par voie orale : l'US EPA (2005), l'ATSDR (2007), le RIVM (2001), l'OMS (2011), Santé Canada (2010) et l'OEHHA (2003).

La valeur développée par Santé Canada reprend intégralement celle de l'US EPA.

L'OMS, le RIVM et l'OEHHA proposent des valeurs basées sur la même étude épidémiologique Brenniman et Levy (1984) alors que l'US EPA, l'ATSDR et Santé Canada se basent sur une étude expérimentale (NTP, 1994). L'OMS précise que l'étude qui a été retenue est relativement restreinte et que sa puissance est limitée.

La valeur est probablement très conservatrice et la marge de sécurité est élevée. L'US EPA a remis à jour sa valeur en 2005 avec un niveau de confiance moyen à haut précisant que les limites de l'étude épidémiologique et le calcul d'une BMDL ont orienté le choix de l'US EPA vers l'étude expérimentale. L'ATSDR s'est également basé sur cette étude pour construire sa VTR. L'étude clef est une étude chronique chez la souris (NTP, 1994a). Cette étude est de bonne qualité. L'effet critique correspond à des néphropathies observées chez les deux sexes. Une benchmark dose a été calculée. Un facteur d'incertitude de 300 a été retenu, correspondant à un facteur de 10 pour la variabilité intra-espèce, un facteur de 10 pour tenir compte des différences inter-espèces et un facteur de 3 pour le manque de données. Ce facteur d'incertitude est justifié au regard des données disponibles.

L'US EPA considère que sa confiance est élevée dans l'étude, moyenne dans la base de données et dans la valeur élaborée. L'ATSDR a une démarche identique même si le calcul de la benchmark dose aboutit à une valeur très légèrement différente, 61,13 versus 63 mg Ba/kg/j.

Ainsi, bien que la valeur de l'ATSDR ou de l'US EPA soit moins sécuritaire elle apparaît plus pertinente.

Bismuth

Il n'existe pas ni de VTR à seuil, ni de VTR sans seuil pour une exposition chronique par voie orale au bismuth.

Cadmium

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale au cadmium est la valeur de l'EFSA de $3,6 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j.

Plusieurs organismes proposent des valeurs : l'ATSDR, l'OMS, l'OEHHA, l'US EPA, le RIVM, Santé Canada mais également l'European Food Safety Authority (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-microglobulinurie.

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 $1 \cdot 10^{-3}$ mg Cd/kg/j. 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 β 2-microglobulinurie 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 paraît recevable et la valeur proposée est proche des autres, c'est donc cette valeur que l'INERIS retient.

Chrome

Effets à seuil

Compte tenu des différences de toxicité des sels de chrome, des VTR différentes sont proposées en fonction de sa valence (trivalent/hexavalent).

Pour le chrome trivalent, sont également distingués les sels solubles des sels insolubles. Ainsi concernant le chrome III, des valeurs ont été développées en fonction de la solubilité des sels : VTR du chrome trivalent est de 1,5 mg/kg/j pour les sels insolubles (US EPA, 1998) et de 0,005 mg/kg/j pour les sels solubles (RIVM, 2001).

Dans la présente étude et en l'absence de connaissance concernant les sels de chrome, la VTR la plus protectrice a été retenue c'est-à-dire celle pour les sels solubles. C'est donc la VTR de 5.10^{-3} mg/kg/j pour les sels solubles qui est retenue dans la présente étude.

Cobalt

Effets à seuil

La valeur retenue pour une exposition chronique au cobalt par voie orale est la VTR chronique de $1,6.10^{-3}$ mg/kg/j de l'AFSSA (2010).

Deux valeurs sont disponibles RIVM (2001) et AFSSA (2010).

Les deux valeurs sont établies à partir d'études épidémiologiques de 22 jours (Davis et Fields, 1958) pour l'AFSSA et de 8 mois (Morin et al., 1971) pour le RIVM. Les deux études présentent des limites : manque de description, nombre de cas limité pour les deux études. De plus dans l'étude de Morin, il est difficile de tenir compte de l'effet de l'alcool lui-même et la durée de l'étude de Davis est courte pour l'établissement d'une VTR pour des expositions chroniques. L'AFSSA retient également une étude expérimentale de 8 semaines chez le rat exposé au chlorure de cobalt (Stanley et al., 1947). Pour les deux organismes, l'effet critique est pertinent et la dose critique est proche : LOAEL de 1 mg cobalt.kg/j pour une exposition de 22 jours (Davis et Fields, 1958) et LOAEL de 0,04 mg/kg/j pour une exposition de 8 mois. Le choix des facteurs d'incertitude est cohérent dans les deux cas : les deux organismes utilisent un facteur de 10 pour tenir compte de l'utilisation d'un LOAEL et un facteur pour la variabilité intraespèce de 10 l'AFSSA et réduit à 3 pour le RIVM qui considère qu'il est suffisant du fait des effets néfastes de l'alcool.

Enfin, l'AFSSA ajoute un facteur de 6 du fait de la courte durée de l'étude source.

Bien que le RIVM prenne en compte la consommation massive d'alcool chez le sujet sur lequel se base l'étude, la qualité de l'étude source nous paraît insuffisante pour l'élaboration d'une VTR du fait des co-expositions avec l'alcool.

Par ailleurs, une autre valeur a été proposée dans la littérature (Finley et al., 2012).

Cette valeur repose sur une étude qui n'a pas permis d'observer d'effet. La méthode de construction de la VTR retient le même point de départ que l'AFSSA mais les facteurs d'incertitude utilisés sont moins pertinents.

L'INERIS propose de retenir la valeur de l'AFSSA. Il est à noter que cette valeur est confortée par celle du RIVM qui est proche.

Cuivre

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques par voie orale au cuivre est la valeur de $1,4.10^{-1}$ mg/kg/j 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.

Etain

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques par voie orale à l'étain est la valeur de 2 mg/kg/j de l'OMS.

L'OMS est le seul organisme à proposer une VTR pour des expositions chroniques par voie orale pour des effets à seuil. Cette valeur a été établie de manière provisoire en 1988, et reconfirmée en 2000 et 2005 par le JEFCA sans modification de la valeur (14 mg.kg-1 pour une semaine). Les autres organismes ne proposent pas de valeurs (RIVM, Santé Canada, OEHHA), l'US-EPA propose des valeurs mais pour d'autres composés de l'étain et l'ATSDR propose bien une valeur pour l'étain inorganique en 2005 mais cette valeur est subchronique, elle n'a pas été retenue.

La valeur de l'OMS est également rappelée dans un document de l'EFSA. Ainsi bien qu'elle ait été proposée sous forme de valeur provisoire, elle a été maintenue lors des différentes mises à jour.

Lithium

Il n'existe pas ni de VTR à seuil, ni de VTR sans seuil pour une exposition chronique par voie orale au bismuth.

Manganèse

Effets à seuil

La valeur retenue pour une exposition chronique par voie orale au manganèse est la valeur de l'US EPA de 0,14 mg/kg/j.

Seul l'US EPA (1996b) propose une valeur. Cette valeur est basée sur la quantité de manganèse que l'homme peut ingérer sans effet nocif observé et aboutissant ainsi à un NOAEL 10 mg/j soit 0,14 mg/kg/j pour un adulte de 70 kg. La démarche d'élaboration et la justification de l'utilisation des facteurs d'incertitude sont argumentées. L'US EPA n'applique aucun facteur correctif. L'INERIS préconise de retenir la valeur de l'US EPA.

Molybdène

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques par voie orale au molybdène est la valeur de $5 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j de l'USEPA (1992).

Mercure

Effets à seuil

Pour une exposition chronique, la valeur retenue est de $6,6 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j pour une exposition chronique au mercure inorganique.

Une étude de bonne qualité scientifique (NTP, 1993), est disponible concernant les effets rénaux du mercure inorganique et sert de base à l'élaboration des VTR de l'OMS et du RIVM. La VTR de l'US EPA et celle de Santé Canada semblent moins pertinentes, car elles sont basées sur des études expérimentales plus anciennes et de moins bonne qualité.

Les VTR élaborées par l'OMS et le RIVM se basent sur les mêmes effets critiques et la même étude. Ces organismes prennent comme point de départ un NOAEL de 0,23 mg Hg/kg/j, auquel est appliqué un facteur de sécurité de 100. La VTR en résultant est de 2 µg Hg/kg/j. Aucun facteur n'est appliqué pour l'extrapolation subchronique à chronique par l'OMS et le RIVM. Or la durée de l'étude correspond plutôt à une exposition sub-chronique (valeur utilisée par l'ATSDR pour construire une VTR sub-chronique).

L'INERIS propose donc de retenir la valeur de l'OMS (qui est identique au RIVM) et d'y ajouter un facteur 3 pour tenir compte de l'extrapolation étude sub-chronique à valeur chronique.

Ainsi la valeur calculée est de $2 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j / 3 = $0,66 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j

La valeur de l'OMS est retenue par l'INERIS, avec un facteur additionnel.

Pour une exposition chronique, l'INERIS recommande d'appliquer un facteur 3 à la VTR de l'OMS chronique pour tenir compte de l'extrapolation de l'exposition subchronique de l'étude vers l'exposition chronique, soit $0,66 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$.

Nickel

Effets à seuil

La valeur retenue est de $2,8 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j de l'EFSA pour une exposition chronique par voie orale au nickel et ses dérivés.

Quatre organismes proposent une VTR pour une exposition chronique par voie orale au nickel et ses dérivés (US EPA, 1996 ; OMS, 2011 ; OEHHA, 2012 ; RIVM, 2001).

La valeur déterminée par l'OMS n'est pas retenue car sa construction est basée sur une étude chez des volontaires n'ayant reçu qu'une seule administration (Nielsen et al., 1999). D'autre part, cette valeur est basée sur un LOAEL et aucun facteur d'incertitude n'est ajouté.

Les valeurs établies par l'US EPA et le RIVM sont basées sur la même étude expérimentale chronique chez le rat exposé via la nourriture (Ambrose et al., 1976), le même NOAEL de 5 mg/kg/j et les mêmes effets critiques (augmentation du ratio du poids du coeur par rapport au poids corporel, et une diminution du ratio du poids du foie par rapport au poids corporel) ont été retenus. Cette étude est de qualité satisfaisante.

La valeur de l'OEHHA est basée sur une étude de reprotoxicité sur deux générations chez le rat exposé par gavage (NIPERA, 2000) et sur un NOAEL de 1,12 mg/kg/j déterminé pour les effets sur la descendance (mortalité précoce). Cette étude est de bonne qualité.

L'étude retenue par l'OEHHA retient un effet critique plus pertinent que celle retenue par l'US EPA et le RIVM. Cette étude est de bonne qualité, la construction de la VTR basée sur le couple NOAEL/LOAEL est claire et les facteurs d'incertitudes sont adaptés.

En 2017, la révision du choix INERIS a été réalisée afin d'intégrer la nouvelle valeur de l'EFSA 2015 de $0,0028 \text{ mg Ni} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ pour une exposition chronique par voie orale au nickel et ses dérivés, valeur retenue dans cette étude.

En effet, la valeur de l'EFSA est également basée sur cette étude de reprotoxicité sur deux générations mais s'appuie également sur les résultats d'une étude de reprotoxicité sur une génération (SLI, 2000a) afin de déterminer une BMDL10.

L'effet critique retenu par l'OEHHA, Santé Canada et l'EFSA est plus pertinent que celui retenu par l'US EPA et le RIVM. Les études de reprotoxicité sont de bonne qualité, et les facteurs d'incertitudes appliqués par l'OEHHA, Santé Canada et l'EFSA sont identiques et adaptés pour la construction des valeurs.

Plomb

Effets à seuil

La valeur retenue pour une exposition chronique par voie orale au plomb inorganique est la valeur de dose interne de plomb dans le sang (plombémie) de 15 µg/L (ANSES, 2013). Pour l'utilisation de cette valeur, il doit être tenu compte conjointement des apports par inhalation.

Pour les effets à seuil par voie orale, la VTR proposée par le RIVM (Tiesjema et Baars, 2009) repose sur de nombreux travaux qui semblent montrer que, chez l'enfant, il n'y a pas d'augmentation de la plombémie en deçà de 4 µg/kg/j. Aucun facteur d'incertitude n'est appliqué. Cette valeur était précédemment retenue par l'OMS mais ne l'est plus car des travaux récents ont démontré qu'à ces niveaux d'exposition, des effets étaient observés chez le jeune ou l'adulte.

Les travaux réalisés depuis ont montré qu'aux niveaux retenus par ces deux organismes, des effets pouvaient être observés. En 2013, l'ANSES propose une valeur de dose interne (plombémie). Dans la mesure où l'ANSES a élaboré une valeur en janvier 2013, celle-ci est retenue.

L'ANSES s'appuie sur la démarche de l'EFSA, 2010, et retient la valeur de plombémie de 15 µg/L à partir de l'étude de Navas-Acien et al., 2009, et retient comme effet critique la maladie chronique rénale. La valeur a été calculée afin de prendre également en compte la sous-population sensible des enfants pour des effets neurologiques.

La valeur de plombémie proposée par l'ANSES n'est pas utilisable en l'état dans un calcul de risque réalisé classiquement dans des études d'évaluation quantitative des risques sanitaires. La démarche de l'EQRS conduit en principe au calcul d'une dose d'exposition externe qui doit être comparé à des VTR externes.

A titre indicatif, l'ANSES (2013) a calculé ces VTR externes, soit $6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j pour une exposition chronique par voie orale, à partir de la plombémie en prenant l'hypothèse d'une exposition exclusive atmosphérique ou alimentaire. Toutefois en pratique il doit être tenu compte conjointement des 2 sources d'exposition.

Effets sans seuil

La valeur retenue pour une exposition chronique au plomb inorganique par voie orale est la valeur de l'OEHHA : ERU_o de $8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j)⁻¹.

Seul l'OEHHA, 2011 propose une valeur pour des expositions sans seuil d'effet par voie orale. La valeur est basée sur une étude expérimentale pour des expositions à l'acétate de plomb via la nourriture (Azar et al., 1973). L'effet critique retenu, tumeurs rénales, est pertinent compte tenu des données épidémiologiques. La valeur est obtenue par extrapolation grâce à un modèle multi-étapes linéarisé.

L'INERIS propose de retenir cette valeur.

Cette valeur s'appuie sur des études chez l'animal, elle est de bonne qualité.

Tungstène

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique au tungstène par voie orale est la valeur de l'US EPA de 8.10^{-4} mg/kg/j.

Deux valeurs sont disponibles une de l'US EPA (2015) et une de Schell et Pardus (2009). La valeur de l'US EPA est établie à partir d'une étude de bonne qualité, le choix de l'effet critique est justifié et cohérent. La construction de la valeur repose sur un calcul de benchmark dose, les facteurs d'incertitude sont justifiés. La valeur de Schell et Pardus (2009), est basé sur un effet critique qui survient à des niveaux de doses plus élevés et semble donc moins pertinent. La valeur de l'US EPA est retenue pour des expositions chroniques aux composés solubles du tungstène.

Zinc

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique au zinc par voie orale est la valeur de l'US EPA et de l'ATSDR de 3.10^{-1} mg/kg/j.

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.

GLOSSAIRE

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	Benchmarkdose à la limite de 10 %	
CICAD	Concise International Chemical Assessment Documents CRi / CRo	Concentration ou dose induisant un risque de cancer de 10 ⁻⁴ CT
CT0,05	Concentration Tumorigène 0,05 : concentration généralement dans l'air (exprimée en mg/m ³ par exemple) qui induit une augmentation de 5 % de l'incidence des tumeurs ou de la	Concentration Tolérable
DDT	Direction départementales du territoire DGS	Direction Général de la Santé
DHT	Doses Hebdomadaires Tolérables	
DHPT	Doses Hebdomadaires Provisoires Tolérables DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose journalière d'exposition	
DJT	Dose Journalière Tolérable EFSA	European Food Safety Authority ERI
	de risque individuel	Excès
ERU	Excès de risque unitaire	
FoBiG	Forschungs und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (Institut de Recherche allemand sur les dangers des substances chimiques)	
HCSP	Haut Conseil de Santé Publique	
IARC/CIRC	International Agency for Research on Cancer / Centre International de la Recherche pour le Cancer	
IRIS	Database for Risk Assessment (base de l'US EPA) JEFCA	The joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives LD
LOAEC	Lowest Observed Adverse Effect Concentration (concentration minimale entraînant un effet néfaste observé)	Limite de Détection
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)	
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)	
NTP	National Toxicological Program	
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PBPK	Physiologique basé sur la pharmacocinétique 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)	

TCA
Daily Intake

Tolerable Concentration in Air (concentration tolérable dans l'air) TDI Tolerable

REFERENCES

ANSES - <http://www.anses.fr/> ATSDR - <http://www.atsdr.cdc.gov/>

DGS (2014) - 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 et de la gestion des sites et sols pollués », référencée DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

EFSA - <http://www.efsa.europa.eu/fr/>

INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. <http://ineris.fr>

INERIS - <http://substances.ineris.fr/fr/>

INERIS (2005) - Pratique INERIS de choix des valeurs toxicologiques de référence dans les évaluations de risques sanitaires. 21 mars 2006. Référence INERIS-DRC- 05-41113-ETSC/R01 (www.ineris.fr).

OEHHA - <http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp> OMS/ IPCS - <http://www.inchem.org/>

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. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>

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.

https://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2009/juli/Re_evaluation_of_some_human_toxicological_Maximum_Permissible_Risk_levels_earlier_evaluated_in_the_period_1991_2001

Santé Canada - <http://www.hc-sc.gc.ca/index-fra.php>

Schell J.D. and Pardus M.J. (2009) - Preliminary risk-based concentrations for tungsten in soil and drinking water. Land Contamination and Reclamation, 17, 1, 179.

US EPA - <http://www.epa.gov/iris/>

US EPA (2015) - Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values for Soluble Tungsten Compounds. EPA/690/R-15/015F. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=340092

Annexe 10

Fiches foyers (*Hors texte*)

Synthèse des conclusions et recommandations sanitaires

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils règlementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			

VLG1 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (ARRIERE MAISON ET ACCES AU POTAGER)	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 569 mg/kg > seuil HAS et > ELT (32SPE7) Pb = 91,3 mg/kg > ELT (32SPE7) W < ELT (32SPE7)	Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. • En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 1110 mg/kg > seuil HAS et > ELT (32Sj3) Pb = 158 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (32Sj3) W = 15,7 mg/kg > ELT (32Sj3)	Les seuils du HCSP et HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et pour l'As et le Pb pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb, etc.)	
	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an			
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, betterave BET, salade SAL, courgette COU, tomate TOM, céleri CELBRA, champignon CHAMP	As: PDT, BET, SAL, CELBRA, CHAMP [C] > ELT Pb : SAL > ELT mais < au règlement européen	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	

VLG2 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + terrain enherbé + jardin potager. Eau de source utilisée pour l'arrosage du potager et l'abreuvement des moutons. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 207mg/kg > seuil HAS et > ELT (3SPE9) Pb < ELT (3SPE9) W = 32,5 mg/kg > ELT (3SPE9)	Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an		Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 233 mg/kg > seuil HAS et > ELT (3Sj5) Pb < ELT (3Sj5) W = 16,3 mg/kg > ELT (3Sj5)	Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	
	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an			

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Poivron POIV, concombre CON, Courgette COU, Tomate TOM, Cèleri branche CELBRA, Cèleri feuille CELFEU	As: CON CELBRA CELFEU [C] > ELT	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé compatible par GEODERIS	Préconisations : - Eviter l'autoproduction de concombre et de cèleris branche et feuille, et privilégier les autres végétaux autoproduits testés (poivron, courgette, tomate) - Bien laver et éplucher les végétaux autoproduits avant consommation
EAU DE SURFACE	Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB4 = 41,6 µg/l > potabilité EF4 = 30,6 µg/l > potabilité	Dépassements des seuils de potabilité constatés pour l'arsenic	Mesures de gestion simples proposées : - Ne plus utiliser l'eau (ex : ici pour l'arrosage du potager).
VLG3 – VAULRY – LA GARDE				
Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément et piscine + jardin potager. Enfants de 7 et 11 ans y séjournent 1 semaine/an.				
JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON))	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 180 jours / an Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an	As = 435 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SPE1) Pb < ELT (SPE1) W = 520 mg/kg > ELT (SPE1)	Les scénarii spécifiques adultes et enfant 6-11 ans sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	Mesures de gestion simples proposées • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 180 jours / an Jardin potager : enfant 6-11 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an	As = 520 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SJ1) Pb < ELT (SJ1) W = 32,7 mg/kg > ELT (SJ1)	Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL, tomate TOM Végétaux : enfant – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL, tomate TOM	As : SAL [C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen	Le scénario adulte et enfant 6-11 ans pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	
EAU DE SURFACE	Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	EB1 et EF1 < potabilité As : EB2 = 22,4 µg/l > potabilité EF2 = 21,9 µg/l > potabilité Mn : EB2 = 52,3 µg/l > potabilité	Dépassements des seuils de potabilité constatés pour l'arsenic et le manganèse	Mesures de gestion simples proposées : - Ne plus utiliser l'eau (ex : ici pour l'arrosage du potager).

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARI ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils règlementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			

VLG4 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes : maison + jardin + jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR DU POTAGER)	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 392 mg/kg > seuil HAS et > ELT (41-SPE21) Pb = 72,8 mg/kg > ELT (41-SPE21) W = 26,4 mg/kg > ELT (41-SPE21)	Les scénarii spécifiques adultes sont jugés compatibles par GEODERIS (jardins d'agrément et potager) pour une faible exposition de 15j/an Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.).	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin.
	Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 15 jours / an			
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 385 mg/kg > seuil HAS et > ELT (41-SJ15) Pb = 82,3 mg/kg > ELT (41-SJ15) W = 19,1 mg/kg > ELT (41-SJ15)		<ul style="list-style-type: none"> - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 15 jours / an			
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre : PDT	As : PDT [C] > ELT	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé compatible par GEODERIS	Préconisations : <ul style="list-style-type: none"> - Eviter l'autoproduction de pomme de terre, et privilégier d'autres végétaux autoproduits non racinaires (ex : poivron, courgette, tomate) - Bien laver et éplucher les végétaux autoproduits avant consommation

VLG5 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes et 2 enfants de 15 et 16 ans qui y séjournent maximum 7 semaines par an : maison + jardin. Cette maison deviendra une résidence principale dans 3 ans. L'eau du puits sert à l'alimentation de la maison (eau cuisson / eau boisson). Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 523 mg/kg > seuil HAS et > ELT (SPE2) Pb = 106 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (SPE2) W = 627 mg/kg > ELT (SPE2)	Les scénarii spécifiques et génériques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les seuils du HAS et HCSP sont dépassés pour l'As et le Pb pour le jardin d'agrément. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb, etc.)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. 	
	Jardin d'agrément : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 49 jours / an				
	Jardin d'agrément : générique adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an				

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARI ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
	<p align="center">COMPATIBLE USAGE / MILIEU</p> <p align="center">NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU</p>			
EAU DE PUIITS (SOUT)	Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB3 = 232 µg/l > potabilité EF3 = 230 µg/l > potabilité	Dépassements des seuils de potabilités constatés pour l'arsenic	<p>Mesures de gestion simples proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ne plus utiliser l'eau (ex : ici pour l'arrosage du potager).

VLG6 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément + jardin potager. L'eau du puits sert à l'arrosage du potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (DEVANT LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 325 mg/kg > seuil HAS et > ELT (26-SPE20) Pb = 74,7 mg/kg > ELT (26-SPE20) W = 11,4 mg/kg > ELT (26-SPE20)	<p>Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 372 mg/kg > seuil HAS et > ELT (26-SJ14) Pb < ELT (26-SJ14) W < ELT (26-SJ14)	<p>Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)</p>	
	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an			
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Concombre CON, Tomate TOM	As : CON [C] > ELT	<p>Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé compatible par GEODERIS</p>	<p>Préconisations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eviter l'autoproduction de concombre, et privilégier les autres végétaux autoproduits testés (tomate) - Bien laver et éplucher les végétaux autoproduits avant consommation
EAU DE PUIITS	Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires	As : EB8 = 112 µg/l > potabilité EF8 = 51,2 µg/l > potabilité	Dépassements des seuils de potabilité constatés pour l'arsenic	<p>Mesures de gestion simples proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ne plus utiliser l'eau (ex : ici pour l'arrosage du potager).

VLG7 – VAULRY – LA GARDE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 349 mg/kg > seuil HAS et > ELT (58-SPE-16) Pb < ELT (58-SPE-16) W < ELT (58-SPE-16)	<p>Le scénario spécifique adultes est incompatible (jardins d'agrément)</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ;
	Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARI ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils règlementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).

VLB1– VAULRY – LA BURJADE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	<p>Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As = 349 mg/kg > seuil HAS et > ELT (58-SPE-16) Pb < ELT (58-SPE-16) W < ELT (58-SPE-16)</p>	<p>Le scénario spécifique adultes est incompatible (jardins d'agrément)</p> <p>Le scénario générique enfants résidents est incompatible (jardins d'agrément)</p> <p>Le seuil du HAS est dépassé pour l'As pour le jardin d'agrément. Ce dépassement appelle à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
--------------------------------------	---	---	---	---

VLB2– VAULRY – LA BURJADE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. Elevage d'animaux à proximité de la maison. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	<p>Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As = 318 mg/kg > seuil HAS et > ELT (19-SPE-3) Pb < ELT (19-SPE-3) W < ELT (19-SPE-3)</p>	<p>Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert
JARDIN POTAGER	<p>Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an</p>	<p>As = 336 mg/kg > seuil HAS et > ELT (19-SJ-2) Pb < ELT (19-SJ-2) W < ELT (19-SJ-2)</p>	<p>Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)</p>	

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARI ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W :</p> <p>- avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ;</p> <p>- avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ;</p> <p>- et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ;</p> <p>- Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ;</p> <p>- Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils règlementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		
VEGETAUX	Champs : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 365 jours / an	As = 283 mg/kg > seuil HAS mais < ELT (CH4-SPA1) Pb < ELT (CH4-SPA1) W = 33,5 mg/kg > ELT (CH4-SPA1)	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
CHAMPS	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, salade SAL, Courgette COU	As : PDT SAL COU [C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen	On notera concernant les teneurs identifiées pour ce champ que les teneurs en As et Pb sont inférieures l'ELT ce qui conduit à la non réalisation du calcul sanitaire de façon unitaire pour ces composés. GEODERIS n'exclue pas la présence de compte tenu des données sur les parcelles avoisinantes de point hotspot avec des concentrations plus élevées du fait de la présence des dépôts miniers dans ce champs. Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As dans le champ. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	Bien que les calculs sanitaires ressortent compatibles, de plus fortes concentrations que celles mesurées ne peuvent être exclues par GEODERIS, par ailleurs un des deux échantillons d'herbe collectés dépasse la teneur maximale autorisée pour les aliments pour animaux du règlement européen pour l'As ; ainsi, et il est préconisé ne pas faire paître du bétail sur ces parcelles.
HERBES	/	As : CH4-HERB-SPA1 (humidité 65,6 %) < teneur maximale pour aliments pour animaux du règlement européen CH4-HERB-SPA1 - (humidité 12 %) > teneur maximale pour aliments pour animaux du règlement européen	Dépassement des seuils de l'alimentation animale constatés pour l'arsenic	
VLB3– VAULRY – LA BURJADE				
Usage constaté : Résidence principale occupée par 1 adulte : maison + jardin d'agrément + potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.				
JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 595 mg/kg > seuil HAS et > ELT (343-SPE8) Pb = 84,1mg/kg > ELT (343-SPE8) W = 12,6 mg/kg > ELT (343-SPE8)	Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. <p>- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert</p>
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an	As = 878 mg/kg > seuil HAS et > ELT (343-SJ4) Pb = 164 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (343-SJ4) W = 46,6 mg/kg > ELT (343-SJ4)	Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et des seuils du HAS et du HCSP pour l'As et le Pb pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb, etc.)	

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
	PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE			
	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, salade SAL, échalotte ECH, oignon OIG, carotte CAR	As : PDT SAL ECH OIG CAR [C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen CAR [C] > ELT mais < au règlement européen	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).

VLB4– VAULRY – LA BURJADE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 à 5 adultes pendant 3 mois /an : maison + jardin d'agrément avec piscine alimentée par l'eau du réseau + potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 90 jours / an	As = 674 mg/kg > seuil HAS et > ELT (16-SPE18) Pb = 79 mg/kg > ELT (16-SPE18) W = 11,5 mg/kg > ELT (16-SPE18)	Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. <p>- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).</p>
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 34 jours / an	As = 433 mg/kg > seuil HAS et > ELT (16-SJ3) Pb < ELT (16-SJ3) W < ELT (16-SJ3)	Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	
VEGETAUX	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Salade SAL	As : SAL [C] > ELT Cd : SAL [C] > ELT et > au règlement européen Pb : SAL [C] > ELT et > au règlement européen	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	

VLB5– VAULRY – LA BURJADE

Usage constaté : Résidence secondaire occupée par 2 adultes 2 jours /semaine : maison + jardin d'agrément + potager. Eau de source utilisée pour l'arrosage. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	Terrain devant maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an Terrain devant maison : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 104 jours / an	As = 263 mg/kg > seuil HAS et > ELT (218-SPE15) Pb = 107 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (218-SPE15) W < ELT (218-SPE15)	Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardins d'agrément et potager) Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ;
JARDIN POTAGER	Jardin potager : générique enfant 1-3 ans - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 287 mg/kg > seuil HAS et > ELT (218-SJ12) Pb = 112 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (218-SJ12) W = 46,7 mg/kg > ELT (218-SJ12)	Les seuils du HAS et du HCSP sont dépassés pour l'As et le Pb pour le jardin d'agrément et potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par	

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W :</p> <p>- avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ;</p> <p>- avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ;</p> <p>- et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ;</p> <p>- Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ;</p> <p>- Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	<p>les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb ; etc.)</p>	<p>○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin.</p> <p>- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).</p>
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
VEGETAUX	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 59 jours / an	As: BET SAL CAR[C] > ELT Pb : SAL [C] > ELT mais < au règlement européen CAR [C] > ELT et > au règlement européen	Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé incompatible par GEODERIS	
EAU DE SOURCE (SOUT)	Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Betterave BET, salade SAL, carotte CAR	As : EB7 = 5,26 µg/l < potabilité EF7 = 4,92 µg/l < potabilité	Aucun dépassement des seuils de potabilité	Mesures de gestion simples proposées : - Réaliser des prélèvements complémentaires afin de valider les données analytiques obtenues pour les eaux collectées car ces eaux sont utilisées pour l'arrosage du potager et en boisson.

VLM1– VAULRY – LA MINE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + potager. Foyer fréquenté par de jeunes enfants de 7 mois à 15 ans une semaine par an.

JARDIN D'AGREMENT (AUTOUR LA MAISON)	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 1020 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1106-SPE14) Pb = 212 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (1106-SPE14) W = 79,6 mg/kg > ELT (1106-SPE14)</p>	<p>Les scénarii spécifiques adultes et pour tous les enfants 1 à 15 ans, sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p> <p>Bien que les teneurs pour l'As, le Pb et le W soient inférieures aux ELT, ce qui conduit à la non réalisation du calcul sanitaire de façon unitaire pour ces composés. GEODERIS a jugé le scénario potager incompatible compte tenu de la concentration en As du jardin d'agrément et des données des autres parcelles du lieu-dit de la Mine. GEODERIS ne peut exclure une hétérogénéité des milieux et donc que de fortes concentrations en métaux soient présentes.</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardins d'agrément et potager)</p> <p>Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément et du HAS et HCSP pour l'As et le Pb pour le jardin potager. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb, etc.)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. <p>- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).</p>
	Jardin d'agrément : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
	Jardin d'agrément : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
	Jardin d'agrément : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
	Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
	Jardin d'agrément : enfant 11-15 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an				
JARDIN POTAGER	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 138 mg/kg > seuil HAS mais < ELT (1106-SJ11) Pb < ELT (1106-SJ11) W < ELT (1106-SJ11)</p>		
	Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an			

VAULRY ET CIEUX (87)

<p>REFERENCE DU SCENARIO</p> <p>PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE</p>	<p>SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)</p> <p>COMPATIBLE USAGE / MILIEU</p> <p>NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU</p>	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W :</p> <p>- avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ;</p> <p>- avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ;</p> <p>- et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ;</p> <p>- Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ;</p> <p>- Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	<p>CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES</p>	<p>DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS</p>
<p>VEGETAUX</p>	<p>Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p> <p>Végétaux : enfant 0-1 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p> <p>Végétaux : enfant 1-3 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p> <p>Végétaux : enfant 3-6 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p> <p>Végétaux : enfant 6-11 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p> <p>Végétaux : enfant 11-15 ans – Ingestion : 365 jours / an Pomme de terre PDT, Betterave BET, tomate TOM</p>	<p>As: PDT BET [C] > ELT</p>	<p>Les scénarii adulte et pour tous les enfants 1 à 15 ans, pour l'ingestion de végétaux autoproduits sont jugés incompatibles par GEODERIS</p>	
<p>VLM2– VAULRY – LA MINE</p>				
<p>Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément. Il s'agit d'un ancien coron. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.</p>				
<p>JARDIN D'AGREMENT (A L ARRIERE DE LA MAISON)</p>	<p>Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As = 615 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE22)</p> <p>Pb < ELT (875-SPE22)</p> <p>W = 70,6 mg/kg > ELT (875-SPE22)</p>	<p>Les scénarii spécifiques adultes sont incompatibles (jardin d'agrément à différentes localisation)</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (jardin d'agrément à différentes localisation)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin.
<p>JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON)</p>	<p>Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As = 968 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE23)</p> <p>Pb = 121 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (875-SPE23)</p> <p>W = 91,6 mg/kg > ELT (875-SPE23)</p>	<p>Les seuils du HAS et du HCSP sont dépassés pour l'As et le Pb pour le jardin d'agrément. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W :</p> <p>- avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ;</p> <p>- avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ;</p> <p>- et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ;</p> <p>- Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ;</p> <p>- Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils règlementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>	<p>CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES</p>	<p>DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS</p>
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON PARTIE NORD OUEST)	<p>Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As = 3440 mg/kg > seuil HAS et > ELT (875-SPE23)</p> <p>Pb = 293 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (875-SPE23)</p> <p>W = 458 mg/kg > ELT (875-SPE23)</p>	<p>informations des populations exposées pour le plomb, etc.)</p>	<p>végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).</p>

VLM3– VAULRY – LA MINE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + une partie boisée avec des jeux d'enfants. Il s'agit d'un ancien coron. Foyer fréquenté par de jeunes enfants de 3 semaines, 19 mois, 7 ans et 10 ans tous les 8 jours environ.

ZONE BOISEE	Zone boisée : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 415 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1140-SPE5)</p> <p>Pb < ELT (1140-SPE5)</p> <p>W = 108 mg/kg > ELT (1140-SPE5)</p>	<p>Les scénarii spécifiques adultes et enfant 0 à 11 ans sont incompatibles (zone boisée et jardin d'agrément)</p> <p>Les scénarii génériques enfants résidents sont incompatibles (zone boisée et jardin d'agrément)</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. <p>- En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).</p>
	Zone boisée : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			
	Zone boisée : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			
	Zone boisée : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			
	Zone boisée : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			
JARDIN D'AGREMENT (A L AVANT DE LA MAISON)	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	<p>As = 593 mg/kg > seuil HAS et > ELT (1126-SPE6)</p> <p>Pb < ELT (1126-SPE6)</p> <p>W = 99,2 mg/kg > ELT (1126-SPE6)</p>	<p>Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour la zone boisée et le jardin d'agrément. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)</p>	
	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 0-1 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			
	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			
	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an			

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
	PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE			
	COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			
	Jardin d'agrément à l'avant de la maison : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			

VLM4– VAULRY – LA MINE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes et 2 enfants de 5 et 8 ans : maison + jardin d'agrément (une partie attenante et une partie non attenante). Il s'agit d'un ancien coron.

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
JARDIN D'AGREMENT	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 503 mg/kg > seuil HAS et > ELT (884-SPE17) Pb < ELT (884-SPE17) W = 143 mg/kg > ELT (884-SPE17)	Les scénarii spécifiques adultes et enfant 3 à 11 ans sont incompatibles (jardin d'agrément) Le scénario générique enfants résidents est incompatible (jardin d'agrément) Les seuils du HAS sont dépassés pour l'As pour le jardin d'agrément. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, etc.)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Jardin d'agrément : enfant 3-6 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			
	Jardin d'agrément : enfant 6-11 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			
	Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			

VLM5– VAULRY – LA MINE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément (une partie attenante et une partie non attenante). Il s'agit des anciens bureaux de la mine. Le bâtiment de l'ancien laboratoire est situé sur cette parcelle mais n'est pas utilisé. Foyer fréquenté par de jeunes enfant de 2 ans et demi une semaine par an.

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
JARDIN D'AGREMENT	Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an	As = 1720 mg/kg > seuil HAS et > ELT (311-SPE4) Pb = 167 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (311-SPE4) W = 421 mg/kg > ELT (311-SPE4)	Les scénarii spécifiques adultes et enfants 1-3 ans sont incompatibles (jardins d'agrément) Le scénario générique enfants résidents est incompatible (jardins d'agrément) Les seuils du HAS et du HCSP sont dépassés pour l'As et le Pb pour le jardin d'agrément. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, information des populations exposées pour le plomb, etc.)	Mesures de gestion simples proposées <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les activités en extérieur et en contact direct avec le sol ; • Limiter l'exposition (par ré envol de poussières et transfert racinaire), tels que : <ul style="list-style-type: none"> ○ Interdire la mise à nu des sols (ex : culture, excavation, affouillement, terrassement) ; ○ Maintenir et favoriser un couvert végétal dense ; ○ Préconiser la mise en place de jardin hors sol (ex : pots, bacs avec de la terre d'apport type terreau vendu dans le commerce) ; ○ Supprimer/ limiter au maximum l'exposition des résidents (prioritairement des enfants et adultes) avec le sol du jardin. - En cas de fréquentation permanente par un enfant de moins de 3 ans, la mesure de gestion proposée serait de supprimer la voie d'exposition soit en maintenant un couvert végétal dense, en aménageant des aires de jeux hors sol (ex : bac à sable avec un matériau contrôlé), soit en recouvrant les zones fréquentées par de la terre d'apport contrôlée (30-50 cm).
	Jardin d'agrément : enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 7 jours / an			
	Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an			

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <p>- Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W :</p> <p>- avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ;</p> <p>- avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ;</p> <p>- et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ;</p> <p>- Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ;</p> <p>- Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ;</p> <p>- Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité.</p>		
	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU			

VLV1- VAULRY – LA VERGNE

Usage constaté : Résidence principale occupée par 2 adultes : maison + jardin d'agrément + jardin potager. L'eau de l'étang située en conter bas est utilisée pour l'arrosage du jardin potager. Foyer non fréquenté par de jeunes enfants.

JARDIN D'AGREMENT	<p>Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin d'agrément : adulte – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p>	<p>As < ELT (378-SPE10)</p> <p>Pb < ELT (378-SPE10)</p> <p>W < ELT (378-SPE10)</p>	<p>Le scénario adulte résident est jugé compatible pour le jardin d'agrément.</p> <p>L'As, le Pb et le W ont été dosé à des concentrations inférieures aux ELT, ce qui conduit à la non réalisation du calcul sanitaire de façon unitaire pour ces composés. Pour autres composés, le scénario générique enfant résident est compatible.</p>	<p>Les données au droit des parcelles investiguées montrent une compatibilité d'usage pour les scénarii spécifiques calculés adultes, pour des activités en extérieur et de jardinage.</p>
JARDIN POTAGER	<p>Jardin d'agrément : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 234 jours / an</p> <p>Jardin potager : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 136 jours / an</p>	<p>As < ELT (378-SJ6)</p> <p>Pb < ELT (378-SJ6)</p> <p>W = 436 mg/kg > ELT (378-SJ6)</p>	<p>Le scénario adulte résident est jugé compatible pour le jardin potager.</p> <p>Le scénario générique enfants résidents est incompatible (jardins potager)</p>	<p>Mesures de gestion à long terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etablir un plan de gestion pour valider la compatibilité usage / état du milieu et/ou maîtriser la source
VEGETAUX	<p>Végétaux : adulte – Ingestion : 365 jours / an</p> <p>Pomme de Terre PDT, Betterave BET, salade SAL, courgette COU, tomate TOM, oignon OIG, concombre CON, poivron POIV, carotte CAR</p>	<p>As:</p> <p>CON CAR [C] > ELT</p> <p>Pb:</p> <p>CAR [C] > ELT mais < au règlement européen</p>	<p>Le scénario adulte pour l'ingestion de végétaux autoproduits est jugé compatible par GEODERIS</p>	<p>Préconisations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eviter l'autoproduction de concombre et carotte, et privilégier les autres végétaux autoproduits testés (pommes de terre, betteraves, salades, courgettes, tomates, oignons et poivrons) - Bien laver et éplucher les végétaux autoproduits avant consommation
EAU DE SURFACE	<p>Ingestion : Comparaison aux valeurs réglementaires</p>	<p>As :</p> <p>EB5 = 30,8 µg/l > potabilité</p> <p>EF5 = 30,9 µg/l > potabilité</p>	<p>Dépassements des seuils de potabilités constatés pour l'arsenic</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser des prélèvements complémentaires afin de valider les données analytiques obtenues pour les eaux collectées ; - Si les concentrations sont confirmées, ne plus utiliser l'eau (ex : ici pour l'arrosage du potager).

CVTT

Usage constaté : Circuit de VTT, de promenade, de motocross localisé en aval immédiat de la zone de dépôts de traitement. Fréquentation d'une journée / semaine.

CIRCUIT DE PART ET D'AUTRE DU DEPOT	<p>Circuit VTT : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an</p> <p>Circuit VTT : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an</p>	<p>As = 539 mg/kg > seuil HAS et > ELT (CR1-4/10-12)</p> <p>Pb = 75,5 mg/kg > ELT (CR1-4/10-12)</p> <p>W = 145 mg/kg > ELT (CR1-4/10-12)</p>	<p>Les scénarii spécifiques adultes et enfant 1-3 ans sont incompatibles (ballade sur le chemin VTT)</p> <p>Les seuils du HAS et du HCSP sont dépassés pour l'As et le Pb sur le chemin VTT. Ces dépassements appellent à une prise en compte par les autorités de</p>	<p>Mesures de gestion simples proposées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de panneaux informatifs <p>Mesures de gestion à long terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supprimer l'exposition en limitant l'accès aux zones plus contaminées (ex : Interdire l'accès à ce chemin en contre-bas des dépôts miniers)
-------------------------------------	---	--	--	--

VAULRY ET CIEUX (87)

REFERENCE DU SCENARIO	SCENARII ET POPULATION CONCERNEE (ÂGE ET NOMBRE DE JOUR D'EXPOSITION ANNUELLE – J/AN)	<p>RAPPEL DES INFORMATIONS SUR LES MILIEUX D'EXPOSITION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour les sols, concentrations (mg/kg MS) retenues en As, Pb, W : <ul style="list-style-type: none"> - avec mention du dépassement pour le Pb de la valeur du HCSP de 300 mg/kg ou entre 100 et 300 mg/kg ; - avec mention du dépassement pour l'As de la valeur du HAS de 25 mg/kg ; - et/ou (concentrations non retenues étant dans la gamme ou > des ELT), avec la référence échantillon ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors de l'activité de loisir pour un enfant (Nota : scénarii génériques enfant 1-3ans sont calculés et indiqués dans une démarche sécuritaire) ; - Incompatibilité pour la voie ingestion de sol lors des activités de jardinage / potagère pour un adulte ou autre cible ; - Pour les végétaux, mention quand la concentration > à la valeur de gestion ou > aux végétaux ELT et mention des végétaux tirant le risque sanitaire - si Incompatibilité ; - Pour les eaux, herbes, alimentation animale mention quand la concentration > aux seuils réglementaires (potabilité – alimentation animale) - si Incompatibilité. 	CONCLUSIONS GENERALES SUR LA COMPATIBILITE DES USAGES	DISCUSSIONS, RECOMMANDATIONS ET PRECONISATIONS
PARCELLE COMMUNE USAGE CONSTATE	COMPATIBLE USAGE / MILIEU	NON COMPATIBLE USAGE / MILIEU		
CIRCUIT DE PART EN CONTRE BAS DU DEPOT	<p>Circuit VTT : générique enfant 1-3 ans – Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an</p> <p>Circuit VTT : adulte - Ingestion non intentionnelle de sols : 52 jours / an</p>	<p>As = 7690 mg/kg > seuil HAS et > ELT (CR5-9)</p> <p>Pb = 600 mg/kg > seuil HCSP et > ELT (CR5-9)</p> <p>W = 1970 mg/kg > ELT (CR5-9)</p>	santé (ex : test de bioaccessibilité pour l'arsenic, informations des populations exposées pour le plomb, etc.)	

Synthèse des résultats et des recommandations par scénarii (Source Geoderis)

Annexe 11

Incertitudes

INCERTITUDE DE CARACTERISATION DU RISQUE

est important de rappeler que des incertitudes entourent les résultats de l'évaluation des risques même si les résultats sont exprimés par des expressions numériques exactes.

Pour les différents scénarii étudiés, certains choix relèvent d'une approche conservatoire d'évaluation du risque. Néanmoins, l'enquête de terrain réalisée et les échanges avec les personnes présentes au moment des prélèvements permettent de se placer au plus proche des expositions. Cette étude a été réalisée en l'état actuel des connaissances.

L'analyse attentive des incertitudes constitue une phase importante et doit être prise en compte dans l'évaluation des conclusions de l'étude car elle permet de donner les éléments pour valider les conclusions, en identifiant les incertitudes les plus significatives pouvant interférer dans les résultats de l'étude.

Les incertitudes identifiées et présentées ci-après regroupent donc les sources d'incertitudes majeures des étapes de la présente étude.

On notera que les principales incertitudes résident :

- Sur la caractérisation des sources de contamination et de transfert :

Incertainitudes sur l'échantillonnage

Le choix des emplacements sur les parcelles sélectionnées et la constitution d'échantillons composites ont été effectués afin de couvrir les zones les plus représentatives en termes d'exposition.

Les prélèvements d'eaux souterraines et superficielles ne sont représentatifs de la qualité des eaux de la nappe / de la rivière qu'au moment du prélèvement. Une estimation plus large de la qualité de ces eaux ne peut être évaluée sans un suivi régulier.

Incertainitudes sur les analyses chimiques

Au regard des informations transmises par le laboratoire EUROFINS, il existe des incertitudes sur les résultats analytiques des métaux dans les sols des parcelles investiguées. Pour les métaux concernés et générant des risques sanitaires, EUROFINS indique les incertitudes absolues suivantes :

Pour les végétaux :

- As : 0,042 à 1,66 % ;
- Pb : 0,043 à 0,177 % ;
- W : Non précisé par le laboratoire.

Pour les eaux :

- As : 1,3 à 46 % ;
- Pb : 0,16 à 2,1 % ;
- W : Non précisé par le laboratoire.

Pour les sols :

- As : 5,51 à 1 923 % ;
- Pb : 4,83 à 90 % ;
- W : Non précisé par le laboratoire.

Les incertitudes des ELT ou de la gamme ELTmin-ELTmax et des échantillons analysés prennent en compte les incertitudes communiquées par le laboratoire.

Nota : Pour l'argent et le cyanure, le laboratoire n'a pas renseigné d'incertitudes (il s'agit en effet d'analyse non certifiées COFRAC).

Une incertitude existe également sur la forme chimique de l'arsenic

L'arsenic total est la forme chimique qui a été analysée. En effet, l'arsenic existe sous différents degrés d'oxydoréduction. On trouve notamment les : arsénites (arsenic III) et les arséniates (arsenic V). L'arsenic forme également des composés organiques très stables, tant trivalents que pentavalents. Les VTR chroniques sont établies pour l'arsenic inorganique. Aucune information complémentaire sur les formes de l'arsenic n'a été recherchée, la toxicité des différentes formes de l'arsenic étant peu renseignée dans les bases de données.

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. Les analyses ont été limitées aux substances polluantes présentant une toxicité par ingestion directe (sol, eau ou végétaux), et aux comportements physico-chimiques, biologiques pertinents (transfert racinaire des métaux dans les végétaux par exemple).

- En termes de calculs de risque sanitaire :

Incertitudes sur l'identification des dangers et l'évaluation des relations dose-réponse

En plus du choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR), de nombreuses sources d'incertitudes sont associées à la détermination des VTR, notamment du fait de l'extrapolation :

- De la réponse dose-effet pour de faibles doses à partir de hautes doses, de l'extrapolation de réponse ;
- 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.

Le choix des valeurs toxicologiques de référence a une importance significative sur les résultats des calculs de risques. Les choix réalisés par l'INERIS sont conformes aux connaissances scientifiques actuelles et représentent la connaissance disponible à un moment donné.

Au vu des temps d'exposition retenus, les VTR retenues et présentées sont des VTR chroniques.

Incertitude sur les scénarii d'exposition

Des incertitudes existent au niveau des budgets espace-temps qui ont été choisis et retenus, les choix ayant été réalisés de façon conservatoire.

Incertitude sur les paramètres d'exposition

Les valeurs proposées reposent principalement sur les études établissant des bilans massiques par mesure directe des traceurs dans les aliments et les selles des individus. Des incertitudes existent au niveau du choix des valeurs retenues pour estimer la quantité de sol ingéré par les différentes classes d'âge, les choix ayant été réalisés de façon conservatoire.

Ainsi dans le cadre de la politique nationale de gestion des sites et sols pollués, il est recommandé pour une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux et en première approche, d'utiliser une valeur de 91 mg/j pour les enfants jusqu'à 6 ans et une valeur de 50 mg/j pour les adultes. Le choix a été fait de rester conservatoire jusqu'à un âge de 11 ans en considérant la valeur de 91 mg/j.

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 que des incertitudes existent dans l'évaluation des risques. Pour les différents scénarii étudiés, de nombreux choix relèvent d'une approche conservatoire d'évaluation du risque.