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

Etude sanitaire et environnementale sur le secteur minier de Sentein, bassin versant du Lez (09)

RAPPORT S2015/046DE – 15MPY24010

Date : 29/07/2015

Siège - 1 Rue Claude Chappe – CS 25198 - 57075 METZ CEDEX 3
☎ +33 (0)3 87 17 36 60 - 🖷 +33 (0)3 87 17 36 89 – Internet www.geoderis.fr
GROUPEMENT D'INTERET PUBLIC - SIRET : 185 722 949 00020 - APE : 7120B

Etude sanitaire et environnementale sur le secteur minier de Sentein, bassin versant du Lez (09)

RAPPORT S2015/046DE – 15MPY24010

Diffusion :

B3S
Pôle Après-mine SUD
DREAL Midi-Pyrénées
GEODERIS

LOUIS Aurélien
GIROUD Jehan
HANNACHI Nathalie
STEPHANT-CHAMPIGNY Aurore
ZORNETTE Nicolas

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	A. STEPHANT-CHAMPIGNY	P. BARANGER N. ZORNETTE	C. VACHETTE
Visa			

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION 3

1.1 Contexte général 3
1.2 Méthodologie 7
1.3 Organisation de l'étude 9
1.4 Organisation du livrable de l'étude 15
1.5 Géoréférencement et cartographie 17

2 PHASE INFORMATIVE - GENERALITES 23

2.1 Démarche de recueil d'informations 23
2.2 Géographie 24
2.3 Climatologie 28
2.4 Géologie régionale 30
2.5 Géologie du district minier de Sentein 31
2.6 Hydrogéologie 49
2.7 Hydrographie 49

3 PHASE INFORMATIVE - HISTORIQUE MINIER 53

3.1 Préambule sur la présentation des données 53
3.2 Concessions minières du secteur étudié 54
3.3 Concession du Bulard 55
3.4 Concession d'Orle 67
3.5 Concession d'Irazein 81
3.6 Concession de Sentein 88
3.7 Cas particulier de la laverie de la Plagne 135

4 PHASE INFORMATIVE - ETUDE DE VULNERABILITE 143

4.1 Préambule sur la présentation des données 143
4.2 Contexte démographique et social 144
4.3 Eaux utilisées pour la boisson et les usages domestiques 145
4.4 Pastoralisme 148
4.5 Agriculture (hors pastoralisme) 151
4.6 Hydroélectricité 152
4.7 Tourisme et randonnée 155
4.8 Pêche 158
4.9 Chasse 160
4.10 Zones naturelles protégées 161
4.11 Grotte de la Cigalère 164

5 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE 167

5.1 Configuration générale du secteur minier 167
5.2 Zones investiguées 171
5.3 Schéma conceptuel simplifié 172
5.4 Substances retenues pour l'étude 177

6 DIAGNOSTIC 182
6.1 Préambule sur la présentation des données 182
6.2 Campagnes de terrain 183
6.3 Méthodes 188
6.4 Choix des parcelles échantillonnées 197
7 INTERPRETATION EN TERMES ENVIRONNEMENTAUX 209
7.1 Impacts sur le réseau hydrographique 209
7.2 Contamination de la plaine alluviale du Lez 225
8 INTERPRETATION EN TERMES SANITAIRES 261
8.1 Rappels méthodologiques 261
8.2 Elaboration des scénarios d'exposition 265
8.3 Principes méthodologiques adoptés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires 267
8.4 Qualité des eaux destinées à la consommation humaine 269
8.5 Scénarios d'exposition retenus et calculs de risques sanitaires associés 271
8.6 Synthèse de l'évaluation quantitative des risque sanitaires 477
9 INTERPRETATION DES RESULTATS SUR LES ZONES DE PASTORALISME 499
9.1 Situation des zones de pastoralisme étudiées 499
9.2 Préambules méthodologiques 500
9.3 Description détaillée des zones de pastoralisme étudiées 501
9.4 Interprétation des résultats et conclusions 532
10 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS SUR LE SECTEUR DE SENTEIN 543
10.1 Préambules sur les recommandations 543
10.2 Recommandations du HCSP (HULOT, 2015) 547
10.3 Conserver la mémoire 551
10.4 Maîtriser les sources de pollution 553
10.5 Recommandations sur la commune de Sentein 558
10.6 Recommandations sur la commune de Bonac-Irazein 604
10.7 Recommandations sur la commune d'Uchentein 612
10.8 Contrôler la qualité des sols des parcelles situées en bordure du Lez 615
11 BIBLIOGRAPHIE 617

Mots clés : étude sanitaire et environnementale, directive sur les déchets de l'industrie extractive, interprétation de l'état des milieux, plomb, zinc, impacts des activités minières, risques sanitaires, pastoralisme, plaine alluviale, bassin versant, Sentein, Bonac-Irazein, Uchentein, rivière Lez, Ariège

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte général

1.1.1 Origine de la demande

De 2009 à 2012, le groupement d'intérêt public GEODERIS, expert après-mine de l'Etat, a mis en œuvre l'inventaire des déchets miniers issus de l'industrie extractive en application de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE (inventaire dit « DDIE ») sur le territoire métropolitain[1]. En août 2010 puis en juillet 2011, cet inventaire a été mené sur les concessions du Bulard, d'Irazein, de Melles, d'Orle et de Sentein *(cf. résultats en Annexe B1, paragraphe 2.1)*. À l'issue de l'inventaire et du classement qui y a fait suite, le secteur associé au regroupement de ces cinq titres *(Figure 1)*, a obtenu une classe maximum (classe E). En termes de risques potentiels, cela signifie que le secteur est *« susceptible de présenter un risque significatif pour l'environnement et la santé humaine, et qu'il nécessite une étude environnementale détaillée urgente, si elle n'a pas déjà été réalisée »*.

Dans ce contexte, en accord avec la DREAL Midi-Pyrénées, une étude sanitaire et environnementale sur ce secteur minier a été inscrite au programme de GEODERIS sur 2013-2015. **À la demande de la DREAL Midi-Pyrénées, l'étude a été restreinte au bassin versant du Lez et n'a donc pas pris en compte de titre minier de Melles, situé dans le département de la Haute-Garonne**.

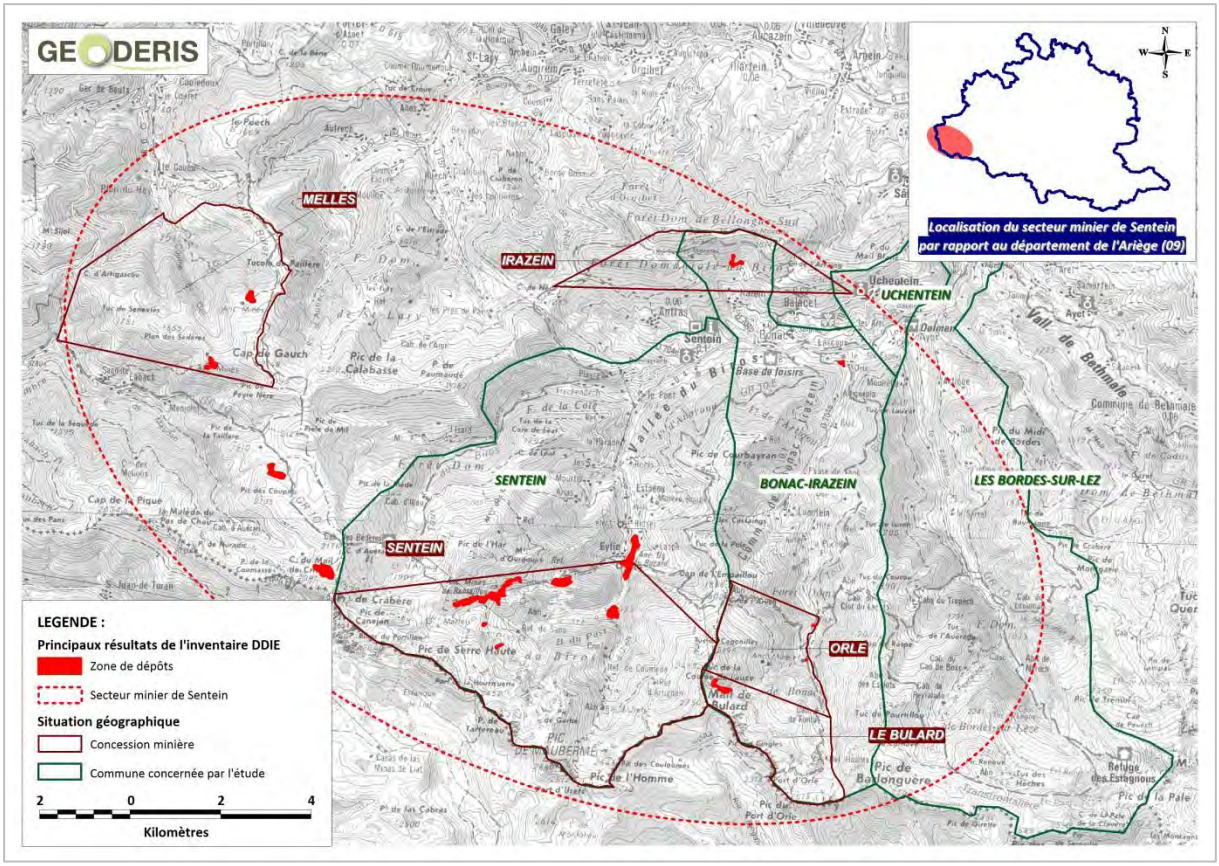


Figure 1 : Situation du secteur minier de Sentein (au sens de l'inventaire DDIE) sur fond SCAN 100 ® IGN

[1] L'article 20 de cette directive stipule que : *« Les États membres veillent à ce qu'**un inventaire des installations de gestion de déchets fermées**, y compris les installations désaffectées, situées sur leur territoire et ayant des incidences graves sur l'environnement ou risquant, à court ou à moyen terme, de constituer une menace sérieuse pour la santé humaine ou l'environnement soit réalisé et mis à jour régulièrement. Cet inventaire, qui doit être mis à la disposition du public, est effectué avant le 1er mai 2012 […] ».*

1.1.2 Collaborateurs de l'étude et parties prenantes

1.1.2.1 Collaborateurs

L'étude sanitaire et environnementale sur le secteur minier de Sentein s'est déroulée de mars 2013 à mai 2015, et a mobilisé des équipes du BRGM et de l'INERIS. Parmi les collaborateurs, on mentionnera en particulier :

- Silvain YART, Luc RAYMOND et Romain DALLEU de GEODERIS ;
- François BLANCHARD, expert en environnement minier du BRGM ;
- Pascal AUGER, technicien spécialisé en métrologie environnementale du BRGM ;
- Marie GENEVIER, hydrogéologue du BRGM Corse ;
- Vivien BEAUDOIN, technicien SIG du BRGM Pays de la Loire ;
- Corinne HULOT, experte en gestion des sites et sols pollués de l'INERIS ;
- Fabrice RICHEZ, technicien de l'INERIS.

Jean-Claude BAREILLE, Adjoint au Maire de la commune de Sentein, a suivi le projet pour le compte de la mairie durant les deux années de travail et a fourni à GEODERIS d'importantes quantités d'informations. Il a également accompagné les équipes de terrain sur des propriétés privées lorsque nécessaire. Enfin, il a convié GEODERIS à plusieurs visites guidées :

- visite de la Grotte de la Cigalère le 7 août 2013 ;
- visite des travaux miniers souterrains de Rouge le 23 août 2013 ;
- visite des travaux miniers souterrains de Saint-Jean et de Narbonne le 2 septembre 2013 (sites miniers de Chichoué-Bentaillou) ;
- visite de la laverie d'Eylie le 2 septembre 2013.

1.1.2.2 Parties prenantes

Dès le lancement de l'étude, de nombreuses parties prenantes ont collaboré à l'étude, soit en acceptant un entretien dédié avec GEODERIS, soit en fournissant à GEODERIS des données pour la phase informative, voire en facilitant l'accès à certaines zones aux équipes de terrain. Il s'agit en particulier de :

- Michel PERISSE, *Adjoint au Maire de Sentein et représentant de la commune au conseil d'administration de la Communauté de Communes du Castillonnais (CCC)* ;
- Michel BORREL, *Adjoint au Maire de Bonac-Irazein* ;
- Michel PRAT, *Ancien Maire de Bonac-Irazein (jusqu'en 2008)* ;
- Philippe BURGUIERE, *Ancien adjoint au Maire de Bonac-Irazein* ;
- Michel BARRERE, *Adjoint au conservateur régional à la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) Midi-Pyrénées* ;
- Claude DUBOIS, *Archéologue, Docteur en histoire des techniques de la Sorbonne* ;
- Frédéric MAKSUD, *Conseiller et expert en domaine souterraine à la DRAC Midi-Pyrénées* ;
- Michel MARTY, *Président de l'Association Agréée pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA) « La Truite du Haut-Biros »* ;
- Christophe *CASSASSOLES, Technicien de rivière, responsable de l'équipe « Sentiers-rivières » de la CCC* ;

- Sophie SEJALON, *Directrice adjointe au Syndicat mixte du Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises (PNR-PA) - Responsable du pôle Patrimoine, espaces, paysages* ;
- Yannick BARASCUD, *Chargé de mission Natura 2000 / Trame verte et bleue au pôle Patrimoine, espaces, paysages du PNR-PA* ;
- Marc LAVANDIER*, Responsable de l'unité territoriale (UT) « Couserans Ouest » de l'ONF (Agence ONF 09-31-32)* ;
- Eric RAFFENAUD, *Agent technique de l'UT « Couserans Ouest » de l'ONF* ;
- Michel ESTREME, *Responsable du Groupement pastoral Bonac-Vallée d'Orle* ;
- Francis ANE, *Responsable du Groupement pastoral de l'Isard* ;
- Thierry ESTREME, *Co-Responsable du Groupement pastoral Urets-Bentaillou* ;
- Alain MANGIN, *Ancien directeur de recherche au CNRS et ancien directeur du laboratoire souterrain de Moulis* ;
- Jean-Luc BERNARD et Eric PASCAL, *du Pôle prévention et gestion des alertes sanitaires à la Délégation territoriale de l'Ariège de l'Agence Régionale de Santé Midi-Pyrénées* ;
- Robert MARTIN, *Responsable du service Economie Agricole à la Direction départementale des territoires (DDT) de l'Ariège* ;
- Jean-Paul RIERA, *Responsable du Service de protection de l'eau et des milieux aquatiques à la DDT de l'Ariège* ;
- Olivier TARTAGLINO, Hervé DILLENSEGER et Frédéric MOLA *du Service départemental de l'Ariège l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS)* ;
- Renaud CHAMPREDONDE, *Chef du Groupement d'Usines du Couserans à EDF* ;
- Philippe NEVEU, *Chef de cellule environnement risques-sécurité défense aérodromes à la DDT de l'Ariège* ;
- Guillaume TRIBEHOU, *Adjoint au chef du service santé-protection des animaux et environnement de la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) de l'Ariège* ;
- Jacques BLANC, *Responsable de la Restauration de Terrains en Montagne (RTM)* ;
- Philippe ORTET *du Service départemental de l'Ariège de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA)* ;
- François REGNAULT *de la Fédération Pastorale de l'Ariège* ;
- Daniel ROUCHEUX *de l'Association de recherche souterraine du Haut-Lez (ARSHaL)*.

1.1.3 Emprise de l'étude

Comme indiqué précédemment *(cf. paragraphe 1.1.1)*, le titre de Melles n'a pas été pris en compte dans la présente étude.

L'étude s'est concentrée sur les impacts potentiels des activités minières menées sur les **titres miniers de Sentein, du Bulard, d'Irazein et d'Orle, situés sur les communes de Sentein et de Bonac-Irazein**[2]. Le bassin versant du Lez a été étudié depuis l'origine de ce cours d'eau jusqu'à sa confluence avec un affluent important du Lez, **le ruisseau du Riberot**.
Bien qu'elles n'aient pas fait l'objet de visites de terrain, les mines d'Urets, de Pic de l'Homme et de Fourcaye ont été étudiées car ces exploitations fournissaient du minerai aux laveries situées sur les concessions étudiées.

En conclusion, les limites de l'emprise de l'étude correspondent aux limites administratives communales de Sentein et Bonac-Irazein, mis à part :

- dans la zone sud, qui comprend les mines du Bulard, d'Urets, de Pic de l'Homme et de Fourcaye ; et
- dans la zone nord-est, qui s'étend jusqu'à la confluence entre le Lez et le Riberot et qui inclut donc une partie des communes d'Uchentein et des Bordes-sur-Lez.

L'emprise de l'étude est représentée sur la *Figure 2*.

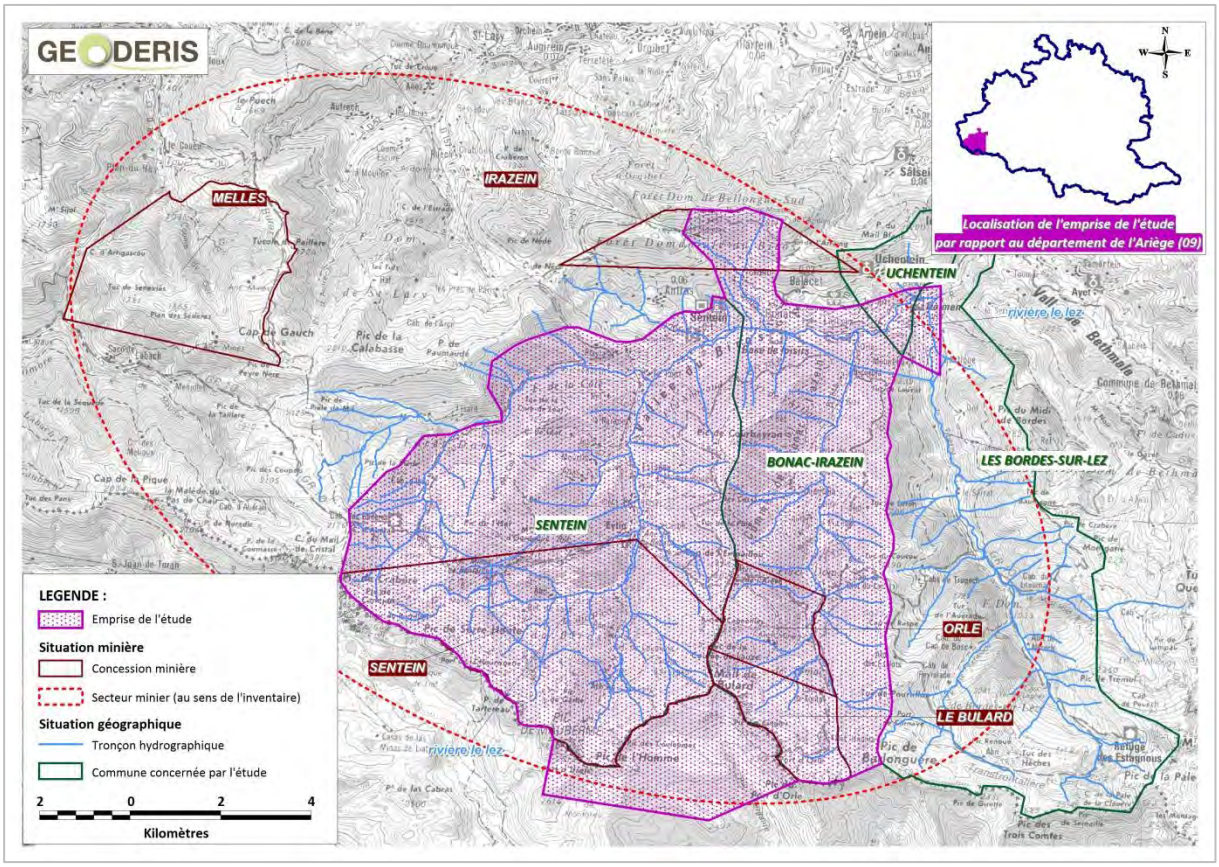


Figure 2 : Situation de l'emprise de l'étude, par rapport au secteur minier de Sentein et par rapport au bassin versant du Lez, sur fond SCAN 100 ® IGN

[2] Bien que l'emprise du titre minier d'Irazein excède des limites communales de Bonac-Irazein, les travaux miniers se situent uniquement sur cette commune.

1.2 Méthodologie

Pour la réalisation de cette étude, GEODERIS a développé une méthodologie basée sur les textes réglementaires du Ministère de l'environnement, en particulier la Circulaire du 08/02/2007 relative aux sites et sols pollués[3] qui définit notamment la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM).

Pour les sites déjà urbanisés ou occupés, la démarche IEM doit permettre de s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages présents déjà fixés *(Figure 3)*. Cette démarche permet de différencier les situations qui permettent une libre jouissance des milieux de celles qui sont susceptibles de poser un problème.

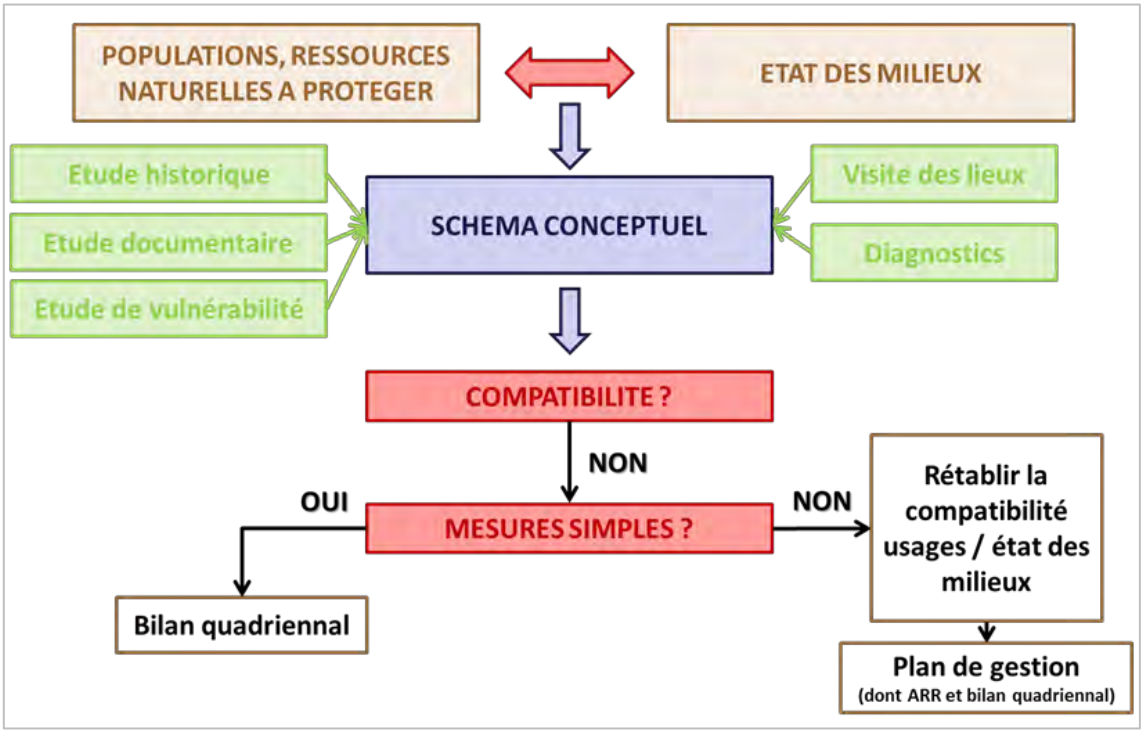


Figure 3 : Démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM)
[Source : (MEDD, 2007) ; Adaptation GEODERIS 2013][4]

Le bilan factuel du site étudié a pour but d'appréhender l'état des pollutions des milieux et les modes de contamination potentiels au regard des **usages présents sur le site** 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 et leurs caractéristiques, les populations riveraines, les usages du site et des milieux, et les ressources naturelles à protéger.

[3] *Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués ; BO min. Ecologie et dév. durable no 2007/13, 15 juillet 2007*
[4] Le plan de gestion et l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) sont également définis dans les textes réglementaires.

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 eaux souterraines, les eaux de surface, les envols de poussières, les transferts vers les produits alimentaires et les émissions de vapeur *(Figure 4)*.

Il s'agit d'une approche **SOURCE ⇨ VECTEUR ⇨ ENJEU**.

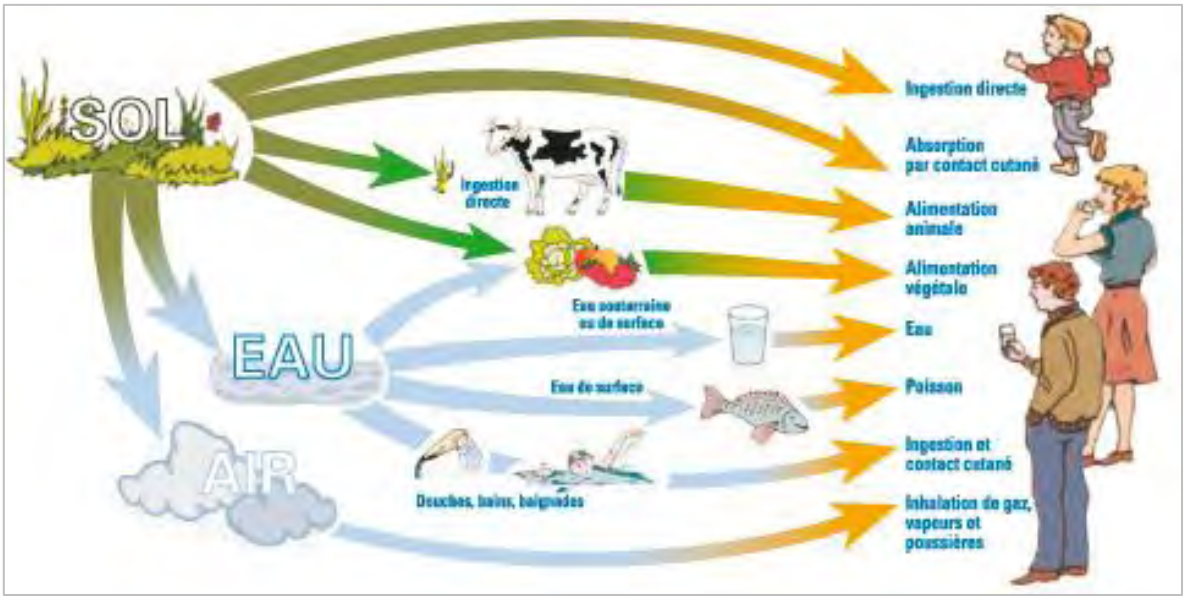


Figure 4 : Schéma conceptuel général d'exposition des personnes à un site pollué [Source : INERIS, 2001 ; Fiche « Sites et sols potentiellement pollués »]

1.3 Organisation de l'étude

Dans le périmètre défini par l'emprise de la zone d'étude, le projet se donne pour objectif :

- **de caractériser <u>le plus précisément possible</u> le passif minier et les sources potentielles de pollution associées (origine, localisation, nature, composition, etc.) ;**
- **de caractériser <u>le plus précisément possible</u> les enjeux et les usages qui sont faits des milieux eaux (de surface et souterraines), sols et végétaux ;**
- **d'évaluer les voies de transferts des substances contaminantes associées à l'activité minière et d'estimer l'évolution probable de ces phénomènes ;**
- **de déterminer si les usages constatés sont compatibles avec l'état des milieux.**

Pour répondre à ces objectifs, l'étude a été organisée en 7 étapes, présentées sur la *Figure 5*.

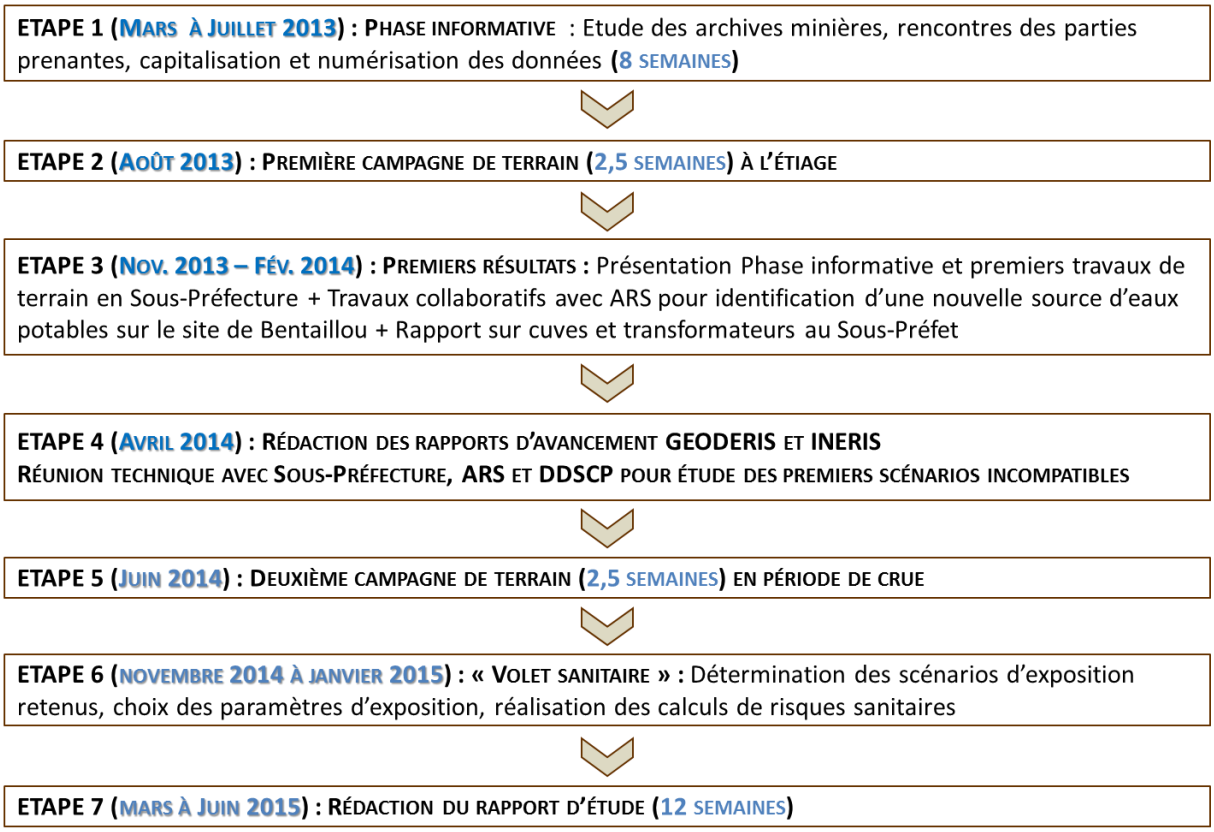


Figure 5 : Organisation de l'étude de mars 2013 à juin 2015

Plusieurs réunions techniques et d'avancement ont constitué la trame de progression de l'étude, tel que décrit dans le *Tableau 1*.

DATE	INTITULE	DESCRIPTIF	PARTICIPANTS	DOCUMENTS ASSOCIES
12/03/2013	**Réunion introductive**	Présentation générale de l'étude (méthodologie, déroulé et résultats de l'inventaire DDIE)	DREAL Midi-Pyrénées	Présentation PPT de GEODERIS
08/04/2013	**Réunion d'initialisation *(organisée par la Sous-Préfecture de Saint-Girons)***	◦ Présentation générale de l'étude (méthodologie, déroulé, opérations de communication et résultats de l'inventaire DDIE) ◦ **Visite de terrain sur le site du Bocard d'Eylie**	Monsieur le Sous-Préfet de Saint-Girons ; DREAL Midi-Pyrénées ; Jean-Claude BAREILLE, Adjoint au Maire de Sentein ; Michel PERISSE, Adjoint au Maire de Sentein ; Michel BORREL, Adjoint au Maire de Bonac-Irazein ; Francis PRAT, Chef de la subdivision Foix UT 31/09 à la DREAL MPY ; Michel SILOBRE, Commandant de la gendarmerie de Castillon ; Jacques BLANC, RTM 09/31 ; Philippe ORTET, ONEMA SD 09 ; Jean-Luc BERNARD, ARS DT 09 ; Marc LAVANDIER, ONF UT Couserans Ouest ; Stéphane VILLARUBIAS, ONF 09/31/32 ; Alain MANGIN, CNRS Moulis ; Renaud CHAMPREDONDE, Chef GU Couserans EDF ; Yannick BARASCUD, PNR Pyrénées Ariégeoises ; Collaborateurs de l'INERIS et du BRGM.	◦ Présentation PPT de GEODERIS ◦ Doc. Support GEODERIS S013/019DE - 13MPY2410 ◦ Compte-rendu GEODERIS S013/034DE - 13MPY2410
09/04/2013	**Réunion technique de lancement**	◦ Données historiques déjà disponibles et géologie du secteur minier ◦ Répartition et dimensionnement des interventions techniques	Collaborateurs de l'INERIS et du BRGM	◦ Doc. Support GEODERIS S013/020DE - 13MPY2410 ◦ Compte-rendu GEODERIS S2013/031DE - 13MPY2410
30/05/2013	**Réunion de préparation à l'échantillonnage - Campagne de terrain 2013**	◦ Données informatives (historique minier et vulnérabilité) ◦ Etude du schéma conceptuel préliminaire ◦ Etablissement du schéma d'échantillonnage prévisionnel pour la campagne de terrain d'août-septembre 2013	Collaborateurs de l'INERIS et du BRGM	◦ Présentations PPT de GEODERIS ◦ Présentation PPT du BRGM ◦ Relevé de décisions GEODERIS envoyé par courriel le 23/06/2013
14/11/2013	**Réunion d'avancement *(organisée par la Sous-Préfecture de Saint-Girons)***	◦ Principaux résultats de la phase informative (étude historique et étude de vulnérabilité) ◦ Bilan sur les actions de communication ◦ Résultats de la première campagne de terrain (hors résultats analytiques et interprétation) ◦ Etapes suivantes de l'étude ◦ Identification d'études spécifiques à mener : Eaux potables à Bentaillou & Cuves et transformateurs non démantelés à Bentaillou, Rouge et La Plagne.	Monsieur le Sous-Préfet de Saint-Girons ; DREAL Midi-Pyrénées ; Eric PASCAL, DT 09, ARS Midi-Pyrénées ; Alain MANGIN, CNRS Moulis ; Jérôme PONS, Service Eau CG 09 ; Anne GAUTHIER, Service Eau CG 09 ; Marc LAVANDIER, ONF UT Couserans Ouest ; Jean-Claude BAREILLE, Adjoint au Maire de Sentein ; François REGNAULT, Fédération pastorale 09 ; Michel ESTREME, Groupement pastoral de Bonac en Vallée d'Orle ; Eric RAFFENAUD, Agent patrimonial ONF ; Véronique GOSSELIN , Syndicat des Eaux du Couserans ; Jean-Jacques BERNE, DDT 09, Service Environnement & Risques ; Collaborateurs de l'INERIS et du BRGM.	◦ Compte-rendu technique GEODERIS (dont présentation PPT de GEODERIS) S014/002DE - 14MPY2410 ◦ Compte-rendu des échanges GEODERIS S014/003DE - 14MPY2410

Tableau 1 : Réunions techniques et d'avancement organisées et/ou animées par GEODERIS au cours de l'étude

DATE	INTITULE	DESCRIPTIF	ORGANISMES ET REPRESENTANTS PARTICIPANT	DOCUMENTS DISPONIBLES
18/02/2014	**Réunion sur la recherche d'eaux potables à Bentaillou**	◦ Projet de rénovation du refuge pastoral de Bentaillou et lancement d'une procédure d'agrément sur un captage attenant à la cabane présentant des eaux non potables ◦ Recherche d'autres ressources potentielles, tenant compte du développement des travaux miniers souterrains et de surface	Alain BUGE, ARS Midi Pyrénées ; Eric CHELLE, ARS Midi-Pyrénées ; François REGNAULT, Fédération Pastorale 09 ; Laurent PRESTIMONACO, Hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique pour l'Ariège.	◦ Présentation PPT GEODERIS ◦ Relevé de décisions GEODERIS S2014/013DE - 14MPY3301
24/04/2014	**Réunion de présentation des résultats intermédiaires**	◦ Résultats analytiques bruts de la première campagne de terrain ◦ Premiers développements de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)	DREAL Midi-Pyrénées ; Corinne HULOT, INERIS.	◦ Rapport GEODERIS S2014/022DE - 14MPY2410 ◦ Rapport INERIS DRC-14-138353-04329B-Vprov
12/05/2014	**Réunion technique intermédiaire *(organisée par la Sous-Préfecture de Saint-Girons)***	◦ Présentation détaillée de la démarche IEM et de l'EQRS ◦ Présentation des premières interprétations et en particulier des scénarios présentant des incompatibilités usages-milieux (approche conservatoire à ce stade intermédiaire de l'étude) ◦ Identification de travaux spécifiques à mener durant la seconde campagne de terrain de juin 2014 et état d'avancement des opérations de communication associées	**GROUPE DE TRAVAIL DEDIE CONSTITUE À LA DEMANDE DE LA SOUS-PREFECTURE :** Monsieur le Sous-Préfet de Saint-Girons ; DREAL Midi-Pyrénées ; Eric PASCAL, DT 09, ARS Midi-Pyrénées ; Pierre BONTOUR, DDSCP 09, Service santé, protection des animaux et environnement ; Corinne HULOT, INERIS.	◦ Rapport GEODERIS S2014/027DE-14MPY2410 ◦ Rapport INERIS DRC-14-138353-04329B-Vf ◦ Compte-rendu technique GEODERIS (dont présentation PPT de GEODERIS) S014/017DI - 14MPY2410 ◦ CR de la Sous-Préfecture
13/05/2014	**Réunion de préparation à l'échantillonnage - Campagne de terrain 2014**	◦ Résultats analytiques de la campagne de terrain de 2013 et premières interprétations ◦ Ajustement du schéma conceptuel préliminaire ◦ Etablissement du schéma d'échantillonnage prévisionnel pour la campagne de terrain de juin 2014	Collaborateurs de l'INERIS et du BRGM	◦ Présentation PPT du BRGM
09/07/2014	**Réunion Volet Sanitaire n°1**	◦ Retours sur les travaux de terrain de juin 2014 et des premiers résultats analytiques reçus ◦ Identification des travaux sanitaires complémentaires (dont mesures de bioaccessibilité)	Corinne HULOT, INERIS	◦ Relevé de décisions envoyé par courriel le 28/07/2014
03/09/2014	**Réunion de présentation générale 2013-2014**	◦ Déroulé de l'étude entre 2013 et 2014 et actions de communication ◦ Faits marquants de la phase informative ◦ Campagnes de terrain et travaux réalisés ◦ Principaux types de scénarios d'exposition retenus ◦ Cas des pâtures	Aurélien LOUIS, Chef du Bureau du Sol et du Sous-Sol (B3S) ; Alexandre CHEVALIER, Adjoint au chef de bureau, B3S ; Dominique GILBERT et Tina LEGER, DGPR/SRT/SDRCP, B3S; Pascale HANOCQ, Pôle Après-mine Est ; Jehan GIROUD, Pôle Après-mine Sud ; Dominique LEROY, Pôle Après-mine Ouest. Représentant du BRGM et de l'INERIS (dont Corinne HULOT).	Présentation PPT de GEODERIS
Du 27/01 au 30/01/2015	**Réunion Volet Sanitaire n°2**	◦ Définition des 74 scénarios d'exposition et paramètres associés retenus ◦ Organisation des travaux de rédaction	Corinne HULOT, INERIS	-

Tableau 1 (suite) : Réunions techniques et d'avancement organisées et/ou animées par GEODERIS au cours de l'étude

1.4 Organisation du livrable de l'étude

L'étude ici présentée s'appuie sur la méthodologie d'interprétation de l'état des milieux. Ce rapport qui en présente la démarche est donc organisé selon les principales étapes de ce type d'étude, à savoir :

- la **phase informative**, et en particulier :
  - le contexte général (géographie, géologie et hydrographie principalement) *(cf. paragraphe 2)* ;
  - l'étude historique (données sur les exploitations minières) *(cf. paragraphe 3)* ;
  - l'étude de vulnérabilité (afférentes aux usages et enjeux) *(cf. paragraphe 4)* ;
- le **schéma conceptuel**, c'est-à-dire la mise en perspectives des incompatibilités potentielles, au regard des substances retenues *(cf. paragraphe 5)* ;
- le **diagnostic**, c'est-à-dire les investigations de terrain *(cf. paragraphe 6)* ;
- l'**interprétation en termes environnementaux** *(cf. paragraphe 7)* ;
- l'**interprétation en termes sanitaires** *(cf. paragraphe 8)* ;
- l'**interprétation des résultats sur les zones de pastoralisme** *(spécifiquement étudié ici, du fait de l'importance de cette activité) (cf. paragraphe 9)* ;
- les **recommandations** *(cf. paragraphe 10)*.

Compte tenu du grand nombre de données recueillies et traitées, et dans un souci de lisibilité, le rapport principal (c'est-à-dire le présent document) dispose d'annexes (hors-texte) décrites dans le *Tableau 2*. Seules les cartes sont fournies en version papier, mais tous ces documents sont disponibles en version numérique sur le DVD 2 joint.
Sont également fournis sur ce DVD des rapports d'études des partenaires (BRGM et INERIS) et un rapport intermédiaire produit par GEODERIS.

Le DVD 1 joint comporte les documents d'archives numérisés (procès-verbaux de visite, plans miniers, coupes, rapports, etc.), dont les références sont régulièrement appelées dans le corps du texte et marquées par des crochets.

La synthèse de l'étude consiste en le rapport S2014/053DE-15MPY24010, associé au présent document en version papier.

N°	TITRE ET CONTENU
A	**Documents d'encadrement des interventions de terrain (conventions, autorisations, courriers d'informations, etc.)**
B	**Phase informative**
B1	Recueil de données bibliographiques *(données complémentaires à celles présentées dans le rapport)* (*livret uniquement disponible en version numérique sur le DVD 2*)
B2	Carte géologique du secteur
B3	Cartes des exploitations minières (x 3) :
B3-1	Titre minier de Sentein
B3-2	Titre minier du Bulard
B3-3	Titre minier d'Orle
B4-x	Cartes informatives (x 15), *par zone investiguée*[5]
B5	Recueil des données géoréférencées : travaux miniers, installations de transport, installations de surface, sources de pollution, enjeux et usages, etc. (*livret uniquement disponible en version numérique sur le DVD 2*)
C	**Investigations de terrain**
C1	Rapport BRGM sur la campagne de mesures NITON® de 2013 (AUGER, 2014) (*rapport uniquement disponible en version numérique sur le DVD 2*)
C2	Rapport BRGM sur la campagne de mesures NITON® de 2014 (AUGER, 2014) (*rapport uniquement disponible en version numérique sur le DVD 2*)
C3	Description des prélèvements et des mesures NITON et résultats analytiques associés (tableaux Excel ® *fournis sur le DVD 2*)
C4-x	Carte du schéma d'échantillonnage réalisé - Milieux sols et végétaux (x 16), *par zone investiguée*[5]
C5-x	Cartes thématiques des résultats bruts des mesures NITON (x 15), *par zone investiguée*[5]
C6	Cartes du schéma d'échantillonnage réalisé (x 4)- Milieux eaux et sédiments :
C6-1	Bassin versant amont du Lez
C6-2	Bassin versant médian du Lez
C6-3	Bassin versant amont de l'Orle
C6-4	Bassin versant aval du Lez
	Autres documents fournis en version numérique sur le DVD 2 : Rapports d'étude
	Volet sanitaire (HULOT, 2015)
	Existence de cuves, de transformateurs ainsi que de vestiges miniers dégradés (GEODERIS, 2014)

Tableau 2 : Documents annexés (hors-texte) et/ou disponibles en version numérique sur le DVD 2 joint

[5] « x » correspond à un numéro allant de 1 à 15, et fait référence à la zone investiguée, tel que : 1 = Chichoué ; 2 = Bentaillou ; 3 = Rouge ; 4 = Tartereau ; 5 = La Plagne ; 6 = Eylie ; 7 = Moulin ; 8 = Hameau de la Parade ; 9 = Hameau du Pont de l'Isard ; 10 = Sentein ; 11 = Irazein *(seule zone qui ne dispose pas de carte thématique des résultats bruts NITON ® car elle n'a fait l'objet d'aucune investigation de ce type)* ; 12 = Bonac ; 13 = Bularic et Grauillès ; 4 = Lascoux ; 15 = Esperris ; 16 = Pont d'Ayer *(seule zone qui ne dispose pas de carte informative étant donné qu'aucune source de pollution n'a été identifiée sur cette zone et que seule une zone de pêche y a été référencée)*.

1.5 Géoréférencement et cartographie

Les tables SIG construites dans le cadre de la présente étude sont fournies sur le *DVD 2 joint (cf. dossier « Tables »)*.

1.5.1 Géoréférencement

Le *Tableau 3* présente les catégories de données ayant fait l'objet d'un enregistrement géoréférencé dans le cadre de cette étude *(1886 objets au total)*.

Type d'objet géoréférencé identifié lors de l'étude historique minière	Nombre
PHASE INFORMATIVE – HISTORIQUE MINIER	**646**
Travaux d'exploitation et d'extraction	462
Installations de transport	76
Installations de surface	49
Dépôts miniers	53
Emergences minières	6
PHASE INFORMATIVE – USAGES ET ENJEUX	**196**
Captage d'eaux (boisson et/ou usages domestiques)	16
Activités de loisirs	60
Activités quotidiennes	107
Activités pastorales	13
SCHEMA D'ECHANTILLONNAGE REALISE	**1044**
Prélèvements	588
Mesures NITON	433
Mesures de débits	23

Tableau 3 : Données ayant fait l'objet d'un enregistrement géoréférencé dans le cadre de l'étude

1.5.1.1 Travaux miniers souterrains et ouvrages débouchant au jour

Le calage et la digitalisation des plans miniers ont été réalisés par le BRGM, sous le logiciel ArcGIS ©, et la méthode utilisée est une loi polynomiale d'ordre 1. Ces travaux ont été menés à partir des plans d'exploitation suivants[6] :

- SEN-D-126 (principalement), SEN-D-11 et SEN-D-134 pour le titre minier de Sentein ;
- BULD-D-23a (principalement) et BUL-D-25 pour le titre minier du Bulard;
- ORL-D-01b (principalement) et ORL-D-09b pour le titre minier d'Orle.

Les points de calage sont les principaux ouvrages débouchant au jour identifiés lors des opérations de terrain réalisées dans le cadre de l'inventaire DDIE. Ces informations ont été corrélées aux données du rapport de mise en sécurité des orifices miniers de 2002 (MICA Environnement, 2002).

Sur le titre minier de Sentein, les ouvrages débouchant au jour (ODJ) ont fait l'objet d'un levé GPS par GEODERIS en 2013 et/ou d'un recalage éventuel via l'orthophotoplan ® IGN pour une précision de 5 m.

[6] *Les références de ces plans sont décrites dans l'Annexe B1, paragraphe 3 ; hors-texte.*

Bien que ne coïncidant pas parfaitement avec la digitalisation des travaux miniers souterrains associés (précision de 15 m), il a été décidé de conserver ces positions, plus précises, lors de la représentation cartographique.

Sur le titre minier du Bulard au contraire, en l'absence de levé GPS, les positions des ODJ retenues sont celles de la digitalisation (précision de 15 m).

Sur le titre minier d'Orle, les levés GPS réalisés en 2013 par GEODERIS étant moins précis et incomplets, la position des ODJ présentés sur la carte provient également de la digitalisation (précision de 15 m).

1.5.1.2 Installations de surface, dépôts miniers et émergences minières

Les objets identifiés lors de l'étude de l'historique minier et géoréférencés par la suite (installations de transport, installations de traitement du minerai, dépôts miniers, etc.), ont été digitalisés par GEODERIS en utilisant l'orthophotoplan ® IGN dont la précision est de 15 m dans les zones montagneuses et de 5 à 10 m dans les zones de plaine. Il est en effet à noter qu'aucun plan consulté par GEODERIS ne décrivait de façon précise les installations de surface mis à part les bâtiments du site de Bentaillou.

Leur localisation a été définie à partir :

- des observations de terrain et/ou ;
- des données des archives minières et/ou ;
- de documents d'époque hors archives minières (cartes postales et photographies aériennes historiques issue de Géoportail ® IGN, etc.).

La source d'information est précisée dans la table SIG (*hors objets très connus et bien visibles sur le terrain et sur l'orthophotoplan, comme la laverie d'Eylie*).

1.5.1.3 Usages et enjeux

Le même travail a été mis en œuvre pour digitaliser les usages sur le secteur minier. Il est important de noter que les usages retenus par GEODERIS sont ceux reconnus en 2013 et en 2014, éventuellement complétés de témoignages de résidents. Ces données sont donc fixées sur la période d'étude.

Leur localisation a été définie à partir :

- des observations de terrain (principalement) et/ou ;
- des données capitalisées lors de l'étude de vulnérabilité.

1.5.1.4 Prélèvements et mesures

Les points de mesures et de prélèvements ont fait l'objet d'un levé GPS lors des opérations de terrain. Toutefois, la localisation des points, reportés sur fond orthophotoplan ® IGN, a fait l'objet d'un contrôle visuel par GEODERIS et certains ont pu faire l'objet d'un recalage manuel.
Dans le cas de prélèvements composites de sols ou de végétaux, issus du regroupement de plusieurs prises unitaires, le point associé a été placé approximativement au barycentre de la forme du prélèvement (carré, triangle, segment, etc.).

1.5.1.5 Aléa inondation

En juillet 2013, les Plans de Prévention des Risques inondation (PPRi) des communes de Sentein, Bonac-Irazein et Uchentein ont été remis en version provisoire à GEODERIS à sa demande par la DDT Ariège. Ces documents sont été portés à connaissance des mairies concernées en 2014 et les aléas inondation n'ont pas été modifiés.

Les aléas ont été digitalisés par GEODERIS en l'état sans modification de forme, de gammes de couleur ou de nomenclature. C'est la raison pour laquelle sur la carte C6-4 (du bassin versant aval du Lez), au niveau de la zone investiguée d'Esperris, on remarquera des discontinuités dans la nature des aléas (torrentiel puis inondations). Les PPRi de Bonac-Irazein et d'Uchentein présentent ces différences.

La publication de ces données dans le présent rapport est réalisée avec l'accord de la DDT Ariège[7].

1.5.2 Hypothèse de travail pour la construction des cartes

1.5.2.1 Géologie du secteur [Annexe B2]

La **carte géologique**, *en Annexe B2 (hors-texte)*, représente les formations géologiques dominantes sur le secteur minier de Sentein, bassin versant du Lez.

Le document est basé sur les données géologiques du BRGM, vectorisées et harmonisées au 50 000ème (© BRGM, 2011). Il est cependant à noter que certaines couches géologiques ; issues de ces données harmonisées, ont été regroupées par GEODERIS afin de simplifier le rendu, à savoir :

- les alluvions, éboulis et moraines du Quaternaire (F) ;
- les calcaires à entroques du Dévonien (d2) ;
- les calcaires et brèches de l'Albien supérieur et Vraconien (n6c);
- l'Ordovicien inférieur (oO).

Toujours dans un souci de lisibilité, certains figurés (issus des données géologiques harmonisées du BRGM) ont été modifiés par GEODERIS pour les formations suivantes :

- les calcaires à entroques du Dévonien (d2) ;
- les alternances silico-phyllito-carbonatées de l'Ordovicien supérieur (o2b).

N'ont été légendées que les formations caractéristiques des zones investiguées (c'est-à-dire sur l'emprise de la zone ou à proximité immédiate).

[7] Confirmation par courriel de M. P. NEVEU Chef de cellule environnement risques-sécurité défense aérodromes à la DDT de l'Ariège, le 6 mai 2015 : *« Les cartes d'aléa ont été portées à connaissance des 3 communes sans remarques significatives de leur part en retour. Vous pouvez donc par conséquent faire état de ces données que l'on peut considérer comme publiques ».*

1.5.2.2 Exploitations minières par titre minier [Annexes B3-1 à B3-3]

Les **cartes des exploitations minières**, en *Annexes B3-1 à B3-3 (hors-texte)*, illustrent par titre minier les travaux miniers souterrains, les ouvrages débouchant au jour, les installations de transport et les installations de traitement du minerai. Pour représenter chaque réseau de transport du minerai dans son intégralité[8], les cartes ont été réalisées au 10 000ème. Pour conserver une bonne visibilité, les travaux miniers souterrains font l'objet d'un agrandissement.

Sur le titre minier d'Irazein, les travaux miniers souterrains n'ont pu être calés de manière satisfaisante (incertitudes nombreuses sur les plans disponibles et nombre insuffisant de points de calage). De plus, les installations de transport sur ce titre n'étaient pas connues, mis à part une voie charretière entre le site minier et le village d'Irazein. C'est la raison pour laquelle aucune carte de synthèse n'a été réalisée pour ce titre minier.

Sur le titre minier de Sentein, pour chaque niveau de travaux, ont été établies des valeurs représentatives de l'altitude générale des travaux à partir des points cotés présents sur les plans SEN-D-126, SEN-D-11 et SEN-D-87b et en arrondissant à 5 m. La même opération a été réalisée sur le titre minier du Bulard avec les points côtés du plan BUL-D-25.

Dans le doute de leur réalisation effective, les ouvrages miniers présentés comme projets sur les plans ont été conservés sur la carte du titre minier de Sentein. En outre et dans un souci de compréhension globale des travaux miniers souterrains, les ouvrages hydroélectriques utilisés comme voie d'accès par les mineurs sont également représentés sur cette carte, au contraire de ceux ne présentant aucun usage minier.

1.5.2.3 Cartes informatives [Annexes B4-1 à B4-15]

Les **cartes informatives**, en *Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée : les sources potentielles de pollution (dépôts miniers, émergences minières, stations et pylônes associées aux installations de transport, installations de surface) et les usages et enjeux (captages d'eaux, zones de pâturages, résidence permanentes ou temporaires, aires de jeux, etc.).

Il s'agit d'une représentation cartographique qui permet d'appréhender le schéma conceptuel détaillé par zone investiguée (sans visualisation des voies de transfert potentielles pour autant).

1.5.2.4 Cartes du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux sols et végétaux [Annexes C4-1 à C4-16]

Les **cartes du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux sols et végétaux,** en *Annexes C4-1 à C4-16 (hors-texte)*, situent par zone investiguée les prélèvements ainsi que les mesures NITON ® réalisés sur les sols, les végétaux et les matériaux résiduaires (associés aux dépôts miniers). Pour améliorer la visibilité de ce document cartographique, seule **la référence unique** du point de prélèvement ou de mesures est affichée. Chaque point dispose cependant d'une référence de travail plus complète. Les deux références sont appelées dans le corps du texte du présent rapport (*les tableaux de résultats analytiques fournis en Annexe C3, sur le DVD 2 joint, comportent la correspondance entre ces deux références*).

[8] À l'exception de la voie charretière et ferrée entre Eylie et Sentein, sur le titre minier de Sentein, qui n'est pas représentée dans son intégralité.

Chaque milieu se voit attribuer une combinaison couleur / forme : brun / carré pour les sols, vert / rond pour les végétaux et carré baroque / saumon pour les matériaux résiduaires. Pour différencier le type de prélèvement fait sur les milieux sols et végétaux, seul le symbole du point d'échantillonnage est modifié *(Tableau 4)*.

Sols		Végétaux		Dépôts miniers	
■	Activités de loisirs			▭	Matériaux résiduaires
◪	Jardin potager	◑	Plante potagère		
❑	Pâturage	○	Plante herbacée de pâturage		
⊡	Cueillette	⊙	Fruit de cueillette		

Tableau 4 : Charte graphique pour la représentation du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux sols et végétaux

De plus, les prélèvements et les mesures NITON® caractérisant **les environnements locaux témoins** ont été étiquetés *« en négatif »* afin de les faire ressortir visuellement.

1.5.2.5 Cartes du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux eaux et sédiments [Annexes C6-1 à C6-4]

Les **cartes du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux eaux et sédiments,** en *Annexes C6-1 à C6-4 (hors-texte)*, situent par sous-unité hydrographique les prélèvements d'eaux souterraines, d'eaux de surface et de sédiments, ainsi que les mesures NITON ® sur sédiments et les mesures de débit, réalisées dans le cadre de l'étude.

Pour améliorer la visibilité de ce document cartographique, seule **la référence unique** du point de prélèvement ou de mesures est affichée. Chaque point dispose cependant d'une référence de travail plus complète. Les deux références sont appelées dans le corps du texte du présent rapport (*les tableaux de résultats analytiques fournis en Annexe C3, sur le DVD 2 joint, comportent la correspondance entre ces deux références*).

Chaque milieu se voit attribuer une combinaison couleur / forme : bleu ciel / triangle droit pour les eaux de surface, bleu foncé / triangle retourné pour les eaux souterraines, bleu-vert / losange pour les sédiments. Pour différencier le type de prélèvement fait sur les eaux souterraines, seul le symbole du point d'échantillonnage est modifié *(Tableau 5)*.

Eaux souterraines		Eaux de surface		Sédiments	
▼	Sources captées	▲	Eaux de surface	◆	Sédiments
▽	Sources naturelles				
⧗	Emergences minières				

Tableau 5 : Charte graphique pour la représentation du schéma d'échantillonnage réalisé, milieux eaux et sédiments

Comme pour les sols et les végétaux, les prélèvements caractérisant les **environnements locaux témoins** ont été étiquetés *« en négatif »*.

Le bassin versant du Lez étudié a été divisé en 4 sous-unités hydrographiques de tailles globalement équivalentes :

- l'amont du Lez ;
- la partie médiane du Lez ;
- l'amont de l'Orle ;
- l'aval du Lez.

Seuls les cours d'eau appelés dans le corps du texte sont étiquetés sur la carte, les tracés sont issus de la base de données cartographique Carthage ® IGN.

1.5.2.6 Cartes thématiques des résultats bruts NITON ® [Annexes C5-1 à C5-16]

Les **cartes thématiques des résultats bruts NITON ®,** en *Annexes C5-1 à C5-16 (hors-texte)*, représentent par zone investiguée : les concentrations brutes mesurées sur les sols de surface en plomb et en zinc.

Les mesures réalisées sur des sols plus profonds ne sont pas représentées sur cette carte afin de fournir une cartographie homogène de « l'état général de sols ».

Une double analyse thématique a été appliquée aux résultats des mesures NITON ® : la couleur des points figurant ces mesures est fonction de la concentration en plomb tandis que leur taille dépend de la concentration en zinc. Les intervalles (< 10 mg/kg ; de 10 à 100 mg/kg ; de 100 à 1 000 mg/kg ; de 1 000 à 10 000 mg/kg ; > 10 000 mg/kg) ont été choisis de manière arbitraire par GEODERIS.

Le choix des couleurs et des tailles des figurés est également arbitraire (pas de relation de proportionnalité).

2 PHASE INFORMATIVE - GENERALITES[9]

2.1 Démarche de recueil d'informations

La phase informative menée par GEODERIS a consisté en la recherche systématique de toute information relative à l'activité minière (géologie, caractéristiques du gisement minier, modalité d'exploitation, installations de traitement du minerai, installations métallurgiques, gestion des eaux de surface, etc.) et aux usages et enjeux sur la zone (gestion de l'eau potable, activités de loisirs, activités agricoles, de culture et pastorale, etc.).

550 documents issus des archives de la DREAL MPY, du BRGM ainsi que des Archives départementales ont été étudiés, numérisés puis enregistrés et sont fournis dans le *DVD 1 joint*. 150 documents apportés par les partenaires rencontrés (mairies, ONF, DDT, etc.) ont fait l'objet du même type de traitement *(Tableau 6)*. Ces 700 références sont décrites *en Annexe B1, paragraphe 3.*

SOURCES DES INFORMATIONS	DATE(S)	DONNEES COLLECTEES
Archives de la DREAL MPY (Toulouse)	Du 12 au 14 mars 2013	Archives minières sur Sentein
Archives BRGM (Orléans)	Du 24 au 29 mars 2013	Géologie générale et minière
Archives DREAL MPY (Toulouse)	Du 10 au 12 avril 2013	Archives minières sur Sentein, Orle et Irazein
Archives départementales (Foix)	Du 22 au 26 juillet 2013	Archives minières sur Sentein, Orle et Irazein
DRAC MPY (Toulouse)	22 avril 2013	Patrimoine archéologique minier
CCC AAPPMA La Truite du Haut-Biros	23 avril 2013	Usages des eaux de surface
ONF GP Bonac-Vallée d'Orle CNRS	24 avril 2013	Gestion des espaces domaniaux Pâturage et élevage Hydrogéologie et patrimoine géologique
PNR PA ARS DDTM	25 avril 2013	Zones environnementales protégées Eaux potables et zones de baignade Usages des eaux de surface et des sols
ONCFS Mairie de Bonac-Irazein	29 avril 2013	Faune sauvage et chasse Dynamique du territoire de Bonac-Irazein
GP Isard Mairie de Sentein EDF	30 avril 2013	Pâturage et élevage sur l'Isard Dynamique du territoire de Sentein Hydroélectricité

Tableau 6 : Synthèse des études d'archives et des rencontres réalisées par GEODERIS en 2013 dans le cadre de la phase informative

[9] Pour rappel, l'*Annexe B* constitue le volet complémentaire au présent rapport, relatif à la phase informative.
◦ L'ensemble des données bibliographiques (extraits de plans miniers, illustrations, etc.) complémentaires sont présentées dans un fascicule dédié, en *Annexe B1 (hors-texte)*.
◦ La carte géologique du secteur, réalisée à partir des données harmonisées et vectorisées (© BRGM, 2011) constitue l'*Annexe B2 (hors-texte)*.
◦ Les cartes des exploitations minières, en *Annexes B3-1 à B3-3 (hors-texte)*, illustrent par titre minier les travaux miniers souterrains, les ouvrages débouchant au jour, les installations de transport et les installations de traitement du minerai.
◦ Les cartes informatives, en *Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée les sources potentielles de pollution (dépôts miniers, émergences minières, stations et pylônes associées aux installations de transport, installations de surface) et les usages et enjeux (captages d'eaux, zones de pâturages, résidence permanentes ou temporaires, aires de jeux, etc.).
◦ Le recueil de données géoréférencées en *Annexe B5 (hors-texte)* est un fascicule qui fournit la description de l'ensemble des objets géoréférencés, à savoir les 646 éléments ayant fait l'objet d'un enregistrement à l'issue de l'étude de l'historique minier (hors travaux miniers souterrains) et les 196 éléments ayant fait l'objet d'un enregistrement à l'issue de l'étude de vulnérabilité.

2.2 Géographie

2.2.1 Situation générale

L'emprise de l'étude est une surface de 100 km² environ qui se situe à l'extrême sud-ouest du département de l'Ariège, à la limite du département de la Haute-Garonne, à l'ouest ; et longeant la frontière franco-espagnole, au sud *(Figure 6)*. Le village de Sentein (situé à 25 km au sud-ouest de Saint-Girons) est localisé au nord-ouest de l'emprise de l'étude.

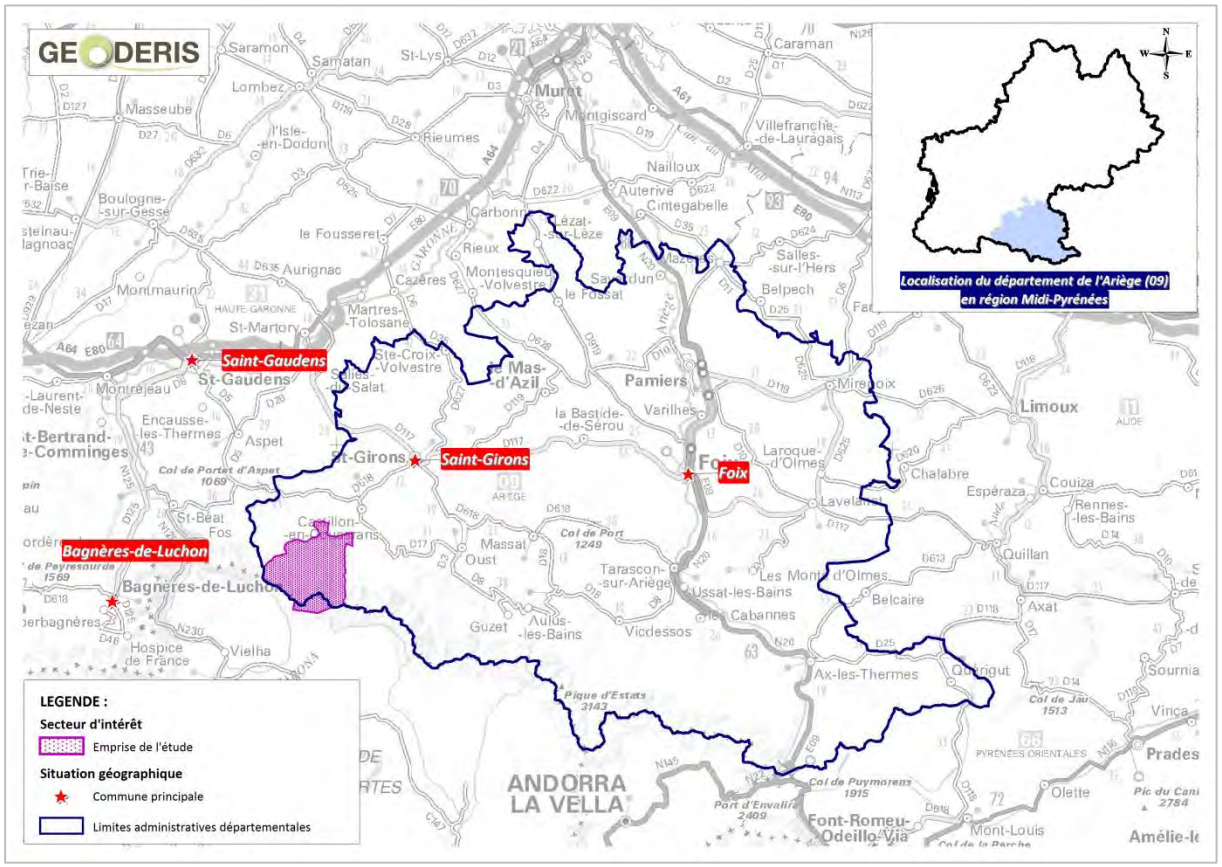


Figure 6 : Situation de l'emprise de l'étude au sein du département de l'Ariège (09) sur fond SCAN 1 000 ® IGN

2.2.2 Orographie

En termes orographiques, l'emprise de l'étude s'inscrit dans la partie centrale de la chaîne pyrénéenne, plus exactement sur le versant nord des Pyrénées de l'extrême sud- ouest du département de l'Ariège *(Figure 7)*. Les plages altitudinales s'échelonnent entre 800 m (au Pont d'Ayer, à la confluence avec le Riberot) et 2 880 m (Pic de Maubermé, à l'ouest) avec une topographie relevant une forte proportion de pentes à dénivelés supérieures à 40-50%, ainsi que la présence de falaises.

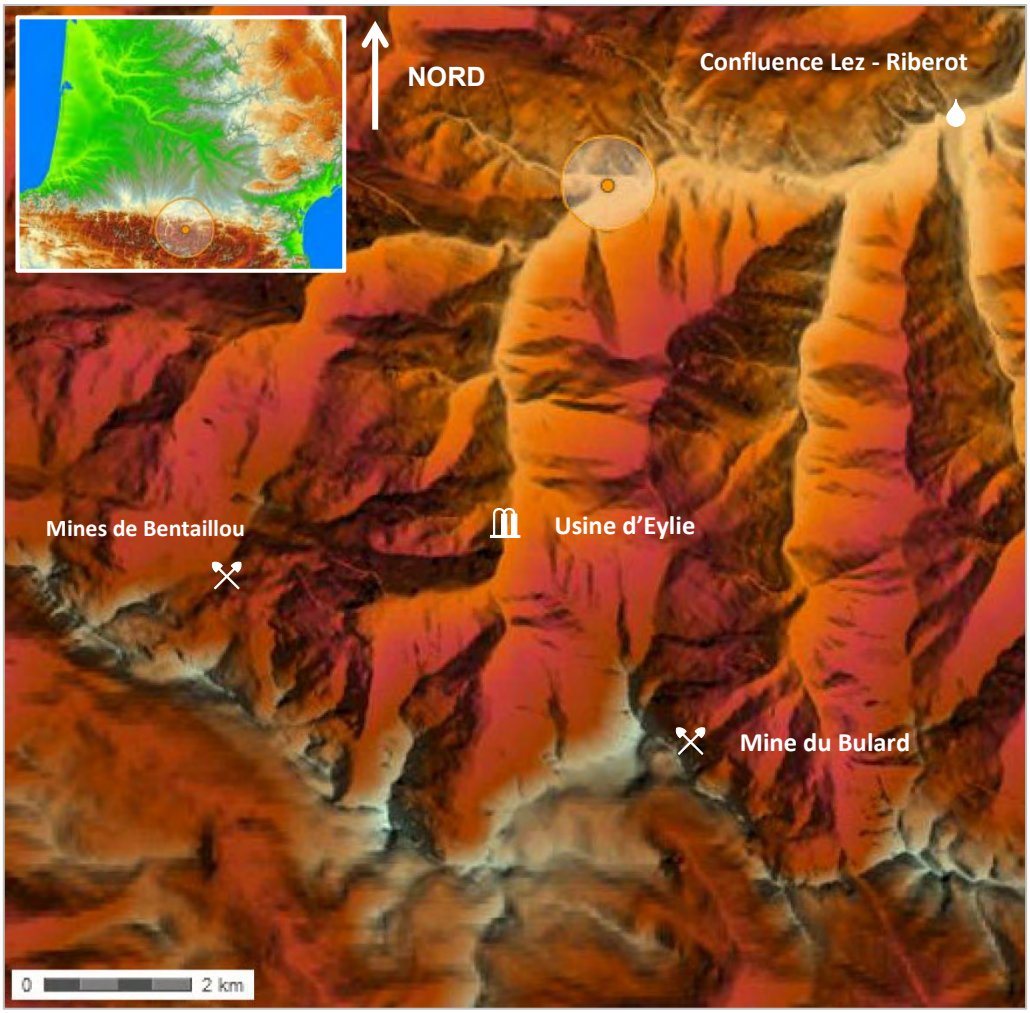


Figure 7 : Situation orographique au droit de l'emprise de l'étude (source : Géoportail, © IGN) [Le rond encerclé localise le village de Sentein]

2.2.3 Végétation

Globalement, les faciès paysagers les plus fréquents dans les zones de moyenne à haute montagne étudiées sont les landes, les prairies et les forêts *(Figure 8)*.

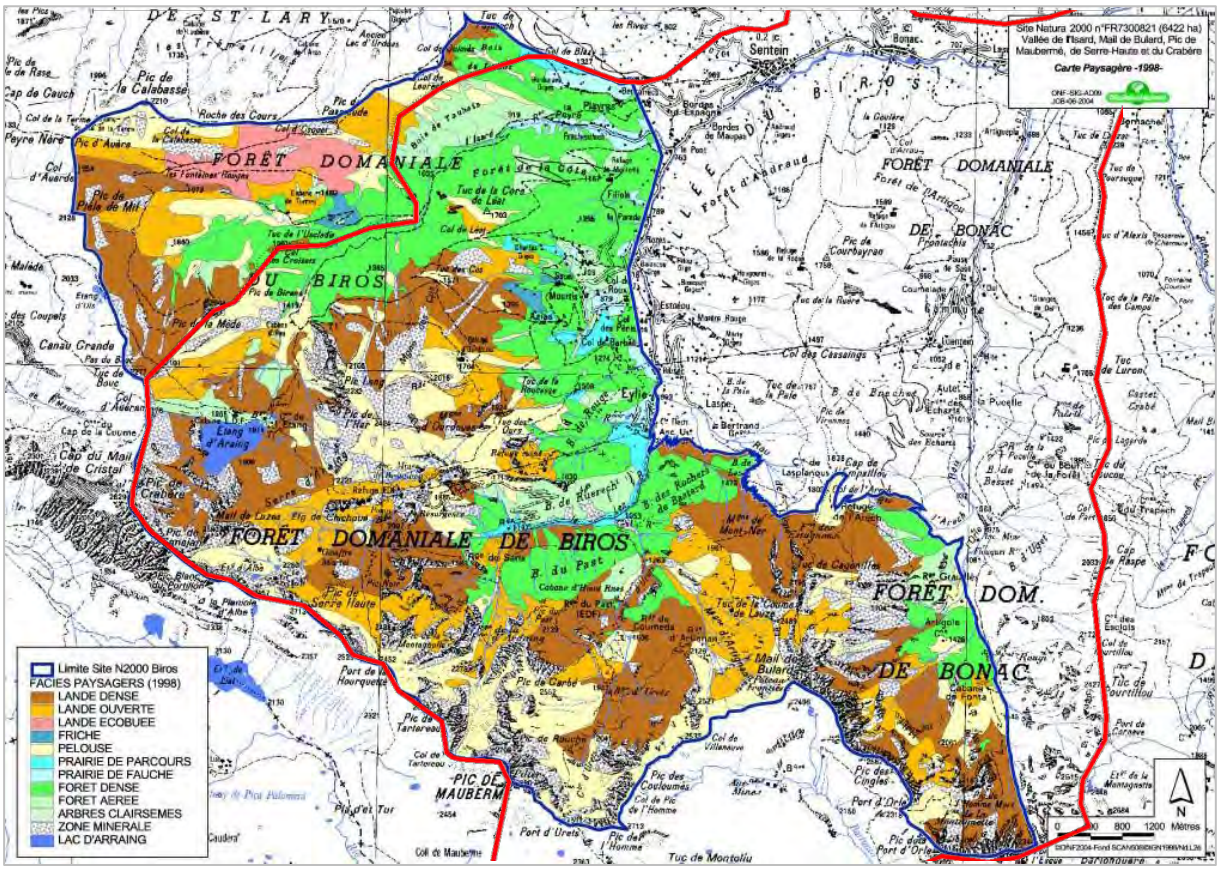


Figure 8 : Carte paysagère de 1998 sur le secteur étudié (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

Cette géographie amène à la mise en place de 4 étages principaux (hors des zones de vallée, *illustrés en Figure 9)* qui sont associés à des séries de végétation spécifiques (ONF, 2004) :

- Etage collinéen : limite supérieur vers 800 à 900 m d'altitude ; anciennes praires de fauche dont la majeure partie est en cours de fermeture avec des prairies de fauche encore actives, des zones de reconquêtes forestières par envahissement par la fougère aigle, sur les secteurs les plus acides ; voire par des genévriers, notamment, sur les secteurs les plus thermophiles ; des taillis de feuillus indifférenciés (essences majoritaires : Chêne, Frêne et Noisetier) ;
- Etage montagnard : entre 800 et 1 700 m d'altitude ; il comprend l'essentiel des peuplements forestiers du site ; les hêtraies pures et les hêtraies sapinières y sont majoritaires et sont clairsemées de parcelles reboisées avec de l'*Epicéa commun, du Pin sylvestre et du Pin noir* ;
- Etage subalpin : entre 1 600 m et 2 300 m d'altitude ; il est constitué majoritairement de landes et pelouses (*landes à Rhododendron, landes à Myrtilles et landes à Callune ; et de landines alpines calcaires*). Les fonds de vallons et les versants à pente plus douces sont fréquemment constitués de pelouses denses à Gispet. Le pâturage extensif est présent sur l'ensemble de l'étage et contribue au maintien de ces milieux ;

- Etage alpin : limite inférieure à 2 200 m en versant nord et à 2 400 m en versant sud ; il est situé essentiellement sur les calcaires et schistes (avec présence de falaises, en particulier calcaires) ; et est constitué de landines alpines calcaires et de pelouses à Laîche toujours verte.



Exemple sur l'étage collinéen :
Prairies de fauche à Eylie



Exemple sur l'étage montagnard :
Forêts du bois de Rouge et landes à Myrtille et à Rhododendron à Rouge



Exemple sur l'étage subalpin :
Landes à Rhododendron et pelouses à gradin à Gispet à Bularic



Exemple sur l'étage alpin:
Landines alpines calcaires et éboulis au-dessus de Chichoué

Figure 9 : Différents étages et séries de végétations associées sur le secteur étudié.

2.3 Climatologie

Le climat spécifique du secteur d'intérêt est montagnard de régime atlantique. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1 000 à 1 500 mm en moyenne (données Météo France ©) et l'on n'observe pas de déficit marqué sur l'ensemble de l'année, ce qui favorise les essences ombrophiles de l'étage montagnard tel que le Sapin et le Hêtre, et privilégie le développement de forêt jusqu'à 1 500 à 1 600 m en général (ONF, 2004).

Les précipitations mensuelles sont de l'ordre de 90 à 150 mm ; les minimas caractérisant davantage les mois de février, de septembre et d'octobre ; les maximas, les mois de mars, d'avril et de novembre *(cf. Tableau 7 des moyennes sur 10 ans et représentations graphiques sur la période 2005-2015, en Figure 10 et en Figure 11)*.

	Données sur 10 ans RR	Données sur 10 ans RRAB
Janvier	115,14	31,78
Février	82,53	18,65
Mars	111,01	29,79
Avril	132,44	26,79
Mai	144,42	31,86
Juin	124,82	26,04
Juillet	103,87	28,17
Août	90,83	21,76
Septembre	84,09	22,59
Octobre	86,68	24,02
Novembre	157,31	47,42
Décembre	86,19	24,68

Tableau 7 : Moyennes (arithmétiques) du cumul des précipitations mensuelles (RR) et des précipitations maximales en 24h sur le mois (RAB) sur les dix dernières années (de janvier 2005 à janvier 2015) à Eylie-d'en-Haut[10] (données Météo France ©)

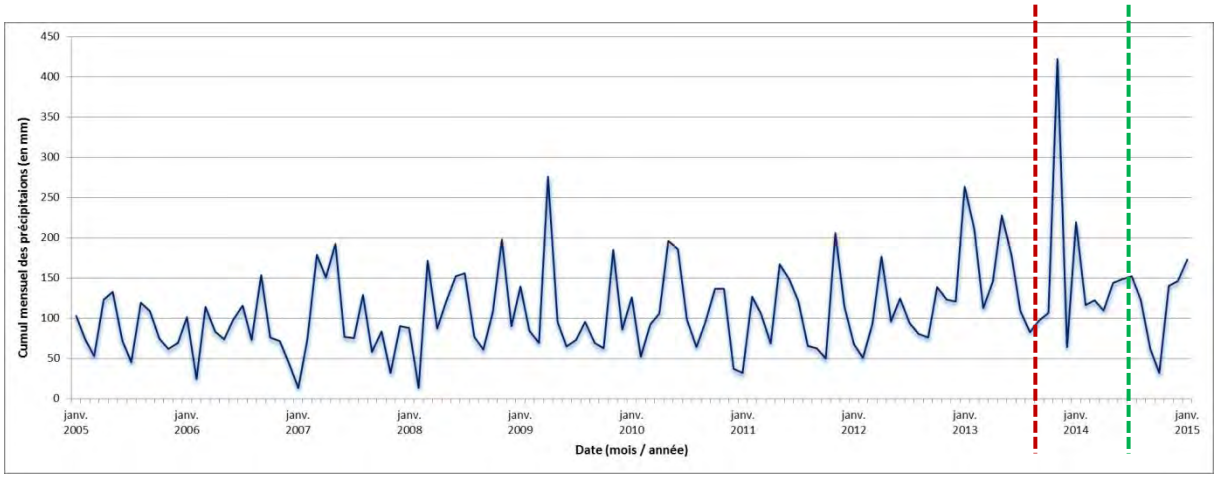
Les précipitations sous forme neigeuse débutent généralement au mois d'octobre à partir de 1 200 m d'altitude et l'enneigement moyen dure de novembre à avril. Les chutes de neige du printemps peuvent être fréquentes et abondantes et il n'est pas rare de voir subsister des secteurs enneigés au mois d'août, au-dessus de 2 400 m dans les zones exposées au nord.

Les températures moyennes avoisinent 7-8°C au-dessus de 1 000 m d'altitude et s'élèvent à 11°C entre 400 et 600 m d'altitude.

Le secteur est donc soumis à des précipitations régulières et abondantes. La voie de transfert des polluants par ruissellement est donc à considérer. De surcroît, ce phénomène est accru en période de fonte de neige.

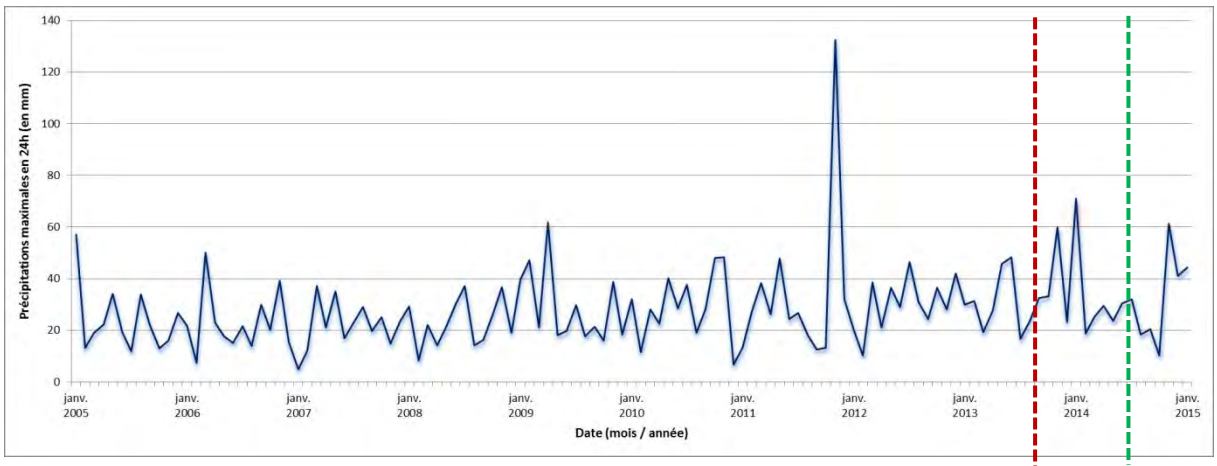
[10] Informations sur la station météorologique de référence à Eylie-d'en-Haut :

Indicatif	9290004
Nom	EYLIE-D'EN-HAUT
Altitude	1010 m
Coordonnées	lat : 42°50'06"N - lon : 0°56'00"E
Coordonnées lambert	X : 4851 hm - Y : 17601 hm
Producteurs	De 2005 à 2015 : METEO-France ©



Légende : Les traits en pointillés rouge et vert positionnent dans ce diagramme les campagnes de terrain réalisées pour cette étude, respectivement en août 2013 et en juin 2014.

Figure 10 : Cumul des précipitations mensuelles de janvier 2005 à janvier 2015 à Eylie-d'en-Haut, données Météo France 2015 ©



Légende : Les traits en pointillés rouge et vert positionnent dans ce diagramme les campagnes de terrain réalisées pour cette étude, respectivement en août 2013 et en juin 2014.

Figure 11 : Précipitations maximales en 24h sur le mois, de janvier 2005 à janvier 2015 à Eylie-d'en-Haut, données Météo France ©

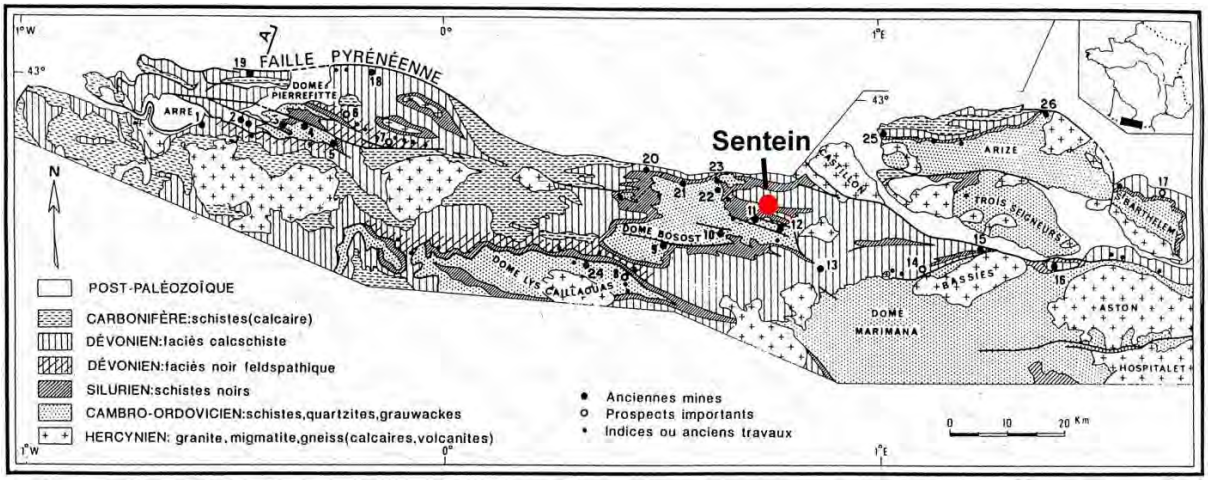
2.4 Géologie régionale[11, 12]

La caractérisation fine de la géologie régionale puis de celle du district minier est notamment nécessaire pour :

- évaluer les minéralisations des gisements exploités et donc les **substances potentiellement contaminantes associées à l'activité minière** (tant pour le minerai exploité que pour les roches encaissantes) ;
- anticiper la présence d'**anomalies géochimiques** sur les zones investiguées ;
- orienter le plan d'échantillonnage selon les lithologies sur lesquels reposent les sols étudiés et les **environnements locaux témoins** associés ;
- comprendre le **contexte hydrogéologique et hydrogéochimique.**

Le district minier de Sentein se situe dans la **partie centrale de la zone axiale des Pyrénées** (VERNHET, 1981). Les terrains présents dans le district minier de Sentein sont datés du Paléozoïque. Ces terrains, essentiellement sédimentaires, doivent leur déformation et leur métamorphisme à l'orogenèse hercynienne (datant du Carbonifère-Permien). Les mouvements liés à l'orogenèse pyrénéenne ont affecté les structures déjà en place, à un degré plus faible cependant (FERT, 1976).

Au niveau structural, les terrains paléozoïques sont alignés parallèlement en direction EW. Deux structures majeures sont identifiables : un vaste pli synclinal au nord du Bocard d'Orle, à laquelle succède un large pli anticlinal dans la zone de Bentaillou (LOUGNON, 1954). **Les minéralisations sont principalement contenues dans cette structure anticlinale**. Des concentrations en zinc et en plomb sont néanmoins localisées dans l'ensemble de la zone axiale des Pyrénées centrales *(Figure 12)*.



1	**Arre-Anglas :**	Zn, Pb.	8	Hospice de France :	Zn, Pb.	15	**Aulus :**	Zn, Pb	22	Pale de Rase :	Zn, Pb.
2	**Arrens :**	Zn, Pb, Ba.	9	Bosost :	Zn, Pb.	16	**Le Rancie :**	Fe (Zn).	23	Pale Bidau :	Zn, Pb.
3	**Estaing :**	Zn, Pb.	10	**Liat :**	Zn, Pb.	17	Cadeillou :	Zn, Pb.	24	Crabioules :	Zn.
4	**Pierrefitte :**	Zn, Pb.	11	**Bentaillou :**	Zn, Pb.	18	Gazost :	Zn, Pb.	25	Taitchounes	
5	**Chèze :**	Zn, Pb (Ba).	12	**Bulard :**	Zn, Pb.	19	Arbeost :	Zn, Pb.	26 :	**Mont Coustand**	Pb, Zn, Ag.
6	Nerbiou :	Zn, Pb (Ba).	13	**Bonabe :**	Zn, Pb.	20	**Maratines :**	Zn, Pb.			
7	Pen Pouri :	Zn, Pb.	14	**Carboire :**	Zn, Pb.	21	**Argut :**	Zn. Pb.			

Figure 12 : Minéralisations à zinc-plomb dans la partie centrale de la zone axiale des Pyrénées (POUIT, BOUQUET, & BOIS, 1979)

[11] Paragraphe librement inspiré des travaux du stage de fin d'étude de Romain DALLEU pour l'obtention du diplôme d'ingénieur géologue, Spécialité « Génie et gestion des matières premières minérales » de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy (DALLEU, 2013).

[12] Pour rappel, un extrait de l'échelle des temps géologiques est présenté en Annexe B1, paragraphe 2.2 (hors-texte).

2.5 Géologie du district minier de Sentein[13]

Pour rappel, la carte géologique du secteur minier de Sentein proposée par GEODERIS à partir des données harmonisées au 1/50 000 est fournie *en Annexe B2 (hors-texte)*.

La carte géologique détaillée du district minier de Sentein est présentée sur la *Figure 13* et sa lithostratigraphie sur la *Figure 14* (POUIT, 1986).

Compte tenu de la complexité de la géologie et de la gîtologie du secteur minier étudié, la présente synthèse s'attachera à fournir les éléments d'informations nécessaires à l'atteinte des quatre objectifs précédemment présentés *(cf. paragraphe 2.4)*. Les 13 lithologies d'intérêt seront dans un premier temps présentées *(cf. paragraphe 2.5.1)*, l'objectif étant de connaître les types de roches (calcaire, schistes, etc.). Dans un second temps, seront présentés les structures structurales majeurs (plis et failles) et le métamorphisme (régional et de contact) qui ont affecté ces faciès lithologiques *(cf. paragraphes 2.5.2 et 2.5.3).* Enfin, seront détaillées les minéralisations (porteuses des substances chimiques retenues pour la présente étude). On notera qu'il existe trois principaux modèles de minéralisation à zinc-plomb dans le secteur *(cf. paragraphe 2.5.4.1)*. Chacun des 8 gîtes exploités est associé à l'un de ces trois faciès minéralisés. Pour chaque gîte exploité, on rappellera donc les lithologies concernées, le faciès minéralisé concerné et on détaillera la paragénèse (minéraux constitutifs de la minéralisation)[14].

2.5.1 Lithostratigraphie

La lithostratigraphie générale du district minier de Sentein se présente sous la forme d'une pile sédimentaire d'âge Cambrien à Dévonien[15]. Elle comporte notamment 13 lithologies d'intérêt pour la présente étude :

- **le Cambrien {C}** ;
- **l'Ordovicien Inférieur {oO}** ;
- **Ordovicien Moyen et Supérieur, avec :** les niveaux sombres de base {o1}, le Calcaire de Bentaillou {o2-a} et les alternances silico-phyllito-carbonatées {o2-b} ;
- **la fin de l'Ordovicien Supérieur {o3}, avec :** une série détritique dite « Infra-Crabère » {o3-a}, la formation « De Crabère » {o3-b}, une série détritique dite « Supra-Crabère » {o3-c} et des amas ankéritiques {o3-d} ;
- **le Silurien {s}** ;
- **le Dévonien {d}, avec : u**ne formation shalo-calcaire {d1}, un calcaire à entroques {d2} et une alternance de pélites phylliteuses et de calcaires {d3}.

Lors de l'étude des <u>scénarios d'exposition retenus</u> *(cf. fiches des scénarios d'exposition, paragraphe 8.5)*, les lithologies sur lesquelles reposent les prélèvements de sols seront précisées, tant pour la caractérisation des milieux que pour celle de l'environnement local témoin choisi. On mentionnera alors le système géologique (Ordovicien, Silurien, etc.) et, le cas échéant, la série associée (Inférieur, Moyen, Supérieur) et le faciès précis (O1, D1, etc.).

[13] Paragraphe librement inspiré des travaux du stage de fin d'étude de Romain DALLEU pour l'obtention du diplôme d'ingénieur géologue, Spécialité « Génie et gestion des matières premières minérales » de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy (DALLEU, 2013).

[14] Pour un même faciès minéralisé, chaque gîte exploité a ses spécificités, en termes d'organisation (amas, lentilles, minéraux disséminés, etc.), de composition minéralogique (blende, galène, pyrite, arsénopyrite, etc.) et d'abondance des minéraux.

[15] Un autre log lithostratigraphique général correspondant surtout au Val d'Orle (VERNHET, 1981) est présenté *en Annexe B1, paragraphe 2.3 (hors-texte)*.

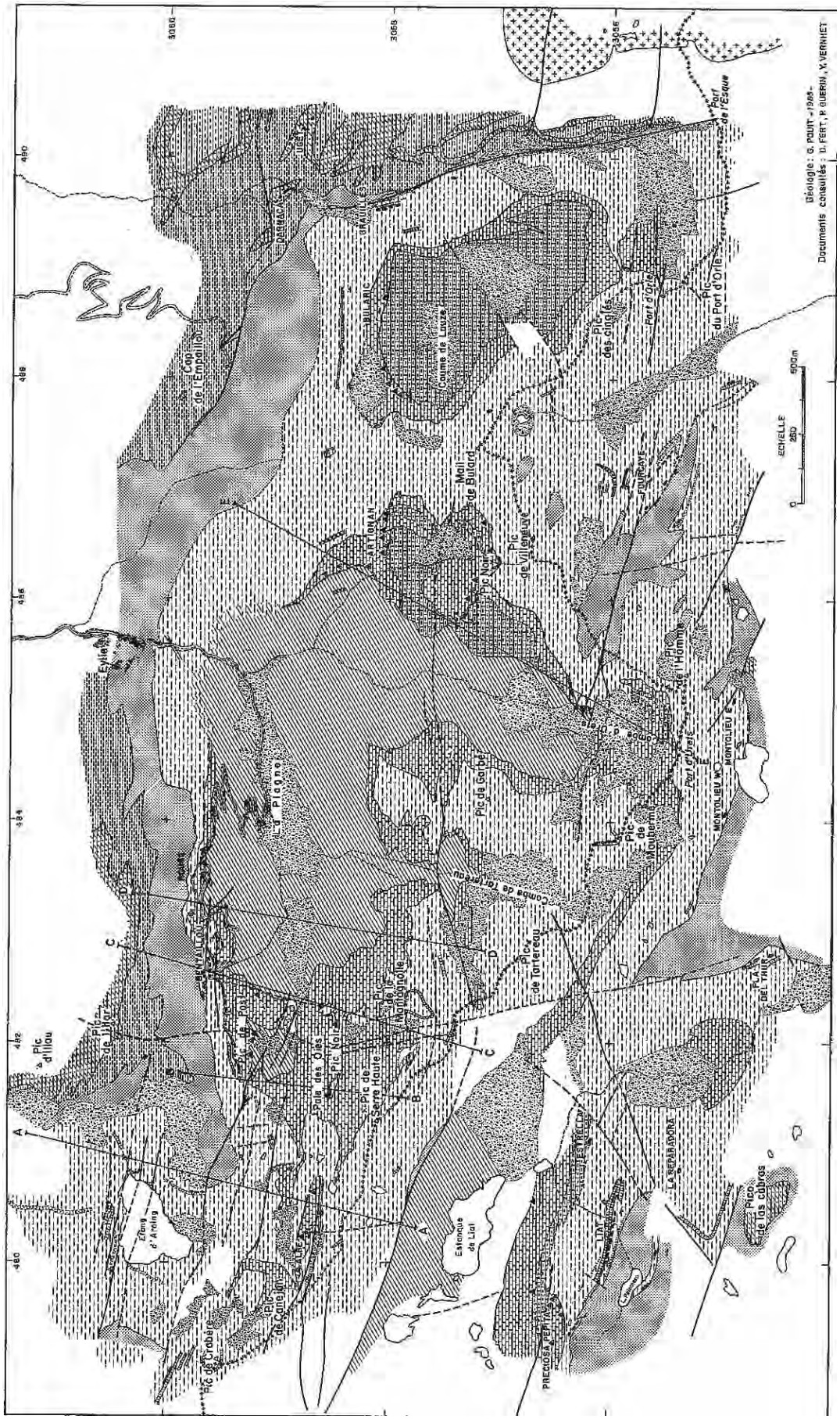


Figure 13 : Carte géologique détaillée du district minier de Sentein (POUIT, 1986)

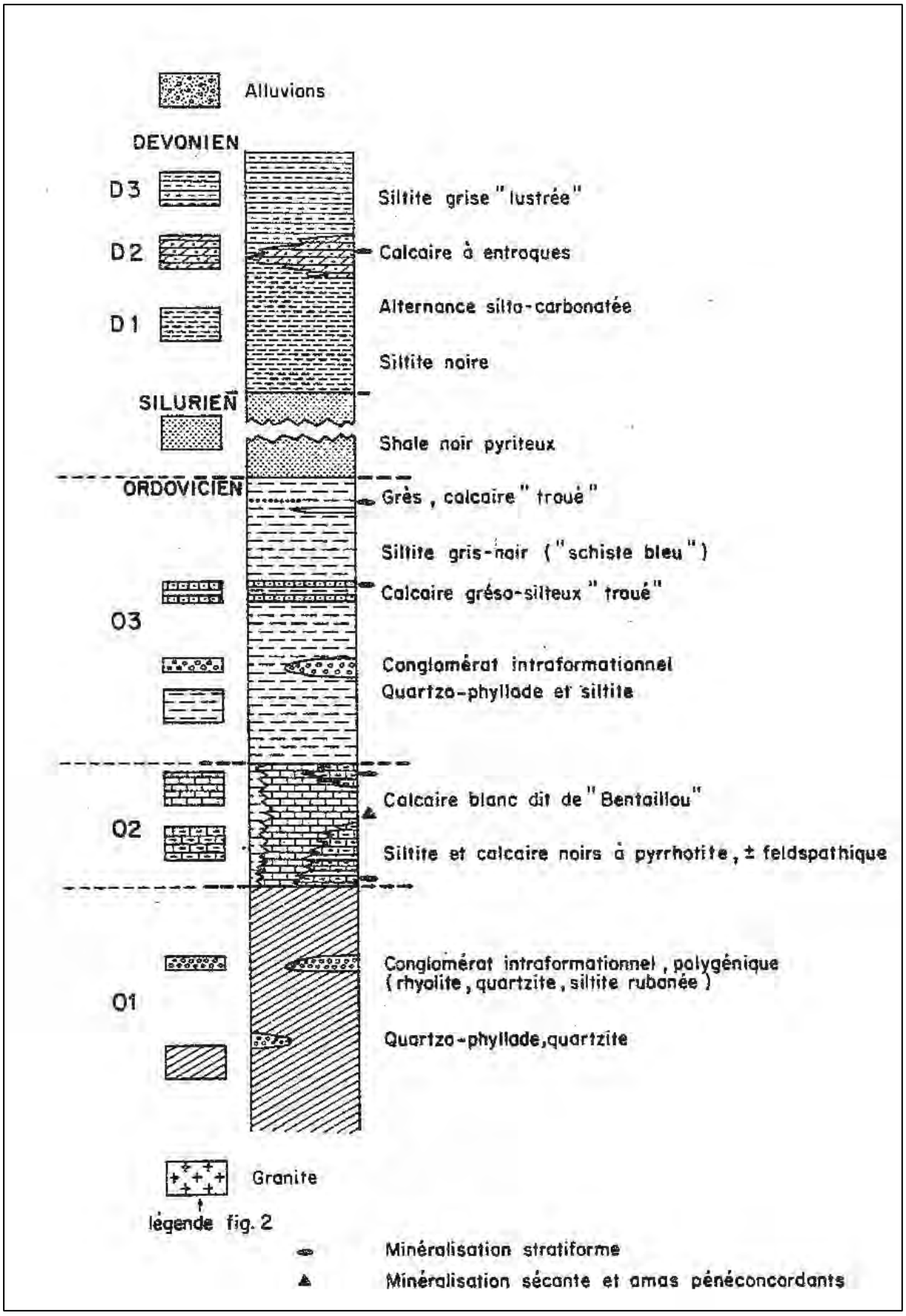


Figure 14 : Lithostratigraphie du district minier de Sentein (POUIT, 1986)

C – CAMBRIEN

La formation la plus ancienne observée dans la région de Sentein est le Conglomérat de la Plagne (VISVANATH, 1955), daté de manière assez imprécise du Cambrien.

O0 – ORDOVICIEN INFERIEUR

L'Ordovicien Inférieur se manifeste par des schistes verdâtres et des calcschistes, ainsi que par des couches noires plus ou moins calcaires nommées « schistes pseudo-carburés » (DESTOMBES & SAINFELD, 1956). Ces schistes peuvent être minéralisés en plomb et en zinc : c'est le cas au Mail de Bulard et dans la vallée d'Orle, où il est associé au calcaire de Bentaillou (voir ci-dessous). Il s'agit d'un faciès volcano-sédimentaire, sans présence de lave pour autant. [16]

ORDOVICIEN MOYEN ET SUPERIEUR

Les formations de l'Ordovicien Moyen et Supérieur sont celles qui présentent le plus d'intérêt au regard de l'étude des minéralisations en plomb-zinc de la région de Sentein (DE GRAMONT X. , 1966). L'une d'elles est retrouvée communément dans toute la région : il s'agit du Calcaire de Bentaillou. Ce calcaire sensu stricto est recristallisé, massif, blanc et pratiquement jamais lité (PROUHET, 1958).

La ***formation du Calcaire de Bentaillou s.l***. contient cependant d'autres termes (VERNHET, 1981), avec de bas en haut (*les niveaux-repères communs à toute la région sont en gras*) :

- **les niveaux sombres de base {o1}** composé :
  - d'un grès fin carbonaté, peu schistosé, composé majoritairement de grains de quartz (65 µm) accompagnés de biotite brune et de calcite ;
  - d'alternances shalo-gréso-calcaire ;
  - d'un calcaire noir, beaucoup plus riche en calcite que les niveaux inférieurs, à grain très fin, riche en matière organique ;

- **le Calcaire de Bentaillou (s.s.), cipolin blanc et ses intercalations {o2-a} :** Il s'agit d'un marbre saccharoïde, formé d'une mosaïque de cristaux de calcite (0,5 mm en moyenne). L'épaisseur du cipolin blanc est très variable (1 m à 40 m dans le secteur du Val-d'Orle et de Fourcaye) et est fonction de la tectonique et de la paléogéographie.

Le calcaire de Bentaillou est le siège de très nombreuses minéralisations, majoritairement en blende ; les principaux niveaux minéralisés se situent au contact avec les formations schisteuses supérieures mais également dans un banc situé quelques mètres en-dessous de ce contact (LOUGNON, 1954) **;**

- **les alternances silico-phyllito-carbonatées {o2-b} :**

Sur le plan lithologique, il est possible de distinguer des lits clairs et des lits sombres. La composition minéralogique des lits clairs est semblable à celle du marbre cipolin décrit ci-dessus, tandis que les lits sombres sont enrichis en quartz par rapport aux lits clairs, avec disparition quasi-totale des carbonates et apparition progressive de la biotite) (PROUHET, 1957).

[16] Leur présence près ou sur de grands accidents hercyniens indiquerait que ces derniers auraient commencé à jouer en cours de sédimentation (POUIT & ALSAC, 1978).

O3 – FIN DE L'ORDOVICIEN SUPERIEUR

Au-dessus de la Formation du Calcaire de Bentaillou, il est possible de distinguer une formation quartzophylliteuse supérieure (VERNHET, 1981) également appelée « Schistes Bleus » (DESTOMBES & SAINFELD, 1956) du fait de la couleur de certains niveaux (bleu-verdâtre à gris sombre). Cette formation peut être découpée en plusieurs termes, avec de bas en haut :

- **une série détritique dite « infra-Crabère » {o3-a} :** Elle se manifeste par une alternance d'argilites quartzeuses (claires) et phylliteuses (verdâtres), localement entrecoupée par un conglomérat grossier (VERNHET, 1981) ;
- **la formation « de Crabère » {o3-b}** : Ce niveau présente un faciès général, constitué d'une alternance de pélites quartzeuses et de quartzites en lits centimétriques[17] ;
- **une série détritique dite « supra-Crabère » {o3-c},** correspondant à une alternance de lits gréseux, shaleux et pélitiques[18] ;
- **des amas ankéritiques {o3-d}**.

S – SILURIEN

Le Silurien se manifeste, dans la vallée du Lez, quasi-uniquement et uniformément par des schistes noirs graphiteux et pyriteux, très déformés, d'épaisseur relativement homogène (150 m à 200 m) (FERT, 1976 ; VERNHET, 1981). Ils possèdent un aspect feuilleté et tendre, ainsi qu'une couleur sombre due à l'abondance de matière organique. Cette matière organique a évolué à l'état de graphite, conférant à la roche un toucher gras et un éclat métallique. Ils sont très riches en oxydes d'aluminium et de potassium. Ils constituent également une sorte de « poubelle géologique » : ils peuvent contenir des anomalies en chrome, uranium, vanadium et tungstène (VERNHET, 1981). Ils sont également nommés « Schistes carburés » (VISVANATH, 1955 ; PROUHET, 1956).

D – DEVONIEN

Le Dévonien est l'unité supérieure de la pile sédimentaire présente dans la vallée du Haut-Lez. Cette unité est constituée par, de bas en haut :

- **une formation shalo-calcaire {d1}**, commençant par des pélites quartzophyllitiques sombres, qui s'enrichissent progressivement en bancs carbonatés vers le sommet de la série (VERNHET, 1981) ;
- la série devient ensuite essentiellement carbonatée avec la présence d'un **calcaire à entroques {d2}** C'est une roche massive, formant des barres calcaires ; son épaisseur avoisine 40 m (FERT, 1976 ; VERNHET, 1981). Ce calcaire renferme localement (au Val-d'Orle en particulier) une minéralisation zincifère et plombifère ;
- au sommet de la série dévonienne, **une alternance de pélites phylliteuses et de calcaires {d3},** surmontée par des shales lustrés bleu-verts.

[17] D'autres faciès peuvent également être observés : un faciès carbonaté, caractérisé par des lits carbonatés alternant avec les lits quartzopélitiques et un faciès à grenats, contenant en abondance des grenats magnésiens microscopiques, bordés entre autres de biotite, d'amphibole et de chlorite.

[18] 1) Dans sa moitié supérieure, cet ensemble passe fréquemment à une assise phylliteuse (5 à 8 m d'épaisseur), d'aspect lustré et de teinte gris-bleuté à l'origine du terme « Schistes Bleus » (ou « Shales bleus ») (VISVANATH, 1955 ; DESTOMBES & SAINFELD, 1956 ; FERT, 1976). 2) Elle est cependant interrompue vers le sommet par un microconglomérat (VERNHET, 1981). 3) Au toit de cette formation, des shales noirs « troués », à patine sombre, finement cristallisés. Le qualificatif de « troué » trouve son origine dans l'aspect commun de cette roche, correspondant aux empreintes laissées par des cristaux automorphes de pyrite (VERNHET, 1981).

2.5.2 Tectonique

La région de Sentein, au cœur de la zone axiale des Pyrénées, a subi les contrecoups de l'orogenèse hercynienne dans un premier temps, puis de l'orogenèse pyrénéenne (alpine). Cette dernière ne serait responsable que d'une famille de fracturations, de direction ENE (PROUHET, 1958). Certaines failles hercyniennes ont également pu rejouer légèrement (POUIT, 1986). L'influence de l'orogenèse pyrénéenne sur la structure des terrains paléozoïques présents dans la région de Sentein est largement moindre que celle de l'orogenèse hercynienne.

Le district minier de Sentein s'inscrit dans le prolongement est du dôme de Bosost-Bentaillou. Ce dôme consiste principalement en un vaste pli anticlinal d'axe est-ouest, dont le cœur est constitué par des terrains cambro-ordoviciens (en particulier le Calcaire de Bentaillou {o2}) (POUIT, 1986). Au nord de Bentaillou, deux structures plus largement synclinales (*Ourdouas, Frechendech*) sont identifiables ; elles sont également d'axe EW et contiennent au cœur les formations shalo-calcaires du Dévonien (VISVANATH, 1955), *(Figure 15)*.

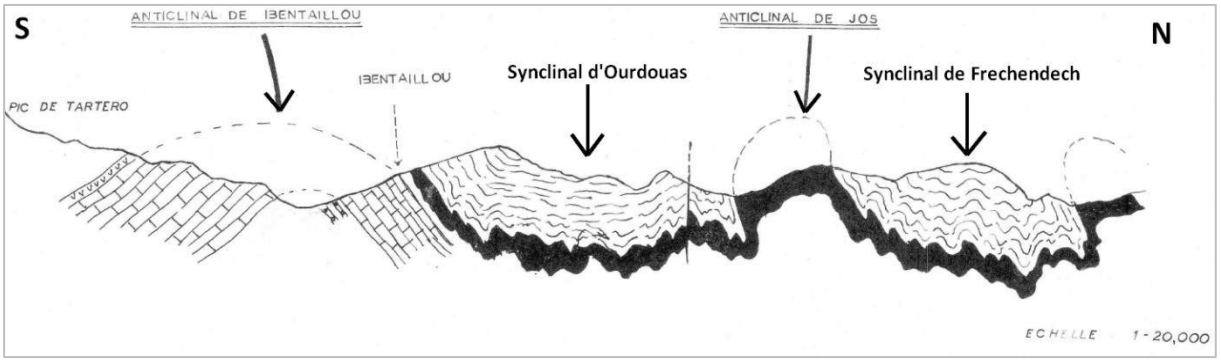


Figure 15 : Coupe N-S de l'ensemble structural de Bentaillou, faisant apparaître les plis majeurs (VISVANATH, 1955)

Trois phases de déformation cassante ont pu être matérialisées (VERNHET, 1981), de la plus ancienne à la plus récente :

- une direction N100° à N130°, avec des failles souvent matérialisée par des filons de quartz {Système 1} ;
- une direction N50° à N70°, avec des failles présentant un rejet généralement important {Système 2} ;
- une direction N150° à N180°, avec des failles qui décalent faiblement celle du système précédent {Système 3}.

Parmi les failles minéralisées qui ont fait l'objet de travaux miniers importants, on retiendra : la faille de la Cigalère, la faille Intermédiaire, la faille Saint-Louis, la faille n°5, la faille n°4, la faille Espelette *(appartenant au système 1)*, et la Faille Narbonne et la Faille Saint-Jean *(appartenant au système 3)* (LOUGNON, 1954).

2.5.3 Métamorphisme

METAMORPHISME REGIONAL

Les déformations liées à l'orogenèse hercynienne ont été accompagnées d'un métamorphisme régional continu, de relativement faible intensité. Les formations du Silurien et du Dévonien ont subi un métamorphisme de caractère épizonal (à très faible pression et à très faible température), qui peut être classifié comme « Schistes Verts - zone à chlorite ».

Les roches de l'Ordovicien, et notamment les formations quartzophylliteuses, présentent quant à elles de la muscovite, de la chlorite et de la biotite très pâle, ainsi qu'un plagioclase riche en sodium (VERNHET, 1981).

Ce métamorphisme a également recristallisé les niveaux calcaires (transformation en marbre) (FERT, 1976) **: c'est le cas du Calcaire de Bentaillou {o2-b}.**

METAMORPHISME DE CONTACT

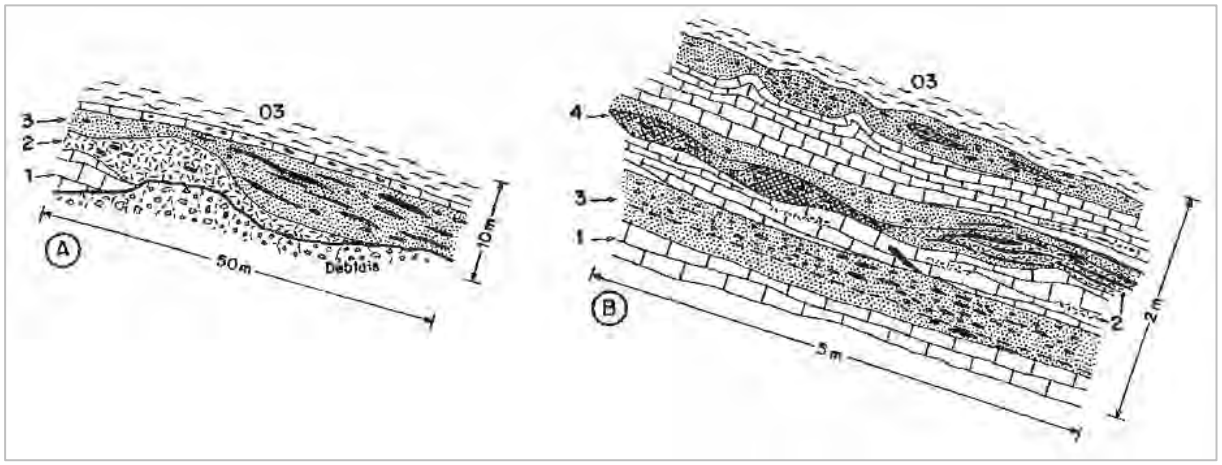
À ce métamorphisme régional s'ajoute un métamorphisme de contact engendré par l'apport de chaleur de la granodiorite du Riberot, affleurant au SE de la région de Sentein. Ce phénomène est post-tectonique (FERT, 1976) et a engendré la formation d'une auréole de contact autour de la roche magmatique, où des calcaires ont été métamorphisés en cornéennes (VISVANATH, 1955). Les minéraux accompagnants ce métamorphisme seraient principalement la biotite, la clinozoïsite, la trémolite, la fibrolite, le diopside et le grenat (VERNHET, 1981).

2.5.4 Minéralisations du district minier de Sentein

2.5.4.1 Principaux faciès minéralisés

FACIES 1 : MINERALISATIONS ZINCIFERES EN REMPLACEMENT DANS LA FORMATION DU CALCAIRE DE BENTAILLOU

Ces minéralisations sont encaissées dans la formation du Calcaire de Bentaillou. Les gisements consistent en des **lentilles de blende** (ou sphalérite, sulfure de zinc) centimétriques à décimétriques (VERNHET, 1981). La blende peut aussi être disséminée. La sphalérite se concentre au niveau des amas ankéritiques, qui ont pu constituer un piège chimique pour la précipitation des sulfures. Ceux-ci deviennent de plus en plus fréquents et volumineux vers le sommet de la série. La *Figure 16* montre la morphologie d'un gîte de blende du calcaire de Bentaillou à deux échelles différentes.



Légende : A : Espeletta ; B : Saint-Jean ; 1 : calcaire ; 2 : dolomie rouge ; 3 : chert noir à rubans de blende ; 4 : quartz ; O3 : schistes de l'Ordovicien supérieur

Figure 16 : Morphologie à deux échelles différentes de la minéralisation stratiforme de Bentaillou (POUIT, 1986)

FACIES 2 : MINERALISATIONS ZINCIFERES DANS L'HORIZON DE CRABERE (FIN DE L'ORDOVICIEN SUPERIEUR)

Un autre type de gisement se situe dans les niveaux du sommet de l'Ordovicien Supérieur, en particulier dans l'Horizon de Crabère {o3-b} (VERNHET, 1981). Ces minéralisations se retrouvent principalement dans le Val-d'Orle (LAFORET, MONCHOUX, OUDIN, & TOLLON, 1983 ; VERNHET, 1981). Les gisements sont stratoïdes, en rubans ou en lentilles centimétriques, ou disséminés. Des filonnets de quartz tardifs contiennent quelques mouches de blende également.

La paragénèse principale consiste en blende-arsénopyrite, mais sont également présents la pyrrhotite et la magnétite. La blende se concentre principalement dans les lits détritiques mais parfois également dans les lits carbonatés de l'horizon de Crabère. Ses cristaux sont parfois repris dans la schistosité. L'arsénopyrite, quant à elle, est plus fréquente dans les horizons brun-ocre et se présente sous forme de cristaux subautomorphes dans certains gisements (jusqu'à 4 cm).

Cette observation est surtout valable sur le versant espagnol : l'arsénopyrite se fait plus discrète sur le versant français (gisements du Mail de Bulard, de Grauillès, etc.) (VERNHET, 1981).

La *Figure 17* illustre la distribution de la minéralisation dans l'horizon de Crabère. Les minéralisations seraient affectées par les évènements tectoniques, ce qui aurait provoqué une concentration « mécanique » de la blende, sous forme d'amas, et lui aurait conféré une allure « pseudo-filonienne » (VERNHET, 1981).

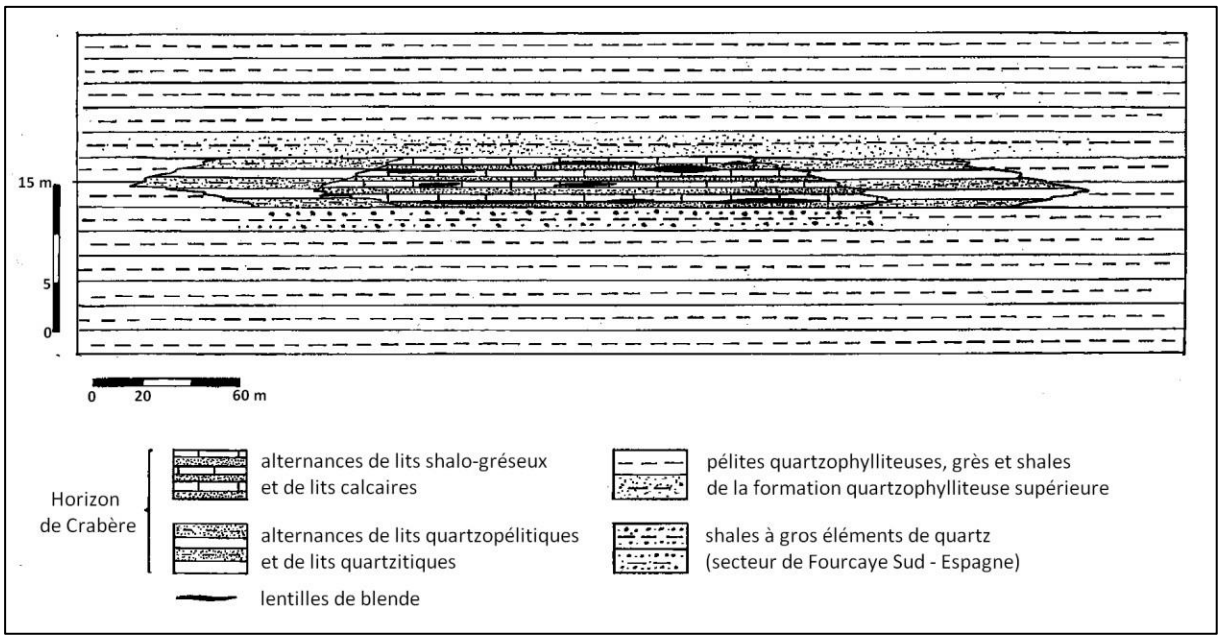


Figure 17 : Schéma synthétique de la distribution de la minéralisation dans la « Formation de Crabère » (VERNHET, 1981)

FACIES 3 : MINERALISATIONS ZINCIFERES DANS LE CALCAIRE A ENTROQUES DU DEVONIEN INFERIEUR

Un dernier type de minéralisations est localisé dans les horizons du Dévonien Inférieur. Une analyse fine de ces minéralisations (VERNHET, 1981) a permis de mettre en évidence un horizon porteur privilégié : le calcaire à entroques {d2}. L'importance de ces gisements est cependant moindre, ils se localisent **principalement dans le Val d'Orle** (commune de Bonac-Irazein ; titres d'Orle et du Bulard) ainsi que sur le versant espagnol.

Les minéralisations sont stratoïdes ou disséminées, et se situent préférentiellement dans la partie inférieure du calcaire à entroques, à quelques mètres des alternances pélito-carbonatées {d1} et à plus de 15 m sous les shales lustrés {d3}. Les horizons porteurs de minéralisations apparaissent comme une alternance de lits calcitiques sombres et clairs, et plus ou moins riches en matière organique, en quartz et en phyllites (muscovite/chlorite). La minéralisation se concentre préférentiellement dans les lits clairs.

La paragénèse principale consiste en une association blende-galène-pyrite.

2.5.4.2 Minéralisation des gîtes exploités

L'*Annexe B1, paragraphe 2.4 (hors-texte) p*ropose une synthèse des minéralisations rencontrées sur les principaux gîtes exploités et indices, localisés sur le secteur de Sentein. Elle est basée sur l'inventaire minéralogique de la France (LAFORET, MONCHOUX, OUDIN, & TOLLON, 1983).

Ces éléments, corrélés aux données géologiques précédemment décrites permettent de dresser une synthèse des principales phases minérales rencontrées sur les chantiers d'exploitation du secteur minier de Sentein.

GENERALITES SUR LE GISEMENT DE BENTAILLOU (TITRE MINIER DE SENTEIN)[19]

L'essentiel du gisement de Bentaillou consiste en une imprégnation du calcaire par de la blende ferrugineuse (jusqu'à 6% du fer), essentiellement à l'interface phyllades-calcaires (*cf. faciès minéralisé 1 pour les mines de Bentaillou et de Rouge)*. La substitution peut néanmoins se produire sous les intercalations schisteuses et calcschisteuses, c'est-à-dire dans un horizon inférieur ; bien qu'il ne soit pas riche et qu'il n'ait pas souvent fait l'objet d'une exploitation *(Figure 18)*.



Remplissage à sphalérite dominante dans cipolin

Entre la poudrière de Bentaillou et la galerie de recherche est (en contrebas de la crête d'Ordovicien Supérieur).
Une mesure rapide par NITON® sur le lit minéralisé donne une composition avoisinant 60% de zinc.



Faciès altérés dans calcaires altérés et silicifiés

Au sud-est immédiat du refuge pastoral de Bentaillou.
Une mesure par NITON® sur les produits d'altération de couleur brique donne une composition avoisinant 2% de zinc et 3% de plomb.

Figure 18 : Faciès minéralisés affleurant, à l'interface entre le calcaire de Bentaillou et l'Ordovicien Supérieur, sur le site de Bentaillou (GEODERIS, juin 2014)

La galène est le plus souvent intimement associée à la blende. Elle forme des remplissages de fissures et des rubanements. Vers le gîte de Rouge, la proportion relative de galène diminue cependant. Des minerais oxydés se trouvent dans les parties superficielles du gisement (cérusite - carbonate de plomb, et calamine - oxydes de fer et de zinc) entièrement dépilés par les anciens et particulièrement abondants à Chichoué.

[19] Le gisement de Bentaillou est associé aux gîtes exploités sur le titre minier de Sentein, c'est-à-dire au droit des sites de Chichoué, de Bentaillou et de Rouge.

Du quartz abondant accompagne les sulfures. Les calcaires, les schistes et les calcschistes intercalés sont silicifiés. La gangue est tantôt le quartz lui-même, tantôt la roche silicifiée, tantôt le calcaire peu silicifié (LOUGNON, 1954).

La zone minéralisée représente, en projection verticale, une surface de 600 m de long sur 200 m de large. **Le minerai plombo-zincifère contient en moyenne 3 fois plus de zinc que de plomb, pour une teneur globale de l'ordre de 10 à 15%.** La teneur du minerai exploité avant l'arrêt des travaux miniers était cependant plus faible (DESTOMBES, LOUGNON, & PROUHET, 1955).

Des analyses réalisées sur des échantillons de blende du gisement de Sentein mettent en évidence son **enrichissement en argent, en cadmium** et en germanium de façon très accessoire (*cf. Tableau 8 et Annexe B1, paragraphe 2.5 (hors-texte)*).

ELEMENT ANALYSE	RESULTATS DES ANALYSES
Antimoine	Absent de tous les échantillons
Argent	Présent dans tous les échantillons
Cadmium	Présent dans la plupart des échantillons, avec des zones à « forte intensité »
Cobalt	Non décelé dans la plupart des échantillons, teneur très faible pour les autres
Etain	Non décelé dans la plupart des échantillons, teneur de 10 à 60 ppm pour les autres
Gallium	Non décelé dans la plupart des échantillons, teneur inférieure à 10 ppm pour les autres
Germanium	Décelé dans la plupart des échantillons ; teneur moyenne de 30 ppm
Indium	Absent de tous les échantillons
Thallium	Non décelé dans la plupart des échantillons, teneur très faible pour les autres

Tableau 8 : Résultats de l'analyse d'éléments traces sur des blendes du gisement de Sentein (Directeur du BRGGM, 1958)

MINE DE BENTAILLOU (TITRE MINIER DE SENTEIN)

L'Annexe B1, paragraphe 2.6 (hors-texte) fournit une synthèse des principaux minéraux identifiés sur le titre minier de Sentein (FERT, 1976).

Sur les sites de Chichoué et de Bentaillou, la minéralisation est principalement[20] constituée de blende massive et de galène. Ces faciès majoritaires contiennent des quantités importantes d'argent (environ 50 g/t de blende et 650 g/t de galène). Dans les horizons superficiels et les zones fracturées, l'altération de ces minéraux donnent naissance à de l'hydrozincite (*hydrocarbonate de zinc*), de la calamine (*mélange d'oxydes de zinc et d'oxydes ferriques*) et de la cérusite (*carbonate de plomb*).

À ces minéraux, s'associent en quantités plus faibles, de la pyrite (*sulfure de fer*) qui est très localement massive et qui est systématiquement associée au graphite (*forme stable du carbone à température et à pression ordinaires*). On trouvera également de la pyrrhotite disséminée (*sulfure de fer*), de l'ilménite (*oxyde de fer et de titane*) et du sphène (*silicate calcique de titane*).

Plus occasionnellement, peuvent être présents la chalcopyrite (*sulfure de cuivre et de fer*), la goethite (*oxy-hydroxyde de fer*), la magnétite (*oxyde de fer ferrimagnétique*), l'arsénopyrite (*arsénio-sulfure de fer*) qui peut elle-même contenir de l'or. Parmi les minéraux accessoires, on mentionnera les cuivres gris (*arsénio à antimonio-sulfures de cuivre et de fer*) et le rutile (*oxyde de titane*). De l'argent natif a été signalé.

La *Figure 19* illustre quelques-uns des principaux faciès minéralisés sur les sites de Chichoué et Bentaillou.

[20] D'autres faciès minéralisés peuvent s'exprimer sur le site, seule la paragénèse principale est ici décrite.



Faciès minéralisés sur le site de Chichoué

« Tuf » des travaux miniers de Ste Amélie. Les éléments siliceux sont souvent très finement cristallisés. On distingue des éléments shaleux sombres. Le fond de la roche, qui contient probablement du graphite, est riche en tourmaline.



Faciès minéralisés sur le site de Bentaillou

Travaux de Saint-Jean. La minéralisation en blende (B) -galène (G) se localise dans des passées carbonatées dans un shale graphiteux. Ces « lits », bordés par des chlorites, sont très déformés et certains éléments sont même entraînés dans la schistosité.

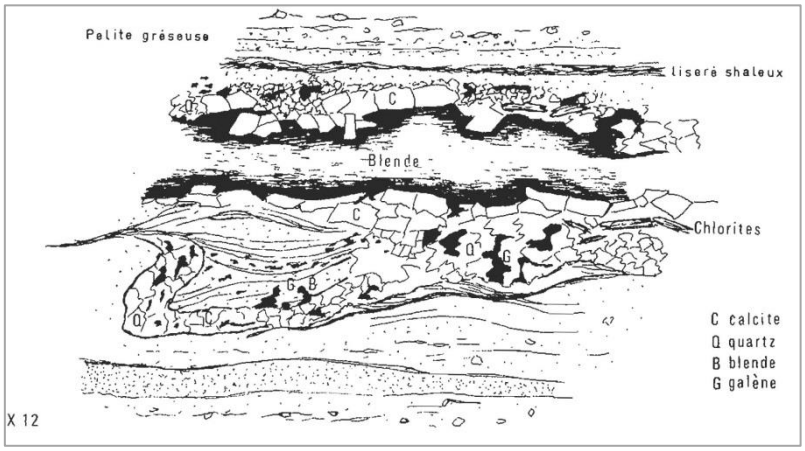


Schéma - détail d'une minéralisation rubannée (travaux de surface Narbonne – Bentaillou)

La blende et, en moindre importance, la galène, forment des sortes de rubans plus ou moins réguliers dans un micro-quartzite sombre renfermant de fins lisérés phylliteux et des niveaux gréseux fins. En lame mince, la minéralisation est associée à du quartz, des chlorites et des carbonates.

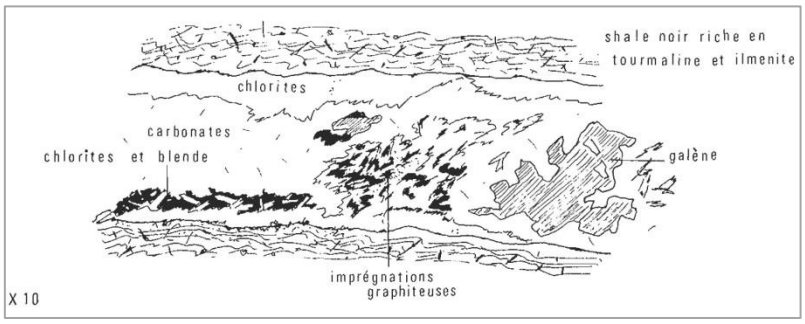


Schéma - détail d'une minéralisation dans des shales noirs (Galerie St Jean)

Minéralisation assez particulière en blende et galène qui se localise dans des shales noirs graphiteux riches en fines aiguilles de tourmaline et en ilménite, situés au toit du calcaire. La minéralisation se concentre dans des sortes de lits carbonatés microplissés, bordés par des chlorites.

Figure 19 : Minerais exploités sur les sites de Chichoué et Bentaillou (FERT, 1976)

MINE DE ROUGE (TITRE MINIER DE SENTEIN)

Sur le site de **Rouge**, la minéralisation et son contexte gîtologique sont similaires à ceux de Chichoué et Bentaillou. La minéralisation est principalement composée de blende massive, d'arsénopyrite (dont les grains peuvent être centimétriques et qui peut elle-même contenir de l'or) et de pyrrhotite massive.

À ces minéraux s'associent en quantités plus faibles de la galène et de la pyrite.

Très occasionnellement, peuvent être présents, la chalcopyrite, les cuivres gris, la magnétite, l'ilménite et le rutile.

MINE D'URETS[21]

Le gîte s'inscrit dans les mêmes formations géologiques et au même système filonien que la mine du Bulard *(cf. faciès minéralisé 2)* (DESTOMBES & SAINFELD, 1956).

La minéralisation est composée majoritairement de blende et de galène massives ; auxquelles sont associés en quantités plus faibles de la chalcopyrite et de la limonite *(amas d'hydroxydes de fer microcristallin)*.

Très occasionnellement, et en général en petits grains automorphes au sein des trois sulfures susmentionnés, sont présents de la cassitérite *(dioxyde d'étain)*, de la cobaltite, des cuivres gris, de la gersdorffite *(disulfure de nickel et d'arsenic)*, de la linnéite *(sulfure de cobalt)*, de la marcassite, de la pyrite et de la pyrrhotite.

[21] Il s'agit du principal gîte alimentant la laverie de La Plagne, située au cœur du titre minier de Sentein. La mine est située en bordure sud de ce titre, sur le versant espagnol.

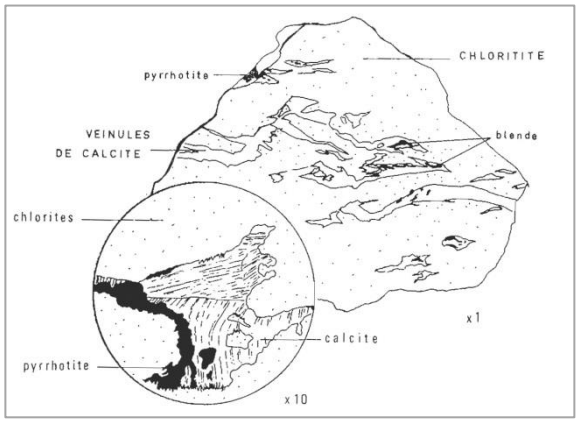
MINE DE BULARIC (TITRE MINIER D'ORLE)

Le gisement est situé dans la partie nord-est du dôme de la Mail du Bulard et est localisé dans une petite barre calcaire dans laquelle ont été exploités des amas ankéritiques interstratifiés dans la « Formation de Bentaillou » *(cf. faciès minéralisé 1)*. La roche contenant la minéralisation est principalement constituée de carbonates (calcite, ankérite), de chlorites ferrifères et d'amphiboles ferromagnésiennes *(Figure 20)* (VERNHET, 1981).

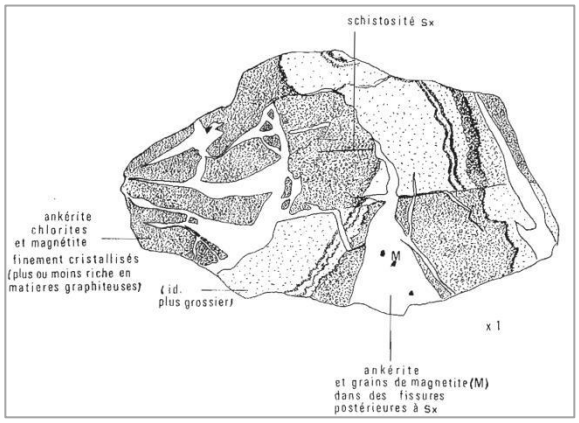
La minéralisation principale[22] est dominée par la blende, la magnétite et la pyrrhotite. La blende se présente, la plupart du temps, sous la forme d'un alignement de lentilles pluri-centimétriques (jusqu'à 40 cm de long pour 5 à 6 cm d'épaisseur).

Sont associés en quantités plus faibles : la pyrite (venant en remplissage tardif de veinules), l'arsénopyrite (localement en cristaux automorphes), et la goethite *(Figure 21)*.

Parmi les minéraux rares, sont présents la chalcopyrite (en fines inclusions dans la blende), la gersdorffite *(disulfure de nickel et arsenic),* la cobaltite, la löllingite *(arséniure de fer)*, la brunogeierite *(oxyde de fer et de germanium)*. La galène est absente des faciès minéralisés.



Chloritite parcourue par des veines de calcite minéralisée en blende et pyrrhotite



Amas sombre très compact à ankérite, chlorites, magnétite très finement cristallisés

Figure 20 : Schéma de faciès associés à la minéralisation dans le cipolin à Bularic (FERT, 1976)

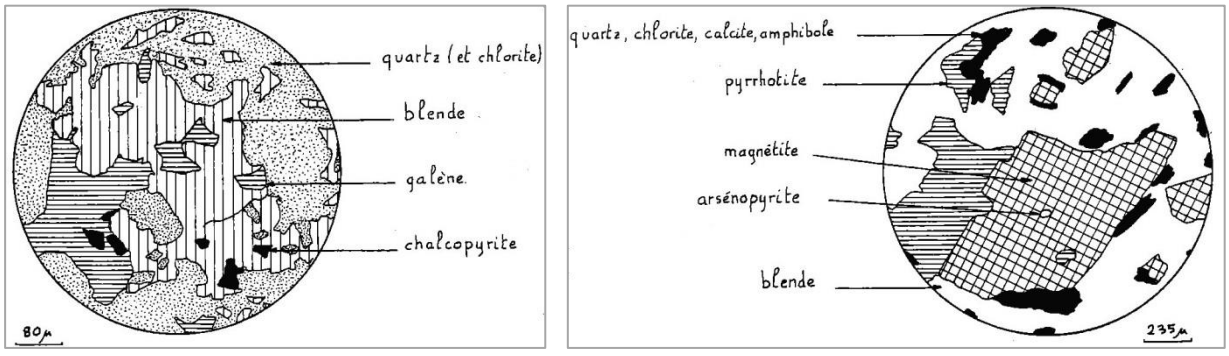


Figure 21 : Schémas de lames minces réalisées sur des échantillons de minerai de Bularic (VERNHET, 1981)

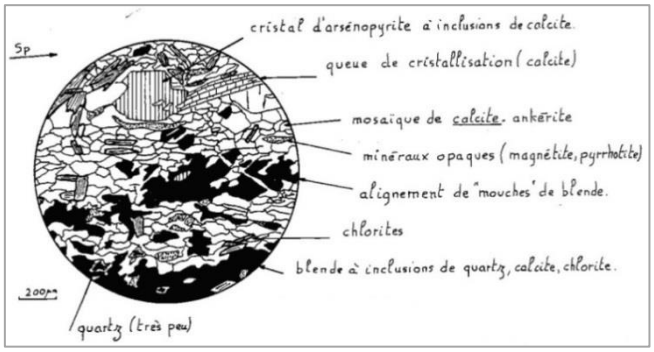
[22] D'autres faciès minéralisés peuvent s'exprimer sur le site, seule la paragénèse principale est ici décrite.

MINE DE FOURCAYE[23]

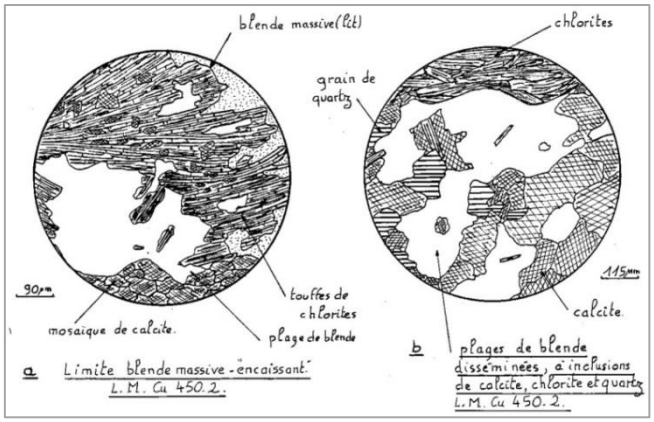
Au droit du gîte de Fourcaye, l'horizon minéralisé s'inscrit dans l'« Horizon de Crabère » *(cf. faciès minéralisé 2)*, alternant à cet endroit des lits verts-sombres, centimétriques à pluri-décimétriques et des lits brun-rouille. Les lits verts-sombres sont principalement composés de quartz dans une matrice quartzophylliteuse, elle-même formée de chlorite et de biotite. Les lits brun-rouille consistent en des passées carbonatées lenticulaires, principalement composées de calcite, d'ankérite, de dolomite ferrifère et de quartz. La minéralisation zincifère se répartit préférentiellement dans les faciès verts ; tandis que les faciès bruns sont extrêmement riches en arsénopyrite (VERNHET, 1981).

Les phases minérales dominantes sont la blende, l'arsénopyrite et la pyrrhotite. Dans le faciès vert, la blende présente plusieurs formes (en mouches disséminée, en lentilles ou en rubans ; l'épaisseur de ces derniers à l'affleurement n'excédant pas quelques centimètres). Dans le faciès brun, la blende forme des agrégats qui contiennent des inclusions de calcite, de quartz, de chlorite et d'amphibole. L'arsénopyrite caractérise le faciès brun dans lequel elle représente des amas de plusieurs centimètres d'épaisseur *(Figure 22)*.

Parmi les minéraux communément observés, sont également présents à l'affleurement de la malachite *(carbonate anhydre de cuivre)*, de l'azurite *(carbonate de cuivre)* et de la smithsonite *(carbonate de zinc)*. La magnétite, la chalcopyrite, la galène et la pyrite sont peu abondantes ; tandis que la cobaltite, la gersdorffite, la löllingite et l'ilménite sont très rares.



Minéralisation au sein du faciès brun



Minéralisation au sein du faciès vert

Figure 22 : Schémas de lames minces réalisées sur des échantillons de minerai de Fourcaye (VERNHET, 1981)

[23] Avec la mine de Bularic, il s'agit d'un des deux principaux gîtes exploités par les titulaires du titre minier d'Orle. La mine et située en bordure sud de ce titre, sur le versant espagnol. Le minerai extrait était traité à la laverie de Lascoux (commune de Bonac-Irazein).

INDICE DE GRAUILLES (TITRE MINIER D'ORLE)

Le niveau minéralisé de Grauillès est intercalé dans la série quartzo-phylliteuse supérieure (*cf. faciès minéralisé 2*). Il s'agit de pélites quartzo-phylliteuses essentiellement composées de muscovites, de chlorites et de quartz. La tourmaline, le rutile, le sphène, l'ilménite (abondante), la pyrrhotite et la pyrite complète la composition de ces roches (VERNHET, 1981).

Les phases minérales majoritaires de la minéralisation sont la blende (qui se présente en petits lits ou lentilles, de puissance millimétrique), la galène (qui se présente en plages indépendantes xénomorphes et millimétriques) et la pyrrhotite (qui se présente en mouches ou en filonnets) *(Figure 23)*. Des analyses réalisées par le BRGM en 1968 sur des échantillons de blende et de galène montrent que ces minéraux sont tous deux riches en cadmium (concentrations respectives de 1 900 ppm et de 5 400 ppm) et que la galène est riche en argent et en antimoine (concentrations respectives de 520 ppm et 1 520 ppm) (VERNHET, 1981).

Parmi les minéraux rares, se trouvent : la pyrite, la chalcopyrite, la gersdorffite, l'arsénopyrite, l'ilménite, la magnétite et la goethite. On signalera pour mémoire l'existence à l'affleurement de greenockite *(sulfure de cadmium)*.

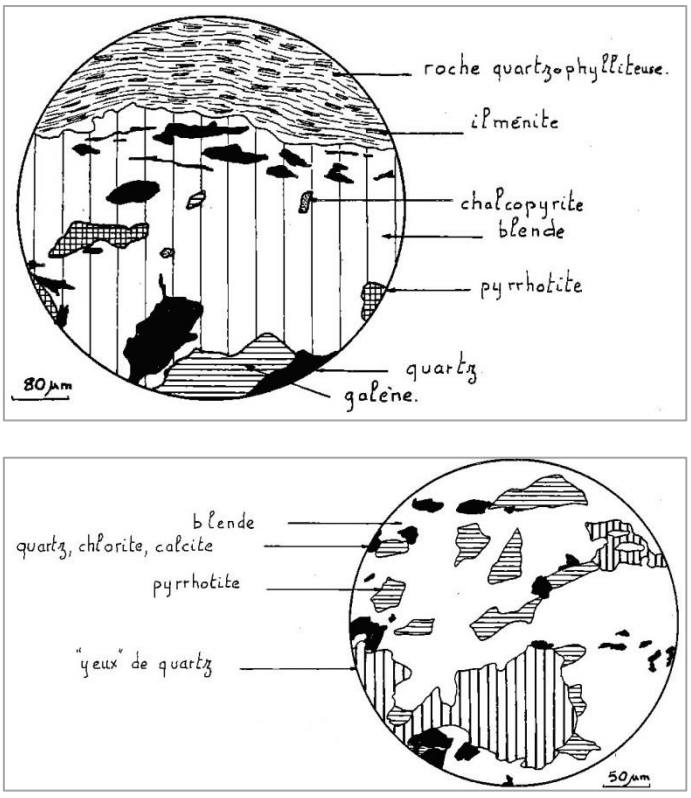


Figure 23 : Schémas de lames minces réalisées sur des échantillons de minerai de Grauillès (VERNHET, 1981)

MINE DU BULARD[24]

La Mail du Bulard et ses contreforts sont occupés par une puissante série schisteuse comprenant des lits graphiteux de l'Ordovicien. Les niveaux exploités s'inscrivent dans ces schistes (*cf. faciès minéralisé 2*).

Les deux filons exploités ont une ouverture de 2 à 4 m et un remplissage à quartz, calcite, galène et blende. Leur direction est constante (ESE-WNW) mais leur pendage est variable de 45° SSW à l'affleurement, ils se redressent rapidement en profondeur jusqu'à 70°.
Deux faciès minéralisés se distinguent : un faciès carbonaté principalement composé de calcite et d'ankérite et un faciès à quartz-chlorite-muscovite (VERNHET, 1981).

La minéralisation est essentiellement zincifère et se présente en lentilles et lits pouvant former des structures de plusieurs décimètres d'épaisseur. La galène est également très abondante (avec localement des altérations en cérusite), ainsi que la pyrrhotite et la magnétite *(Figure 24 et Figure 25)*.

D'autres minéraux accompagnent la paragénèse principale : la chalcopyrite, l'arsénopyrite, l'ilménite. On trouve rarement quelques autres minéraux : le gersdorffite, la cobaltite, la löllingite, la breithauptite (*antimoniure de nickel*), la brunogeierite, la cubanite (*sulfure de fer et de cuivre*), la cassitérite et le graphite.

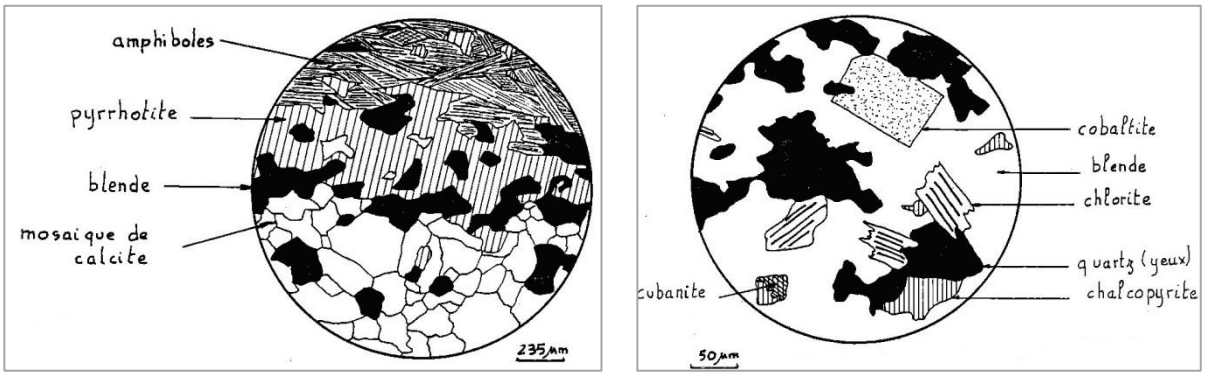


Figure 24 : Schémas de lames minces réalisées sur des échantillons de minerai du Bulard (VERNHET, 1981)



Minerai exclusivement composé de sphalérite



Pilier de minerai au sein des travaux miniers souterrains

Figure 25 : Minerai exploité sur le titre minier du Bulard (TARANNE, 2010)

[24] Unique gîte exploité du titre minier du Bulard.

MINE D'IRAZEIN[25]

Le gisement d'Irazein est assez particulier puisqu'il ne répond pas aux caractéristiques présentées jusqu'alors, aussi bien au niveau de la roche encaissante (calcaires dévoniens), de sa morphologie (filons N-S et E-W) ou de sa minéralogie.
Le gîte est encaissé dans des calcaires dévoniens. Il est formé par un filon principal dirigé N60-65°S (pendage inverse). Son remplissage est formé de minerai de cuivre compact, rouge-brun, avec quelques taches d'azurite, de cuivre gris et d'oxyde de fer. Il résulterait de l'altération d'un gîte de cuivre gris plus profond. Le filon est presque toujours massif (rares inclusions de quartz, dolomie et fer spathique), avec une puissance de 5 cm à 40 cm. Des essais chimiques réalisés sur le minerai donnent en moyenne 8,8% de soufre, 38,3% de cuivre, 12,5% d'antimoine et 1,4% d'argent.[26]

Deux types de minerais se distinguent selon le degré d'altération des faciès minéralisés :

- le premier a une couleur gris d'acier et est riche en cuivre et en antimoine (respectivement 30% et 15% environ) ;
- le second semble être une altération du premier et a une couleur noir-violacée ou noir-verdâtre. Il ne contient que peu d'antimoine[27].

La minéralisation est en grande majorité composée de cuivre gris et en particulier de tétraédrite *(pôle antimonieux de la famille des cuivres gris),* qui peut se présenter sous forme de cristaux de très grande taille (pluridécimétrique) (GOL, 1998) *(Figure 26)*.
Le gisement contient également, en beaucoup plus faible quantité, de la pyrite, de l'azurite, de la chalcocite *(sulfure de cuivre)*, de la malachite et de la stibiconite *(oxyde d'antimoine)*.



Nodules de tétraédrite inclus dans la calcite blanche et de la dolomite ferrifère brune (photo : L.D. Bayle)



Cristal géant de tétraédrite (arètes de 20 à 25 cm), gravé par un mineur en 1906 (photo : Y. Marchadier)

Figure 26 : Minerai exploité sur le titre minier d'Irazein (GOL, 1998)

[25] Unique gîte exploité du titre minier d'Irazein.
[26] Rapport de l'ingénieur en Chef des Mines du 30 janvier 1909 : « *Demande en concession d'une mine de cuivre et métaux connexes sur le territoire de diverses communes de l'Arrondissement de St-Girons, présentée par MM. Vaussard (Gaston), Vaussard (Edmond) et Masure (Victorien Eusèbe)* ».
[27] Rapport du Contrôleur des mines du 7 octobre 1912 : « *Concession de cuivre et métaux connexes d'Irazein - Procès-verbal de visite du contrôleur des mines - Visites des 20 juin et 30 septembre 1912* »

2.6 Hydrogéologie

A la demande de GEODERIS, une étude hydrogéologique complémentaire a été réalisée par le BRGM et consignée dans un rapport intitulé « *Reconnaissance du risque sanitaire et environnemental sur le secteur minier de Sentein (Ariège). Volet hydrogéologie* » (GENEVIER, 2015). Les principaux éléments de cette étude, nécessaires aux interprétations sanitaires et environnementales, ont été intégrés au présent document.

2.7 Hydrographie

2.7.1 Bassin versant du Lez (BRUNEL, 2005)

Trois étangs naturels sont présents sur le secteur : l'étang d'Albe *(n°2 sur la Figure 27)*, l'étang de Floret *(n°3)* ainsi qu'un autre, situé au pied du Serre d'Araing *(n°4),* auxquels s'ajoutent trois lacs de barrage qui sont utilisés pour la production hydroélectrique : l'étang d'Araing d'une capacité de 9 millions de mètre cubes *(n°1)*, l'étang de Chichoué *(n°5)* et l'étang d'Urets *(n°6)*. La topographie de ce territoire a entraîné l'aménagement de la plupart des ruisseaux du site pour la production hydraulique.

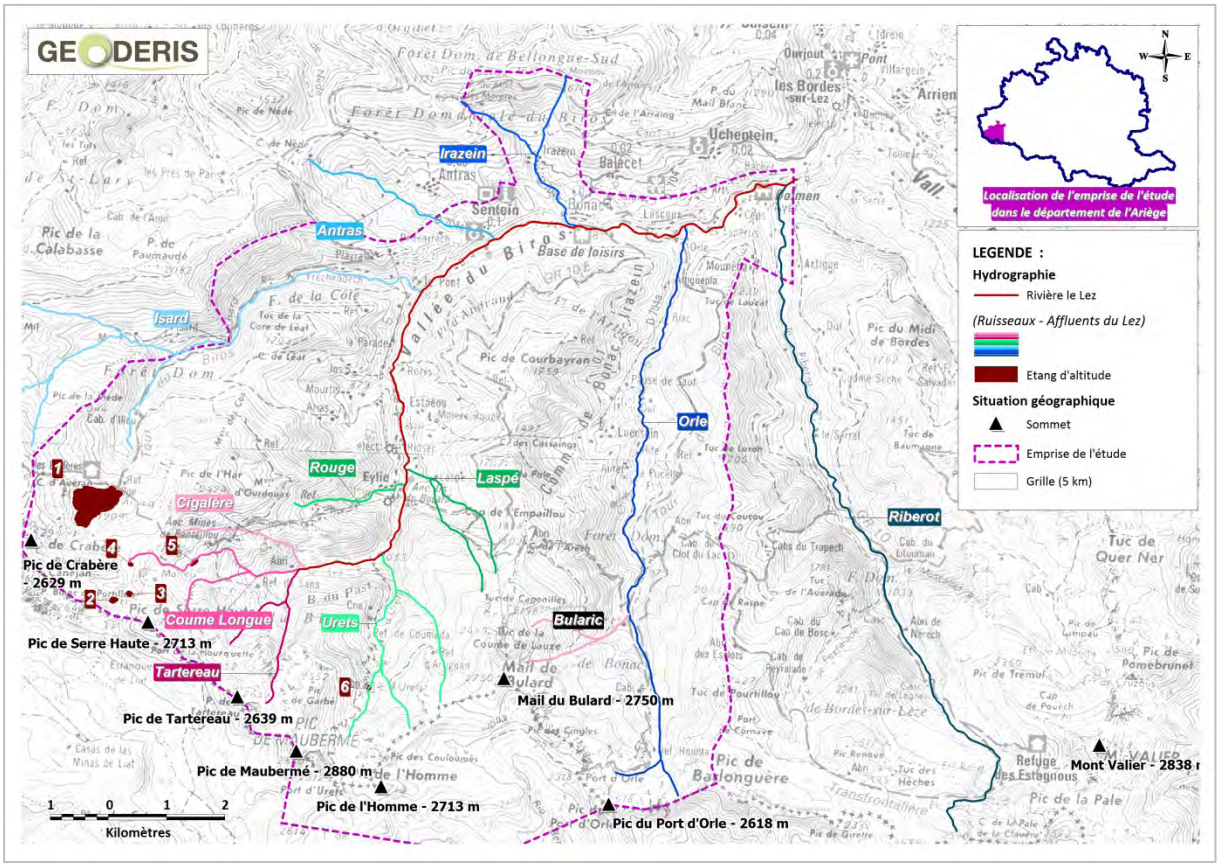


Figure 27 : Réseau hydrographique sur l'emprise de l'étude, sur fond SCAN 1 000 ® IGN

Le Lez naît de la réunion de trois torrents au fond du Cirque de la Plagne à environ 1 200 m d'altitude. Les sources se trouvent entre 2 000 et 2 300 m d'altitude. Le Tartereau coule sur le versant sud du Cirque de la Plagne et constitue un couloir qui s'achève par une cascade. Le versant nord est drainé par le Coume Longue, et plus à l'est par la Cigalère. Ces deux ruisseaux sont alimentés par des résurgences du karst de Bentaillou.

Avant de franchir le verrou glaciaire, qui ferme le Cirque de La Plagne, le Lez reçoit les eaux d'une source située sur sa rive droite (la source de la Plagne) et d'un torrent coulant du sud vers le nord (l'Urets). Au hameau d'Eylie, le ruisseau de Rouge rejoint le Lez par sa rive gauche. Plus en aval, les affluents du Lez sont multiples, issus des hautes vallées latérales : l'Isard conflue avec le Lez au hameau du Pont ; l'Antras, au village de Sentein ; l'Irazein, au village de Bonac ; l'Orle, au hameau de Lascoux ; et le Riberot, au Pont d'Ayer.

Tout comme ses affluents, la rivière le Lez est caractérisée par un régime torrentiel très marqué. La sédimentation éventuellement de matériaux fins ne devrait donc se faire que dans quelques rares zones mortes ou lorsque le lit majeur du cours d'eau s'élargit, notamment à Sentein ou à Esperris.

À Saint-Girons, le Lez se jette dans le Salat, qui rejoint à son tour la Garonne à hauteur de Roquefort-sur-Garonne.

2.7.2 Historique des crues

En avril 2013, Jacques BLANC, *Responsable de la Restauration de Terrains en Montagne (RTM),* a mis à disposition de GEODERIS la base de données du RTM sur l'historique des crues du secteur qui comporte 101 évènements, datés de 1853 à 2004. Ont été sélectionnés les phénomènes de crue torrentielle à intensité moyenne et forte, décrits dans le *Tableau 9*.

On notera tout particulièrement deux crues majeures, celle de juin 1875 et celle d'octobre 1937.

Ces éléments d'information sont importants car ils permettent de rendre compte de l'hydrodynamique du Lez et de ses affluents lors des principales crues. Au regard de la présence de nombreux dépôts (décrits par la suite) en bordure de ces cours d'eau, l'ampleur des crues permet d'évaluer si des matériaux résiduaires ont été transportés par les eaux de surface où risqueraient de l'être si ce type de phénomène se reproduisait.

DATE	NATURE DU PHENOMENE	COURS D'EAU	CONSEQUENCES
23/06/1875	**Crue torrentielle suite à des précipitations importantes durant le mois de juin**	**Rivière Le Lez**	**SENTEIN** : 88 propriétaires touchés, 3 granges effondrées. Le chemin de grande communication n°16 de Sentein au Bocard a été emporté sur 4 à 5 km. Un pont en bois et les passerelles sur la rivière, emportés. *Sur le chemin vicinal ordinaire n° 1 de Sentein au port de la Fourguette, chemins emportés à Girech, au hameau du pont, à Rioucaou, à Laparade, à Gibilé, au pont de Roul, au pont de Fonton. Chemin détruit au pont de Fonta à Eylie. Murs de soutènement écroulés à Girech, à Maupas, au hameau du pont, au hameau du pont de Rioucaou, à Laparade, à Gibilé, de Cibilé à Balascou, au pont de Roul, au pont de Fonta, au pont à Eylie. Pont sur le ruisseau d'Eylie emporté.* **BONAC-IRAZEIN** : Sur le chemin vicinal ordinaire n°1 de Bonac à Port d'Orle, deux ponts en bois sur le Lez emportés. Ce même chemin emporté et occupé par le ruisseau. **AUDRESSEIN** : 20 propriétaires touchés, dégâts aux digues et moulins. Chemin vicinal d'Audressein à Arrout emporté sur 80 m. Sur le chemin de grande communication n° 9 de Castillon à Portet, talus et partie du chemin emportés. **UCHENTEIN** : 38 propriétaires touchés, terrains emportés le long du Lez, un pont en bois sur le Lez emporté, moulin à moitié détruit, 2 maisons fortement endommagées. Chemin vicinal d'Uchentein au hameau de Cep détérioré sur 2 km **BORDES-SUR-LEZ** : Éboulements, champs ravinés, terrains emportés, un pont en bois sur chemin n°16 de grande communication au lieu-dit Peyremale. Dégâts scierie, moulin **CASTILLON-EN-COUSERANS** : 17 propriétaires touchés, digues emportées, canaux d'amenée de moulin comblés, chemin vicinal de Castillon à Audressein détérioré sur 10 m.
23/06/1881	**Crue du Lez suites aux orages des 23 et 25 juin**	**Rivière Le Lez**	**BONAC-IRAZEIN** (lieu-dit : Lascoux, La Boupeillère) : Mur de soutènement et remblai du CD4 écroulés
04/10/1937	**Crue torrentielle avec apport de matériaux (lit obstrué) suite à 48h de pluies torrentielles**	**Rivière Le Lez**	*Crue de 4 m vers 22h. Maisons inondées sur les deux rives* **BORDES-SUR-LEZ** : Dégâts à l'usine électrique, passerelle de fer arrachée, une partie digue et 1 mur de soutènement de 30 m de haut emportés **UCHENTEIN** : Pont sur le Lez détruit **SENTEIN** : Ponts de Bamascou, Badech, Moulin et Hounta emportés. Chemin vicinal de Sentein à Bocard emporté sur 6 km. Chemin vicinal n° 1 emporté en partie de Sentein à Estouéou. 2 granges emportées. Usine inondée. La rivière coule à la place de l'ancienne route et les immeubles sont inondés sur les deux rives. **CASTILLON-EN-COUSERANS** : Dégâts aux usines, passerelles emportées, couche de limon et de pierres, parapet du pont de Tournac emporté plus une partie du chemin attenant au pont. Route barrée, circulation interrompue entre Castillon et Sentein.
27/10/1937	**Crue torrentielle**	**Ruisseau de l'Orle**	**BONAC-IRAZEIN** : Pont d'Orle emporté (Lascoux). Chemin vicinal emporté sur 1500 m au hameau de Biac. 11 passerelles emportées dont celles de Dul, Biac, Artiguepla et Espladirous.
Janvier 2004	**Crue torrentielle**	**Rivière Le Lez**	**BONAC-IRAZEIN** : Erosion de berge à l'aval (environ 100 m) du pont de Lascoux. Erosion jusqu'à la route. Fondation d'un hangar agricole fortement affouillée, poteau téléphonique sapé et renversé, ancien enrochement détruit.

Tableau 9 : Crues torrentielles, d'intensité moyenne à forte, référencées dans la base de données du RTM, consultée en avril 2013

3 PHASE INFORMATIVE - HISTORIQUE MINIER

3.1 Préambule sur la présentation des données

Pour rappel, les **cartes des exploitations minières**, en *Annexes B3-1 à B3-3 (hors-texte)*, illustrent par titre minier les travaux miniers souterrains, les ouvrages débouchant au jour, les installations de transport et les installations de traitement du minerai.

Les **cartes informatives**, en *Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée les sources potentielles de pollution (dépôts miniers, émergences minières, stations et pylônes associées aux installations de transport, installations de surface) et les usages et enjeux (captages d'eaux, zones de pâturages, résidences permanentes et temporaires, aires de jeux, etc.).

Le **recueil de données géoréférencées** en *Annexe B5 (hors-texte)* est un fascicule qui fournit la description de l'ensemble des objets géoréférencés, en particulier des **646 éléments ayant fait l'objet d'un enregistrement à l'issue de l'étude de l'historique minier** (hors travaux miniers souterrains) *(Tableau 10)*.

Travaux d'exploitation et d'extraction	462
Travaux miniers souterrains (galeries, descenderies, etc.)	*379*
Ouvrages débouchant au jour (entrées de puits, galeries et descenderies)	*73*
Gîtes complémentaires (travaux indifférenciés, non visités ou travaux de reconnaissance uniquement)	*10*
Installations de transport	76
Voie aérienne (câbles et transbordeurs)	*12*
Voie pédestre ou charretière	*4*
Voie ferrée	*15*
Glissière hydraulique	*3*
Petite station intermédiaire d'une voie aérienne	*25*
Station principale d'une voie aérienne	*17*
Installations de surface	49
Laverie ou unité de traitement du minerai (et installation connexe)	*8*
Installation logistique (bâtiment, atelier, bureaux, etc.)	*30*
Cuve ou transformateur non démantelé(e)	*11*
Dépôts miniers	53
Stériles de creusement	*17*
Résidus de traitement	*10*
Résidus de décantation	*2*
Dépôt associé aux installations de transport (en base d'une station, sous un câble, etc.)	*14*
Mélange de sols et de résidus (sol de plateforme minière, résidus transportés par voie hydraulique)	*10*
Emergences minières	6

Tableau 10 : Eléments ayant fait l'objet d'un enregistrement géoréférencé à l'issue de l'étude de l'historique minier

Chaque titre minier fait l'objet d'une présentation (situation géographique, statut administratif, travaux d'exploitation, transport du minerai, traitement du minerai, fermeture).

À l'issue de chaque paragraphe, le lecteur trouvera un paragraphe illustré afférant à l'état actuel du site et présentant, sous forme de tableaux, la synthèse, les connaissances acquises et les résultats du diagnostic (travaux de terrain, prélèvements et mesures) sur : les installations de transport, les installations de surface, les dépôts miniers et les émergences minières.

3.2 Concessions minières du secteur étudié

Quatre concessions minières ont fait l'objet de travaux d'exploitation et de traitement du minerai *(Figure 28)* :

- la concession du **Bulard**, exploitée pour le zinc (majoritairement) et le plomb, de 1900 à 1918, *pour une production totale de 98 000 t de tout-venant, dont 41 000 t de blende et 90 t de galène* ;
- la concession d'**Orle**, exploitée pour le zinc durant une dizaine d'années, au début du XX^{ème} siècle, *pour une production estimée à quelques centaines de tonnes de blende* ;
- la concession d'**Irazein**, exploitée pour les cuivres gris (cuivre et argent), principalement de 1909 à 1914, *pour une production estimée à quelques centaines de tonnes de minerai ;*
- la concession de **Sentein**, de loin la plus importante du secteur étudié, exploitée pour le zinc, le plomb et - dans une moindre mesure - l'argent, de 1848 à 1963, *pour une production totale d'un million de tonnes de minerai (titrant environ à 10% zinc et 3% plomb, soit approximativement 125 000 tonnes métal)*.

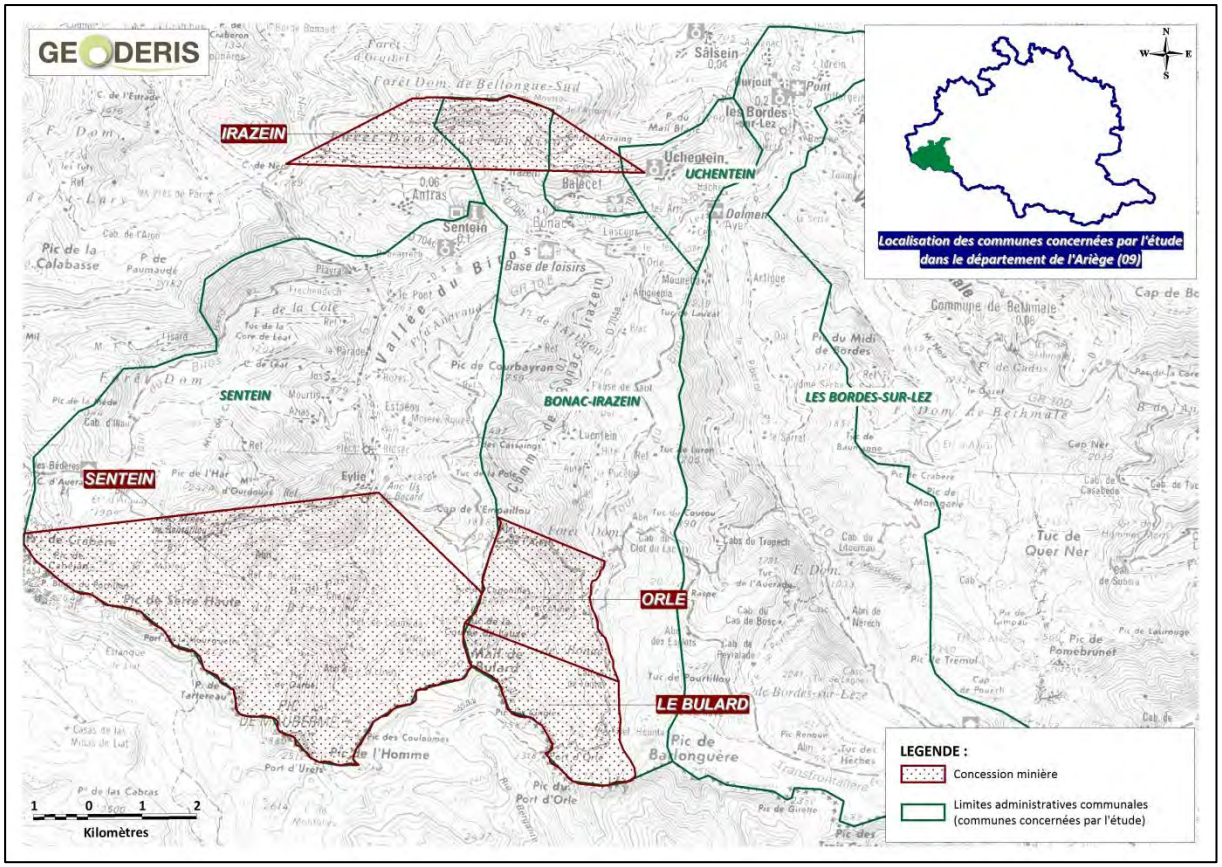


Figure 28 : Concessions minières étudiées au droit des quatre communes concernées, sur fond SCAN 100 ® IGN

3.3 Concession du Bulard

3.3.1 Situation

La concession de Bulard est située sur la commune de Bonac-Irazein. Sa limite méridionale se confond avec la frontière franco-espagnole. **Les mines ont été exploitées pour le zinc (majoritairement) et pour le plomb, de 1900 à 1918**.

La *Figure 29* illustre de façon schématique la situation du titre minier du Bulard et de ses installations (de l'extraction au traitement du minerai). Ces objets sont décrits dans les paragraphes suivants.

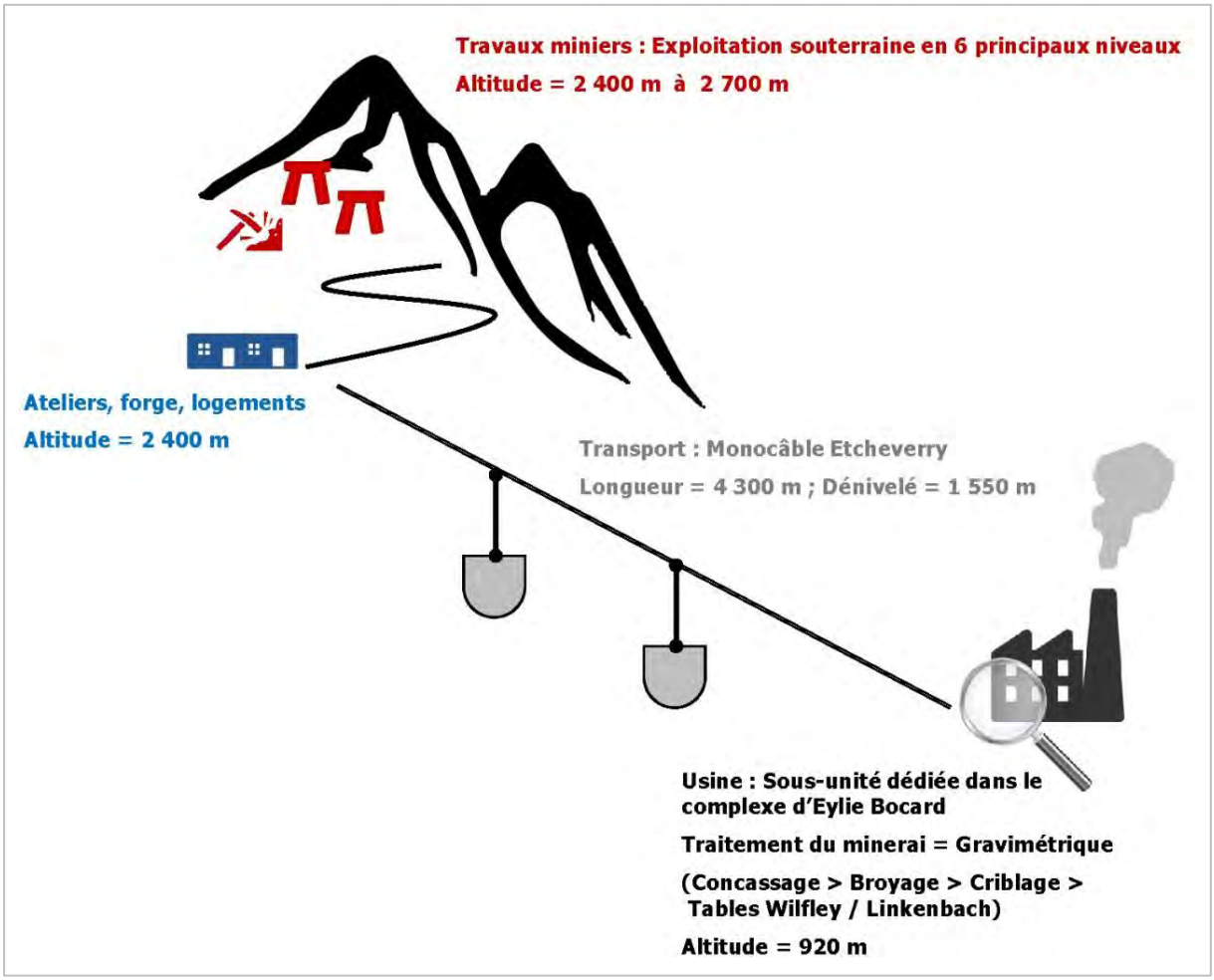


Figure 29 : Situation schématisée du titre minier du Bulard et de ses installations

3.3.2 Historique de la concession

Les données collectées sur la concession du Bulard sont en grande partie issues des travaux de DUBOIS de 2004 et de TARANNE de 2010. Cependant, d'autres archives minières, étudiées à la DREAL-Midi-Pyrénées à Toulouse, ont permis de compléter ces informations. Elles sont appelées en bleu et entre crochets dans le corps du texte et leur description est fournie en Annexe B1, paragraphe 3 (hors-texte).

Le *Tableau 11* présente les principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession du Bulard.

Date	Evènements / Faits
Années 1840	Premières recherches déclarées en vallée d'Orle
1859	Première mention de Bulard pour un permis de recherche
23 juin 1893	Institution de la concession de Bulard par décret à la *Castillon Mining Company* pour le plomb, le zinc, l'argent et les métaux connexes
1893-1900	Pas de travaux miniers
1900-1906	Exploitation par *The mining and smelting company of Nescus*
1906	Amodiation puis vente au Syndicat Minier
1906-1914	Exploitation régulière par le Syndicat Minier
16 janvier 1914	Mutation au nom de la SFMS (en même temps que la concession de Sentein)
1914-1918	Peu d'activité
1918	Tentative de reprise infructueuse
1939	Intention de la SFMS de renoncer à la concession (la procédure n'aboutit pas)
1975	La SFMS est en liquidation. La concession est orpheline.

Tableau 11: Principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession du Bulard

3.3.2.1 Travaux de recherche

PREMIERES RECHERCHES (1844-1891)

Les premiers dossiers de déclaration de recherches en vallée d'Orle datent de 1844, 1845 et 1847. Le 25 septembre 1848 est instituée la concession minière de Sentein au bénéfice de M. le baron de Boisrouvray, ce qui provoque l'investissement de nouvelles recherches dans la vallée d'Orle. En 1859, est découvert un affleurement de plomb argentifère à la Mail de Bulard (confirmé par arrêté préfectoral le 8 mai 1860).

De 1860 à 1869, plusieurs permis de recherche sont octroyés sans qu'aucun travail ne soit réalisé.

De 1875 à 1888, des autorisations de fouilles à Bulard sont données, mais seules de modestes excavations y sont réalisées. En 1890, J. Edwards et la *Castillon Mining Company* sont autorisés à exécuter des recherches à Bulard.

RECHERCHES DE J. EDWARDS, CASTILLON MINING COMPANY (1891-1893)

J. Edwards réalise quelques travaux de recherches à la Mail de Bulard (4 amorces de galeries de 6 à 13 m de long et deux attaques de puits de 3 et 9 m). La situation des affleurements rend les travaux extrêmement pénibles. Suite à ces travaux, pourtant bien superficiels, J. Edwards demande la concession en 1892, sans être assuré de la continuité en profondeur du gisement de Bulard.

3.3.2.2 Octroi de la concession

La concession est instituée par un décret du 23 juin 1893 pour des mines de plomb, zinc, argent et métaux connexes, à la *Castillon Mining Company*, qui a déposé son bilan deux semaines plus tôt. Elle n'effectue donc aucune exploitation dans le périmètre de la concession. Du fait d'une nouvelle chute des cours des métaux, l'activité minière ne reprendra qu'en 1898.

3.3.2.3 Mutations de la concession

De 1896 à 1898, une famille se portera acquéreur conditionnel des concessions de Sentein et de Bulard. Cette dernière est cependant inactive à cette époque.

La société *The Mining and Smelting Company of Nescus* est fondée le 19 juillet 1898. Elle exploitera le gisement jusqu'en 1906.

Le Syndicat minier est fondé le 28 avril 1906. Il exploite régulièrement les deux concessions jusqu'en 1913. **L'épuisement du gisement de Bulard est remarqué dès 1913**. Le 9 septembre de la même année, Le *Syndicat Minier* vend les concessions de Sentein et Bulard à la *Société française des mines de Sentein* [BUL-D-09]. Le Syndicat minier est mis en liquidation en 1914 (DUBOIS, 2004).

La mutation des concessions de Sentein et Bulard au nom de la *Société française des mines de Sentein* est dans les faits autorisée par un décret du 16 janvier 1914 [SEN-D-58]. La mine de Bulard ne sera que peu exploitée par la SFMS : l'activité, ralentie pendant la première guerre mondiale, s'arrête définitivement en 1919 [BUL-D-02][28].Seuls des travaux de recherche et quelques glanages sont effectués dans les années précédant la fin des travaux [BUL-D-18].[29]

La suite de l'histoire de la concession de Bulard est entièrement liée à celle de Sentein, exception faite qu'il ne s'y réalise aucune exploitation.

[28] (SGR Midi-Pyrénées, Etude des concessions minières illimitées. Concession du Bulard (09)., 1994).
[29] En novembre 1939, la SFMS fait part de son intention de renoncer à la concession de Bulard dans un courrier adressé à l'Ingénieur en chef des Mines de Toulouse [BUL-D-27a]. L'affaire est classée sans suite.

3.3.3 Travaux miniers

3.3.3.1 Structure filonienne

Pour rappel, la minéralisation de la mine du Bulard s'inscrit dans la formation *« Horizon de Crabère »* et consiste principalement en une paragénèse {blende-galène-pyrrhotite-magnétite} (cf. *paragraphe 2.5.4*.).

Le filon affleure sur le versant français du pic de la Mail de Bulard, l'altitude de la crête frontière étant de 2 752 m au sommet de ce pic. La cote approximative de l'affleurement est de 2 450 m. Le filon se diviserait en « deux branches » et affleure en deux endroits

Le filon est dirigé EW et son pendage est proche de la verticale *(Figure 30)*. Sa puissance moyenne est de 1 à 1,20 m [BUL-D-30]. Certaines parties du filon donnent jusqu'à 4 m de blende massive [BUL-D-11a]. L'épaississement de la minéralisation en certains endroits et la présence de « deux branches » seraient en fait la conséquence de la rencontre entre deux filons [BUL-D-10].



Figure 30 [ci-contre] : Structure supposée du filon en 1907 [BUL-D-09]

3.3.3.2 Exploitation

De l'institution de la concession (1893) à 1902, aucune exploitation n'est réalisée.

TRAVAUX DE THE MINING AND SMELTING COMPANY OF NESCUS (1902-1906)

De 1902 à 1904, la mine semble exploitée un peu au hasard et sans méthode apparente. En 1903, les travaux se développent alors sur 52 m de hauteur partagés en trois étages par les galeries n°1 à n°4. La mine produit alors 40 tonnes de tout-venant par jour, donnant 20 tonnes de blende lavée.

En 1904, deux nouvelles galeries sont amorcées. L'exploitation est réalisée par gradins droits, en laissant des piliers pour soutenir les épontes (avec un espacement maximum de 7 m sur avis de l'ingénieur des Mines [BUL-D-30]).

TRAVAUX DU SYNDICAT MINIER (1906-1913)

En 1907, le Syndicat minier envisage d'exploiter progressivement par gradins renversés, avec remblayage pour assurer la stabilité des épontes. Cette technique permettrait d'éviter de laisser des piliers de minerai [BUL-D-09]. Le remblayage est en effet adopté, mais les procès-verbaux de visite suivants montrent que l'exploitation s'est quasiment toujours effectuée par gradins droits. 110 m séparent la galerie n°1 de la galerie n°5.

À 45 m en contrebas de la galerie n°1, un travers-banc de 60 m de longueur a été tracé, sans avoir encore recoupé le minerai. La majeure partie des travaux se concentre aux étages n°2 à n°4 [BUL-D-10] ; [BUL-D-11a]. L'exploitation est « régulière et facile » [BUL-D-13a].

À partir de 1909, quelques travaux sont réalisés au niveau d'un « nouveau filon », situé 55 m plus bas que la galerie 0. Une galerie de quelques dizaines de mètres de longueur, dite « des Anglais », est située au niveau du carreau de la mine.

L'activité est maximale en 1910, avec en moyenne 200 hommes occupés à la mine. Ces chiffres ne tiennent pas compte des employés travaillant à la laverie du Bocard-d'Eylie, qui reçoit également le minerai de la concession de Sentein.

PAR LA SFMS (1914-1918)

En 1914, le filon devient de plus en plus « stérile » à l'avancée de l'exploitation, et ce depuis 1913 (DUBOIS, 2004). Il n'existe d'ailleurs aucun procès-verbal de visite de 1914 à 1917 inclus. Seul celui du 15 avril de 1918 [BUL-D-17] indique qu'il subsiste encore une activité à Bulard pendant ces années.

En 1917, du minerai a été glané au sol de la galerie n°2 et quelques travaux de recherche ont été réalisés. Cependant, en 1918, tout le minerai visible semble avoir été pris ; seuls des travaux de recherche sont alors envisageables pour la suite. En cas d'insuccès, la mine serait « définitivement condamnée » ; c'est effectivement ce qui a lieu [BUL-D-18]. Les ouvriers occupés en 1918 sont affectés à la mine de Bentaillou.

Au total, la mine du Bulard aura produit 98 000 tonnes de tout-venant dont 41 000 tonnes de blende et environ 90 tonnes de galène.

Les travaux miniers souterrains s'organisent selon 6 niveaux principaux, n°0 à n°5, les cinq derniers débouchant au jour *(Figure 31 et Figure 32)*.

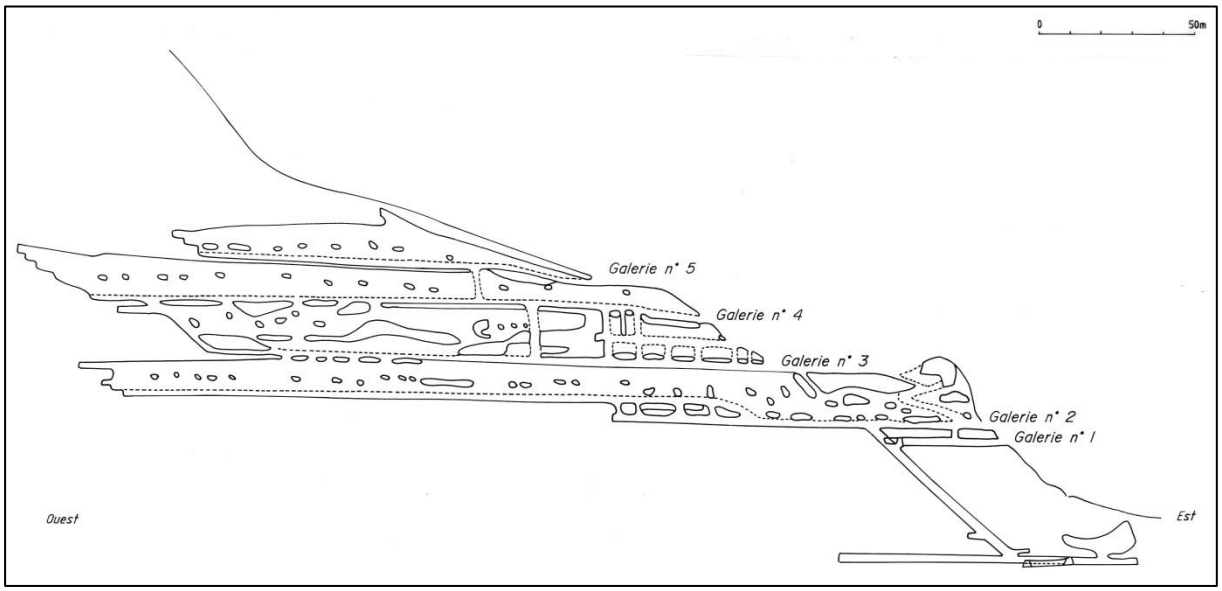


Figure 31 : Coupe de la mine du Bulard en 1912 (document daté du 1er avril 1912 ; Archives DREAL Midi-Pyrénées ; (DUBOIS, 2004))

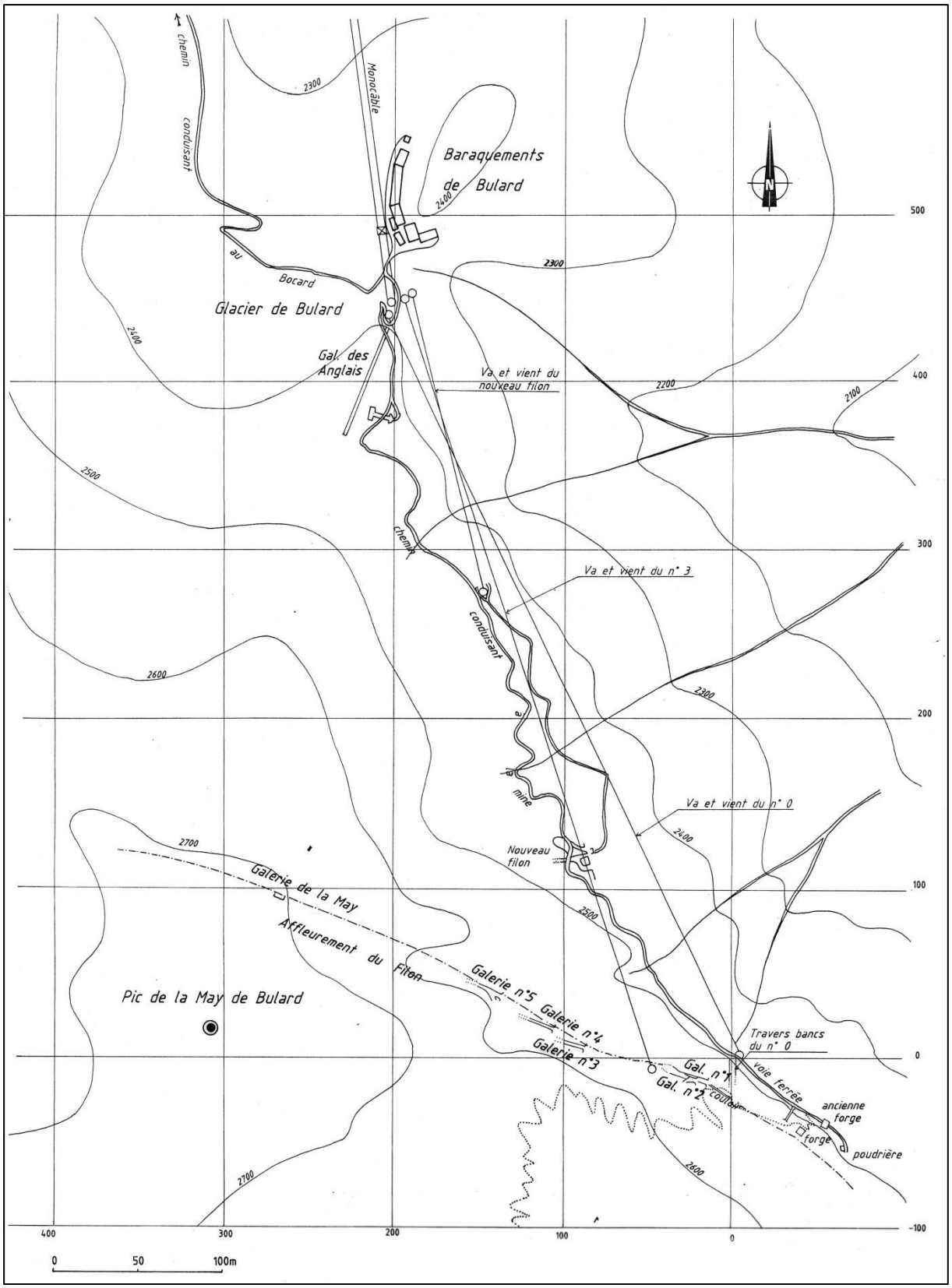


Figure 32 : Plan du site de Bulard en 1912 (Document daté du 5 mai 1912 ; Archives DREAL Midi-Pyrénées ; (DUBOIS, 2004)

3.3.4 Transport du minerai

Un monocâble de descente de type Etcheverry est mis en service en 1902. Il est divisé en deux branches, l'ensemble ayant 4 300 m de longueur pour 1 550 m de dénivelé [BUL-D-30] *(Figure 33)*.

Deux va-et-vient, d'environ 500 m de long, relient le niveau 3 au carreau de la mine, d'où part le monocâble (pour les minerais des niveaux 3 à 5) et le niveau 0 au carreau de la mine (pour les minerais des niveaux 0 à 2). Un autre va-et-vient, construit en 1910, relie le « nouveau filon » au carreau [BUL-D-12].

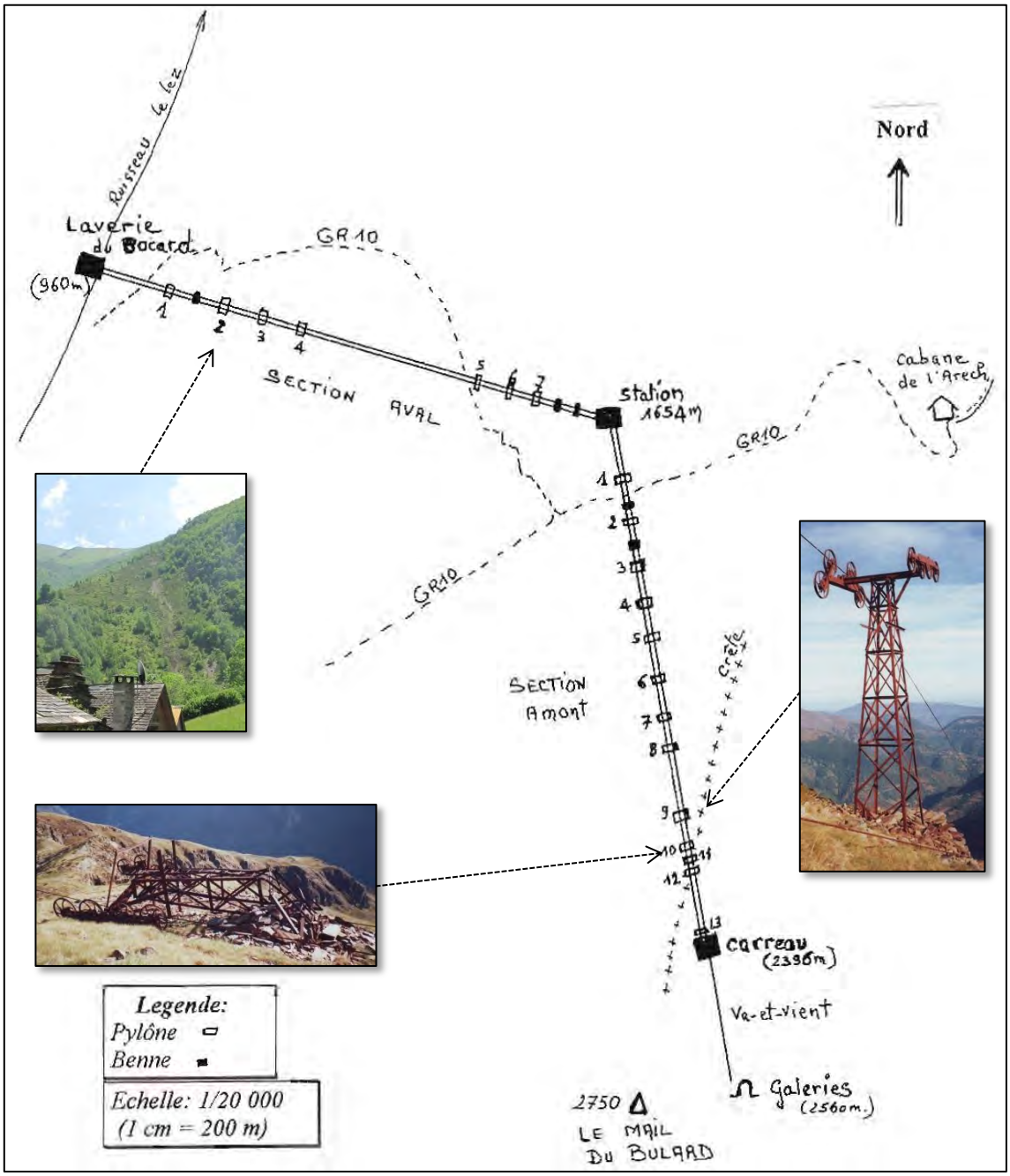


Figure 33 : Pylône n°9 et schéma du téléphérique reliant le carreau de la mine de Bulard au Bocard d'Eylie (SGR Midi-Pyrénées, 1994)

3.3.5 Traitement du minerai

Le minerai subit un premier tri dans la mine afin d'éliminer les parties complètement « stériles » (schistes et quartz). Après cette première opération, en 1910, le minerai tout-venant de Bulard contiendrait entre 20% et 22% de zinc. Il est ensuite envoyé au Bocard d'Eylie grâce aux installations de transport décrites précédemment où il subit un traitement gravimétrique dans une unité spécifique via des opérations de concassage, broyage et tri et l'utilisation, notamment en fin de traitement, de deux tables de Wilfley et de deux tables de Linkenbach.

En 1910, un premier scheidage donne du minerai à 46-50% de zinc. Le reste est traité dans l'unité dédiée traitement de la laverie d'Eylie et enrichi entre 42% et 45% [BUL-D-12]. Le schéma de fonctionnement de cette installation est présenté sur la *Figure 34*.

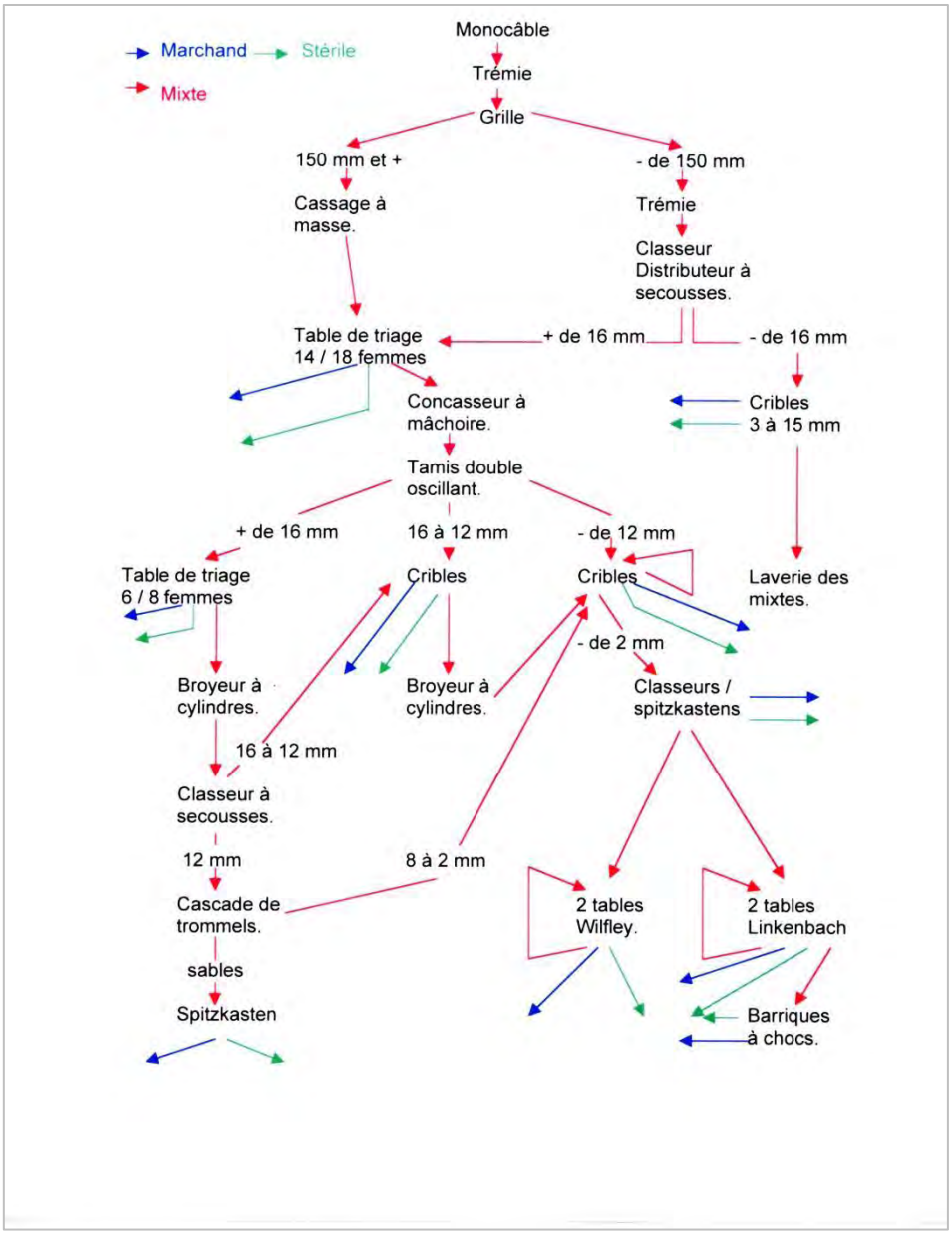


Figure 34 : Schéma de fonctionnement de l'unité dédiée au traitement du minerai du Bulard, à la laverie du Bocard d'Eylie en 1907 (DUBOIS, 2004)

3.3.6 Fermeture et travaux de mise en sécurité

La concession étant orpheline, c'est l'Etat qui a pris en charge la mise en sécurité du site [BUL-D-02].

TRAVAUX MINIERS SOUTERRAINS :

La galerie des Anglais *(Figure 35)* (de 2 m de haut et 1,5 m de large) est le seul ouvrage accessible. Elle débouche sur le carreau de la mine. Elle est creusée dans la roche saine et est pénétrable sur une cinquantaine de mètres.
Les autres ouvrages miniers souterrains *(Figure 36)* sont quasiment inaccessibles.



Figure 35 : Entrée de la galerie des anglais (à gauche : (SGR Midi-Pyrénées, 1994) ; à droite : (GEODERIS, 2010)]



Travaux souterrain du « Nouveau filon » (le jalon mesure 1 m)

Figure 36 : Etat actuel des travaux miniers souterrains au « Nouveau filon » (55 m sous la galerie n°0) (DUBOIS, 2004)

VESTIGES ET DEPOTS MINIERS

Les déblais d'extraction des galeries et les résidus de concassage ont été rejetés au pied de la falaise où ils se sont mélangés aux blocs rocheux tombés naturellement de la falaise. Il n'y a pas de résidus de laverie sur le site de Bulard étant donné que le minerai était traité au Bocard d'Eylie. Sur le carreau de la mine, seuls subsistent 7 baraquements en pierres ruinés et des vestiges du monocâble reliant le carreau et le Bocard d'Eylie, ainsi qu'un va-et-vient entre le carreau et les galeries d'exploitation (a priori celui du « nouveau filon »).

IMPACT POTENTIEL SUR L'ENVIRONNEMENT

Le site minier n'a pas d'impact sur les eaux souterraines et de surface. Il n'existe aucune activité humaine dans la zone de haute montagne où est située la mine. La partie inférieure du téléphérique se situe en zone touristique (vallée de Sentein et GR10). L'impact paysager de la mine n'est décelable que par les quelques vestiges susmentionnés.

AMENAGEMENTS REALISES

Les seuls travaux de mise en sécurité ont consisté en la mise à terre et l'évacuation des pylônes les plus dangereux ; les autres sont restés en place. Aucune mise en sécurité supplémentaire n'a été réalisée sur le site minier dont l'état actuel général est illustré par la *Figure 37*.



Habitat et station de tête du monocâble Etcheverry. À gauche de celle-ci, station de recette des va-et-vient de la mine.



Habitat, la station de recette des va-et-vient, la station de tête du moncâble et son premier pylône (vue depuis le sud)



Ancienne voie de roulage

Figure 37 : Vestiges miniers actuels du Bulard, au droit des baraquements et du carreau de la mine (DUBOIS, 2004)

3.3.7 Etat actuel du site et sources de pollution

L'état actuel du site, de ses vestiges et des sources de pollution associées sont décrites dans les *Tableau 12 et Tableau 13*. Ces éléments sont cartographiés sur la carte des exploitations minières du Bulard (*Annexe B3-2, hors-texte*) et la carte informative d'Eylie (*Annexe B4-6, hors-texte*)[30].

Ce paragraphe constitue la synthèse de la phase informative, des observations de terrain et des principaux résultats analytiques obtenus lors de la caractérisation des sources de pollution identifiées.

n°299	Baraquements ruinés des mineurs (logements, ateliers, forge, magasins, etc.) de la mine du Bulard. Edifices visités en 2010 (GEODERIS, 2010).
  	
n°175	Chemin de mine, voie de roulage empruntée par les mineurs pour se rendre du carreau aux travaux miniers (d'après DUBOIS, 2004 ; p 1081). Report selon traces sur Ortho.
n°176	Voie ferrée entre l'entrée du Nouveau Filon et la tête d'un va-et-vient qui rejoint le carreau (d'après DUBOIS, 2004 ; p 1081). Report selon traces sur Ortho.
n°177	Plan incliné en surface reliant les entrées des galeries n°1 et n°2 (niveaux débouchant au jour les plus bas des TMS) à la forge (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°178	Petite station. Tête du va-et-vient n°2 à l'entrée du travers-banc n°0 (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°179	Va-et-vient n°2 entre le travers-banc n°0 et la Station de téléphérique du Bulard (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°180	Petite station. Tête du va-et-vient n°3 à l'entrée du niveau 3 (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°181	Va-et-vient n°3 entre l'entrée du niveau 3 et la Station de téléphérique du Bulard (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°182	Petite station. Tête du va-et-vient du Nouveau Filon (d'après DUBOIS, 2004). Report d'après plans miniers.
n°183	Va-et-vient du Nouveau-Filon (d'après DUBOIS, 2004 ; p 1081). Report d'après plans miniers.

Tableau 12 : Installations de surface logistiques et de transport à la mine du Bulard (visité par GEODERIS en 2010 lors de l'inventaire DDIE)

[30] Les références précisées dans les tableaux sont celles reprises sur les cartes.

n°184	Station de téléphérique du Bulard. Station de tête du monocâble Etcheverry reliant la mine de Bulard au bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004). En sortie de voie de roulage de la mine et des trois va-et-vient (câbles aériens). *Ci-dessous, à gauche : DUBOIS, 2004.*
 	
n°185	Monocâble Etcheverry reliant la mine de Bulard au bocard d'Eylie (d'après Dubois, 2004). Report selon traces sur Ortho.
n°186	Station intermédiaire du monocâble reliant la mine de Bulard au bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004). Altitude 1 654 m. Report d'après Ortho.
n°228	Minerai supposé, associé au câble reliant la mine du Bulard à Eylie. Tracé d'après ORTHO et d'après photo aérienne de 1942 (« trace blanche »), en concordance avec tracé du câble.
n°230	Minerai + matériaux de construction, supposés associés au monocâble reliant la mine de Bulard au bocard d'Eylie. Tracé d'après ORTHO. Granulométrie hétérogène mais principalement mm – cm. *Mesures NITON (en base du dépôt) : Zn et Pb < 500 mg/kg* *Ci-dessous, à gauche : extrait de la photo aérienne de 1942, Géoportail ®IGN*
   	
n°187	Station de recette du monocâble reliant la mine de Bulard au bocard d'Eylie, bâtiment accolé à la laverie (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.

Tableau 13 : Installations de transport entre la mine du Bulard et la laverie d'Eylie et dépôts miniers associés

3.4 Concession d'Orle

3.4.1 Situation

La concession d'Orle est située sur la commune de Bonac-Irazein. Sa limite méridionale se confond avec la limite septentrionale de la concession du Bulard. **Les mines ont été exploitées pour le zinc durant une dizaine d'années au début du XX^{ème} siècle**. Elles sont organisées selon plusieurs gîtes, la plupart ne consistant qu'en des travaux de recherches. La *Figure 38* illustre de façon schématique la situation du titre minier d'Orle et de ses installations (de l'extraction au traitement du minerai). Ces objets sont décrits dans les paragraphes suivants.

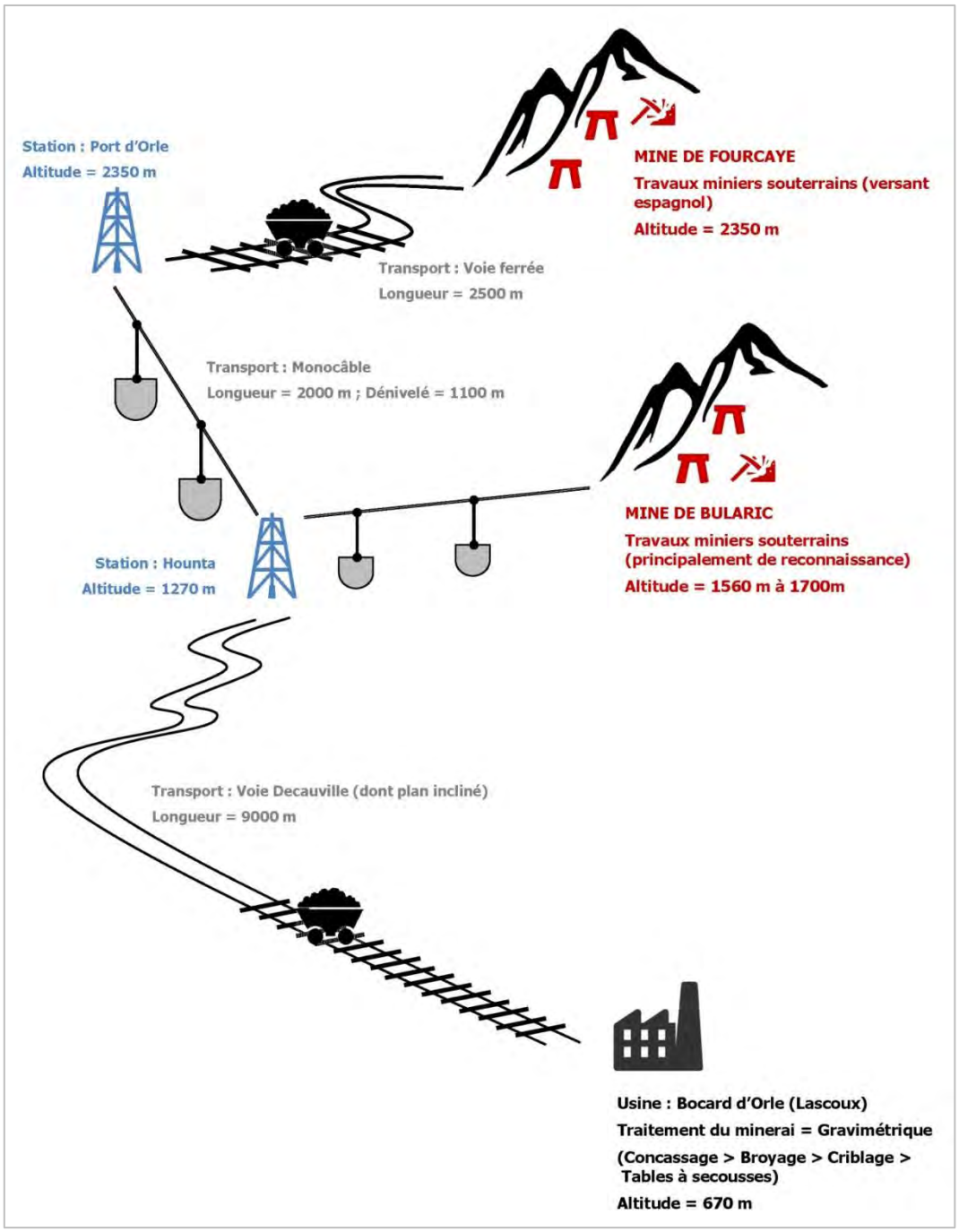


Figure 38 : Situation schématisée du titre minier d'Orle et de ses installations

3.4.2 Historique de la concession (et des sites associés)

Les données collectées sur la concession d'Orle (et des sites associés) sont en grande partie issues des travaux de DUBOIS de 2002 et 2004 ainsi que des rapports de MICA Environnement de 2001, 2006 et 2007.

Cependant, d'autres archives minières, étudiées à la DREAL Midi-Pyrénées à Toulouse, ont permis de compléter ces informations. Elles sont appelées en bleu et entre crochets dans le corps du texte et leur description est fournie en Annexe B1, paragraphe 3 (hors-texte).

Le *Tableau 14* présente les principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession d'Orle.

Date	Evènements / Faits
17 décembre 1907	Institution par décret de la concession d'Orle au profit de la *Société Anonyme de Montolieu* pour plomb, zinc, cuivre, argent et métaux connexes
1913	Réduction du périmètre initial de la concession (400 ha au lieu de 905 ha)
21 septembre 1961	Mutation au profit de la Société Minière et Métallurgique de Peñarroya
1988	Peñarroya devient METALEUROP SA par fusion de la Société Minière et Métallurgique de Peñarroya et de la division des métaux non ferreux de la société allemande Preussag
5 décembre 2001	METALEUROP SA dépose la demande d'arrêt définitif de travaux
5 juin 2002	Accord tacite donnant acte à METALEUROP pour l'exécution des travaux de mise en sécurité, complété le 22 octobre 2002 par un courrier de M. le Préfet de l'Ariège précisant quelques modalités pour ces travaux
20 octobre 2003	Arrêté préfectoral mettant METALEUROP en demeure d'engager les travaux
juin-juillet 2006	Exécution des travaux de mise en sécurité
4 septembre 2007	Renonciation du titre minier

Tableau 14 : Principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession d'Orle

3.4.2.1 Travaux de recherche avant concession

PREMIERES RECHERCHES (XIX^{EME} SIECLE)

Les premiers dossiers de déclaration de recherches datent de 1844, 1845 et 1847 en vallée d'Orle. En 1860, l'administration des Mines attribue le territoire communal (moyenne montagne, indices de Bularic et Flouquet, qui donneront naissance à la concession d'Orle) à J.-F. Surre, et le territoire domanial (haute montagne, qui deviendra la concession de Bulard) à la Compagnie des mines de Sentein. De 1860 à 1899, il est impossible de savoir qui a réellement procédé à des travaux d'exploitation, quand et à quel endroit (DUBOIS, 2002).

SOCIETE DES MINES DE MONTOLIEU

La Société des Mines de Montolieu est constituée le 25 août 1899. Son siège est à Alès (30). Son objectif est d'exploiter des gisements de blende espagnols, situés autour de l'étang de Fourcaye, dans le Val d'Aran. De 1903 à 1905, la compagnie effectue des attaques minières aux indices de Bularic, de Flouquet, de Darnaca, de Graullès, *« des 200 »*, *« des 400 »* et de la Grotte de l'Ours, qui produisent 50 t de minerai (DUBOIS, 2004). De 1905 à 1907, elle concentre ses travaux à Bularic (DUBOIS, 2002), où elle produit encore quelques dizaines de tonnes de minerai.

3.4.2.2 Octroi de la concession

Les travaux miniers du Val-d'Aran n'étant accessibles que pendant les mois d'été (altitude d'environ 2 400 m) ; c'est pourquoi les « gisements » du communal de la Vallée d'Orle font l'objet d'une demande d'institution, étant donné qu'ils sont situés à des altitudes plus basses (900 à 1 700 m). De plus, la *Société des Mines de Montolieu* (*SMM*) s'engage à fournir 4 000 tonnes de minerai par an à la *Société des Mines et Fonderies de Zinc (SVM)* : l'exploitation des gisements d'Orle aurait donc pu fournir un complément, sachant qu'en 1907, la SMM ne livre que 352 tonnes à la SVM.

La concession d'Orle est **instituée par décret le 17 décembre 1907**, au profit de la SMM, pour l'exploitation des mines de zinc, plomb, argent et métaux connexes.

3.4.2.3 Mutations de la concession

MUTATION A LA SOCIETE DES MINES DES BORMETTES (1908-1961)

Peu de temps après l'institution de la concession d'Orle, toujours en 1907, la SMM abandonne tous les travaux (à Orle et dans le Val d'Aran). Les mines et installations sont vendues à la Société des Mines des Bormettes (SMB) au printemps 1908. La SMB n'effectue aucune exploitation à Orle. Elle vend tout l'outillage mineur et approvisionnements d'exploitation et de cantine. Le matériel des câbles, plans inclinés et laverie a été démonté et mis en vente [ORL-D-25]. Elle conserve ensuite la propriété de la concession pendant plus de 50 ans.

MUTATION A LA SOCIETE MINIERE ET METALLURGIQUE DE PEÑARROYA (1961-1988)

La Société Minière et Métallurgique de Peñarroya demande la mutation de la concession d'Orle en son nom en octobre 1960, ce qu'elle obtient par décret du 21 septembre 1961. [ORL-D-14]. Elle n'y réalise cependant aucune exploitation.

FORMATION DE METALEUROP SA (1988-2007)

Peñarroya devient METALEUROP SA par fusion avec la division des métaux non ferreux de la société allemande Preussag (MICA Environnement, 2007). METALEUROP hérite donc de la concession d'Orle et n'y effectue aucune exploitation.

3.4.3 Travaux miniers

Les seules extractions faites dans le périmètre de la concession d'Orle sont celles effectuées à la mine de Bularic de 1903 à 1907 (avant institution de la concession) ainsi qu'à la mine de Fourcaye (sur le versant espagnol) au début du XX^{ème} siècle. Le tonnage produit est vraisemblablement très faible, il est estimé à quelques centaines de tonnes de blende marchande au plus.

3.4.3.1 Principaux sites exploités

MINE DE BULARIC

Pour rappel, la minéralisation de la mine de Bularic s'inscrit dans la formation des *« Calcaires de Bentaillou »* et consiste principalement en une paragénèse {blende-pyrrhotite-magnétite} (cf. *paragraphe 2.5.4*.).

À Bularic, 500 m de galeries ont été creusés, dont un travers-banc de 180 m *(Figure 39)*. Aucun plan des travaux n'a été effectué à l'époque, puisqu'il s'agissait principalement de travaux de recherche mais ces derniers ont pu être reconstitués lors des travaux de mise en sécurité (MICA Environnement, 2006).



Figure 39 : Site minier de Bularic (en haut : vues générales du site miner ; en bas, de gauche à droite : galerie O13, galerie O11 et galerie O20 [Photos : GEODERIS et BRGM ; 2013]

MINE DE FOURCAYE

Pour rappel, la minéralisation de la mine de Fourcaye *(Figure 40)* s'inscrit dans la formation dite *« Horizon de Crabère »* et consiste principalement en une paragénèse {blende-pyrrhotite-arsénopyrite} *(cf. paragraphe 2.5.4.)*.

La mine de Fourcaye aurait fourni des quantités notables de minerai à la laverie de Lascoux. En revanche, aucune information n'est connue quant à la quantité de minerai extraite depuis le début du XX^{ème} siècle. La Société des mines de Montolieu n'aurait fait aucune étude préalable des gisements avant de construire les installations de transport sophistiquées (DUBOIS, 2002).



Figure 40 : Site minier de Fourcaye (ALCAZAR, 2012)

D'autres sites miniers, de plus faible ampleur, ont été exploités au sud et à l'est de ce site minier, sur le versant espagnol (VERNHET, 1981)[31].

[31] Voir la description des gites de « Fourcaye Sud » et « Fourcaye Est »

3.4.3.2 Travaux de reconnaissance

INDICE DE GRAUILLES

Pour rappel, la minéralisation de l'indice de Grauillès s'inscrit dans la formation des *« Horizon de Crabère »* et consiste principalement en une paragénèse {blende-pyrrhotite-galène} *(cf. paragraphe 2.5.4).*

Les travaux de reconnaissance n'ont consisté qu'en une galerie de recherche d'une cinquantaine de mètres *(Figure 41)*.



Figure 41 : Indice de Grauillès : galerie de reconnaissance et dépôts de stériles associé (photos : GEODERIS, 2013)

AUTRES INDICES EN RIVE DROITE DE LA VALLEE D'ORLE

Les indices dits du *« Rocher de Darnaca » (Figure 42)*, de *« Bois d'Uget »* et *« Ruisseau du Col de Pourtillou »* ont fait l'objet de quelques travaux de reconnaissance. Ils se situent dans le Calcaire à entroques du Dévonien Inférieur (*cf. Minéralisations zincifères dans le Calcaire à Entroques du Dévonien Inférieur, paragraphe 2.5.4*) et leur minéralisation est principalement composée de blende et pyrite abondantes (LAFORET, MONCHOUX, OUDIN, & TOLLON, 1983).



Figure 42 : Indice du Rocher de Darnaca : galerie de reconnaissance et dépôts de stériles associé (photos : GEODERIS, 2010)

Au droit de l'indice du Ruisseau du Col du Pourtillou, une galerie de 15 m a été réalisée sur la rive droite du ruisseau (LAFORET, MONCHOUX, OUDIN, & TOLLON, 1983).

3.4.4 Transport du minerai

Au début du XX^{ème} siècle, la Société des Mines de Montolieu a entrepris la construction d'une ligne de force pour le transport du minerai, reliant les mines du Val d'Aran aux installations de traitement situées à Lascoux, sur la commune de Bonac.

Ces installations de transport du minerai consistaient en (MICA Environnement, 2007) :

- une voie ferrée Decauville reliant la mine de Fourcaye au Port-d'Orle (frontière franco-espagnole), sur 2 à 4 km ;
- un transporteur aérien reliant le Port-d'Orle à la Station de Hounta (plateforme en aval des cabanes de Hounta) ;
- une deuxième voie ferrée Decauville reliant cette plateforme au Tuc de Lauzat ;
- un plan incliné reliant le Tuc de Lauzat à un chemin menant à Orle puis à Lascoux.

Les travaux, débutés en 1900, ont été terminés en novembre 1902 (DUBOIS, 2004).

En prévision de l'exploitation du gisement de Bularic, la SMM avait construit d'autres installations reliant cet indice à la ligne de transport détaillée ci-dessus, afin de traiter le minerai au même endroit. Ces installations consistaient en (MICA Environnement, 2001) :

- un transporteur aérien de 150 m, de la cote 1 680 à la cote 1 620 ;
- une voie de roulage de 40 m, de la cote 1 620 à un puits faisant office de trémie, débouchant dans la galerie O3 ;
- une voie de roulage de 90 m, acheminant l'ensemble des minerais à la plateforme supérieure du va-et-vient de Bularic ;
- le va-et-vient de Bularic de 1 km de long, qui acheminait les minerais de Bularic jusqu'à la plateforme de la Fontaine Rouge (cabane de Hounta) où il était chargé sur la voie Decauville utilisée pour transporter le minerai de la mine de Fourcaye.

3.4.5 Traitement du minerai

3.4.5.1 Laverie gravimétrique de la Société des Mines de Montolieu

Au début des années 1900, la Société des Mines de Montolieu (SMM) construit au lieu-dit Lascoux (commune de Bonac) une usine afin de traiter le minerai extrait à la mine de Fourcaye.

Cette laverie comportait dans cet ordre : un concasseur à mâchoires, un élévateur, un trommel et des trommels diviseurs, une toile de triage, un broyeur à cylindres, une série de cinq trommels et de 5 cribles à pistons, un classeur et une table à secousses. Les appareils sont mus par une turbine hydraulique sous conduite forcée.

Les tonnages traités dans la laverie ne sont pas connus. Les produits des travaux de recherche dans la vallée d'Orle effectués de 1903 à 1907, en particulier sur le site de Bularic, auraient également été traités dans cette laverie. Selon Claude DUBOIS (référencé dans la bibliographie) rencontré le 22 avril 2013 à Toulouse, la laverie aurait traité environ 420 tonnes de minerai.

D'après MM. Borrel et Burguière, respectivement adjoint au Maire et ancien adjoint au Maire de Bonac-Irazein rencontrés en avril 2013, les résidus de la laverie étaient déversés **dans la pente, en direction du Lez,** qui se situe à quelques dizaines de mètres au nord de la laverie. Cette affirmation semble étayée par une photographie aérienne de 1942 *(Figure 43)*, où des zones de dépôts sont identifiables (plutôt blanches, entourées en brun) à proximité du secteur (coloré en orange) où se situaient atelier, bureaux et laverie.

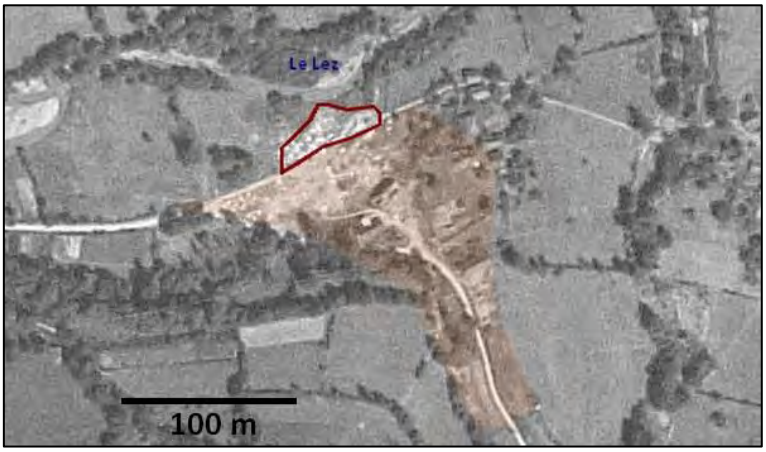


Figure 43 : Photographie aérienne de Lascoux (ou Bocard d'Orle) en 1942 © Géoportail ® IGN

Un plan[32] consulté chez une résidente du hameau de Lascoux en 2010 présente les différentes installations en place en janvier 1906 ainsi que le projet d'un canal d'amenée des eaux à une « bâche à eau » qui alimente la laverie *(Figure 44)*.

Il est possible de distinguer sur ce document d'époque : un atelier (résidence actuelle de ladite résidente) ; les bureaux, accolés à un laboratoire ; un magasin ; le quai à minerai (entrant) ; la laverie, avec l'emplacement de la turbine et de la bâche à eau ; un magasin de départ du minerai.

[32] Plan photographié par GEODERIS chez une résidente du hameau de Lascoux lors des visites de terrain de l'inventaire DDIE en 2010

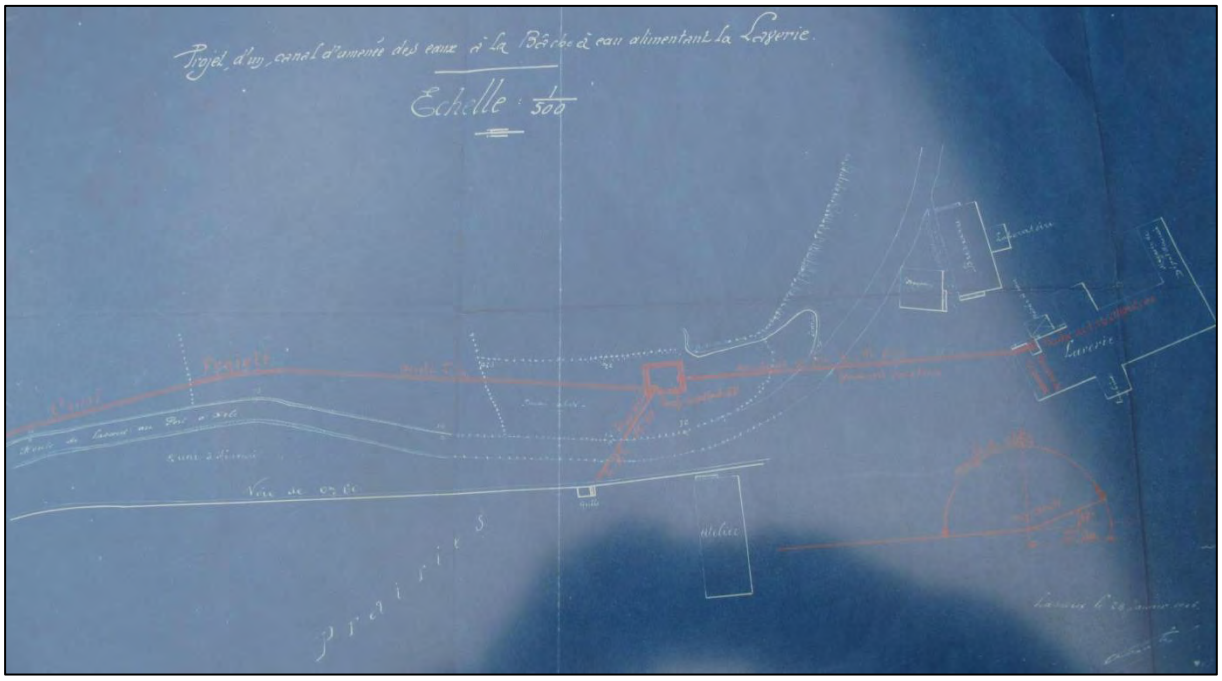


Figure 44 : Plan de la laverie de Lascoux et d'installations hydrauliques projetées, daté du 28 janvier 1906

3.4.5.2 Reprise pour le traitement du minerai d'Irazein

En 1907, la Société des Mines de Montolieu arrête tous les travaux d'exploitation sur le titre d'Orle et sur les sites associés. La Société des Mines des Bormettes démonte et vend le matériel des câbles, des plans inclinés et de la laverie [ORL-D-25]. Cependant, il n'est pas certain que tout l'appareillage ait quitté les lieux.

En effet, un procès-verbal de visite de juillet 1911 [IRA-D-25a] indique que la Société des Mines d'Irazein (SMI) a loué *« la turbine de 100 chevaux installée à la laverie de l'ancienne mine de Montolieu et va y installer un alternateur triphasé à 5 500 V »* et que *« la ligne de transfert de force reliant Lascoux à la mine aura 4 200 m »*. Ces travaux, alors à l'état de projet, ne sont pas confirmés clairement par la suite.

Cependant, un procès-verbal de visite de 1913 [IRA-D-31] indique que 3 ouvriers travaillent à Lascoux, ce qui laisse penser que les travaux en question ont bien été réalisés et que la SMI traitait à Lascoux le minerai de cuivre, dont une partie titre 10% à 15% d'antimoine.

En 1914, l'exploitation d'Irazein s'arrête. Elle reprend en 1920 et 1921 avec la Compagnie minière d'Irazein, qui produit quelques tonnes de minerai ; a priori non traitées à l'usine de Lascoux étant donné que la ligne de transport de force la reliant la mine d'Irazein à la laverie est *« complètement démolie »* [IRA-D-29].

3.4.6 Fermeture et travaux de mise en sécurité

3.4.6.1 DADT et expertise archéologique

Le dossier de déclaration d'arrêt définitif des travaux (DADT) a été déposé en novembre 2001 (MICA Environnement, 2001). 21 ouvrages débouchant au jour ont été reconnus sur les sites de Bularic, Graullès et rocher du Darnaca. Le dossier de DADT ne prend en compte ni la laverie de Lascoux, ni la mine de Fourcaye, ni les autres éventuels indices explorés ; tous situés hors du périmètre de la concession d'Orle.

Des prescriptions complémentaires relatives aux conditions de l'arrêt des travaux avait été fournies à METALEUROP par le préfet de l'Ariège en octobre 2002, notamment au sujet d'analyses d'eau (prélèvements, recherche de métaux lourds et évaluation des débits) et de prise en compte des chiroptères.

L'expertise archéologique réalisée par DUBOIS (DUBOIS, 2002) n'avait pas remis en cause les travaux de mise en sécurité définis dans le dossier de DADT. Elle recommandait cependant que la plateforme supérieure de Bularic et ses vestiges de pylônes soient **préservés** (sous l'impulsion de la DRAC Midi-Pyrénées également[33]).

3.4.6.2 Travaux de mise en sécurité réalisés

Les travaux de mise en sécurité sur les orifices miniers ont été réalisés en 2006. Les analyses d'eaux souterraines et de surface n'ont mis en exergue aucun enrichissement pour les principaux éléments métalliques : *« les eaux échantillonnées dans les trois galeries (O11, O20, O22) ne montrent aucune concentration métallique importante, tout au plus une petite signature en zinc »* et *« Les eaux du torrent d'Orle ne montrent aucune concentration en ions métalliques »* (MICA Environnement, 2006) *(Figure 45)*.

Site	T° °C	Q m^3/h	pH	C µS/cm	Fe µg/l	As µg/	Ag µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Zn mg/l	Ni µg/l
O 11	5	16	7.5	71	< 20	< 5	< 10	< 1	< 5	0,04	< 10
O 20	4	0,4	8.2	130	< 20	< 5	< 10	< 1	< 5	<0,02	< 10
O 22	7	0,01	8.2	45	< 20	< 5	< 10	< 1	< 5	0,11	< 10

Site	T° °C	Q m^3/h	pH	C µS/cm	Fe µg/l	As µg/	Ag µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Zn mg/l	Ni µg/l
Ruisseau	6	-	7.5	110	< 20	< 5	< 10	< 1	< 5	<0,02	< 10

Figure 45: Résultats d'analyses sur les émergences minières s'écoulant des galeries O11, O20 et O22 et sur les eaux du le ruisseau de l'Orle, en aval des travaux miniers (MICA Environnement, 2006)

[33] Information recueillie lors d'une rencontre avec M. Barrère (DRAC Midi-Pyrénées) le 22/04/2013.

3.4.6.3 Conclusions du dossier de demande de renonciation

La demande de renonciation au titre minier est déposée en janvier 2007. Les conclusions du dossier de demande de renonciation sont :

- la tenue des terrains des travaux miniers est excellente, les galeries centenaires étant dans un état de conservation remarquable ;
- il n'existe aucun risque de déversement brutal des eaux en aval des travaux miniers, les travaux miniers étant très peu étendus ;
- les travaux miniers n'ont aucune incidence sur la qualité des eaux (des galeries ou du torrent) ;
- les travaux de fermeture des galeries (mur en béton) ont été réalisés de manière à préserver un habitat pour les chiroptères ;
- les galeries laissées en l'état car courtes et très solides sont très prisées comme abri pour les moutons ;
- le site ne comprend aucun enjeu autre que pastoral ; il n'y a pas lieu de suggérer des restrictions à l'occupation des sols.

Tous les risques résiduels suivants sont considérés comme nuls par MICA Environnement (MICA Environnement, 2007) : pénétration dans les travaux miniers (sans mettre en œuvre de moyens importants), effondrement, affaissement et pollution des eaux.

La concession est renoncée le 4 septembre 2007.

3.4.7 Etat actuel du site et sources de pollutions

L'état actuel du site, de ses vestiges et des sources de pollution associées sont décrites dans les *Tableau 15 à Tableau 17*. Ces éléments sont cartographiés sur la carte des exploitations minières d'Orle (*Annexe B3-3, hors-texte*) et les cartes informatives de Bularic et Grauillès d'une part et de Lascoux, d'autre part (*respectivement en Annexes B4-13 et B4-14, hors-texte*)[34].

Ce paragraphe constitue la synthèse de la phase informative, des observations de terrain et des principaux résultats analytiques obtenus lors de la caractérisation des sources de pollution identifiées.

n°253	Stériles de creusement en sortie de la galerie O22, recouvert d'un couvert herbacé rase. Granulométrie grossière (cm à dm). Surface = 200 m². *Prélèvements dans les pâtures alentour : Zn et Pb < 500 mg/kg*
	 
n°254	Stériles de creusement, non végétalisés. Granulométrie très grossière (dm à pluri-dm). Surface = 50 m². *Mesure NITON : Zn = 5%, très peu de Pb*.
	 
n°255	Stériles de creusement en sortie de la galerie O10, déversés dans la pente et peu végétalisés. Granulométrie grossière (cm à dm). Surface = 200 m². *Mesure NITON : Zn = 4%, très peu de Pb (cf. ci-dessous, à gauche et au centre)*
n°256	Stériles de creusement en sortie de la galerie O3, déversés dans la pente et peu végétalisés. Granulométrie grossière (dm à pluri-dm). Surface = 400 m². *Mesure NITON : Zn = 1%, très peu de Pb (cf. ci-dessous, à droite)*
	 

Tableau 15 : Dépôts de stériles de creusement sur les sites de Grauillès et de Bularic

[34] Les références précisées dans les tableaux sont celles reprises sur les cartes.

n°300	Baraquements ruinés des mineurs (logements, ateliers, forge, magasins, etc.) de la mine du Fourcaye (positionnement : selon Ortho) *(cf. ci-dessous vues du site minier en 2012, à gauche et au centre (source : site internet http://www.photosariege.com consulté le 06/05/2015))*
n°188	Voie Decauville menant de la Mine de Fourcaye à la Station du Port d'Orle. Report d'après Ortho.
n°189	Station du Port d'Orle. Station de tête du monocâble reliant le Port d'Orle à la Station de Hounta pour le transport du minerai de Fourcaye. Report d'après Ortho. *(cf. ci-dessous, à droite (source : site internet http://www.photosariege.com consulté le 06/05/2015))*
  	
n°190	Monocâble reliant le Port d'Orle à la Station de Hounta pour le transport du minerai de Fourcaye. Tracé tenant compte de pylônes reconnus sur Ortho.
n°191	Transporteur aérien de 150 m, de la cote 1680 à la cote 1620. Va-et-vient reliant les galeries n°11 (à l'ouest), la galerie n°8 et la galerie n°7 – cf. MICA Environnement, 2006 et 2001. Report d'après plans miniers.
n°192	Voie de roulage de 40 m, de la cote 1620 à un puits faisant office de trémie, débouchant dans la galerie O3 – cf. MICA Environnement, 2006 et 2001. Report d'après plans miniers.
n°193	Voie de roulage de 90 m, acheminant l'ensemble des minerais à la plateforme supérieure du va-et-vient de Bularic – cf. MICA Environnement, 2006 et 2001. Report d'après plans miniers.
n°194	Station de Bularic. Station de tête (et plateforme associée) du va-et-vient sur la crête de Bularic – cf. MICA Environnement, 2006. Report d'après plans miniers.
n°195	Monocâble reliant la station de tête de Bularic et la station de la Hounta. Report d'après plans miniers.
n°196	Station de Hounta. Station de recette des monocâbles provenant du Port d'Orle et de Bularic. LOCALISATION SUPPPOSEE. Départ de la voie Decauville vers Lascoux. Construite par la Société des Mines de Montolieu, 1900-1907.
n°197	Voie Decauville reliant la station de Hounta à la station de chargement du plan incliné (environ 8km de long). Report d'après Ortho. *(cf. ci-dessous, à gauche et au centre (site internet http://www.photosariege.com consulté le 06/05/2015))*
n°198	Station de chargement du plan incliné, en sortie de la voie Decauville provenant de la Station de Hounta. D'après VERNHET, 1981. *(cf. ci-dessous, à droite (source : site http://www.photosariege.com consulté le 06/05/2015))*
  	
n°199	Plan incliné, en sortie de la voie Decauville provenant de la Station de Hounta (de la cote 1210 m à la cote 700 m). D'après VERNHET, 1981.
n°200	Station de déchargement du plan incliné (qui est en sortie de la voie Decauville). D'après VERNHET, 1981.
n°201	Voie ferrée de 60 cm de largeur reliant la station de déchargement du plan incliné à la laverie de Lascoux.
n°202	Plateforme de chargement du minerai au droit de la laverie de Lascoux. Société des Mines de Montolieu, 1903-1907

Tableau 16 : Installations de transport du titre minier d'Orle, reliant la mine du Fourcaye, la mine de Bularic et les quelques autres travaux de reconnaissance, à la laverie de Lascoux

n°174	Laverie de Lascoux. Traitement gravimétrique (concassage, criblage, tables). Société des Mines de Montolieu. 1903-1907. *Ci-dessous = à gauche : vers 1900 ; au centre : le 24 juin 1999 © GEODE* (Laboratoire GEODE, 2010) *;* *à droite : vestiges actuels.*
  	
n°246	Minerai marchand et/ou de résidus de traitement issus de la laverie gravimétrique de Lascoux. Tracé (supposé) d'après photo aérienne de 1942. Surface = 4000 m². Epaisseur non connue.
n°247	Résidus miniers et sols au droit de la laverie gravimétrique. Reconnaissance sur le terrain par présence de mousses au droit de l'étage supérieur de la laverie *(cf. ci-dessous)*. Surface = 4500 m². Epaisseur non connue. *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 1 260 Pb ; 29 000 Zn (2,9%)*
  	

Tableau 17 : Laverie de Lascoux, installations de surface et dépôts associés

3.5 Concession d'Irazein

3.5.1 Situation

Le périmètre de la concession d'Irazein recoupe cinq communes : Bonac-Irazein, Antras, Balacet, Salsein et Augirein. Cependant, les travaux effectués concernent **uniquement la commune de Bonac-Irazein** (au nord du village d'Irazein). **Les mines ont été exploitées pour le cuivre gris (cuivre et argent), de 1909 à 1914.**

La *Figure 46* illustre de façon schématique la situation du titre minier d'Irazein. Ces objets sont décrits dans les paragraphes suivants.

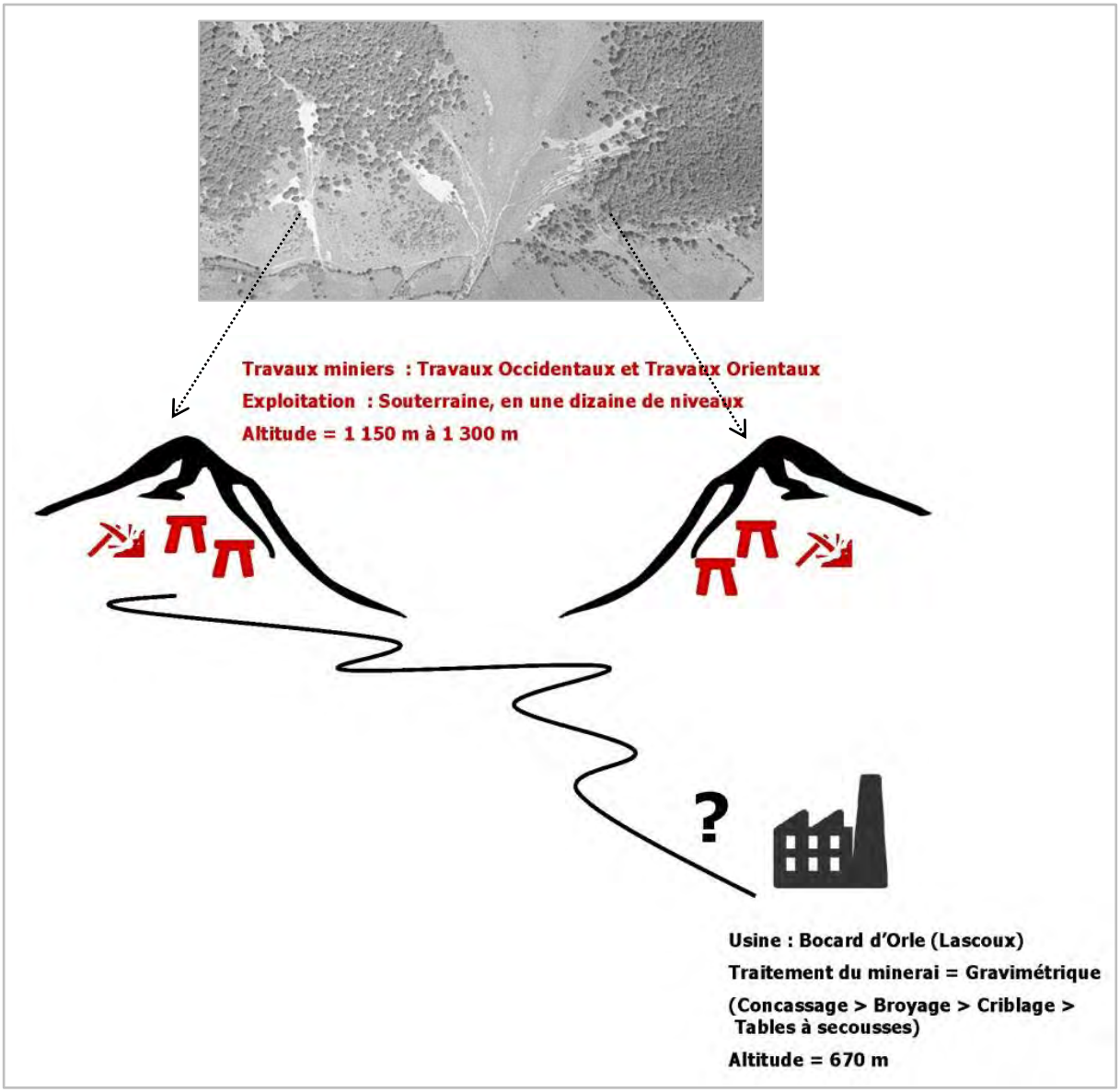


Figure 46 : Situation schématisée du titre minier d'Irazein et des installations associées

3.5.2 Historique de la concession

Les données collectées sur la concession d'Irazein sont en grande partie issues des archives de la DREAL Midi-Pyrénées à Toulouse.

Cependant, d'autres archives minières, étudiées à la DREAL-Midi-Pyrénées à Toulouse, ont permis de compléter ces informations. Elles sont appelées en bleu et entre crochets dans le corps du texte et leur description est fournie en Annexe B1, paragraphe 3 (hors-texte).

Le *Tableau 18* présente les principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession d'Irazein.

Date	Evènements / Faits
1855-1909	Travaux de recherche
2 décembre 1909	Institution de la concession d'Irazein à MM. VAUSSARD et MASURE pour l'exploitation du cuivre et substances connexes
Avril 1914	Arrêt des travaux
1920-1921	Tentative de reprise des travaux par la Compagnie minière d'Irazein
Décembre 1921	Arrêt définitif des travaux
17 février 1927	Cession de la concession à M. MACARY, président du CA de la Compagnie minière d'Irazein. Pas de travaux effectués.
7 juillet 1964	Renonciation de M. MACARY à la concession après quelques travaux de mise en sécurité sommaires

Tableau 18 : Principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession d'Irazein

D'après les archives de l'Arrondissement minéralogique de Toulouse en 1896, un grand nombre d'autorisations de fouilles auraient été accordées dans le même secteur à partir de 1855 [IRA-D-24c]. Celles-ci auraient concerné un filon de cuivre et plomb, où les métaux formeraient des mouches dans la sidérose. Ce filon se situe non loin de la crête qui sépare la vallée de la Bellongue de la vallée du Biros. Suite à une autorisation de fouilles en 1896, M. Vaussard adresse à la Préfecture de l'Ariège [IRA-D-20] une demande de reconnaissance de découverte d'un filon de dolomie E-W contenant des minerais de cuivre et autres métaux connexes. La déclaration d'invention de ce gisement de « cuivre argentifère » est établie par le Service des mines le 6 mai 1908. M. Vaussard est autorisé à disposer du produit des fouilles par arrêté du 8 juillet 1908 [IRA-D-19].

La concession d'Irazein est **instituée par décret en date du 2 décembre 1909**, au profit de MM. Vaussard et Masure, pour l'exploitation des mines de cuivres et métaux connexes, qui en font apport de la concession à la *Société des mines d'Irazein* (SMI) le 3 avril 1911 [IRA-D-35]. **La SMI exploite régulièrement la mine jusqu'en 1914**, année de mise en liquidation de ladite société [IRA-D-29].

Il n'y aura plus travaux d'exploitation à partir de cette date jusqu'en 1920. Les travaux reprennent le 11 juillet 1920 par la *Compagnie minière d'Irazein* (CMI) [IRA-D-29] et s'arrêtent le 3 décembre 1921 de la même année, avec peu de résultats [IRA-D-28].

La concession est renoncée en 1964 [IRA-D-41].

3.5.3 Travaux miniers

Pour rappel, la minéralisation du gisement d'Irazein s'inscrit dans les formations calcaires du Dévonien et est principalement composée de cuivres gris (cf. *paragraphe 2.5.4.*). Le gîte est constitué de deux filons lenticulaires de dolomie minéralisée : l'un nord-sud, l'autre est-ouest.

Deux types de minerais se distinguent selon le degré d'altération des faciès minéralisés :

- le premier a une couleur gris d'acier et est riche en cuivre et en antimoine (respectivement 30% et 15% environ) *[Type de minerai N°1]* ;
- le second semble être une altération du premier et a une couleur noir-violacée ou noir-verdâtre. Il ne contient que peu d'antimoine *[Type de minerai N°2]*.

3.5.3.1 Travaux Orientaux (1909-1910)

Il s'agit de la partie orientale des travaux pour laquelle la concession avait été instituée.

Le filon est-ouest est suivi dans une galerie (1197) et une descenderie (1197-1167). À différents niveaux, une série de galeries, recoupes, cheminées, puits et descenderies est pratiquée pour la recherche d'autres amas. *« Toutes les entrées communiquent entre elles et le dénivelé entre la plus élevée (le puits) et la plus basse (traçage inférieur) atteint 47 m. L'extension topographiée est de 350 m »* (GOL, 1998) *(Figure 47)*.

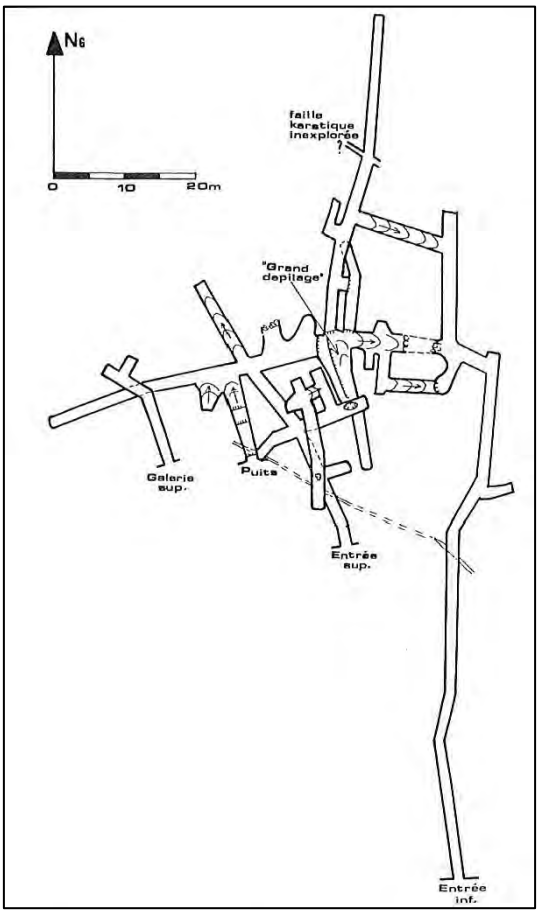


Figure 47 : Plan des Travaux Orientaux sur le titre minier d'Irazein, relevés en 1998 (GOL, 1998)

3.5.3.2 Travaux Occidentaux (1910-1914)

Les « Travaux Occidentaux » ou « Nouveaux travaux » sont situés à 200 m à l'ouest du groupe des « Anciens travaux », de l'autre côté du talweg formé par le ruisseau du Sourd. Les travaux de recherche les concernant ont débuté en 1909. À partir de 1910, les travaux d'exploitation s'y concentrent exclusivement [IRA-D-27].

Le gisement se présente sous la forme de deux filons de dolomie et de calcite, dirigés N60° avec un pendage de 65° à 70° vers le nord. Quelques rares mouches de cuivre se montraient à l'affleurement, en 1910.

La Société des Mines d'Irazein (SMI) exploite progressivement ces filons en profondeur, modifiant l'orientation de la descenderie principale vers les zones les plus minéralisées. L'extraction du minerai s'effectue par dépilage en niveaux parallèles, espacés d'une quinzaine de mètres.

Dès 1913, les derniers travaux effectués confirment que le filon devient stérile en profondeur [IRA-D-32]. À l'automne 1913, un niveau a été prolongé et quelques dépilages sont effectués.

Les travaux entrepris par la CMI en 1920 et 1921 s'attachent exclusivement aux « Nouveaux travaux » et consistent en quelques agrandissements. Quelques galeries et travers-bancs sont prolongés, des dépilages sont réalisés et une descenderie est tracée à partir du niveau 1 161 *(Figure 48)*.

« Le développement des travaux occidentaux atteint environ 1300 m pour un dénivelé de 94 m » (GOL, 1998).

3.5.4 Transport du minerai

Aucune indication n'est donnée à ce sujet. Le minerai semble être expédié à l'état brut pendant les premières années [IRA-D-08] et être stocké sur le carreau de la mine. Il est donc probable que le minerai ait été acheminé par le sentier muletier qui relie la mine au village d'Irazein.

3.5.5 Traitement du minerai

Jusqu'en 1911, le minerai n'est pas traité.

En 1912, une petite laverie à main, composée de 6 bacs à secousses, est installée pour trier le minerai contenu dans les déblais sortis de la mine. À l'aide d'un levier et d'une poulie, les déblais sont soumis à quelques secousses dans le bac d'eau : le minerai se concentre alors vers le centre.

De 1911 à 1914, le minerai d'Irazein a probablement été traité à la laverie de Lascoux, associée à la concession d'Orle (*cf. paragraphe 3.4.5.2*).

De 1920 à 1921, le minerai semble tout au plus être trié à la main avant d'être expédié à Bordeaux [IRA-D-28].

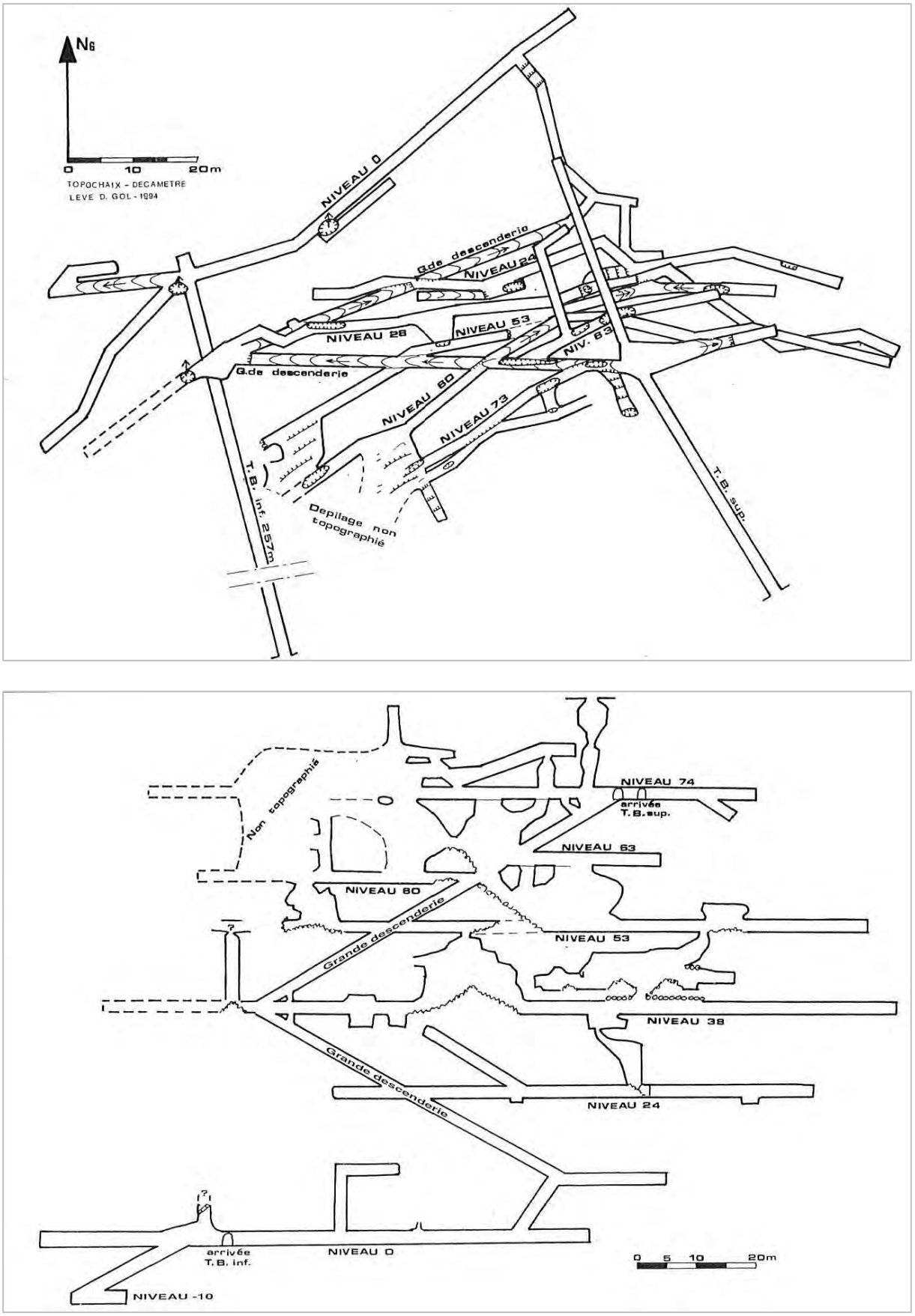


Figure 48 : Plan et coupe des Travaux Orientaux sur le titre minier d'Irazein, relevés en 1998 (GOL, 1998)

3.5.6 Fermeture et mise en sécurité

Lors de sa demande en renonciation en 1963 [IRA-D-39], René Macary indique que la Compagnie minière d'Irazein a fait fermer les ouvertures d'accès aux travaux en 1922.

Après la visite des lieux de la part de l'ingénieur subdivisionnaire [IRA-D-42a], René Macary fait murer en pierres sèches cinq entrées de galeries restées ouvertes. Une cheminée, *« qui semblait plus dangereuse »*, est obstruée avec des morceaux de hêtre [IRA-D-42b]. Lors de la contre-visite [IRA-D-42d], l'ingénieur subdivisionnaire estime que cette dernière fermeture est assez sommaire et qu'elle est amenée à disparaître dans le futur. L'ingénieur des Mines [IRA-D-35] estime que l'accès aux chantiers d'exploitation est très difficile. Il juge les travaux susmentionnés suffisants. **La concession d'Irazein est finalement renoncée le 7 juillet 1964** [IRA-D-41].

Bien que difficiles d'accès, les anciens travaux miniers sont reconnaissables de loin par les dépôts de stériles non végétalisés. La plupart des orifices miniers sont ouverts et pénétrables *(Figure 49)*.



Figure 49 : Galeries ouvertes et pénétrables au droit des Travaux Occidentaux (GEODERIS, 2013 et 2014)

3.5.7 Etat actuel du site et sources de pollution

L'état actuel du site, de ses vestiges et des sources de pollution associées sont décrites dans le *Tableau 19* . Ces éléments sont cartographiés sur la carte informative d'Irazein (*Annexe B4-11, hors-texte*).[35] **Ce paragraphe constitue la synthèse de la phase informative, des observations de terrain et des principaux résultats analytiques obtenus lors de la caractérisation des sources de pollution identifiées.**

[35] Les références précisées dans les tableaux sont celles reprises sur les cartes.

n°248	Stériles de creusement déversés dans la pente, en cours de recouvrement par zones boisées. Travaux Occidentaux, 1908-1910 (Vaussard et Garié). Granulométrie hétérogène, principalement cm. Surface = 1400 m². *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 1 100 Sb ; 83 As ; 13 Pb ; 187 Zn.*





n°249	Stériles de creusement déversés dans la pente, en cours de recouvrement par zones boisées. Travaux Occidentaux, 1910-1914 (SMI). Granulométrie hétérogène, principalement cm. Surface = 1700 m². *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 1 510 Sb ; 126 As ; 24 Pb ; 319 Zn.*



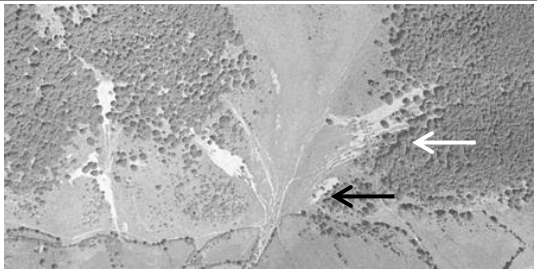


n°250	Stériles de creusement déversés dans la pente, en cours de recouvrement par zones boisées. Travaux Occidentaux, 1911-1914 (SMI) et 1920-1921 (CMI). Granulométrie hétérogène, principalement cm. Surface = 2500 m². *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 2 260 Sb ; 174 As ; 23 Pb ; 395 Zn.*





n°251	Stériles de creusement déversés dans la pente, recouverts par zones boisées. Travaux Orientaux. Non visités, tracé (supposé) d'après photo aérienne de 1942. Surface = 7000 m². *cf. ci-dessous, flèche blanche*
n°252	Stériles de creusement déversés dans la pente, recouverts par zones boisées. Travaux Orientaux. Non visités, tracé (supposé) d'après photo aérienne de 1942. Surface = 1000 m². *cf. ci-dessous, flèche noire*




Extrait de la photo aérienne de 1942, Géoportail ®IGN	*Extrait de la photo aérienne de 2014, Géoportail ®IGN*
n°203	Chemin muletier entre les travaux Occidentaux de la mine d'Irazein et le village d'Irazein. Pas d'information sur le transport du minerai pour ce titre minier.

Tableau 19 : Dépôts de stériles de creusement sur le site d'Irazein et installation de transport connue

3.6 Concession de Sentein

3.6.1 Situation

La concession de Sentein est située sur la commune éponyme. Sa limite méridionale se confond avec la frontière franco-espagnole. **Les mines ont été exploitées pour le zinc, le plomb et l'argent (dans une moindre mesure), de 1848 à 1963**.

La *Figure 50* illustre de façon schématique la situation du titre minier de Sentein et de ses installations (de l'extraction au traitement du minerai). Ces objets sont décrits dans les paragraphes suivants.

La *Figure 51* consiste en une vue générale des travaux d'exploitation de Sentein *(vue depuis la crête permettant d'accéder à la mine du Bulard)*.

Contrairement aux précédentes synthèses réalisées sur les titres miniers du Bulard, d'Orle et d'Irazein, les données seront ici présentées par période et non par type d'activité.

Pour rappel, les gîtes et minéralisations exploités sur le titre minier sont décrits dans le *paragraphe 2.5.4*.

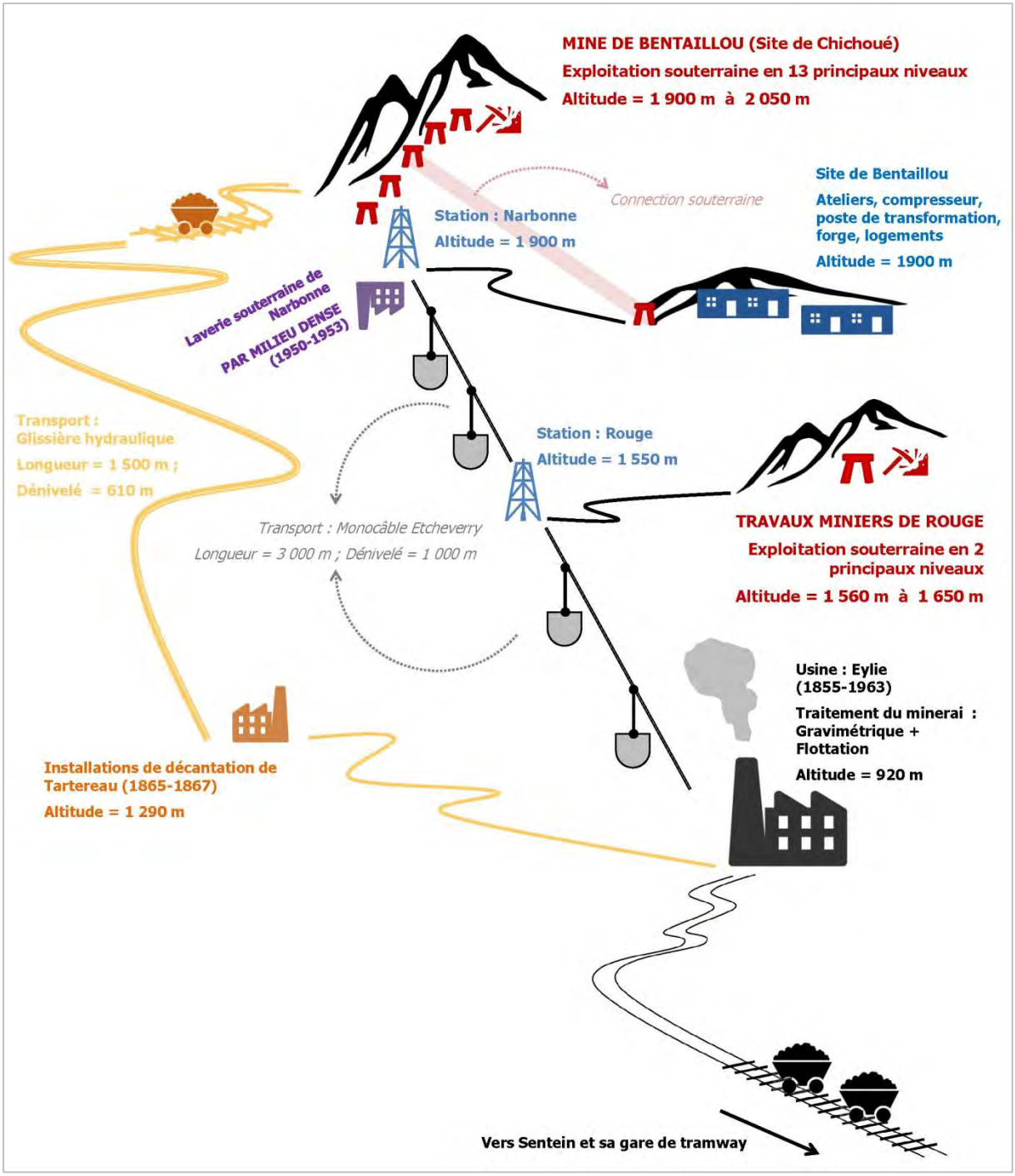


Figure 50 : Situation schématisée du titre minier de Sentein et de ses installations

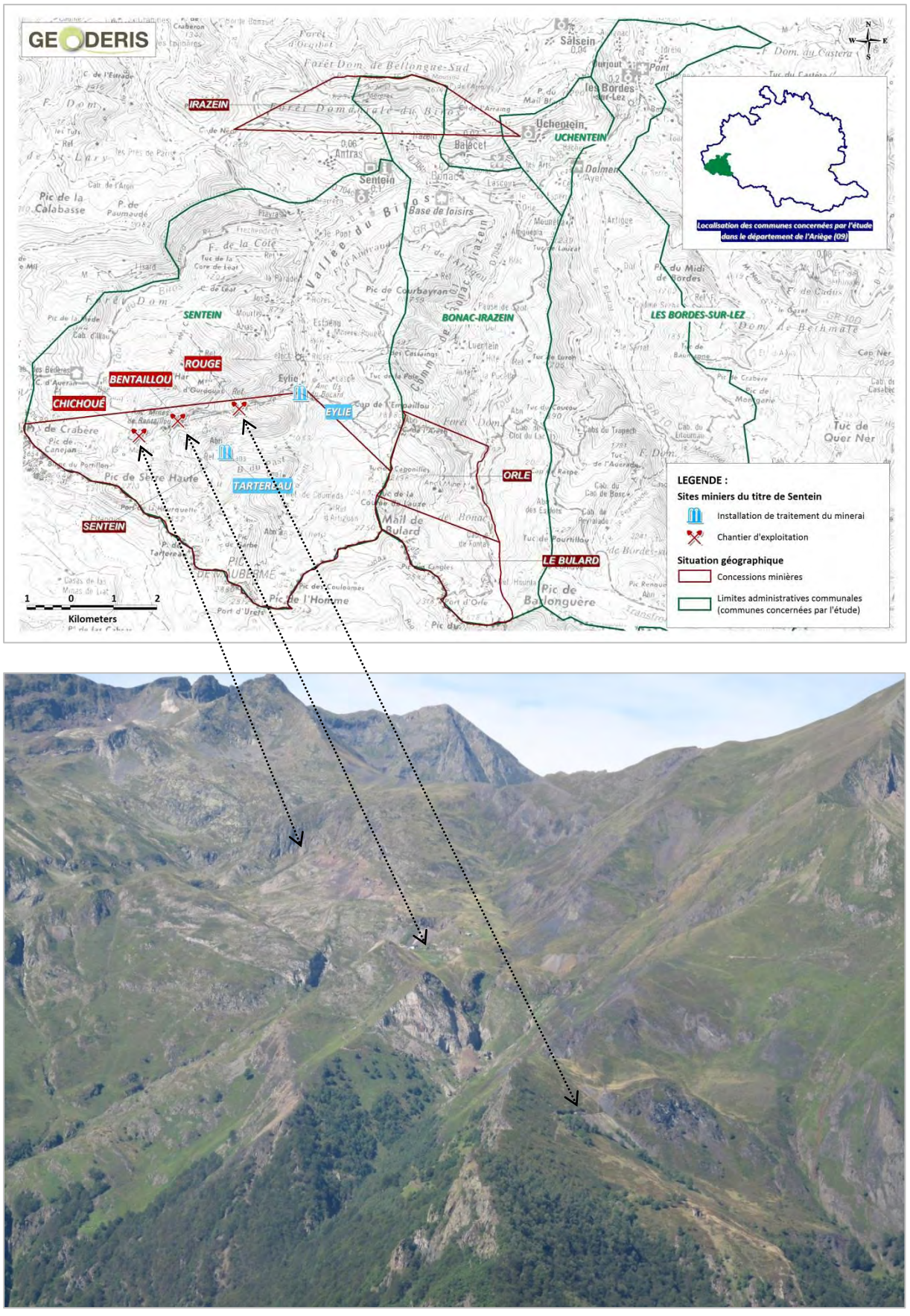


Figure 51 : Situation des sites miniers sur la concession de Sentein (en haut ; carte sur fond SCAN 100 ®IGN) et mise en évidence des chantiers d'exploitation (GEODERIS ; 2010)

3.6.2 Synthèse historique de la concession

Les données collectées sur la concession sont principalement issues de la thèse de Claude DUBOIS de 2004. Cependant, d'autres archives minières, étudiées à la DREAL Midi-Pyrénées à Toulouse et aux Archives départementales à Foix, ont permis de compléter ces informations. Elles sont appelées en bleu et entre crochets dans le corps du texte et leur description est fournie en Annexe B1, paragraphe 3 (hors-texte).

Le *Tableau 20* présente les principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession de Sentein.

Date	Evènement / fait
1839	Premières recherches déclarées
25/09/1848	Institution de la concession de Sentein et Saint-Lary au bénéfice du baron de Boisrouvray
1853	Début réel des travaux miniers
1861	Mise en liquidation, pas d'exploitation
1862	Achat de la concession par Kaulek
1865	Réalisation d'une glissière hydraulique pour descendre le minerai en roche. Découverte d'un amas de calamine à Saint-Louis sous Espeletta
1868	Construction d'une fonderie à calamine au Bocard
1870	Reconstruction et nouvel équipement du Bocard ; arrêt de l'exploitation à cause de la chute des cours des métaux due à la guerre.
1878	Achat de la concession par *« Sentein Mining Company Limited »*
1879	Installation d'une nouvelle laverie
1880	Mise en service du premier câble aérien dit « des Anglais »
1884	Faillite et arrêt de l'exploitation
1886	Achat de la concession par *« Castillon Mining Company Limited »*
1893-1895	Arrêt de l'exploitation à cause de la chute du cours des métaux
1899	Achat des 2 concessions (Sentein et Bulard) par *« The Mining and Smelting Company of Nescus Limited »*
1901	Ouverture des travaux de Narbonne
1907	Achat des 2 concessions par le Syndicat minier
1912	Début de la perforation mécanique à Bentaillou
1913	Achat des 2 concessions par la Société française des mines de Sentein et de Bagergue (Espagne)
1914-1917	Arrêt de l'exploitation à cause de la guerre
1918	Reprise de l'exploitation
1922	Pas d'exploitation à cause de la chute du cours des métaux
1923	Transformation de la laverie hydro-gravimétrique du Bocard en une usine de traitement par flottation
1929	Reprise de la SFMSB par l'Union Pyrénéenne Électrique ; elle devient SFMS
1943	Amodiation de la concession à l'Union Minière des Pyrénées
1953	Arrêt de l'exploitation
1956	Campagnes de recherches par le BRGGM
1957	Résiliation de l'amodiation et dissolution de l'UMP
1963	Tentative de reprise par la SFMS dirigée par M. Daubian-Delisle
1973	Tentative de retraitement des stériles par la SFMS
1975	Mise en liquidation de la SFMS, abandon définitif des travaux

Tableau 20 : Principaux faits et dates qui ont marqué l'historique de la concession de Sentein

3.6.2.1 Travaux de recherche avant concession

Les deux premières demandes de recherches datent de 1824. La première concerne quasiment l'ensemble du Couserans et n'a pas plus de suite que l'établissement d'un atelier composé de dix-sept fourneaux (non localisés). La deuxième sollicitait une concession à Bentaillou : un arrêté préfectoral lui accorde un permis de recherche, mais l'affaire n'a aucune suite connue.

De 1838 à 1847, plusieurs demandes de recherche sont effectuées.

OCTROI DE LA CONCESSION EN 1848

C'est finalement au seul bénéfice du Baron de Boisrouvray qu'est instituée la concession des mines de plomb et zinc argentifères, de « Sentein et Saint-Lary », **par arrêté préfectoral du 25 septembre 1848**.

Lors de son institution, la concession occupe 6 935 hectares, et fait figure de géante pour l'époque. Un tiers concerne le bassin versant du haut Lez, dont fait partie le versant de Chichoué-Bentaillou. Les deux autres tiers englobent une bonne partie de la commune de Saint-Lary, avec les indices de Peyrenère, la Clotte et Barguerasse.

Les deux groupes d'indices sont éloignés de 7 km à vol d'oiseau, et il faut en parcourir plus de 40 pour les relier, en suivant les vallées. Ils ne peuvent donc faire l'objet que d'une exploitation totalement indépendante, pour le personnel d'extraction et le traitement. Cependant, l'unification des deux groupes d'indices est justifiée, selon l'administration des Mines, par le fait que Chichoué et Bentaillou ne pourraient être exploitées que plus de 4 à 5 mois par an - Barguerasse pourrait ainsi prendre le relais pendant les mois d'hiver. C'est d'ailleurs ce dernier qui semble le plus prometteur dans les années 1840. C'est le seul où de Boisrouvray extrait du minerai (25 m^3 en 1846).

Le potentiel de la concession, lors de son institution, est dispersé et mal connu.

3.6.2.2 Société des Mines de Sentein

Le Baron de Boisrouvray et M. Bellegarde forment en mai 1853 la *« Société des Mines de Sentein »*. Cette société démarre rapidement les premiers travaux sur le site minier de Chichoué, au droit des chantiers *Espeletta* et *Edouard*. En 1861, la *Société des mines de Sentein* est mise en liquidation, il n'y a plus d'exploitation.

TRAVAUX D'EXPLOITATION

Les travaux ne débutent donc qu'en 1853. Des logements miniers sont bâtis sur le plateau de Chichoué. Ils occupent 1 200 m² en 1857, où la production est maximale avec 6 500 t de minerai brut.

En 1862, les travaux réalisés sont principalement quelques galeries et attaques [SEN-D-68 et SEN-D-69] :

- *Espeletta* : 3 attaques, 2 tranchées et 2 petites galeries à Espeletta n°1 ; 1 grande tranchée et 3 galeries à Espeletta n°2 ;
- *Lagarde* : (150 m sous Espeletta) : 1 galerie, 1 tranchée ;
- *Edouard* : 1 galerie avec 1 recoupe ;
- *Jesusita* : 1 galerie ;
- *Pepita* : 3 galeries.

La production du site minier de 1854 à 1861 serait de **3 000 t de galène et 400 t de blende**.

TRANSPORT DU MINERAI

Le transport du minerai de Chichoué de 1856 à 1861 s'effectue par des chevaux attelés (à raison de 2,5 t par chariot). Pour cela, les exploitants réalisent une piste en 1855, qui poursuit celle qui conduisait alors de Sentein jusqu'au Bocard d'Eylie *(il s'agit de l'actuelle piste forestière menant à Bentaillou)*. Elle longe le Lez jusqu'au fond du cirque de la Plagne sur 2,5 km et 210 m de dénivelé. Elle rejoint ensuite Bentaillou *(Figure 52)*, qui se trouve à 1,3 km à vol d'oiseau, mais 700 m plus haut ; cette portion a une longueur de 7 km. Un chemin de 1,3 km permet de relier Bentaillou aux travaux de Chichoué *(Espeletta)*.



Figure 52 : Bentaillou - arrivée de la voie charretière de 1855 et bâtiments (vue depuis Narbonne, 2014)

SYNTHESE DES TRAVAUX MINIERS SUR LA PERIODE 1854-1861

La situation des principaux travaux d'exploitation et des installations de transport réalisés sur la période 1854-1861 est présentée sur la *Figure 53*.

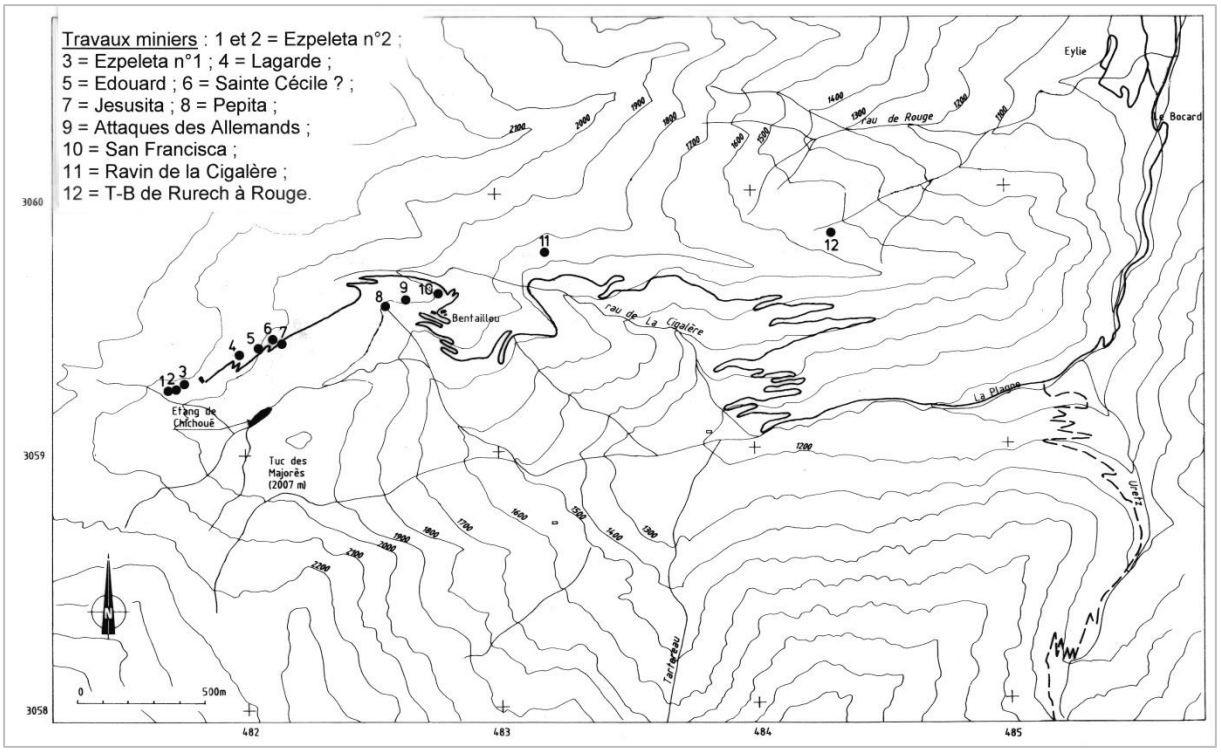


Figure 53 : Travaux miniers 1854-1861 et voie charretière de 1855 (DUBOIS, 2004)

TRAITEMENT DU MINERAI

Le minerai brut est traité, tout au long de l'histoire de la concession, majoritairement au Bocard d'Eylie. Pour ces premières années d'exploitation, seules quelques informations sont connues : la construction du Bocard a nécessité la réunion d'une quantité immense de matériaux. Une forge de 5 x 10 m est installée en 1858. Les minerais sont soumis à un *« traitement mécanique »* (DUBOIS, 2004).

3.6.2.3 Kaulek (1862-1870)

En 1866, est mis en fonctionnement un nouveau mode de transport : **la glissière hydraulique**. Ce système est cependant abandonné au bout de deux ans : il est très cher, fonctionne mal et requiert une main-d'œuvre nombreuse. L'exploitant ne résout pas le problème économique de la descente du minerai. De plus, le minerai de plomb est trop peu argentifère[36]. Le minerai devient d'ailleurs de plus en plus riche en blende au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'affleurement, et le cours du zinc est bas.

Les cours du plomb et du zinc s'envolent en 1871 et les pertes qu'accuse l'entreprise conduisent à l'abandon définitif des travaux. **La mine est arrêtée de 1871 à 1878, la guerre ajoutant des difficultés supplémentaires aux exploitants.**

TRAVAUX D'EXPLOITATION

Le précédent exploitant, la *Société des mines de Sentein* a laissé une mine dans laquelle un seul chantier montre du minerai encore exploitable. L'exploitant doit donc s'attacher à rechercher et à préparer de nouvelles zones exploitables. Les travaux préparatoires mettent en évidence du minerai aux niveaux *Jesusita* (renommé *Sainte-Barbe* en 1868), *Edouard*, *Lagarde* et *Sainte-Amélie*. L'ouverture de ce dernier niveau donne lieu à la découverte d'un amas fortement minéralisé. En 1868, la longueur des traçages cumulés atteint 800 m.

La production du site minier de 1866 à 1870 serait de **8 100 t de minerai à environ 34% de plomb et 0,025% d'argent.**

TRANSPORT DU MINERAI

Jusqu'alors, le transport du minerai au Bocard s'effectue par chariots attelés. L'Ingénieur des Mines propose, en juillet 1863, de construire la glissière hydraulique susmentionnée (un couloir en bois dans lequel on fait circuler un filet d'eau pour faire glisser le minerai sur la pente). Les travaux commencent en 1864 ; la glissière est mise en service en décembre 1865 mais ne fonctionne que pendant deux ans. Elle parcourt un trajet d'une longueur de 2500 m et d'un dénivelé de 700 m *(Figure 54)*. Elle trouve son prolongement dans une unité de décantation (dont le fonctionnement n'est pas connu) au fond du Cirque de la Plagne.



Figure 54 : Vestiges actuels des installations ferrées menant des travaux miniers au départ de la glissière hydraulique (à gauche) et de la glissière hydraulique, dans les environs du refuge de Sans (à droite)

[36] alors que c'est de l'argent que dépendent les résultats d'exploitation.

SYNTHESE DES TRAVAUX MINIERS SUR LA PERIODE 1862-1870

La situation des principaux travaux d'exploitation et des installations de transport réalisée sur la période 1862-1870 est présentée sur la *Figure 55.*

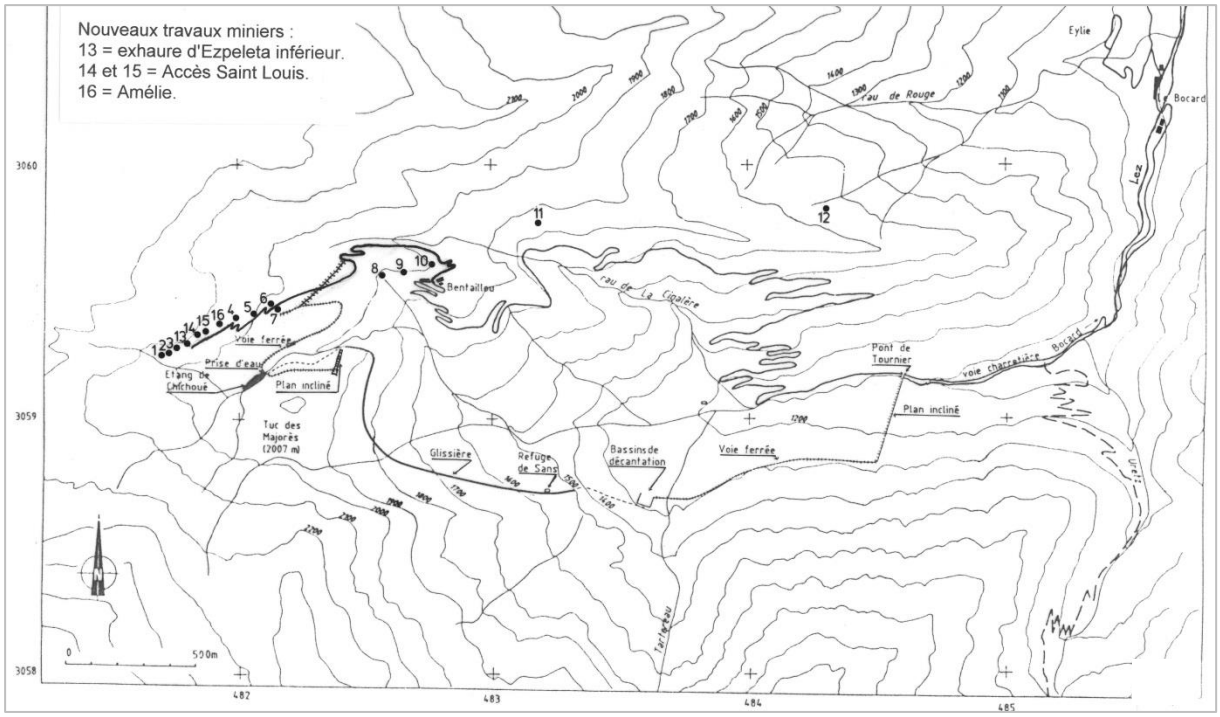


Figure 55 : Travaux miniers sur la période 1862-1870 et glissière hydraulique de 1865 (DUBOIS, 2004)

TRAITEMENT DU MINERAI

La *Figure 56* présente le schéma de fonctionnement de la laverie à Eylie (dont la situation est présentée sur le plan de la *Figure 57)* pendant les premières années de cette période d'exploitation. Il s'agit d'un traitement du minerai gravimétrique pour lequel différents dispositifs de tri sont utilisés selon la granulométrie du produit à concentrer (caisses allemandes, tables à secousses, tables dormantes, etc.).

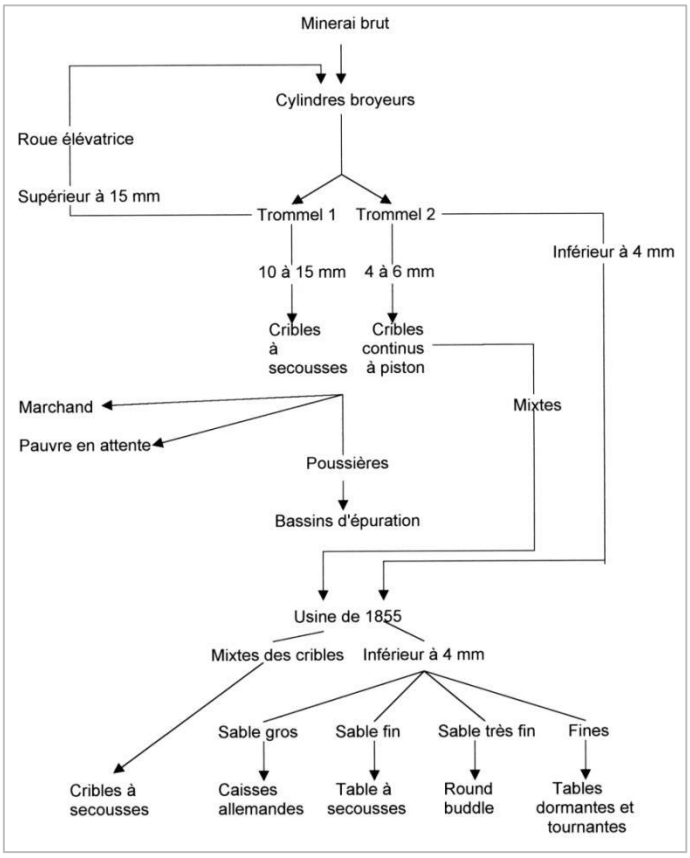


Figure 56 : Schéma du traitement du minerai de Sentein en 1865 (DUBOIS, 2004)

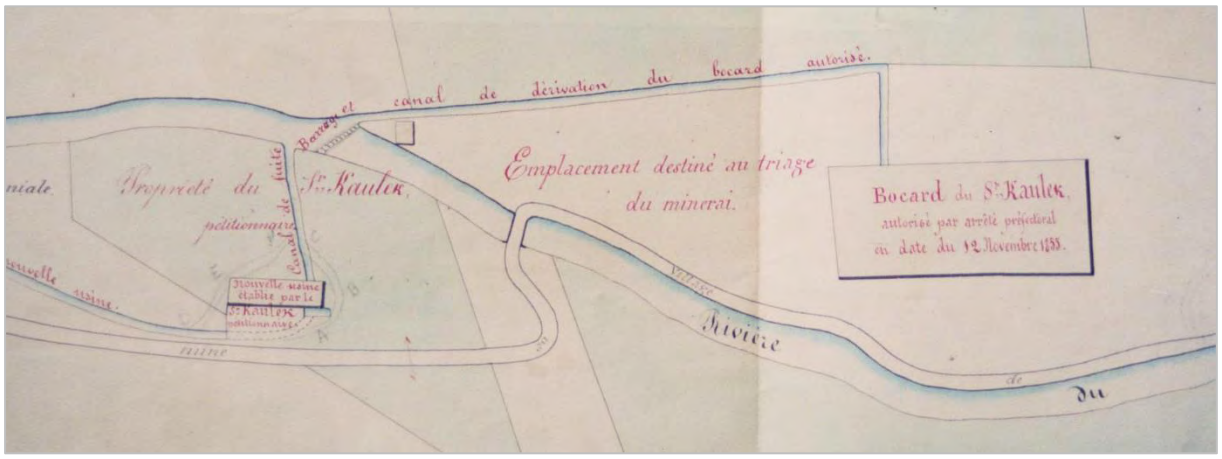


Figure 57 : Plans des bocards de 1855 et de 1865 à Eylie (d'après un plan des Archives départementales de l'Ariège (DUBOIS, 2004))[37]

[37] L'« *emplacement destiné au triage de minerai* » correspond à la position actuelle de la laverie, en rive gauche du Lez.

3.6.2.4 Sentein Mining Company Ltd (1878-1885) et Castillon Mining Company (1886-1892)

Le 18 juillet 1878 est fondée la *Sentein Mining Company* qui rachète la concession le 11 septembre de la même année [SEN-D-163].

Les « Anglais » réinstallent les bâtiments de préparation mécanique et construisent des habitations d'ouvriers à 1 000 m au-dessus du hameau d'Eylie [SEN-D-72]. La société fait faillite en 1885 ; la mine est abandonnée.

Au début de l'année 1886, la concession est rachetée par la *Castillon Mining Company Ltd*. Les travaux reprennent en juin de la même année, sans travaux de recherche préalables [SEN-D-77]. L'exploitation, très active, se concentre au niveau du filon principal entre les galeries *Sainte-Eugénie* et *Sainte-Amélie*, creusées par la *Sentein Mining Company Ltd*.

En 1891, les cours du zinc s'effondrent : les résultats de l'exploitation deviennent mauvais (la production est de ¾ de blende pour ¼ de galène). S'y ajoutent l'épuisement du gisement de Chichoué, qui fournit un minerai brut de plus en plus pauvre et une galène de moins en moins argentifère.

Les exploitants misent alors sur les recherches de Bulard[38] qui sont réalisée à partir de 1889. La concession est instituée le 23 juin 1893 à la *Castillon Mining Company Ltd*, qui a cependant déposé son bilan deux mois plus tôt. Les travaux d'exploitation de la *Castillon Mining Company Ltd* sont alors définitivement arrêtés à Sentein, et n'ont pas commencé à Bulard.

Du fait d'une nouvelle chute des cours des métaux, l'activité minière ne rependra qu'en 1896.

La production du site minier de 1878 à 1892 serait de **8 200 t de galène et 22 100 t de blende.**

TRAVAUX D'EXPLOITATION ET TRANSPORT DU MINERAI

Les niveaux déjà creusés sont poursuivis. De plus, les « Anglais » établissent un câble aérien à partir de 1879. Il fonctionne à partir de septembre 1880. Il parcourt 1000 m de dénivelé en 5 travées. Chaque benne possède une charge utile de 600 kg. Chaque jour, 70 à 80 tonnes de minerai brut sont transportées.

À partir de juillet 1897, le câble n'est plus utilisable.

[38] Voir Synthèse historique de la concession de Bulard

SYNTHESE DES TRAVAUX MINIERS SUR LA PERIODE 1878-1892

La situation des principaux travaux d'exploitation et des installations de transport réalisés sur la période 1878-1892 est présentée sur la *Figure 58.*

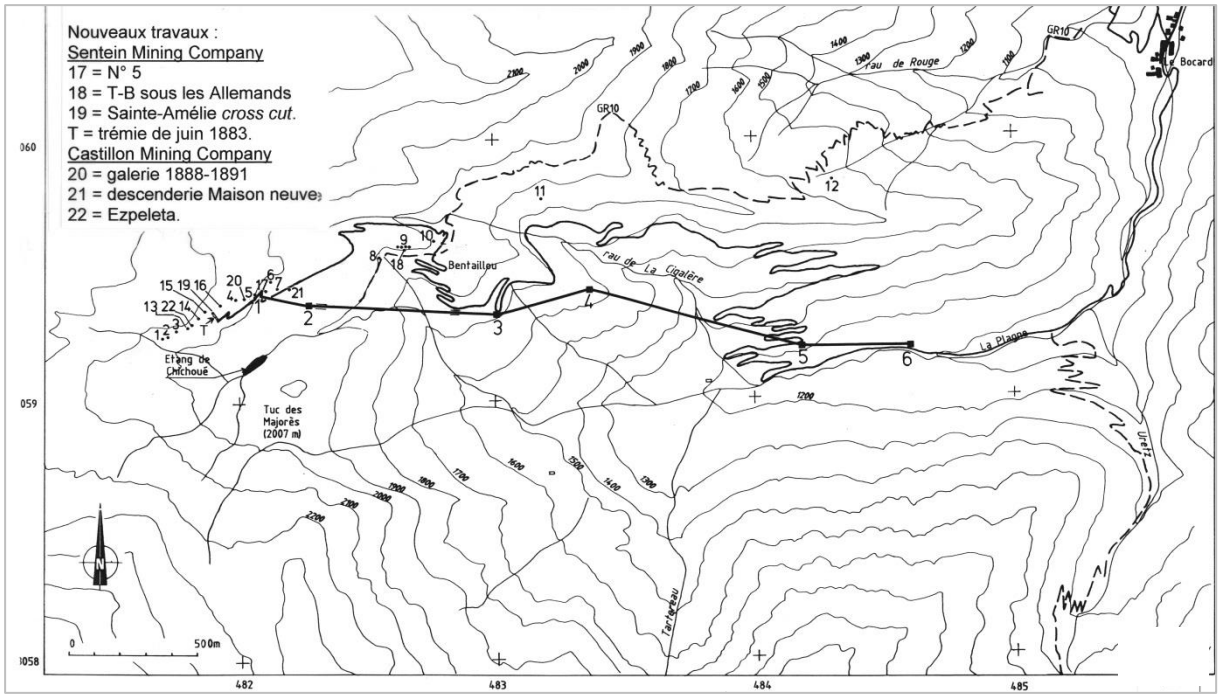


Figure 58 : Travaux miniers 1878-1892 et câbles aériens « des Anglais » de 1880 (DUBOIS, 2004)

TRAITEMENT DU MINERAI

La *Figure 59* présente le schéma de fonctionnement de la laverie à Eylie durant cette période. Il s'agit d'un **traitement gravimétrique** globalement similaire à celui mené vers 1865. L'exploitant a cependant perfectionné l'installation par la mise en place de lignes de traitement différenciées, séparant plus finement les différentes classes granulométriques du produit.

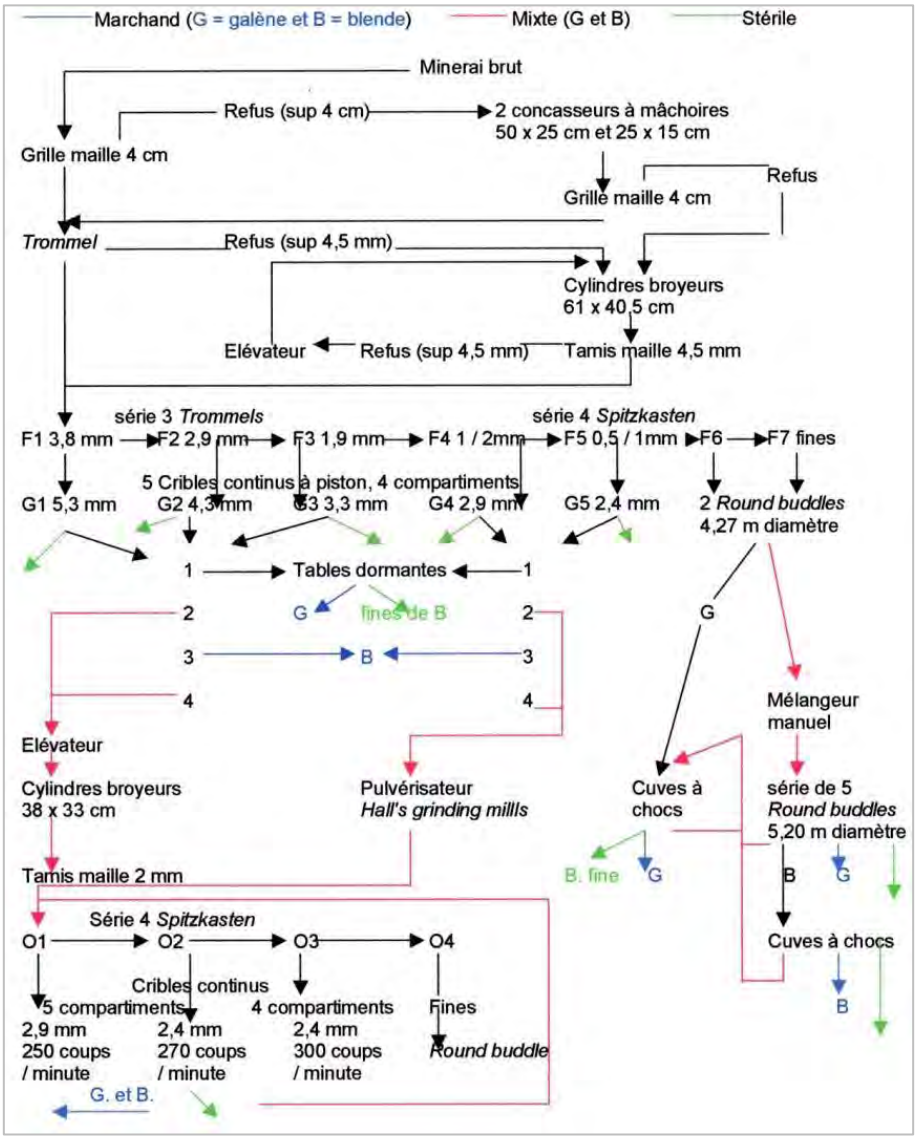


Figure 59 : Schéma du traitement du minerai de Sentein en 1882 (DUBOIS, 2004)

La situation générale du site d'Eylie à cette période est illustrée par le plan des installations de 1889 *(Figure 60)* ainsi que par une carte postale dont la prise de vue daterait de 1890-1900 *(Figure 61)*.

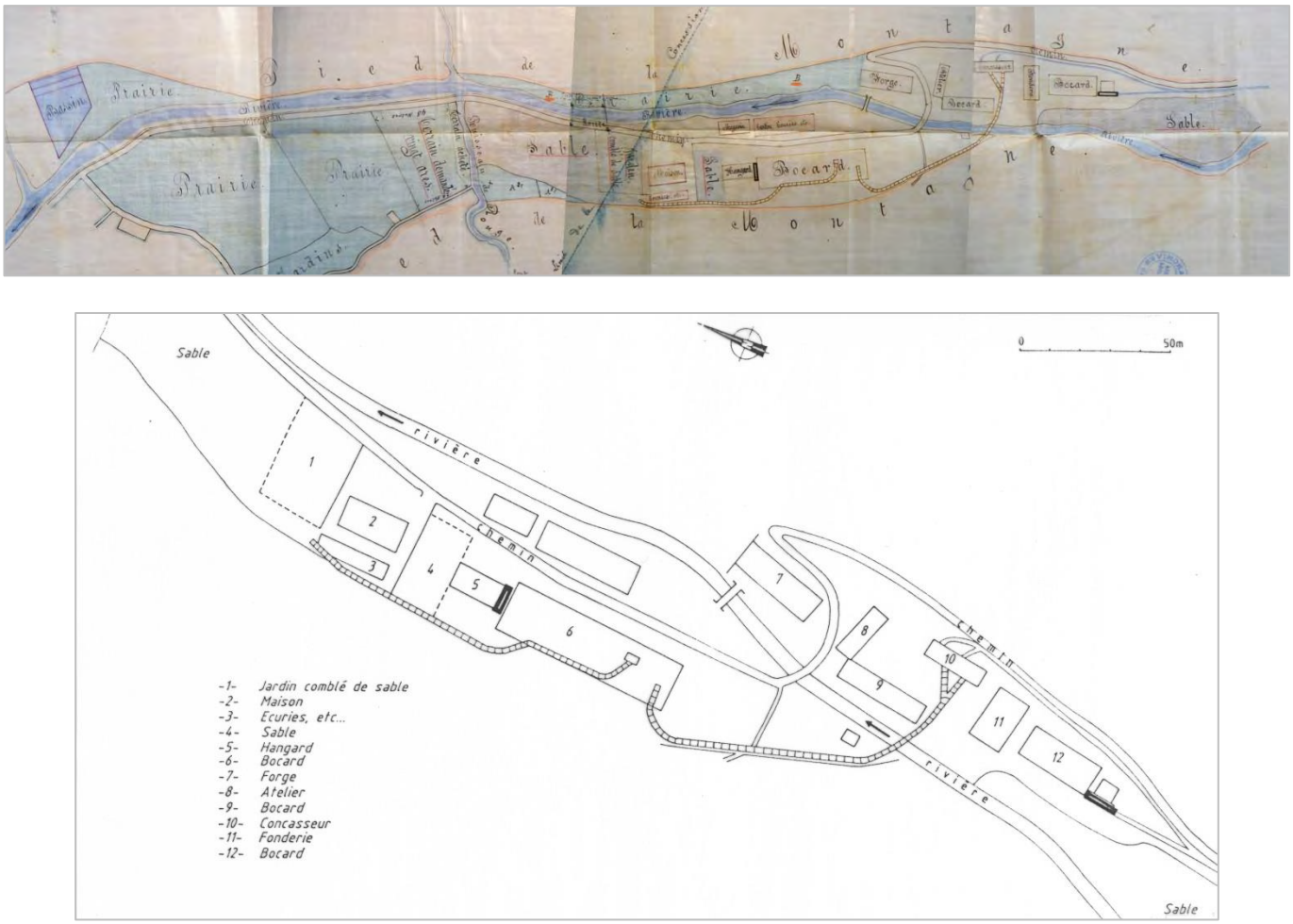


Figure 60 : Plan du bocard à Eylie en 1889 établi par J. Edwards le 18/06/1889 ; original (en haut) et repris par Claude DUBOIS (DUBOIS, 2004) (en bas) [SEN-AD-60]



Figure 61 : Bocard d'Eylie entre 1890 et 1900 (carte postale non datée ; Edit. du Sl de Castillon)[39]

[39] L'organisation du site correspond à celle présenté sur le plan de 1889. De plus, sur cette vue la laverie étagée de 1900 n'a pas encore été construite. La date de ce document est comprise entre 1890 et 1900. Du grand bâtiment central (au centre) partent trois conduites alimentant des stockages de résidus (« sables » sur le plan de 1889). Il s'agit des dépôts (qui ne sont plus visibles aujourd'hui).

3.6.2.5 The Mining and smelting company of Nescus Ltd (1898-1906)

La société *The Mining and Smelting Company of Nescus* est fondée le 19 juillet 1898. Elle exploitera le gisement jusqu'en 1906.

La galerie de Narbonne est ouverte en 1901 et les équipements du Bocard sont renouvelés. **En 1902, la production est maximale à Bentaillou avec 6 376 t de minerai brut.** En 1906, les concessions de Sentein et du Bulard sont amodiées au *Syndicat minier*, constitué depuis peu. La production du site minier de 1898 à 1906 serait de **2 500 t de galène et 18 500 t de blende.**

TRANSPORT DU MINERAI

En 1899 débutent les travaux d'installation d'un nouveau transporteur aérien. Ce bicâble relie directement les chantiers miniers au Bocard d'Eylie. La ligne mesure 3 200 m de long pour 1 017 m de dénivelé. En 1904, un monocâble de type Etcheverry (plus performant) est installé sur un parcours similaire. Une voie ferrée est implantée sur le chemin vicinal, entre le Bocard et le village de Sentein, en 1905.

SYNTHESE DES TRAVAUX MINIERS SUR LA PERIODE 1898-1906

La situation des principaux travaux d'exploitation et des installations de transport réalisés sur la période 1898-1906 est présentée sur la *Figure 62.*

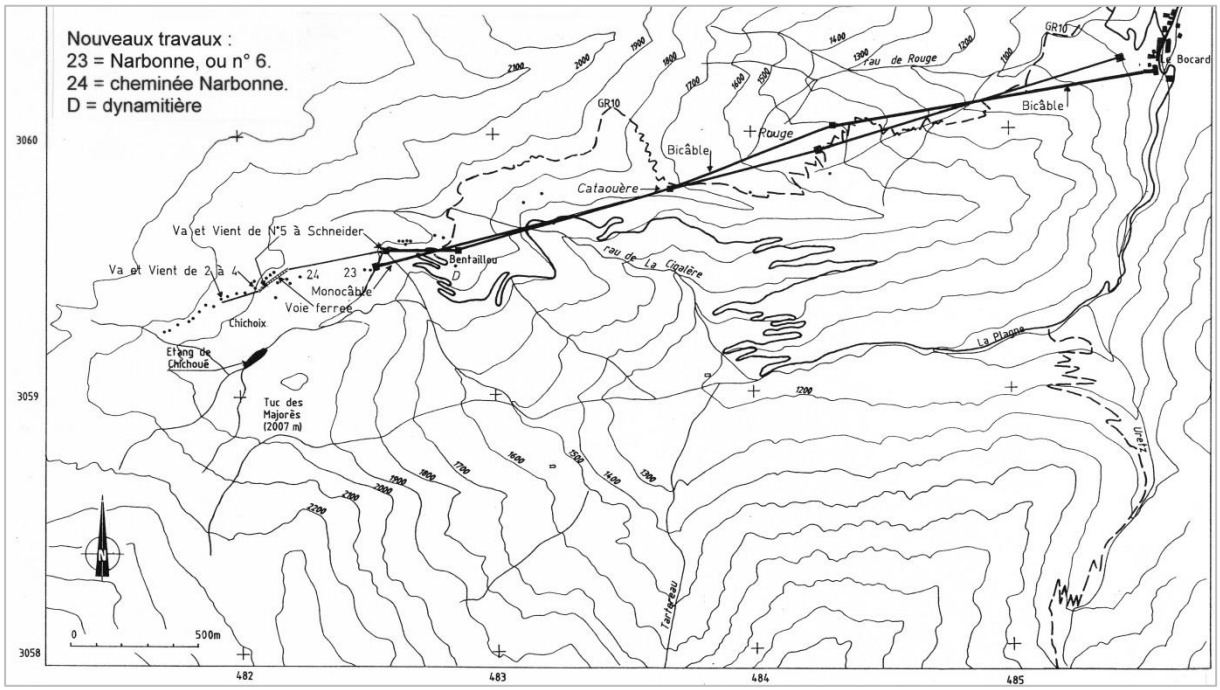


Figure 62 : Travaux miniers 1898-1906 ; bicâble de 1900 et monocâble de 1904 (DUBOIS, 2004)

TRAITEMENT DU MINERAI

Un nouvel atelier étagé de traitement du minerai est mis en place au Bocard d'Eylie en 1900 (*dont la situation générale est illustrée par le plan de la Figure 63 et la vue d'époque de la Figure 64*). Il est équipé : d'un concasseur à mâchoires ; de broyeurs à cylindres ; de trommels ; de couloirs classeurs[40] ; de cribles continus à pistons ; de tables de Wilfley[4] substituées au round-buddle et d'une table de Linkenbach (à partir de 1905). **À noter l'installation d'un four à calamine en 1902.**

Cette nouvelle configuration du site d'Eylie sera conservée par les exploitants suivants.

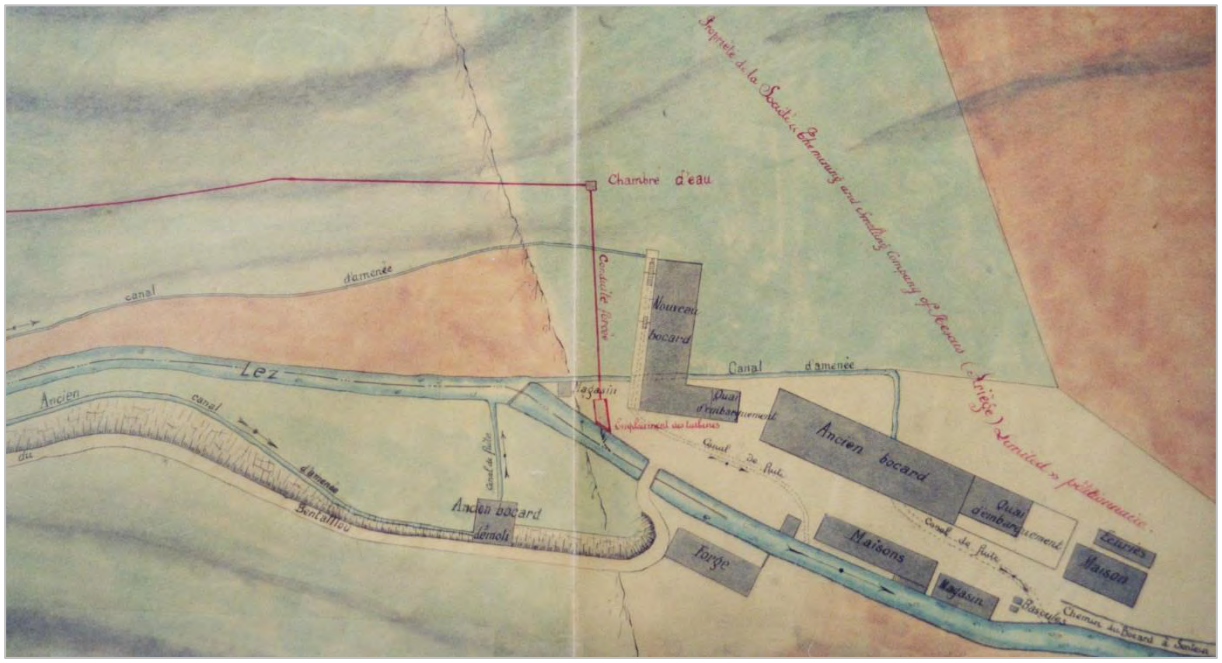


Figure 63 : Plan du bocard à Eylie en 1903 (Archives départementales ; (DUBOIS, 2004))



Figure 64 : Bocard d'Eylie à l'époque de l'exploitation par la Nescus (carte postale non datée ; Fauré & ses fils, à Saint-Girons) [la laverie étagée est marquée par la flèche blanche]

[40] Nouveaux appareils qui n'étaient pas utilisés par la Castillon Mining Company

3.6.2.6 Syndicat minier (1906-1913)

Le Syndicat minier est fondé le 28 avril 1906. Il exploite régulièrement les deux concessions jusqu'en 1913. Le 9 septembre de la même année, il **vend les concessions de Sentein et Bulard à la *Société française des mines de Sentein***.

TRAVAUX D'EXPLOITATION ET TRANSPORT DU MINERAI

Le minerai produit provient principalement du niveau Narbonne. La *Figure 65* montre l'état des travaux à Bentaillou et Chichoué en 1911. La ligne du monocâble de Bentaillou, achevée en 1906, reste inchangée pendant l'exploitation de la concession par le Syndicat minier.

La production du site minier de 1906 à 1914 serait de **2 000 t de galène et 18 000 t de blende.**

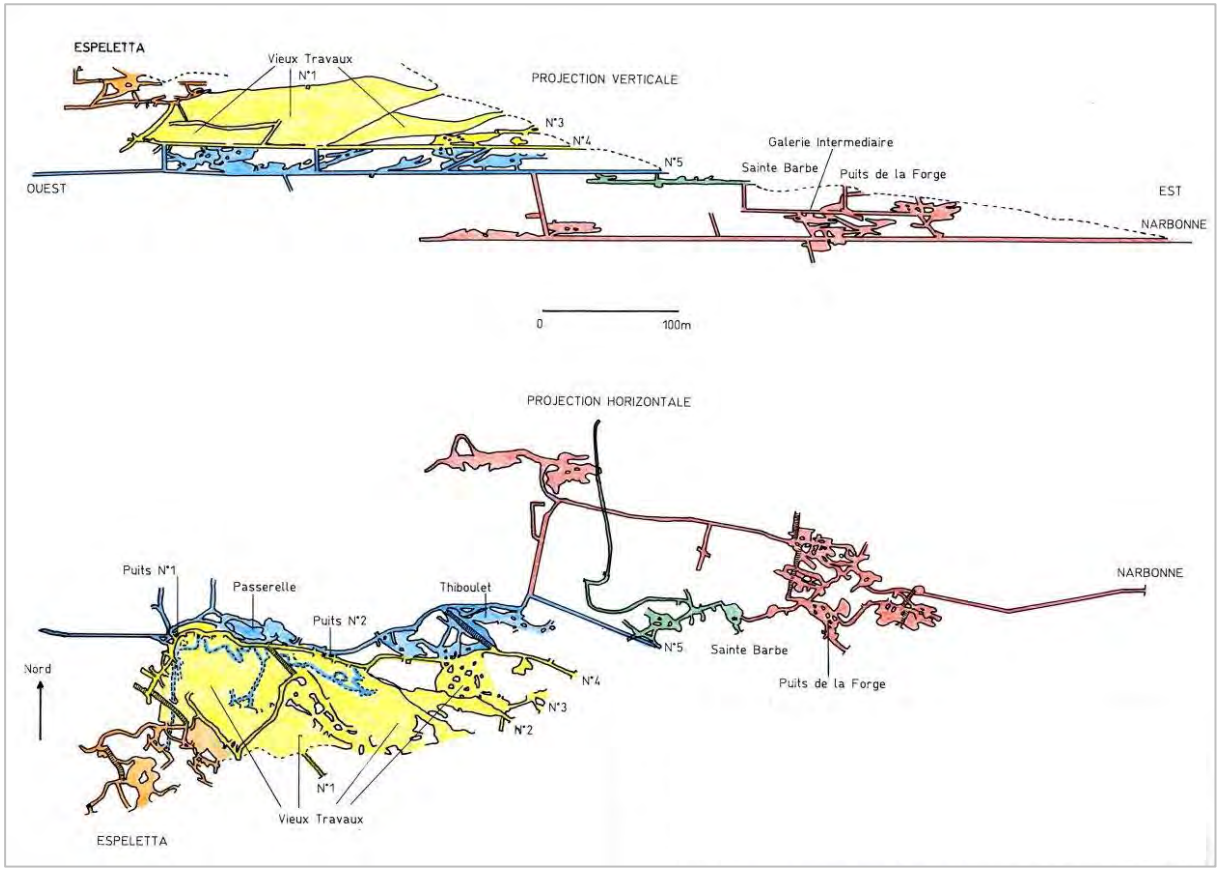


Figure 65 : Plan et coupe des travaux de Chichoué et Bentaillou, datant du 22/07/1911 (DUBOIS, 2004)

TRAITEMENT DU MINERAI

L'organisation globale du Bocard d'Eylie n'est pas changée *(Figure 66)*. À noter la mise en fonctionnement dès le début du XX^{ème} siècle d'une unité dédiée au traitement du minerai issu de la concession du Bulard. Un second four à calamine est installé en 1907 et des toitures sont installées en 1908 et 1910 pour limiter l'envol des poussières et fumées.



Figure 66 : Laverie étagée d'Eylie (vers 1910) (carte postale non datée ; Labouche et frères à Toulouse)

Les deux fours à calamine sont visibles au centre de la figure (à gauche, le four de 1902 ; à droite, celui de 1907).

3.6.2.7 Société Française des mines de Sentein (France) et CRAM (1913-1928)

En 1912, le *Syndicat minier* ralentit ses travaux du fait d'un manque de trésorerie. En septembre 1913, est fondée la *Société Française des mines de Sentein (France) et de Bagergue (Espagne)* (*SFMS&B*). La mutation des concessions de Sentein et Bulard au nom de la *SFMSB* est autorisée par un décret du 16 janvier 1914 [SEN-D-58]. L'exploitation est ensuite ralentie à cause de la première guerre mondiale.

En 1920, la société espagnole *Compagnie royale asturienne des mines* (*CRAM*)[41] prend le contrôle de la SFMS&B. Cette société, forte de son expérience sur d'autres sites miniers français et espagnols, **mettra en place un traitement du minerai par flottation en 1923 dans la laverie d'Eylie.**

Le 30 juin 1925, la SFMS&B devient la *« Société française des mines de Sentein » (SMFS)*, et le restera jusqu'à sa dissolution (en 1975).

À partir de 1924, l'exploitation sera soit arrêtée, soit ralentie à la suite de grèves.

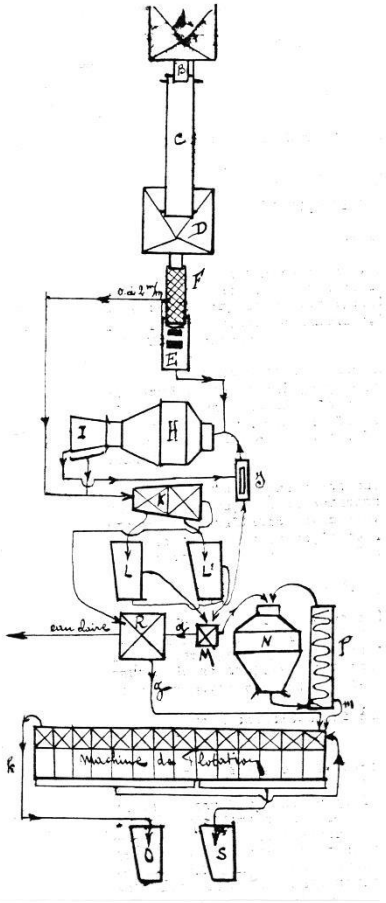
TRAVAUX MINIERS

Les niveaux de travaux creusés par les précédents exploitants sont approfondis (agrandissement et multiplication des chambres d'exploitations) et de nouveaux chantiers sont exploités à Chichoué et à Bentaillou, des horizons plus profonds, au nord du gisement.

[41] La CRAM détient environ un quart du marché du zinc français et a dès le départ cherché à alimenter ses usines quasi-exclusivement avec les minerais de ses propres mines.

TRAITEMENT DU MINERAI

En 1923, le Bocard d'Eylie adopte une nouvelle technique de traitement : la flottation. L'usine de traitement dispose notamment d'un concasseur, de deux broyeurs Harding à boulets, de deux hydroclasseur, d'une série de cellules de flottation destinée à la séparation de la blende, de tables à secousses (« riflées vibrantes »), en particulier pour le contrôle des stériles en sortie de l'unité de flottation et pour la séparation de la galène et de la blende *(Figure 67)*.



A = trémie ; B = distributeur ; C = table de triage ; D = trémie ; F = tamis à secousses ; E = concasseur ; H = broyeur Harding à boulets ; I = trommel ; J = élévateur ; K = hydroclasseur ; L et L' = tables rifflées vibrantes ; M = hydroclasseur ; N = broyeur Harding à boulets ; P = vis classificatrice ; R = décanteur Callow ; O = table rifflée vibrante pour contrôle des stériles ; S = table rifflée vibrante pour séparation galène / blende.

Figure 67 : Schéma de la laverie d'Eylie équipée du dispositif de flottation (extrait d'un procès-verbal de visite de l'Ingénieur Gazel du 30/12/1923 (DUBOIS, 2004))

3.6.2.8 L'Union pyrénéenne d'électricité (1929-1942) et l'Union minière des Pyrénées (1943-1957)

Probablement en 1929, la SFMS est reprise par l'Union pyrénéenne électrique. L'UPE creuse des galeries pour le captage d'Araing et l'aménagement hydroélectrique de la chute d'Eylie ; **ces travaux servent secondairement de recherches minières.** À cette occasion est ouvert **le niveau Saint-Jean.**

En 1934, la SFMS demande la réduction de la concession de Sentein. Un décret du 31 janvier 1935 accepte cette demande [SEN-D-59]. La concession se situe alors exclusivement sur la commune de Sentein. Sa superficie, jusqu'alors de 6 935 ha, est réduite à 2 347 ha. En janvier 1943, la société *Union minière des Pyrénées* (*UMP*) est créée. Un contrat d'amodiation est signé le 8 juin 1943 [SEN-D-41] : L'ensemble des terrains, bâtiments, installations industrielles, ouvrages divers ainsi que le matériel et l'outillage en service sont amodiés à l'UMP.

En 1952, la production est maximale, avec 61 250 tonnes de minerai brut. En 1953, cependant, l'exploitation s'arrête.

TRAVAUX MINIERS

De nouveaux chantiers sont exploités à des horizons plus profonds, au nord du gisement *(Figure 68)*. De plus, le niveau Saint-Jean, creusé pour le compte de l'UPE en 1930, est exploité. Il permet de relier les installations de Bentaillou à celle de Narbonne (et donc au reste des travaux miniers souterrains)[42].

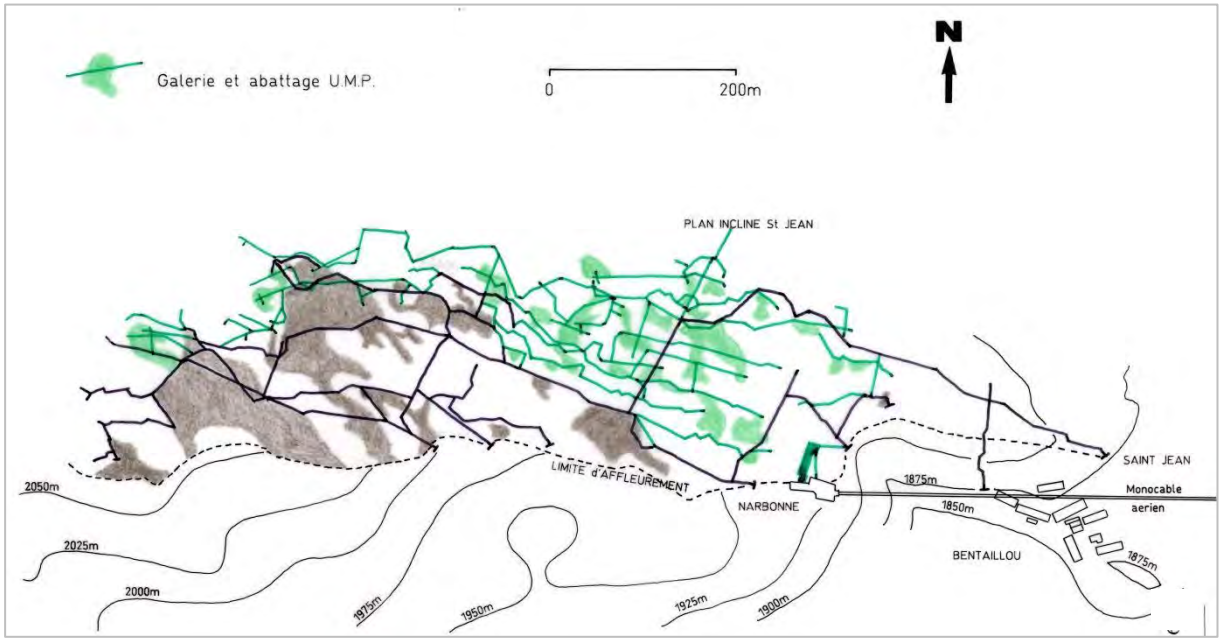


Figure 68 : Galeries et abattages travaillés par l'UMP
(adapté par C. DUBOIS à partir d'un plan des archives de la DREAL Midi-Pyrénées)

[42] *« Les anciens ont dépilé les amas minéralisés dans les amonts de la zone minéralisée depuis Espelette (2 070 rn) jusqu'à la cote 1878 (galerie St-Jean). La galerie Narbonne, cote 1930, débouche au jour à la station de tête du téléphérique. Les travaux de Bentaillou se sont étendus sur 800 rn environ depuis Narbonne jusqu'à l'extrémité ouest et sur une bande de 250 rn soit sur une surface de 20 ha »* (SGR Midi-Pyrénées, 1994).

TRAITEMENT DU MINERAI

En 1952, une laverie souterraine est mise en place dans le quartier de Narbonne. La méthode choisie est le procédé gravimétrique par « milieu dense ». En sortie de la galerie de Narbonne, le minerai était versé dans la trémie d'alimentation de l'usine. Après concassage et broyage, le minerai était mélangé à une pulpe à densité contrôlée (contenant du ferrosilicium). Ce milieu « dense » permet de séparer les particules de minerai de celles de la gangue *(cf. partie haute de la Figure 69)*.

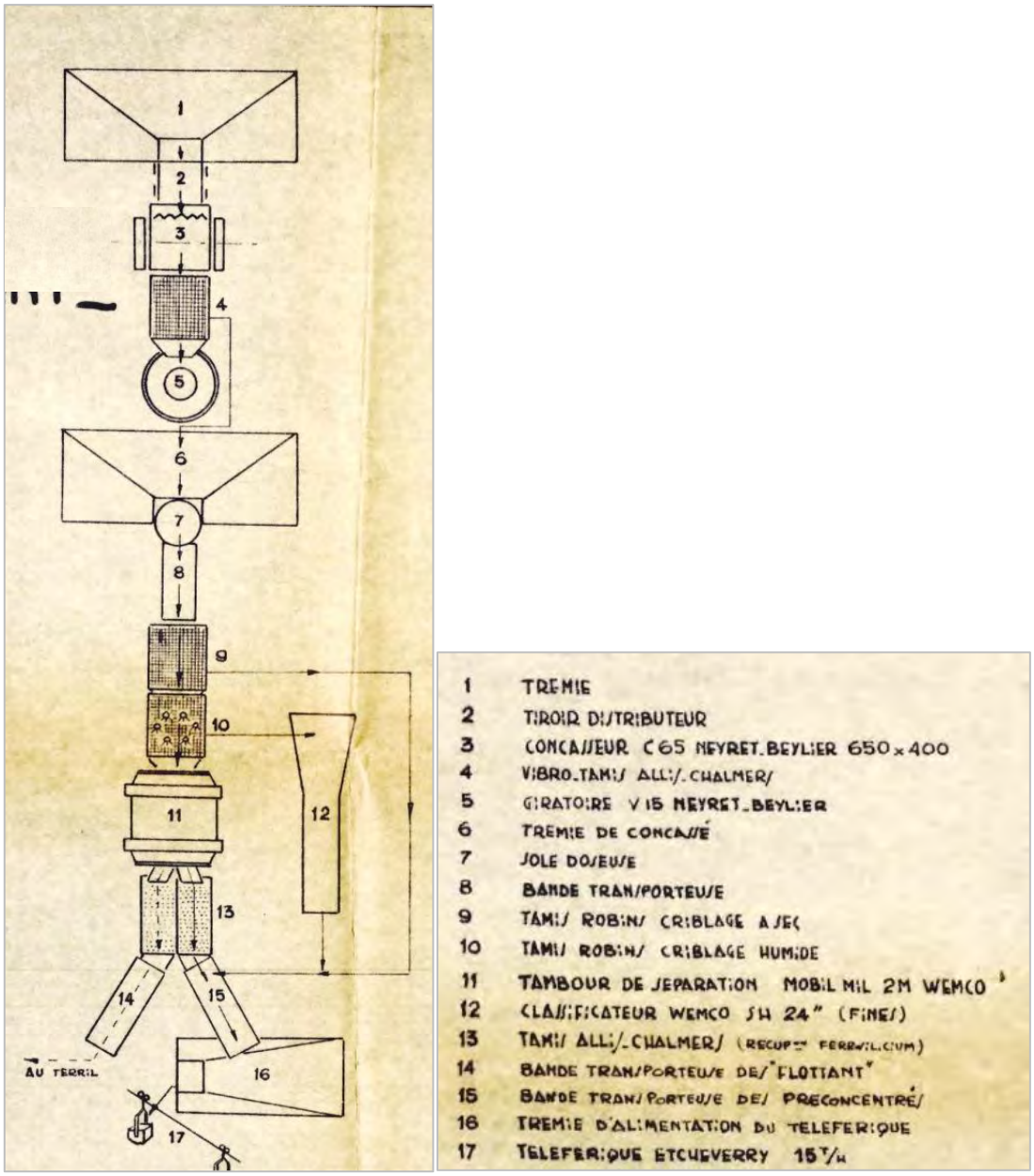


Figure 69 : Extraits d'un schéma du traitement du minerai réalisé dans la laverie souterraine et à au Bocard d'Eylie (UMP, 1952 ; [SEN-D-125])

Durant cette période, l'installation de flottation sera également perfectionnée et sera notamment dotée d'une ligne de flottation dédiée à la galène ainsi que d'un dispositif de filtration et d'épaississeurs *(Figure 70).*

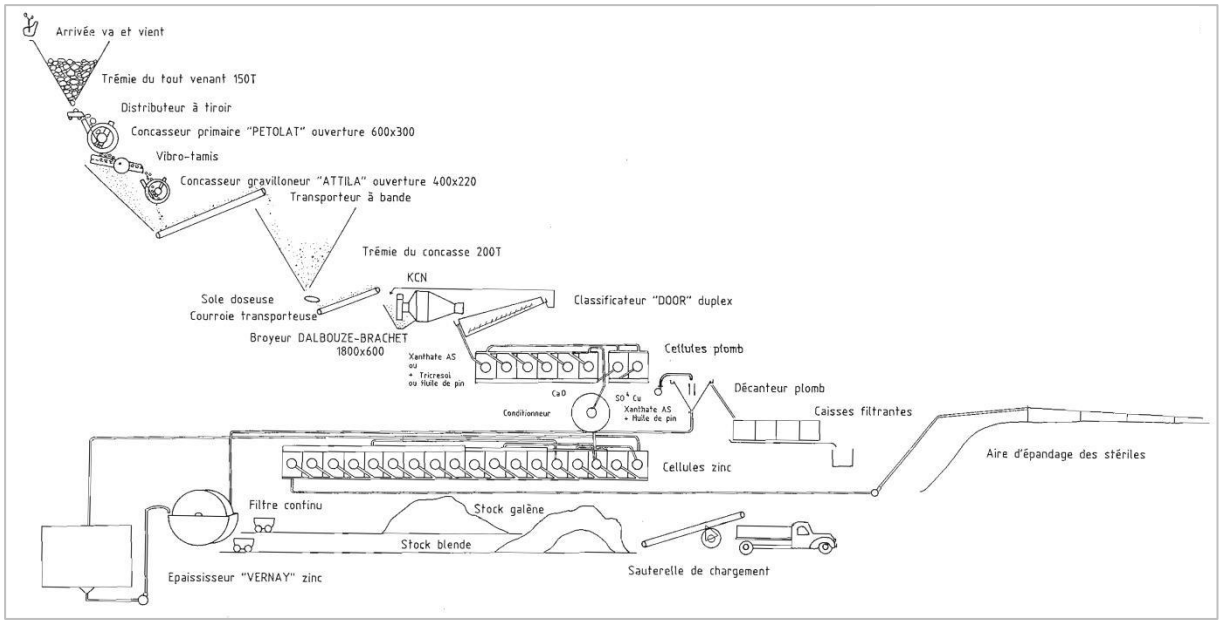


Figure 70 : Schéma du traitement du minerai, entre 1945 et 1951 (repris par C. DUBOIS, d'après un plan de l'UMP issu des Archives de la DREAL Midi-Pyrénées (DUBOIS, 1996))

Tel que le montre la Figure 71, en 1946, le site d'Eylie se compose principalement : d'une laverie étagée dotée d'un dispositif de flottation (à gauche) ; d'ateliers, magasins (au centre, au 2ème plan), de bureaux et d'une cantine (au centre, au 1er plan) et d'un logement réservé à l'Ingénieur en Chef et sa famille (à droite).



Figure 71 : Bocard d'Eylie en 1946 (photographie jointe à un courrier du 15 avril 1946 ; [SEN-D-124a])

3.6.2.9 Recherches du BRGGM (1955-1957)

À partir de 1955, la production de minerai de zinc est fortement encouragée en France, et l'UMP négocie une convention avec le BRGGM[43] au sujet d'un programme de recherches pour évaluer notamment l'extension des corps minéralisés vers l'est. En 1956 et 1957, le BRGGM effectue des centaines de mètres de sondages et trace des galeries pour explorer les prolongements au nord et au nord-ouest de Bentaillou, ainsi qu'à Rouge. Les travaux de recherche ne donnent que des résultats médiocres, l'UMP conclu à la nécessité d'un arrêt définitif de l'exploitation en 1957.

TRAVAUX D'EXPLOITATION

Les travaux miniers réalisés se situent sur le site de Rouge *(Figure 72)* et consistent principalement en :

- un travers-banc de près de 1 000 m (tracé par l'UMP de 1949 à 1951), relié à l'ouest à quelques autres petits travaux, en particulier la « fenêtre de Rouge » *(qui débouche juste en-dessous de la piste forestière menant à Bentaillou)* [altitude générale des travaux à la cote 1650 m NGF] ;
- des travaux souterrains courts dits « travaux de Rouge » situés à l'est des ouvrages précédents [altitude générale des travaux à la cote 1560 m NGF]

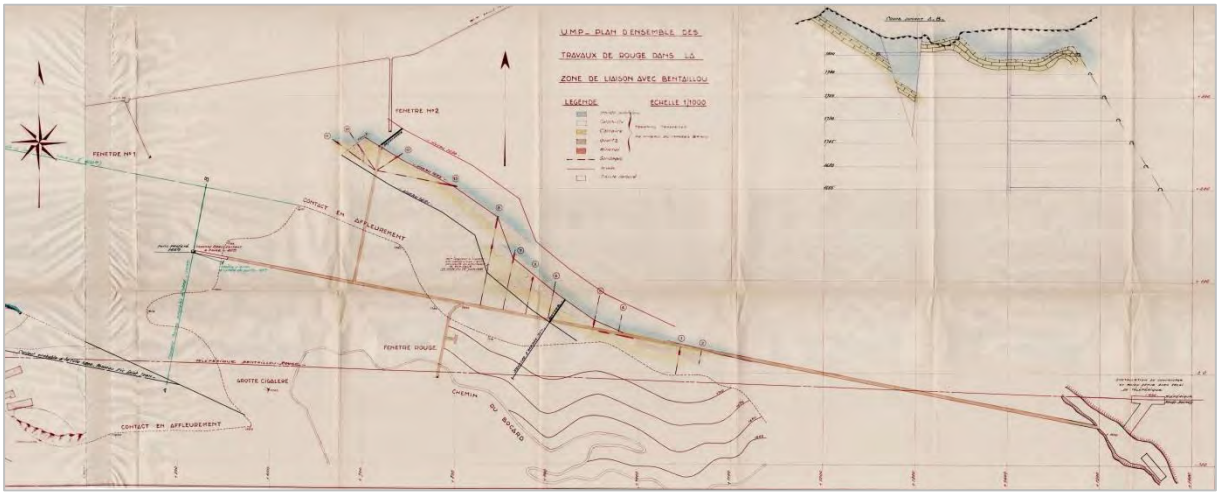


Figure 72 : Organisation générale des principaux travaux du Quartier de Rouge et de quelques ouvrages de recherches satellites ; extrait d'un plan minier de l'UMP non daté [SEN-D-134]

Les documents d'archive consultés n'ont pas permis de conclure quant à la communication entre les travaux miniers souterrains de Rouge et ceux de Bentaillou. Cette connexion est uniquement pressentie par l'existence d'ouvrages projetés et notamment le niveau 1740 qui *« a fait l'objet de reconnaissances par sondages à partir d'un grand travers-banc de plus de 800 rn avec recoupes, dont le départ est à la cote 1740 »* (SGR Midi-Pyrénées, 1994).

TRAITEMENT DU MINERAI

Trois plans miniers, identifiés aux archives de la DREAL Midi-Pyrénées, mentionnent la présence d'une installation de traitement du minerai par milieu dense à Rouge. Les autres documents d'archives (procès-verbaux de visite de l'Ingénieur des Mines en particulier) n'en confirment cependant pas l'existence.

[43] Bureau de recherches géologiques, géophysiques et minières, actuel BRGM.

3.6.2.10 M. Daubian-Delisle (1956-1975)

Suite à un accord passé en 1961, l'UMP abandonne officiellement le site et la SMFS tente de mener une reprise de l'activité minière [SEN-D-33]. Les travaux sont menés de manière sporadique et se concentrent alors plutôt au niveau de Rouge [SEN-D-193].

Entre 1972 et 1975, quelques travaux sont réalisés, sous l'impulsion de M. Daubian-Delisle, représentant de la SMFS. Le creusement d'une galerie entre les cotes 1655 et 1900 est projeté, devant servir de base à l'implantation de sondages de recherche et d'infrastructures pour une éventuelle nouvelle exploitation. La calcite, dans laquelle cette galerie est creusée, est commercialisée.

Quelques travaux d'approfondissement à Rouge en particulier auront été réalisés au cours de cette période : *« [À Rouge,] une petite activité d'extraction a eu lieu entre 1962 et 1963 (70 t/jour) tout en poursuivant les reconnaissances »* (SGR Midi-Pyrénées, 1994). En termes d'aménagement des installations de surface, on notera la mise en place d'une unité de concassage à Rouge (en bordure est de la plateforme des travaux principaux) et d'une glissière dédiée au transport de la calcite au Bocard d'Eylie.

Une dernière demande de remise en activité de la mine est formulée par M. Daubian-Delisle en 1981. L'administration le met en garde des difficultés induites par la réouverture des mines, notamment à cause du site classé de la Cigalère [SEN-D-158]. En effet, les travaux y sont strictement réglementés dans un rayon de 100 m. La procédure est classée sans suite [SEN-D-193].

Les travaux ont été progressivement abandonnés par les derniers exploitants, jusqu'à l'arrêt complet de toute activité minière sur le site en 1975. La concession est orpheline.

3.6.3 Etat actuel du site et sources de pollution

L'état actuel du site, de ses vestiges et des sources de pollution associées sont décrites par zone investiguée dans les paragraphes suivants.

Ce paragraphe constitue la synthèse de la phase informative, des observations de terrain et des principaux résultats analytiques obtenus lors de la caractérisation des sources de pollution identifiées.

Ces éléments sont cartographiés sur la carte des exploitations minières de Sentein (*Annexe B3-1, hors-texte*) et sur la carte informative des zones investiguées concernées. [44]

Certaines installations de transport qui impliquent plusieurs sites sont présentées indépendamment. Il s'agit des « Câbles des Anglais » (1878-1893) et du bicâble allant de Narbonne à Eylie de 1900 *(Tableau 21 et Tableau 22)*. Le monocâble de 1904 est traité en deux sections, l'une rattachée à Rouge et la seconde à Eylie, au regard de la localisation des principales sources de pollution associées à cette installation de transport.

- Chichoué (*carte informative en Annexes B4-1, hors-texte) :*
  - *Tableau 23 : Dépôts miniers (principalement des stériles de creusement et des résidus grossiers de prétraitement) de Chichoué*
- Bentaillou (*carte informative en Annexes B4-2, hors-texte)* :
  - *Tableau 24 : Installations de surface sur le site de Bentaillou*
  - *Tableau 25 : Cuves et transformateurs non démantelés au droit du site de Bentaillou*
  - *Tableau 26 : Dépôts de stériles de creusement sur le site de Bentaillou*
  - *Tableau 27 : Laverie souterraine de Narbonne et dépôts miniers associés*
  - *Tableau 28 : Dépôts de minerai supposé, et mélange de sols et de résidus sur le site de Bentaillou*
- Rouge (*carte informative en Annexes B4-3, hors-texte)* :
  - *Tableau 29 : Installations de transport aériennes reliant Narbonne à Eylie (monocâble de 1904) – tronçon Narbonne – Rouge et dépôts miniers associés*
  - *Tableau 30 : Installations de surface au droit de la plateforme de Rouge*
  - *Tableau 31 : Dépôts de stériles de creusement ainsi que cuves et transformateurs sur le site de Rouge*
- Tartereau (*carte informative en Annexes B4-4, hors-texte)* :
  - *Tableau 32 : Installations de transport entre Chichoué et Eylie, en passant par Tartereau (Kaulek, 1865-1867)*
  - *Tableau 33 : Installation de traitement par décantation de Tartereau et résidus miniers associés*
- Eylie (*carte informative en Annexes B4-6, hors-texte)* :
  - *Tableau 34 : Dépôts de résidus associés aux installations de 1880-1900 sur le site d'Eylie*
  - *Tableau 35 : Installations de transport aériennes reliant Narbonne à Eylie (monocâble de 1904) – tronçon Rouge – Eylie et dépôts miniers associés*
  - *Tableau 36 : Installations de surface et fours à calamine sur le site d'Eylie*
  - *Tableau 37 : Laverie d'Eylie (installation de traitement, ateliers, magasins, etc.)*
  - *Tableau 38 : Dépôts majeurs de résidus miniers d'Eylie, situés à l'amont de la laverie*
  - *Tableau 39 : Dépôts majeurs de résidus miniers d'Eylie, situés à l'aval de la laverie*
- Sentein (*carte informative en Annexes B4-10, hors-texte)* :
  - *Tableau 40 : Installations de transport entre Eylie et Sentein et dépôts miniers associés*

[44] Les références précisées dans les tableaux sont celles reprises sur les cartes.

3.6.3.1 Installation de transport impliquant plusieurs sites

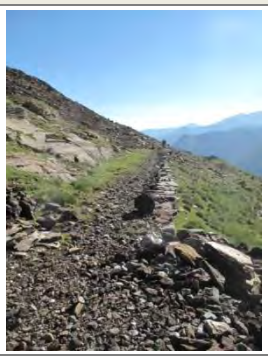
n°151	Trémie de 1883, construite par la Sentein Mining Company. Départ des câbles aériens « des Anglais », reliant des travaux de Chichoué à La Plagne (d'après DUBOIS, 2004).
	  
n°152	Voie ferrée supposée entre la trémie de juin 1883 et la station de tête des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°153	Câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°154	Station de tête de l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°155	Station intermédiaire sur l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°156	Station intermédiaire sur l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°157	Station intermédiaire sur l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004).
	  
n°210	Mélange de concentrés et de matériaux de construction de la station, associé aux câbles aériens utilisés par les « Anglais » (1878-1893). Tracé d'après ORTHO. *Mesure NITON : Zn = 5% ; Pb = 3%*
	 
n°209	Mélange de concentrés et de matériaux de construction de la station, associé aux câbles aériens utilisés par les « Anglais » (1878-1893). Tracé d'après ORTHO.
n°158	Station intermédiaire sur l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004).
n°208	Mélange de concentrés et de matériaux de construction de la station, associé aux câbles aériens utilisés par les « Anglais » (1878-1893). Tracé d'après ORTHO.
n°159	Station de recette sur l'installation des câbles aériens « des Anglais », 1878-1893 (d'après DUBOIS, 2004). Reconnaissance sur le terrain.

Tableau 21 : Installations de transport entre Chichoué et le Cirque de la Plagne, câbles aériens « des Anglais » (1878-1893) et dépôts miniers en base des stations et pylônes des câbles

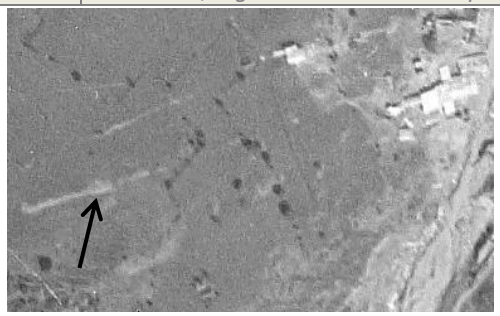
n°160	Bicâble allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (Narbonne - Bentaillou - Cataouère - Refuge de Rouge - Laverie d'Eylie). Construit par The Sentein Mining Company en 1900 (d'après DUBOIS, 2004)
n°161	Va-et-vient de tête du bicâble de 1900, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004).
n°162	Station de Bentaillou. Station intermédiaire du bicâble de 1900, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004).
	  
n°163	Station de la Cataouère. Station intermédiaire du bicâble de 1900 et du monocâble Etcheverry de 1904, tous deux allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004). *Mesure NITON à proximité, sous le tracé des câbles (concentrations en mg/kg) : 600 Pb ; 150 Zn*
	  
n°164	Petite station intermédiaire du bicâble de 1900, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (d'après Dubois, 2004). Reconnaissance sur le terrain.
n°227	Minerai supposé, associé au câble de 1900 (Narbonne - Bocard). Tracé d'après ORTHO et d'après photo aérienne de 1942 (« trace blanche »), en concordance avec tracé du câble *(cf. flèches noires ci-dessous)* *Ci-dessous, à gauche : extrait de la photo aérienne de 1942, Géoportail ®IGN*
	 
n°165	Station de recette du bicâble de 1900, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie, bâtiment accolé à la laverie (d'après Dubois, 2004) *(cf. flèche noire ci-dessous, à gauche)*
	 

Tableau 22 : Installations de transport aériennes reliant Narbonne à Eylie (bicâble de 1900), en passant par Bentaillou et dépôt minier associé

3.6.3.2 Chichoué

n°211	Stériles de creusement non végétalisés en sortie des ODJ, sous forme de « mamelons » jointifs. Granulométrie très variable (de blocs dm à fines infra-mm). Mesures NITON : Zn = 10% voire plus, Pb : plusieurs %. Surface = 35000 m². *Nombreux prélèvements et mesures NITON sur la zone, en priorité orientés vers les zones de pâturage situées en aval des dépôts. Localement concentration suivantes : >% en Pb ;> 10% en Zn.*
	
n°212	Minerai supposé, associé aux câbles aériens utilisés par les « Anglais » (1878-1893) et réutilisé par la suite ? Tracé d'après photo aérienne de 1942 (« traces blanches »).

Tableau 23 : Dépôts miniers (principalement des stériles de creusement et des résidus grossiers de prétraitement) de Chichoué

3.6.3.3 Bentaillou

n°266	Compresseur & Poste de transformation, datant d'avant 1939 (n°13)[45] *(cf. ci-dessous, à gauche)*
n°267	Forge, datant d'avant 1939 (N°12)[45] *(cf. ci-dessous, au centre et à droite)*
n°268	Anciens logements pour ouvriers, datant d'avant 1939 (N°11)[45].
n°269	Anciens logements pour ouvriers, datant d'avant 1939 (N°10)[45]
n°270	Sanitaires, datant d'avant 1942 (N°9)[45]
n°271	Anciens logements pour ouvriers, datant d'avant 1939 (N°8)[45]
n°272	Anciens logements pour ouvriers, datant d'avant 1939 (N°7)[45]
n°273	Anciens bureaux, cantine et maîtrise, datant d'avant 1939 (N°5)[45]
n°274	Anciens bureaux, cantine et maîtrise, datant d'avant 1939 (N°4)[45]
n°275	Bâtiment en préfabriqué, datant d'entre 1942 et 1948 (N°6)[45]
n°276	Anciens magasin et logement des chefs, datant d'avant 1939 (N°3)[45]
n°277	Anciens logements pour ouvriers, datant d'avant 1939 (N°2)[45] *(cf. ci-dessous, 2ème ligne, au centre)*
n°278	Bâtiment en préfabriqué, datant de mai 1952 (N°1)[45] *(cf. ci-dessous, 2ème ligne, à gauche – premier plan)*
n°279	Bâtiment en préfabriqué, datant d'entre 1948 et 1952 (N°14)[45]
n°280	Bâtiment en préfabriqué, datant d'entre 1948 et 1952 (N°15)[45]





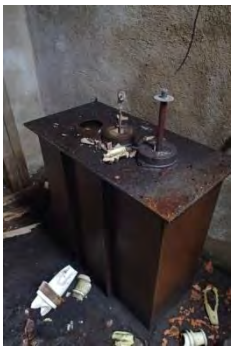




Tableau 24 : Installations de surface sur le site de Bentaillou

[45] cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE – 14MPY2410

n°281	Transformateur T1[46]. Très dégradé, il est dépourvu de ses ailettes de refroidissement et est ouvert sur le dessus.





n°282	Transformateur T2[46]. Dégradé *(cf. ci-dessous, à gauche)*
n°283	Transformateur T3[46]. Très dégradé présente des ouvertures dans sa structure métallique permettant la circulation des eaux pluviales *(cf. ci-dessous, au centre)*
n°284	Transformateur T4[46]. En bon état *(cf. ci-dessous, à droite)*





n°285	Cuve C1[46]. Cuve (de refroidissement ?) ouverte associée à un moteur *(cf. ci-dessous, à gauche)*
n°286	Cuve C2[46]. Fût métallique contenant une substance visqueuse en fond de cuve *(cf. ci-dessous, au centre)*
n°287	Cuve C3[46]. Fût métallique contenant une substance visqueuse en fond de cuve *(cf. ci-dessous, à droite)*





Tableau 25 : Cuves et transformateurs non démantelés au droit du site de Bentaillou

[46] cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE – 14MPY2410

n°215	Stériles de creusement du TB Saint-Jean, non végétalisés, déversés dans le talweg de Coume Longue. UMP, 1943-1953. Effet de décharge important dans le ruisseau. Surface = 6500 m². Epaisseur de 5 m à +. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 6 840 Pb ; 11 900 Zn (1,9%)*





n°216	Stériles de creusement en sortie de la Galerie Saint-Jean, non végétalisés. UMP, 1943-1953. Matériaux à granulométrie hétérogène (graviers cm à fines (mm)). Mesure NITON : Zn > 1%. Surface = 450 m². Epaisseur = 1 à 2 m env. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 2 410 Pb ; 9 250 Zn (1%)*





n°217	Stériles de creusement (supposés) en sortie d'une poudrière, déversés dans la pente. Non végétalisés. Granulométrie hétérogène, principalement mm à cm. Mesure NITON : Zn = 8%. Surface = 350 m². Epaisseur < 1 m. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 6 730 Pb ; 24 800 Zn (2,5%)*





n°218	Stériles de creusement en sortie d'un ouvrage de reconnaissance (supposé), déversés dans la pente. Non végétalisés. Granulométrie hétérogène, principalement mm à cm. Mesure NITON : Zn = 2%. Surface = 300 m². Epaisseur < 1 m. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 11 600 Pb (1,2%) ; 23 200 Zn (2,3%)*





Tableau 26 : Dépôts de stériles de creusement sur le site de Bentaillou

n°126	Laverie souterraine de Narbonne, 1950-1953. Traitement par milieu dense (concassage, broyage, criblage, séparation au ferrosilicium). L'ensemble des structures ont été démantelées, il ne reste que les structures bétonnées de confortement, la trémie métallique d'alimentation et le broyeur.





n°214	Résidus de la laverie souterraine de Narbonne non végétalisés, déversés dans le talweg de Coume Longue. UMP, 1950-1953. Matériaux très homogènes, sables moyens brun à noir. Surface = 3000 m². Epaisseur env. 5 m. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 487 As ; 7 300 Pb ; 23 200 Zn (2,3%)*





n°259	Trémie d'alimentation de la laverie souterraine par milieu dense. UMP, 1950. Mise en sécurité en 2002 : Remblai avec ferrailles et décombres de la station Narbonne + haldes et terre pris sur place.





n°213	Stériles de creusement de la galerie de Narbonne, non végétalisés, déversés dans le talweg de Coume Longue. Nescus, 1900-1906 > UMP, 1943-1953 Effet de décharge important dans le ruisseau. Surface = 6000 m². Epaisseur : 5 m à +. *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 1 750 Pb ; 2 930 Zn.*





Tableau 27 : Laverie souterraine de Narbonne et dépôts miniers associés

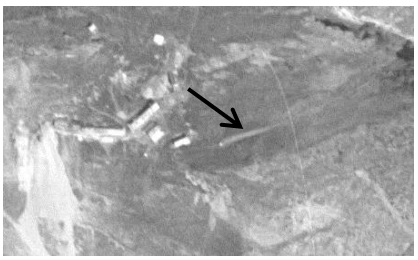
n°219	Minerai supposé, associé à une installation de transport (selon photo aérienne de 1942 = « trace blanche » et pylônes). Reconnaissance sur le terrain du fait du développement de mousses. *Mesure NITON (concentrations en mg/kg) : 2 000 As ; 33 300 Pb ; 135 600 Zn (13%)* *Ci-dessous, à gauche : extrait de la photo aérienne de 1942, Géoportail ®IGN*
  	
n°220	Minerai supposé, associé à l'un des deux câbles allant de Narbonne à Eylie (de 1900 ou de 1904), en base d'un pylône. Granulométrie principalement mm-cm. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 80 Sb ; 250 As ; 285 Cd ; 62 600 Pb (6%) ; 170 000 Zn (17%)*
  	
n°221	Sols entre les anciennes installations de surface de Bentaillou. Tracé d'après les résultats des mesures NITON, avec Pb environ 1000 mg/kg. Mélange de matériaux de granulométrie hétérogène avec végétation rase.

Tableau 28 : Dépôts de minerai supposé, et mélange de sols et de résidus sur le site de Bentaillou

3.6.3.4 Rouge

n°166	Monocâble Etcheverry allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (Narbonne - Cataouère - Station de Rouge – « Bocard »). Construit par la Nescus Company en 1904 (d'après Dubois, 2004).
n°167	Station téléphérique de Narbonne. Station de tête du monocâble de Narbonne au Bocard d'Eylie de 1904. Mise en sécurité par MICA Environnement : Entrée fermée par un mur béton. Reconnaissance sur le terrain.





n°168	Station de téléphérique de Rouge. Station intermédiaire du monocâble Etcheverry de 1904, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie. Poste électrique et de transformation présents. Reconnaissance sur le terrain. *Ci-dessous, à gauche : Non daté, post-activité minière (source : boîte n°87 des archives de la DREAL MPY)*





n°225	Minerai supposé, associé à la station téléphérique de Rouge (ainsi qu'à la station intermédiaire du câble de 1900), déversés dans la pente. Reconnaissance sur le terrain du fait de la présence de zones à nu et du développement de mousses. *Mesures NITON : Zn jusqu'à 13% et Pb, jusqu'à 3%* *Prélèvement (en haut du dépôt) (concentrations en mg/kg) : 145 As ; 14 500 Pb (1,4%) ; 24 600 Zn (2,5%)*








Tableau 29 : Installations de transport aériennes reliant Narbonne à Eylie (monocâble de 1904) – tronçon Narbonne – Rouge et dépôts miniers associés

n°223	Sols de la plateforme de Bentaillou avec rare développement herbacé, reposant sur le dépôt de stériles du TB de Rouge. Matériaux de natures très différentes (résidus, stériles, vestiges métalliques, etc.). Surface = 2500 m². *Prélèvements (x 3) (concentrations max en mg/kg) : 287 As ; 100 Cd ; 4 710 Pb ; 57 000 Zn (5,7%)* *Ci-dessous, à gauche : Non daté, post-activité minière (source : boîte n°87 des archives de la DREAL MPY)*
    	
n°288	Bâtiment en préfabriqué (anciens logements et cantine ?) (N°18)[47] Le vestige ne dispose plus de toiture, ni d'ouvertures. Entre les pans de murs qui subsistent se sont accumulés des gravats, des débris de mobilier et d'électroménager, des morceaux de charpente, etc.
 	
n°289	Bâtiment en préfabriqué (anciens logements et cantine ?) (N°19)[47] *Ci-dessous, à gauche : Non daté, post-activité minière (source : boîte n°87 des archives de la DREAL MPY)*
n°290	Unité de concassage en sortie de voie ferrée sur la plateforme de Rouge (N°20)[47] L'unité de concassage est constituée : d'une trémie métallique en tôle devant laquelle une corde fine a été installée pour prévenir la chute de personne ; sous la trémie, d'un concasseur à marteaux et d'un tapis roulant en pièces détachées (il s'agirait de pièces héliportées en 1963, (DUBOIS, 1996) ; d'un broyeur à mâchoires Neyret-Beylier (probablement également héliporté depuis la laverie souterraine par milieu dense de Narbonne (DUBOIS, 1996) qui se situe sur une pile en béton et semble en équilibre instable.
  	

Tableau 30 : Installations de surface au droit de la plateforme de Rouge

[47] cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE – 14MPY2410

n°222	Stériles de creusement associés au TB de Rouge, déversés dans la pente. Non végétalisés. Granulométrie très hétérogène (avec blocs pluri-dm), mais globalement mm à cm. Surface = 6500 m². Epaisseur de 5 m à +. *Prélèvements (x 3) (concentrations max en mg/kg) : 260 As ; 60 Cd ; 288 Pb ; 31 400 Zn (3,1%)*





n°224	Stériles de creusement associés aux travaux de Rouge (chantiers est de la zone), déversés dans la pente. Non végétalisés. Mesures NITON : Zn jusqu'à 1%. Surface = 1000 m². *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 1 480 Pb ; 36 000 Zn (3,6%)*





n°291	Poste de transformation de la station téléphérique de Rouge[48] dans lequel est installé T5
n°292	Transformateur T5[48], en bon état *(cf. ci-dessous, à gauche)*
n°293	Cuve C4[48]. Cuve de 5000l fermée, contenant vraisemblablement du fuel, nécessaire au fonctionnement du locotracteur diesel et aux installations de chauffage des baraquements *(cf. ci-dessous, au centre)*
n°294	Cuve C5[48]. Deux fûts d'huile ouverts, vraisemblablement de l'huile de transmission *(cf. ci-dessous, à droite)*





Tableau 31 : Dépôts de stériles de creusement ainsi que cuves et transformateurs sur le site de Rouge

[48] cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE – 14MPY2410

3.6.3.5 Tartereau

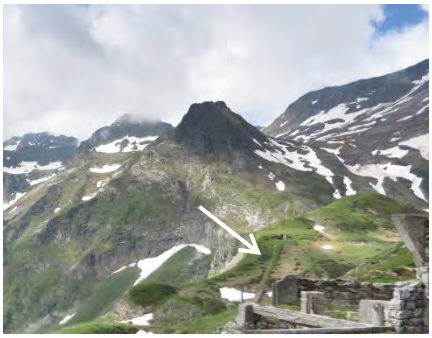
n°144	Voie ferrée pour le transport du minerai depuis Chichoué vers la glissière hydraulique. Kaulek, 1862-1870 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). LOCALISATION SUPPOSEE. *(cf. ci-dessous, à gauche)*
n°145	Petite station de départ de la glissière hydraulique (en amont du plan incliné). Kaulek, 1862-1870 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). *(cf. ci-dessous, au centre)*
n°146	Plan incliné entre la voie de chemin de fer (depuis Chichoué) et la glissière hydraulique. Kaulek, 1865-1867 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). *(cf. ci-dessous, à droite)*
  	
n°147	Glissière hydraulique transportant le minerai de Chichoué à l'ouest du cirque de la Plagne (vers l'installation de décantation de Tartereau). Kaulek, 1865-1867 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). Reconnaissance sur le terrain.
n°148	Voie ferrée pour le transport du minerai depuis l'installation de décantation de Tartereau. Kaulek, 1865-1867
n°149	Plan incliné reliant la voie de chemin de fer (depuis l'installation de décantation de Tartereau) jusqu'au chemin menant à Eylie. Kaulek, 1865-1867 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). Reconnaissance sur le terrain.
n°150	Voie charretière menant de la base du plan incliné à la laverie d'Eylie. Kaulek, 1865-1867 (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).

Tableau 32 : Installations de transport entre Chichoué et Eylie, en passant par Tartereau (Kaulek, 1865-1867)

n°125	Installation de traitement par décantation de Tartereau, 1865-1867. Traitement du minerai des travaux de Chichoué, transporté par la glissière hydraulique de Kaulek.







n°206	Résidus de décantation (associées aux travaux de Kaulek ; 1865-1867). Matériaux non végétalisés de couleur rouge-orangé très fins (« farineux »). Surface = 2000 m². Epaisseur supposée = 1 m (voire plus). *Prélèvements (x 4) (concentrations max en mg/kg) : 391 Sb ; 423 As ; 53 Cd ; 57 300 Pb (5,7%) ; 44 200 Zn (4,4%)*





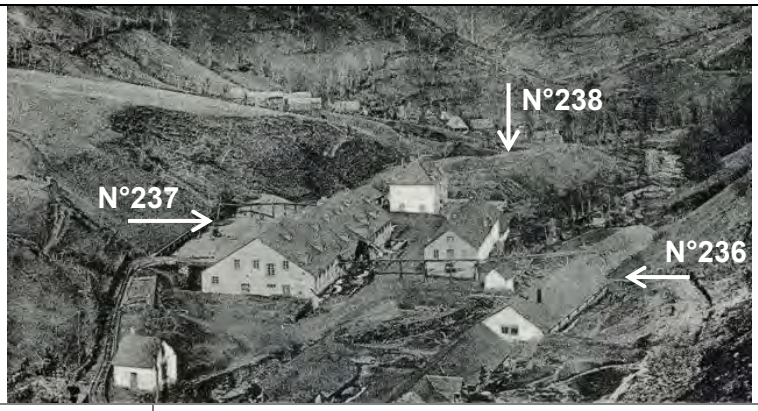
n°207	« Cône » de dépôt qui prolonge les bassins de décantation. Matériaux végétalisés, peu visibles sur site mais présence de résidus très fins (infra mm) dans les zones à nu. *Confirmation avec NITON : Pb > 1%*. Surface supposée = 4500 m². Epaisseur supposée = 2 à 5 m.





Tableau 33 : Installation de traitement par décantation de Tartereau et résidus miniers associés

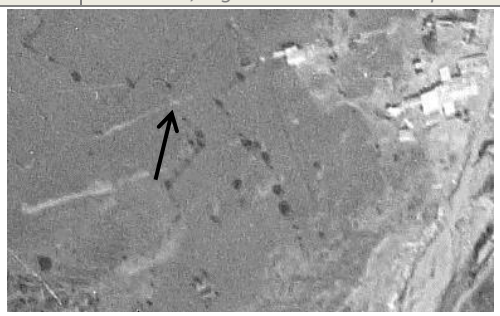
3.6.3.6 Eylie

<table>
<tr><td colspan="2">

Carte postale non datée (Edit. du SI de Castillon)
L'organisation du site correspond à celle présentée sur le plan de 1889. De plus, sur cette vue la laverie étagée de 1900 n'a pas encore été construite. La date de ce document est comprise entre 1890 et 1900.
Du grand bâtiment central (au centre) partent trois conduites alimentant des stockages de résidus (« sables » sur le plan de 1889).
Il s'agit des dépôts (qui ne sont plus visibles aujourd'hui) n°236, 237 et 238 (décrits ci-après)</td></tr>
<tr><td>n°236</td><td>Résidus miniers (non visibles aujourd'hui) associés à la période 1880-1900. Tracé (supposé) d'après une carte postale d'époque. Surface et épaisseur supposées : 2000 m² / 2 à 5 m.</td></tr>
<tr><td>n°237</td><td>Résidus miniers (non visibles aujourd'hui) associés à la période 1880-1900. Tracé (supposé) d'après une carte postale d'époque. Surface et épaisseur supposées : 1500 m² / 2 à 5 m. À l'ouest : horizons de résidus très indurés encore visibles. Mesure NITON à proximité (concentrations en mg/kg) : 2300 Pb ; 4 000 Zn</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>n°238</td><td>Résidus miniers (non visibles aujourd'hui) associés à la période 1880-1900. Tracé (supposé) d'après une carte postale d'époque. Surface et épaisseur supposées : 7000 m² / 5 m.
À l'ouest : horizons de résidus très indurés encore visibles.
Contrairement aux autres dépôts (n°236 et n°237) qui ont été déplacés (?) pour les besoins associés aux nouveaux équipements de la laverie, le dépôt n°238 est resté au moins 20 ans sur site.
Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 116 As ; 135 Cd ; 18 300 Pb (1,8%) ; 64 400 Zn (6,4%)
Cartes postales ci-dessous : Labouche et frères à Toulouse ; à gauche : N°939 et à droite : N°937.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
  </td></tr>
</table>

Tableau 34 : Dépôts de résidus associés aux installations de 1880-1900 sur le site d'Eylie

n°226	Minerai supposé, associé au câble de 1904 (Narbonne - Bocard). Tracé d'après ORTHO et d'après photo aérienne de 1942 (« trace blanche »), en concordance avec tracé du câble *(cf. flèches noires ci-dessous)* *Ci-dessous, à gauche : extrait de la photo aérienne de 1942, Géoportail ®IGN*





n°169	Station « du Bocard ». Station de recette du monocâble Etcheverry de 1904, allant de Narbonne au Bocard d'Eylie (d'après Dubois, 2004). *Ci-dessous, à droite : Extrait d'une carte postale, vers 1910 (Labouche frères à Toulouse ; N°930bis)*







n°239	Minerai supposé, en base de recette du monocâble de 1904 provenant de Rouge. Granulométrie hétérogène, mm à cm. Etalement des matériaux dans la pente vers la laverie. Surface = 3000 m², Epaisseur inconnue. *Mesures NITON Zn jusqu'à 1% ; Pb, 1%*. *Ci-dessous, à droite : Extrait d'une carte postale, vers 1910 (Labouche frères à Toulouse ; N°936)*







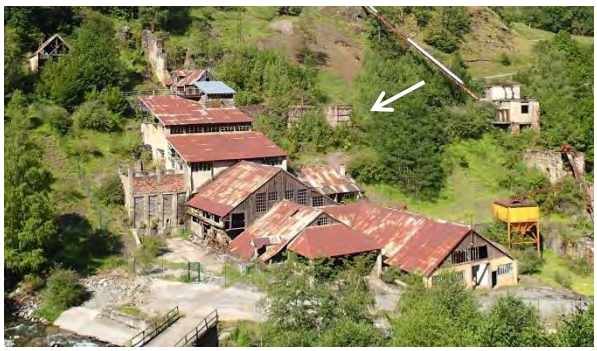




n°170	Glissière en plastique mise en place par la SMFS vers 1950 pour le transport de la calcite au Bocard d'Eylie. Reconnaissance sur le terrain.

Tableau 35 : Installations de transport aériennes reliant Narbonne à Eylie (monocâble de 1904) – tronçon Rouge – Eylie et dépôts miniers associés

n°257	Fours à calamine installés en 1901-1902 pour traiter le minerai oxydé provenant des chantiers ouest de Chichoué *Ci-dessous, en haut à gauche : extrait de carte postale, non daté (entre 1900 et 1910, d'après la nature des installations) (Labouche frères à Toulouse ; N°936bis)*

n°258	Magasin à minerai de la laverie du Bocard d'Eylie
n°295	Bâtiments administratifs, magasins et cantine de la mine.
n°296	« Château d'Eylie »- Logement de l'ingénieur en Chef de la mine (et de sa famille) À noter la présence de matériaux résiduaires (granulo mm à infra-mm) en bordure de l'édifice. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 128 Sb ; 211 As ; 284 Cd ; 47 300 Pb (4%) ; 155 000 Zn (15,5%)*





n°297	Installations d'élevage pour la mine (porcherie, poulailler, etc.). À noter la présence de matériaux résiduaires tout autour des édifices ruinés *Prélèvement (concentrations max en mg/kg) : 162 As ; 141 Cd ; 38 300 Pb (3,8%) ; 67 500 Zn (6,8%)*





n°298	Logements de mineurs construits vers la fin de l'activité minière, restés inachevés.





Tableau 36 : Installations de surface et fours à calamine sur le site d'Eylie

n°124	Laverie du Bocard d'Eylie, la principale du secteur minier. Ayant fonctionné pendant plus d'un siècle (de mi-XIX^{ème} à mi-XX^{ème}) avec dispositifs de concassage, broyage, tri, flottation, etc. Le site contient aujourd'hui les vestiges des différentes installations de traitement (réaménagées et améliorées au fur et à mesure du temps, selon les changements d'exploitants). Dans l''usine étagée (unité de traitement du minerai en tant que tel) subsistent de nombreux vestiges industriels *(cf. ci-dessous, 2ème ligne)* Bien que les bâtiments aient fait l'objet d'une opération de nettoyage en 1999, le sol est recouvert de matériaux résiduaires fins dans les bâtiments fermés *(cf. ci-dessous, 3ème ligne)* *Prélèvements (x 2) sur des produits fins dans l'usine (cf. ci-dessous, 3ème ligne, à gauche et au centre) (concentrations max en mg/kg) : 248 As ; 434 Cd ; 24 800 Pb (2,5%) ; 196 000 Zn (20%)*



















Tableau 37 : Laverie d'Eylie (installation de traitement, ateliers, magasins, etc.)

n°232	Résidus de traitement fins *« Amont Laverie Sud »*, sables et limons. Matériaux proviendraient principalement des opérations gravimétriques de la laverie d'Eylie. V = 60000 m3 (hauteur max = 18 m ; pente d'équilibre = 34°). Mise en sécurité par MICA Environnement en 2004 (gabions, reprofilage, végétalisation). Actuellement : végétalisation ralentie + décharge partielle dans le Lez (notamment sur la façade sud). *Ci-dessous, en haut : Avant travaux de réhabilitation (MICA environnement, 2003)* *Prélèvements (x 2) (concentrations max en mg/kg) : 83 As ; 1 790 Pb (4%) ; 13 400 Zn (1,3%)*
	
n°233	Résidus de traitement fins *« Amont Laverie Nord »*, sables et limons. Matériaux proviendraient principalement des opérations gravimétriques de la laverie d'Eylie. V = 30000 m3 (hauteur max = 13 m ; pente d'équilibre = 34°). Mise en sécurité par MICA Environnement en 2004 (gabions, reprofilage, végétalisation). Actuellement : végétalisation ralentie mais pas d'évolution en surface. *Ci-dessous, en haut : Avant travaux de réhabilitation (MICA environnement, 2003)* *Prélèvements (x 4) (concentrations max en mg/kg) : 165 As ; 135 Cd ; 40 700 Pb (4%) ; 49 500 Zn (5%)*
	

Tableau 38 : Dépôts majeurs de résidus miniers d'Eylie, situés à l'amont de la laverie

n°234	Résidus de traitement fins *« Aval Laverie Sud »*, sables et limons. Matériaux proviendraient principalement des opérations par flottation de la laverie d'Eylie. V = 80000 m3 (hauteur max = 26 m ; pente d'équilibre = 33°). Mise en sécurité par MICA Environnement en 2004 (réparation des gabions existants ou installation de nouveaux, végétalisation). Actuellement : végétalisation ralentie et développement de ravines pluri-dm. *Ci-dessous, en haut à gauche : avant travaux de réhabilitation (MICA environnement, 2003)* *Prélèvements (x 3) (concentrations max en mg/kg) : 158 As ; 4 860 Pb ; 6 970 Zn (1,5%)*








n°235	Résidus de traitement fins *« Aval Laverie Nord »*, sables et limons. Matériaux proviendraient principalement des opérations par flottation de la laverie d'Eylie. V = 44000 m3 (hauteur max = 13 m ; pente d'équilibre = 35°). Mise en sécurité par MICA Environnement en 2004 (réparation des gabions existants ou installation de nouveaux, végétalisation). Actuellement : végétalisation ralentie et **affouillement par le ruisseau de Laspé (en limite NE du dépôt) du fait de l'absence de structure de protection** *(cf. ci-dessous, en bas à droite)* *Ci-dessous, en haut à gauche : Avant travaux de réhabilitation (MICA environnement, 2003)* *Prélèvements (x 4) (concentrations max en mg/kg) : 222 As ; 4 020 Pb ; 15 200 Zn (1,5%)*







Tableau 39 : Dépôts majeurs de résidus miniers d'Eylie, situés à l'aval de la laverie

3.6.3.7 Sentein

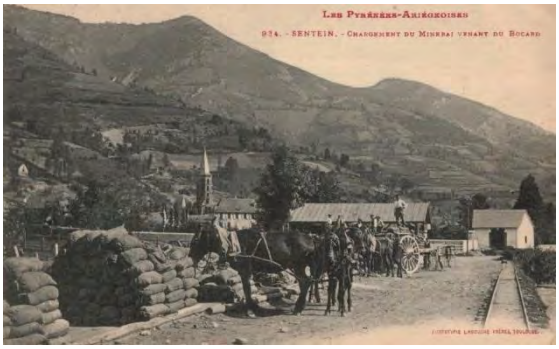
n°171	Voie charretière avec relais ferrés pour le transport du minerai d'Eylie à Sentein. Pas de donnée précise sur le parcours, seulement des indications ponctuelles (à Moulin et au sud de Pont de l'Isard notamment). Par défaut, tracé de la route actuelle. *Cartes postales ci-dessous, à gauche : « SENTEIN - Chemin du Bocard » 1919 (Labouche frères à Toulouse ; N°1298) et à droite : Extrait de « SENTEIN – Route du Bocard, un train de minerai » non daté (Labouche frères à Toulouse ; N°1295)* *Ci-dessous, à droite : vestiges de la voie de chemin de fer en rive gauche du Lez, à l'ouest des habitations de Moulin-d'en-Bas.* *Mesure NITON réalisée sur l'ancienne voie ferrée (ci-dessous, à droite) (concentrations en mg/kg) : 217 Pb ; 809 Zn.*
	  
n°172	Station d'arrivée de la voie charretière/ferrée depuis le Bocard d'Eylie. Quai de chargement. Vestiges visibles (dalle béton). Point sur le « Chemin de la mine » (cf. dispositifs audio de l'Office du tourisme) – cf. BURGUIERE, 1996, p 169. Matériaux résiduaires fins (prélèvement : 1400 mg/kg Pb et 4000 mg/kg Zn) *Cartes postales ci-dessous, à gauche : « Chargement du minerai venant du Bocard, non daté (Labouche frères à Toulouse ; N°934) et à droite : « Arrivage du minerai sur chemin de fer Decauville et quai » (Fauré et ses fils à St-Girons)* *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 1 410 Pb ; 3 890 Zn*
	    
n°173	Voie ferrée de prolongement entre l'ancien quai de chargement et la gare de tramway installée en 1922. POSITION SUPPOSEE – cf. BURGUIERE, 1996 ; p. 186: « prolonge[ment] de la voie du petit train du Bocard à travers le village [...] ».
n°241	Matériaux de composition inconnue sur quai de chargement de l'ancienne gare de Sentein (non visible aujourd'hui). Tracé supposé d'après « traces blanches » sur photo aérienne de 1942 + carte postale d'époque montrant la gare de tramway (qui transportait le minerai vers Saint-Girons, cf. BURGUIERE, 1996)

Tableau 40 : Installations de transport entre Eylie et Sentein et dépôts miniers associés

3.7 Cas particulier de la laverie de la Plagne

Ce nom désigne d'une façon générale le cirque glaciaire du Haut Lez, en amont du Bocard. Le verrou est situé à 1 km des usines minéralurgiques d'Eylie et le cirque lui-même s'allonge en est-ouest sur 1,5 km de longueur. Plus précisément, ce microtoponyme s'applique au site de moraine localisé juste après le verrou, au confluent du Lez et de l'Urets, en rive droite du Lez et gauche de l'Urets, à 1100 m d'altitude (DUBOIS, 1996) ; (DUBOIS, 2004).

3.7.1 Situation

La laverie de la Plagne se situe sur le titre de Sentein, au droit de la confluence entre le Lez et le ruisseau d'Urets *(*Figure *73)*. Les données minières recueillies pour ce site sont issues des travaux de CLAUDE DUBOIS (DUBOIS, 1996).

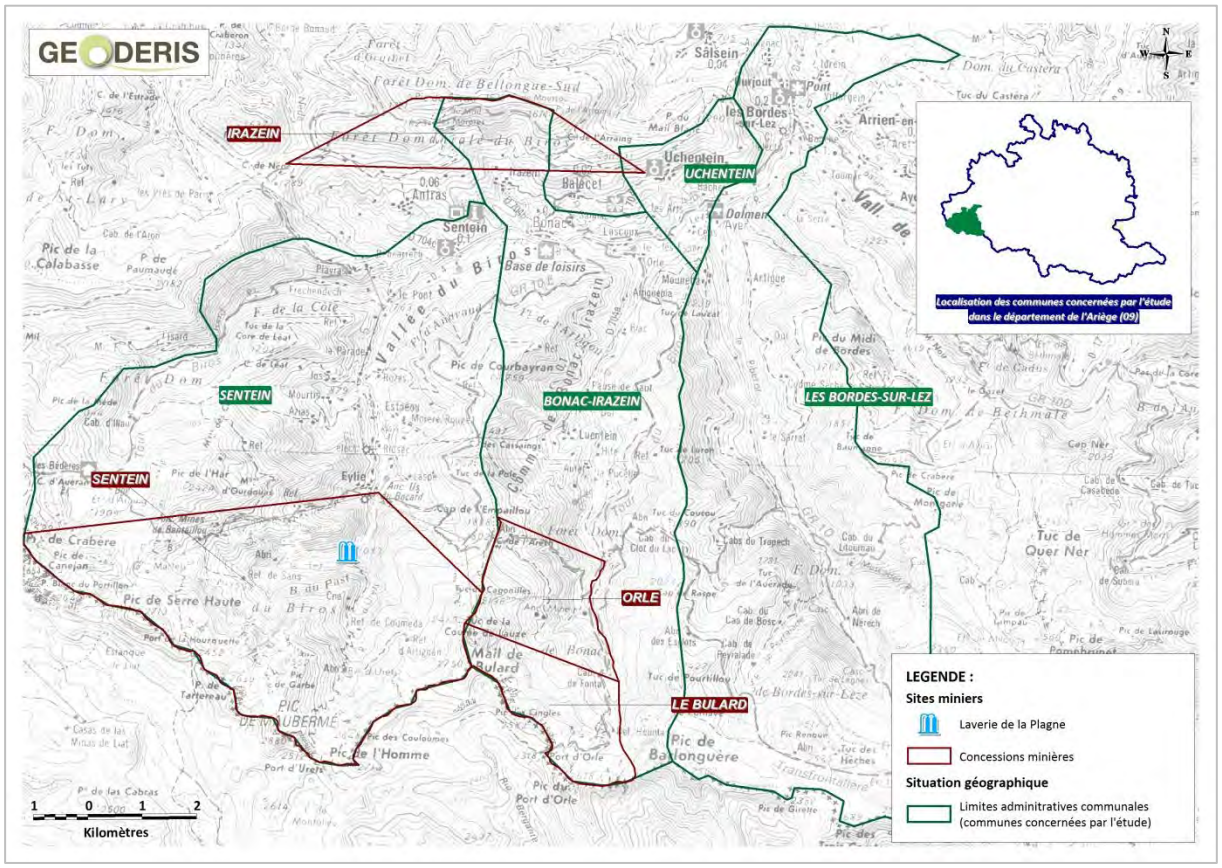


Figure 73 : Localisation du site de La Plagne au sein de la concession de Sentein et sur la commune éponyme, sur fond SCAN 100 ® IGN

Le versant sud des Pyrénées entre la Mail de Bulard à l'est et le pic de Crabère à l'ouest comporte plusieurs gisements métallifères qui firent l'objet d'exploitations à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème}. Le district de Montoliu s'étend du sud de la Mail de Bulard et du pic de Maubermé (celui de Liat) au sud des pics de Tartereau et de Crabère.

« Ces exploitations étaient indépendantes des mines de Sentein, mais l'on note, au fil des archives, l'existence de quelques liens […], par un accord pour se partager un territoire de recherches et de concessions minières (vallée d'Orle en 1903) et par le fait que quelques-unes de ces mines espagnoles traitaient leurs minerais en France non loin de Sentein (La Plagne, Orle) » (DUBOIS, 1996).

Des travaux miniers sont connus dans les environs d'Urets et de Pic de l'Homme depuis 1860. Mais ce n'est qu'en 1890 que la mine d'Urets est concédée à M. Plubel. Les travaux miniers consisteront simplement à exploiter l'affleurement, sans travaux miniers souterrains ; et le minerai brut (blende) est simplement stocké à La Plagne (descendu le long d'une voie muletière). Plubel fondera en 1897 la Société anonyme des mines métalliques du Val d'Aran (SAMMVA) et installera immédiatement des installations aériennes et une laverie, la laverie de la Plagne.

Cette première installation comprend : un concasseur à mâchoire et un broyeur, un autre avec un unique trommel à toiles perforées et une installation de 6 batteries de cribles à piston à deux bacs.

La SAMMVA amodie la mine et ses installations à la société Vieille Montagne en 1903 qui restaure l'ensemble des installations de surface et de transport. Une nouvelle installation aérienne Etcheverry est mise en place à l'abri des couloirs d'avalanches entre la Port d'Urets et la laverie de la Plagne. Une vingtaine de pylônes jalonnent le parcours de 6 à 7 km *(Figure 74)*.

Un second monocâble de 110 m de long, sur 4 pylônes, relie les laveries de la Plagne et d'Eylie.

L'amélioration de la laverie consiste en l'ajout de : *« une table de triage, un second broyeur à cylindres de 700 mm de marque Morel, 5 trommels dont 4 en cascade à la place du trommel unique, 2 cribles à piston à 3 compartiments. Pour traiter les boues, un hangar est construit qui renferme : 2 tables planes en caoutchouc à secousses de la Maison Siller & Dubois, 2 tables Ferraris, 1 table ronde à sole en 2 pièces en fonte de la Maison Siller & Dubois ou table Bartsch, 3 grands spitzkasten en chêne et 4 bassins de décantation »* (DUBOIS, 2004).

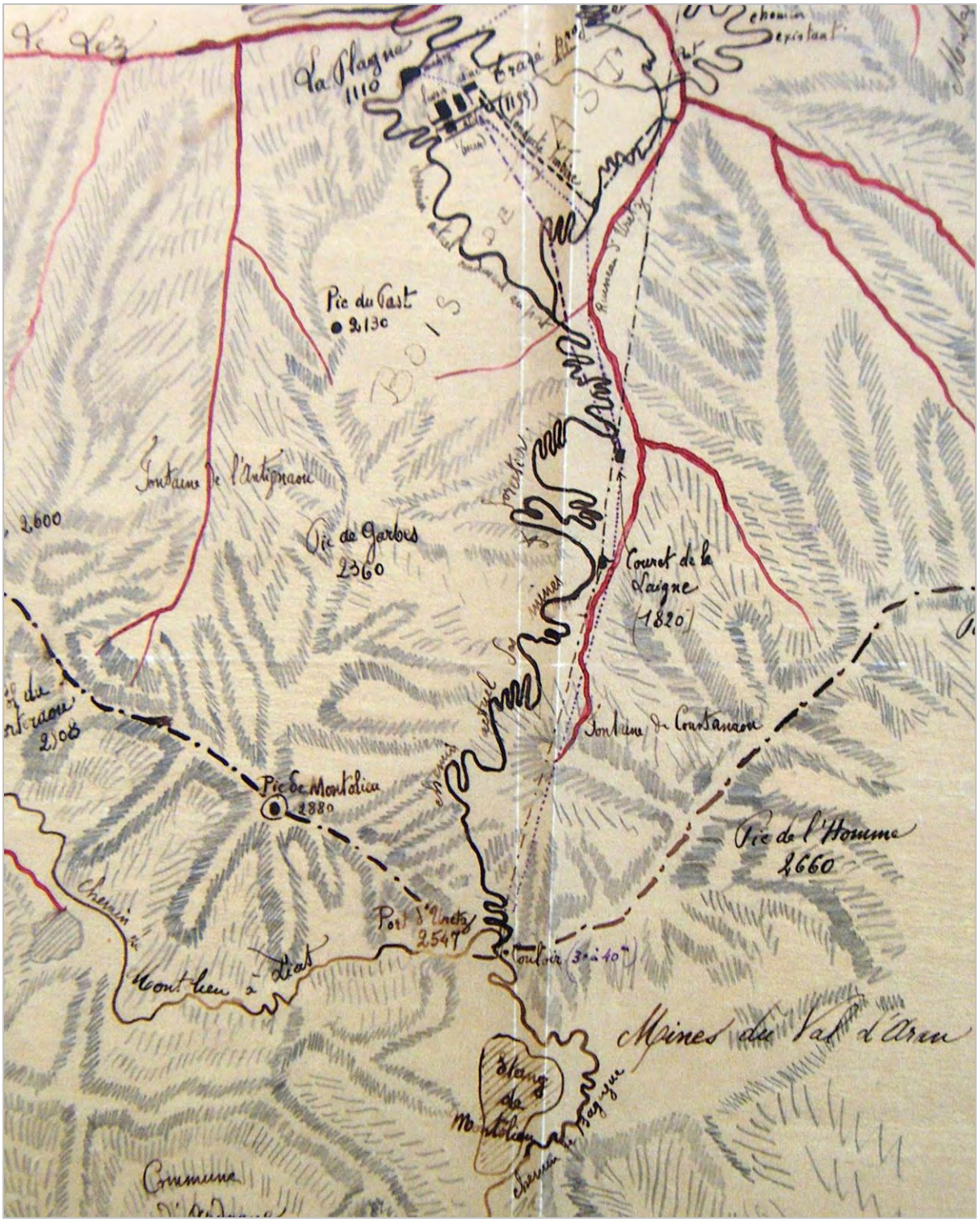


Figure 74 : Croquis à main levée de la vallée de l'Urets et de ses installations minières (plan non daté, vers 1900) [SEN-AD-61]

3.7.2 Etat actuel du site et sources de pollution

L'état actuel du site, de ses vestiges et des sources de pollution associées sont décrites dans les *Tableau 41 à Tableau 44.* Ces éléments sont cartographiés sur la carte des exploitations minières de Sentein (*Annexe B3-1, hors-texte)* et sur la carte informative de la Plagne (*Annexe B4-5, hors-texte*).[49]

Ce paragraphe constitue la synthèse de la phase informative, des observations de terrain et des principaux résultats analytiques obtenus lors de la caractérisation des sources de pollution identifiées.

n°260	Logements ou bureaux en ruines sur le site minier d'Urets, en bordure du Port d'Orle et de la station de tête du monocâble Etcheverry (Urets - La Plagne) (positionnement : selon Ortho)
n°261	Logements ou bureaux en ruines sur le site minier d'Urets - Pic de l'Homme (positionnement : selon Ortho)
n°262	Logements ou bureaux en ruines sur le site minier d'Urets - Pic de l'Homme (positionnement : selon Ortho)
n°127	Voie ferrée entre les mines d'Urets - Pic de l'Homme et la Station du Port d'Urets (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°128	Voie ferrée supposée (d'après reportage ALCAZAR, 2014 et Dubois, 2004 ; report d'après Ortho).
n°129	Station du Port d'Urets. Tête du monocâble Etcheverry d'Urets à La Plagne (d'après DUBOIS, 2004 (page 576 et plus) ; et report d'après Ortho).
n°130	Glissière en bois de 30 m entre la Station du Port d'Urets et la première tête de va-et-vient du monocâble Etcheverry d'Urets à La Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°131	Installation aérienne de 6 à 7 km reliant Urets à La Plagne, comportant un monocâble Etcheverry de 3km (Tracé supposé d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°132	Va-et-vient de tête de l'installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho)
n°133	Station intermédiaire du Roc de la Saou - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°134	Pylône intermédiaire - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°135	Pylône intermédiaire - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°136	Pylône / Petite station intermédiaire - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°137	Pylône intermédiaire - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho).
n°138	Petite station de recette (supposée) du Couret de Bes « située sur la pente face à la laverie » - Installation aérienne d'Urets à la Plagne (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). LOCALISATION SUPPOSEE.
n°139	Station de la Plagne. Station de recette de l'installation aérienne d'Urets à la Plagne. Départ du câble allant à Eylie. Reconnaissance sur le terrain : vestiges métalliques (*à noter la présence d'autres structures de ce type effondrées dans la pente, en aval*)
	 

Tableau 41 : Installations de transport entre la mine d'Urets et la mine du Pic de l'Homme (non visitées) et la laverie de la Plagne

[49] Les références précisées dans les tableaux sont celles reprises sur les cartes.

n°123	Laverie de la Plagne reprise et améliorée par la société la Vieille Montagne en 1904. Traitement gravimétrique du minerai des mines d'Urets et (potentiellement) du Pic de l'Homme. Tables de Linkenbach *(cf. ci-dessous, en bas à gauche)*. La structure murée en pierre est conservée mais ruinée. Au droit des différents compartiments de l'usine, se trouve des résidus très fins orangés. *Mesure NITON (concentrations en mg/kg) : 500 As ; 7 000 Pb ; 30 000 Zn (3%)*







n°204	Résidus de traitement associés à la laverie gravimétrique. Plusieurs monticules superposés qui constituent le promontoire de la laverie. Résidus les plus visibles : sables moyens (env. 0,5 mm). Surface = 25000 m². Epaisseur inconnue *Prélèvements (x 4) (concentrations max en mg/kg) : 270 As ; 2 480 Pb ; 13 300 Zn (1,3%)*





n°205	Résidus de décantation au droit des étages inférieurs de la laverie de la Plagne. Non végétalisés. Matériaux infra-mm (« farineux »). Surface de 200 m². Epaisseur de 2 m au plus. Ravines pluri-dm. *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 117 Cd ; 10 400 Pb (1%) ; 74 600 Zn (7,5%)*





Tableau 42 : Laverie de La Plagne, traitement du minerai gravimétrique, dépôts de résidus et bassins de décantation associés

n°263	Bâtiments administratifs + ateliers probables au droit de la laverie de la Plagne (cf. carte postale d'époque). Structure murée en pierres ruinées. *Ci-dessous, à droite : carte postale, 1910 (Fauré à Saint-Girons ; N°7bis)*
 	
n°264	Atelier probable au droit de la laverie de la Plagne
n°265	Cuve C6 *(cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE – 14MPY2410).* Cuve de section carrée d'une profondeur d'au moins 1 m, ouverte partiellement et recouverte par une plaque métallique. Usage non connu.
   	

Tableau 43 : Installations de surfaces de la laverie de La Plagne et cuve d'hydrocarbures non démantelée

n°140	Monocâble de 1100 m de long sur 4 pylônes qui relie la laverie de la Plagne à l'extrémité du sud du Bocard d'Eylie (tracé supposé d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho)
n°141	Station intermédiaire du monocâble reliant La Plagne au Bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). Reconnaissance sur le terrain.
n°142	Station intermédiaire du monocâble reliant La Plagne au Bocard d'Eylie (d'après DUBOIS, 2004 ; report d'après Ortho). LOCALISATION SUPPOSEE.
n°143	Station de recette du monocâble reliant la laverie de La Plagne au Bocard d'Eylie. Reconnaissance sur le terrain.
	  
n°229	Minerai + matériaux de construction, en base de recette du monocâble provenant de la Plagne. Maigre dépôt de granulométrie grossière (principalement cm). Présence localement de sables moyens (0,5 mm de diamètre environ). *Prélèvement (concentrations en mg/kg) : 375 Pb ; 3 940 Zn*
	 

Tableau 44 : Installations de transport entre la laverie de la Plagne et le Bocard d'Eylie, et dépôt minier associé à la station de recette

4 PHASE INFORMATIVE - ETUDE DE VULNERABILITE

4.1 Préambule sur la présentation des données

Pour rappel, les **cartes informatives**, en *Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée les sources potentielles de pollution (dépôts miniers, émergences minières, stations et pylônes associées aux installations de transport, installations de surface) et les usages et enjeux (captages d'eaux, zones de pâturages, résidences permanentes et temporaires, aires de jeux, etc.).

Le **recueil de données géoréférencées** en *Annexe B5 (hors-texte)* est un fascicule qui fournit la description de l'ensemble des objets géoréférencés, en particulier des **196 éléments ayant fait l'objet d'un enregistrement à l'issue de l'étude de vulnérabilité** *(Tableau 45)*.

Eaux utilisées pour la boisson ou à usage domestique	16
Activités de loisirs	60
Gîte	*5*
Refuge ou résidence temporaire isolée	*6*
Caravaning, camping ou bivouac	*7*
Aire de jeux	*1*
Aire de pique-nique	*7*
Chemin de randonnée	*14*
Visite du patrimoine	*12*
Zone de pêche	*7*
Aire de cueillette des myrtilles	*1*
Activités « quotidiennes »	107
Espaces publics accueillant des enfants	*8*
Résidence permanente	*17*
Résidence temporaire	*27*
Jardin potager	*25*
Pelouse ou plateforme enherbée	*8*
Grange ou local agricole	*22*
Activités pastorales	13
Zone de pastoralisme (étudiée)	*9*
Installation d'élevage	*4*

Tableau 45 : Eléments ayant fait l'objet d'un enregistrement géoréférencé à l'issue de l'étude de vulnérabilité

4.2 Contexte démographique et social

En 2010, les communes de Sentein et Bonac-Irazein comptaient respectivement 150 et 135 habitants. À Sentein, 18% de la population a moins de 20 ans, 30% a plus de 65 ans ; ces valeurs s'élevant respectivement à 22% et 15% pour la commune de Bonac-Irazein *(Figure 75)*.



Figure 75 : Structure de la population des communes de Sentein (à gauche) et Bonac-Irazein (à droite) avec : les statistiques démographiques générales entre 1968 et 2010 (en haut) ; la distribution de la population par grandes tranches d'âge (au centre) et les types d'activités représentés (en bas) (INSEE, 2010)[50]

Le pastoralisme reste l'activité économique prédominante avec la mise en estive de plusieurs milliers d'ovins par an (*cf. paragraphe 4.4*).

Le secteur d'étude ne comporte pas d'activité industrielle majeure. On notera cependant la forte présence d'infrastructures hydroélectriques gérées par EDF, dont les principales sont : le barrage de l'étang d'Araing et l'usine hydroélectrique d'Eylie, le barrage de Bonac et l'usine hydroélectrique des Bordes-sur-Lez (*cf. paragraphe 4.6*).

Après les activités agricoles d'élevage extensif et la production hydroélectrique, le tourisme est la troisième activité économique de la zone (*cf. paragraphe 4.7*). L'Office de tourisme du Biros[51] est d'ailleurs basé à Sentein.

[50] Site de l'INSEE consulté en mai 2014
[51] Le Biros fait partie du Couserans, à l'extrême ouest de l'Ariège, jouxtant la frontière espagnole et le Val d'Aran. Il comprend les communes de Sentein, Antras, Bonac-Irazein, Uchentein, Balacet.

4.3 Eaux utilisées pour la boisson et les usages domestiques

Le recueil de données est principalement basé sur les informations fournies par les mairies de Sentein et Bonac-Irazein ; ainsi que sur les échanges avec l'ARS en avril 2013. Lors des investigations de terrain, la mairie de Sentein a permis aux intervenants d'être accompagnés par un employé municipal pour l'accès et l'échantillonnage de certains captages de sa commune.

4.3.1 Commune de Sentein

16 captages, de taille plutôt réduite, sont répartis sur la commune de Sentein. La zone d'intérêt se trouvant en montagne, les captages sont majoritairement superficiels ; en effet, les aquifères sont essentiellement constitués par des altérites. La commune de Sentein a réalisé le bilan analytique complet nécessaire à l'ouverture de ces captages. Elle gère elle-même les compétences d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement. Les captages de la commune de Sentein sont localisés sur la *Figure 76* (*données fournies par l'ARS en mai 2013*).

À Sentein, **les eaux du captage du Bois de Rouge, à l'ouest d'Eylie, se situent en aval des travaux miniers de Rouge et des dépôts miniers associés**. Ce captage alimente les hameaux d'Eylie-d'en-Haut (dont le gîte d'étape) et d'Eylie-d'en-Bas.

Une nouvelle station d'épuration a été aménagée par la commune de Sentein en 2013-2014. Elle se situe à mi-chemin entre Sentein et Bonac-Irazein (là où la route nationale est la plus proche du Lez, « PN » sur la carte IGN à l'échelle du 25 000ème). Cette zone a fait l'objet d'aménagements par l'équipe « Sentiers-rivières » de la Communauté de communes du Castillonais ; à savoir la mise en place de saules afin de stabiliser les berges du Lez. En effet, son lit peut varier de position latéralement, d'un mois sur l'autre, au gré des crues et des profonds creusements étaient constatés dans la zone de méandre.

L'installation dispose d'une station de relevage et d'une station de lagunage. Les eaux ainsi purifiées seront rejetées directement dans le Lez. Le dimensionnement est basé sur une population égale au maximum de la population estivale enregistrée à Sentein.

4.3.2 Commune de Bonac-Irazein

La commune de Bonac-Irazein a choisi de transférer les compétences d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement ainsi que la propriété des ouvrages, au Syndicat mixte départemental eau et assainissement de l'Ariège (SMDEA). La commune de Bonac-Irazein ne dispose pas à l'heure actuelle de dispositif d'assainissement.

Sur cette commune, on retiendra les informations suivantes :

- trois principaux captages alimentent les hameaux de la vallée d'Orle ;
- la résurgence d'Irazein alimente les hameaux d'Irazein et de Samiac à Bonac-Irazein, ainsi que le village de Balacet (moins de 100 personnes au total) ;
- la source du Peyrot, à Bonac, est utilisée de manière rituelle au moment de la fête du village.

Les captages de la commune de Bonac-Irazein sont localisés sur la *Figure 77 (données fournies par l'ARS en mai 2013)*.

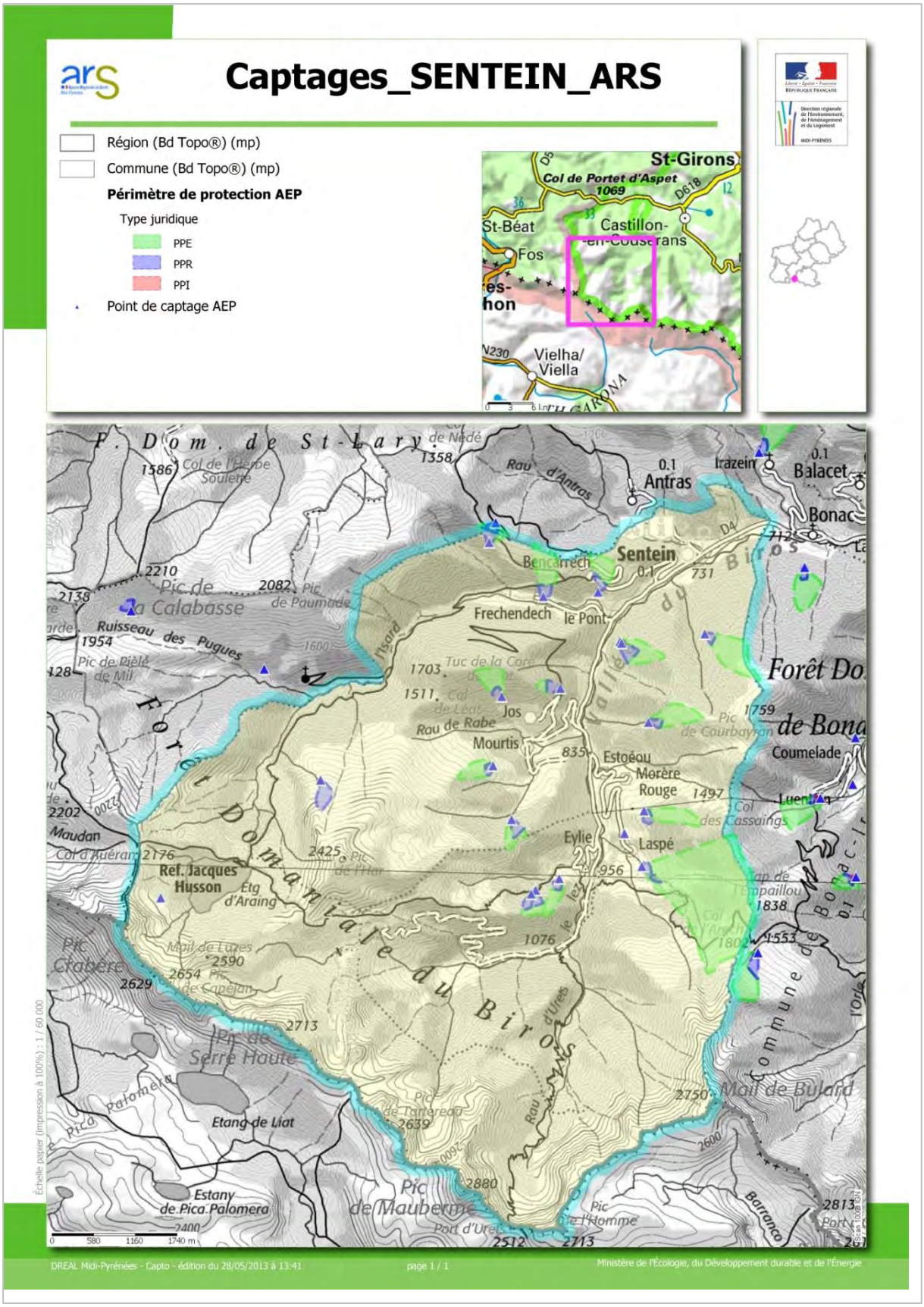


Figure 76 : Captages d'adduction en eaux potables référencés par l'ARS sur la commune de Sentein (données de mai 2013)

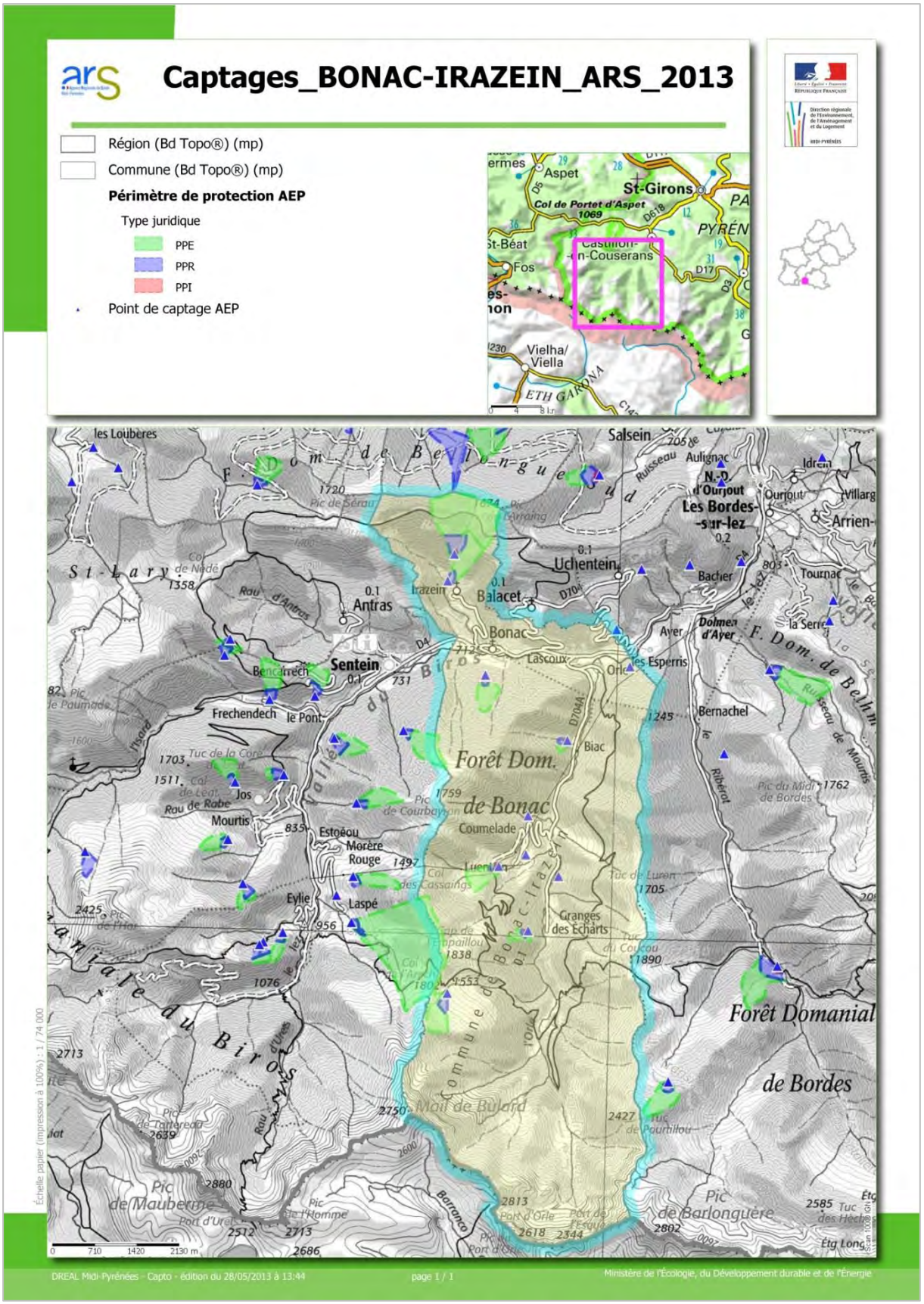


Figure 77 : Captages d'adduction en eaux potables référencés par l'ARS sur la commune de Bonac-Irazein (données de mai 2013)

4.4 Pastoralisme

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges avec les responsables de groupements pastoraux[52] *et le document d'objectifs Natura 2000* (ONF, 2004).

4.4.1 Situation par rapport à l'emprise de l'étude

L'activité pastorale a subi une déprise depuis quelques décennies, mais reste néanmoins l'un des piliers de l'activité économique du secteur.

L'emprise de l'étude est concernée par l'installation de quatre groupements pastoraux (GP) qui occupent une surface de 6000 hectares, principalement dans les étages subalpin et alpin *(Figure 78)* le **GP de Bonac - Vallée d'Orle *(commune de Bonac-Irazein)***, le **GP de l'Isard** *(commune d'Antras)* et le **GP d'Urets-Bentaillou *(commune de Sentein)*.**

L'étage collinéen est principalement concerné par l'installation de prairies de fauche : *« Les prairies permanentes fauchées pour constituer les réserves fourragères hivernales (foin et regain) constituent l'essentiel des surfaces de fond de vallée actuellement entretenues »* (ONF, 2004).

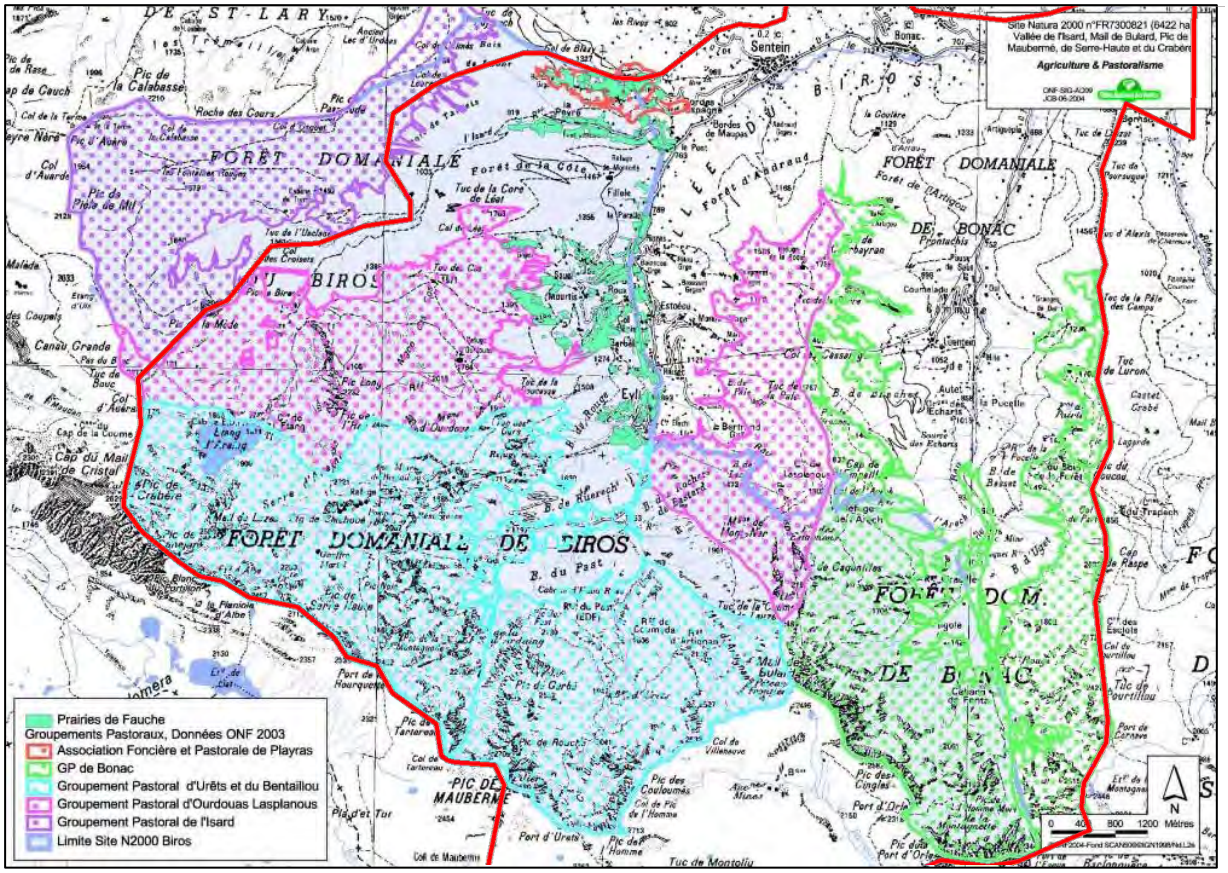


Figure 78 : Situation des activités de pastoralisme sur le secteur étudié (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

[52] Michel ESTREME, le responsable du GP Bonac Vallée d'Orle, a été rencontré à Sentein le 24 avril 2013 à Sentein. Francis ANE, le responsable du GP de l'Isard, a été rencontré à Sentein le mardi 30 avril 2013. Thierry ESTREME, co-responsable du GP d'Urets-Bentaillou a été contacté par téléphone en juillet 2013 et a été rencontré à plusieurs reprises lors des investigations de terrain, en août 2013 et en juin 2014.

L'activité pastorale est menacée par la présence de l'ours (40 bêtes tuées et autant de disparues par an pour le GP Bonac-Vallée d'Orle ; 35 bêtes sur 1200 ont été tuées sur l'estive de Bentaillou en 2012).

Les troupeaux d'ovins sont affectés par une maladie, la pestivirose, qui entraîne une déficience du système immunitaire et un avortement au stade embryonnaire. Cette maladie est connue aussi chez les isards, sans pour autant qu'une transmission entre les deux espèces n'ait pu être démontrée.

Cette situation est étudiée par le Groupement de défense sanitaire (GDS) et la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) (anciennement Direction départementale des services vétérinaires (DDSV)). Cette maladie ne présenterait pas de risque pour la santé humaine. Il a été envisagé de fournir un vaccin aux animaux testés positivement à la pestivirose : cette mesure n'était pas encore entrée en application en avril 2013.

4.4.2 Organisation des activités pastorales

En Vallée du Biros, l'utilisation des estives ou « bas-vacants » est collective, au regard de contraintes en termes d'équipement d'élevage tels que les clôtures et les structures de stabulation. Il existe néanmoins des surfaces en propriété privée avec une gestion individuelle de parcelles clôturées. Traditionnellement, ces espaces sont utilisés durant les mois de mai (pré-estive) et d'octobre (post-estive). Pendant les mois d'hiver (de novembre à mars), les animaux redescendent dans les hameaux où se trouvent les exploitations et où ils sont nourris, notamment de fourrage.

Les bovins et les ovins sont uniquement élevés pour leur viande et vendus à des éleveurs, à des fournisseurs ou à des abattoirs. Au GP d'Urets-Bentaillou, les transactions avec les éleveurs se font principalement lors de la *Fête de transhumance*, le premier week-end de juin et lors de la *Foire de la descente*, le premier samedi d'octobre.

La transhumance (ou estive) est conduite de juin à septembre. Les animaux se nourrissent alors principalement des plantes herbacées (notamment de la réglisse herbacée). Elles peuvent parfois se nourrir de feuilles tendres et d'arbustes.

Aucune zone d'abreuvement n'est spécifiquement délimitée, les animaux s'abreuvent aux points d'eaux qu'ils rencontrent sur leur trajet.

Les groupements sont concernés par des **bovins**, des **ovins** et des **équins**. Les vaches sont pour la plupart allaitantes. Dans le Biros, trois races sont élevées (Limousines, Gasconnes, Charolaises).

4.4.2.1 Groupement pastoral de Bonac-Vallée d'Orle

Crée en 2002, ce groupement s'inscrit sur une surface de 1 490 hectares, entre la cabane de l'Arech (au nord) et la Mail du Bulard (au sud). 17 éleveurs sont concernés. Le cheptel est constitué d'environ **1000 à 1200 ovins, 200 bovins et 100 équins**. Seules les brebis se déplacent au-dessus de 2 000 m d'altitude. Le principal refuge pastoral est la cabane de l'Arech.

Certains agneaux sont envoyés dans des ateliers d'engraissement, notamment dans l'Aude, qui les ramènent sur la filière d'abattage. Quelques éleveurs engraissent eux-mêmes les agneaux et les vendent aux bouchers. Les « brebis de garde » sont destinées à la reproduction et à l'élevage de leur progéniture. Les brebis âgées de 4 à 5 ans sont vendues pour leur viande.

4.4.2.2 Groupement pastoral de l'Isard

Crée en 1982, il représente une surface de 832 hectares qui accueille en moyenne **1500 à 2000 ovins**. L'estive accueille également **une vingtaine d'équins et une soixantaine de bovins**, qui appartiennent à des usagers individuels.

Deux circuits de transhumance sont réalisés : le premier consiste à remonter le ruisseau de l'Isard (*200 ovins, 20 équins, 20 bovins en 2013*) ; et le second, à partir de Saint-Lary et en remontant la rivière de Bellelongue (*1 000 ovins et 40 bovins en 2013*). Le principal refuge pastoral se situe à la chapelle de l'Isard.

4.4.2.3 Groupement pastoral d'Urets-Bentaillou

Crée vers 1995, ce groupement réunit deux montagnes, sur lesquelles deux estives de 1 000 à 1 500 ovins chacune, sont menées. La totalité du groupement représente une surface de 2 940 hectares, pour une surface réellement pacageable de 1 400 hectares environ. Six cabanes pastorales sont utilisées, celles d'Urets, de Bentaillou et de l'étang d'Araing, étant toutes équipées d'un enclos à proximité. Une vingtaine à une quarantaine de bovins et d'équins sont également accueillis sur l'ensemble du groupement, notamment à la Plagne et au Tartereau.

ESTIVE D'URETS :

- Parcours de transhumance : *Cabane de l'Haou → Coumeda → Urets* (1 900 à 2 000 m d'altitude)
- 4 éleveurs (*3 pour 750 ovins et 1 pour 25 bovins ; en 2013*)

ESTIVE DE BENTAILLOU

- Parcours de transhumance : *Cirque de la Plagne → Cabane de Sens → Mines du Bentaillou (ovins) ou → Rouge (bovins)*
- 6 éleveurs (*5 pour 1200 ovins, 1 pour une vingtaine de bovins et 1 pour une vingtaine d'équins ; en 2013*)

À noter la présence d'une installation de pré- et post-estive à Eylie pour des ovins (au droit du dépôt de résidus miniers *« Aval laverie Nord »*), entretenue et occupée durant plusieurs mois (4 mois à plus) au printemps et à l'automne.

4.5 Agriculture (hors pastoralisme)

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges avec la DDT (Service économie agricole) en avril 2013 et sur les données fournies par la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDSCPP), transmises à GEODERIS en mai 2013.

Le territoire agricole des communes de Sentein et de Bonac-Irazein se compose quasi-exclusivement de prairies, **principalement des prairies de fauche** *(Figure 79)*. Quelques cultures ou prairies temporaires sont aménagées dans la vallée du Lez, plus fertile. Selon les données de la DDCSPP, quatre activités de culture de céréales ou cultures industrielles sont déclarées sur la commune de Sentein, aucune sur la commune de Bonac-Irazein (certaines ont été fermées).

Il n'y a pas de déclaration d'irrigation sur les deux communes. Les demandes pour les parcelles de subsistance doivent théoriquement être réalisées par les administrés auprès de la mairie. Dans ces zones d'altitude, l'irrigation est uniquement gravitaire ; on la remarque notamment par la présence de canaux.



Figure 79 : Prairies de fauche sur les communes de Sentein (en haut ; à Eylie) et de Bonac-Irazein (en bas ; à gauche à Lascoux et à droite, à Irazein)

4.6 Hydroélectricité

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges avec EDF en avril 2013.

À la connaissance du RTM, interrogé à ce sujet par GEODERIS en avril 2013, il n'existe pas sur le secteur d'autres installations hydroélectriques que celles d'EDF (telles que des bassins écrêteurs de crues sur les torrents, par exemple).

4.6.1 Deux principaux systèmes hydroélectriques

Sur le périmètre de la zone d'étude, deux systèmes hydroélectriques principaux, appartenant à EDF, sont installés.

Le premier se situe sur la commune de Sentein *(Figure 80)* et se compose :

- d'un canal collecteur drainant les eaux et alimentant l'amont du bassin versant du Lez, par l'intermédiaire de trois barrages (Urets, Ardaing et Chichoué) et de cinq prises d'eau (Villeneuve, Uretz, Ardaing, Fenêtre B, Gouffre Martel) ;
- d'une station de pompage à Chichoué transférant ces eaux vers l'étang d'Araing ;
- d'une conduite forcée qui permet l'écoulement des eaux de l'étang d'Araing vers l'usine d'Eylie.

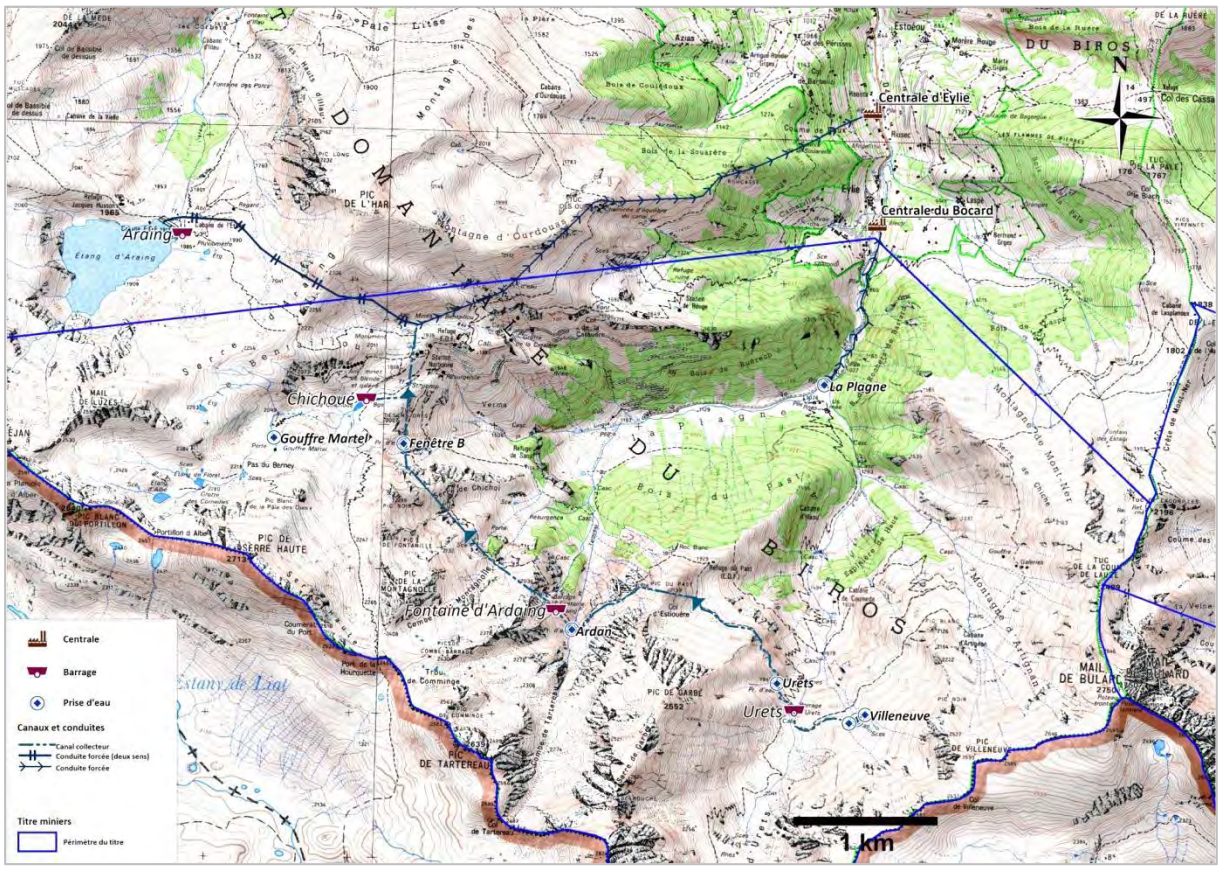


Figure 80 : Installations hydroélectriques d'EDF sur la commune de Sentein, sur fond SCAN 25 ® IGN (carte établie par GEODERIS à partir des informations transmises par EDF en avril 2013)

Le second se situe sur la commune de Bonac-Irazein *(Figure 81)* et se compose :

- d'un barrage à Bonac et de deux prises d'eaux (Orle et Riberot) ;
- d'une conduite forcée qui permet l'écoulement des eaux du barrage de Bonac vers l'usine de Bordes.

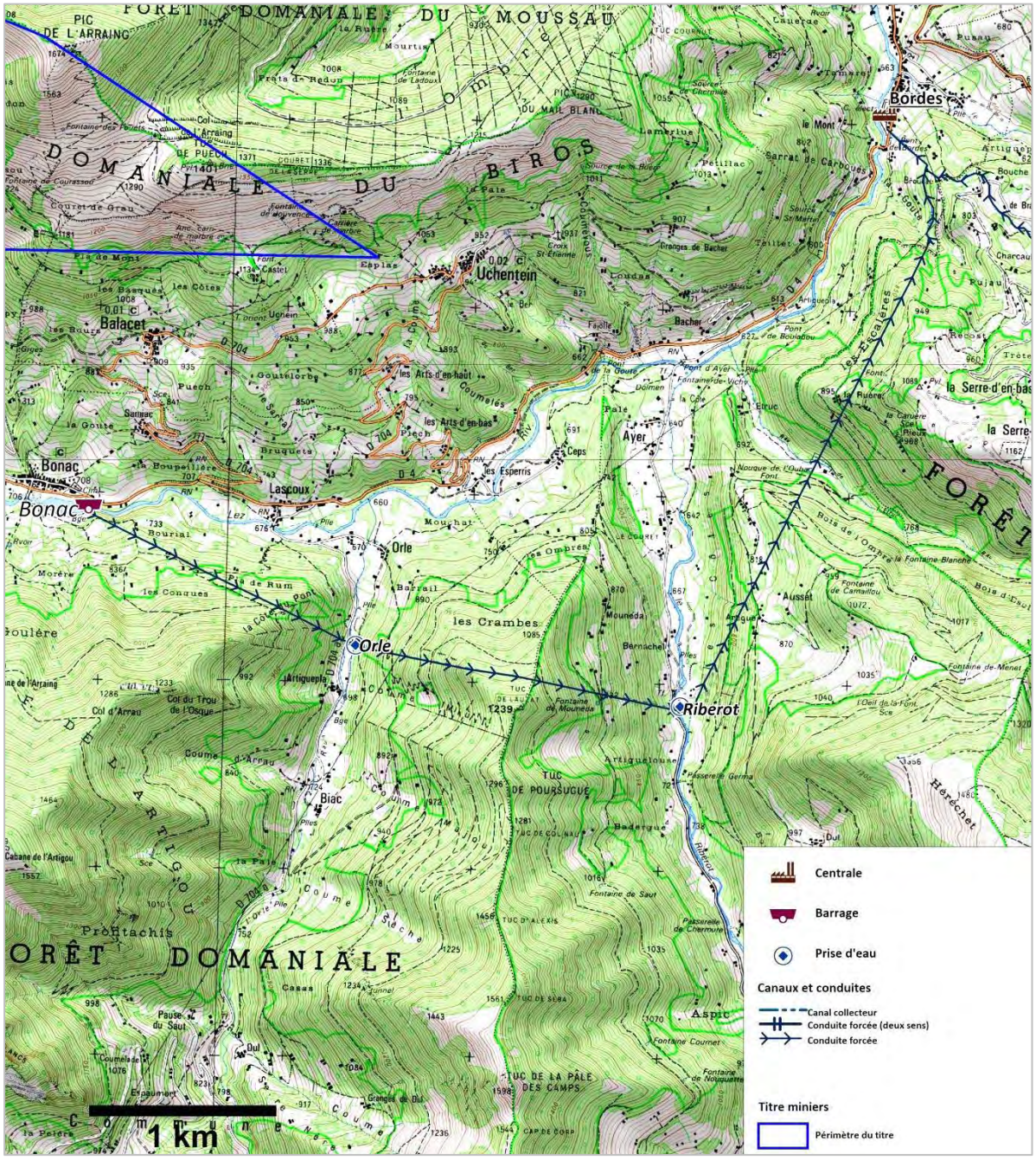


Figure 81 : Installations hydroélectriques d'EDF sur les communes de Bonac-Irazein et des Bordes-sur-Lez, sur fond SCAN 25 ® IGN (carte établie par GEODERIS à partir des informations transmises par EDF en avril 2013)

4.6.2 Centrales électriques à Eylie et à Bordes

La centrale d'Eylie est implantée au hameau éponyme, à 870 m d'altitude. Elle est télécommandée depuis la centrale d'EDF des Bordes-sur-Lez. Son alimentation est réalisée par une canalisation à flanc de montagne, une conduite forcée, dont le diamètre est réduit d'amont en aval, permettant d'augmenter la pression sur les turbines. Elle est reliée à une cheminée d'équilibre qui permet d'amortir les fluctuations d'eau et d'éviter son explosion. À noter la présence d'une petite installation hydroélectrique, au Bocard, alimentée par une prise d'eau sur le Lez qui est située en aval immédiat de la confluence entre le Lez et l'Urets.

La centrale des Bordes-sur-Lez reçoit les eaux du Lez (retenues par le barrage de Bonac) ainsi que celles de l'Orle et du Riberot. À noter que le détournement maximal au niveau du barrage de Bonac est de 4 m^3/s.

4.6.3 Etang d'Araing

L'étang d'Araing constitue un réservoir de plusieurs millions de mètres cubes d'eau. Le canal collecteur et la station de pompage de Chichoué permettent de remplir l'étang d'Araing dès que le niveau d'eau y a atteint une certaine cote.

Les lâchers qui sont effectués au niveau de l'étang d'Araing permettent à l'usine d'Eylie de produire de l'énergie selon les besoins, ainsi que de réguler les cours d'eau (le Lez notamment). Les lâchers représentent des débits allant jusqu'à 3,6 m^3/s par l'intervention de trois groupes (jusqu'à 1,2 m^3/s chacun). Un tel débit supplémentaire représente une montée des eaux du Lez d'environ 20 cm au niveau de Lascoux (commune de Bonac-Irazein, en aval du barrage de Bonac). Cependant, les lâchers d'eau peuvent entraîner une asphyxie de la faune et de la microflore aquatique[53]. Dans le cadre du renouvellement de la concession d'Eylie, les services Recherche et développement et Environnement d'EDF, ainsi que la Fédération de pêche et l'Institut de recherche de Toulouse étudient actuellement des solutions afin de limiter l'impact de ces lâchers sur l'environnement.

4.6.4 Gestion des installations

Certaines prises d'eau peuvent très ponctuellement présenter des déversements (en particulier au niveau des barrages d'Urets et d'Ardan). À noter que la prise d'eau de la Serre d'Araing communique avec les travaux miniers. Le conduit d'adduction de cette prise descend dans l'escalier qui conduit à la galerie principale.

Des vidanges sont effectuées régulièrement en période d'accessibilité (1 à 3 fois par an). Il est nécessaire d'en effectuer au moins une pour la maintenance annuelle, afin de restituer la capacité maximale des prises d'eau. La colonne d'eau est alors entièrement vidangée, emportant également les sédiments grossiers s'étant accumulés au fond de la retenue.

Une à deux crues en moyenne sont enregistrées annuellement au niveau du barrage de Bonac (parfois aucune, comme en 2012). La dernière a eu lieu en mars 2013. En période de crue, la procédure consiste à « effacer les ouvrages (barrages) », c'est-à-dire à faire en sorte qu'ils n'aient pas d'impact sur l'écoulement naturel des eaux. Cette opération passe par l'ouverture des vannes ; les hauteurs d'eau en amont et en aval s'équilibrent alors.

[53] Dans le cas du transfert d'un polluant stocké à l'amont, de remise en mouvement d'un sédiment pollué, etc.

4.7 Tourisme et randonnée

Le recueil de données est principalement basé sur les informations fournies par les mairies de Sentein et Bonac-Irazein ainsi que par celles fournies par les randonneurs et promeneurs eux-mêmes rencontrés au cours des investigations de terrain. Les ouvrages de référence tels que la carte IGN à l'échelle du 1/25 000 et les TopoGuides® de la Fédération française de randonnée ont été consultés.

4.7.1 Randonnée dans le Biros et GR10

La principale activité touristique de la région est la randonnée. Le GR 10 traverse en effet les communes de Sentein et de Bonac-Irazein et passe par les sites suivants (de l'ouest vers l'est) : l'étang d'Araing, le Serre d'Araing, les Mines de Bentaillou, le hameau d'Eylie-d'en-Haut, le Col de l'Arech, la cabane de l'Arech et Grauillès *(Figure 82 et Figure 83)*.

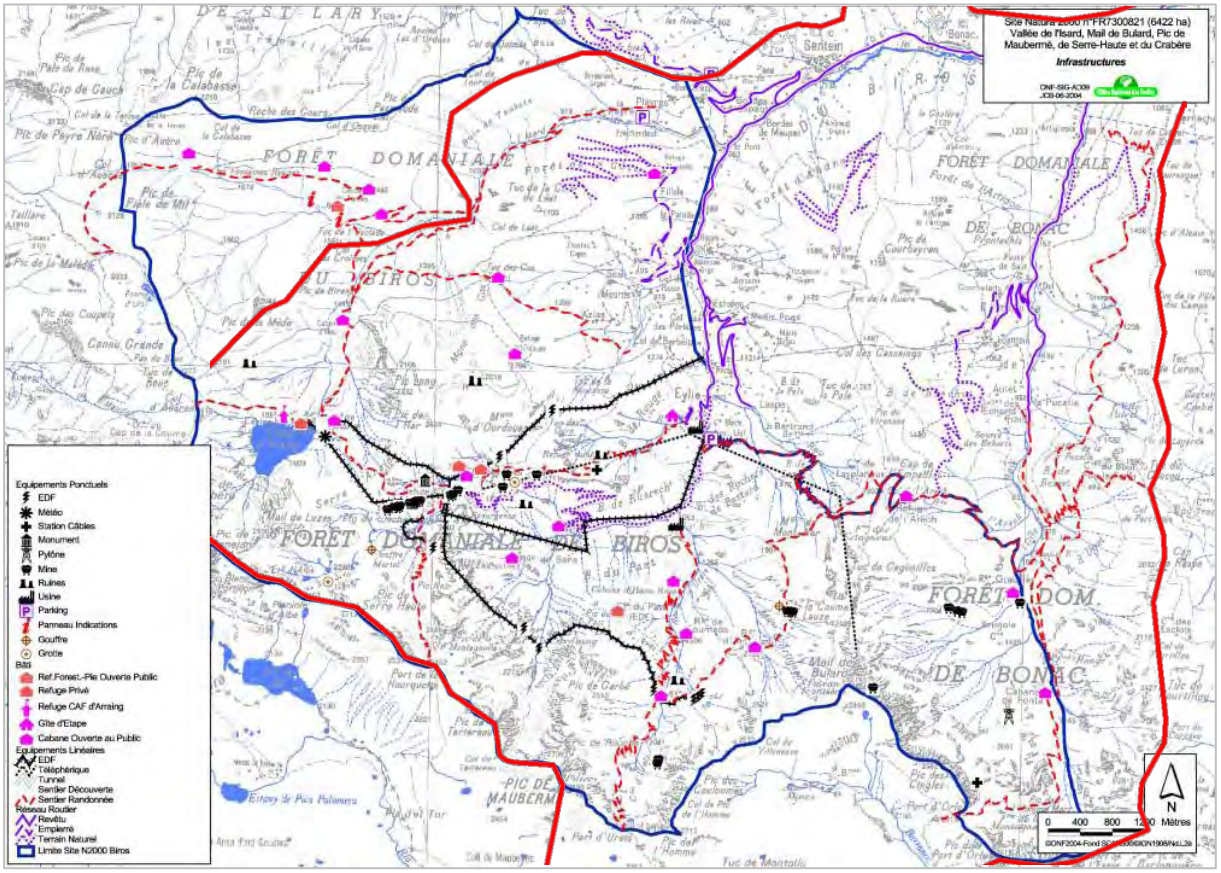


Figure 82 : Situation des activités et infrastructures de randonnée sur le secteur étudié (dont mise en évidence du patrimoine minier) (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]



Figure 83 : Randonneurs à Bentaillou (à gauche ; en août 2013) et sur les dépôts miniers de Chichoué (à droite ; en juillet 2013)

La randonnée s'effectue aussi bien en été qu'en hiver mais la plus forte fréquentation est observée de juin à octobre. Les randonneurs effectuent la plupart du temps de courts séjours dans les différents gîtes d'étape présents sur le parcours (refuge de l'étang d'Araing, gîte d'étape d'Eylie à Eylie-d'en-Haut notamment). Les autres installations touristiques sur la zone sont le camping municipal à Sentein et l'aire de caravaning, située en bordure de la retenue d'eau, à Bonac-Irazein. Quelques personnes peuvent se baigner dans les étangs d'altitude, voire le Lez (notamment au camping de Sentein situé en bordure immédiate de ce cours d'eau) mais cette pratique reste très occasionnelle. Il n'y a aucune zone de baignade déclarée sur les deux communes. Dans une moindre mesure, le VTT, le ski et les raquettes sont également pratiqués.

4.7.2 Valorisation du patrimoine minier

L'Office de Tourisme du Biros a créé le **« Tour du Biros - patrimoine minier »** (tracé sur les cartes à l'échelle du 1/25 000 de l'IGN). Il s'agit d'un parcours d'une durée de 3 à 5 jours utilisant des chemins pastoraux ou d'estives, des sentiers muletiers voire d'anciennes voies minières. Il traverse Eylie, Araing, Grauillès, la vallée d'Orle, le col de l'Arech, les mines de Bulard.

L'Office de Tourisme du Biros propose également des dispositifs audios qui fournissent des informations sur le passif minier du secteur, entre Sentein et La Plagne. Le parcours audioguidé ainsi proposé, intitulé **« le chemin de la mine »**, s'articule autour de quelques points remarquables de l'activité minière du titre minier de Sentein : ancien quai de chargement du minerai à Sentein, laverie d'Eylie, dépôt de résidus situés à l'amont du Bocard d'Eylie et laverie de La Plagne, notamment *(Figure 84)*.



Figure 84 : Points d'arrêts sur le parcours audioguidé « Le chemin de la mine » (à Eylie, à gauche ; et à la Plagne, à droite)

Les **« Sentiers d'Emilie »** ® sont des parcours de promenade référencés dans des guides spécialisés ; adaptés aux familles avec enfants (facilité d'accès, dénivelé faible, etc.). Sur le secteur, ils proposent un parcours entre la laverie d'Eylie et le Cirque de la Plagne, dans le but notamment de sensibiliser les enfants aux activités industrielles passées. Ce parcours s'achève à la Cascade de Tartereau, en bordure des anciennes installations de décantation (Kaulek, 1865-1867) *(Figure 85)*.



Figure 85 : Fiche explicative dédiée au parcours Eylie – Cirque de la Plagne dans le guide « Les Sentiers d'Emilie » © (SIREJOL, 2013)

4.8 Pêche

Le recueil de données est principalement basé sur les informations fournies par le président de l'AAPPMA « La Truite du Haut Biros » rencontré en avril 2013, le document d'objectifs Natura 2000 (ONF, 2004) *et le site internet de la Fédération de pêche de l'Ariège.*

L'AAPPMA « La truite du Haut-Biros » est l'une des 43 Associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques (AAPPMA) regroupées au sein de la Fédération de Pêche de l'Ariège. Elle recense une centaine d'adhérents et est active sur 5 communes constituant le Biros (Sentein, Bonac-Irazein, Antras, Balacet, Uchentein). Les cours d'eau concernés sont ceux du bassin versant du Lez avant la confluence avec le Riberot, ainsi que les étangs naturels et retenues de barrage présents sur ce territoire.

Le principal affluent du Lez dans le Couserans est la Bouigane, qui se caractérise par un régime hydrodynamique beaucoup moins torrentiel que celui du Lez, plus favorable à la richesse de la faune piscicole. Il est cependant en-dehors du Biros. **L'activité piscicole du secteur d'intérêt se concentre donc dans les étangs ainsi que dans le Lez et dans l'Orle *(Figure 86)*.**

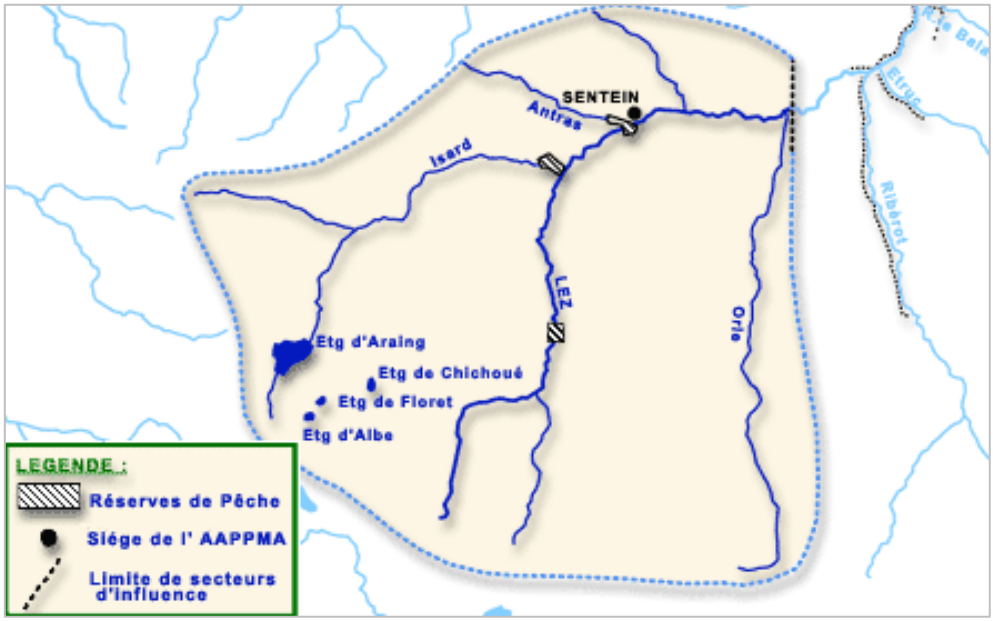


Figure 86 : Zone d'activité de l'AAPPMA « La Truite du Haut-Biros » (source : Fédération de l'Ariège de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique ; site internet www.peche-ariege.com, consulté en mai 2013)

Les espèces présentes dans les cours d'eau du secteur sont : la truite fario (seule espèce endémique des Pyrénées ; les autres ont été introduites), la truite arc-en-ciel, l'omble-chevalier, le cristivomer, le saumon de fontaine.

Tous les deux ans, la Fédération de pêche alevine les étangs suivants :

- Araing (entre 17 000 et 18 000 individus) ;
- **Chichoué**, Albe et Floret (1 500 truites fario dans chaque étang).

« Afin de respecter la faune indigène, seules des espèces locales (à l'exclusion de la truite arc en ciel et du saumon de fontaine) doivent être lâchées lors des alevinages » (ONF, 2004).

Les lacs sont régulièrement pêchés. Les activités de pêche sont traditionnellement menées de mars à septembre. Le nombre de poissons prélevés quotidiennement est soumis à réglementation. De plus, seule la pêche à la ligne est autorisée, la pêche aux engins est interdite.

De façon générale, la valeur piscicole des cours d'eau du secteur est faible : *« Selon le conseil Supérieur de la Pêche, la valeur piscicole des ruisseaux est assez moyenne avec des truites de petite taille, probablement à cause d'une nourriture peu abondante compte tenu de l'altitude et d'une faible minéralisation des eaux »* (ONF, 2004).

De plus, la faune piscicole semble diminuer depuis 15 à 20 ans. Différents facteurs pourraient en être la cause :

- l'apparition de prédateurs, notamment le héron (consommation de poissons et d'œufs) et le cormoran ;
- **le réaménagement des dépôts de stériles** : alors que les stériles sont présents depuis le début de l'activité minière, la diminution du nombre de poissons pourrait concorder avec le réaménagement des stériles pratiqué en 2004. En amont des stériles, la quantité de poissons n'a jamais évolué. Le confortement des berges par des gabions n'est pas adapté à la faune aquatique (*selon le témoignage des représentants de l'AAPPMA rencontrés*) ;
- les installations hydroélectriques et le curage des barrages.

Une passe à dévalaison a été installée au Bocard d'Eylie afin de permettre la migration de certains poissons vers l'aval. Au niveau du barrage de Bonac, la remontée vers l'amont du Lez est souvent impossible, ce qui entraîne la mort de nombreux poissons.

4.9 Chasse

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges avec la mairie de Sentein et l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) en avril 2013.

L'Association communale de chasse agréée (ACCA[54]) de Sentein est composée de 50 adhérents, tous chasseurs. Elle formule des plans et des interdictions de chasse, en fonction des espèces concernées, selon les recommandations de l'ONF et de l'ONCFS.

Sur le territoire de la commune de Sentein sont chassés : des cervidés (cerfs, biches, chevreuils et des isards, soumis à des plans de chasse) ; des sangliers (sans limitation) ; des perdrix grises (plan de chasse en vigueur), des bécasses et des lièvres. Le Grand Tétras et le Lagopède alpin ne sont pas chassables.

Sur le périmètre de l'étude, se trouvent le lot de chasse BIROS*8 et la réserve de chasse de Monteillé *(Figure 87)*.
La consommation est uniquement personnelle, la vente du gibier reste très marginale.

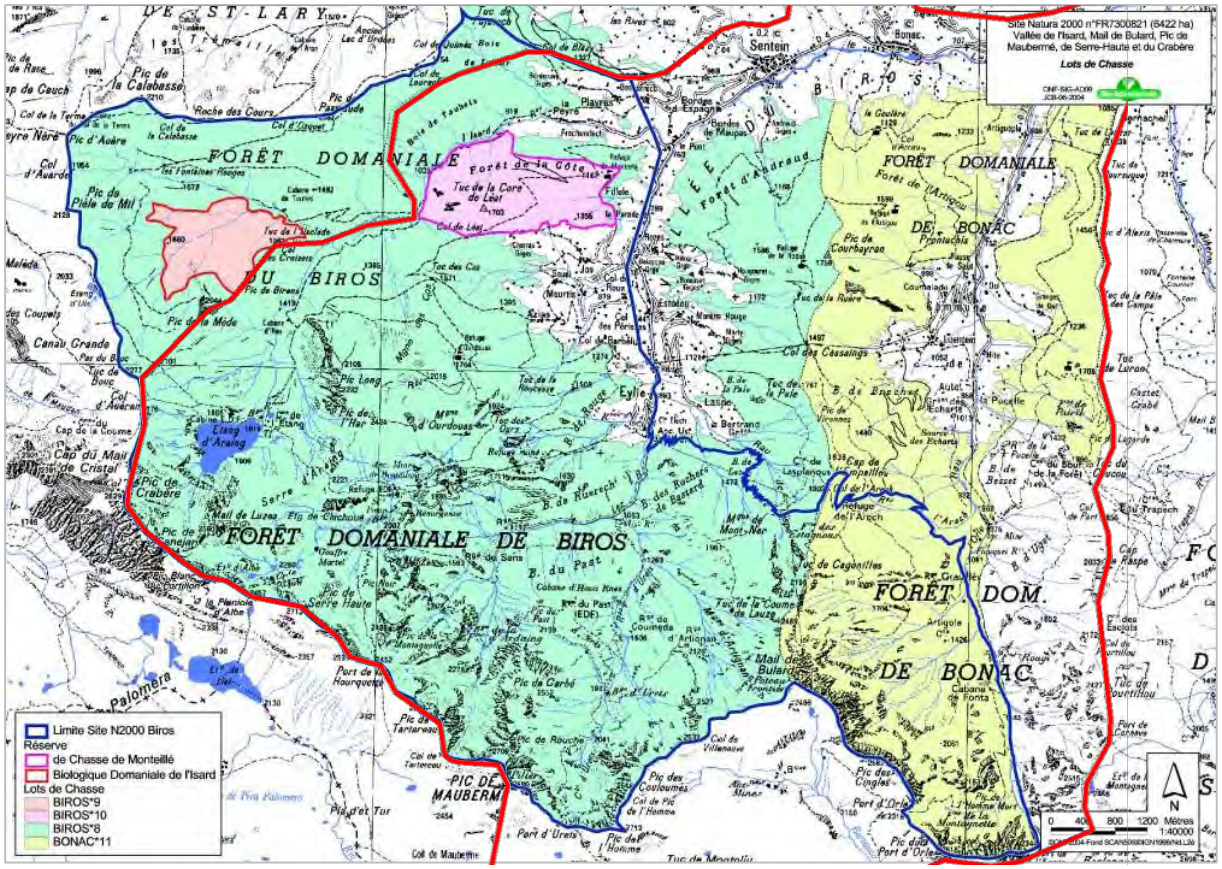


Figure 87 : Situation des réserves et lots de chasse sur le secteur étudié (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

[54] Les ACCA sont regroupées en AICA (Association intercommunale de chasse agréée). Elles dépendent de la Fédération de chasse de l'Ariège.

4.10 Zones naturelles protégées

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges avec le Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoise (PNR-PA), l'ONF et l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) en avril 2013.

La zone de protection spéciale FR 7312001, instituée en regard de la directive Oiseaux n°79/409 du 6 avril 1979, et la zone spéciale de conservation FR 7300821, instituée en regard de la directive Habitats n°92/43 CEE du 21 mai 1992, sont deux des douze zones du réseau Natura 2000 présentes sur le territoire ariégeois. Elles sont délimitées par le même périmètre : ***« Vallée de l'Isard, mail de Bulard, pics de Maubermé, de Serre-Haute et du Crabère »***.

Elles sont gérées par l'application d'un document d'objectifs (DOCOB) approuvé en décembre 2004 (ONF, 2004). Le DOCOB liste tous les habitats d'intérêt communautaire (zone terrestre ou aquatique qui se distingue par ses caractéristiques géographiques, physiques ou biologiques, étant en situation de danger ou possédant une aire de répartition réduite) présents sur le site du Biros et indique leur aire de répartition. L'un de ces habitats, les **« pelouses métallicoles montagnardes »**, est caractéristique des sols à forte teneur en métaux lourds et est présent au droit des anciens sites miniers de Bentaillou et de Rouge.

Des **espèces d'intérêt communautaire** sont également référencées dans le DOCOB.
Le Lézard des Pyrénées *(Figure 88)* et le Desman des Pyrénées *(Figure 89)* sont à prendre en compte en priorité, ainsi que l'Euprocte et l'Ecrevisse à pattes blanches (hors DOCOB).

En raison de la déprise pastorale, la fermeture de certains milieux est devenue préoccupante et certains habitats s'en voient d'autant plus menacés. Des actions de restauration ou de gestion courante d'habitats naturels ont été mises en œuvre. Des accords ont été passés avec certains agriculteurs afin d'établir un contrat pluriannuel dans lequel sont définies des « mesures agro-environnementales ».

Le DOCOB liste également les espèces d'intérêt communautaire prises en compte dans le cadre de la directive « Oiseaux » :

- **des rapaces, en particulier le Gypaète barbu**, espèce en danger protégée au niveau national. Un couple s'est fixé sur le site du Biros depuis 2009. Une surveillance spécifique a été mise en place afin d'assurer la tranquillité de cette espèce. *Il est à noter que les mesures requises ont été mises en œuvre par GEODERIS lors des investigations de terrain pour respecter les prescriptions relatives à la protection de cette espèce (notamment en termes de plans de vol par hélicoptère) ;*
- **des galliformes : Grand Tétras** *(Figure 90)*, **Lagopède alpin** *(Figure 91)*, **Perdrix grise des Pyrénées**. Les trois espèces font l'objet d'un suivi chaque année (printemps et été). La chasse du Tétras est très réglementée ; il fait l'objet de mesures spéciales de conservation.

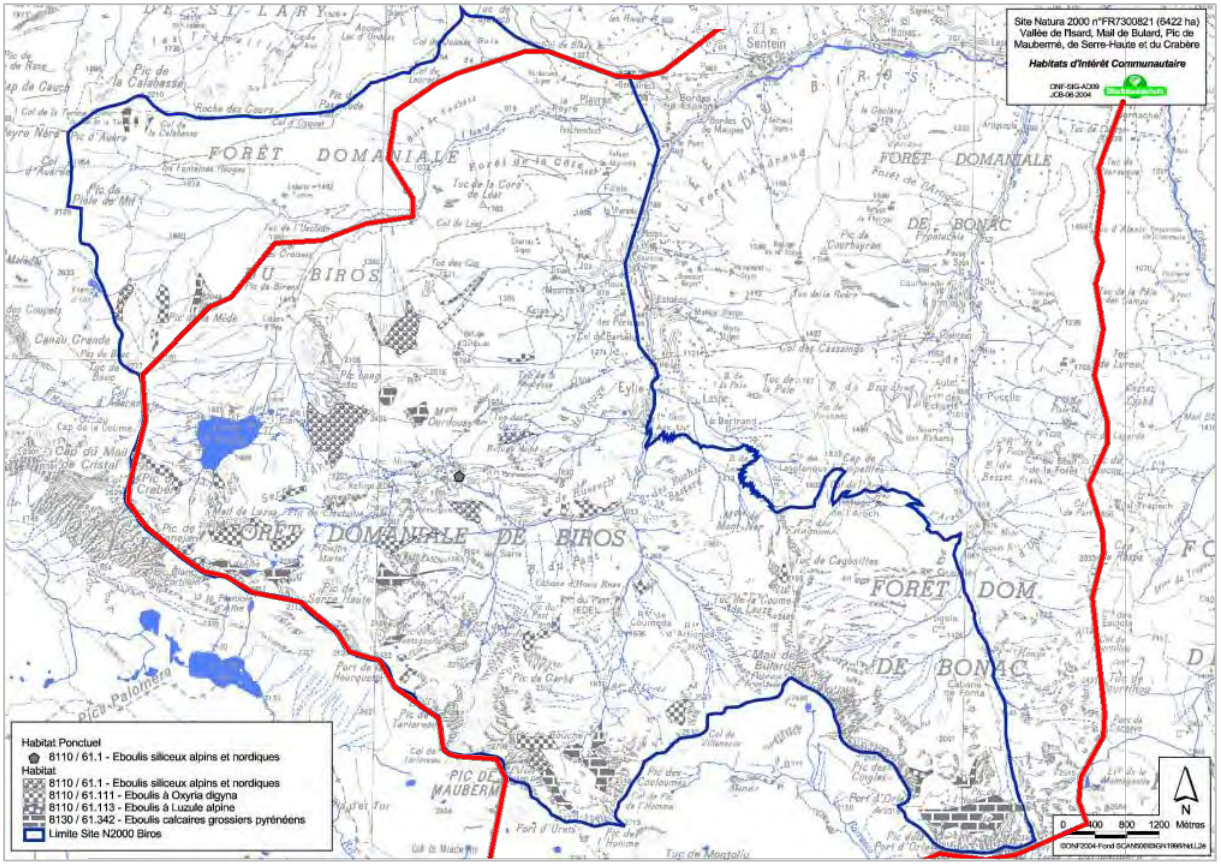


Figure 88 : Aires de répartition du Lézard des Pyrénées (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

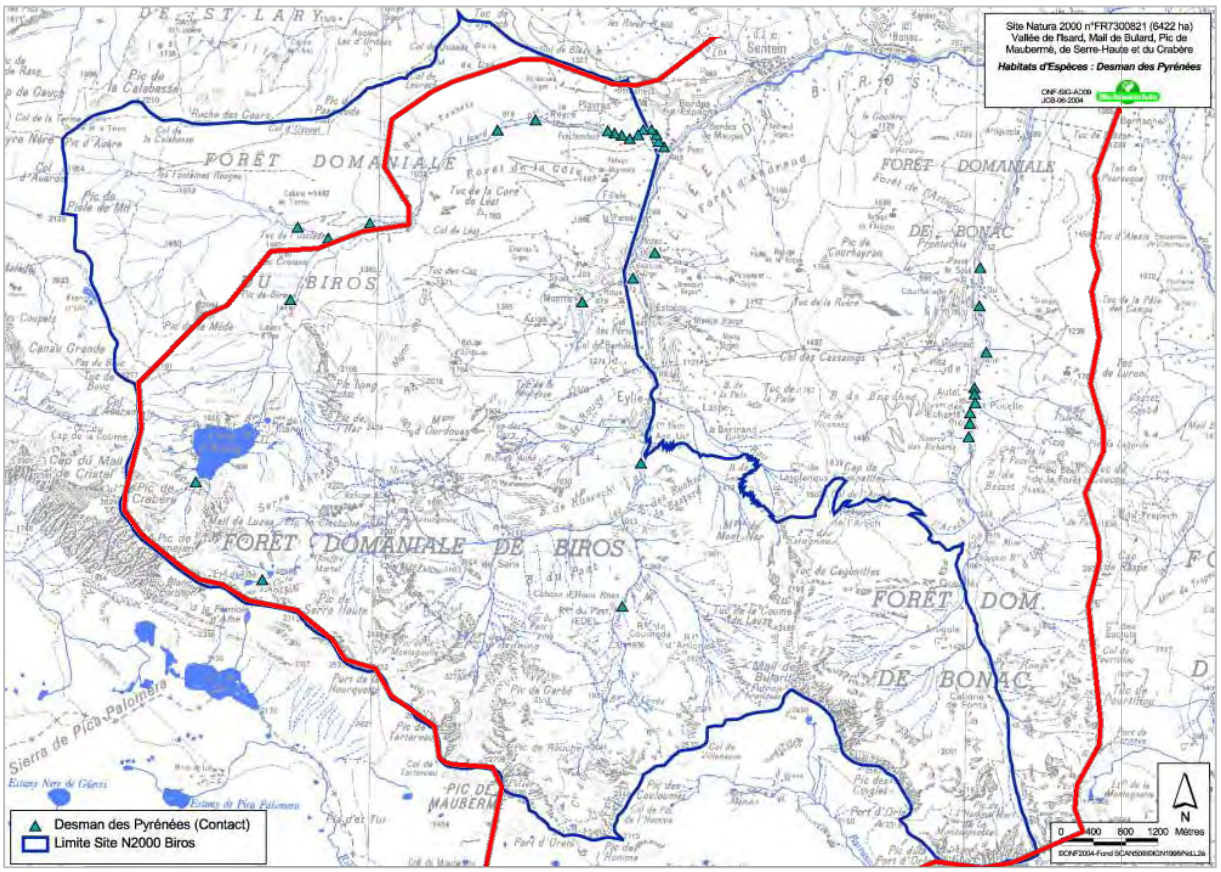


Figure 89 : Aires de répartition du Desman des Pyrénées (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

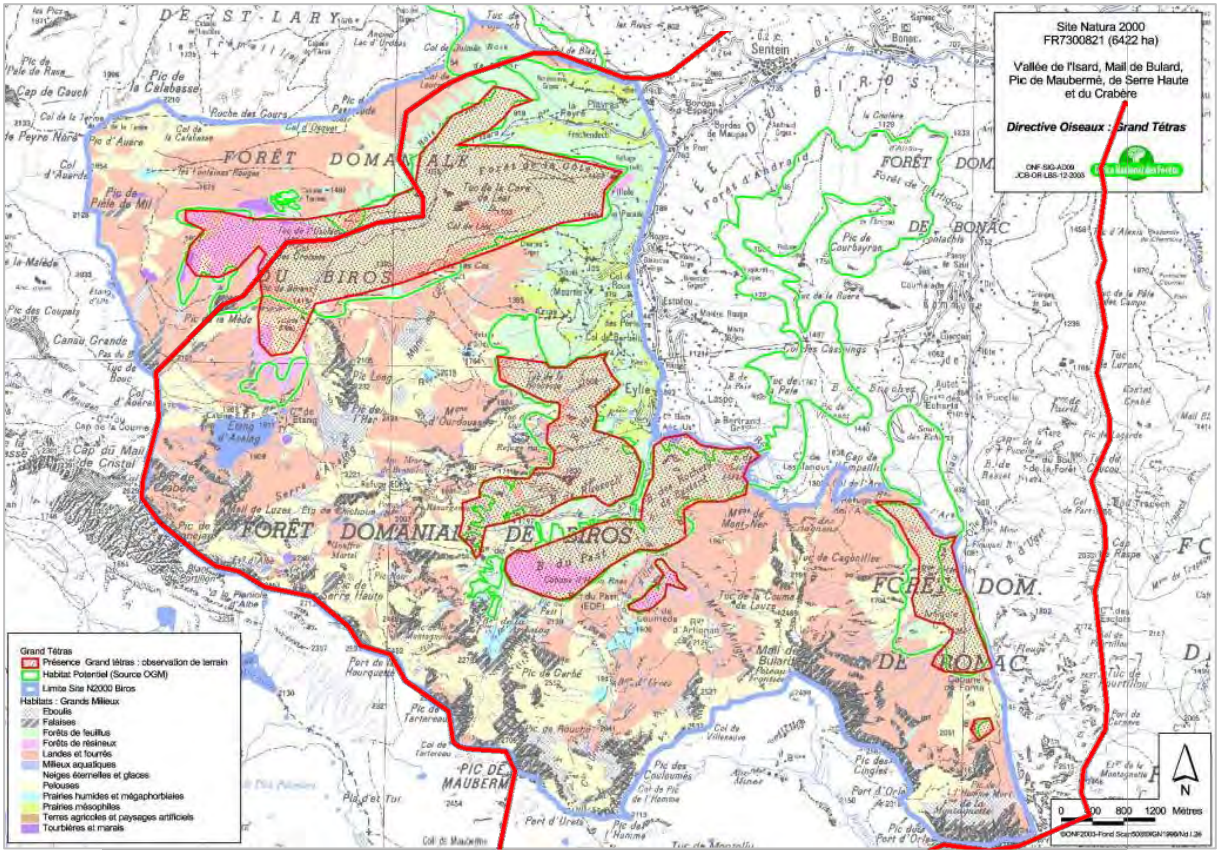


Figure 90 : Aires de répartition du Grand Tétras (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

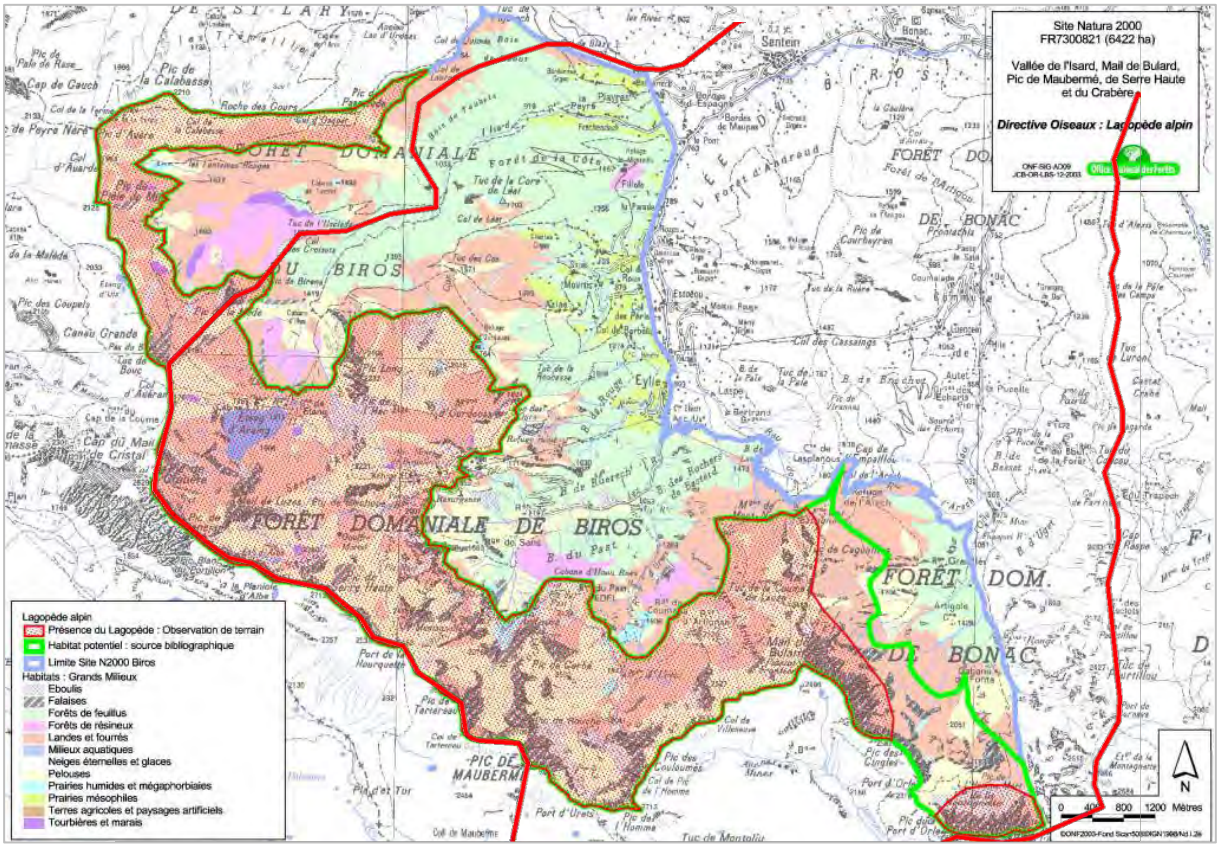


Figure 91 : Aires de répartition du Lagopède alpin (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

4.11 Grotte de la Cigalère

Le recueil de données est principalement basé sur les échanges d'avril 2013 avec Alain MANGIN, Ancien directeur de recherche au CNRS et ancien directeur du laboratoire souterrain de Moulis.

Cette grotte, située en altitude (1700 m) est un site géologique et naturel remarquable, en raison notamment des superbes concrétions de gypse et d'aragonite (carbonates de calcium) qui s'y trouvent *(Figure 92 et Figure 93)*.



Figure 92 : Concrétions dans la Grotte de la Cigalère lors d'une visite du site le 07/08/2013 à laquelle GEODERIS a été convié par le Comité technique de la Cigalère

Elle se situe à proximité des gisements miniers de Bentaillou, ce qui, selon A. MANGIN, n'est pas sans lien avec la formation des concrétions. En effet, le fait que les calcaires de Bentaillou soient minéralisés en sulfures pourrait expliquer la formation de sulfates (par oxydation des sulfures), dont le gypse.

4.11.1 Classement du site

En 1964, des spéléologues ont prélevé des concrétions dans la grotte. Suite à ces évènements, le Préfet a demandé au laboratoire de Moulis de gérer le site qui est depuis lors le garant de la grotte. L'association ARSHaL[55] a été créée en 1969 pour en réaliser le suivi.

En 1968, le CNRS prend l'initiative de faire classer la grotte. M. DAUBIAN-DELISLE, alors propriétaire de la concession minière, provoque un ralentissement des procédures. Cependant, le classement a été acté par décret ministériel du 24 avril 1981. Une fois le site classé, il a été possible de mettre en place une procédure de gestion. Un comité de gestion, le ***« Comité technique de la Cigalère »***, a été instauré en 1984. Une porte blindée, dont A. MANGIN possède les clés, a été installée cette même année.

[55] Association de recherche souterraine du Haut-Lez

Un projet de classement à l'UNESCO a été amorcé simultanément, mais n'a pas pu aboutir. En effet, il serait nécessaire, pour justifier ce classement, de publier sur cet objet afin d'élargir sa notoriété.

Un comité technique dit « de la Cigalère » a en charge la surveillance et la gestion de la grotte. Les travaux sont soumis à autorisation, sans pour autant que le site soit voué à la sanctuarisation. Le Comité est représenté par les organismes suivants : les services de l'Etat : MM. Le Préfet et Le Sous-Préfet ; la DREAL (UT 09) ; la DREAL Midi-Pyrénées ; EDF (en tant que partie prenante) ; les Bâtiments de France (qui gèrent les sites classés) ; la gendarmerie ; l'ONF (gérant les terrains domaniaux) ; la mairie de Sentein ; l'ARSHaL ; la Fédération française de spéléologie et le Secours spéléologique.

4.11.2 Activités sur le site de la grotte de la Cigalère

L'ARSHaL effectue chaque année un camp d'été, d'une durée d'environ 20 jours, pour 30 à 50 personnes. Pendant ce camp, une journée est réservée à une visite de la grotte, à la demande du Comité technique, permettant à quelques invités de découvrir le site. 12 à 15 personnes participent à cette visite chaque année.
Il n'y a, en dehors de ce camp, pas d'autres activités sur le site. Le site n'est naturellement pas accessible de septembre à juin. En effet, il n'est pas possible de s'y déplacer tant que les eaux sont en crue. De plus, l'entrée de la Cigalère est située à proximité d'un couloir d'avalanches. Pour s'y rendre, il est donc préférable de passer par les sites de Rouge et de Bentaillou.

EDF n'accède pas à la grotte de la Cigalère car ils n'y œuvrent pas. Il n'y a aucune prise d'eau ni conduite qui traverse le site. Le barrage souterrain, identifié sur certains plans d'époque, mis en place par EDF au centre de la grotte, n'aurait pas fonctionné pour l'usage hydroélectrique, mais pour la réalisation de mesures permettant de mieux caractériser le torrent.

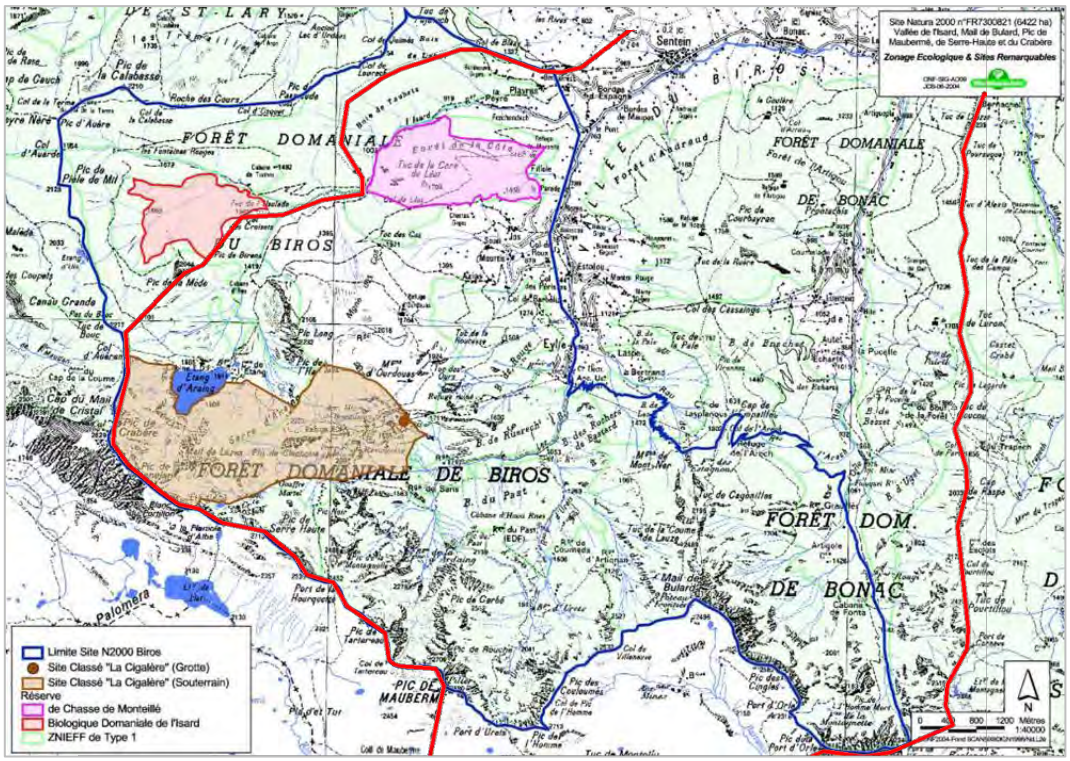


Figure 93 : Zonage écologique et site classé de la Cigalère (ONF, 2004) [emprise de l'étude en rouge]

5 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE

5.1 Configuration générale du secteur minier

Comme vu précédemment, la phase informative a notamment permis d'identifier les principaux sites d'exploitation et de traitement du minerai, par rapport à l'unité hydrographique étudiée ; à savoir le bassin versant du Lez depuis son origine jusqu'à sa confluence avec le Riberot.

Le schéma de principe associé *(Figure 94)* met en évidence les multiples contributions aux processus de contamination de la plaine alluviale du Lez. Schématiquement :

- les exploitations situées en moyenne à haute altitude sont principalement caractérisées par la présence de dépôts miniers de type stériles de creusement ou associés à des installations de transport. Ces dépôts sont soumis à l'action des eaux météoriques et certains se déchargent dans des affluents du Lez. À noter également la présence d'émergences minières qui rejoignent le réseau hydrographique ;
- les installations de traitement installées dans la vallée, en moyenne altitude et alimentées par les exploitations précédentes. Les vestiges de ces installations sont associés à des résidus de traitement fins, encore visibles ou ayant été érodés (partiellement ou totalement) par les eaux de surface ;
- les zones habitées situées en aval de ces installations ont été, au gré des épisodes de crue, partiellement inondées par des eaux chargées de matériaux résiduaires transportés par les eaux de surface ; en particulier les hameaux situées en aval immédiat du Bocard d'Eylie ;
- **en définitif, la plaine alluviale est sous l'influence indirecte des sources potentielles de pollution situées en altitude (dépôts et émergences minières) mais aussi sous l'influence directe des sources situées dans la vallée (du fait principalement de la présence d'unités de traitement du minerai).**

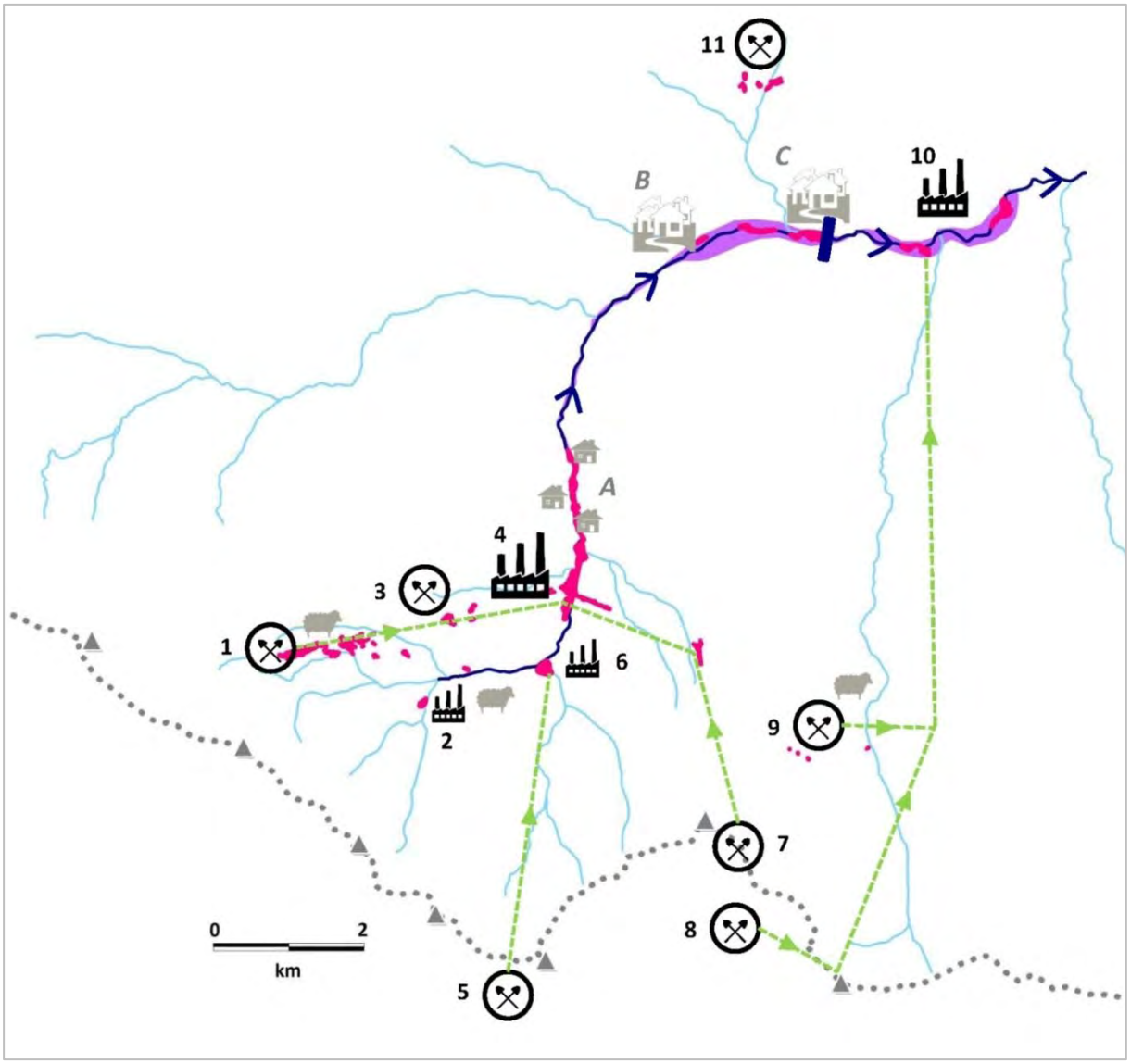


Figure 94 : Configuration générale du secteur minier de Sentein, bassin versant du Lez

Légende de la Figure 94 :

	Rivière Le Lez
	Barrage de Bonac
	Affluent du Lez
	Zone inondable du Lez
	Chaîne montagneuse et sommets (frontière franco-espagnole)
	Hameaux dispersés et habitations installés en bordure du Lez
	Principaux villages : *B = Sentein ; C = Bonac*
	Principales zones de pastoralisme étudiées
	Principaux sites d'exploitation : *1 = Chichoué et Bentaillou ; 3 = Rouge ; 5 = Urets / Pic de l'Homme ; 7 = Le Bulard ; 8 = Fourcaye ; 9 = Bularic ; 11 = Irazein*
	Usines de traitement du minerai : *2 = Installations de décantation de Tartereau ; 4 = Laverie gravimétrique et par flottation d'Eylie ; 6 = Laverie gravimétrique de la Plagne ; 10 = Laverie gravimétrique de Lascoux*
	Principales installations de transport du minerai
	Emprise en surface des dépôts miniers ou des mélanges de sols et de résidus

5.2 Zones investiguées

Compte tenu de la taille importante de l'emprise de l'étude (100 km²) et de la diversité des sites concernés (site de moyenne à haute altitude ou dans la vallée, site concerné ou non par des activités minières, etc.), GEODERIS a dû recentrer ses investigations sur des zones d'intérêt. Au regard des incompatibilités milieux-usages potentielles, identifiées à l'issue de la phase informative, GEODERIS a donc défini **17 zones sur le secteur minier étudié**.

D'autres sites ont été étudiés, comme la concession du Bulard, la mine d'Urets ou la mine de Fourcaye. Elles ne sont associées à aucune zone investiguée étant donné qu'elle n'ont fait l'objet d'aucune visite de terrain dans le cadre de la présente étude.

Contrairement au reste de l'emprise de l'étude, les zones investiguées ont été parcourues de façon détaillée, pour une surface totale de 3 km². Leur forme tient compte des itinéraires réalisés et de l'existence d'obstacle naturels (zone pentues difficiles d'accès, cascades, etc.). Mis à part quelques très rares exceptions (moins de 1%), les 1044 prélèvements et mesures se trouvent dans les limites géographiques de ces zones.

Ces 17 zones investiguées constituent <u>les entités géographiques de référence pour cette étude *(Figure 95)*</u>. Elles seront désormais appelées régulièrement dans le corps du texte et serviront d'élément contextuel pour toutes les cartes concernées.

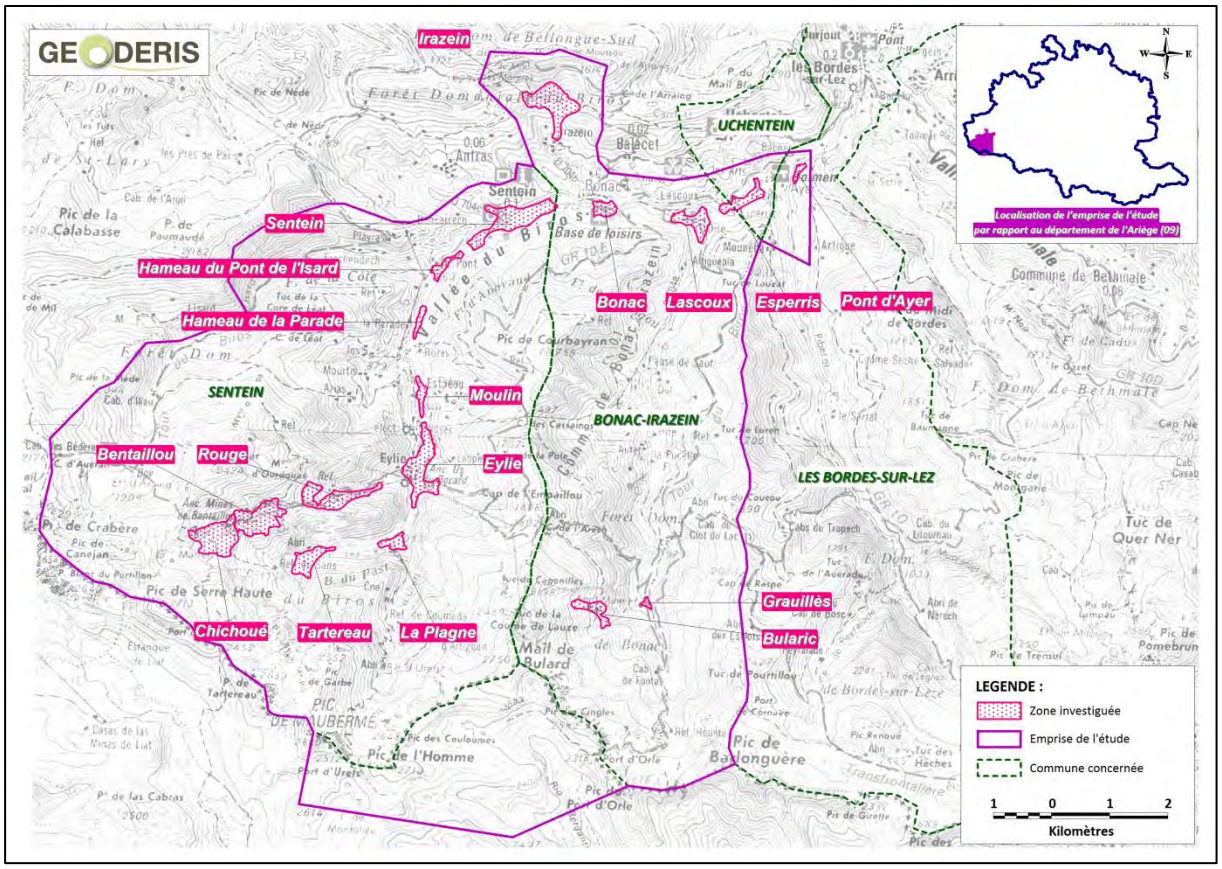


Figure 95 : Situation des 17 zones investiguées par rapport à l'emprise de l'étude, sur fond SCAN 100 ® IGN

5.3 Schéma conceptuel simplifié

Chaque zone investiguée est spécifique au regard des activités minières qui s'y sont déroulées (ou qui ont eu un impact indirect sur la qualité des milieux qu'elle comprend) mais aussi des usages qui la caractérisent. Les *Tableau 46 à Tableau 49* présentent les vestiges miniers remarquables et les principaux usages identifiés sur chaque zone investiguée.

Pour rappel, les **cartes informatives**, en *Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte)*, illustrent, par zone investiguée, les sources potentielles de pollution (dépôts miniers, émergences minières, stations et pylônes associées aux installations de transport, installations de surface) et les usages et enjeux (captages d'eaux, zones de pâturages, résidence permanentes ou temporaires, aires de jeux, etc.). Il s'agit d'une représentation cartographique qui permet d'appréhender le schéma conceptuel détaillé par zone investiguée (sans visualisation des voies de transfert potentielles pour autant).

Ces tableaux constituent une présentation schématique du schéma conceptuel pour chaque zone investiguée et viennent en appui aux cartes informatives.

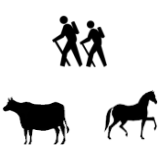
Z. Investiguée	Description des vestiges miniers (et des sources potentielles de pollution) et des usages et enjeux	
CHICHOUE		Principaux travaux d'exploitation (en souterrain), réalisés de 1850 à 1950. Présence de ruines en pierres (installations de transport principalement) et de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes de stériles miniers déversés dans la pente, en aval des ouvrages débouchant au jour (mis en sécurité en 2002)
		◦ Zone traversée par le GR10 (Eylie - Etang d'Araing). Etang de Chichoué avec bivouacs fréquents en bordure. Etang utilisé pour la pêche locale, aleviné tous les deux ans. ◦ Pâture d'ovins du Groupement pastoral d'Urets-Bentaillou (estive).
BENTAILLOU		◦ Dynamique minière forte de 1850 à 1950. Quelques ouvrages débouchant au jour mis en sécurité en 2002 (en particulier le travers-banc Saint-Jean). ◦ Installation de traitement du minerai souterraine par gravimétrie de Narbonne. Nombreux vestiges bâtis (logements des mineurs, ateliers, forge, poste de transformation, etc.) ; certains ayant été réaménagés. ◦ Présence de cuves à hydrocarbures et de transformateurs non démantelés. ◦ Stériles et résidus miniers en quantité importante.
		◦ Logements temporaires et refuges (travailleurs EDF, cabane pastorale, refuges de la mairie de Sentein et de l'ONF). Points d'alimentation en eaux utilisées pour la boisson et les usages domestiques. ◦ Zone traversée par le GR10 (Eylie - Etang d'Araing) et régulièrement visitée par les randonneurs. Bivouacs fréquents. *Patrimoine minier connu et référencé.* ◦ Pâture d'ovins du Groupement pastoral d'Urets-Bentaillou (estive). Emergence minière du TB Saint-Jean servant occasionnellement à l'abreuvement.
ROUGE		◦ Chantiers d'exploitation relativement peu développés (quelques centaines de mètres). Prolongement est des travaux miniers de Chichoué et Bentaillou, réalisé de 1940 à 1963 environ. ◦ Nombreux vestiges bâtis en pierre et structures métalliques. ◦ Présence de cuves à hydrocarbures et de transformateurs non démantelés.
		◦ Zone traversée par le GR10 (entre Eylie et l'étang d'Araing) et régulièrement visitée par les randonneurs. Bivouacs occasionnels. ◦ Zone de cueillette de myrtilles (consommation locale). ◦ Pâture d'ovins et de bovins. Abreuvement à l'émergence du travers-banc de Rouge.
TARTEREAU		Bassins de décantation en sortie d'une glissière hydraulique installée par l'Ingénieur Kaulek de 1865 à 1867 pour prétraiter le minerai de Chichoué avant transfert au Bocard d'Eylie. Présences de résidus de décantation et vestiges ruinés des murs de confinement en pierres.
		◦ Cirque de la Plagne et Cascade de Tartereau : Zone de promenade facile d'accès et très fréquemment visitée (parcours référencé dans tous les guides touristiques). ◦ Zone de pâture pour les bovins et les chevaux de deux éleveurs de Sentein. Présence d'un petit lac au droit du bassin principal servant à l'abreuvement. ≈ *Confluence entre les ruisseaux de la Coume Longue, de Tartereau et de la Cigalère qui forment le Lez.*
LA PLAGNE		◦ Laverie de La Plagne traitant principalement le minerai provenant de la mine d'Urets (sur le versant espagnol) et de quelques autres mines du Val d'Aran. ◦ Nombreux vestiges bâtis en pierre et structures métalliques. À noter la présence d'une cuve d'hydrocarbures.
		◦ Cirque de la Plagne : Zone de promenade facile d'accès et très fréquemment visitée (parcours référencé dans tous les guides touristiques). *Patrimoine minier connu et référencé.* Sur la branche du GR 10 menant au Port d'Urets. ◦ Zone de pâture pour les bovins et les chevaux de deux éleveurs de Sentein. ≈ *Confluence entre le ruisseau d'Urets et le Lez.*

Tableau 46 : Schéma conceptuel schématique sur les zones de Chichoué, Bentaillou, Rouge, Tartereau et la Plagne (commune de Sentein)

Z. Investiguée	Description des vestiges miniers (et des sources potentielles de pollution) et des usages et enjeux	
EYLIE		◦ Site de traitement du minerai historique du secteur minier de 1850 à 1965. Très nombreuses installations minéralurgiques (gravimétriques, de flottation, etc.) et métallurgiques (fonderie et fours à calamine) et vestiges associés. *Patrimoine minier connu et référencé.* ◦ Présence de quatre dépôts de résidus fins (215 000 m^3 au total). Présence de bassins de décantation semi-enterrés. ◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez, confortée sur le terrain par l'identification de résidus miniers sous quelques centimètres de sols, en rive droite du Lez.**
		◦ Hameaux d'Eylie-d'en-Haut et d'Eylie-d'en-Bas. Résidences permanentes (occupées par des personnes à la retraite) et résidences temporaires. Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur. Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ◦ Départ du GR10 pour Col de l'Arech ou Port d'Urets ou Etang d'Araing. Gîte d'étape pour les randonneurs. Aires de pique-nique aménagées ou non. ◦ Réserve de pêche et bassin piscicole pour alevinage (consommation locale). Alimentation des deux hameaux avec des captages situés dans le Bois de Rouge (boisson et usages domestiques). ◦ Pâtures d'ovins et de bovins (en particulier durant les périodes de pré- et post-estive). ≈ *Confluence entre le ruisseau de Rouge et le Lez.*
MOULIN		◦ Site en aval hydraulique et topographique immédiat du site d'Eylie (à quelques centaines de mètres). ◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez, confortée sur le terrain par l'identification de résidus miniers sous quelques centimètres de sols, en rive gauche du Lez.**
		◦ Hameaux de Moulin-d'en-Haut et de Moulin-d'en-Bas. Résidences permanentes (occupées par des personnes à la retraite) et résidences temporaires. Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur. Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ◦ Foyer municipal et gîte de vacances (occupé régulièrement en été).
HAMEAUX DE LA PARADE ET DU PONT DE L'ISARD		Site en aval hydraulique et topographique du site d'Eylie (à une distance comprise entre 1,5 km et 3 km).
		◦ Hameaux avec quelques résidences permanentes et résidences temporaires. Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ≈ *Confluence entre le ruisseau de l'Isard et le Lez*
SENTEIN		◦ Anciennes stations de transport des concentrés (venant d'Eylie) à l'entrée sud-ouest du village et au centre-village (pour transport ferroviaire vers Saint-Girons). ◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez, confortée sur le terrain par l'identification de résidus miniers sous quelques centimètres de sols, en rive droite du Lez.**
		◦ Principal village de la commune de Sentein. Résidences permanentes et résidences temporaires. Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur. Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ◦ Ecole maternelle et primaire accueillant une quinzaine d'enfants de 2 ans à 12 ans. Centre de loisirs (CLAE) avec jeux pour enfants. Camping municipal. Office de tourisme avec aire de pique-nique aménagée. ≈ *Confluence entre le ruisseau de l'Antras et le Lez.*

Tableau 47 : Schéma conceptuel schématique sur les zones d'Eylie, de Moulin, du hameau de la Parade, du hameau de Pont de l'Isard et de Sentein (commune de Sentein)

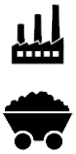
Z. Investiguée	Description des vestiges miniers (et des sources potentielles de pollution) et des usages et enjeux	
IRAZEIN		◦ Seule zone connue d'exploitation du titre minier d'Irazein. Travaux miniers souterrains menés de 1909 à 1914, pour l'exploitation du cuivre gris. Plusieurs ouvrages débouchant au jour (pénétrables) en sortie desquels ont été déversées d'importantes quantités de stériles de creusement. ◦ Petits dépôts de résidus de traitement gravimétriques grossiers, associés à des installations rudimentaires et des opérations de scheidage.
		◦ Dans zone boisée, fréquentée occasionnellement par des promeneurs. ◦ Résidences temporaires isolées. Pâtures et prairies en aval topographique des dépôts miniers.
BONAC		◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez.**
		◦ Principal village de la commune de Bonac. Résidences temporaires et permanentes avec parcelles de subsistance, mais situées hors des zones inondables du Lez. ◦ Retenue de Bonac (gérée par EDF pour l'alimentation de l'usine hydroélectrique des Bordes-sur-Lez) dont les bordures ont été aménagées récemment (avec tous les équipements nécessaires). Aire de jeux pour enfants et aire de caravaning. ≈ *Confluence entre le ruisseau d'Irazein et le Lez.*
BULARIC		◦ Travaux de recherche de faible ampleur menés de 1903 à 1907 (puits et galeries mis en sécurité en 2006). Quelques émergences minières à débit faible. Zone connue pour ses vestiges miniers mais surtout pour ceux situés sous la Mail du Bulard (*concession du Bulard, qui acheminait son minerai à la laverie d'Eylie*). ◦ *Le principal chantier d'exploitation du titre minier d'Orle est la mine de Fourcaye, située sur le versant espagnol.*
ET **GRAUILLES**		◦ Zone traversée par des chemins de randonnée empruntés occasionnellement sur le site de Bularic (accessible par un sentier à flanc de topographie depuis la cabane de l'Arech) et sur le site de Grauillès (accessible par un chemin longeant l'Orle qui mène ensuite au Port d'Orle). Refuge de la Cabane de Grauillès. ◦ Pâture occasionnelle d'ovins du Groupement pastoral Bonac en Vallée d'Orle (estive). ≈ *Confluence entre le ruisseau de Bularic, le ruisseau de Bularède et l'Orle.*
LASCOUX		◦ Laverie gravimétrique ayant fonctionné de 1900 à 1910 pour le traitement des minerais issus de la concession d'Orle. ◦ Les matériaux résiduaires auraient été déversés en sortie de l'usine, en bordure et en rive droite du Lez mais n'ont pas été retrouvés ailleurs qu'au droit des vestiges bâtis de l'usine. ◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez, confortée sur le terrain par l'identification de résidus miniers sous quelques centimètres de sols, en rive droite du Lez.**
		◦ Résidences permanentes et résidences temporaires (deux d'entre elles ayant été construites au droit d'ateliers de la mine et au droit de la laverie). Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur (certaines propriétés étant dotées de jeux pour enfants). Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ◦ Nombreuses prairies (parcelles principalement dédiées à la production de fourrage). ≈ *Confluence entre l'Orle et le Lez.*

Tableau 48 : Schéma conceptuel schématique sur les zones d'Irazein, de Bonac, de Bularic, de Grauillès et de Lascoux (commune de Bonac-Irazein)

Z. Investiguée	Description des vestiges miniers (et des sources potentielles de pollution) et des usages et enjeux	
ESPERRIS ET PONT D'AYER		◦ Site en aval hydraulique et topographique du secteur. ◦ **Reconnaissance sur la photo aérienne de 1942 de matériaux résiduaires déposés sur les berges du Lez, confortée sur le terrain par l'identification de résidus miniers sous quelques centimètres de sols, en rive droite du Lez.**
		◦ <u>À Esperris</u> : Résidences permanentes et résidences temporaires. Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur. Activités de jardinage et autoconsommation des productions. ◦ <u>Au Pont d'Ayer</u> : ◦ Prairies et pâtures (certaines parcelles étant dédiées à la production de fourrage). ≈ *Confluence entre le Lez et le Riberot, point le plus en aval du bassin versant étudié.*

Tableau 49 : Schéma conceptuel schématique sur les zones d'Esperris et de Pont d'Ayer (commune de Bonac-Irazein)

<u>Légende (pour les Tableau 46 à Tableau 49) :</u>

	Zone en haute montagne (Altitude > 1 500 m)		Randonnée ou promenade et pique-nique sur une aire de repos non signalée
			Refuge ou résidence temporaire isolée
	Zone située en moyenne montagne 1 000 m < Altitude < 1 500 m		Bivouac ou camping
			Caravaning
	Zone située dans la vallée Altitude < 1 000 m		Pique-nique sur une aire de repos signalée et équipée
			Pâture d'ovins, de bovins ou d'équins
	Situation hydrographique notable		Captage d'eaux pour la boisson et/ou pour les usages domestiques
			Résidence permanente ou temporaire dans hameau
	Chantier d'exploitation minière		Pelouses accueillant des enfants en bas âge pour des jeux en extérieur
	Installation de traitement du minerai gravimétrique		Activité de jardinage et autoconsommation des productions
	Cuve ou transformateur non démantelé		Village ou centre-bourg
	Bassin de décantation		Aire de jeux équipée et signalée
	Installation minéralurgique et métallurgique principale		Ecole
	Installation de transport ferroviaire principale		Pêche
	Résidus miniers transportés par le Lez en aval des sites de traitement		Cueillette de myrtilles

5.4 Substances retenues pour l'étude

5.4.1 Hypothèses

Les principales minéralisations identifiées sur les gîtes exploités et indices des titres miniers de Sentein, Le Bulard et Orle sont décrites dans le *paragraphe 2.5.4*. Pour déterminer les éléments présents dans les sources potentielles de pollution imputables à l'activité minière, les hypothèses de travail suivantes sont faites :

- les sources potentielles de pollution associées aux travaux d'extraction et d'exploitation contiennent les éléments naturellement présents dans les **faciès minéralisés**, c'est-à-dire la paragénèse minérale d'intérêt *(appelée « minéralisation ») ;*
- les sources potentielles de pollution associées au traitement du minerai contiennent les éléments naturellement présent dans l**es faciès minéralisés traités ainsi que les réactifs chimiques** utilisés dans l'unité de traitement ;
- les sources potentielles de pollution associées au transport du minerai contiennent les mêmes éléments qui caractérisent les unités d'exploitation ou de traitement dont ils proviennent géographiquement ;
- les **éléments présents dans le réseau cristallin des minéraux les plus abondants** sont pris en compte *(argent d'une galène argentifère par exemple)* ;
- les **minéraux « traces » et les minéraux rares**, mentionnés pour certaines minéralisations, ne sont pas pris en compte, du fait des très faibles quantités qu'ils peuvent représenter au sein des minéraux (et donc des sources potentielles de pollution qui les concentrent) ;
- la composition des roches encaissantes de la minéralisation n'est pas prise en considération ; tenant compte du type de travaux d'extraction réalisés. En effet sur les sites étudiés, l'extraction des faciès minéralisés se faisait par travaux miniers souterrains, en sélectionnant les matériaux d'intérêt.

5.4.2 Métaux associés aux faciès minéralisés

À l'exception des minéraux abondants, différencier les phases minérales peu fréquentes de celles qui sont rares est une évaluation qui n'est pas systématique et qui est basée sur des études minéralogiques détaillées (qui peuvent d'ailleurs présenter des conclusions différentes selon les auteurs).

GEODERIS propose dans le *Tableau 50* une liste des principales phases minérales des gîtes exploités, qui prend en compte également la taille des travaux d'exploitation (plus les chantiers exploités sont importants, plus les phases occasionnellement présentes risquent de se concentrer dans les sources de pollutions potentielles associées.)

Gîte exploité	Minéraux abondants	Minéraux en quantités plus faibles	Minéraux occasionnels
Chichoué & Bentaillou	Blende (riche en cadmium) et galène argentifères Hydrozincite, calamine, cérusite	Pyrite et graphite associé Pyrrhotite, ilménite, sphène	Chalcopyrite, goethite, magnétite, arsénopyrite, cuivres gris, rutile
Rouge	Blende, arsénopyrite, pyrrhotite	Galène, pyrite	Chalcopyrite, cuivres gris, magnétite, ilménite, rutile
Urets	Blende et galène	Chalcopyrite, limonite	
Bularic	Blende, magnétite, pyrrhotite	Pyrite, arsénopyrite, goethite	
Grauillès	Blende (avec cadmium), galène argentifère (riche en antimoine et en cadmium), pyrrhotite		
Fourcaye	Blende, arsénopyrite, pyrrhotite		Magnétite, chalcopyrite, galène, pyrite Malachite, azurite, smithsonite
Bulard	Blende, galène, pyrrhotite, magnétite	Chalcopyrite, arsénopyrite, ilménite	
Irazein	Cuivres gris, riches en argent	Pyrite, azurite, chalcocite, malachite et stibiconite	

***Tableau 50 : Phases minérales retenues pour chaque gîte exploité (étudié sur le secteur de Sentein)*[56]**

<u>Ces phases minérales retenues pour l'étude, sont porteuses des éléments potentiellement contaminant sélectionnés pour la mise en œuvre de l'évaluation des risques sanitaires (et plus largement de la démarche IEM).</u>

[56] **arsénopyrite** : arsénio-sulfure de fer ; **azurite** : carbonate cuivre ; **blende** : sulfure de zinc ; **calamine** : mélange d'oxydes de zinc et d'oxydes ferriques ; **cérusite** : carbonate de plomb ; **chalcocite** : sulfure de cuivre ; **chalcopyrite** : sulfure de cuivre et de fer ; **cuivres gris** : arsénio à antimonio-sulfures de cuivre et de fer **;** **galène** : sulfure de plomb ; **goethite** : oxy-hydroxyde de fer ; **graphite** : forme stable du carbone à température et à pressions ordinaire ; **hydrozincite** : hydrocarbonate de zinc ; **ilménite** : oxyde de fer et de titane ; **limonite** : amas d'hydroxydes de fer microcristallin ; **malachite** : carbonate anhydre de cuivre ; **magnétite** : oxyde de fer ferrimagnétique ; **pyrite** : sulfure de fer ; **pyrrhotite** : sulfure de fer ; **rutile** : oxyde de titane ; **smithsonite** : carbonate de zinc ; **sphène** : silicate calcique de titane ; **stibiconite** : oxyde d'antimoine

Il est à noter que **le cadmium a systématiquement été considéré lorsque la blende était abondante**, tenant compte que la littérature signale des enrichissements significatifs en cet élément pour les blendes exploitées du secteur (Directeur du BRGGM, 1958 ; FERT, 1976 ; VERNHET, 1981). Il en est de même pour la galène, le plus souvent argentifère sur le secteur de Sentein : **l'argent a systématiquement été pris en compte lorsque la galène était abondante** (LOUGNON, 1954 ; Directeur du BRGGM, 1958 ; DE GRAMONT X., 1963 ; FERT, 1976 ; VERNHET, 1981).

Le gisement de Bentaillou est surmonté par les faciès géologique du Silurien. Le Silurien se manifeste, dans la vallée du Lez, par des schistes noirs graphiteux et pyriteux qui peuvent contenir des anomalies en chrome, uranium, vanadium et tungstène (VERNHET, 1981) (*cf. paragraphe 2.5.1*). L'enrichissement en vanadium de ces roches peut s'élever à 3 000 ppm. Des essais d'extraction du vanadium ont donc été réalisés par le BRGM en 1969 (CARLY, 1969).[57]

Cependant, la mise en œuvre d'une telle récupération n'a pas été considérée comme économiquement rentable (CARLY, 1969). De plus, aucun minéral vanadifère n'a été décrit dans la minéralisation des gîtes exploités (exception faites de quelques minéraux rares) ; **le vanadium n'a donc pas été retenu pour cette étude**.

[57] Les techniques de flottation, d'attaque sulfurique sur schistes grillés et d'attaque sulfurique sur matériaux bruts, ont mis en évidence que le meilleur rendement était obtenu avec la dernière technique.

5.4.3 Métaux et métalloïdes retenus pour l'étude

Le *Tableau 51* présente les métaux et métalloïdes potentiellement contaminants retenus pour chaque site investigué.

Site investigué	Eléments potentiellement contaminant retenus*							
	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn
COMMUNE DE SENTEIN (de l'amont vers l'aval du bassin versant)								
Bentaillou**								
Chichoué**								
Tartereau								
*Urets***	-		-				-	
La Plagne	-		-				-	
Rouge**		-						
Eylie								
Moulin								
Hameau de la Parade								
Hameau du Pont de l'Isard								
Sentein								
COMMUNE DE BONAC-IRAZEIN (de l'amont vers l'aval du bassin versant)								
Irazein**				-		-	-	-
Bonac								
*Le Bulard***	-							
*Fourcaye***	-	-					-	
Bularic**	-	-			-	-	-	
Grauillès**			-		-		-	
Lascoux							-	
COMMUNE D'UCHENTEIN								
Esperris								
COMMUNE DES BORDES-SUR-LEZ								
Pont d'Ayer								

Légende :

Les sites marqués de gris n'ont pas été investigués, leur caractérisation est basée sur la littérature consultée.

	Elément potentiellement abondant en termes de concentrations
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément potentiellement présent associé aux résidus miniers (organisation des installations de traitement : Tartereau pour le minerai de Chichoué ; Eylie pour le minerai de Chichoué, Bentaillou, Rouge et Le Bulard ; La Plagne pour le minerai d'Urets ; Lascoux pour le minerai de Bularic, de Grauillès, de Fourcaye et probablement d'Irazein)
	Elément potentiellement présent (à des concentrations variables) associé indirectement à l'activité minière
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

** Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb : Ti : Titane ; Zn : Zinc*

*** Site associé à l'extraction et au transport du minerai sur des gîtes exploités*

Tableau 51 : Métaux et métalloïdes retenus pour l'étude sur chaque zone investiguée

5.4.4 Cas particuliers du titane et de l'argent

Comme indiqué dans le paragraphe précédent, le titane et l'argent sont associés à la minéralisation des faciès exploités sur la plupart des sites exploités du secteur. **Ces substances ont été prises en compte** dans l'évaluation des risques sanitaires **mais n'excèdent jamais des concentrations associées à des risques sanitaires potentiels,** tel qu'en attestent les simulations menées par l'INERIS[58] (HULOT, 2015).

5.4.5 Autres substances

5.4.5.1 Eléments chimiques associés au traitement du minerai

Selon les données informatives recueillies sur le fonctionnement de la laverie du Bocard d'Eylie et en particulier sur l'unité de traitement par flottation, l'un des réactifs chimiques utilisés était du cyanure de potassium. Des contrôles de la concentration en cyanures totaux ont donc été réalisés en 2013 sur les prélèvements de matériaux résiduaires à Eylie et en priorité sur les dépôts de résidus miniers *« Aval laverie Nord »* et *« Aval laverie Sud »*. La concentration maximum mesurée est de 2,7 mg/kg pour le prélèvement de sol SE-13-EILS-SOL-01-0-3, réalisé au droit de ce dernier dépôt. **Ces concentrations faibles ne justifiaient pas d'évaluation du risque sanitaire associé aux cyanures totaux[59].**

5.4.5.2 Eléments chimiques associés à l'adduction en énergie sur les sites associés à l'exploitation et au transport du minerai

À la demande de Monsieur le Sous-Préfet en novembre 2014, GEODERIS a réalisé un état des lieux de cuves et transformateurs non démantelés ainsi que de vestiges miniers dégradés sur les sites miniers de Bentaillou, Rouge et La Plagne. L'étude est disponible dans le rapport S2014/015DE-14MPY2410 (GEODERIS, 2014), joint en ***Annexe F (hors-texte)*** du présent rapport.

Cette étude détaille la situation de ces vestiges et décrit notamment :

- la composition en substances hydrocarbonées des prélèvements d'huiles, effectués au sein de transformateurs ou des cuves non traités (et dont les fluides étaient accessibles) ;
- la composition en substances hydrocarbonées des prélèvements de sols et d'eaux réalisés dans l'environnement des vestiges en question.

[58] *« En tenant compte de la concentration la plus élevée [mesurée dans un sol], de 135 mg/kg pour l'un des prélèvements du site de Tartereau (SE-13-TART-SOL-03) et […] pour le cas de la voie ingestion de sol par un jeune enfant âgé de 6 mois à 6 ans, et une durée d'exposition annuelle de 234 jours, le QD est de 0,1. Cette valeur très faible, ne [modifie] pas les conclusions des scénarios […] pour les autres substances étudiées ».*

« En tenant compte de la concentration la plus élevée [mesurée dans un sol], de 1 120 mg/kg pour l'un des prélèvements du site de Bonac (SE-13-BABO-SOL-52-0-3) et […] pour le cas de la voie ingestion de sol par un jeune enfant âgé de 6 mois à 6 ans, et une durée d'exposition annuelle de 234 jours, le QD est de 0,002. Cette valeur très faible, ne [modifie] pas les conclusions des scénarios […] pour les autres substances étudiées » (HULOT, 2015).

[59] Les dépôts étudiés sont stockés en extérieur, à l'air libre, et soumis à un ruissellement météorique régulier. Les conditions physico-chimiques ne sont pas favorables à un dégagement de cyanure d'hydrogène. C'est pourquoi cette substance n'a pas été retenue dans l'évaluation des risques sanitaires de la présente étude.

6 DIAGNOSTIC

6.1 Préambule sur la présentation des données

Pour rappel, l'*Annexe C* constitue le volet complémentaire au présent rapport, relatif aux investigations de terrain.

Les résultats des campagnes de mesures NITON ® sont décrites dans les rapports BRGM associés, respectivement en *Annexes C1* (AUGER, 2014)[60] *et C2* (AUGER, 2014)[61]. Les **cartes thématiques des résultats bruts des mesures NITON ®**, *en Annexe C5-1 à C5-16 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée les teneurs en plomb et en zinc mesurées.

Les conditions dans lesquelles ont été effectués les **588 prélèvements** et les **433 mesures NITON ®** (date, zone, type de matériaux échantillonné, etc.) font l'objet d'une description dans un fascicule dédié, en *Annexe C3 (hors-texte)*.

Les **cartes du schéma d'échantillonnage réalisé – milieux sols et végétaux**, en *Annexes C4-1 à C4-16 (hors-texte)*, illustrent par zone investiguée la situation des prélèvements de sols, de matériaux résiduaires et de végétaux ainsi que celle des mesures NITON ® réalisées (sur site) sur les sols.

Pour rappel, les **cartes du schéma d'échantillonnage réalisé – milieux eaux et sédiments**, en *Annexes C6-1 à C6-4 (hors-texte)*, illustrent par unité hydrographique (dans le bassin versant du Lez) la situation des prélèvements d'eaux souterraines, d'eaux de surface et de sédiments ainsi que celle des mesures NITON ® réalisées (sur site) sur les sédiments et les mesures de débits.

Les résultats analytiques n'ont pas été intégrés dans ce rapport pour des raisons de lisibilité, au regard du nombre total d'analyses réalisées : une trentaine de paramètres analysés pour les 588 prélèvements, **soit plus de 17 000 résultats**. Ces données sont fournies dans le *DVD 2 joint, dossiers « Investigations de terrain \ C3 - Description prélèvements et mesures ».* Pour autant, les résultats analytiques utilisés pour les interprétations en termes de risques environnementaux, en termes de risques sanitaires ou sur les zones de pastoralisme étudiées, seront systématiquement reprécisés dans le corps du texte (et les références des échantillons associées seront précisées).

Dans le dossier « Résultats Analytiques par Site », et pour chaque zone investiguée, des tableaux Excel © de résultats analytiques ont été construits, en contextualisant les prélèvements. Chaque fichier dispose d'un onglet dédié par milieu investiguée (*eaux de surface « ESU », eaux souterraines « ESO », sols « SOL », végétaux « VEG », sédiments « SED » et huiles « OIL »*). [62]

Dans le dossier « Bordereaux Eurofins », sont fournis les 53 bordereaux analytiques du Laboratoire, dont sont issus les tableaux susmentionnés.

---

[60] *« Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur le secteur minier de Sentein situé dans le département de l'Ariège (19 au 30 août 2013)* ». Rapport d'essais BRGM 022-2014-PA-LAB-EXP.

[61] « *Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur le secteur minier de Sentein situé dans le département de l'Ariège (10 au 21 juin 2014)* ». Rapport d'essais BRGM 102-2014-PA-LAB-EXP.

[62] En mauve, sont mis en évidence les échantillon(s) et substances sélectionnés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires sur les scénarios d'exposition retenus (*si un échantillon a été retenu pour l'étude d'un scénario, le numéro de ce dernier est indiqué en face de la référence de l'échantillon*).

6.2 Campagnes de terrain

6.2.1 Préparation des interventions

Les titres miniers de Sentein, du Bulard, d'Orle et d'Irazein avaient fait l'objet de visites de terrain dans le cadre de l'inventaire DDIE en août 2010 puis en juillet 2011 (*cf. paragraphe 1.1.1*). Ces reconnaissances avaient été réalisées à pied ; les conditions d'accès aux sites étaient donc connues.

Plusieurs zones d'accès difficile ou présentant des obstacles (pente, installations) ou des instabilités (haldes), ont été identifiées sur le secteur d'étude. Les opérateurs, lorsqu'ils se sont rendus sur les zones concernés, ont été **accompagnés de professionnels de la société ACROSYS, spécialiste des chantiers en conditions difficiles**.

Une **mission de reconnaissance** avec les représentants de GEODERIS et d'ACROSYS s'est tenue les 29 et 30 juillet 2013 sur les sites de Bularic, de Tartereau, de Chichoué, de Bentaillou et de Rouge, un mois avant la première campagne de terrain de l'étude.

Lors de la seconde campagne de terrain, en juin 2014, des éleveurs ont indiqué à GEODERIS que le taux d'enneigement à Chichoué était particulièrement important. Une mission de reconnaissance par hélicoptère avec un représentant de GEODERIS et un représentant d'ACROSYS a donc été menée le 13 juin 2014, 4 jours avant la montée des intervenants sur la zone montagneuse. L'objectif était de vérifier si les prélèvements d'eaux, de sols et de végétaux pouvaient être réalisés et si le risque d'avalanche était nul à très faible. Au regard des éléments alors recueillis *(Figure 96)*, la mission a été maintenue.



Figure 96 : Etang de Chichoué (à gauche) et entrée de la grotte de la Cigalère (à droite) le 13 juin 2014 (durant la mission de reconnaissance)

Comme demandé par M. le Sous-Préfet lors de la réunion de lancement de l'étude du 8 avril 2013, les **programmes d'intervention prévisionnels** (détaillés par jour) ont été remis à la DREAL Midi-Pyrénées, à EDF, à l'ONF et à la Gendarmerie de Castillon, pour une bonne coordination des services.

EDF peut être amené à intervenir sur les installations hydroélectriques en modifiant leur fonctionnement normal, parfois en urgence. Ces interventions peuvent provoquer des changements importants sur l'hydrodynamique des cours d'eau situés en aval des usines et barrages et présenter un danger pour un opérateur qui se trouverait alors au sein du cours d'eau.

De plus, l'accès à la piste menant d'Eylie à Bentaillou (commune de Sentein) ou celle menant de Luentein à la cabane de l'Arech (commune de Bonac-Irazein) sont soumises à autorisation par l'ONF.

Pour les deux campagnes de terrain, un **plan de prévention des risques** a été rédigé par GEODERIS puis distribué aux opérateurs concernés.

Les conventions signées entre EDF et GEODERIS, les autorisations fournies par l'ONF et les plans de préventions sécurité rédigés par GEODERIS sont détaillés en *Annexe A (hors-texte)*.

6.2.2 Communication

La Sous-Préfecture de Saint-Girons a informé par courrier les mairies concernées (Sentein et Bonac-Irazein en 2013 ; puis Sentein, Bonac-Irazein, Uchentein et Les Bordes-sur-Lez en 2014) de la tenue des deux campagnes de terrain et du programme prévisionnel des interventions de terrain (*deux de ces courriers sont fournis en Annexe A, hors-texte*). Ces courriers ont été affichés en mairie pour l'information des administrés.

En 2013, la mairie de Sentein a, de plus, affiché des plaquettes dans le village et au niveau des principales intersections routières *(Figure 97)*.

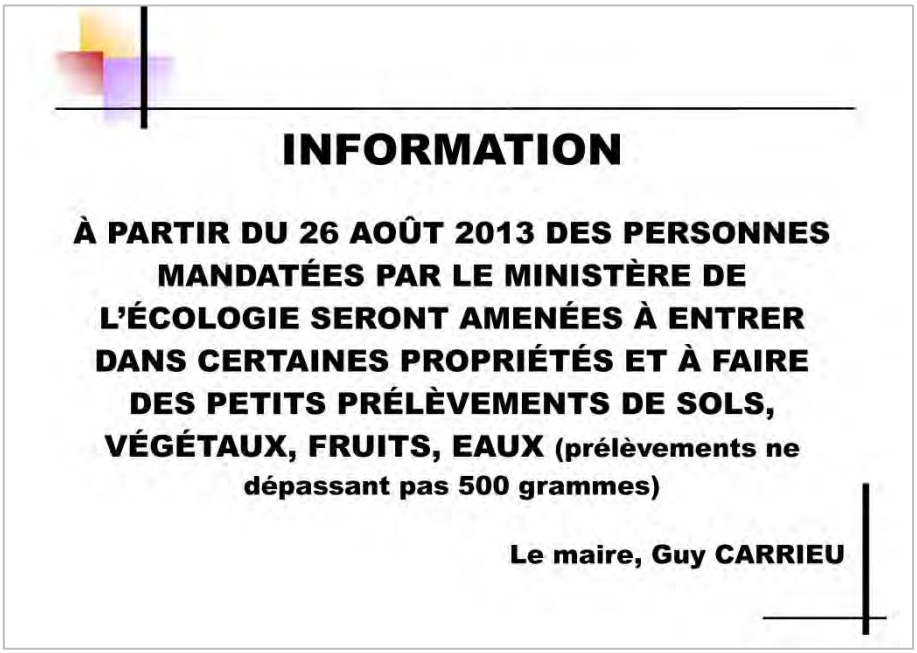


Figure 97 : Plaquette d'information de la mairie de Sentein sur l'intervention de terrain de GEODERIS et ses partenaires, en août 2013

De plus, suite à une décision de la réunion technique intermédiaire du 12 mai 2014 et à l'initiative de la DREAL Midi-Pyrénées, des plaquettes d'informations décrivant l'étude et les caractéristiques des interventions de terrain ont été réalisées par la DREAL Midi-Pyrénées et GEODERIS *(Figure 98)*. 450 exemplaires de ces documents ont été envoyés aux mairies concernées puis distribuées dans les boîtes à lettres des administrés. Lors des investigations de terrain qui ont suivi, les riverains avaient le plus souvent pris connaissance du document et ont témoigné à GEODERIS qu'ils avaient apprécié le caractère constructif et transparent de la démarche.

Conception : DREAL Midi-Pyrénées/SIRTE/DSS — Réalisation : DREAL MP/SAV/SCom. — juin 2014 — Imprimé sur papier issu de forêts gérées durablement

Secteur minier de Sentein (09)

Étude environnementale et sanitaire détaillée

Campagne de mesures et de prélèvements



PRÉFET DE L'ARIÈGE

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Midi-Pyrénées

www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr

Contexte et objectifs

Historique

Le secteur minier de Sentein a fait l'objet d'une exploitation minière, principalement pour le zinc et le plomb, dès 1850, autour d'une dizaine de sites d'exploitation et de traitement du minerai. C'est l'arrêt des travaux miniers de Rouge, dans les années 70, qui marque la fin de cette activité.



Étude environnementale et sanitaire détaillée en contexte d'après-mine

Un inventaire des dépôts miniers a été mené au niveau national entre 2009 et 2012. Une hiérarchisation des sites miniers a ensuite été proposée et a mis en évidence la nécessité d'investigations complémentaires sur le secteur de Sentein. Une étude environnementale et sanitaire détaillée a donc été lancée par la DREAL Midi-Pyrénées en 2013.

Calendrier

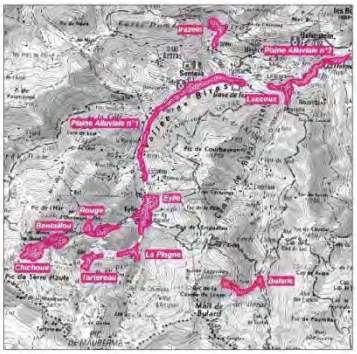
En 2014

Une première campagne de prélèvements et de mesures a été réalisée du 20 août au 4 septembre 2013.

En 2014, une seconde campagne est programmée sur les communes de Sentein, Bonac-Irazein, Uchentein et Les-Bordes-sur-Lez du 11 au 25 juin (sauf si les conditions climatiques nécessitent un report en juillet).

Les maires ont été informés par la sous-préfecture de Saint-Girons.

Localisation des zones d'investigations envisagées en 2014



Nature des investigations

Ces investigations vont consister en des prélèvements (eaux, sols, végétaux) et des mesures sur site (sols et sédiments).

Ces prélèvements vont ensuite faire l'objet d'analyses en laboratoire. L'objectif est d'évaluer si l'état des milieux (eaux, sols et végétaux) est compatible avec les usages qui en sont faits (activités de loisirs, consommation de légumes et fruits autoproduits, etc.).

Une enquête de terrain est également réalisée par les intervenants auprès des personnes concernées.

Prélèvements de sols



À l'aide d'une bêche ou d'une petite pelle inox, de la terre est prélevée au droit des zones de loisirs, des jardins potagers, etc. (le plus souvent en plusieurs endroits sur une même parcelle).

Prélèvements d'eaux



Des échantillons d'eau sont prélevés avec des flacons (pour un volume total maximum de 2 l) au niveau des émergences minières, des sources naturelles mais aussi dans les cours d'eau (en particulier le Lez).

Prélèvements de végétaux

Des fruits et légumes potagers peuvent être prélevés, uniquement si les espèces concernées sont abondamment présentes dans les jardins potagers. Localement, des plantes herbacées de pâturage peuvent être prélevées, par découpage des brins au-dessus des racines.

Mesures sur site

Les mesures sont réalisées avec un appareil de fluorescence X portable de type NITON®.

Questions-réponses

Pourquoi intervenir des dizaines d'années après la fermeture du site minier ?

L'étude suit l'application d'une directive européenne de 2006. Dans le domaine de l'après-mine, la démarche d'évaluation des impacts liés aux anciennes activités minières sur l'environnement et la santé humaine est une thématique récente.

Quels sont les impacts environnementaux et sanitaires potentiels des anciennes mines ?

Le plus souvent, il s'agit d'effets sur le long terme. Les sources de pollution principales sont les dépôts miniers (liés à l'extraction et au traitement du minerai) et les eaux d'origine minière qui peuvent libérer les métaux qui y sont contenus.

En quoi consistent les enquêtes de terrain ?

Elles permettent de déterminer si les personnes concernées sont susceptibles d'être mises en contact directement ou indirectement avec ces métaux. Les questions posées portent principalement sur l'occupation des zones étudiées, la présence d'enfants, la consommation de légumes ou de fruits autoproduits, etc.

Les prélèvements peuvent-ils endommager mon terrain ?

Les prélèvements de sols sont réalisés avec une bêche ou une pelle inox, sur une profondeur maximale de 30 cm et autant de large, dont est retirée une petite partie seulement. La terre restante est remise dans le trou. Les gazons ornementaux, au préalable proprement décapés, sont réinstallés. La trace visuelle après prélèvement est faible.

Comment seront diffusés les résultats de l'étude ?

Les résultats acquis lors de l'étude seront remis à la DREAL Midi-Pyrénées. Une fois l'étude finie, sa diffusion sera à la charge des services de la Préfecture de l'Ariège et de la Sous-Préfecture de Saint-Girons.

Les différents acteurs

L'État

L'État finance les études et investigations complémentaires prévues pour évaluer l'impact environnemental et sanitaire des anciens sites miniers au niveau national, et notamment en Midi-Pyrénées sur le secteur minier de Sentein.

GEODERIS

GEODERIS est l'expert de l'État dans le domaine minier à qui a été confiée la mise en œuvre de l'étude environnementale et sanitaire dans son intégralité. Un représentant de cet organisme sera présent pendant toute la campagne de terrain.

Certains aspects spécifiques sont confiés, sous la supervision de GEODERIS, à :

BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)
Il s'agit d'un établissement public (service géologique national), spécialisé dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.

INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques)
Il s'agit d'un établissement public, spécialisé dans la prévention des risques des activités économiques sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement.

Contacts

DREAL Midi-Pyrénées

Service Risques Technologiques et Environnement Industriel,
1, rue de la cité administrative – CS 80002,
31074 Toulouse Cedex 9
srtei.dreal-midi-pyrenees@developpement-durable.gouv.fr
Tel : 05 62 30 27 14

GEODERIS

Antenne Sud – *PIST OASIS 3 – Bâtiment A, Rue de la Bergerie – 30319 ALES Cedex*
Christian Vachette, Directeur Antenne Sud, 04 66 61 09 81
Aurore STEPHANT-CHAMPIGNY, 04 66 61 09 89
www.geoderis.fr

Figure 98 : Plaquette d'information de la DREAL Midi-Pyrénées sur la campagne de terrain de 2014

6.2.3 Organisation des campagnes

La première campagne de terrain s'est tenue du **19 août au 5 septembre 2013**, au moment de la période d'étiage (ou « basses-eaux ») du cycle hydrologique.[63]

La seconde campagne de terrain s'est tenue du **10 au 26 juin 2014,** au moment de la période de crue (ou « hautes-eaux ») du cycle hydrologique.

Au total, les investigations de terrain auront donné lieu à la réalisation de **588 prélèvements et 456 mesures sur site**, tel que présenté dans le *Tableau 52*.

TYPE	MILIEU	08/2013	06/2014	TOTAL
PRELEVEMENTS POUR ANALYSE	Eaux souterraines	32	20	**52**
	Eaux de surface	59	52	**111**
	Sols[64]	141	89	**230**
	Matériaux résiduaires (dépôts miniers)	51	15	**66**
	Sédiments	10	6	**16**
	Végétaux – Fruits et légumes	50	18	**68**
	Végétaux – Plantes herbacées de pâturage	30	9	**39**
MESURES SUR SITE	NITON®[65] -- Sols	198	214	**412**
	NITON® - Sédiments	16	5	**21**
	Débit	-	23	**23**

Tableau 52 : Prélèvements et mesures sur site réalisés lors des investigations de terrain en 2013 et 2014

[63] Pour cause de conditions météorologiques exceptionnelles, le début de la première campagne de terrain a dû être reporté de mi-juin à mi-août. Des bilans prévisionnels météorologiques hebdomadaires (évolution des températures, de la limite pluie-neige, du risque d'avalanches, etc.) ont été réalisés avec Météo France pour déterminer la période la plus propice à l'intervention de terrain.

[64] Dans le cas des sols, un prélèvement correspond la plupart du temps à un composite de plusieurs prises à savoir le mélange de 2 à 6 sous-échantillons.

[65] Spectromètre de fluorescence X portable, communément appelé « NITON ® », du nom du modèle le plus répandu.

6.3 Méthodes

6.3.1 Protocoles de prélèvement

Les *Tableau 53 à Tableau 55* présentent les protocoles de prélèvement pour les milieux sols, eaux, végétaux et sédiments, illustrés de quelques exemples dans les *Figure 99 à Figure 102*.

CATEGORIE	HORIZON / ZONE	REALISATION DU PRELEVEMENT	CONSERVATION
SOLS			
Sols associés à des activités de loisirs *(extension de la référence de l'échantillon en « -0-3 »)*	0-3 (voire 0-5 ou 0-10 cm) au niveau des sols non remaniés, concernés par la voie d'exposition directe ingestion de sol. Cette profondeur de prélèvement concerne les **activités de loisirs** (aires de jeux, pelouse, aire de repos ou de pique-nique, etc.).	**Spatule et/ou bêche** Selon l'homogénéité des sols au droit des points de prélèvement : - soit en une prise unitaire, - soit à partir de prélèvements composites (**afin de minimiser l'incertitude sur la représentativité de l'échantillonnage des sols de surface**) réalisés à partir de 2 à 6 prises unitaires (dont la disposition géographique dépend de la surface et de la forme de la parcelle à échantillonner), de volumes semblables homogénéisés. *→ Certains de ces prélèvements ont pu faire l'objet de deux échantillons, l'un des deux étant fourni à l'INERIS pour la réalisation de mesures de bioaccessibilité.*	Flacons de 375 mL en verre fournis par le laboratoire et placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.
Sols de jardin potager *(extension de la référence de l'échantillon en « -0-30 »)*	0-30 cm au niveau des sols remaniés (potentiellement concernés par les mêmes voies d'exposition que celles citées ci-dessus), mais également par celle liée à l'ingestion de végétaux.	**Bêche et/ ou tarière manuelle** Prélèvements réalisés au regard de la superficie du jardin potager, à partir de prélèvements composites réalisés à partir de 2 à 4 prises unitaires réparties de façon homogène sur l'ensemble de la surface et **concernées par les végétaux prélevés en parallèle des échantillons de sols**.	
Sol de pâturage *(extension de la référence de l'échantillon en « -0-10 »)*	0-10 cm au niveau des sols remaniés dans les premiers cm par le passage des animaux.	**Spatule et/ou bêche et/ou tarière manuelle** Selon l'homogénéité des sols au droit des points de prélèvement : - soit en une prise unitaire, - soit à partir de prélèvements composites (**afin de minimiser l'incertitude sur la représentativité de l'échantillonnage des sols de surface**) réalisés à partir de 2 à 4 prises unitaires (dont la disposition géographique dépend de la surface et de la forme de la parcelle à échantillonner), de volumes semblables homogénéisés.	
Matériaux résiduaires *(pas d'extension de la référence de l'échantillon)*	0-5 cm, 0-10 cm, 0-20 cm voire plus profond au niveau des matériaux non organisés et non remaniés (laissés en l'état par l'exploitant le plus souvent)		

Tableau 53 : Protocoles observés pour l'échantillonnage des sols



Echantillonnage sur l'horizon de sols 0-3 cm réalisé en 4 prises unitaires situées au sommet d'un carré de 5 m de côté. Prises prélevées à l'aide d'une bêche manuelle. Au droit d'une plateforme enherbée en rive gauche du Lez, à Bonac.



Vue des 4 prises unitaires associés, homogénéisées dans un sol avec une spatule métallique avant remplissage des flacons en verre destinés au laboratoire



Echantillonnage sur l'horizon de sols 0-30 cm réalisé en 3 prises unitaires alignés et distantes de quelques mètres. Prises prélevées à l'aide d'une bêche manuelle, au pied des plans de courgettes et de pommes de terre, plantes potagères par ailleurs également échantillonnées. Homogénéisation des prises sur bâche dédiée.
Au droit d'un jardin potager au centre du hameau de Lascoux.



Echantillonnage sur l'horizon de sols 0-30 cm réalisé en 4 prises unitaires situées au sommet d'un rectangle de 5 m de large sur 10 m de long. Prises prélevées à l'aide d'une tarière manuelle (trous agrandis avec une spatule). Au droit d'un jardin potager au centre village de Sentein.



Vue de 2 des 4 prises unitaires associées, homogénéisées dans un sol avec une spatule métallique avant remplissage des flacons en verre destinés au laboratoire

Figure 99 : Exemples d'échantillonnages réalisés sur des sols associés à des activités de loisirs et sur des sols de jardin potager

CATEGORIE	HORIZON / ZONE	REALISATION DU PRELEVEMENT	CONSERVATION
EAUX			
Eaux de boisson et/ou utilisées pour les usages domestiques et/ou utilisées pour l'arrosage	En sortie des dispositifs d'adduction en eau (robinet, tuyaux, etc.)	3 protocoles peuvent être observés : - en remplissant directement le flaconnage fourni par le laboratoire[66] ; ou - via un contenant intermédiaire (type bécher) nettoyé au préalable à l'eau distillée et séché ; ou - via une seringue à utilisation unique. → Certains points ont fait l'objet d'une filtration manuelle sur site à 0,45 µm. *(ajout de la lettre « F » devant le numéro dans la référence de l'échantillon)* → *Dans le cas de l'échantillonnage d'un cours d'eau, Les sections choisies sont éloignées autant que possible des zones « mortes », et en privilégiant celles où le cours d'eau présente un écoulement régulier.* → *Le pH, la conductivité, la température et le Eh ont été mesurés sur site.*	Flacons en verre et en polyéthylène (type et quantités, selon substances à analyser), fournis par le laboratoire et placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.
Cours d'eau	Au sein du flux majeur		
Résurgences naturelles ou minières	En sortie de l'émergence		
Sédiments	Dans des zones « mortes » du cours d'eau (méandre inactif par exemple)	2 protocoles ont pu être observés : - Identification de zones « mortes » du cours d'eau et ramassage sélectif de matériaux fins avec une spatule en acier inoxydable (*la granulométrie moyenne recherchée étant inférieure à 200 µm, un test manuel était réalisé, en frottant les grains entre deux doigts et en ne conservant que les matériaux limoneux ; c'est-à-dire sans grains perceptibles*) ; - Grattage avec une fine spatule en acier inoxydable de galets ou de blocs recouverts d'une fine épaisseur de sédiments.	Flacons en verre brun d'1l fournis par le laboratoire et placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.
HUILES			
Transformateurs	Transformateurs non démantelés et dégradés, identifiés dans des vestiges bâtis sur le site de Bentaillou	**→ Des mesures de précaution spécifiques ont été prises pour l'échantillonnage : port de gants, lunettes, et masque).** Les transformateurs ont été ouverts dans leur partie supérieure (après ajout de dégrippant). À l'aide un tuyau de petit diamètre flexible et d'une seringue, les fluides contenus ont été prélevés puis directement versés dans des flacons fournis par le laboratoire. → Les dispositifs ont ensuite été soigneusement refermés à l'aide de clés pour empêcher toute ouverture manuelle ultérieure (*à l'exception du transformateur T3 déjà ouvert*).	Flacons en verre brun de 1L fournis par le laboratoire et placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.
Cuves	Cuves contenant des hydrocarbures identifiés dans des vestiges bâtis sur les sites de Bentaillou et de la Plagne	**→ Des mesures de précaution spécifiques ont été prises pour l'échantillonnage : port de gants, lunettes et masque).** → À noter que les cuves échantillonnées étaient déjà ouvertes lors de l'arrivée sur les lieux. À l'aide un tuyau de petit diamètre flexible et d'une seringue, les fluides contenus ont été prélevés puis directement versés dans des flacons fournis par le laboratoire.	

Tableau 54 : Protocoles observés pour l'échantillonnage des eaux et des huiles

[66] Certains flacons fournis par le laboratoire étant pré-acidifiés.



Echantillonnage d'eaux souterraines d'un captage d'eaux potables à l'aide d'un bécher préalablement nettoyé servant de contenant intermédiaire pour le remplissage des flacons fournis par le laboratoire. Captage du Bois de Rouge, commune de Sentein.



Echantillonnage d'un cours d'eau par remplissage direct des flacons fournis par le laboratoire ; en se plaçant dans une section en écoulement régulier et mesures des paramètres physico-chimiques sur site (pH, conductivité, Température, Eh). Ruisseau de l'Orle en amont du site de Grauillès.



Echantillonnage de sédiments à l'aide d'une spatule en acier inoxydable dans une « zone morte » du Lez (méandre inactif). Confluence entre le Lez et le Riberot au Pont d'Ayer.

Figure 100 : Exemples d'échantillonnages réalisés sur des eaux de surface ou des eaux souterraines



Echantillonnage des huiles contenues dans le transformateur T3 (déjà ouvert lors de l'arrivée sur les lieux) avec tuyaux flexible et seringue). Au droit du poste de transformation de Bentaillou.



Echantillonnage des huiles contenues dans le transformateur T2 avec tuyaux flexible et seringue. Remplissage immédiat des flacons en verre brun. Au droit du poste de transformation de Bentaillou.



Echantillonnage des huiles contenues dans la cuve C1 (moteur d'entraînement du compresseur) avec tuyaux flexible et seringue. Au droit du poste du compresseur de Bentaillou.

Figure 101 : Exemples d'échantillonnages réalisés sur des huiles de transformateurs et de cuves

CATEGORIE	HORIZON / ZONE	REALISATION DU PRELEVEMENT	CONSERVATION
VEGETAUX			
Plantes potagères *(extension de la référence de l'échantillon avec l'abréviation en 2 à 3 lettres de l'espèce prélevée)*[67]	Jardins privés dont les propriétaires ont autorisé l'accès. Zones déterminées à partir de la diversité et de la quantité de végétaux potagers disponibles.	**Ramassage des espèces conforme aux pratiques culturales traditionnelles.** Différents critères sont pris en compte : - Diversité des légumes (légumes feuilles, légumes-tubercule, légumes racines, légumes fruits[68]) ; - Quantité de matrice suffisante pour, d'une part, constituer un échantillon représentatif et, d'autre part, disposer d'un volume d'échantillon suffisant pour réaliser les analyses ; - Maturité des espèces ; - Quantité de plans suffisante pour le propriétaire (en évitant de le priver de certaines de ses productions). → *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.* → *Des règles de préparation ont cependant été fournies au laboratoire pour la préparation des matrices végétales avant analyse (en termes de lavage et d'épluchage, tel que traditionnellement pratiqué).* → *Certaines espèces, notamment la blette et l'oignon, peuvent faire l'objet d'une préparation sur le terrain : en isolant les bulbes/tiges des feuilles.* → *Certains de ces prélèvements ont pu faire l'objet de deux échantillons, l'un des deux étant fourni à l'INERIS pour la réalisation de mesures de bioaccessibilité.*	Sachets plastiques type « sac de congélation » placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.
Plantes herbacées de pâturage *(extension de la référence de l'échantillon avec la lettre « H »)*	Prairies de fauche ou zones de pastoralisme, dans prairies enherbées (développement herbacé rase ou haut)	**À l'aide d'un cutter préalablement nettoyé.** Au droit et selon les mêmes modalités que l'échantillon de sol associé : - soit en une prise unitaire, - soit à partir de prélèvements composites en 2 à 4 prises, de volumes semblables homogénéisés dans un sac en polyéthylène de grand volume (5 à 10L). Découpe de la plante en base. → *Les échantillons prélevés n'ont pas été nettoyés, à l'exception des particules de terre les plus grossières adhérentes.* → *La règle de préparation suivante a été fournie au laboratoire pour la préparation des matrices végétales avant analyse : « Les plantes herbacées ne doivent pas être lavées, seuls les éventuels fragments flétris ou jaunis doivent être retirés ».*	
Myrtilles *(extension de la référence de l'échantillon en « -MYRT»)*	Aire de cueillette de myrtille	**À l'aide de gants.** Ramassage manuel aléatoire des fruits sur une dizaine de plans de myrtilliers (*au droit desquels les prélèvements de sols associés ont été réalisés*).	Flacons de 375 mL en verre fournis par le laboratoire (pour éviter d'abîmer les fruits) et placés à l'abri de la lumière dans une glacière munie de pain de glace.

Tableau 55 : Protocoles observés pour l'échantillonnage des végétaux

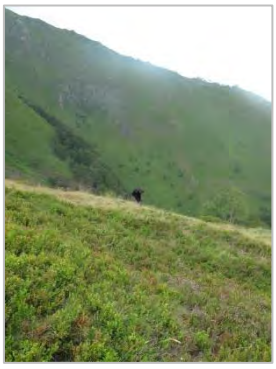
[67] Exemple : SE-13-SENT-VEG-16-TOP pour topinambour, SE-13-SENT-VEG-16-ROQ pour roquette, SE-13-SENT-VEG-16-HAR pour haricot, etc.

[68] Conformément au guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux ; cf. Rapport INERIS (HULOT, 2015)




Echantillonnage de plantes potagères par prise sur plusieurs plans puis mise en sac. Séparation des feuilles et tiges des blettes, ainsi que des feuilles et des bulbes d'oignons. Jardin potager au hameau de Moulin.





Echantillonnage de plantes herbacées de pâturage par découpe des brins d'herbe au droit des prises unitaires de l'échantillon associé. Prairie en aval de la station de téléphérique de Rouge.





Echantillonnage de fruits sur une aire de myrtilliers par ramassage manuel. Site minier de Rouge.

Figure 102 : Exemples d'échantillonnages réalisés sur des végétaux

6.3.2 Protocoles de mesure

Les protocoles des mesures de débit et des mesures NITON ® réalisées sur site sont détaillés dans les rapports du BRGM disponibles sur le *DVD 2 joint* (AUGER, 2014 ; AUGER, 2014 ; GENEVIER, 2015).

6.3.3 Paramètres physico-chimiques et biologiques mesurés

Les paramètres physico-chimiques présentés dans le *Tableau 56* ont pu être analysés dans les matrices sols, eaux, végétaux et sédiments. Pour chaque échantillon, la série analytique a pu être adaptée, compte tenu des caractéristiques du site et des voies de transfert identifiées.

Les unités, incertitudes et limites de quantification sont directement fournies dans les tableaux de résultats analytiques *(cf. DVD 2 joint, dossiers « Investigations de terrain \ C3 - Description prélèvements et mesures »)*.

Il est à noter que la série analytique est élargie par rapport aux seules substances associées aux activités minières *(présentées en paragraphe 5.4)*. Cette démarche est sciemment menée, afin d'obtenir des informations complémentaires sur la physico-chimique globale des prélèvements.

SUBSTANCE / PARAMETRE ANALYSE(E)		MATRICE				SUBSTANCE / PARAMETRE ANALYSE(E)		MATRICE			
Al	Aluminium					N	Naphtalène				
Sb	Antimoine					Acyl	Acénaphtylène				
Ag	Argent					Ace	Acenaphtène				
As	Arsenic					Fle	Fluorène				
Cd	Cadmium					Phen	Phénanthrène				
Ca	Calcium					Anthr	Anthracène				
Cr	Chrome					F	Fluoranthène				
Cu	Cuivre					Pyr	Pyrène				
Fe	Fer					B[a]A	Benzo[a]anthracène				
Mg	Magnésium					Chrys	Chrysène				
Mn	Manganèse					B[b]	Benzo[b]fluoranthène				
Mo	Molybdène					B[k]F	Benzo[k]fluoranthène				
Ni	Nickel					B[a]P	Benzo[a]pyrène				
Pb	Plomb					DB[ah]A	Dibenzo[a,h]anthracène				
K	Potassium					B[ghi]P	Benzo[g,h,i]pérylène				
Si	Silicium					I[cd]P	Indéno[1,2,3-c,d]pyrène				
Na	Sodium					Σ HAP	Sommes des 16 HAP				
Ti	Titane										
Zn	Zinc					Ind C10-C40	Indice hydrocarbure C10-C40				
						C10-C12	Hydrocarbures > C10-C12				
TA	Titre alcalimétrique					C12-C16	Hydrocarbures > C12-C16				
TAC	Titre alcalimétrique complet					C16-C21	Hydrocarbures > C16-C21				
CO3	Carbonates					C21-C35	Hydrocarbures > C21-C35				
NO3	Nitrates					C35-C40	Hydrocarbures > C35-C40				
N-NO3	Azote des nitrates *(calcul)*										
NO2	Nitrites					MS	Matière sèche				
Cl	Chlorures					R 2 mm	Refus à 2 mm *(granulométrie)*				
SO4	Sulfates					COT	Carbone organique total				
PO4	Ortho-Phosphates					MES	Matières en suspension				
DCO	Demande chimique en oxygène										
DBO5	Demande biochimique en oxygène										
Br	Bromures										
F	Fluorures										
						< 2µm	Pourcentage massique de grains contenu dans l'échantillon (tamisé préalablement à 2 mm) dont la taille s'inscrit dans la gamme indiquée.				
pH*						2 – 20 µm					
T° pH*	Température de mesure du pH					20 – 63 µm					
Cond.*	Conductivité					63 – 200 µm					
Eh*	Potentiel d'oxydo-réduction					200 – 2000 µm					

Légende :

** Paramètres mesurés sur site pour les eaux souterraines et de surface.*

	Matrice sols
	Matrice eaux (eaux souterraines et de surface)
	Matrice végétaux
	Matrice sédiments

Tableau 56 : Paramètres physico-chimiques et biologiques mesurés dans les eaux, les sols, les végétaux et les sédiments

6.4 Choix des parcelles échantillonnées

6.4.1 Caractérisation de l'environnement local témoin (ELT)

6.4.1.1 Préambules méthodologiques (GEODERIS, 2015)

Tel que le définissent les textes de références du MEDD de 2007 : *« S'agissant des aspects sanitaires, ils consistent à comparer les résultats de l'état des milieux, à l'état initial de l'environnement, à l'état des milieux naturels voisins […] »*.

L'état initial d'un site avant la mise en place des activités minières n'est très souvent pas définit (pas d'exception connue à ce jour de GEODERIS). Cette situation s'explique notamment par l'ancienneté des premiers travaux qui peuvent dater du début ou milieu du XIX^{ème} siècle, époque à laquelle ce type de caractérisation n'était pas réalisé.

Les milieux naturels voisins aux sites doivent donc être utilisés comme témoins. Ils doivent être choisis en prenant en compte les spécificités du contexte d'après-mine suivantes :

- **la complexité des lithologies en présence** : le plus souvent à l'origine d'occurrences minéralisées valorisables économiquement, cette variabilité des faciès géologiques amènerait à devoir multiplier le nombre de points d'ELT. Pour les secteurs à géologie complexe, ce type d'échantillonnage élargi est souvent rendu impossible par la taille restreinte des faciès géologiques concernés à l'affleurement sur un site d'investigations donné. De plus, même une étude géologique fine ne suffirait pas toujours à s'assurer du faciès géologique qui concerne une zone investiguée, en particulier dans les zones anthropisées (parcelle à l'échelle cadastrale au 1000ème ; tandis que les cartes géologiques disponibles fournissent des données au 50 000ème) ;
- **le contexte d'anomalie géochimique qui caractérise tout site minier** : quelles que soient les modalités de mise en place du gisement (imprégnations diffuses par des fluides minéralisés, remplissage de failles, etc.), un site minier exploité et son environnement seront systématiquement concernés par des faciès naturellement riches en métaux et métalloïdes, tels que des affleurements, des sols sus-jacents à la zone minéralisée, des eaux souterraines traversant des faciès enrichis, etc. Dans ce contexte, une zone investiguée, même d'emprise géographique restreinte, pourra se distinguer par des concentrations très variables, sans pour autant que l'origine de ces dernières soit identifiable. Il devient alors particulièrement complexe d'identifier l'échantillon le plus représentatif de « l'état de référence ».

Tel que le rappellent les textes de références du MEDD de 2007[69] : *« L'interprétation des résultats acquis par les diagnostics doit permettre d'identifier les pollutions attribuables au site, pour les différencier à la fois des pollutions anthropiques n'impliquant pas le site et des pollutions naturellement présentes dans les sols ou les eaux souterraines. Une caractérisation des éventuelles pollutions anthropiques locales proches du site ou de sa zone d'effet, mais ne l'impliquant pas, ainsi que celle d'un milieu représentatif de l'état initial de l'environnement […] peuvent, dans certaines situations, s'avérer nécessaires.* ***Cette caractérisation permet ainsi de ramener à sa juste dimension la gestion du site dans l'environnement qui lui est spécifique*** *»*.
GEODERIS et ses partenaires ont caractérisé **l'état des milieux hors de l'influence des pollutions attribuables au site minier**[70] (sous réserve que les éléments contaminants

[69] Annexe intitulée *« Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement »* (MEDD, 2007), page 17.
[70] Tenant compte que dans la majorité des cas, les autres pollutions anthropiques sont difficilement caractérisables, en particulier dans le cadre d'activités agricoles ou d'élevage.

libérés par les autres activités anthropiques locales soient différents de ceux générés par l'activité minière) ou milieux « **environnements locaux témoins** » (ELT).

Pour chacun des milieux investigués, la démarche suivante est proposée par GEODERIS et **a été mise en œuvre dans le cadre de la présente étude** :

1- Identification de toutes les sources potentielles de pollution et des voies de transfert potentielles *(cf. états actuels des sites : paragraphe 3.3.7 pour la concession du Bulard, paragraphe 3.4.7 pour la concession d'Orle, paragraphe 3.5.7 pour la concession d'Irazein, paragraphe 3.6.3 pour la concession de Sentein et paragraphe 3.7.2 pour le site de traitement de la Plagne rattaché aux mines du Val d'Aran)* ;

2- Identification des lithologies en présence, à partir de la carte géologique harmonisée au 50 000ème © BRGM *(cf. contextes géologiques régional et du secteur de Sentein, en paragraphes 2.4 et 2.5 ; ainsi que carte géologique du secteur en Annexe B2, hors-texte)* ;

3- Validation des zones supposées hors influence minière (ces zones doivent être concernées par des usages identiques à ceux auxquels l'ELT doit se rapporter) ;

4- Pour chaque combinaison [site / lithologie / usage / milieu], réalisation d'un à plusieurs points de prélèvements associés.

6.4.1.2 Description des environnements locaux témoins retenus

Tenant compte de la démarche précédemment décrite, GEODERIS a donc retenu :

- **27 prélèvements** considérés comme des environnements locaux témoins pertinents pour les eaux de surface *(décrits dans le Tableau 57)*[71] ;
- **59 prélèvements** considérés comme des environnements locaux témoins pertinents pour les sols et les espèces végétales associées *(décrits dans les Tableau 58 à Tableau 60).*

Il est à noter qu'aucun environnement local témoin n'a été retenu pour les eaux souterraines (de par la variabilité des lithologies aquifères) ni pour les sédiments (au regard des difficultés pour échantillonner des quantités suffisantes de matériaux au sein des affluents du Lez, qui sont tous concernés par des régimes torrentiels).

[71] La démarche précédemment décrite se réduit, dans le cas des eaux de surface, à l'étape 1 et à la recherche de zones à échantillonner situées en amont hydraulique des sources de pollution identifiées.

ZONE INVESTIGUEE	REFERENCE UNIQUE	REFERENCE DE TRAVAIL	DATE DE PRELEVEMENT	SITUATION DU POINT
AYER	P001	SE-13-AYER-ESU-01	04/09/2013	Ruisseau du Riberot, affluent du Lez ; à l'extrême est de l'emprise de l'étude.
AYER	P003	SE-13-AYER-ESU-F01	04/09/2013	
AYER	P380	SE-14-AYER-ESU-01	13/06/2014	
BNTE	P400	SE-14-BNTE-ESU-02-2	17/06/2014	Ruisseau de la Cigalère, en amont hydraulique et topographique des travaux miniers de Chichoué et de Bentaillou (*altitude du point = 1 980 m*)
BULC	P053	SE-13-BULC-ESU-01	20/08/2013	Ruisseau de Bularic, en amont hydraulique et topographique des travaux miniers éponymes (*altitude du point = 1 740 m*)
BULC	P416	SE-14-BULC-ESU-01	23/06/2014	
BULC	P056	SE-13-BULC-ESU-04	20/08/2013	Ruisseau de Bularic, branche située dans un autre talweg que celle traversant les travaux miniers
BULC	P418	SE-14-BULC-ESU-04	23/06/2014	
CHIC	P070	SE-13-CHIC-ESU-01	22/08/2013	Ruisseau de Chichoué, alimentant l'étang éponyme, en amont hydraulique des travaux miniers
CHIC	P424	SE-14-CHIC-ESU-01	17/06/2014	
EILE	P098	SE-13-EILE-ESU-05	31/08/2013	Ruisseau de Laspé, en amont hydraulique et topographique de l'usine et de ses dépôts, sur le versant est du talweg formé par le Lez (*altitude du point = 1 000 m*)
EILE	P102	SE-13-EILE-ESU-F05	31/08/2013	
EILE	P437	SE-14-EILE-ESU-05	12/06/2014	
GRAL	P057	SE-13-BULC-ESU-05	20/08/2013	Ruisseau de l'Orle, en amont hydraulique et topographique des travaux miniers de Grauillès (*altitude du point = 1 160 m*)
PLAG	P272	SE-13-PLAG-ESU-03	03/09/2013	Ruisseau de l'Urets, affluent du Lez, en amont hydraulique et topographique de la laverie de la Plagne (*altitude du point = 1 100 m*)
PLAG	P274	SE-13-PLAG-ESU-F03	03/09/2013	
PLAG	P514	SE-14-PLAG-ESU-03	20/06/2014	
POIS	P295	SE-13-POIS-ESU-01	24/08/2013	Ruisseau de l'Isard, affluent du Lez, à l'extrême est de l'emprise de l'étude
POIS	P494	SE-14-PLA1-ESU-01	13/06/2014	
RGEE	P308	SE-13-RGEE-ESU-03	30/08/2013	Ruisseau de Rouge, en amont hydraulique et topographique des travaux miniers de Rouge (*altitude du point = 1 720 m*)
RGEE	P309	SE-13-RGEE-ESU-04	30/08/2013	
RGEE	P531	SE-14-RGEE-ESU-04	19/06/2014	
SENT	P333	SE-13-SENT-ESU-02	24/08/2013	Ruisseau de l'Antras, à l'extrême nord de l'emprise de l'étude.
SENT	P543	SE-14-SENT-ESU-02	13/06/2014	
TART	P369	SE-13-TART-ESU-01	03/09/2013	Ruisseau de Tartereau, en amont topographique et hydraulique de l'installation de décantation de Tartereau (*altitude du point = 1 360 m*)
TART	P374	SE-13-TART-ESU-F01	03/09/2013	
TART	P572	SE-14-TART-ESU-01	20/06/2014	

Tableau 57 : Points d'environnements locaux témoins retenus pour la caractérisation des eaux de surface

ZONE	REFERENCES	DATE	HORIZON DE SOL	LITHOLOGIE	SITUATION
Bonac	P016 / SE-13-BABO-SOL-54-0-3	31/08/2013	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Silurien	Sur le versant nord, en amont topographique du Lez (*env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Bonac	P389 / SE-14-BABO-SOL-101-0-3	25/06/2014		Alluvions du Quaternaire	Pelouse sur le versant sud, en amont topographique du Lez (*env. 10 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Bonac	P390 / SE-14-BABO-SOL-102-0-3	25/06/2014			Chemin de petite randonnée, en amont topographique du Lez (*env. 15 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Bentaillou	P406 / SE-14-BNTE-SOL-104-0-3	18/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Ordovicien Supérieur O3C	Sur crête rocheuse située en amont topographique des travaux miniers de Bentaillou et de ses vestiges (*env. 30 m au-dessus de la plateforme minière de Bentaillou*)
Bularic	P060 / SE-13-BULC-SOL-02-0-10 ; P068 / SE-13-BULC-VEG-03-H	20/08/2013	0-10 cm ; Sol de pâturage et plantes herbacées de pâturage associées	Ordovicien Supérieur O3A	En amont topographique des travaux miniers dans vaste zone de prairie (landes à Rhodendron et pelouses denses à Gispet) (*env. 70 m au-dessus de la partie sommitale des travaux miniers*)
Bularic	P420 / SE-14-BULC-SOL-101-0-10 ; P422 / SE-14-BULC-VEG-101-H	23/06/2014			
Chichoué	P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10	17/06/2014	0-10 cm ; Sol de pâturage	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Dans vaste zone de prairie (landes à Rhododendron et pelouses denses à Gispet), sur versant sud de la zone montagneuse, face aux travaux miniers (*env. 30 m au-dessus de l'étang de Chichoué*)
Eylie	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3	11/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Eboulis et colluvions récents	Sur chemin de petite randonnée à l'extrême nord-ouest du hameau d'Eylie-d'en-Haut ; sur le versant ouest de la vallée du Lez (*env. 110 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Eylie	P143 / SE-13-EILS-SOL-13-0-10 ; P153 / SE-13-EILS-VEG-13-H	30/08/2013	0-10 cm ; Sol de pâturage et plantes herbacées de pâturage associées	Eboulis et colluvions récents	Dans prairies de fauche sur le versant est de la vallée du Lez, en amont topographique des dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie (*env. 140 m au-dessus des dépôts miniers)*
Eylie	P444 / SE-14-EILE-SOL-103-0-10 ; P461 / SE-14-EILE-VEG-103-H	11/06/2014		Eboulis et colluvions récents	Dans prairie de fauche à Eylie, sur le versant est de la vallée du Lez, à 150 m de l'emprise supposée des dépôts associés au câble aérien reliant la mine du Bulard à la laverie d'Eylie (*env. 180 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Eylie	P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30 ; P164 / SE-13-EILS-VEG-16-ARR P165 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-F P166 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-T P167 / SE-13-EILS-VEG-16-CAR P168 / SE-13-EILS-VEG-16-HAR P169 / SE-13-EILS-VEG-16-ROQ P170 / SE-13-EILS-VEG-16-TOP	30/08/2013	**JARDIN POTAGER TEMOIN** 0-30 cm ; Sol de jardin potager et plantes potagères associées	Eboulis et colluvions récents	Jardin potager à Eylie-d'En-Haut, à l'extrême ouest du hameau, en amont topographique de la laverie d'Eylie et de ses installations ; sur le versant ouest du talweg formé par le ruisseau de Rouge (*env. 120 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)

Tableau 58 : Points d'environnements locaux témoins retenus pour la caractérisation des sols et des espèces végétales associées ; pour les zones investiguées de Bonac, de Bentaillou, de Bularic (similaires pour Grauillès), de Chichoué et d'Eylie

ZONE	REFERENCES	DATE	HORIZON DE SOL	LITHOLOGIE	SITUATION
Esperris	P470 / SE-14-ESPE-SOL-107-0-3	16/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Moraines du Quaternaire	Sur le versant sud de la vallée du Lez, en amont topographique du Lez (*env. 40 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Irazein	P486 / SE-14-IRAZ-SOL-103-0-10	21/06/2014	0-10 cm ; Sol de pâturage	Silurien	Dans vaste zone de prairie, à l'extrême ouest de la zone investiguée, à 300 m à l'ouest des travaux miniers d'Irazein (Travaux Occidentaux)
Lascoux	P207 / SE-13-LCXS-SOL-12-0-30 ; P227 / SE-13-LCXS-VEG-12-COUR P228 / SE-13-LCXS-VEG-12-PDT-C	26/08/2013	**JARDIN POTAGER TEMOIN** 0-30 cm ; Sol de jardin potager et plantes potagères associées	Alluvions du Quaternaire	Jardin potager à l'extrême est de la zone investiguée, en amont topographique de la laverie du Bocard d'Orle (*env. 10 m au-dessus de la zone inondable de l'Orle et env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Lascoux	P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10 ; P229 / SE-13-LCXS-VEG-13-H	26/08/2013	0-10 cm ; Sol de pâturage et plantes herbacées de pâturage associées	Alluvions du Quaternaire	Prairie de fauche entretenue à l'extrême est de la zone investiguée, en amont topographique de la laverie du Bocard d'Orle (*env. 5 m au-dessus de la zone inondable de l'Orle et env. 15 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
	P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10 ; P233 / SE-13-LCXS-VEG-20/21-H	26/08/2013			Prairie de fauche entretenue sur le versant est de la vallée de l'Orle (*env. 5 m au-dessus de la zone inondable de l'Orle*)
	P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10 ; P234 / SE-13-LCXS-VEG-23-H	27/08/2013			Prairie de fauche entretenue sur le versant est de la vallée de l'Orle (*dans la zone d'aléa inondation faible de l'Orle*)
Moulin	P507 / SE-14-PLA1-SOL-111-0-3	25/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Silurien	Prairie entretenue sur le versant est de la vallée du Lez (*env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Moulin	P238 / SE-13-MOUL-SOL-03-0-10 P247 / SE-13-MOUL-VEG-03-H	30/08/2013	0-10 cm ; Sol de pâturage et plantes herbacées de pâturage associées	Silurien	Prairie entretenue sur le versant est de la vallée du Lez (*env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
La Plagne	P280 / SE-13-PLAG-SOL-03-0-3	27/08/2013	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Ordovicien Inférieur	Branche du GR Transfrontalier du site de la Plagne vers le Port d'Urets, en amont topographique de la laverie de La Plagne et de ses vestiges (*env. 10 à 20 m au-dessus de la partie sommitale de la laverie)*
	P521 / SE-14-PLAG-SOL-101-0-3	20/06/2014			
La Plagne	P288 / SE-13-PLAG-SOL-11-0-10	27/08/2013	0-10 cm ; Sol de pâturage	Eboulis et colluvions récents	Zone de pâture avec installation d'élevage en rive droite du Lez, en amont topographique de ce cours d'eau et hors influence potentielle en cas de crue (en l'absence d'aléa tracé dans cette zone) (*env. 15 m au-dessus de la zone inondable supposée du Lez*)
Pont de l'Isard	P510 / SE-14-PLA1-SOL-114-0-3	25/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Dévonien Inférieur	Chemin de petite randonnée, au-dessus du hameau de Pont de l'Isard, sur le versant ouest de la vallée du Lez (*env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)

Tableau 59 : Points d'environnements locaux témoins retenus pour la caractérisation des sols et des espèces végétales associées ; pour les zones investiguées d'Esperris, d'Irazein, de Lascoux, de Moulin, de La Plagne et de Pont de l'Isard

ZONE	REFERENCES	DATE	HORIZON DE SOL	LITHOLOGIE	SITUATION
Rouge	P319 / SE-13-RGES-SOL-02-0-3	30/08/2013	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	Silurien	Sur promontoire rocheux, en amont topographique (à l'ouest) des travaux miniers de Rouge et de ses vestiges (*env. 20 à 30 m au-dessus de la plateforme de Rouge*)
	P535 / SE-14-RGEE-SOL-102-0-3	19/06/2014			
Rouge	P318 / SE-13-RGES-SOL-01-0-10 ; P327 / SE-13-RGES-VEG-01-MYRT	30/08/2013	0-10 cm ; Sol de myrtilliers et myrtilles	Silurien	Dans landes à Myrtille, en amont topographique des travaux miniers de Rouge et de ses vestiges (*env. 40 m au-dessus de la plateforme de Rouge*)
Rouge	P534 / SE-14-RGEE-SOL-101-0-10 ; P540 / SE-14-RGEE-VEG-101-H	19/06/2014	0-10 cm ; Sol de pâturage et plantes herbacées de pâturage associées	Silurien	Sur promontoire rocheux, en amont topographique (à l'ouest) des travaux miniers de Rouge et de ses vestiges (*env. 35 m au-dessus de la plateforme de Rouge*)
Sentein	P341 / SE-13-SENT-SOL-55-0-3	31/08/2013	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Silurien	À l'extrême ouest de la zone investiguée, sur le versant ouest de la vallée du ruisseau de l'Antras, en amont topographique du Lez (*env. 40 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
	P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3	24/06/2014		Alluvions du Quaternaire	À l'extrême ouest de la zone investiguée, en rive gauche du ruisseau de l'Antras (eaux de surface environnement local témoin) (*env. 30 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
	P497 / SE-14-PLA1-SOL-101-0-3	14/06/2014		À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Dévonien Inférieur	Sur le versant ouest de la vallée du Lez, en amont topographique du Lez (*env. 10 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Sentein	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 ; P354 / SE-13-SENT-VEG-58-BET P354 / SE-13-SENT-VEG-58-BET P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F P356 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-T P357 / SE-13-SENT-VEG-58-COUR P358 / SE-13-SENT-VEG-58-OIG P359 / SE-13-SENT-VEG-58-PDT	31/08/2013	**JARDIN POTAGER TEMOIN** 0-30 cm ; Sol de jardin potager et plantes potagères associées	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et le Silurien	À l'extrême ouest de la zone investiguée, sur le versant ouest de la vallée du ruisseau de l'Antras, en amont topographique du Lez (*env. 20 m au-dessus de la zone inondable du Lez*)
Tartereau	P582 / SE-14-TART-SOL-101-0-3	20/06/2014	0-3 cm ; Sol associé à des activités de loisirs		Dans zone boisée en amont topographique de l'installation de décantation de Tartereau, sur le versant est de la vallée du ruisseau de Tartereau (*env. 60 m au-dessus des installations de décantation)*
Tartereau	P583 / SE-14-TART-SOL-102-0-10	20/06/2014	0-10 cm ; Sol de pâturage		Dans zone de prairie, sur le versant est de la vallée du ruisseau de Tartereau (*env. 25 m au-dessus des installations de décantation)*

Tableau 60 : Points d'environnements locaux témoins retenus pour la caractérisation des sols et des espèces végétales associées ; pour les zones investiguées de Rouge, de Sentein et de Tartereau

6.4.2 Caractérisation des milieux

De façon générale, le choix des parcelles à échantillonner est basé sur le schéma conceptuel préliminaire, présenté de façon synthétique *en paragraphe 5.3*. Compte tenu de la surface importante de l'emprise de l'étude (environ 100 km²) et du grand nombre de parcelles associées ; une **priorisation des parcelles à investiguer a été nécessaire**.

Les parcelles « prioritaires » dans le cadre de l'étude étant :

- les parcelles concernées par des usages se faisant au droit de sources potentielles de pollution identifiées voire supposées ;
- les parcelles habitées de façon permanente ou temporaire, situées dans les zones inondables du Lez (selon les données du PPRi obtenues en 2013) et en aval de la laverie du Bocard d'Eylie, compte tenu de la présence potentielle de résidus miniers transportés par le Lez dans ces zones lors des épisodes de crue (*cf. paragraphe 7.2*).

L'identification des usages associés aux parcelles privées est issue d'une **reconnaissance de terrain**, appuyée des témoignages des mairies ou des résidents rencontrés ; il ne s'agit donc pas d'un inventaire exhaustif. Certaines habitations (permanentes ou temporaires) n'ont pas été investiguées ; des recommandations complémentaires ont pour cette raison été faites par GEODERIS *(cf. paragraphe 10.8)*.

Certaines parcelles n'ont pas pu être visitées, notamment lorsque :

- le propriétaire ou un proche du propriétaire a expressément refusé l'intervention de GEODERIS et/ou de ses collaborateurs ;
- le propriétaire était absent le jour de la visite.

Dans ce cas, ces informations ont été consignées dans la table SIG des usages et enjeux (*dont le contenu est présenté sur les cartes informatives, en Annexes B4-1 à B4-15 (hors-texte) et détaillé en Annexe B5 (hors-texte)*).

7 INTERPRETATION EN TERMES ENVIRONNEMENTAUX

7.1 Impacts sur le réseau hydrographique

7.1.1 Qualité des eaux de surface

Les normes de qualité environnementale (NQE) dans le domaine de l'eau consistent en des valeurs guides, composées de concentrations maximales admissibles et de valeurs moyennes annuelles *(Tableau 61)*. Comme l'exige la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), ces normes visent à atteindre le bon état écologique des masses d'eau d'ici 2015, mais elles ne devront être respectées que d'ici 2018 (INERIS, 2014)[72]. **Ces valeurs ne sont valables que pour des eaux filtrées à 0,45 µm**.

Substance	Antimoine	Argent	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Titane	Zn
NQE – moyenne annuelle	*(°)*	(°°)	4,2 **	0,08 à 0,25 *[73]	1,4 **	1,2 *	(°°°)	3,1 – 7,8[74]

Légende

** NQE fixée pour l'atteinte du bon état chimique*

*** NQE fixée pour l'atteinte du bon état écologique*

(°) : pour l'antimoine, la NQE est définie comme le « bruit de fond géochimique » auquel est ajouté 113 µg/l

(°°) : pour l'argent, la NQE est définie comme le « bruit de fond géochimique » auquel est ajouté 0,05 µg/l

(°°°) : pour le titane, la NQE est définie comme le « bruit de fond géochimique » auquel est ajouté 2 µg/l

Tableau 61 : Normes de qualité environnementale (NQE) (concentrations en µg/l) en vigueur pour les substances retenues (INERIS, 2014)

La *Figure 103* situe les principales sections de cours d'eau ayant fait l'objet de prélèvements (non filtrés ou filtrés sur site) au sein de l'emprise de l'étude.

[72] *« Concernant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau, la directive 2000/60/CE a établi une première liste de trente-trois substances ou groupes de substances devant faire l'objet en priorité de mesures au niveau de l'Union. Le Parlement européen a adopté le 16 décembre 2008 une directive-fille de la DCE (Directive 2000/60/CE). Cette directive 2008/105/CE établie des normes de qualité environnementale (NQE) dans le domaine de l'eau pour ces substances. Elle a abrogé cinq directives existantes (les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE). La directive 2013/39/UE a modifié les directives 2000/60/CE et 2008//105/CE par ajout de substances supplémentaires présentant un risque significatif pour l'environnement aquatique au niveau de l'Union, l'établissement des NQE pour ces substances nouvellement identifiées et par la révision des NQE établies pour certaines substances figurant déjà sur la liste afin de tenir compte des progrès scientifiques »* (INERIS, 2014).

[73] *« Pour le cadmium et ses composés, les valeurs retenues pour les NQE varient en fonction de la dureté de l'eau telle que définie suivant les cinq classes suivantes :*
classe 1 : < 40 mg $CaCO_3$/l, classe 2 : 40 à < 50 mg $CaCO_3$/l, classe 3 : 50 à < 100 mg $CaCO_3$/l,
classe 4 : 100 à < 200 mg $CaCO_3$/l et classe 5 : ≥ 200 mg $CaCO_3$/l » (INERIS, 2014).

[74] *Pour le zinc, les valeurs retenues pour les NQE varient en fonction de la dureté de l'eau :*
3,1 µg/L pour une dureté ≤ 24 µg $CaCO_3$/L et 7,8 µg/L pour une dureté > 24 µg $CaCO_3$ (INERIS, 2014).

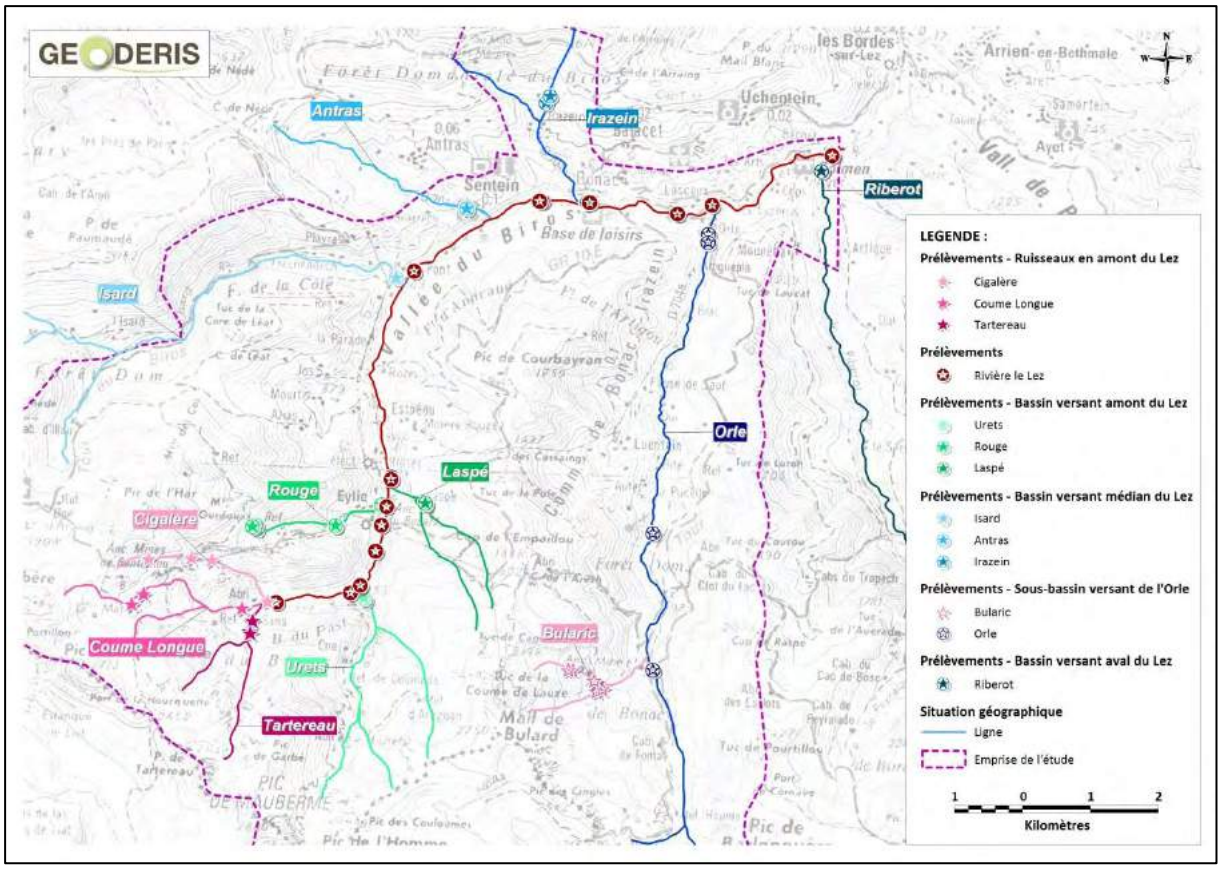


Figure 103 : Situation des prélèvements d'eaux de surface par rapport à l'emprise de l'étude, sur fond SCAN 100 ® IGN

Pour tous les prélèvements d'eaux de surface réalisés dans le cadre de cette étude (et lorsque le paramètre considéré a été dosé) :

- la concentration en antimoine présente systématiquement une valeur sous les seuils de détection analytiques (soit 0,2 µg/l) mis à part pour le plan d'eau situé au-dessus des bassins de décantation de Tartereau *(situation décrite dans les paragraphes 9.3 et 9.4) ;*
- la concentration en argent présente systématiquement une valeur sous les seuils de détection analytiques (soit 0,01 mg/l) mis à part pour l'échantillon SE-13-SENT-ESU-02 *(présentant une concentration de 0,51 mg/l pour cette substance)*, prélevé dans le ruisseau de L'Antras, en amont de sa confluence avec le Lez le 24/08/2013[75] ;
- la concentration en titane présente systématiquement une valeur sous les seuils de détection analytiques (soit 0,005 mg/l) mis à part pour l'échantillon SE-13-LCXE-ESU-02 *(présentant en concentration de 0,009 mg/l pour cette substance)*, prélevé dans le Lez au moment de la vidange du barrage de Bonac le 26/08/2013.

Pour les autres substances que celles susmentionnées, le *Tableau 62* fournit la synthèse des résultats analytiques obtenus. Des dépassements des NQE sont observés pour le plomb et le zinc *(cf. marquage beige)*. Des dépassements significatifs en zinc concernent les prélèvements d'eaux réalisés au droit du site d'Eylie.

[75] À noter que pour trois des échantillons analysés, la limite de quantification était de 0,2 mg/l, mais cette valeur n'a alors pas été dépassée.

Référence	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Ruisseaux en amont du Lez					
Ruisseau de la Cigalère					
P376	1,6	<0.2	<0.5	6,65	8,4
Ruisseau de Coume Longue					
P072	<0.2	<0.2	<0.5	0	0
P579	0,88	<0.2	<0.5	0	0
Ruisseau de Tartereau					
P374	2,47	<0.2	<0.5	0	0
P578	2,52	<0.2	<0.5	1,67	0
Ruisseaux affluents du Lez					
Ruisseau d'Urets					
P274	2,08	<0.2	<0.5	1,03	10,6
P578	1,65	<0.2	<0.5	1,16	<5
Ruisseau de Rouge					
Pas de prélèvement d'échantillon filtré					
Ruisseau de Laspé (hors influence minière)					
P102	<0.2	0,34	<0.5	<0.5	9,8
Ruisseau de l'Isard (hors influence minière)					
Pas de prélèvement d'échantillon filtré					
Ruisseau de l'Antras (hors influence minière)					
Pas de prélèvement d'échantillon filtré					
Ruisseau d'Irazein					
P483	0,46	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Ruisseau l'Orle					
Pas de prélèvement d'échantillon filtré					
Ruisseau le Riberot					
P003	1,48	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Rivière le Lez (d'amont en aval hydraulique)					
P580	1,93	<0.2	<0.5	<0.5	6,4
P519	2,79	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P275	3,28	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P520	2,25	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P100	2,91	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P439	2,19	<0.2	<0.5	<0.5	10,1
P103	1,78	0,22	<0.5	<0.5	38,1
P441	1,59	<0.2	<0.5	<0.5	14,3
P496	0,66	<0.2	<0.5	<0.5	6,6
P545	0,72	<0.2	<0.5	<0.5	9,7
P388	0,81	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P190	0,92	<0.2	<0.5	0,82	15,3
P493	1,06	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P004	0,89	<0.2	<0.5	<0.5	8,6
P382	1,12	<0.2	<0.5	<0.5	<5

Tableau 62 : Concentrations (en µg/l) en arsenic, en cadmium, en cuivre, en plomb et en zinc pour les prélèvements d'eaux de surface filtrés sur site à 0,45 µm

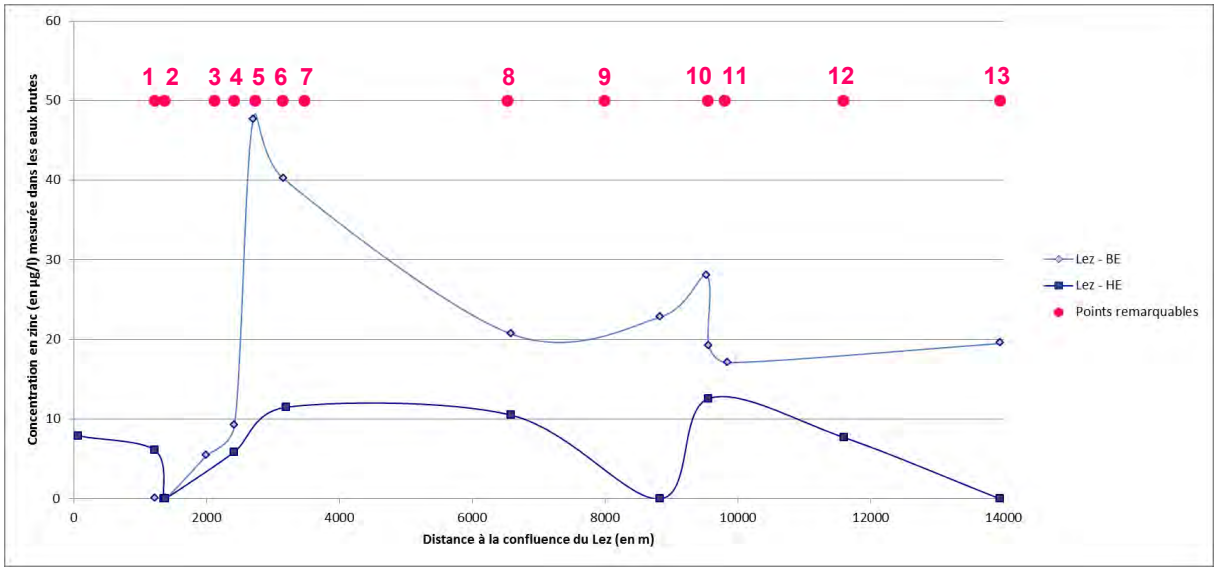
7.1.2 Mobilisation des métaux et métalloïdes dans le bassin versant étudié

7.1.2.1 Evolution de teneurs en métaux et métalloïdes dans les eaux de surface

Parmi les substances retenues pour cette étude (associées à l'activité minière), seul le zinc présente des concentrations dont l'évolution est significative *(Figure 104)*. En effet, pour les autres substances, les teneurs mesurées dans les prélèvements d'eaux de surface réalisés en 2013 et en 2014 sont à peine décelables.

En période d'étiage, les concentrations en zinc dans le Lez augmentent légèrement entre sa confluence amont et la laverie d'Eylie mais augmentent très fortement entre ce dernier point et l'amont de la confluence avec le Rouge, avant de diminuer progressivement jusqu'à sa confluence avec l'Isard. À noter également une augmentation de cette concentration au droit de la retenue de Bonac puis une stabilisation, passé cet obstacle.

En période de crue, les concentrations en zinc au niveau du Cirque de la Plagne diminuent au droit de la confluence entre le Lez et le ruisseau d'Urets. Les concentrations augmentent ensuite progressivement entre l'amont et l'aval du site de la laverie d'Eylie puis se stabilisent avant de diminuer en aval de la confluence avec l'Antras. On notera une augmentation de la concentration au droit de la retenue de Bonac puis une diminution progressive vers l'aval du bassin versant étudié.



Légende :

** 0 m : Confluence amont du Lez : entre la Coume Longue, La Cigalère et le Tartereau*

Lez - BE : Prélèvements d'eaux réalisés à l'étiage, entre fin août et début septembre 2013

Lez - HE : Prélèvements d'eaux réalisés en période de crue, en juin 2014

Points remarquables : (1) début du site de La Plagne ; (2) confluence avec le ruisseau d'Urets ; (3) amont immédiat des dépôts miniers situés en amont de la laverie d'Eylie ; (4) aval immédiat des dépôts miniers situés en amont de la laverie d'Eylie ; (5) confluence avec le ruisseau de Rouge ; (6) confluence avec le ruisseau de Laspé ; (7) usine hydroélectrique d'Eylie ; (8) confluence avec l'Isard ; (9) confluence avec L'Antras ; (10) confluence avec l'Irazein ; (11) retenue de Bonac ; (12) confluence avec l'Orle ; (13) confluence avec le Riberot.

Figure 104 : Evolution de la concentration en zinc (en µg/l) dans le Lez (prélèvements non filtrés ou « eaux brutes »), en fonction de la distance

Pour compléter ces premières corrélations, des mesures de débits ont été réalisés par le BRGM en période de crue (GENEVIER, 2015) afin d'estimer l'évolution des flux, à savoir les quantités de zinc apportées par les différents contributeurs hydrauliques sur le bassin versant. Les résultats sont présentés sur le *Tableau 63* et la *Figure 105*. Ces résultats doivent être appréhendés avec précaution, au regard des concentrations relativement faibles mesurées dans les prélèvements d'eaux de surface retenus (inférieures ou égales à 20 µg/l, à l'exception de deux prélèvements, au sein du ruisseau de la Cigalère et de l'émergence éponyme) et des incertitudes associées à la mesure de débit. **On retiendra plutôt ici les ordres de grandeurs des flux calculés.**

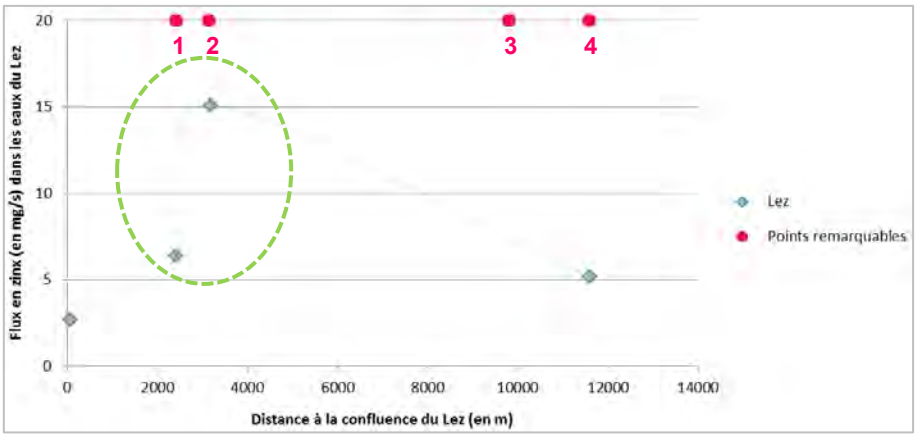
Site	Flux (en µg/s)	Référence	C (en µg/l)	Q (en l/s)
Ruisseau de la Cigalère, amont émergence éponyme	**362**	P400	49,4	7,3
Emergence de la grotte de la Cigalère	**6975**	P394	34,9	199,9
Ruisseau de Coume Longue, amont confluence Lez	**230**	P575	5,9	38,9
Ruisseau de Tartereau, amont bassins de décantation	***468***	*P572*	***2,5***	*187,2*
Rivière le Lez, 70 m après sa confluence amont	**2681**	P576	7,9	339,4
Ruisseau d'Urets, amont site de la laverie de la Plagne	***618***	*P514*	***2,5***	*247,3*
Rivière le Lez, en aval immédiat des premiers dépôts	**6361**	P435	5,9	1078,1
Ruisseau de Rouge, amont confluence avec le Lez	**842**	P436	15,1	55,8
Ruisseau de Laspé, amont confluence avec le Lez	**979**	P437	20,6	47,5
Rivière le Lez, en aval du site d'Eylie Bocard	**15077**	P438	11,5	1311,0
Ruisseau l'Isard, amont confluence avec le Lez	***2234***	*P494*	***2,5***	*893,8*
Ruisseau l'Antras, amont confluence avec le Lez	**2856**	P543	31	92,1
Ruisseau l'Irazein, amont confluence avec le Lez	**851**	P387	5,6	152,0
Rivière le Lez, en aval de la confluence avec l'Orle	**5166**	P492	7,7	671,0

Légende : * ***Référence*** *: Référence unique du prélèvement associé à la section sur laquelle la mesure de débit a été réalisée ;* ***C*** *: Concentration en zinc (en µg/l) mesurée sur le prélèvement d'eaux de surface non filtré sur site (eaux « brutes) ;* ***Q*** *: Valeur de débit retenue par le BRGM (en l/s).*

** Les résultats **en italiques** présentent des incertitudes associées à la concentration en zinc mesurée : inférieure à limite de quantification (0,5 µg/l). La concentration retenue par GEODERIS correspond une valeur moyenne de 2,5 µg/l.

	Valeurs retenues pour l'étude de l'évolution du flux en zinc dans le Lez (Figure 105)
	Valeurs d'intérêt pour l'étude des contributions sur le bassin versant étudié

Tableau 63 : Principaux flux sur le bassin versant étudié, et valeurs retenues (concentrations et débits)



Légende : * *0 m : Confluence amont du Lez : entre la Coume Longue, La Cigalère et le Tartereau*

Points remarquables *: (1) aval immédiat des dépôts miniers situés en amont de la laverie d'Eylie (face à la laverie) ; (2) aval immédiat des dépôts miniers situés en aval de la laverie d'Eylie ; (3) retenue de Bonac ; (4) confluence avec l'Orle.*

Figure 105 : Evolution du flux en zinc (en mg/s) dans le Lez (prélèvements non filtrés ou « eaux brutes »), en fonction de la distance

L'objectif est ainsi de proposer des hypothèses sur les dynamiques de relargage et de stockage du zinc sur le bassin versant étudié.

Parmi les principaux contributeurs en zinc de l'amont bassin versant, on retiendra tout d'abord l'**émergence de la grotte de la Cigalère**. Le flux en zinc de la rivière le Lez environ 70 m en aval de son origine, c'est-à-dire à la confluence entre les ruisseaux de la Cigalère, de Coume Longue et de Tartereau, est d'environ 2,5 mg/s. Or, ces deux derniers cours d'eau en amont de la confluence contribueraient à hauteur de 25% pour ce flux. Parallèlement, on évalue le flux de l'émergence de la Cigalère à 6 mg/s et celle du ruisseau de la Cigalère en amont de sa confluence avec cette émergence à 0,3 mg/s.

Le flux déterminé dans le Lez en aval immédiat des deux premiers dépôts miniers majeurs d'Eylie (ceux situés en amont de la laverie) serait de 6 mg/s. Cette augmentation du flux trouverait une origine dans un **relargage particulaire de ces dépôts miniers** (la contribution de l'Urets ne suffisant pas à compenser cette augmentation).

Une nouvelle augmentation significative du flux a été déterminée en aval des deux derniers dépôts miniers majeurs d'Eylie (ceux situés en aval de la laverie), avec une valeur égale à 15 mg/s. Cette forte augmentation s'expliquerait par un **relargage particulaire de ces deux derniers dépôts miniers** (la contribution des ruisseaux de Rouge et de Laspé ne s'élevant qu'à environ 20% de cette augmentation du flux).

Cette hypothèse corrobore d'ailleurs les observations de terrain réalisées au nord immédiat de ces dépôts miniers. **Le dépôt le plus au nord est affouillé par le ruisseau du Laspé** *(Figure 106)*. Pour autant, la configuration du site n'a permis d'observer clairement les matériaux fins se déchargeant dans le ruisseau de Laspé (affluent du Lez).



Figure 106 : Affouillement du dépôt « Aval laverie Nord » par le ruisseau de Laspé (GEODERIS, août 2013)

De surcroît les observations de terrain n'ont pas pu conclure quant à l'efficacité du mur encore présent en bordure du dépôt *« Aval laverie Sud »* pour limiter les phénomènes de décharge et d'affouillement des matériaux résiduaires. Il s'agit d'un mur en pierres non entretenu et localement envahit par la végétation, qui sépare le stockage de résidus miniers du ruisseau de Laspé *(Figure 107)*.



Figure 107 : Mur de confortement du dépôt « Aval laverie Nord » et environnement (GEODERIS, août 2013)

L'influence potentielle des autres matériaux résiduaires présents sur le site d'Eylie (se présentant le plus souvent sous forme de sols mélangés à des résidus - *Figure 108)* est à prendre en compte mais doit être relativisée par rapport au volume de matériaux mobilisables.



Figure 108 : Sols mélangés à des résidus au droit de la laverie d'Eylie (GEODERIS, août 2013)

La dernière valeur de flux retenue au sein du Lez se situe en aval immédiat de la confluence entre ce cours d'eau et l'Orle *(Figure 109)*. À cet endroit, le flux a été diminué par trois par rapport à la valeur déterminée en aval du site d'Eylie, malgré l'apport d'au moins 6 mg/s de zinc par les principaux affluents du Lez rencontrés entre ces deux sections. Une dilution éventuelle par l'Orle est à relativiser au regard du débit élevé du Lez à cet endroit (rendant d'ailleurs les jaugeages difficiles) par rapport à celui de son affluent. L'hypothèse la plus probable pour expliquer cette forte diminution du flux serait que le **barrage de Bonac** stockerait une partie des matériaux particulaires ou colloïdaux riches en zinc.

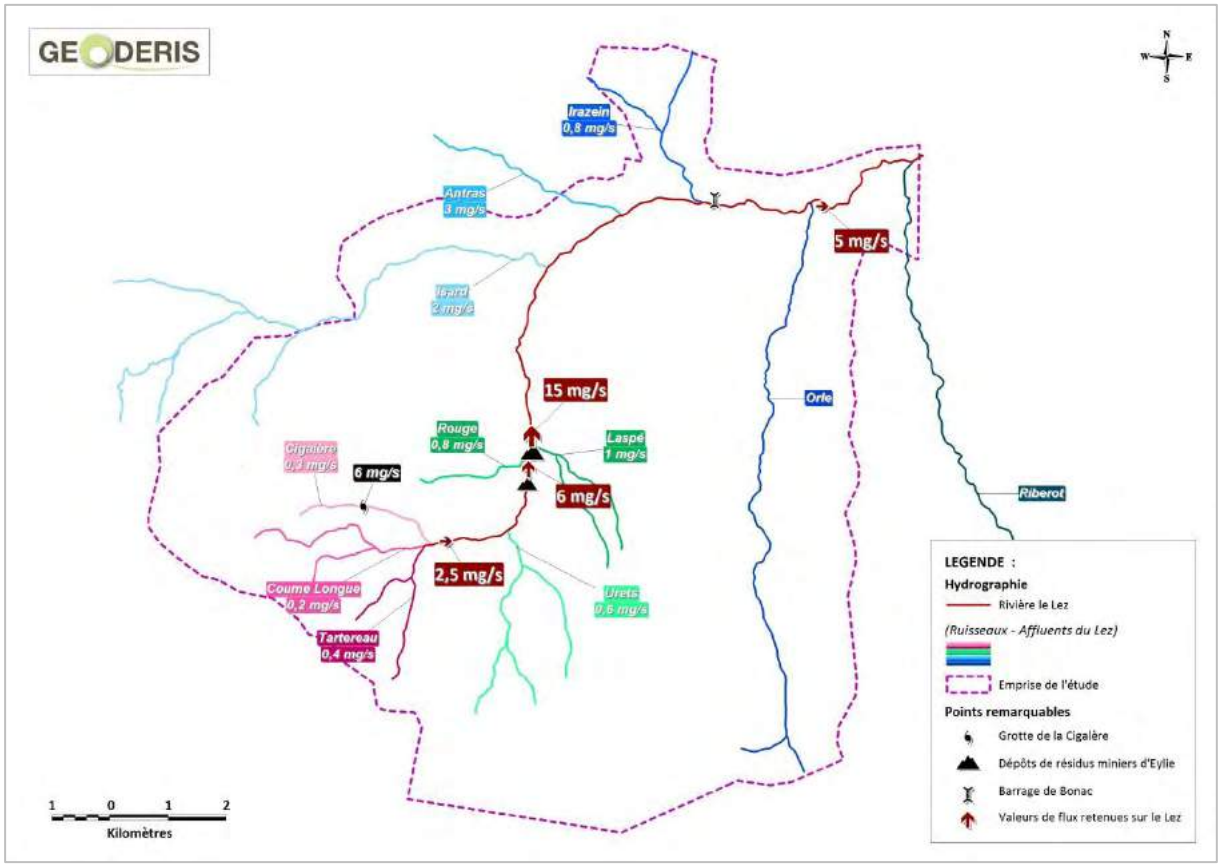


Figure 109 : Evolution des flux en zinc dans le bassin versant étudié et mise en évidence des principales contributions (carte à l'échelle)

7.1.2.2 Evolution des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sédiments

Comme annoncé dans le *paragraphe 2.7*, le régime torrentiel des cours d'eau étudiés n'est pas propice à la mise en place de sédiments fins. Dans ce contexte, les investigations de terrain ont permis de réaliser des mesures NITON ® ou des prélèvements sur la matrice « sédiments » uniquement dans certaines zones « mortes » des cours d'eau (méandre inactif, zone protégée par un amas de blocs rocheux, etc.).
Les matériaux présentant une granulométrie inférieure à 200 µm sont recherchés car ils sont davantage représentatifs de l'hydrodynamique des cours d'eau. Sur les 21 mesures NITON ® et 16 prélèvements réalisés, seulement 10 et 8 ont respectivement été retenus *(Figure 110)*, selon des critères de représentativité de l'échantillonnage et des critères granulométriques.

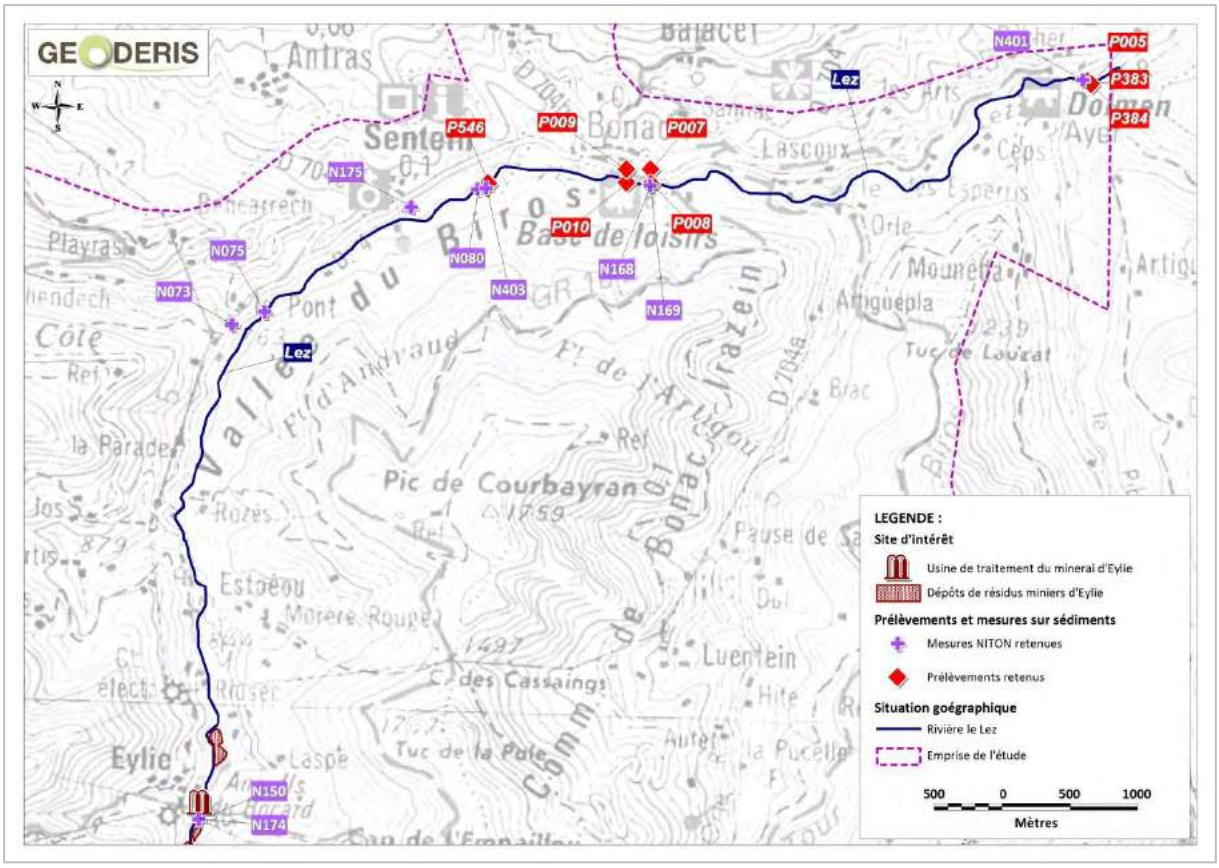


Figure 110 : Prélèvements et mesures sur sédiments retenus pour l'étude de la plaine alluviale du Lez, sur fond SCAN 100 ® IGN

RESULTATS SUR LES MESURES NITON

Il n'y a pas de corrélation entre les concentrations brutes en zinc et en plomb mesurées par NITON ® et la distance (en linéaire de cours d'eau). De plus, le rapport des concentrations en plomb et en zinc ne met en évidence aucune tendance notable, à l'exception du fait que les concentrations élevées en plomb sont généralement corrélées à des concentrations élevées en zinc. Les quatre mesures présentant les concentrations les plus élevées en plomb pour la série étudiée (*à savoir N169, N174, N175 et N403 ; pour lesquels les concentrations mesurées sont marquées de jaune dans le Tableau 64*), présentent également les concentrations les plus élevées en zinc.

On notera qu'hormis la mesure réalisée sur un sédiment identifié dans le lit de l'Isard, hors influence minière[76] (concentration mesurée de 73 mg/kg en zinc et concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques pour le plomb et l'arsenic), **les sédiments analysés présentent systématiquement des valeurs élevées en plomb et en zinc**, avec des concentrations variant respectivement de **148 à 1 110 mg/kg, et de 576 à 2499 mg/kg**.

Les mesures NITON ® retenues sont présentées dans le *Tableau 64*. Six des dix échantillons de sédiments sur lesquels les mesures NITON ® ont été réalisées ont été prélevés, puis séchés et tamisés avant analyse au BRGM Orléans, avec le même spectromètre de fluorescence X portable que pour les autres mesures. En effet, une mesure de ce type, réalisée sur matrice humide, comporte un biais analytique : les teneurs étant sous-estimées lorsque le taux d'humidité est important. À titre d'illustration de ce phénomène, on prend ici l'exemple de la mesure N080. Celle-ci a été réalisée sur le matériau humide, dans le lit du Lez, et présentait des **concentrations en plomb et zinc, respectivement de 219 mg/kg et 576 mg/kg**. **Le même échantillon séché présentait des concentrations pour ces substances respectivement de 524 mg/kg et de 1 434 mg/kg** (soit environ 3 fois plus élevées). Ce qui signifie également que les quatre autres échantillons peuvent potentiellement présenter des teneurs plus élevées que celles mesurées.

Référence	Date	C (Zn) en mg/kg	C (Pb) en mg/kg	C (As) en mg/kg	Description	Photographie
N150	28/08/2013	984	148	< LD	Au pied de mur de confinement du dépôt *« Amont laverie Nord »*. Sable fin gris humide dans le lit du Lez.	
N174	16/09/2013	1980	530	120	Sédiments fins dans le Lez amont laverie près du pont. *Prélèvement du 28/08/2013 : Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	
N073	24/08/2013	73	< LD	< LD	Dans le lit de l'Isard, proche de la confluence avec le Lez. Sédiments en couche mince (d'une épaisseur <1 mm) très fins avec présence de débris organiques. Matériaux très humides. Pas de préparation avant analyse.	
N075	24/08/2013	921	758	< LD	Dans le lit du Lez, en aval de la confluence avec l'Isard. Matériaux brun foncé à grisâtre avec une épaisseur d'environ 1 cm.	

*Légende : * C (Zn) : concentration brute en zinc, mesurée par NITON ® en mg/kg ; C (Pb) : concentration brute en plomb, mesurée par NITON ® en mg/kg ; C (As) : concentration brute en arsenic, mesurée par NITON ® en mg/kg. ** LD : Limite de détection de l'appareil de mesure.*

Tableau 64 : Description des mesures NITON ® retenues pour l'étude de la plaine alluviale, et concentrations brutes mesurées

[76] Sédiment qui pourrait s'apparenter à un environnement local témoin pour la matrice sédiment.

Référence	Date	C (Zn) en mg/kg	C (Pb) en mg/kg	C (As) en mg/kg	Description	Photographie
N175	16/09/2013	1758	844	< LD	Dans dérivation du Lez dans Sentein. Grattage sur cailloux. Sédiments fins marron foncé. *Prélèvement du 21/08/2013 : Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	
N080	24/08/2013	576	219	< LD	En aval du camping de Sentein, dans le lit du Lez. Sédiments fins très humides marron à l'aval de l'ilot. Grattage des sédiments sur les cailloux et petit tas pour analyse. ***Analyse sur matériaux secs le 16/09/2013 : 524 ppm Pb & 1434 ppm Zn.***	
N403	07/07/2014	2499	1110	< LD	En aval du camping de Sentein, dans le lit du Lez. Sédiments fins marron-ocre. *Prélèvement du 16/06/2014 : Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	
N168	16/09/2013	907	260	40	À 1 m du bord de la rive droite du Lez dans le barrage de Bonac sur dalle béton. Prélèvement de surface sous eau de matériaux fins marron clair. *Prélèvement du 21/08/2013 : Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	
N169	16/09/2013	1523	535	< LD	Même localisation générale que N168 mais sous 5 à 10 cm de sédiments, et matériaux brun à gris foncé (*visibles sous l'horizon de matériaux clairs sur la photographie de la ligne précédent*e). *Prélèvement du 21/08/2013 : Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	
N401	07/07/2014	955	164	44	Pont d'Ayer. Grattage fin sur une zone de dépôt des sédiments fins. *Prélèvement du 16/06/2014: Analyse réalisée sur produit séché et tamisé au BRGM Orléans.*	

Légende :

** C (Zn) : concentration brute en zinc, mesurée par NITON ® en mg/kg ; C (Pb) : concentration brute en plomb, mesurée par NITON ® en mg/kg ; C (As) : concentration brute en arsenic, mesurée par NITON ® en mg/kg*
*** LD : Limite de détection de l'appareil de mesure.*

Tableau 64 (suite) : Description des mesures NITON ® retenues pour l'étude de la plaine alluviale, et concentrations brutes mesurées

RESULTATS SUR LES PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS

- **Cas particulier de la retenue de Bonac**

Comme présenté dans le *paragraphe 4.6*, un barrage a été construit (à la fin des années 40) au droit du village de Bonac pour l'alimentation de l'usine hydroélectrique des Bordes-sur-Lez.

L'étude des photos aériennes historiques met en évidence :

- qu'avant même la construction du barrage de Bonac, les matériaux résiduaires transportés par le Lez avaient déjà tendance à s'accumuler au doit du village de Bonac *(cf. photo de 1942, à gauche, sur la Figure 111)* ;
- qu'après la construction du barrage, d'importantes quantités de matériaux sont venus en remplissage de la retenue *(cf. photo de 1979, à droite, sur la Figure 111)*.



Figure 111 : Vues aériennes de 1942 (en haut) et de 1979 (en bas) au droit de l'actuel barrage de Bonac (© Géoportail, ® IGN)

À Bonac, le lit de la rivière s'élargit et la baisse de la vitesse d'écoulement du Lez associée est favorable à la sédimentation des matériaux particulaires. Le barrage de Bonac, accélère ce processus et favorise les phénomènes de précipitation et de sédimentation. Il constitue un lieu de stockage privilégié des matériaux particulaires issus de l'ensemble du bassin versant amont.

Actuellement, le lit de la retenue est constitué de graviers et galets centimétriques, recouverts par plusieurs dizaines de centimètres de matériaux fins, qui ont pu être observés, suite à une vidange du barrage (le 26/08/2013) *(Figure 112)*.



Figure 112 : Barrage de Bonac et matériaux fins sédimentés dans la retenue (GEODERIS, 31/08/2013)

Une caractérisation des sédiments a été réalisée avant et après la vidange du barrage de Bonac du 26/08/2013, tel que présenté sur la *Figure 113*.

Les matériaux sédimentés s'organise en deux principaux faciès :

- un horizon de surface de quelques centimètres d'épaisseur composé de sédiments fins limoneux (avec moins de 10% de grains dont la taille est supérieure à 200 µm), de couleur marron clair (*cf. prélèvements P007 et P009*) ;
- un horizon sous-jacent de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, composé de sédiments sableux (avec plus de 50% de grains dont la taille est supérieure à 200 µm), de couleur gris et mélangés à une grande quantité de matière organique (*cf. prélèvements P008 et P010*).

L'horizon de surface est riche en zinc et en plomb, avec des concentrations allant respectivement jusqu'à **1 220 mg/kg et 378 mg/kg**. L'horizon sous-jacent présente des concentrations pour ces substances encore supérieures, allant respectivement jusqu'à **1 910 mg/kg et 625 mg/kg**

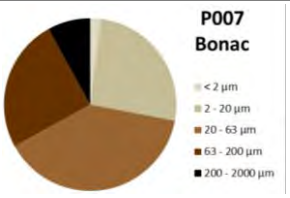
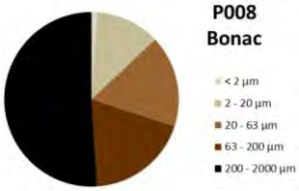
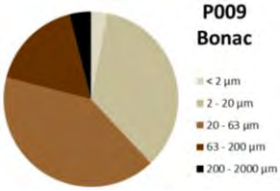
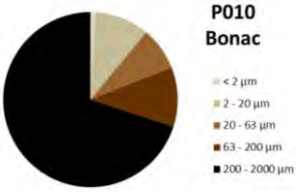
Retenue de Bonac, le 21/08/2013 Prélèvement de sédiments sur les berges En surface et à environ 5 cm de profondeur		Retenue de Bonac, le 31/08/2013 (suite à la vidange du 26/08) Prélèvement de sédiments sur les berges En surface et à environ 5 cm de profondeur	
			
			
 *Sédiments de surface limoneux, marron clair*	 *Sédiments de l'horizon sous-jacent, à environ 5 cm de profondeur, sableux et gris*	 *Sédiments de surface limoneux, marron clair*	*Sédiments de l'horizon sous-jacent, à environ 5 cm de profondeur, sableux et gris*
			
C (Zinc) en mg/kg: **1220** C (Plomb) en mg/kg: **378**		C (Zinc) en mg/kg: **1680** C (Plomb) en mg/kg: **509**	
C (Zinc) en mg/kg: **647** C (Plomb) en mg/kg: **106**		C (Zinc) en mg/kg: **1910** C (Plomb) en mg/kg: **625**	

Figure 113 : Prélèvements de sédiments réalisés en 2013 sur les berges de la retenue de Bonac, et caractérisation des matériaux de surface et de ceux de l'horizon sous-jacent

◈ Sédiments de la plaine alluviale

Quatre autres sédiments ont été retenus pour l'étude de la plaine alluviale, tel que le présente la *Figure 114*.

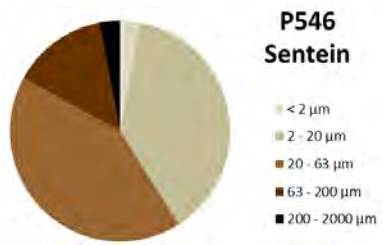
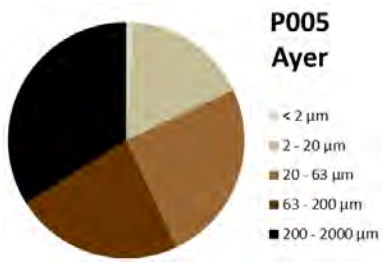
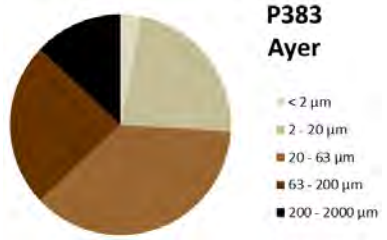
Références et situations	Caractérisation granulométrique et concentrations mesurées (en mg/kg)	Photographie
P546 SE-14-SENT-SED-101 Prélevé le 14/06/2014 à Sentein *Lit du Lez, dans une zone où la vitesse d'écoulement du Lez est faible*	 C (Zinc) : 1890 ; C (Plomb) : 663	
P005 SE-13-AYER-SED-01 Prélevé le 04/09/2013 au Pont d'Ayer *Lit du Lez, rive droite, entre des blocs rocheux ; grattage du premier cm de sédiments*	 C (Zinc) : 1750 ; C (Plomb) : 520	
P383 SE-13-AYER-SED-101 Prélevé le 14/06/2014 au Pont d'Ayer *Lit du Lez, rive droite, entre des blocs rocheux*	 C (Zinc) : 547 ; C (Plomb) : 57	 
P384 SE-13-AYER-SED-102 Prélevé le 16/06/2014 au Pont d'Ayer *Lit du Lez, rive droite, quelques centimètres au-dessus du niveau de l'eau*	*Pas d'analyse granulométrique réalisée sur cet échantillon* C (Zinc) : 1950 ; C (Plomb) : 558	

Figure 114 : Prélèvements de sédiments, autres que ceux du barrage de Bonac, retenus pour l'étude de la plaine alluviale du Lez et caractérisation des matériaux

À l'exception du prélèvement P383 (présentant des concentrations en plomb et en zinc respectivement de 57 mg/kg et de 547 mg/kg), les autres échantillons sont caractérisés par **des concentrations élevées en plomb et en zinc ; allant respectivement de 520 mg/kg à 663 mg/kg, et de 1 750 mg/kg à 1 950 mg/kg**.

En complément de cette observation, on notera qu'il existe une corrélation linéaire entre les concentrations en plomb et en zinc des 8 échantillons prélevés (ceux de la retenue de Bonac y compris) *(Figure 115, avec un coefficient de corrélation de 0,97)*.

Ceci met en évidence une signature homogène pour les sédiments de la plaine alluviale avec un rapport plomb/zinc de à 0,39.

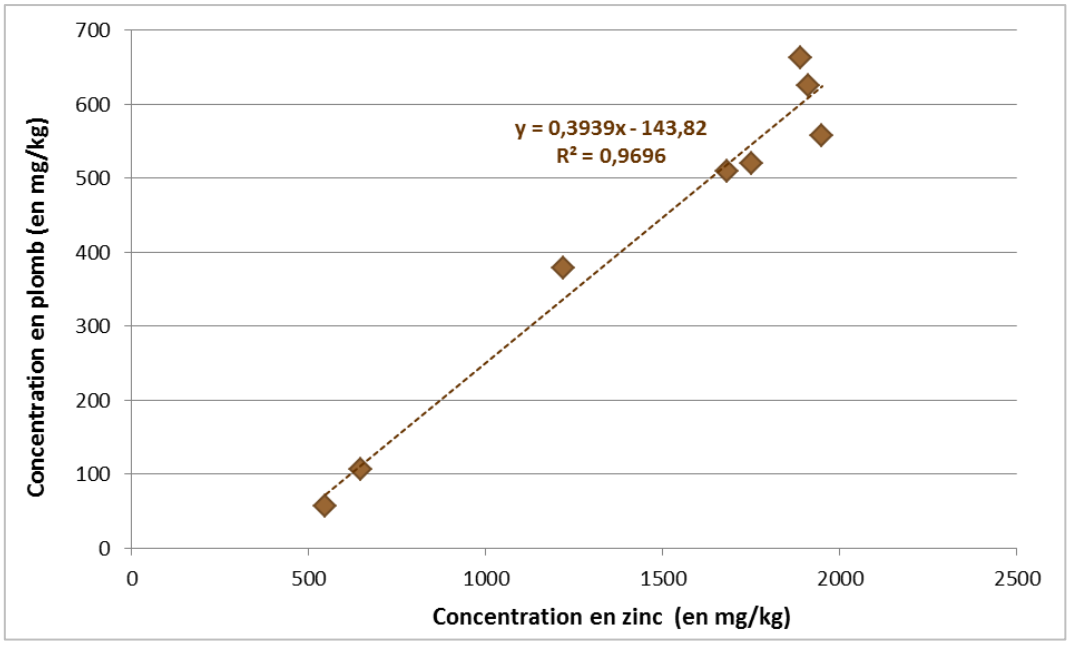


Figure 115 : Corrélation des concentrations en plomb et en zinc (en mg/kg) dans les prélèvements de sédiments retenus pour l'étude de la plaine alluviale

7.2 Contamination de la plaine alluviale du Lez

7.2.1 Relargage massif de résidus miniers dans le Lez dans le passé

7.2.1.1 Lorsque la mine était en activité

Nombre d'archives minières consultées témoignent de déversements volontaires ou involontaires (par l'érosion des dépôts stockés en bordure du Lez) au sortir de l'usine d'Eylie par les exploitants successifs. Ce paragraphe reprend certains faits alors décrits.

1855-1890 : DE LA PREMIERE LAVERIE AUX DIFFICULTES DE STOCKAGE DES RESIDUS MINIERS

Une première installation de traitement gravimétrique à Eylie a été autorisée par Arrêté le 3 octobre 1853 [SEN-AD-05]. Le **26 août 1855**, un rapport de l'Ingénieur des Mines[77] émet un avis favorable pour le perfectionnement de cette laverie. Selon ce document, les résidus issus des différentes étapes de concentration finissent dans une série de bassins contigus destinés à épurer les eaux avant restitution dans le Lez. Selon l'Ingénieur des Mines : *« […] les résidus qui retournent à la rivière sont très peu abondants car les caisses sont vidées de temps en temps […], il ne sort donc pas de l'usine plus de 2 ou 3 tonnes de roches pulvérisée par jour. Malgré le peu d'abondance d'eau, il est impossible de remarquer à quelques mètres la partie salie. Si l'on compare l'importance de ces résidus versés dans la rivière à l'importance des débris de nature identique qu'elle charrie à la moindre pluie, on sera convaincu que l'établissement du Bocard ne peut donner lieu à aucune difficulté sous ce rapport »*.

Cette installation sera autorisée par arrêté du 12 novembre 1855 [SEN-AD-06]. **Ce qui signifie que durant les premières années de fonctionnement de la laverie, les résidus miniers étaient déversés dans le Lez.** Et bien qu'ils ne soient pas indiqué à quel endroit les « *caisses sont vidées* », il est probable que la majorité des matériaux résiduaires aient été évacués dans le cours d'eau.

Le **13 octobre 1867**, l'ingénieur des Mines signale dans un rapport [SEN-AD-10] que : *« Divers habitants de la commune et M. Le Maire de Sentein demandent qu'il soit pris, par le pétitionnaire, des mesures pour que les eaux affectées au lavage du minerai soient suffisamment épurées pour pouvoir servir sans inconvénient à l'usage des habitants et à l'irrigation des prairies ».* L'ingénieur des Mines estime cependant que les recommandations qu'il a proposées en novembre 1865 sont suffisantes.

Le **9 octobre 1883**, l'ingénieur ordinaire explique dans un rapport [SEN-AD-35] que : *« Dans une pétition en date du 23 octobre 1882, les sieurs Foch et consorts, propriétaires de papeteries sur la rivière du Lez et du Salat, se plaignaient de ce que les eaux de ces deux rivières devenaient troubles par temps de crue et étaient ainsi impropres à la fabrication du papier »*. **Cette information atteste donc qu'en 1883, les eaux étaient chargées de matériaux résiduaires jusqu'à Saint-Girons (à la confluence entre le Lez et le Salat), c'est-à-dire à environ 30 km (en linéaire de cours d'eau) de la laverie d'Eylie.**

[77] *Rapport de l'ingénieur des mines soussigné à monsieur le Préfet de l'Ariège sur la demande formulée par le Sieur Francfort, Directeur des mines de Sentein et Saint Lary, à l'effet d'obtenir l'autorisation d'établir un bocard pour le traitement mécanique des minerais de plomb et zinc [SEN-AD-04, cf. DVD 1].*

Le **1er août 1889**, l'Ingénieur des mines émet un avis favorable pour le stockage des résidus miniers sur des parcelles de prairies en rive droit du Lez (cf. là où se trouve globalement le dépôt de résidus *« Amont laverie Nord »*) [SEN-AD-68]. En effet, selon lui : *« Les sables stériles produits par le lavage des minerais encombrent tous les alentours du bocard aussi bien en amont qu'en aval […]. Le jardin attenant à la maison d'habitation a été comblé de sable et celui-ci est à peine distant de quelques mètres des fenêtres de la salle à manger. Les tas ont atteint pourtant la plus grande hauteur possible et depuis quelques temps déjà, on ne peut y déposer le sable qu'à grand renfort de chevaux ; mais la dernière limite est maintenant atteinte et l'exploitation doit songer à se procurer de nouveaux terrains dans cette étroite vallée ».*

Ces observations sont corroborées par les plans d'époques *(cf. paragraphe 3.6.2.4, relatif à l'historique minier sur cette période)* et une carte postale mettant en évidence l'envahissement du site par les résidus et trois principales aires de stockages des résidus *(Figure 61)*.

Tel que présenté dans *le paragraphe 3.6.3.6 relatif à l'état actuel du site d'Eylie*, des traces de ces dépôts ont été retrouvés. **Ces dépôts représenteraient un volume d'au moins 50 000 m^3 et l'hypothèse la plus probable est que leurs matériaux aient été déversés dans le Lez.**

Dans ce document, l'Ingénieur des Mines ajoute que : *« [Les nouveaux terrains] qui sont le plus naturellement désignés pour les futurs dépôts sont ceux situés au-delà du ruisseau de Rouge : le bocard ne saurait mieux être assimilé qu'à une source de sable, **source dont le produit tend toujours à se déverser dans le même sens que les eaux de la vallée**. On a vu, par l'instruction de la précédente demande d'Edwards, en date du 10 avril 1889, que ces terrains sont extérieurs à la concession et que les propriétaires se refusent à les vendre ; mais il est pour moi hors de doute que les mines de Sentein devront faire en sorte de s'en assurer la jouissance dans un avenir restreint si leur exploitation se continue ».*

Ces éléments attestent d'une part que les parcelles situées au nord de la laverie en rive gauche du Lez et en rive gauche du Rouge ont été ciblées pour faire l'objet de stockage de résidus. GEODERIS n'a pas trouvé d'éléments attestant que cela a bien été le cas. **D'autre part, que les déversements volontaires ou involontaires sont donc acceptés par l'administration en 1889**.

Il est probable que les dépôts entreposés en rive droite au nord du site d'Eylie aient indirectement impactés les sols d'Eylie-d'en-Bas (par envol de poussières ou par débordement de l'autre côté du ruisseau de Rouge). Ceci conforterait d'ailleurs les concentrations élevées en plomb et en zinc mesurées au droit des parcelles situées dans le prolongement de ces anciens dépôts *(Tableau 65)*.

Référence Unique	Référence complète	N° Scénario retenu	C (Plomb) en mg/kg	C (Zinc) en mg/kg
Pelouses de parcelles ornementales				
P448	**SE-14-EILE-SOL-108-0-3**	22	**1060**	**3370**
P457	**SE-14-EILE-SOL-126-0-3**	23	**1460**	**3820**
P458	**SE-14-EILE-SOL-127-0-3**	23	**1160**	**3040**
Jardins potagers				
P144	**SE-13-EILS-SOL-14-0-30**	24	866	2380
P456	**SE-14-EILE-SOL-125-0-30**	23	931	2620
P459	**SE-14-EILE-SOL-128-0-30**	22	510	1850

Tableau 65 : Résultats analytiques des prélèvements réalisés dans le prolongement nord des anciens dépôts à Eylie-d'en-Bas

À l'issue des demandes réalisées par l'exploitant et l'Ingénieur des Mines en 1889, un nouveau site de stockage de résidus est autorisé par Arrêté le 16 août de la même année [SEN-AD-64] tel que présenté sur la *Figure 116*.

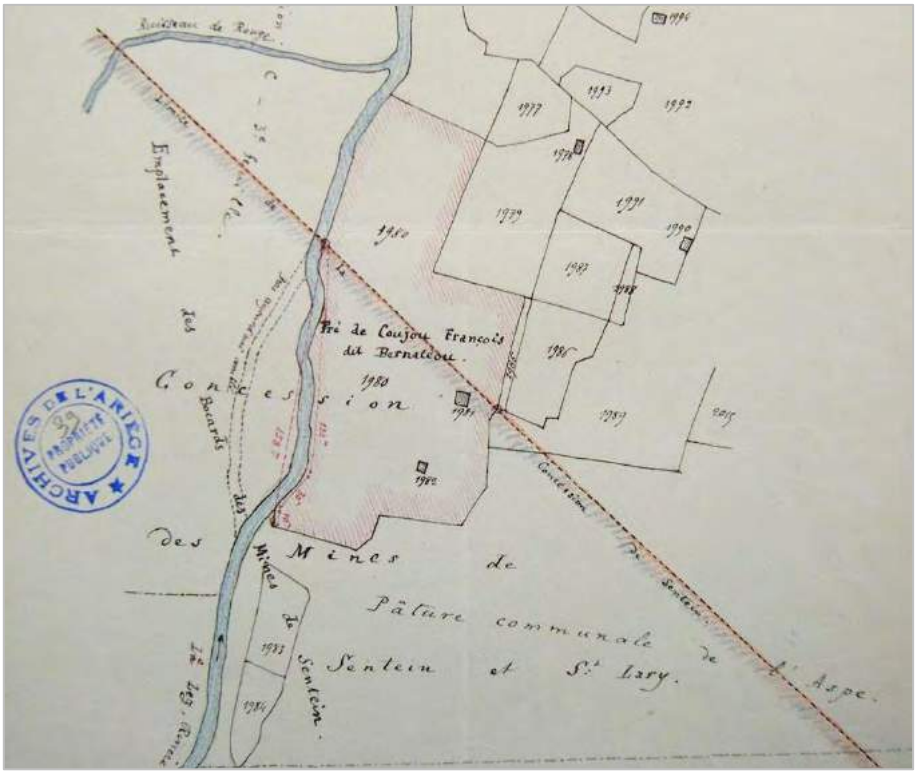


Figure 116 : Extrait du plan cadastral de Sentein mettant en évidence la parcelle sur laquelle J. Edwards est autorisé à stocker les résidus miniers (Archives départementales de l'Ariège, [SEN-AD-65])

1924 : INTERDICTION DU DEVERSEMENT EN RIVIERE POUR LA SAUVEGARDE DE LA FAUNE PISCICOLE

Le **9 mars 1924**, un extrait du registre de délibérations de la mairie de Bonac fait état d'une contamination importante des eaux du Lez [SEN-AD-30] : *« À plusieurs reprises et surtout en janvier dernier, des truites mortes allant à la dérive ont été vues dans le Lez. En outre les pêcheurs sont unanimes à affirmer qu'on ne voit plus dans cette rivière autant de poissons que les années précédentes. Il apparaît donc que les eaux du Lez sont devenues défavorables à la truite et cet état de choses semble dû à des déversements nocifs qui auraient été faits en leur sein. Cette situation intolérable doit prendre fin car elle menace de destruction totale le poisson […] et que la pollution des eaux peut porter atteinte au bétail qui s'y abreuve, voire même à la santé des habitants riverains ».*

Tenant compte de cette alerte, une enquête est réalisée dans le cadre de la Police des Eaux. Le rapport associé, datant du **28 avril 1924** [SEN-AD-31] détaille le fonctionnement de la laverie des eaux résiduaires. En effet, « *les seules usines qui déversent des résidus industriels dans la rivière du Lez ou ses affluents, en amont du village de Bonac, sont celles de la Société des mines de Sentein* ».

L'ingénieur subdivisionnaire y distingue deux types de rejets :

- les eaux qui *« ont entraîné la gangue pulvérisée après la séparation », « contenant une forte proportion de matières solides [qui] sont aspirées à leur sortie des caisses où se fait un mélange chimique et refoulées en dehors sur un champ d'épandage situé sur la rive droite du Lez, immédiatement en amont de l'usine »*. Il ajoute que : « *Là, les sables se déposent. L'eau est recueilli en un point bas et s'écoule par des goulottes en bois jusqu'à* ***un premier bassin de décantation*** *» ;*
- les eaux qui *« ont entraîné le minerai jusqu'aux tables de séparation » « contenant une faible proportion de matières solides [et qui] vont directement au même bassin situé près des bâtiments de l'usine ».*

À l'issue du stockage de toutes ces eaux boueuses au sein d'un premier bassin, *« toutes les eaux résiduaires réunies en ce point passent dans un autre bassin situé à proximité du premier, puis s'écoulent, toujours par des goulottes en bois, vers deux grands bassins de décantation échelonnés sur la rive droite du Lez. Finalement, les eaux sont évacuées dans la rivière ».*

Le volume d'eaux déversées est d'environ 2 l/s, alors que le débit d'étiage du Lez est de 300 l/s soit un degré de dilution relativement faible (1/150). *« Les eaux déversées sont froides et inodores ;* ***elles sont légèrement grises*** *»*.

Des prélèvements des eaux déversées ont été analysés à l'issue de cette visite. Les conclusions du laboratoire bilan sont [SE-AD-32b] : *« Les eaux résiduaires provenant des bassins sont troubles, légèrement alcalines, elles possèdent une odeur empyrenmatique assez accentuée. En raison de leur degré de dilution après déversement dans la rivière, les faibles proportions de carbonate de soude et de créosote ne peuvent constituer un danger pour la salubrité publique. En revanche, elles peuvent nuire à la conservation du poisson.* ***Il y a lieu d'interdire le déversement dans la rivière*** *».*

GEODERIS n'a pas identifié de document administratif instituant cette recommandation d'interdire.

1943-1944 : FIN DES DEVERSEMENTS EN RIVIERE ET MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS DE FILTRATION

Le **19 juillet 1943** un riverain de la commune de Castillon témoigne une nouvelle fois d'une contamination des eaux du Lez [SEN-AD-41b] : *« Depuis des semaines, notre rivière du Lez est continuellement polluée par les laveries du Bocard ; si en temps normal la chose est gênante, elle devient catastrophique actuellement. En effet la terrible sécheresse tari toutes les sources. Nombreuses sont les familles qui boivent l'eau du Lez : actuellement même filtrée elle reste trouble et donne des coliques. L'irrigation qui cette année aussi peut sauver bien des prairies, devient impossible : une épaisse couche de vase se dépose sur l'herbe que les animaux refusent de manger. Pour le bétail, la même chose se produit : difficultés de boire et coliques »*.

Le **28 août 1943**, le médecin inspecteur de la santé adresse à M. le Préfet de l'Ariège un courrier présentant ses observations après s'être rendu sur place [SEN-AD-42] : *« Il résulte bien que les eaux du Lez sont polluées par l'Union Minière des Pyrénées installée au Bocard, qui déverse dans la susdite rivière, sans interposition de filtres ou de bassins de décantation, la gangue du minerai qu'elle traite »*.

L'Ingénieur subdivisionnaire indique dans un rapport du 1er octobre 1943 [SEN-AD-43] : *« Ce courant d'eaux [nécessaire au traitement du minerai] […] est, à l'issue de ces diverses opérations, **directement rejeté dans la rivière le Lez**. Il entraîne, outre le résidu sableux provenant de la gangue des minerais, diverses matières chimiques qui sont incorporées à l'eau pour la séparation des minerais […] Nous avons vu que le débit ainsi déversé dans la rivière du Lez atteignait […] environ 2 litres par seconde. D'autre part, il a lieu d'évaluer le débit d'étiage de la rivière le Lez au droit du déversement : [qui] […] peut être évalué 118 litres par seconde. Cette dilution est donc relativement [faible] et la turbidité des eaux du Lez est apparente jusqu'à Saint-Girons en période de basses-eaux ».*

S'ensuit un Arrêté préfectoral en date du **15 octobre 1943** [SEN-AD-45] demandant à l'exploitant d'installer un dispositif de filtration pour empêcher le déversement des matériaux résiduaires. Le dispositif demandé ne sera opérationnel qu'un an plus tard, le 15 juin 1944 [SEN-AD-52].

Les photographies aériennes de 1942 attestent que l'ensemble de la vallée du Lez a effectivement été impactée par le déversement de résidus miniers et que ces matériaux se sont déposés sur les berges de la plaine alluviale, au droit des zones à « faible régime » et en particulier dans les zones inondables les plus proches du lit majeur du Lez. Les sites d'Eylie et de Moulin sont particulièrement concernés (*Figure 117*).

Bien que des mesures aient été prises par l'UMP en 1944, une personne ayant travaillé provisoirement à l'usine d'Eylie dans les années 50 a témoigné à GEODERIS en juin 2014 que des déversements en rivière pouvaient avoir lieu lorsque la pompe d'alimentation des aires de stockages de résidus était défaillante.

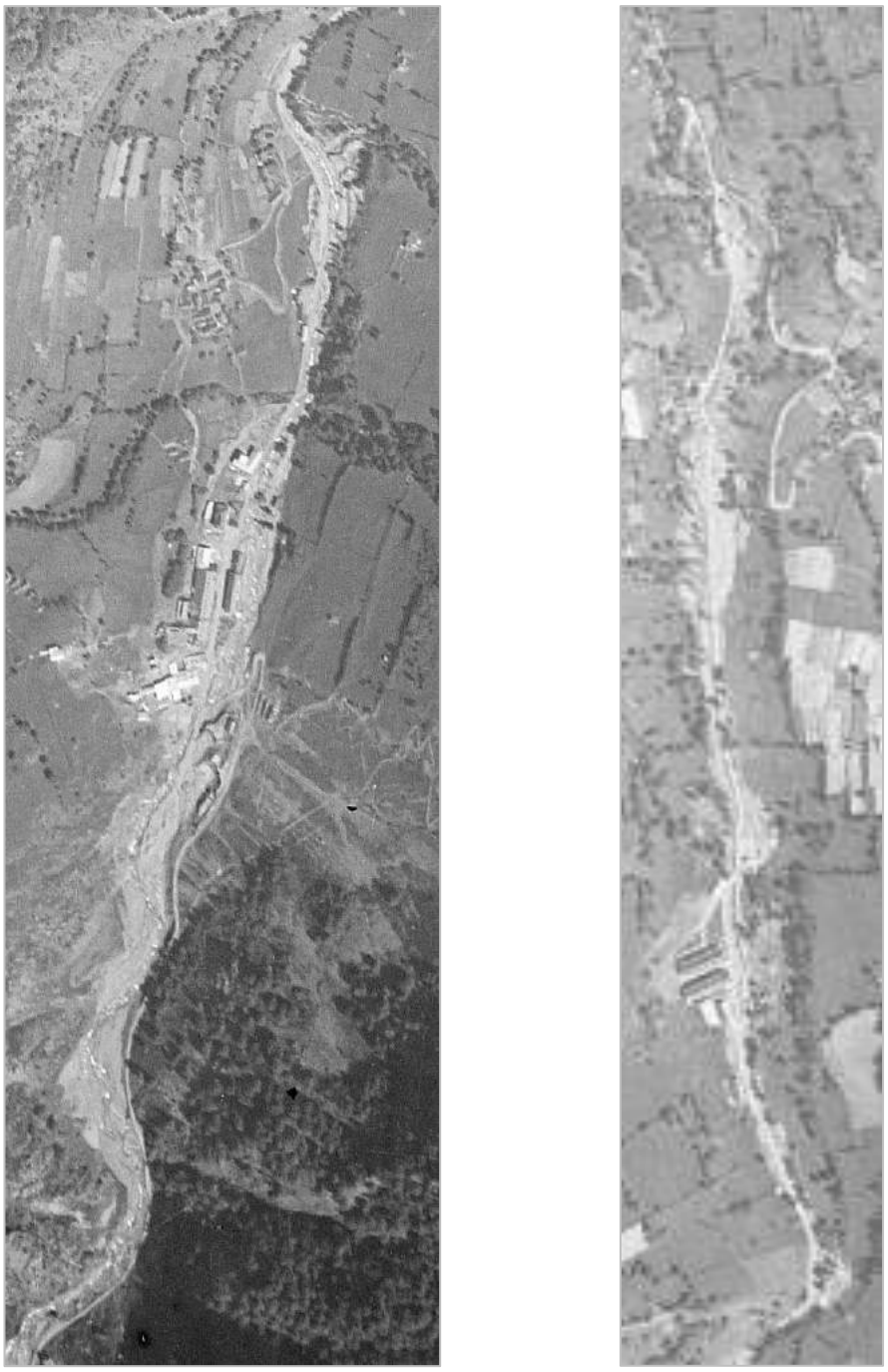
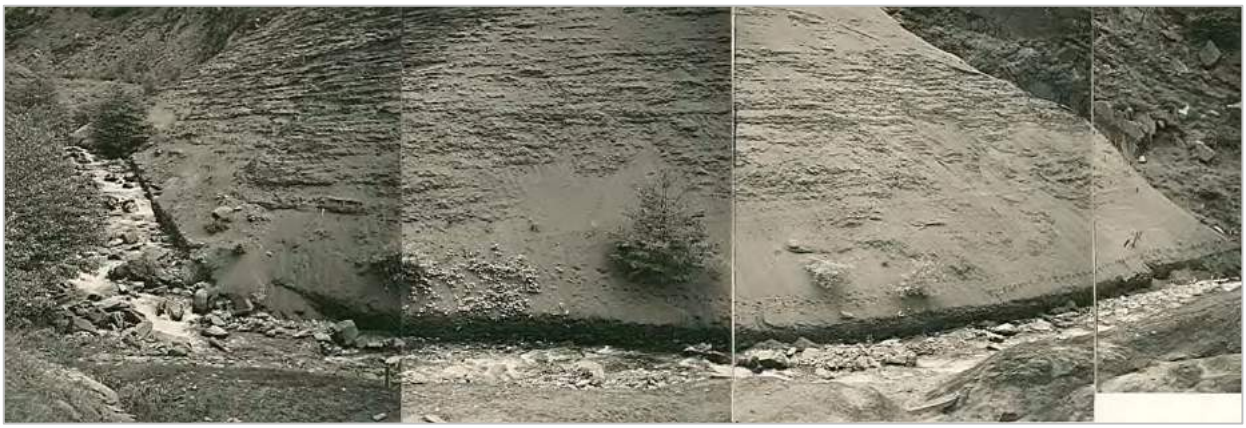


Figure 117 : Vues aériennes de 1942 (de l'amont du Bocard d'Eylie au hameau d'Eylie-d'en-Bas, à gauche) et de l'usine hydroélectrique au hameau de Moulin-d'en-Bas, à droite) (© Géoportail, IGN)

7.2.1.2 Après la fermeture de la mine

Après l'arrêt des activités minières, les aires de stockage de résidus ont été soumises à l'action des eaux de ruissellement et à des processus d'affouillement par le Lez, en l'absence de dispositif de confortement et de protection adapté, comme le montre des photographies d'époque, datant (supposément) de 1958. À cette époque, la base des dépôts se prolongeait directement dans le Lez, sans mur de confinement ou gabion *(Figure 118)*.



« Vue générale du terril rive gauche » **(dépôt « *Amont aval laverie Sud* », n°232)**



« Terril sud, extrémité aval »
(dépôt *« Amont laverie Nord »,* n°233)



« Terril sud, vue d'aval »
(dépôt n°233)

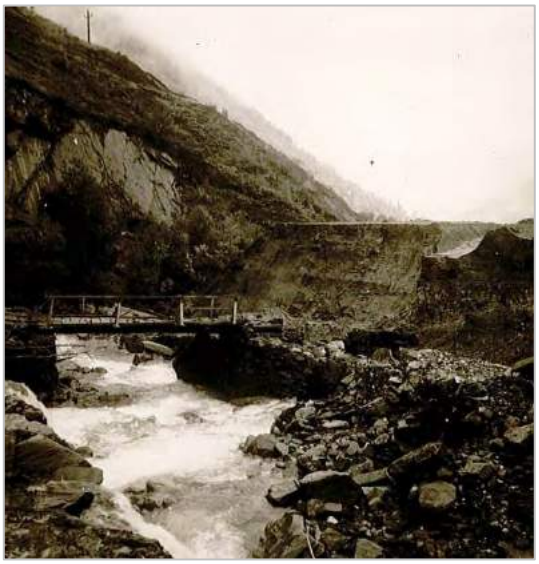


« Le Lez entre les deux terrils, vue d'amont »
(entre les dépôts n°232 et n°233)

Figure 118 : Dépôts de résidus miniers « Amont laverie Nord et Sud » (n°232 et n°233) vers 1958 (Archives DREAL Midi-Pyrénées, [SEN-D-53])

Le **19 septembre 1963**, l'Ingénieur subdivisionnaire effectue une visite du site d'Eylie pour constater les « *dégâts causés par une importante crue du Lez survenue dans le nuit du 13 au 14 septembre à la suite de pluies diluviennes* » [SEN-D-60]. Il constate notamment les dégâts suivants : de nombreux endommagements de la route qui mène de Sentein à Eylie et « *un affouillement des berges rive gauche entraînant l'eau jusqu'au contact du mur d'un bâtiment de la mine (cantine)* ».

Les dégâts les plus importants concernent les dépôts de résidus *« Amont laverie Nord et Sud » (Figure 119)*. L'Ingénieur subdivisionnaire déclare en effet : *« les dépôts de stériles situés en amont du Bocard ont été gravement bouleversés par la crue.* ***L'extrémité amont du dépôt rive gauche a été enlevée ainsi que la totalité des gabions qui la protégeaient*** *[non visibles en 1958].* ***Le dépôt de la rive droite a été enlevé sur près de la moitié****, le lit du Lez reprenant son ancien cours. Là non plus, il ne reste aucune trace des gabions de protection [non visibles en 1958]. Il semble cependant que maintenant les parties les plus vulnérables des dépôts aient disparues et qu'il a peu à craindre pour l'avenir si l'on excepte quelques éboulements qui pourraient se produire dans les parties où le nouveau talus est trop abrupt. Il est difficile d'évaluer le tonnage ainsi enlevé.* ***On peut l'estimer au tiers de la masse totale des deux dépôts soit entre 50 000 et 80 000 tonnes*** *»* [SEN-D-60].



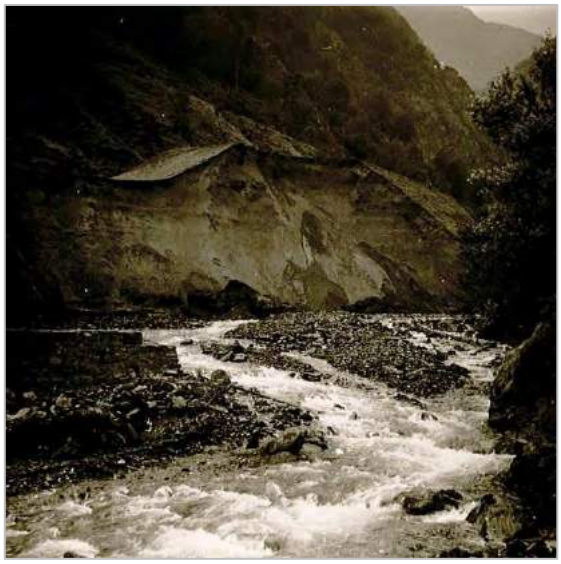
« Dépôt de stériles rive droite de l'amont (passage du Lez entre les deux dépôts) au premier plan, emplacement des gabions détruits »
Dépôt *« Amont laverie Nord »*, n°233, partie sud



Extrémité amont du dépôt rive gauche, au-delà du torrent, emplacement des gabions détruits
Dépôt *« Amont laverie Sud »*, n°232



« Affouillements et route ravinée à l'aval des dépôts de stériles actuels »
Route menant au Bocard (vue vers le sud) et dépôt *« Aval laverie Nord »*, n°235



« Vue d'ensemble, dépôt de stériles rive droite vu depuis la rive gauche aval »
Dépôt « *Amont laverie Nord »*, n°233, partie nord

Figure 119 : Dégâts occasionnés, en particulier aux dépôts « Amont laverie Nord et Sud » suite à la crue de septembre 1963 (Archives DREAL Midi-Pyrénées, [SEN-D-60])

Lorsque que MICA Environnement intervient **en 2003** pour la mise en sécurité des dépôts de résidus miniers à la demande de la DREAL Midi-Pyrénées, il réalise un état des lieux préalable de ces ouvrages (MICA Environnement, 2003)[78]. Il constate que les quatre dépôts sont affouillés par le Lez et que toutes les structures de protection des dépôts de type gabions ont disparus. Les dépôts *« Aval laverie Nord et Sud »* ont quant à eux été « épargnés » même s'ils sont soumis à un affouillement en base. Les dépôts *« Amont laverie Nord et Sud »* présentent d'importantes zones d'arrachements, des ravines et présentent des talus sub-verticaux *(Figure 120)*.

On constatera ici, par comparaison des prises de vues de 1963, que ces deux derniers dépôts ont subis une diminution importante de leur volume, vraisemblablement dus à d'autres épisodes de crues entre 1963 et 2003.







Dépôt *« Amont laverie Nord »*, en rive droite (n°233)



Dépôt *« Amont laverie Sud »*, en rive gauche (n°232)



Dépôts *« Aval laverie Nord et Sud »*, en rive droite (n°235 et n°234)

Figure 120 : Etat des dépôts de résidus miniers sur le site d'Eylie en 2003 (MICA Environnement, 2003)

[78] Archives DREAL Midi-Pyrénées, [SEN-D-88a]

7.2.1.3 Estimation du volume de résidus miniers déversés dans le Lez entre 1855 et 2004

L'ensemble des éléments précédemment présentés attestent que des déversements en rivière volontaires (comme en 1855, en 1943, en 1951) ou involontaires ont été réalisées durant les 100 ans d'activité de l'usine d'Eylie. **Les eaux du Lez pouvaient être chargées de résidus miniers jusqu'à Saint-Girons** (*à environ 30 km de l'usine, en linéaire de cours d'eau*) d'après un témoignage de 1883 ou **à Castillon-en-Couserans** (*à environ 16 km de l'usine, en linéaire de cours d'eau*), d'après un témoignage de 1924.

GEODERIS a tenté d'évaluer les volumes de résidus miniers générés par l'usine mais les informations concernant la quantité de minerai traité et la quantité de résidus générés étaient très incomplètes. Seules des informations ponctuelles permettent de rendre compte de volumes importants de résidus stockés à Eylie qui ne sont plus visibles aujourd'hui, comme les importantes quantités de « sables » de 1890 et en particulier les dépôts n°236, n°237 et n°238 qui représentaient vraisemblablement plus de **50 000 m^3 de matériaux résiduaires qui auraient été déversé dans le Lez**.

En effet, les 215 000 m^3 de résidus miniers stockés dans les quatre dépôts *« Amont laverie Nord et Sud »* et *« Aval laverie Nord et Sud »* ne correspondent vraisemblablement qu'aux dernières années de fonctionnement de la laverie. Les 124 000 m^3 de résidus associés à ces deux derniers dépôts ont été mis en place entre 1950 et 1953, d'après le témoignage de résidents de Sentein et les photos aériennes d'époque.

À ces déversements s'ajoutent l'érosion des principaux dépôts de résidus de laverie et en particulier des dépôts *« Amont laverie Nord et Sud »* qui ont été fortement érodés suite à la crue de 1963 mais aussi entre 1963 et 2003, comme on peut le constater suite à l'état des lieux réalisé par MICA Environnement. D'après la comparaison des photos d'époque et les témoignages associés, GEODERIS évalue à **150 000 tonnes le volume de résidus miniers retirés à ces aires de stockages** à la faveur des crues entre la fin de l'activité minière et la mise en sécurité par MICA Environnement en 2004 (soit un volume d'environ 80 000 m^3 si l'on considère une densité des matériaux de 1,9[79]).

GEODERIS attire l'attention sur le fait que la crue de 1963 n'est pas la crue la plus importante. Deux crues majeures ont eu lieu en 1875 et en 1937 *(cf. historique des crues en paragraphe 2.7.2)*. Au regard des conséquences de la crue de 1963, il est très vraisemblable que ces crues aient provoqué d'importants dégâts sur les aires de stockage de résidus miniers présents sur le site d'Eylie à ces époques.

De plus, un autre apport en matériaux résiduaires mais difficilement chiffrable est la contribution des sites miniers situés en amont du bassin versant du Lez ; en particulier :

- le dépôt de résidus de la laverie souterraine de Narbonne et les dépôts de stériles de la galerie Narbonne et du travers-banc Saint-Jean, tous trois soumis à une décharge de matériaux importante, étant donné qu'ils ont été simplement déversés dans le talweg formé par le ruisseau de Coume Longue ;
- les résidus de décantation de l'installation de Tartereau qui a fonctionné entre 1865 et 1867 et dont les dépôts actuels forment une structure conique qui s'étend vers le ruisseau de Tartereau, affluent du Lez ;
- les résidus de la laverie de la Plagne qui traitait les minerais issus des mines aranaises.

[79] Les résidus miniers stockés actuellement à Eylie auraient une masse volumique moyenne de 1900 kg/m^3 (MICA Environnement, 2003).

Tenant compte de l'ensemble de ces éléments, GEODERIS estime que plus de 200 000 m^3 de matériaux résiduaires ont été transportés par le Lez entre 1855 et 2004

Pour corroborer cette hypothèse, on pourra s'appuyer sur le volume total de minerai traité à Eylie. « *Depuis l'origine, il aurait été extrait 125 000 tonnes de métal à Sentein soit une extraction d'un million de tonnes de minerai* » (SGR Midi-Pyrénées, 1994). Le minerai ayant été traité dès le début des travaux d'exploitation, c'est-à-dire dès 1855, on peut estimer qu'environ 800 000 tonnes de résidus miniers ont été produits à Eylie (soit un volume d'environ 400 000 m^3 tenant compte de la densité susmentionnée). Etant donné qu'il persiste actuellement sur site environ 200 000 m^3 de résidus miniers à Eylie, on retrouve cet ordre de grandeur.

En termes d'échelle, si ce volume de 200 000 m^3 s'était uniquement déposé sur les berges du Lez et n'avait pas été entraîné en aval hydraulique dans le flux de la rivière, la plaine alluviale du Lez aurait été recouverte sur 20 m de part et d'autre du cours d'eau, sur une distance de 10 km et sur une épaisseur de 50 cm.

7.2.2 Relargage modéré de résidus miniers dans le Lez actuellement

7.2.2.1 Qualité physico-chimique des eaux de surface et des sédiments

Il est indéniable que la mise en sécurité des quatre dépôts miniers d'Eylie a eu un effet bénéfique sur la stabilité des dépôts et la réduction drastique des décharges de matériaux résiduaires, en particulier pour les deux dépôts *« Amont laverie Nord et Sud »*.

L'étude des évolutions en métaux et métalloïdes dans les eaux de surface et les sédiments (*cf. paragraphe 7.1.2*) met en évidence que les eaux de surface sont globalement peu impactées par les sources de pollution (dont celles du site d'Eylie). Les sédiments, par contre, présentent un marquage métallique, en particulier les sédiments « grossiers » (dont la fraction granulométrique majoritaire est comprise entre 0,2 mm et 2 mm). **GEODERIS émet l'hypothèse que les sédiments contiennent une fraction de résidus miniers, déchargés régulièrement et en petites quantités depuis les dépôts miniers persistants et en particulier les quatre dépôts de résidus miniers d'Eylie.**

7.2.2.2 Caractéristiques minéralogiques et géochimiques des dépôts de résidus miniers d'Eylie (BRUNEL, 2005)

Durant ces travaux de thèse en 2005, C. BRUNEL a notamment réalisé une caractérisation détaillée des dépôts de résidus miniers d'Eylie et en particulier des dépôts *« Amont laverie Nord »* et *« Aval laverie Nord ».*

STRATIGRAPHIE DES DEPOTS

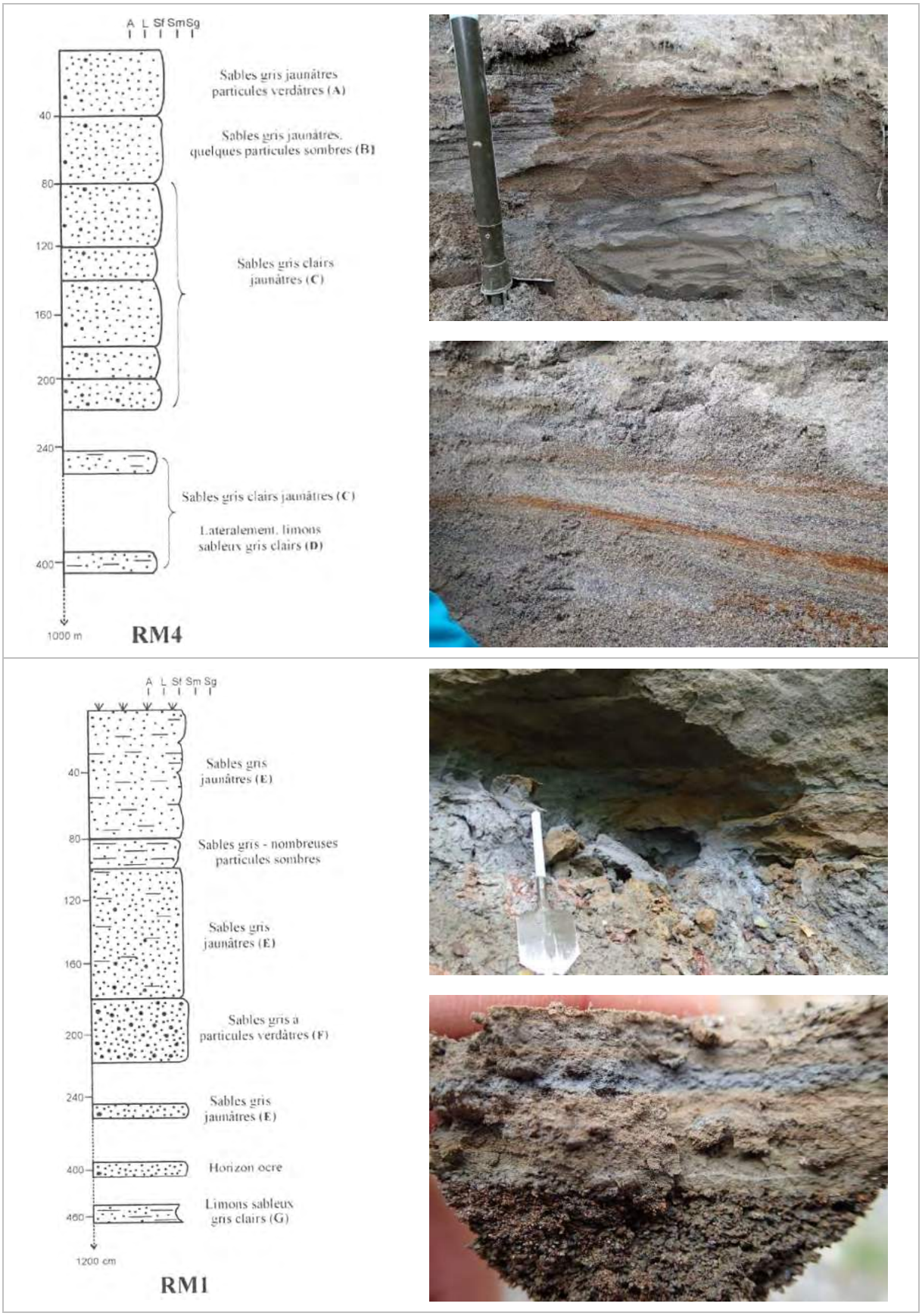
Les résidus miniers, non consolidés présentent une texture majoritairement limono-sableuse, caractéristique des procédés de flottation et d'hydrogravimétrie. Des lits de limono-sableux millimétriques à centimétriques alternent avec des lits sableux fins d'épaisseur comparable, de couleur ocre à grise *(Figure 121)*. On notera la présence de passées oxydées riches en oxy-hydroxydes de fer *(cf. 2ème photo en partant du haut, Figure 121)*.

CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES DES RESIDUS

Les phases minéralogiques primaires sont des sulfures : pyrrhotite, pyrite, sphalérite et galène ainsi que des carbonates : tels que la smithsonite (carbonate de zinc) et la cérusite (carbonate de plomb). Les phases minéralogiques secondaires sont des oxy-hydroxydes de fer et des carbonates, caractéristiques des conditions neutres et oxydantes.

Le zinc est observé dans plusieurs familles de minéraux : sulfures (sphalérite), carbonates (smithsonite), oxydes de fer et silicates (willémite). Le plomb a essentiellement été identifié sous forme de carbonates (cérusite) et, dans une moindre mesure, dans les oxydes de fer.

Des extractions séquentielles ont permis de préciser la répartition des métaux dans les différentes phases géochimiques. De façon générale, le zinc, le plomb et le cadmium sont très peu associés à la fraction soluble à l'eau ou échangeable. **La majorité des métaux se trouve dans la fraction acido-soluble (carbonates majoritairement)**.
Le plomb se répartit donc de la façon suivante : 85% dans la fraction acido-soluble (carbonates majoritairement), 10% dans la fraction « sulfures » et 5% dans la fraction réductible (principalement des oxy-hydroxydes de fer et de manganèse).
Le zinc se répartit comme suit : 45% dans la fraction acido-soluble, 35% dans la fraction « sulfures » et 20% dans la fraction réductible.



*Légende : * A : argiles, L : limons, Sf : sables fins, Sm : sables moyens, Sg : sables grossiers*
*** RM4 = Dépôt « Amont laverie Nord » ; RM1 = Dépôt « Aval laverie Nord »*

Figure 121 : Stratigraphies des dépôts « Amont laverie Nord » et « Aval laverie Nord » (BRUNEL, 2005) [Photographies : GEODERIS, août 2013]

DYNAMIQUE DES METAUX AU SEIN DES RESIDUS MINIERS

Des essais d'altération expérimentale d'échantillons de résidus miniers ont été réalisés par C. BRUNEL en 2005 et ont permis de mettre en évidence le comportement des métaux au sein des résidus miniers des deux dépôts étudiés. Les sulfures s'oxydent et libèrent en solution des sulfates et des métaux. Parce que les résidus sont riches en carbonates, l'acidité générée par l'oxydation des sulfures est consommée par la dissolution de la calcite, qui est le carbonate dominant.

Dans ces conditions neutres, des carbonates peuvent précipiter sous forme de phases secondaires (cérusite et smithsonite) et piéger ainsi le plomb, le zinc et le cadmium. Aussi, dans ce système, les eaux de drainage présentent des teneurs faibles en métaux, malgré l'abondance de ces derniers dans les dépôts (concentrations élevées mesurées en zinc, en plomb et en cadmium).

Si le plomb, le zinc et le cadmium sont tous trois piégés dans les phases solides, des différences de comportement peuvent toutefois être observées. Le plomb est principalement immobilisé sous forme de carbonates, le zinc et le cadmium se distribuent entre les phases carbonatées et réductibles (oxy-hydroxydes de fer principalement).

Il en résulte, qu'aux conditions physico-chimiques sur site, les résidus relarguent peu de métaux sous forme dissoute. Selon C. BRUNEL, parce que la capacité de neutralisation liée à la calcite excède largement l'acidité potentielle pouvant être générée par l'oxydation des sulfures, les processus actuels de rétention des métaux dans les dépôts sont pérennes.

Dans ce contexte, c'est principalement sous forme particulaire que la contamination métallique est transférée.

7.2.2.3 Cas particulier des vidanges du barrage de Bonac

Le 26 août 2013, lors de la première campagne de terrain, GEODERIS a été témoin des effets d'une vidange du barrage de Bonac. Le déclanchement d'une vidange consiste à « effacer » l'ouvrage de retenue et à libérer les eaux contenues dans la retenue. Comme décrit dans le *paragraphe 7.1.2.2*, le lit de la retenue de Bonac est recouvert par plusieurs dizaines de centimètres de sédiments de granulométrie faible, riches en plomb et en zinc.

Il en résulte donc une mise en suspension de ces matériaux qui rendent les eaux de la rivière le Lez turbides ainsi qu'une augmentation significative du niveau de l'eau d'environ 20 à 50 cm, d'après les observations de terrain réalisées à Lascoux le 26/08/2013 *(Figure 122)*.



Figure 122 : Rivière le Lez à Lascoux, avant (en haut) et après (en bas) la vidange du barrage de Bonac du 26/08/2013

À cette occasion, GEODERIS a réalisé un prélèvement d'eaux de surface depuis la bordure immédiate des berges. Ces eaux n'ont pas été filtrées, permettant de rendre compte de la qualité physico-chimique globale des eaux (matières en suspension y compris). [80] Le prélèvement d'eaux de surface dans le Lez réalisé le 26/08/2013 sur le site de Lascoux (1,5 km environ en aval du barrage de Bonac) a été comparé à un prélèvement réalisé dans le même cours d'eau, en amont de la retenue de Bonac et du barrage associé, le 21/08/2013, soit 5 jours avant la vidange *(Tableau 66)*.

[80] Un bécher a été rempli rapidement depuis la bordure des berges du Lez, permettant de réaliser un échantillonnage d'eaux brutes. La réalisation d'un échantillon filtré aurait requis de rester longtemps en bordure de cours d'eau (d'autant que les eaux étaient très turbides et que l'opération de filtration aurait été longue) ; ce qui était incompatible avec les conditions de sécurité à observer lors d'une vidange de barrage.

Référence unique	Paramètre	pH**	Cond. **	T**	MES	COT	SO4	DCO	DBO5	As	Cd	Fe	Pb	Zn
	Unité		µS/cm	°C	mg/l	mg C/l	mg SO4/l	mg O2/l	mg O2/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l
	Incertitude			5%	15%	10%	15%	15%	20%	20%	20%	20%	25%	
	LQ				2	0,5	5	30	3	0,2	0,2	0,01	0,5	5
Rivière le Lez, en amont de la retenue de Bonac (en aval de la confluence avec l'Irazein)														
P183	21/08/2013	7,83	170	9,1	8,9	0,5	8,36	<30	<3	0,87	<0.2	0,09	2,5	19,2
Rivière le Lez, au droit du site de Lascoux quelques minutes après la vidange du barrage de Bonac														
P188	26/08/2013	7,3	150	9,3	**760**	3,4	9,91	**93**	<3	7,03	8,45	**9,22**	**130**	**379**

Légende :

** Cond : conductivité ; T : température ; MES : matières en suspension ; COT : carbone organique total ; SO4 : sulfates ; DCO : demande chimique en oxygène[81] ; DBO5 : demande biochimique en oxygène[82] ; As : arsenic ; Cd : cadmium ; Fe : fer ; Pb : plomb ; Zn : zinc*

*** Paramètres physico-chimiques mesurés sur site*

	Augmentation très significative du paramètre (> 10 fois)
	Augmentation significative du paramètre

Tableau 66 : Résultats analytiques sur des prélèvements d'eaux de surface dans le Lez avant (P183) et juste après la vidange (P188)

Entre le prélèvement réalisé quelques minutes après la vidange (P183) et celui réalisé dans le Lez quelques jours avant cet évènement (P188), on constatera tout d'abord que la quantité de matières en suspension est presque 100 fois supérieure avec une valeur à **760 mg/l** pour ce dernier point, confortant ainsi les observations de terrain. À noter également une augmentation significative de la DCO et du COT, ce qui témoigne d'une augmentation de la charge organique.

Concernant les métaux et métalloïdes, la vidange s'est accompagnée d'une forte augmentation de la concentration en arsenic, en cadmium et en fer avec des concentrations respectives de 7 µg/l, de 8 µg/l et de 9 mg/l (tandis que l'échantillon de référence présentait des concentrations respectives de 0,9 µg/l, inférieure à 0,2 µg/l et de 0,09 mg/l).

Les augmentations les plus significatives sont observées pour le **plomb et le zinc** pour lesquelles les eaux du Lez ont présenté des concentrations respectives de **130 µg/l et de 379 µg/l** (tandis que l'échantillon de référence présentait des concentrations respectives de **2,5 µg/l et de 19 µg/l**).

Ces résultats attestent que la vidange du barrage de Bonac libère des sédiments chargés dans les eaux de surface en quantité importante. L'augmentation du niveau de l'eau amène nécessairement à déposer ces matériaux dans des zones où la vitesse d'écoulement est faible.

À noter que la vidange a un autre effet sur le comportement des sédiments. L'écoulement dynamique et turbulent résultant de la vidange, met en suspension les sédiments qui se trouvent dans des conditions d'oxygénation favorisée (contrairement à lorsqu'ils reposaient dans le fond de la retenue). Il en résulte nécessairement des réactions d'oxydation et de complexation pouvant amener à la mise en solution de certains éléments présents jusque-là dans la phase solide.

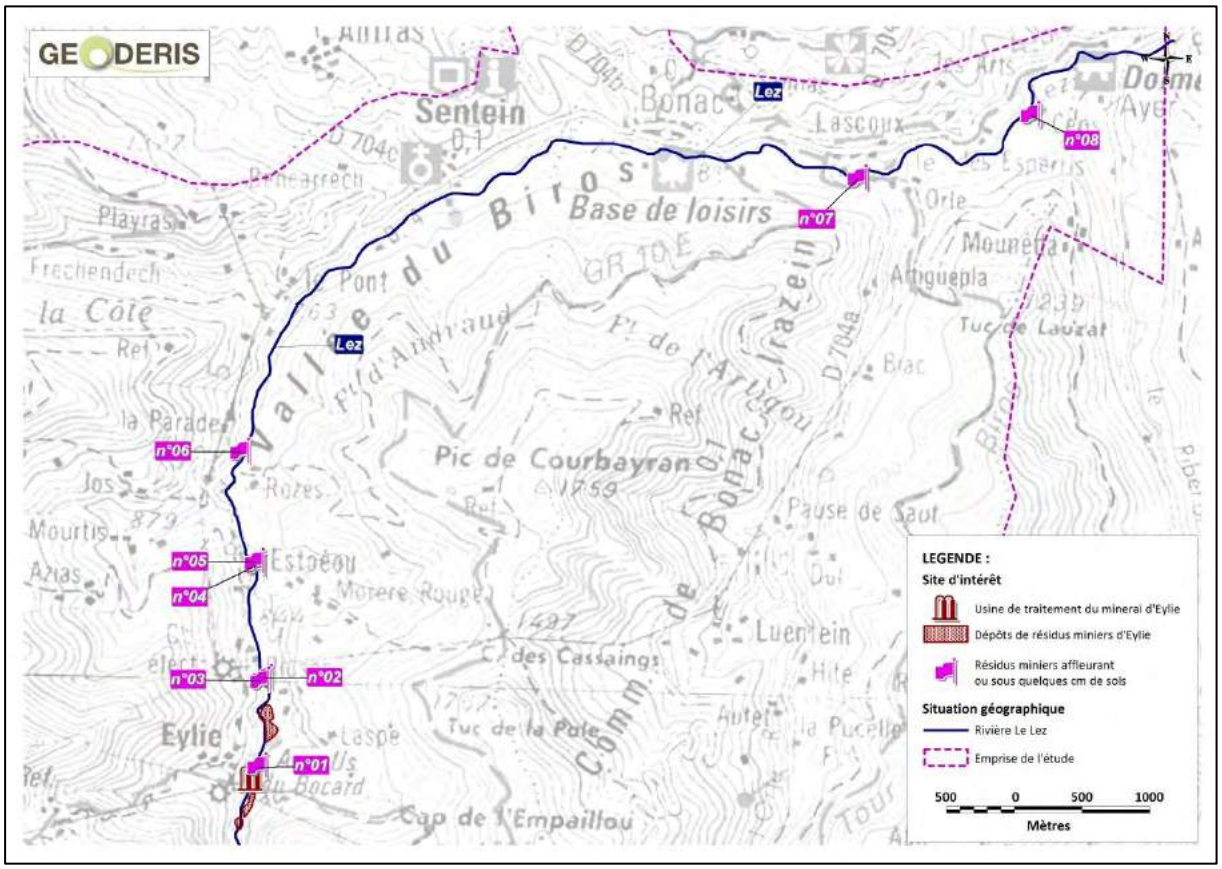
[81] DCO : quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières oxydables contenues dans l'eau.
[82] DBO5 : quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques (biodégradables) pendant 5 jours par voie biologique (par des bactéries). Ce paramètre permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

7.2.3 Persistance des matériaux résiduaires dans la plaine alluviale du Lez

7.2.3.1 Reconnaissance de résidus miniers en surface ou sous quelques centimètres de sols

Bien que de très importants volumes de résidus miniers aient été transportés par le Lez pendant 150 ans, le régime torrentiel du cours d'eau n'est pas favorable au stockage de ces matériaux sur les berges *(tel que constaté lors de l'étude des sédiments, cf. paragraphe 7.1.2.2)*.

Cependant, l'étude de la plaine alluviale (depuis Eylie jusqu'au Pont d'Ayer) a permis d'identifier plusieurs zones où des résidus miniers se sont déposés, soit affleurant, soit sous quelques centimètres de sols *(Figure 123)*.



Légende : les étiquettes sont placées de façon à indiquer si l'observation a été réalisée en rive gauche ou en rive droite du Lez.

Figure 123 : Situation des zones sur lesquelles des résidus miniers ont été identifiés (hors dépôts miniers), sur fond SCAN 25 ® IGN

Il s'agit notamment de 8 zones décrites à la suite et présentée sur la *Figure 124* :

- d'une aire de résidus sous les anciens bâtiments d'élevage de la mine, en rive droite du Lez (sur une profondeur importante et environ 50 cm au-dessus de ce cours d'eau), qui peut être associée ou non aux anciens dépôts miniers (antérieurs à 1900) [*n°01*] ;
- d'une zone de quelques mètres carrés en rive droite du Lez au droit des anciens logements de mineurs, en amont de l'usine hydroélectrique d'Eylie (environ 3 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°02*] ;
- d'une aire de résidus en rive gauche du Lez au droit d'une résidence temporaire, en amont de l'usine hydroélectrique d'Eylie (sur quelques dizaines de cm de profondeur, environ 1 à 2 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°03*] ;
- d'une vaste aire de résidus en rive gauche du Lez, entre ce cours d'eau et la route menant de Sentein à Eylie, au hameau de Moulin-d'en-Bas (sur quelques dizaines de cm de profondeur, à environ 2 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°04* et *n°05*] ;
- d'une zone de quelques mètres carrés en rive gauche du Lez, dans une prairie bordant la route menant d'Eylie à Sentein (de quelques dizaines de cm de profondeur et environ 2 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°06*] ;
- d'une zone de méandre en rive droite du Lez, dans une prairie bordant la rivière à Lascoux et mettant en évidence différents horizons de matériaux sableux et limoneux (de quelques dizaines de cm et environ 1,5 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°07*] ;
- d'une zone formant une cuvette en rive droite de Lez, dans une prairie bordant la rivière à Esperris mettant en évidence différents horizons de matériaux sableux et limoneux (de quelques dizaines de cm et environ 2 m au-dessus du niveau de l'eau) [*n°08*].



Figure 124 : Résidus miniers dans la plaine alluviale du Lez, sous quelques centimètres de sols ou affleurant (les numéros correspondent à ceux appelés sur la carte précédente)

7.2.3.2 Identification d'horizons résiduaires en profondeur

Des investigations complémentaires ont été réalisées dans les zones inondables situées à proximité immédiate du Lez sur plusieurs centimètres de profondeur *(Figure 125)*. Pour ce faire, soit le profil était affleurant, soit les matériaux ont été retirés régulièrement du sol à l'aide d'une tarière à main. Les horizons investigués ont fait l'objet de mesures NITON ® dont les résultats bruts seront présentés dans cette section.

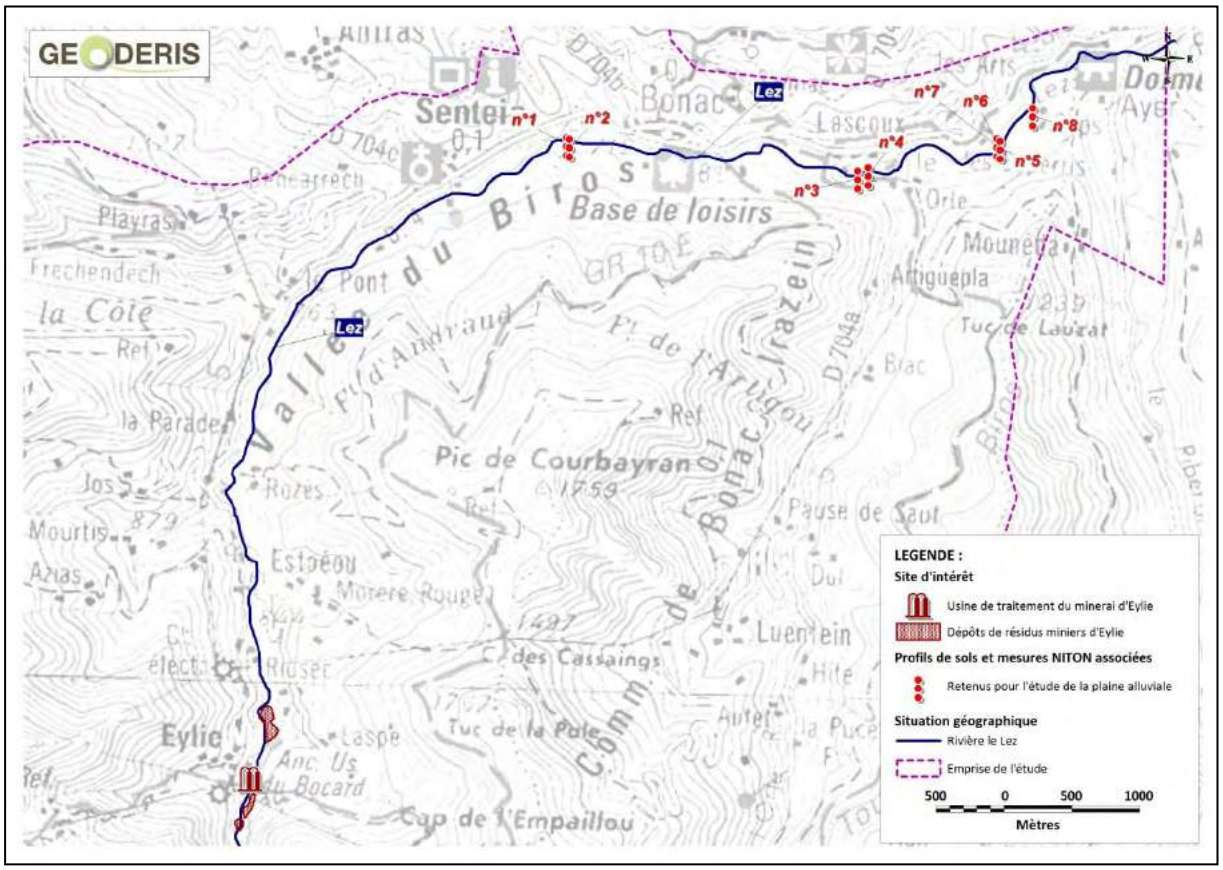


Figure 125 : Situation des profils de sols étudiés par mesures NITON ® dans la plaine alluviale du Lez, sur fond SCAN 25 ® IGN

Les profils n°1 et n°2 réalisés dans une prairie en bordure et rive droite du Lez, en aval du village de Sentein (à environ 6 km du Bocard d'Eylie), sont distants de 25 m. On distingue sur le profil n°2 (affleurant dans un méandre dont les berges ont été décapées récemment) un horizon limoneux de couleur ocre à 10 cm de profondeur sus-jacent à un horizon sableux fin de couleur grisée de quelques centimètres d'épaisseur *(cf. vue de la Figure 126)*. D'autres horizons d'épaisseur beaucoup plus faible s'alternent ensuite vers la base du profil.

Sur le profil n°1, les concentrations mesurées à 5 cm de profondeur s'élèvent à **2 409 mg/kg en zinc et à 1 223 mg/kg en plomb**. À 70 cm de profondeur, le marquage métallique est presque nul avec des concentrations de 126 mg/kg pour le zinc et de 41 mg/kg pour le plomb.

Sur le profil n°2, les concentrations mesurées à 10 cm de profondeur s'élèvent à **1 770 mg/kg en zinc et 901 mg/kg en plomb**. Les concentrations pour cette dernière substance décroissent régulièrement vers la base du profil, tandis que l'on observe une **augmentation significative de la teneur en zinc (après diminution) à 50 cm de profondeur pour une concentration de 2 157 mg/kg**.

Ces observations tendent à prouver que les dix premiers centimètres de sols témoignent d'une influence minière. **Ces sols de surface sont vraisemblablement mélangés à des matériaux résiduaires déposés par le Lez lors d'un épisode de crue (zone à aléa inondation moyen ici).**

La diminution progressive de la concentration en zinc concomitante à une diminution forte de la concentration en plomb, de 10 à 30 cm de profondeur, atteste d'un lessivage progressif du zinc dans les sols. **À 50 cm de profondeur, un horizon d'accumulation du zinc a été mis en évidence**.

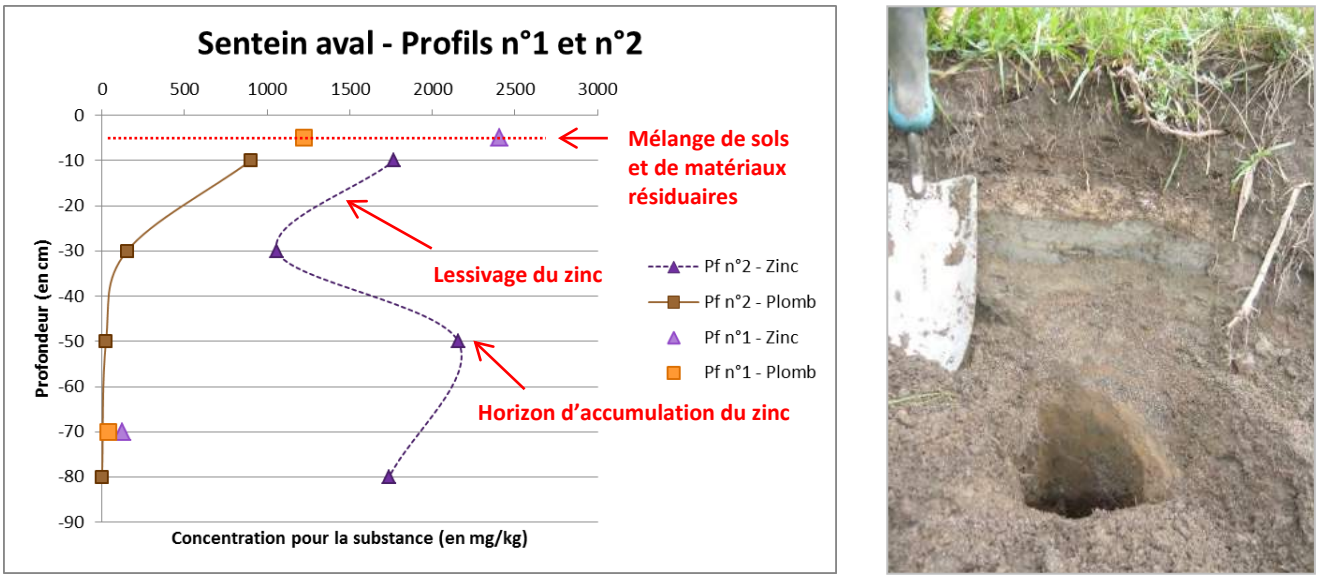


Figure 126 : Concentrations en plomb et en zinc mesurées par NITON ® sur les profils de sols n°1 et n°2

Les profils n°3 et n°4 réalisés dans une prairie en bordure et rive droite du Lez, au hameau de Lascoux (à environ 8,5 km du Bocard d'Eylie), sont distants de 85 m *(Figure 127).* On distingue sur le profil n°3 (affleurant dans un méandre dont les berges ont été décapées récemment) à environ 15 cm de profondeur un horizon sableux fin de couleur grisée de quelques centimètres d'épaisseur *(cf. vue n°07 sur la Figure 127)*.

Sur le profil n°3, les concentrations mesurées à 8 cm de profondeur sont de **694 mg/kg en zinc et de 294 mg/kg en plomb**. On constate cependant une augmentation très significative pour les concentrations en ces deux substances à 13 cm de profondeur, respectivement de **2 878 mg/kg** et de **828 mg/kg.** Les concentrations pour ces deux substances décroissent ensuite régulièrement vers la base du profil. Le profil n°4 suit les mêmes tendances : avec des concentrations en zinc et en plomb en surface respectivement de **2 843 mg/kg et 1 007 mg/kg** qui augmentent ensuite significativement pour atteindre les valeurs respectives de **3 892 mg/kg** et **2 156 mg/kg** à 4 cm de profondeur.

Ces observations tendent à prouver l'existence d'un horizon de matériaux résiduaires à environ 10 cm de profondeur dans cette zone à aléa inondation moyen.

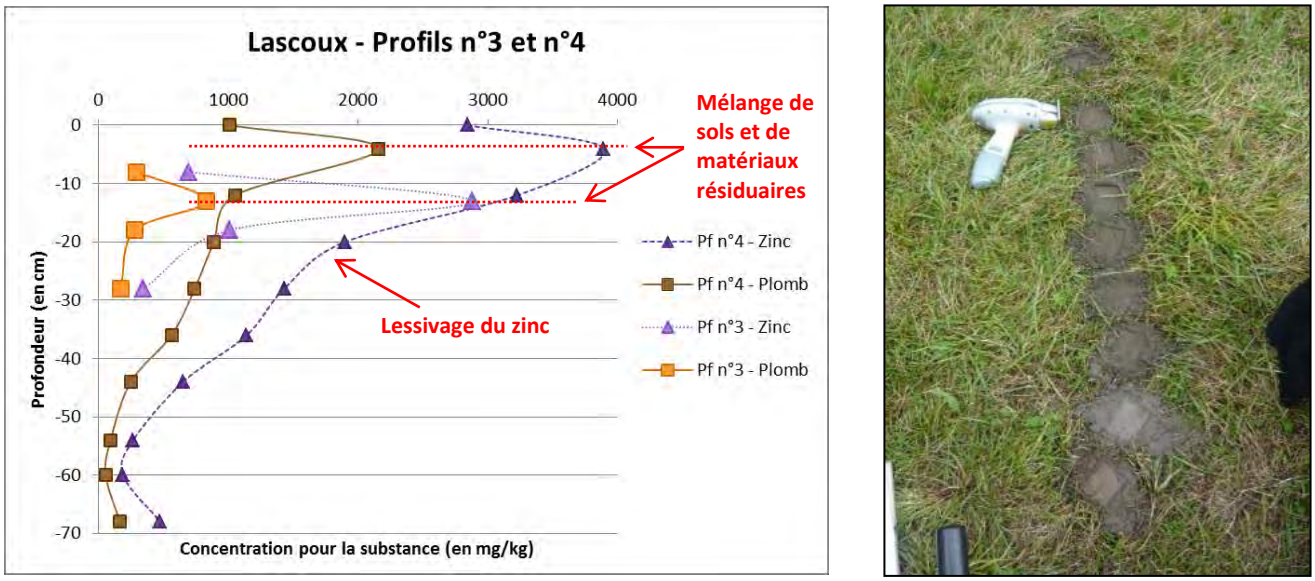


Figure 127 : Concentrations en plomb et en zinc mesurées par NITON ® sur les profils de sols n°3 et n°4

Les profils n°5, n°6 et n°7 sont localisés en rive gauche du Lez, dans une prairie longeant la rivière à Esperris (à environ 11 km du Bocard d'Eylie) *(Figure 128).* Ils sont alignés et respectivement situés à 30 m, 40 m et 60 m de ce cours d'eau, tout en présentant un dénivelé d'environ 50 cm à 1 m entre chacun d'eux.

Le profil n°5 (le plus proche de la rivière le Lez) présente les concentrations suivantes, respectivement à **5 cm puis 20 cm de profondeur** : **1 688 mg/kg en zinc et 442 mg/kg en plomb puis 2 183 mg/kg en zinc et de 594 mg/kg en plomb**.

Le profil n°6 (éloigné de 10 m du point précédent) présente des tendances comparables, respectivement à **5 cm puis 20 cm de profondeur** : **1 382 mg/kg en zinc et 585 mg/kg en plomb puis 2 242 mg/kg en zinc et de 618 mg/kg en plomb**.

Le profil n°7 situé à environ 30 m des points précédents (et 1 m au-dessus de ces points) *(cf. vue de la Figure 128)* présente une signature plus marquée en plomb en surface. On enregistre des concentrations de **1 533 mg/kg en zinc et 1 112 mg/kg en plomb**. À cet endroit, ces tendances se confirment à 20 cm de profondeur. Cependant on notera une **forte augmentation en ces deux paramètres à 40 cm** de profondeur avec des concentrations mesurées de **2 435 mg/kg en zinc et de 2 715 mg/kg en plomb.**

Les trois profils sont répartis de façon homogène dans la zone d'aléa inondation moyen du Lez. Ces observations mettent en évidence que certaines zones, bien qu'éloignées du Lez, ont pu être submergées par des matériaux résiduaires transportés par le Lez, lors d'épisodes météorologiques exceptionnels, tels que la crue de 1937[83]. De plus, l'existence d'un horizon de résidus miniers à 40 cm de profondeur est très vraisemblable.

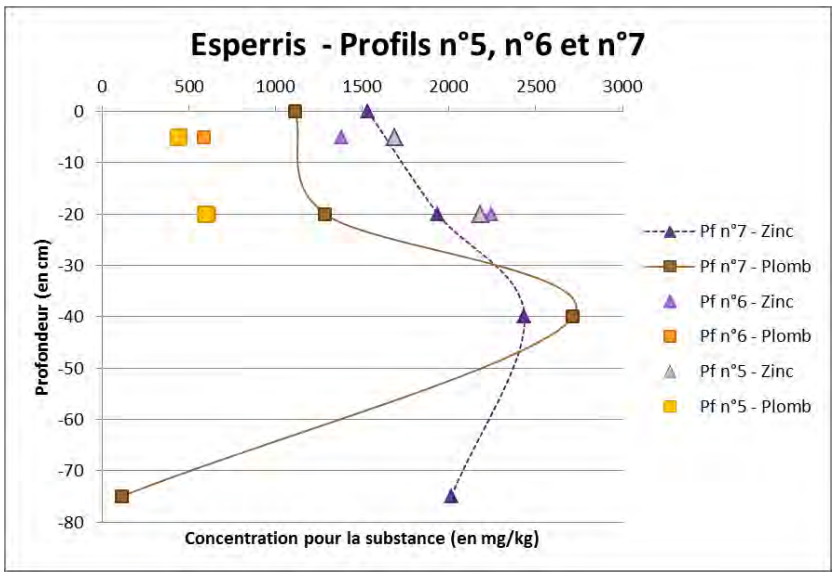




Figure 128 : Concentrations en plomb et en zinc mesurées par NITON ® sur les profils n°5, n°6 et n°7

[83] La parcelle sur laquelle se trouve le profil n°7 a d'ailleurs été entièrement inondée lors de la crue de 1937 (à une distance de plus de 50 m du lit mineur de la rivière le Lez), selon les témoignages des résidents, rencontrés en juin 2014.

7.2.4 Processus de contamination des sols dans la plaine alluviale

7.2.4.1 Corrélation de l'hydrodynamique du Lez et des relargages historiques de résidus miniers

Le *paragraphe 7.2.1* a mis en évidence des relargages massifs de résidus, volontaires ou involontaires, dans le Lez. Les photographies aériennes de 1942 (© Géoportail, ® IGN) ont permis de mettre en évidence des zones en bordure de Lez, recouvertes de résidus miniers. Pour autant, on ne peut présumer de ce qu'il reste de ces matériaux dans la plaine alluviale, suite à l'action des crues post 1942, des eaux de ruissellement sur les berges, des réaménagements anthropiques, etc.

Or, le *paragraphe 7.2.3* montre qu'il reste, en surface et en profondeur, des horizons de résidus miniers, jusqu'à au moins 10 km en aval de l'usine d'Eylie.

Il n'est pas envisageable d'attribuer tel ou tel horizon de matériaux résiduaires à tel ou tel épisode de crue. Cependant, GEODERIS a repris globalement le contour des dépôts identifiés sur la photographie aérienne de 1942 et montre que dans la majorité de ces endroits, on retrouve actuellement des résidus miniers.

GEODERIS a donc géoréférencé 5 zones de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie et les a consigné dans la table SIG des sources potentielles de pollution. Ces objets sont décrits dans les *Tableau 67* et *Tableau 68*.

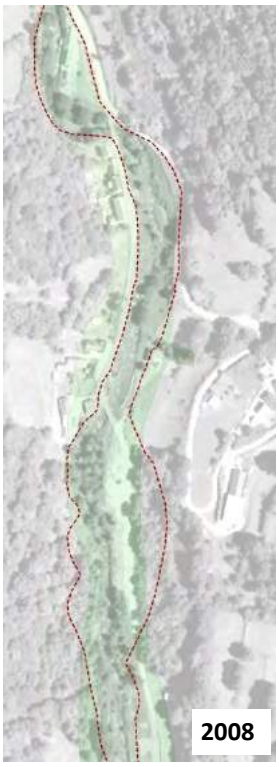
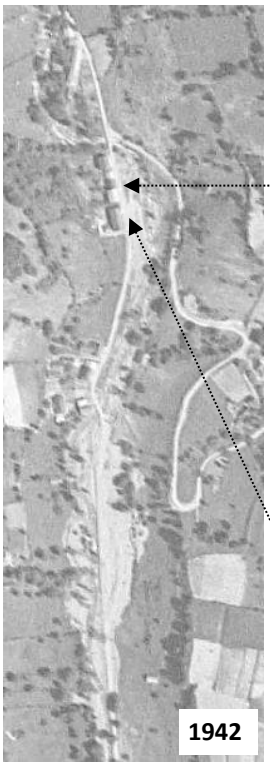
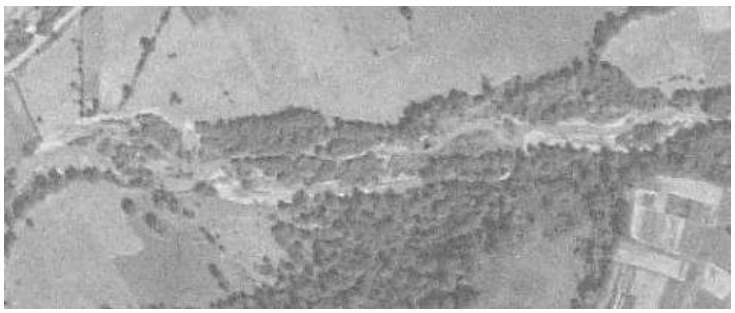
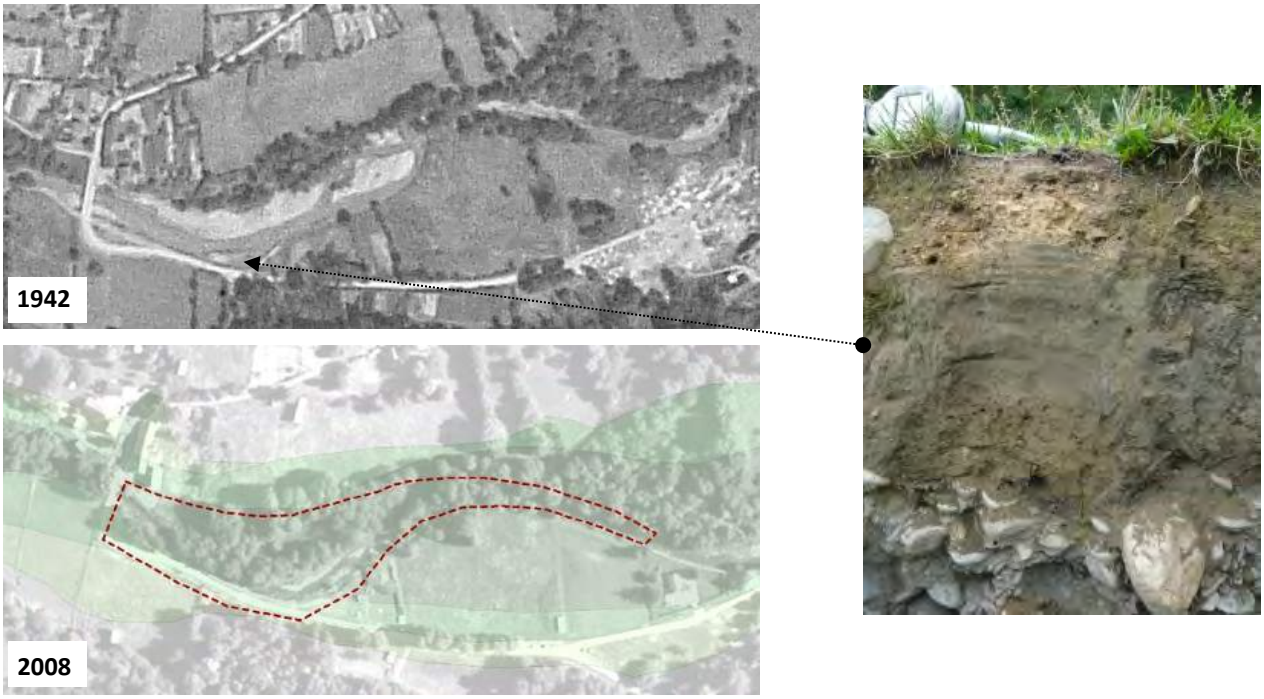
n°231	Zone supposée de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie, transportés et venant couvrir les berges du Lez en aval. Tracé SUPPOSE d'après photo aérienne de 1942, au droit de zones blanches organisées en dépôts de berge. Entre l'Amont immédiat des dépôts de résidus majeurs n°232 et n°233 et l'aval immédiat du hameau de Moulin-d'en-Bas, soit une longueur estimée à 2,5km ; sur une surface approximative de 10 ha. **Résidus miniers identifiés sous quelques centimètres de sol à Moulin-d'en-Bas.** *Prélèvements (cf. à droite : en haut / en bas) (concentrations en mg/kg) : 2 460 Pb, 5 260 Zn / 5 450 Pb, 11 700 Zn (1,2%)* *Ci-dessous, à gauche : Tracé SUPPOSE (en rouge) et aléas inondations (faible à fort, en vert)* *À gauche : extrait de la photo aérienne de 2008 ; à droite : extrait de la photo aérienne de 1942, © Géoportail ®IGN*
     	
n°242	Zone supposée de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie transportés et venant couvrir les berges du Lez en aval. Tracé SUPPOSE d'après photo aérienne de 1942, au droit de "zones blanches". À l'est du village de Sentein. *cf. ci-dessous, à gauche, extrait de la photo aérienne de 1942, © Géoportail ®IGN*
n°243	Zone supposée de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie transportés et venant couvrir les berges du Lez en aval. Tracé SUPPOSE d'après photo aérienne de 1942, au droit de "zones blanches". Au droit de la retenue de Bonac. *cf. ci-dessous, à droite, extrait de la photo aérienne de 1942, © Géoportail ®IGN*
	

Tableau 67 : Zones supposées de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie et transportés en aval, avant de se déposer sur les berges du Lez entre Eylie et Bonac

n°244	Zone supposée de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie transportés et venant couvrir les berges du Lez en aval. Tracé SUPPOSE d'après photo aérienne de 1942, au droit de "zones blanches". À l'entrée ouest du hameau de Lascoux. **Résidus miniers identifiés sous quelques centimètres de sol dans un méandre du Lez, en rive droite.** *Mesures NITON (x 4) (cf. à droite) (concentrations max en mg/kg) : 828 Pb ; 2 878 Zn* *Ci-dessous, en bas: Tracé SUPPOSE (en rouge) et aléas inondations (faible à fort, en vert)* *En haut : extrait de la photo aérienne de 1942 ; en bas : extrait de la photo aérienne de 2008, © Géoportail ®IGN*



n°245	Zone supposée de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie transportés et venant couvrir les berges du Lez en aval. Tracé SUPPOSE d'après photo aérienne de 1942, au droit de "zones blanches". Au droit du hameau d'Esperris. **Résidus miniers identifiés sous quelques centimètres de sol en rive droite du Lez.** *Prélèvements (x 2) (cf. à droite) (concentrations max en mg/kg) : 90 Cd ; 14 600 Pb (1,5%) ; 34 500 Zn (3,5%)* *Ci-dessous, à gauche : Tracé SUPPOSE (en rouge) et aléas inondations (faible à fort, en bleu)* *À gauche : extrait de la photo aérienne de 2008 ; à droite : extrait de la photo aérienne de 1942, © Géoportail ®IGN*

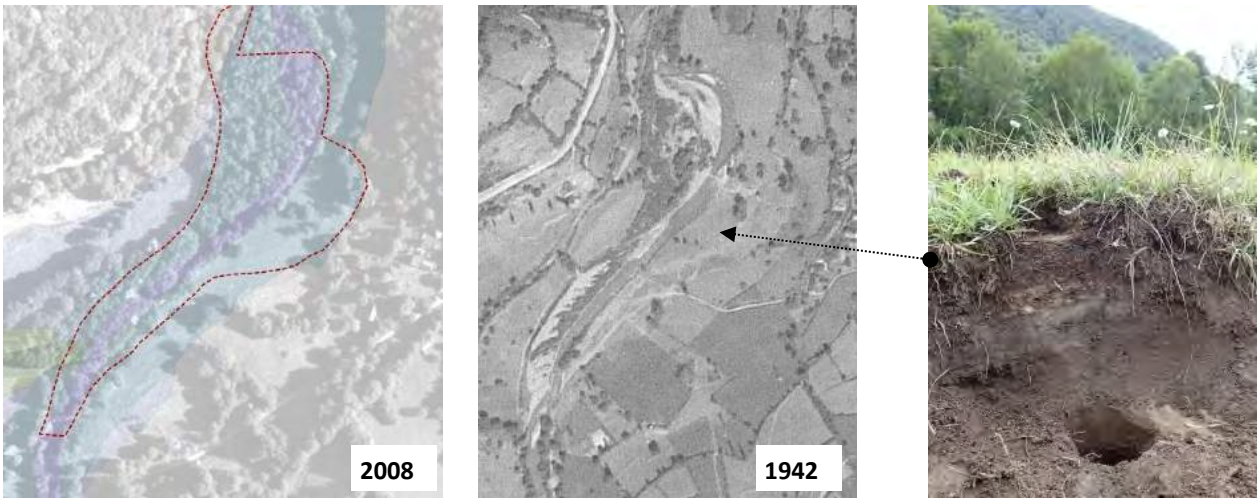


Tableau 68 : Zones supposées de dépôts de résidus miniers associés à la laverie d'Eylie et transportés en aval, avant de se déposer sur les berges du Lez entre Lascoux et Esperris

7.2.4.2 Corrélation de l'hydrodynamique du Lez et du rapport plomb/zinc

APPROCHE PROPOSEE PAR GEODERIS

Afin d'évaluer l'état de contamination de façon globale, sur l'ensemble de la plaine alluviale et afin de pouvoir généraliser les conclusions émises sur les quelques zones précédemment décrites, plusieurs campagnes de mesures par spectromètre de fluorescence X portable (ou NITON ®) ont été menées en bordure du Lez, en rive droite et en rive gauche, entre le hameau d'Eylie et celui d'Esperris. Le linéaire de cours d'eau ainsi parcouru est de 12 kilomètres.

84 mesures *(situées sur la Figure 129)* ont été sélectionnées tenant compte des critères suivants :

- seules les mesures réalisées sur des sols ont été prises en compte (et non les sédiments) ;
- seules les mesures réalisées en surface (c'est-à-dire sur un horizon de sol n'excédant pas 5 cm) ont été considérées (les horizons plus profonds qui ont été investigués font l'objet d'une section dédiée *en paragraphe 7.2.3.2)* ;
- les dépôts miniers et sols associés à des installations minières ont été exclus de cette liste pour les biais qu'ils peuvent engendrer dans la compréhension des processus de dispersion des polluants . Il en est de même pour les sols présents dans la zone inondable d'un affluent du Lez ;
- les mesures présentant des concentrations en plomb et/ou en zinc supérieures à 10 000 mg/kg n'ont pas été retenues ; en effet, le NITON n'est pas adapté à la détermination de ces valeurs importantes (il ne fournit alors qu'un ordre de grandeur de la teneur réelle).

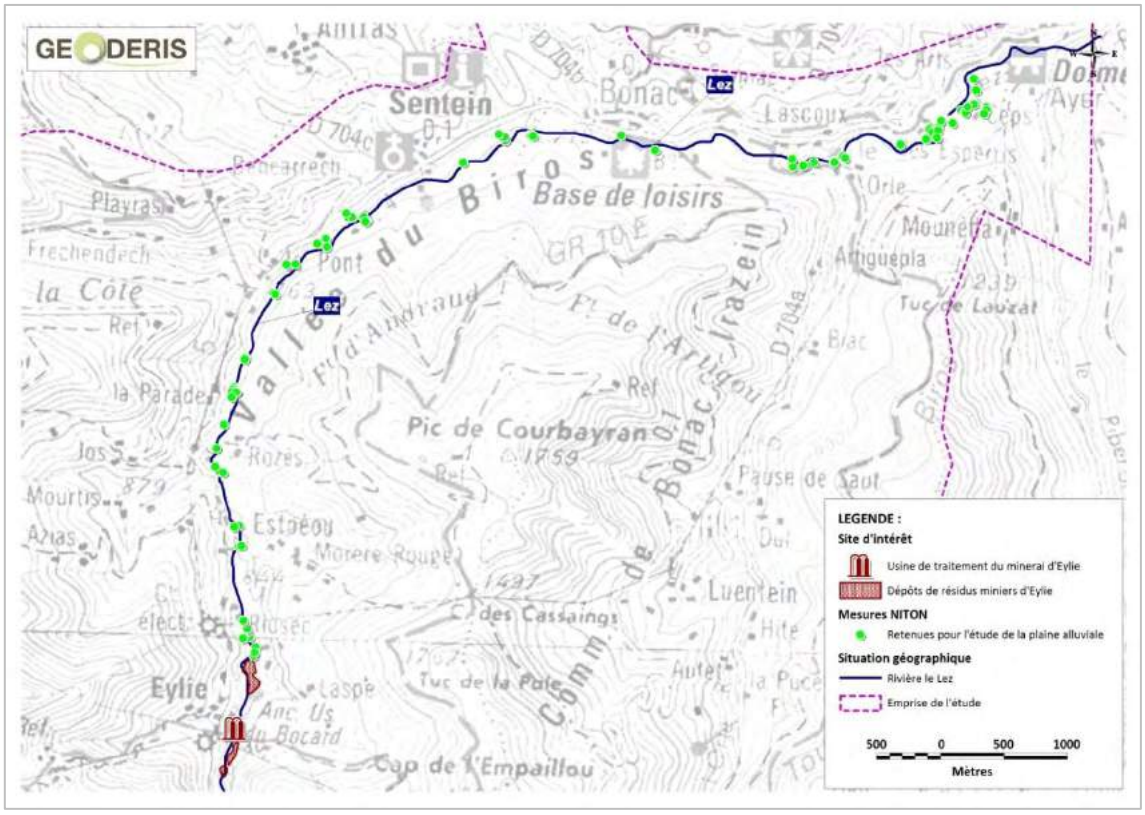


Figure 129 : Mesures NITON ® retenues pour l'étude de la plaine alluviale, sur fond SCAN 25 ® IGN

CONCENTRATIONS EN PLOMB ET EN ZINC DANS LA PLAINE ALLUVIALE

Les concentrations en plomb et en zinc mesurées dans les sols ne dépendent pas de la distance au cours d'eau mais de l'aléa inondation auquel ces sols sont associés.

On constate que les valeurs médianes des concentrations en plomb et en zinc augmentent régulièrement depuis les zones non inondables vers les zones à aléa inondation fort *(Tableau 69)*. Pour le plomb, elles s'élèvent respectivement à 180 mg/kg, 203 mg/kg, 368 mg/kg et 441 mg/kg dans les zones à aléas nul, faible, moyen puis fort. Pour le zinc et dans le même ordre, ces valeurs s'élèvent à 413 mg/kg, 472 mg/kg, 881 mg/kg et 909 mg/kg.

Cette évolution est similaire pour les concentrations moyennes et les concentrations maximum, à l'exception des sols retenus dans les zones à aléa inondation faible. **La zone à aléa inondation faible présente en effet un marquage métallique supérieur à la zone à aléa inondation moyen ; avec des concentrations moyennes pour le plomb et le zinc respectivement de 599 mg/kg et 1162 mg/kg et des concentrations maximum pour ces deux substances respectivement de 2234 mg/kg et 4246 mg/kg.**

Situation de la zone	Paramètre calculé	C(Zn) en mg/kg	C(Pb) en mg/kg
Hors zone inondable	Minimum	80	20
Nombre de points : 14	Maximum	2069	739
	Moyenne	561	224
	Médiane	413	180
Aléa inondation faible	Minimum	171	48
Nombre de points : 12	Maximum	4246	2234
	Moyenne	1162	599
	Médiane	472	203
Aléa inondation moyen	Minimum	81	21
Nombre de points : 32	Maximum	2307	1428
	Moyenne	942	423
	Médiane	881	368
Aléa inondation fort	Minimum	169	44
Nombre de points : 26	Maximum	8366	2799
	Moyenne	1758	810
	Médiane	909	441

*Légende : * C(Zn) = concentration en zinc ; C(Pb) = concentration en plomb*

	Paramètre présentant une valeur moyenne
	Paramètre présentant une valeur élevée

Tableau 69 : Données statistiques calculées pour les concentrations en zinc et en plomb (C(Zn) et C(Pb)), mesurées sur les 84 points retenus

CONCENTRATIONS EN PLOMB ET EN ZINC DANS LES RESIDUS MINIERS D'EYLIE

Comme rappelé dans le *paragraphe 7.2.2.2*, des dépôts de résidus miniers d'Eylie sont composés de matériaux hétérogènes (faciès limoneux et faciès sableux) dont la **fraction limoneuse (< 63 µm) est enrichie en plomb et en zinc** (BRUNEL, 2005). Pour le dépôt *« Amont laverie Nord »*, la fraction totale des matériaux résiduaires présentent une concentration moyenne en plomb de 21 383 mg/kg et en zinc, de 7 373 mg/kg. Tandis que les fractions fines (limoneuses) associées présentent des concentrations moyennes pour ces substances, respectivement de 39 338 mg/kg et de 16 685 mg/kg (soit environ 2 fois supérieures) *(Tableau 70)*.

Prélèvement	Description	C(Zn) en mg/kg	C(Pb) en mg/kg	Pb/Zn
Dépôt « *Amont laverie Nord* »				
RM4-A	Sables gris jaunâtres à particules verdâtres (horizon de 0 à 40 cm de profondeur)	29030	10910	0,38
RM4-A (< 63µm)		53290	28370	0,53
RM4-B	Sables gris jaunâtres avec particules sombres (horizon de 40 à 80 cm de profondeur)	21860	6380	0,29
RM4-B (< 63µm)		49860	13010	0,26
RM4-C	Sables gris clairs jaunâtres (horizon de 80 à 220 cm de profondeur)	13260	4830	0,36
RM4-C (< 63µm)		27100	12930	0,48
RM4-D (< 63µm)	Bancs de limons sableux gris clairs, à partir de 240 cm de profondeur	27100	12430	0,46
Dépôt « *Aval laverie Nord* »				
RM1-E	Sables gris jaunâtres (horizon de 0 à 80 cm de profondeur)	890	100	0,11
RM1-E (< 63µm)		1920	190	0,10
RM1-F	Sables gris à particules verdâtres (horizon de 180 à 210 cm de profondeur environ)	5180	390	0,08
RM1-F (< 63µm)		26350	10510	0,40
RM1-G (< 63µm)	Bancs de limons sableux gris clairs, à partir de 450 cm de profondeur	15810	23700	1,50

*Légende : * C(Zn) = concentration en zinc ; C(Pb) = concentration en plomb ; Pb/Zn = rapport de la concentration en plomb sur la concentration en zinc*

*** Les faciès marqués de bleus sont les échantillons représentatifs de la fraction totale de matériaux résiduaires.*

Tableau 70 : Prélèvements réalisés sur les dépôts de résidus miniers « Amont laverie Nord » (RM4) et « Aval laverie Nord » (RM1) et concentrations en plomb et en zinc mesurées (adapté de BRUNEL, 2005)

CARACTERISATION DU RAPPORT PLOMB/ZINC DANS LES RESIDUS MINIERS

On retiendra tout d'abord que, comme précisé *en paragraphe 2.5.4*, la géochimie du gisement de Bentaillou est caractérisée par un rapport Pb/Zn globalement égal à 0,33 (trois fois plus de zinc que de plomb).

D'après les résultats obtenus par C. BRUNEL en 2005, la fraction totale des résidus miniers *(cf. échantillons marqués de bleu dans le Tableau 70 et sur la Figure 130)* présentent une tendance linéaire pour le rapport plomb sur zinc (Pb/Zn) (pour un coefficient de corrélation de 0,96), avec un rapport Pb/Zn global de 0,38. La fraction fine (inférieure à 0,63 µm) ne présente pas de corrélation notable mais la moyenne (arithmétique) des valeurs du rapport Pb/Zn reste cependant supérieure ou égale à 0,53.

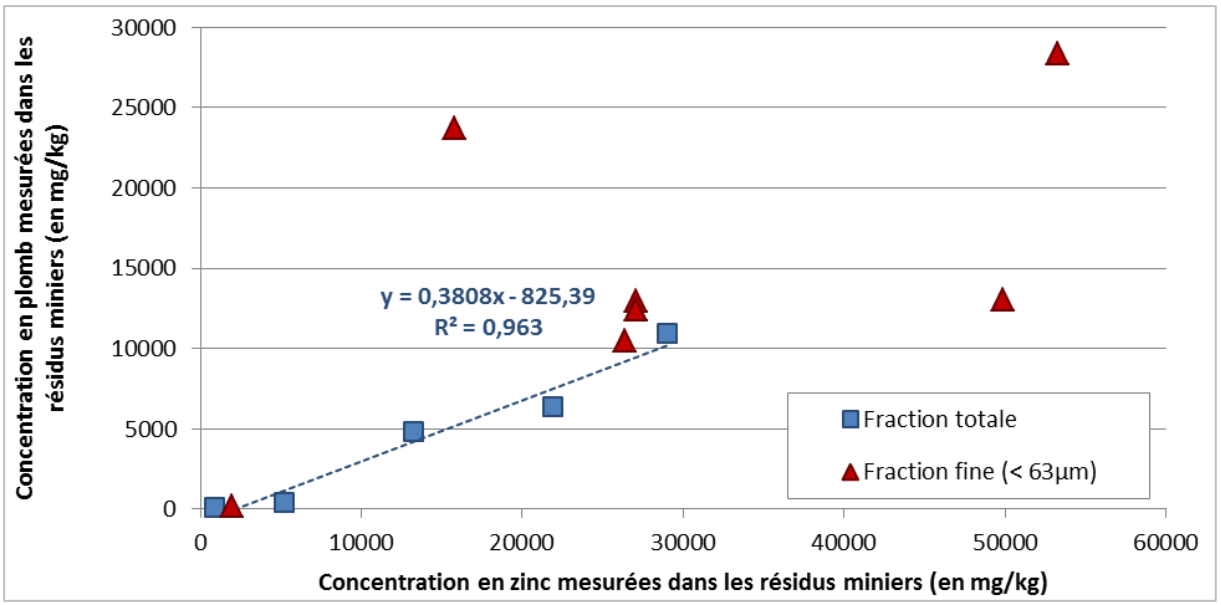


Figure 130 : Concentrations mesurées en plomb et en zinc dans les prélèvements réalisés sur les dépôts de résidus miniers « Amont laverie Nord » et « Aval laverie Nord » (adapté de BRUNEL, 2005)

Ces résultats sont comparés à ceux obtenus sur les prélèvements[84] de résidus miniers réalisés par GEODERIS en août 2013 sur les quatre dépôts de résidus minier stockés à Eylie (et non plus seulement les dépôts *« Amont laverie Nord »* et *« Aval laverie Nord »* étudiés par C. BRUNEL[85]).

[84] Comme rappelé précédemment, les teneurs trop élevées sont difficilement discriminables avec un spectromètre de fluorescence X portable (ou NITON ®). C'est pourquoi, pour les résidus miniers actuels stockés à Eylie, l'étude de la corrélation entre le plomb et le zinc est basée sur les analyses réalisées sur les prélèvements et non sur les mesures NITON ®.

[85] Ceci dans le but de disposer d'un nombre de prélèvements plus élevé et donc plus représentatif.

On constate que le rapport des concentrations pour ces deux substances s'organise là encore autour d'une tendance affine dont le coefficient de corrélation est égal à 0,74 *(Figure 131)*. De nouveau, on notera les valeurs d'incertitudes analytiques[86] fixées à 15% qui rappellent la nécessité de nuancer les tendances obtenues.

Les prélèvements pris en compte par GEODERIS sont des faciès homogénéisés sur l'horizon de surface des dépôts de résidus miniers (0 à 15 cm de profondeur). Ils présentent un rapport plomb sur zinc (Pb/Zn) de 0,69.

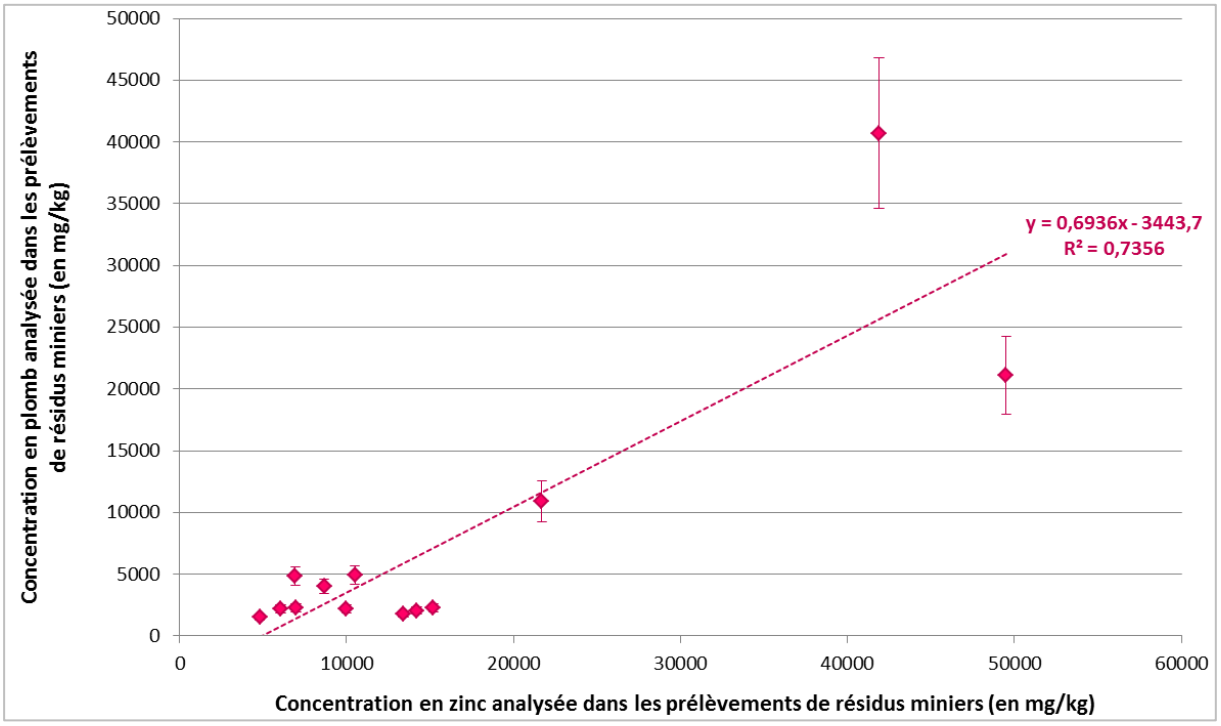


Figure 131 : Corrélation des concentrations mesurées en plomb et en zinc (et incertitudes associées) dans les prélèvements réalisés sur les quatre dépôts de résidus miniers d'Eylie

L'ensemble de ces résultats montre que les dépôts de résidus comportent une fraction sableuse dont le rapport Pb/Zn est globalement égal à 0,38 et une fraction fine (< 63 µm) enrichie en plomb et en zinc et dont le rapport Pb/Zn est variable mais qui reste globalement supérieur à 0,38 (valeur moyenne de 0,53 obtenue par C. BRUNEL). Pour la suite, on retiendra ces valeurs, tout en conservant comme référentiel le rapport Pb/Zn obtenus sur les prélèvements réalisés par GEODERIS en 2013, à savoir 0,69.

[86] Les valeurs d'incertitudes correspondent à celles fournies par le laboratoire Eurofins pour la mesure par ICP-AES des concentrations en plomb et en zinc dans un sol (*Minéralisation à l'eau régale et dosage par ICP/AES - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 (X 33-010) Méthode B*)

MISE EN EVIDENCE DES TENDANCES ASSOCIEES AU RAPPORT PB/ZN DANS LA PLAINE ALLUVIALE

La *Figure 132* met en évidence une **corrélation entre la concentration du plomb et celle en zinc pour les différentes zones à aléa inondation : nul, faible, moyen et fort**. Le rapport des concentrations pour ces deux substances mesurées par NITON ® s'organise autour de tendances affines dont les coefficients de corrélation sont respectivement égaux à 0.70, 0.92, 0.73 et 0.74. On notera cependant les valeurs d'incertitudes théoriques[87] fixées à 15% qui rappellent la nécessité de nuancer les tendances obtenues. **Pour les sols de la plaine alluviale présents en zone d'aléa inondation nul, faible, moyen et fort, les rapports Pb/Zn globaux sont respectivement égaux à 0.36, 0.56, 0.47 et 0.39.**

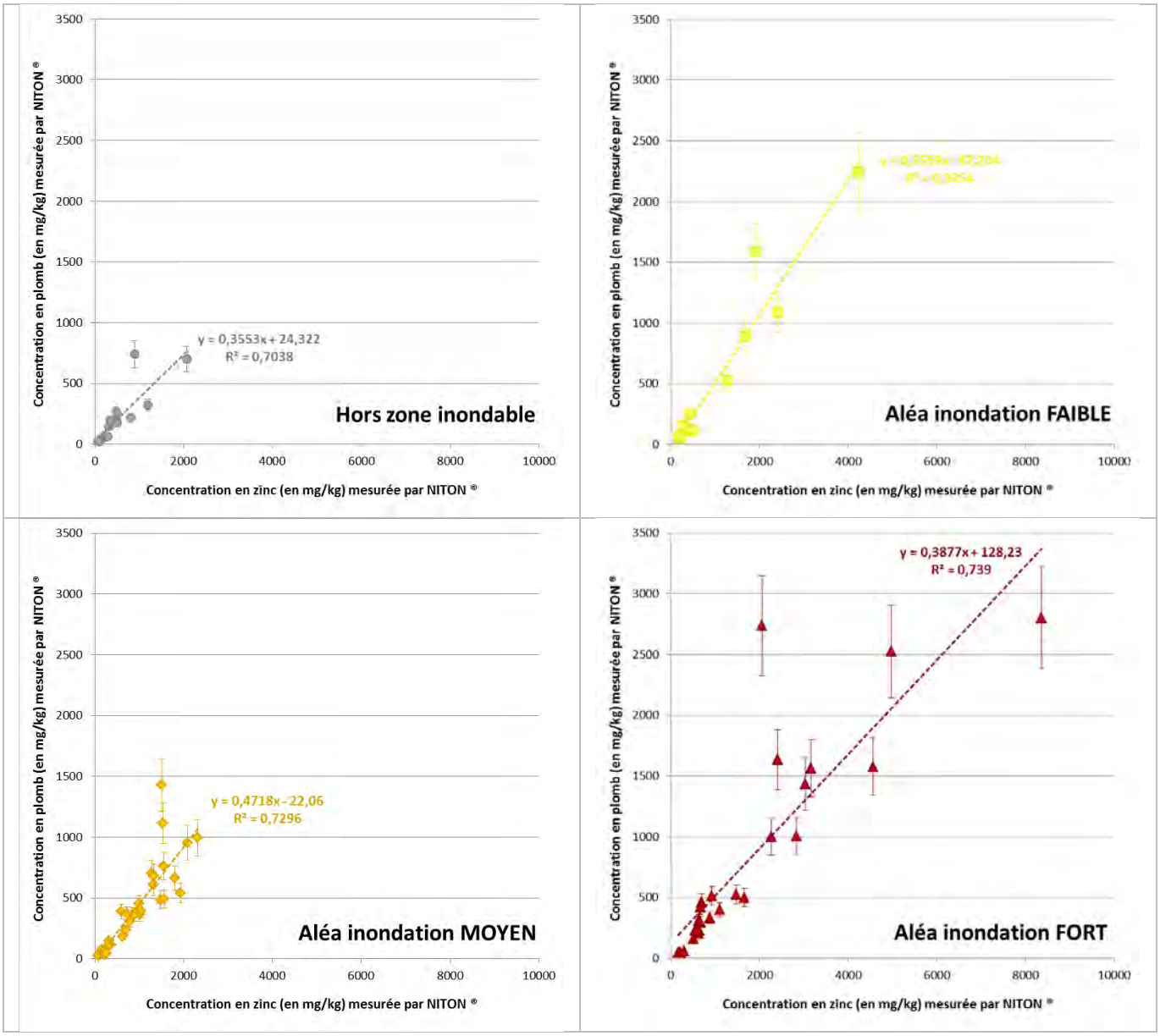


Figure 132 : Corrélation des concentrations mesurées par NITON ® en plomb et en zinc dans les sols de la plaine alluviale du Lez (et incertitudes théoriques)

[87] Ces résultats sont basés sur des mesures NITON ® réalisées sur site, mesures pour lesquelles GEODERIS ne dispose pas de valeur d'incertitude analytique. Pour rappel cependant, les droites de calibration entre les mesures NITON ® et les analyses ICP-AES pour le plomb et le zinc montrent une très bonne corrélation (AUGER, 2013 ; AUGER, 2014). **GEODERIS a donc fixé arbitrairement les valeurs d'incertitudes pour ces mesures à 15%**.

La *Figure 133* représente les tendances observées pour le rapport des concentrations plomb/zinc (Pb/Zn) dans les cinq cas étudiés : les résidus miniers actuellement stockés à Eylie, les sols de la plaine alluviale situés hors zone inondable, les sols de la plaine alluviale situés en zone d'aléa inondation faible, les sols de la plaine alluviale situés en zone d'aléa inondation moyen et les sols de la plaine alluviale situés en zone d'aléa inondation fort.

On constate que le rapport Pb/Zn décroît régulièrement depuis la signature de résidus miniers (alors égal à 0,69) vers la signature des sols situés hors zone inondable (alors égal à 0,36). Ces tendances constituent un indicateur important des processus de dispersion des polluants métalliques dans la plaine alluviale. En effet, les zones à aléa inondation faible sont caractérisées par la signature la plus proche de celle des résidus miniers, tendant à prouver que les ces sols ont été soumis à l'influence minière et n'ont été que peu remaniés par la suite. La fraction limoneuse est donc restée sur place.

L'aléa inondation augmentant (de faible vers moyen puis fort), le rapport Pb/Zn diminue pour converger vers la signature « naturelle », à savoir celle des sols situés hors zone inondable.

Ces tendances remarquables sont confirmées par le fait que les faisceaux d'incertitudes ne chevauchent pas les courbes associées au rapport Pb/Zn déterminées pour chacun des 5 cas étudiés, mis à part pour les sols situés en aléa inondation fort et ceux situés hors zones inondables *(cf. graphiques en bas sur la Figure 133)*.

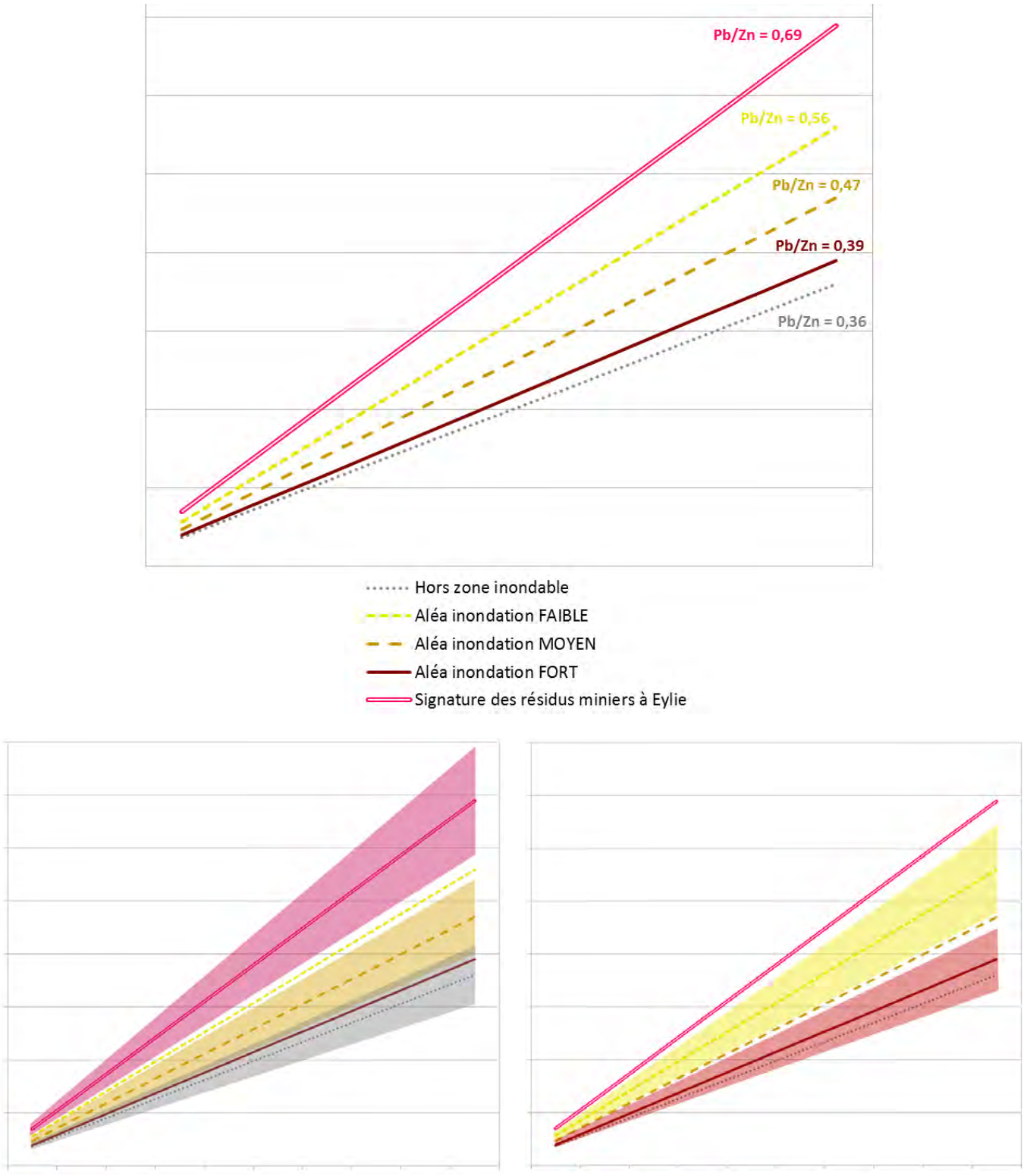


Figure 133 : Tendances pour les sols situés hors ou en zone inondable dans la plaine alluviale du Lez, et comparaison à la signature des résidus miniers (en haut) puis représentation des faisceaux d'incertitude[88] associés à ces tendances (en bas)

[88] Faisceaux basés sur des incertitudes à 15% (*cf. notes de bas de page n°87 et n°86*).

7.2.5 Conclusion sur les mécanismes de contamination de la plaine alluviale du Lez

Tenant compte de l'ensemble de ces éléments, GEODERIS propose une interprétation de ces résultats en termes de dynamique de dispersion des polluants dans la plaine alluviale du Lez.

De 1855 à 1943, des déversements volontaires de résidus miniers dans le Lez ont été réalisés par les exploitants successifs sur le site de traitement du minerai d'Eylie. À ces processus se sont ajoutées des décharges de matériaux résiduaires, lors d'épisodes de crue, associées à l'érosion et à l'affouillement des dépôts miniers stockés en bordure de Lez (comme le montre les conséquences de la crue de 1963). Ces incidents se sont vraisemblablement produits de façon régulière du temps de l'exploitation minière puis se sont poursuivis après la fermeture de la mine. Cependant, ils ont été drastiquement ralentis suite à la mise en sécurité en 2004 des quatre dépôts de résidus miniers encore présents à Eylie.

GEODERIS évalue à 200 000 m^3 le volume de matériaux ainsi transportés par le Lez en 150 ans (*cf. paragraphe 7.2.1*).

Actuellement, les eaux du Lez présentent un marquage métallique peu élevé, à l'exception de concentrations en zinc augmentant significativement au droit du site d'Eylie mais restant dans des gammes de valeurs faibles (inférieures à 40 µg/l). Le flux en zinc dans le Lez présente cependant des évolutions remarquables, avec une augmentation au droit des deux zones de dépôts d'Eylie (en amont et en aval de la laverie) et une diminution en aval du barrage de Bonac (*cf. paragraphe 7.2.2.1*).

Les dépôts de résidus miniers ne sont pas générateurs de drainages miniers (acides ou neutre contaminés). En effet, l'acidité générée par l'oxydation des sulfures présents dans les résidus est immédiatement « tamponnée » par les faciès carbonatés abondants (calcite principalement) ; ce qui amène à la co-précipitation de phases secondaires carbonatées et réductibles (oxydes de fer et de manganèse) qui piègent les métaux dans la phase solide. Dans ces dépôts, le plomb, le zinc et le cadmium se trouvent majoritairement dans des minéraux carbonatés (*cf. paragraphe 7.2.2.2*).

Les sédiments présentent des concentrations élevées en plomb et en zinc, en particulier dans la fraction sableuse (200 µm à 2 mm). Les vidanges du barrage de Bonac contribuent en ce sens aux dynamiques de dispersion des polluants par la remise en suspension de grandes quantités de produits fins sédimentés au droit de l'ouvrage hydroélectrique (*cf. paragraphe 7.2.2.1*).

GEODERIS a identifié plusieurs zones de dépôts de résidus miniers transportés par le Lez et déposés sur les berges, sur des distances allant jusqu'à 12 km en aval de la laverie d'Eylie. Les matériaux résiduaires peuvent affleurer ou se trouver sous plusieurs dizaines de centimètres de sols et présentent des concentrations localement très élevées (dépassant le pourcent en plomb et en zinc) (*cf. paragraphe 7.2.3*).

La contribution principale, passée et actuelle, en plomb et en zinc sur la plaine alluviale du Lez sont les résidus miniers associés au traitement du minerai réalisé dans l'usine du Bocard d'Eylie depuis 1855. On retiendra que la contamination métallique est très majoritairement transférée sous forme particulaire.

Dans les zones à aléa inondation faible, il est très vraisemblable que les résidus miniers se soient déposés lors d'épisodes de crue majeurs. La fraction totale (grains fins et grains sableux, avec une quantité vraisemblablement plus importante de matériaux fins) des résidus miniers s'est donc déposée et n'a été que peu remaniée par la suite, amenant à des teneurs élevées en plomb et en zinc dans les sols[89]. Le rapport Pb/Zn témoigne d'ailleurs du fait que la fraction totale des résidus miniers s'est déposée.

Dans les zones à aléas fort et moyen, les teneurs en plomb et en zinc sont plus élevées que pour les sols situés en aléa inondation faible[90] mais le rapport Pb/Zn diminue pour s'approcher de la valeur obtenue pour les sols situés hors zone inondable et de la signature naturelle. Ces zones sont soumises plus régulièrement que les zones à aléas faible à des processus de lessivage et de remaniement. L'hydrodynamique de la rivière le Lez est caractérisée dans ces zones par des phénomènes d'inondation plus fréquents et des périodes de sédimentation plus faibles. Deux cas sont désormais possible :

- soit la crue est de faible ampleur et la fraction totale peut se déposer mais les épisodes de crue suivants entraînent la fraction fine plus mobilisable ;
- soit la crue est plus importante et seule la fraction « grossière » (sableuse) peut se déposer.

Les zones inondables de la plaine alluviale du Lez sont dans tous les cas directement concernées par des processus de dépôt et de sédimentation des matériaux résiduaires transportés par le Lez.

[89] Pour les zones en aléa inondation faible : concentrations moyennes mesurées en plomb et en zinc respectivement de 599 mg/kg et de 1 162 mg/kg ; concentrations maximum respectivement de 2 234 mg/kg et de 4 246 mg/kg pour ces substances

[90] Pour les zones en aléa inondation fort : concentrations moyennes mesurées en plomb et en zinc respectivement de 810 mg/kg et de 1 758 mg/kg ; concentrations maximum respectivement de 2 799 mg/kg et de 8 366 mg/kg pour ces substances.

8 INTERPRETATION EN TERMES SANITAIRES

L'ensemble de la démarche associée pour la présente étude est détaillée dans *l*e rapport INERIS, *disponible en version numérique sur le DVD 2 joint* (HULOT, 2015).

8.1 Rappels méthodologiques

8.1.1 Comparaison à l'état des milieux

La démarche, schématisée sur la *Figure 134* consiste à comparer, dans un premier temps, l'état des milieux aux environnements locaux témoins définis. Si les concentrations mesurées dans les milieux excèdent celles de leurs témoins, ces valeurs sont comparées aux valeurs réglementaires pertinentes. En l'absence de ces valeurs, une évaluation quantitative des risques sanitaires, via des calculs sanitaires, sont nécessaires.

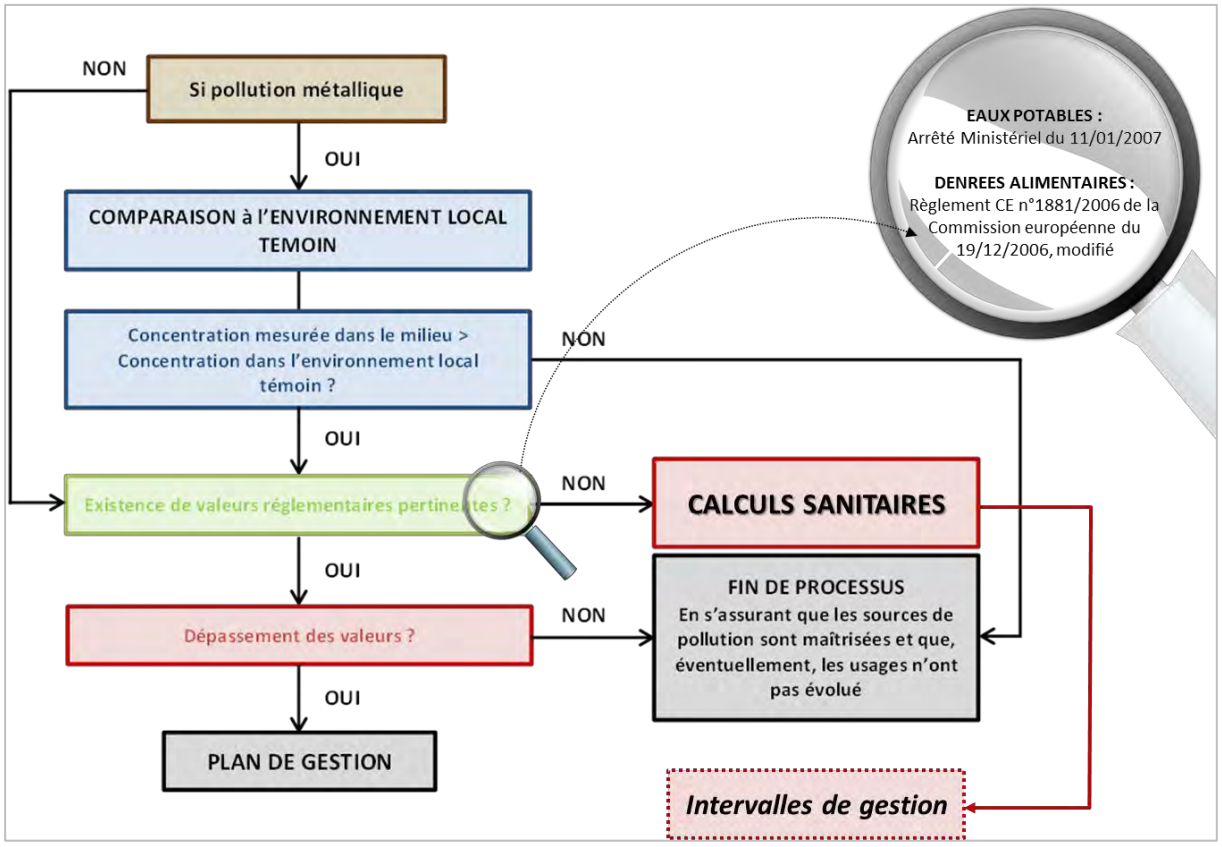


Figure 134 : Critères de gestion du risque [Source : MEDD, 2007 ; Adaptation GEODERIS, 2013][91]

[91] Les intervalles de gestion sont décrits dans le paragraphe 8.1.3.

8.1.2 Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)

Dans le cas de dépassement des concentrations de l'environnement local témoin et en l'absence de valeur réglementaire adaptée, la démarche IEM met en œuvre **une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)**[92]. Les principales étapes de la démarche sont toutefois rappelées ici :

- l'évaluation de la toxicité qui repose principalement sur la recherche de valeurs toxicologiques de référence (VTR) pertinentes ;
- l'évaluation détaillée de l'exposition des personnes concernées qui permet de calculer la dose journalière d'exposition (DJE), (celle pour la voie d'exposition par ingestion se calcule à partir de six paramètres, tel que présenté sur la *Figure 135)* ;
- l'évaluation des incertitudes.

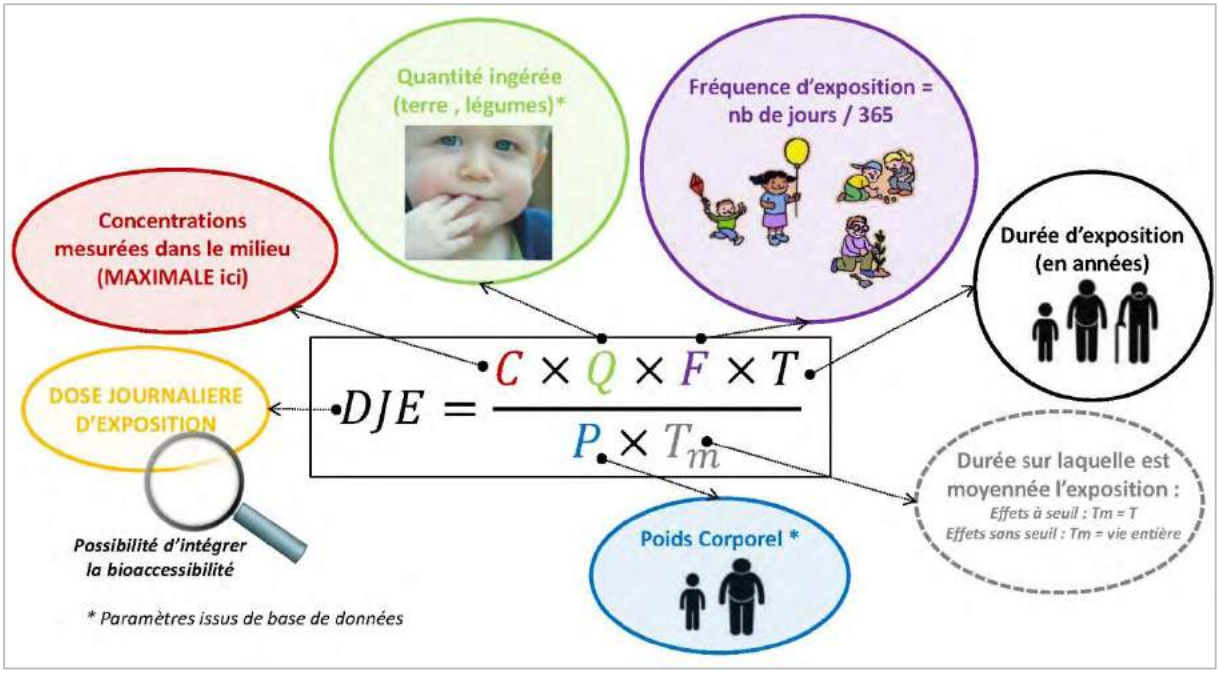


Figure 135 : Schéma de principe des paramètres liés au calcul de la dose journalière d'exposition pour la voie d'exposition par ingestion

L'évaluation du risque dans le cas d'une voie d'exposition par ingestion est quantifiée à partir de deux éléments : le **quotient de danger (QD)** pour les effets à seuil[93] et l'**excès de risque individuel (ERI)** pour les effets sans seuil[94], dont les calculs sont basés sur les VTR et les DJE selon les formules suivantes :

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

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

La bioaccessibilité mesurée sur certains échantillons de sols et de végétaux a été intégrée aux calculs des expositions (HULOT, 2015).

[92] L'EQRS étant l'un des outils disponibles de gestion.
[93] Les effets « à seuil » concernent les substances provoquant au-delà d'une certaine dose des dommages dont la gravité augmente avec la dose absorbée.
[94] Les effets « sans seuil », 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.

8.1.3 Intervalles de gestion et EQRS approfondie

Les intervalles de gestion pour le QD et l'ERI ont été définis par le MEDD (, ils déterminent les actions à engager en fonction des valeurs calculées. **Dans tous les cas, il convient de s'assurer que la source de pollution est maîtrisée.**

Intervalle de gestion des risques		Interprétation des résultats	Actions à engager	
Substances			Sur les milieux	Sur les usages
À effet de seuil (QD)	Sans effet de seuil (ERI)			
QD<0,2	ERI<10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés.	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée[95]	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec les milieux
0,2<QD<5	10^{-6}<ERI<10^{-4}	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.	1. Recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience 2. Mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bons sens 3. Mise en œuvre de restrictions d'usages accompagnées d'une surveillance des milieux 4. Réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires réfléchie qui peut permettre de gérer la situation sans mener des actions lourdes	
QD>5	ERI>10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages.	Définition et mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	

Tableau 71 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre d'une IEM
[Source : MEDD, 2007 ; Adaptation GEODERIS, 2013]

[95] Cette recommandation est également valable dans les autres cas (à savoir 0,2<QD<5 ou 10^{-6}<ERI<10^{-4} et QD>5 ou ERI > 10^{-4}).

Lorsque les résultats des calculs de risques pour les substances à effet de seuil et sans effet de seuil sont respectivement tels que : 0,2 < QD < 5 ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}, l'action à engager peut être la réalisation d'une **évaluation quantitative des risques (EQRS) approfondie**, avec les modalités rappelées sur la *Figure 136*[96].

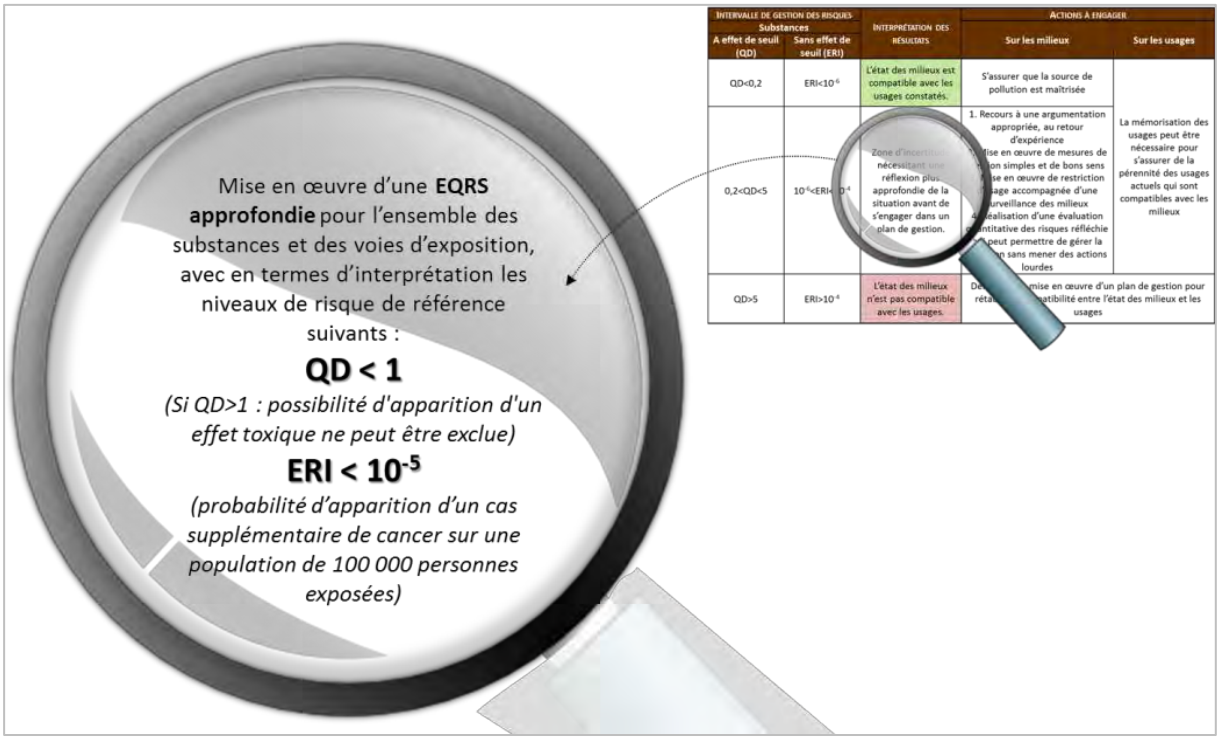


Figure 136 : Schéma de principe de la mise en œuvre d'une EQRS approfondie

[96] **Quotient de danger (QD et 1) :** Pour les effets à seuil, le 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. En termes d'additivité, les calculs sont réalisés avec une approche conservatoire, l'additivité des risques est prise en compte systématiquement via la sommation des QD de toutes les substances et de toutes les voies d'exposition étudiées. En effet, *a minima*, il est nécessaire de réaliser la sommation des QD liés à des substances avec les mêmes effets sur le même organe cible via un même mécanisme d'action.

Excès de risque individuel (ERI et 10^{-5}) : Pour les effets sans seuil, l'ERI théorique doit être inférieur à 10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées). En termes d'additivité, pour les effets sans seuil, les calculs ont été réalisés en sommant les ERI de toutes les substances et de toutes les voies d'exposition étudiées.

8.2 Elaboration des scénarios d'exposition

8.2.1 Enjeux considérés

Dans le cadre de l'étude, les enjeux pris en compte sont :

- **l'« Enfant ou adulte d'une résidence permanente »** : enfant ou adulte d'une famille qui dispose d'une résidence permanente sur la zone investiguée ;
- **l'« Enfant ou adolescent ou adulte d'une résidence temporaire »** : enfant ou adolescent ou adulte d'une famille qui dispose d'une résidence secondaire (chalet, maison de vacances, maison familiale mise à disposition de façon régulière, etc.) sur la zone investiguée ;
- **l'« Enfant touriste »** : enfant qui ne dispose pas d'attache familiale sur la zone investiguée, venu avec sa famille pour découvrir la région ;
- **l'« Adulte jardinier »** : adulte qui entretient régulièrement une parcelle de substance potagère et qui y réalise les travaux d'usage (bêchage, désherbage, récolte, etc.).

Le cas de proches (famille, amis) venant en visite sur un site (que ce soit une résidence permanente ou secondaire, ou une location de vacances) n'est pas étudié.

8.2.2 Voies d'exposition retenues

Dans le cadre de la présente étude, les voies d'exposition retenues sont :

- l'**ingestion d'eaux souterraines ou de surface potentiellement contaminées** via le réseau d'adduction en eaux potables ;
- l'**ingestion de sol de surface pour les enfants** âgés de moins de 6 ans (les plus exposés de par leur comportement « porter main-bouche ») et **pour les adultes** dans le cas des activités de jardinage et d'activités de loisirs ;
- l'**ingestion de végétaux potentiellement contaminés**.

8.2.3 Voies d'exposition non retenues

Dans le cadre de la présente étude, les voies d'exposition non retenues sont :

- l'inhalation de poussières, que ce soit en extérieur (sur le site minier notamment) et à l'intérieur des habitations[97] ;
- l'ingestion de sols pour un enfant qui participe aux activités de jardinage, sauf indication contraire sur le terrain (dans la plupart des cas, les enfants jouent davantage sur les aires dédiées comme les pelouses ornementales) ;
- l'ingestion de végétaux pour des proches à qui est donnée une partie de la récolte (du fait des difficultés d'accès à des données d'exposition précises dans ce cas)[98] ;
- l'ingestion de viande de bétail ou de gibier[99] ;
- l'ingestion de viande de poisson[100].

8.2.4 Définition du scénario retenu

Pour un scénario donné, plusieurs situations peuvent être étudiées. À titre d'exemple, sur le site d'une résidence permanente, le cas d'un enfant jouant sur une aire de jeux privée et le cas d'un adulte effectuant des activités de jardinage quotidiennes peuvent être présentés dans le même scénario.

Par contre, **pour une situation donnée (parcelle(s) + enjeu + voie d'exposition), le paramètre « nombre de jours d'exposition par an » est unique**. Il est défini soit à partir des informations recueillies sur site, soit choisi dans les grilles de référence de GEODERIS. D'autres nombres de jours ne pourront pas être envisagés dans le paragraphe sur les incertitudes pour cette situation précise.

8.2.5 Cas particulier du scénario générique (GEODERIS, 2015)

Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente, un **scénario « générique »** sera étudié par défaut. Afin d'anticiper un éventuel changement d'usage et uniquement dans le cas précédemment cité, **le scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné (soit 234 jours / an[101]) sera affiché**.

[97] cf. scénario n°74 correspondant au projet de visite de l'usine du Bocard d'Eylie pour lequel cette voie d'exposition n'a pas été retenue.
[98] À l'exception d'un cas où le propriétaire préciserait que d'importantes quantités de plantes potagères sont fournies régulièrement à des membres de la famille, notamment des petits-enfants.
[99] Cependant, au regard de la présence de bétails (ovins, bovins et équins) sur les zones étudiées, les milieux d'exposition du bétail (sols de pâturage, plantes herbacées de pâturage et eaux d'abreuvement) ont été caractérisés et font l'objet de descriptions détaillées dans le *paragraphe 9 « Interprétation des résultats sur les zones de pastoralisme »*.
[100] Cependant, au regard de la présence de zones de pêche autorisée, des prélèvements d'eaux voire de sédiments ont été réalisés dans l'étang de Chichoué ainsi que tout le long du Lez entre le Cirque de la Plagne et Le pont d'Ayer, à la confluence avec le Riberot.
[101] Toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux 2/3 de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nb jours = (365-15)*2/3 = 234.

8.3 Principes méthodologiques adoptés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires

8.3.1 Comparaison des concentrations du milieu par rapport à celles de l'environnement local témoin (GEODERIS, 2015)

En contexte d'après-mine, bien qu'il puisse paraître évident de prime abord qu'il n'est pas possible de comparer une source de pollution à un quelconque état de référence, les études sont confrontées à des objets qui ressemblent davantage aux milieux dans leur état naturel qu'à des sources de pollution en tant que tel. Il résulte de ce constat qu'il est proposé d'adapter la démarche IEM en contexte d'après-mine selon le *Tableau 72*.

Aucun environnement local témoin ne sera recherché pour l'étude des scénarios dont les usages sont localisés au droit de sources de pollution.

<table>
<tr><th colspan="2">Situation</th><th>Exemples</th><th>Résultats et démarche associée</th></tr>
<tr><td>ZONE HORS INFLUENCE MINIERE</td><td>L'opérateur peut démontrer par la phase informative ou par des observations de terrain étayées que la zone N'EST PAS sous influence minière.</td><td>Zones hors influence directe ou indirecte des sources de pollution, en amont topographique et/ou hydraulique de travaux miniers, etc.</td><td>Détermination des ELT pertinents, au regard des lithologies, usages et milieux en présence.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ZONE SOUS INFLUENCE MINIERE</td><td rowspan="2">L'opérateur peut démontrer par la phase informative ou par des observations de terrain étayées que les milieux étudiés ont été influencés directement ou indirectement par l'activité minière.</td><td>Usages constatés sur une source de pollution (aire de stockage volontaire ou involontaire)</td><td>Pas de comparaison à l'ELT du site. La démarche IEM se poursuit (« Comparaison aux valeurs réglementaires » et « EQRS »).</td></tr>
<tr><td>Usages constatés sur un milieu source directement sous l'influence d'une source de pollution[102] (sol reposant sur un dépôt minier identifié, plantes potagères arrosées avec une émergence minière, etc.).</td><td rowspan="2">Mise en œuvre classique de la démarche IEM (comparaison à l'ELT, comparaison aux valeurs réglementaires, EQRS, etc.)</td></tr>
<tr><td>ZONE À INCERTITUDES</td><td>L'opérateur n'a pas de certitude sur l'état de la zone (sous ou hors influence minière, directe ou indirecte).</td><td>Zone pouvant être influencée directement ou indirectement par des sources de pollution (voies de transfert identifiées ou supposés)</td></tr>
</table>

Tableau 72 : Démarche proposée pour la mise en œuvre de la démarche d'interprétation des milieux, selon la situation de la zone d'intérêt

[102] Dans cette situation, GEODERIS pourra être amené à recommander à l'opérateur en charge des calculs de risques sanitaires de ne pas mener de comparaison à l'ELT du site.

8.3.2 Concentrations retenues pour les calculs de risques sanitaires

Dans le cas où plusieurs prélèvements ont été réalisés pour un même environnement local témoin, il a été choisi de retenir, dans une approche conservatoire, les **concentrations minimales** obtenues lors de l'analyse des différents paramètres.

De plus, tenant compte que les gammes d'incertitudes analytique sur la mesure d'un paramètre (quelle que soit la matrice) sont généralement de 20%, si la concentration mesurée dans le milieu investigué présente une valeur égale à celle de l'environnement local témoin associé, à 20% près, cette dernière est prise en compte et **les calculs de risque sanitaires associés sont traités dans la démarche d'évaluation des incertitudes de l'IEM.**

À l'issue des investigations de terrain d'août 2013 et de juin 2014, une partie de certains prélèvements de sols et de végétaux ont été fournis à l'INERIS afin que soient réalisés des analyses de bioaccessibilité (*décrites de façon détaillées dans le rapport INERIS disponible en version numérique sur le DVD 2 joint,* (HULOT, 2015)) Le protocole d'analyse requiert au préalable la détermination des concentrations totales en les éléments étudiés (la bioaccessibilité étant fournie en %).

Aussi, lorsqu'un échantillon est concerné par une mesure de bioaccessibilité, les concentrations totales en arsenic et antimoine, retenues pour l'étude du scénario d'exposition et les calculs de risques sanitaires éventuels, correspondent à celles obtenues par le laboratoire de l'INERIS. Dans le cas contraire, il s'agira de celles fournies par le laboratoire EUROFINS.

8.4 Qualité des eaux destinées à la consommation humaine

L'Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007 définit les concentrations maximales fixées réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, pour plusieurs substances ; dont l'arsenic, l'antimoine, le cadmium, le cuivre et le plomb (parmi la liste des substances retenues pour cette étude). Les concentrations mesurées au droit de captages utilisés pour la consommation humaine ont donc été comparées à ces limites de qualité *(cf. paragraphe 8.1.1)*.

Les captages des zones investiguées de Bentaillou, de Rouge et d'Irazein ont fait l'objet de prélèvements en 2013 et en 2014 ; étant sous influence potentielle des travaux miniers *(Tableau 73 et Tableau 74)*.

D'autres captages ont été échantillonnés afin de mieux comprendre l'hydrogéochimie du secteur d'étude ; et ce, uniquement en 2013. Il s'agit des captages de Laspé, du Pont et d'Andraud, sur la commune de Sentein, ainsi que des captages de Biac, de Luentein et des Echarts, sur la commune de Bonac-Irazein. Les résultats analytiques associés sont fournis dans les tableaux de l'*Annexe C3, hors-texte*.

Sur la zone investiguée de Bentaillou, le captage du refuge pastoral est en cours de traitement par la Fédération pastorale et l'Agence Régional de Santé depuis que des teneurs supérieures aux limites de qualité susmentionnées (en nickel et en aluminium) ainsi qu'un pH faible aient été mesurées dans ces eaux en septembre 2013. À un stade intermédiaire de l'étude, et à la demande de Monsieur le Sous-Préfet, GEODERIS a d'ailleurs collaboré avec ces organismes pour l'identification d'une nouvelle source, hors de l'influence potentielle des travaux miniers (GEODERIS, 2014).

S'agissant des fontaines mises à disposition des randonneurs et visiteurs de Bentaillou, leurs eaux sont prélevées au sein du ruisseau de la Cigalère. Les concentrations mesurées pour le cadmium et pour le plomb (en période de crue) sont supérieures ou égales aux limites de qualité ; respectivement de **8,2 µg/l pour 5 µg/l et de 10 µg/l pour 10 µg/l**.
Il est à noter toutefois que ces eaux font l'objet d'un usage non régulier et peu fréquent ; étant donné qu'il concerne principalement des randonneurs et promeneurs.

Sur la zone investiguée de Rouge, concernant les captages dits « de Rouge » alimentant les hameaux d'Eylie-d'en-Haut et d'Eylie-d'en-Bas, aucun dépassement des limites de qualité n'a été mesuré pour les substances retenues dans le cadre de cette étude, que ce soit en période d'étiage ou en période de crue.

Il en est de même pour les captages étudiés au droit de la zone investiguée d'Irazein.

		REFUGE PASTORAL		FONTAINES DE BENTAILLOU				CAPTAGES DITS "DU BOIS DE ROUGE"				
Référence du prélèvement		**P034**	***P036***	**P035**	***P037***	**P401**	***P402***	**P360**	***P365***	**P527**	***P530***	**P361**
Date de prélèvement		29/08/2013	*29/08/2013*	29/08/2013	*29/08/2013*	18/06/2014	*18/06/2014*	27/08/2013	*27/08/2013*	19/06/2014	*19/06/2014*	27/08/2013
[103]	Limite de qualité[104]											
pH*	-	**3,93**	-	7,12	-	6,79	-	6,89	-	7,25	-	7,24
Cond.*	-	90	-	150	-	92	-	240	-	99	-	200
T*	-	12,1	-	9,9	-	9,2	-	8,9	-	7,1	-	8,5
MES	-	3,9		<2		<2		<2		<2		
Sb	**5**	<0.2	*<0.2*	<0.2	*<0.2*	0,33	*0,33*	<0.2	*<0.2*	<0.2	*<0.2*	<0.2
As	**10**	<0.2	*<0.2*	<0.2	*<0.2*	0,26	*0,27*	0,35	*0,28*	0,27	*0,26*	0,36
Cd	**5**	0,46	*0,55*	<0.2	*<0.2*	**8,23**	*8,06*	0,22	*<0.2*	0,25	*0,23*	0,29
Cu	**2000**	42,8	*16,3*	<0.5	*0,53*	14	*10,2*	0,88	*<0.5*	<0.5	*<0.5*	<0.5
Pb	**10**	1,65	*1,59*	<0.5	*<0.5*	**10**	*10,5*	<0.5	*<0.5*	<0.5	*<0.5*	<0.5
Zn	**-**	68,4	*52,9*	30,7	*27,1*	2500	*2570*	10,7	*7,9*	8,5	*8,5*	23,6

Tableau 73 : Concentration mesurées pour les substances retenues dans les eaux destinées à la consommation humaine sur les zones investiguées de Bentaillou et de Rouge et comparaison aux limites de qualité

		CAPTAGE OUEST COURASSOU	CAPTAGE DU VILLAGE D'IRAZEIN		
Référence du prélèvement		**P176**	**P177**	**P480**	***P481***
Date de prélèvement		24/08/2013	24/08/2013	21/06/2014	*21/06/2014*
[103]	Limite de qualité[104]				
pH*	-	8,03	7,67	7,23	-
Cond.*	-	450	280	252	-
T*	-	15,5	10,2	11,6	-
MES	-	<2	<2	<2	
Sb	**5**	<0.2	<0.2	<0.2	*<0.2*
As	**10**	<0.2	0,38	0,25	*0,27*
Cd	**5**	<0.2	<0.2	<0.2	*<0.2*
Cu	**2000**	7,14	<0.5	<0.5	*3,26*
Pb	**10**	<0.5	<0.5	<0.5	*<0.5*
Zn	**-**	8,3	<5	<5	*<5*

Tableau 74 : Concentration mesurées pour les substances retenues dans les eaux destinées à la consommation humaine sur le site d'Irazein et comparaison aux limites de qualité

[103] ** Les paramètres marqués d'une étoile ont été mesurés sur site.*

Cond. = conductivité ; T = température de mesure ; MES = matières en suspension ; Sb = antimoine ; As = arsenic ; Cd = cadmium ; Cu = cuivre ; Pb = plomb ; Zn = zinc

Unités, incertitude et limite de quantifications (LQ) pour chaque paramètre :

Paramètre	pH*	Cond.*	T*	MES	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Unité	-	µS/cm	°C	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Incertitude	-	-	5%	15%	30%	20%	20%	20%	25%	
LQ	-	-	-	2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	5

[104] Limite de qualité = concentration maximale fixée réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, selon l'Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007

8.5 Scénarios d'exposition retenus et calculs de risques sanitaires associés

En préalable, il est précisé qu'aucun scénario d'exposition n'a été retenu sur les zones investiguées d'Irazein et de Pont d'Ayer.

8.5.1 Préambules sur l'organisation du paragraphe

Chaque site est organisé en **3 parties** :

- la présentation générale des scénarios retenus sur la zone investiguée (avec une carte de situation) ;
- la description détaillée de chacun des scénarios retenus sous forme de fiche de synthèse comportant l'ensemble des informations inhérentes à ce scénario (description générale de la situation et de la parcelle concernée, carte de situation, points de prélèvements réalisés, environnements locaux témoins associés, paramètres d'exposition retenus, source des informations, etc.)[105] ;
- les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) (HULOT, 2015).

Concernant ces derniers résultats, les tableaux sont systématiquement présentés selon la description du *Tableau 75.* Pour rappel, la démarche d'approfondissement de l'EQRS consiste à calculer les QD et ERI totaux, avec l'ensemble des substances et voies, puis de comparer les résultats obtenus aux critères de risques de 1 pour le QD et 10^{-5} pour l'ERI (*cf. paragraphe 8.1.3*).

AFFICHAGE	SIGNIFICATION
Concernant les scénarios retenus	
Italique +Police bleu	Scénario traité dans son ensemble dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM (du fait d'un manque d'information sur les paramètres d'exposition)
	Scénario générique évaluant la fréquentation d'un enfant d'une résidence permanente, sur une période de 6 mois à 6 ans, à raison d'une exposition annuelle de 234 jours. (*cf. paragraphe 8.2.4*).
Concernant le positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM	
	QD < 0,2 ; ERI < 10^{-6} l'état des milieux est compatible avec les usages
	0,2 < QD < 5 ; 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 ; ERI > 10^{-4} l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
Concernant la démarche d'approfondissement de l'EQRS	
	QD > 1 ; ERI > 10^{-5} l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages ; les conclusions doivent tenir compte des choix conservatoires de paramètres et des incertitudes analytiques (à hauteur de 20%)
	QD > 1 ± 20% ; ERI > 10^{-5} ± 20% les conclusions doivent **impérativement** tenir compte des choix conservatoires de paramètres et des incertitudes analytiques (à hauteur de 20%)

Tableau 75 : Représentation des résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires

[105] Les scénarios traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM sont mis en évidence par une couleur bleue dans les tableaux des fiches scénarios.

8.5.2 Bentaillou

8.5.2.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 76* et la *Figure 137* présentent les 6 scénarios retenus sur la zone investiguée de Bentaillou.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
1	Refuge pastoral de Bentaillou	2467 (TD)
2	Randonnée et Bivouac à Bentaillou	2469 (TD)
3	Activités de loisirs en extérieur pour les travailleurs EDF	2469 (TD)
4	Camps d'été des spéléologues de l'ARSHaL	2469 (TD)
5	Randonnée sur le sentier de la découverte de la crête	2467, 2469 (TD)
6	Visite des vestiges miniers de Bentaillou	2467, 2469 (TD)

*Légende : * Les scénarios marqués de beige sont traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM. ** TD : Territoire domanial*

Tableau 76 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Bentaillou (n°1 à n°6) et parcelles concernées, commune de Sentein

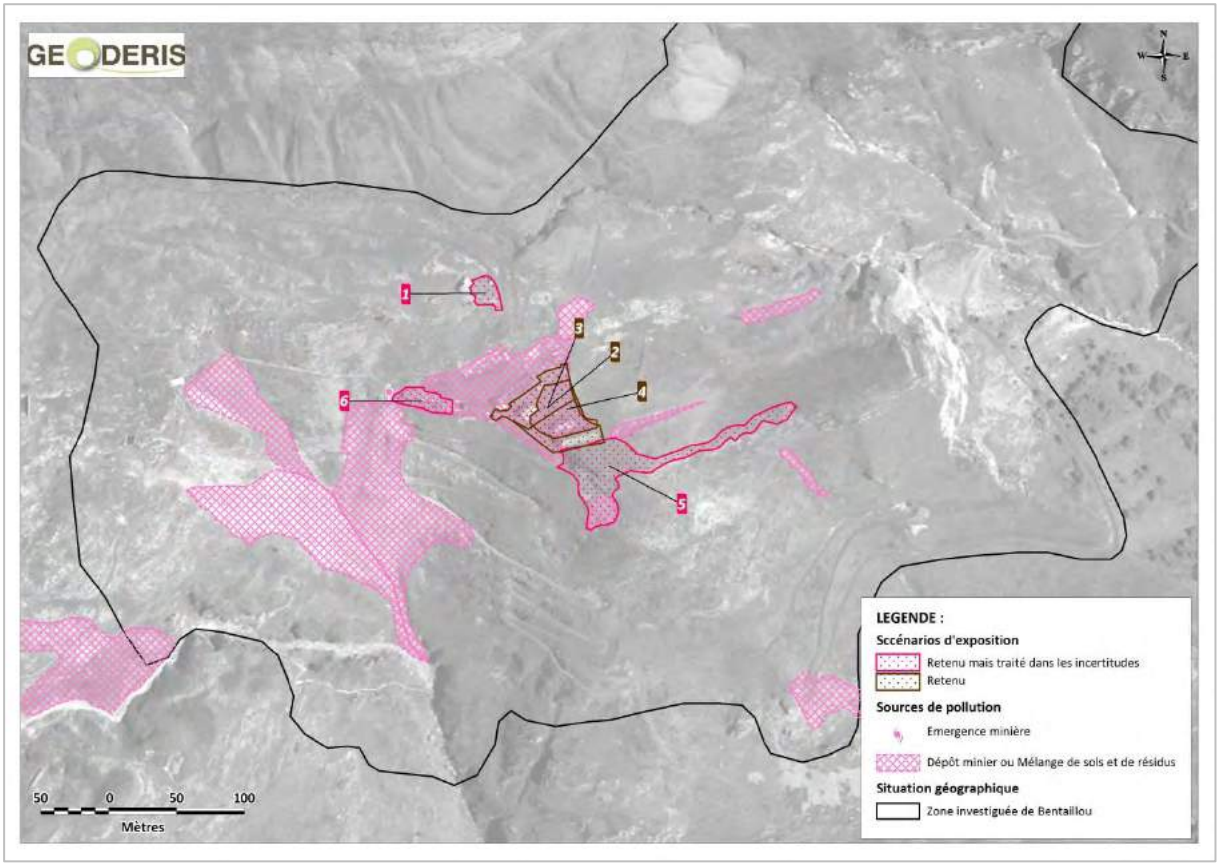


Figure 137 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Bentaillou (n°1 à n°6), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.2.2 Fiches scénarios détaillées

Ces 6 scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°1 : REFUGE PASTORAL DE BENTAILLOU[106]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[107]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Refuge pastoral pour les bergers réalisant la transhumance, mis à disposition par la commune de Sentein. Zone d'intérêt : plateforme enherbée devant le refuge.

▪ Occupation du refuge de juin à septembre tous les ans par un adulte (4 mois en moyenne, avec possibilité de démarrer plus tard et de rentrer plus tôt, selon le climat). **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

▪ À noter la présence occasionnelle des éleveurs sur le site. Transactions avec les éleveurs se font principalement lors de : Fête de : transhumance : 1er week-end de juin / Foire de la descente : 1er samedi d'octobre.

▪ ⇨ Le refuge est alimenté par une source captée au sein de faciès du Silurien au nord immédiat du refuge, juste au-dessus du ruisseau de la Cigalère. Une conduite en PVC amène l'eau de la source au robinet de la cabane. L'eau est utilisée comme eau de boisson pour les bergers (+ visiteurs) à raison d'1L par jour. Ces eaux présentent des teneurs en nickel et en aluminium supérieures aux valeurs réglementaires ainsi qu'un pH très faible. **La Fédération pastorale, l'ARS et la mairie de Sentein étudient la possibilité de mettre en fonctionnement un nouveau captage** *(Source des Ancolies) (cf. Rapport GEODERIS S2014/013DE-14MPY3301)*. En attendant, des bouteilles d'eau pourraient être amenées par hélicoptère en 2015.

▪ ⇨ Un autre robinet (celui de droite dans la cuisine du refuge) fournit de l'eau provenant du ruisseau de la Cigalère (*prélèvements SE-13-BNTS-ESO-02 et ESU-F02 ainsi que SE-14-BNTE-ESU-02 et ESU-F02*) et est utilisée pour les tâches ménagères *(cf. Scénario 2).*

Photographies *(la zone d'intérêt, sur laquelle les prélèvements de sols ont été réalisés, est présentée ci-dessous, en haut à droite)*



[106] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.
[107] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

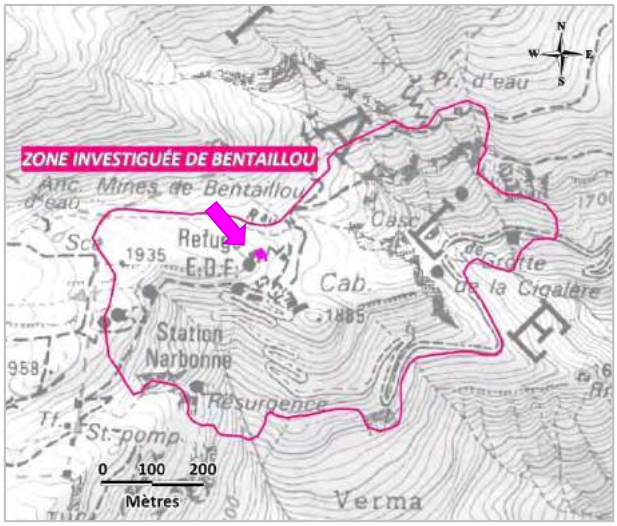
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°1 : REFUGE PASTORAL DE BENTAILLOU

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Berger responsable de la transhumance rencontré en août 2013 et en juin 2014 sur site. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant résident temporaire de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols
	▪ *L'ingestion d'eaux n'est pas prise en compte dans cette étude étant donné que l'ARS a pris en charge ce dossier en 2014, seuls les résultats analytiques acquis en 2013 et 2014 sont présentés.*
Nombre de jours d'exposition retenus	60 jours / an[108]

CARTE DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Ordovicien Supérieur O3C	Lithologie	Ordovicien Supérieur O3C
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2467)*
	P406 / SE-14-BNTE-SOL-104-0-3 *(2467)*		**P405 / SE-14-BNTE-SOL-103-0-3*** **P038 / SE-13-BNTS-SOL-01-0-3**
	Eaux de source		Eaux domestiques *(2467)*
	⦸		**P034 / SE-13-BNTS-ESO-01** **P036 / SE-13-BNTS-ESO-F01**

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW391)*

[108] Tenant compte d'une fréquentation des parents sur 4 mois au maximum (de juin à septembre) et de jeux en extérieur pour l'enfant durant les deux mois les plus chauds (juillet et août).

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°2 : RANDONNEE ET BIVOUAC A BENTAILLOU

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2469 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[109]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Zone d'intérêt : plateforme enherbée entre les vestiges bâtis.

▪ En termes de fréquentation, quelques dizaines de personnes par mois transitent par le site de Bentaillou. Principalement en période estivale, de juillet à début septembre.

▪ Bien que cela soit plus fréquent à l'étang de Chichoué ou à l'étang d'Albe, des randonneurs bivouaquent à Bentaillou, en général pour une nuit (selon réglementation) (*cf. photo ci-dessous, à droite, prise en août 2013*). Les randonneurs peuvent s'abriter et passer la nuit dans un bâtiment en préfabriqué construit en mai 1952 situé à l'entrée du site.

▪ De l'eau est captée en amont du ruisseau de la Cigalère et alimente un réservoir au centre de l'ancien site minier (*prélèvements SE-13-BNTS-ESO-02 et -F02 ; cf. deux photos ci-dessous, en bas à gauche et au centre*) ainsi qu'un robinet en bordure du refuge de la mairie de Sentein (*prélèvements SE-14-BNTE-ESU-03 et -F03 ; cf. photo ci-dessous, en bas à droite*). Ces points d'eaux sont gérés par l'ONF et utilisés comme eau de boisson par les randonneurs. Ils servent également aux usages quotidiens des campeurs.

Photographies











[109] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

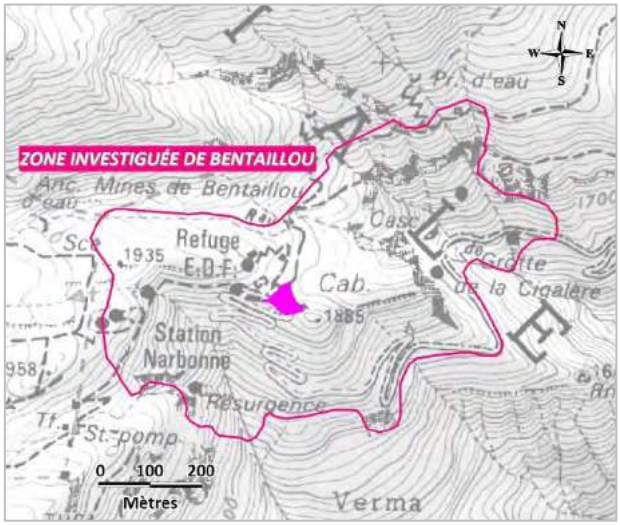
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

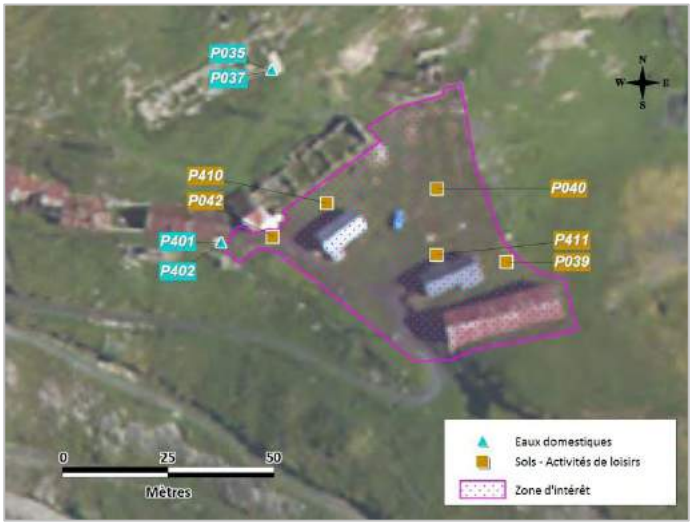
SCENARIO N°2 : RANDONNEE ET BIVOUAC A BENTAILLOU

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Randonneurs rencontrés en juillet et août 2013 sur site (dont une famille qui s'était installée avec une tente). ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénarios d'exposition retenus (x 2)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
	▪ Adulte ou enfant - Ingestion d'eaux pour la boisson
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[110]

CARTES DE SITUATION[111]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Calcaire de Bentaillou[112]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage *(2467)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs[112] *(2469)*
	P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10		**P039 / SE-13-BNTS-SOL-02-0-3** **P040 / SE-13-BNTS-SOL-03-0-3*** **P042 / SE-13-BNTS-SOL-05-0-3** **P410 / SE-14-BNTE-SOL-108-0-3*** **P411 / SE-14-BNTE-SOL-109-0-3***
	Eaux de source		Eaux domestiques *(2469)*
	⊘		**P035 / SE-13-BNTS-ESO-02** **P037 / SE-13-BNTS-ESO-F02** **P401 / SE-14-BNTE-ESU-03** **P402 / SE-14-BNTE-ESU-F03**

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW219, 14AW385 et 14AW400 dans cet ordre)*

---

[110] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« bivouac »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[111] Le prélèvement P427 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 850 m (à l'ouest-sud-ouest) de la zone d'intérêt.

[112] Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site, ni sur cette lithologie.

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°3 : ACTIVITES DE LOISIRS EN EXTERIEUR POUR LES TRAVAILLEURS EDF

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2469 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[113]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Zone d'intérêt : plateforme enherbée autour du refuge appartenant à EDF (logement temporaire dédié aux travailleurs d'EDF).

▪ La durée de séjour des travailleurs sur site varie selon la nature des travaux à réaliser sur le réseau hydroélectrique. Elle est évaluée à 1 à 2 mois en moyenne (sur une période allant généralement de juin à octobre) ; les travailleurs étant sur site 4 jours par semaine (du lundi au jeudi). La montée à Bentaillou se fait le plus souvent en 4x4 par la piste.

▪ Le scénario est basé sur des activités de repos et de loisirs des travailleurs **hors de leur temps de travail** (*l'étude des expositions éventuelles lors d'activités professionnelles ne relève pas d'une IEM*).

▪ Suite à la mise en évidence de la non-potabilité de l'eau du captage du refuge pastoral, auquel est rattaché le refuge EDF (*cf. Scénario 1*), de nouvelles mesures ont été prises par EDF en 2014. Depuis l'été 2014, des bouteilles d'eau sont acheminées sur site pour la boisson et des cuves de 1000L ont été amenées par hélicoptère pour les autres usages quotidiens.

Photographies



[113] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

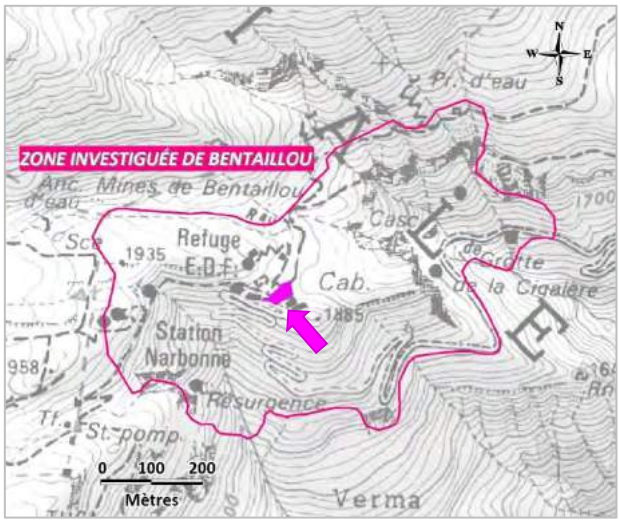
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°3 : ACTIVITES DE LOISIRS EN EXTERIEUR POUR LES TRAVAILLEURS EDF

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunions avec Adjoint au Maire le 08/08/2014 et le 28/01/2015. ◦ Réunion avec Renaud CHAMPREDONDE, Chef du Groupement d'Usines du Couserans à EDF, le 30/04/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Adulte d'une résidence temporaire - Ingestion de sols ⇨ *L'ingestion d'eaux n'est pas prise en compte dans cette étude étant donné que l'entreprise EDF en a la gestion.*
Nombre de jours d'exposition retenus	32 jours / an[114]

CARTES DE SITUATION[115]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Calcaire de Bentaillou[116]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage *(2467)* **P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10**	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2469)* **P040 / SE-13-BNTS-SOL-03-0-3*** **P042 / SE-13-BNTS-SOL-05-0-3** **P410 / SE-14-BNTE-SOL-108-0-3***

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW219 et 14AW385, dans cet ordre)*

[114] Tenant compte d'une fréquentation sur 2 mois, à raison de 4 jours ouvrés par semaine ; soit nombre de jours = 2 x 4 x 4 = 32.

[115] Le prélèvement P427 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 850 m (à l'ouest-sud-ouest) de la zone d'intérêt.

[116] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (à l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou) et sur un site géographiquement proche (Chichoué) est pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°4 : CAMPS D'ETE DES SPELEOLOGUES DE L'ARSHAL

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2469 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[117]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Zone d'intérêt : plateforme enherbée autour du refuge appartenant à l'ONF et mis à disposition de l'association de spéléologues de l'ARSHaL.

▪ Une quarantaine de personnes réalisent le camp, sur une période totale de 3 semaines à 1 mois (entre fin juillet et mi-août). Des groupes de 10 à 15 personnes restent alors sur site environ 1 semaine (équipes en rotation sur les 3 semaines). Seule un coordinateur reste durant toute la durée du camp.

▪ L'alimentation en eaux domestiques se fait grâce au captage situé en amont du ruisseau de la Cigalère (*cf. Scénario 2 et prélèvements SE-13-BNTS-ESO-02 et -F02, ainsi que SE-14-BNTE-ESU-03 et –F03).* L'eau est cependant est cependant filtrée par l'association (dispositif de filtration non connu).

Photographies



[117] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

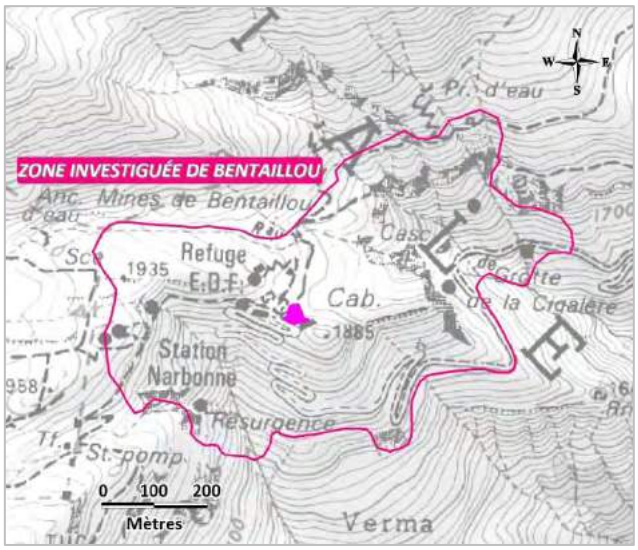
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°4 : CAMPS D'ETE DES SPELEOLOGUES DE L'ARSHAL

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Spéléologues de l'ARSHaL rencontrés sur site le 31/07/2013 ◦ Réunions avec Adjoint au Maire le 08/08/2014 et le 28/01/2015.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Adulte d'une résidence temporaire - Ingestion de sols ⇨ *L'ingestion d'eaux n'est pas prise en compte dans cette étude étant donné que l'ARSHaL en a la gestion.*
Nombre de jours d'exposition retenus	20 jours / an[118]

CARTES DE SITUATION[119]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Calcaire de Bentaillou[120]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage *(2467)* **P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10**	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2469)* **P039 / SE-13-BNTS-SOL-02-0-3** **P040 / SE-13-BNTS-SOL-03-0-3*** **P411 / SE-14-BNTE-SOL-109-0-3***

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW219 et 14AW400, dans cet ordre)*

[118] Tenant compte d'une fréquentation maximale sur 3 semaines (pour le coordinateur du camp), tous les jours (en excluant un jour d'amené-repli) ; soit nombre de jours = 3 x 7 - 1 = 20.

[119] Le prélèvement P427 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 850 m (à l'ouest-sud-ouest) de la zone d'intérêt.

[120] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (à l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou) et sur un site géographiquement proche (Chichoué) est pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°5 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA DECOUVERTE DE LA CRETE[121]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2469 et N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[122]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À l'entrée sud-est du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Zone d'intérêt : zones aplanies en bordure du « sentier de la découverte de la Crête ». Ancienne voie de roulage de la mine, permettant d'accéder à une poudrière creusée sur quelques mètres dont l'entrée est pénétrable.

▪ Des randonneurs ont été observés sur ce sentier en août 2013, qui permet d'accéder facilement depuis la piste à une crête offrant un panorama sur le Cirque de la Plagne et sur la vallée du Lez. **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies



[121] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[122] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

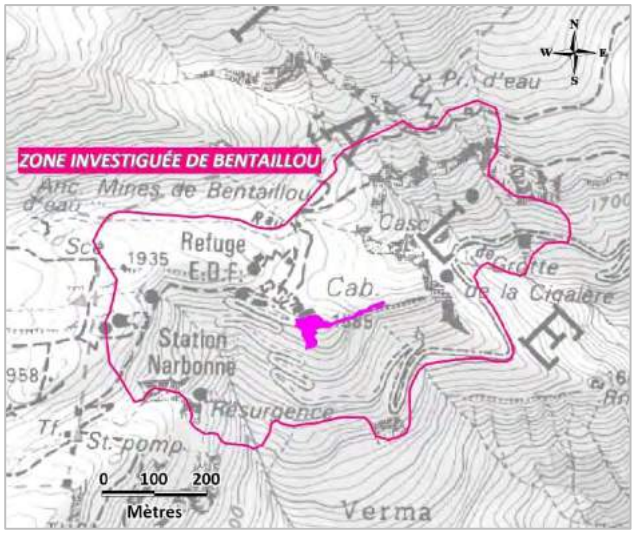
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

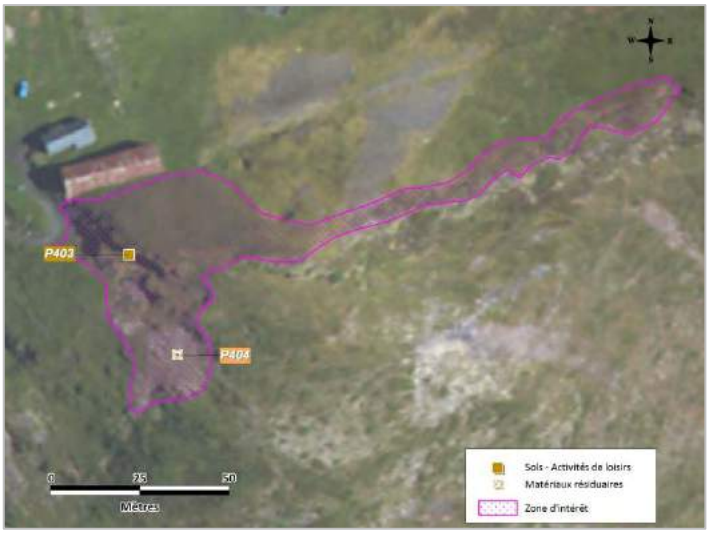
SCENARIO N°5 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA DECOUVERTE DE LA CRETE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[123]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (voie de roulage en sortie de la poudrière et présence d'un dépôt minier) (*cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080*)	Lithologie	Calcaire de Bentaillou
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2469)*
			P403 / SE-14-BNTE-SOL-101-0-3
			Matériaux résiduaires[124]
			P404 / SE-14-BNTE-SOL-102

[123] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de pique-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[124] Prélèvement de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

SCENARIO N°6 : VISITE DES VESTIGES MINIERS DE BENTAILLOU[125]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2469 et N°2467 (territoire domanial)							
Substances retenues sur le site[126]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site minier de Bentaillou (anciens ateliers et logements des mineurs). Zone d'intérêt : intérieur des vestiges miniers bâtis suivants : forge, poste du compresseur et poste de transformation dans lesquels un « sol » s'est développé. Il s'agit de bâtis dégradés, ouverts et régulièrement visités. GEODERIS a pu identifier des personnes pénétrant dans les édifices dégradés, et notamment des enfants venus randonner avec leurs parents : lors de la campagne de terrain durant l'inventaire DDIE le 31/08/2010, lors d'une mission de reconnaissance pour l'étude le 31/07/2013, puis lors des investigations de terrain les 22/08/2013 et 29/08/2013.

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a donc été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

▪ À la demande de la Sous-Préfecture de Saint-Girons, une étude a été réalisée par GEODERIS en mars 2014 sur l'existence de cuves et de transformateurs non démantelés ainsi que de vestiges miniers dégradés sur le sites de Bentaillou, Rouge et La Plagne *(cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE-14MPY2410)*. Cette étude détaille la situation de ces vestiges et décrit notamment la composition en substances hydrocarbonées des prélèvements d'huiles, effectués au sein de transformateurs non démantelés, des prélèvements d'eaux issus de l'émergence minière ainsi que des prélèvements de sols retenus pour le présent scénario.

Photographies



[125] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[126] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

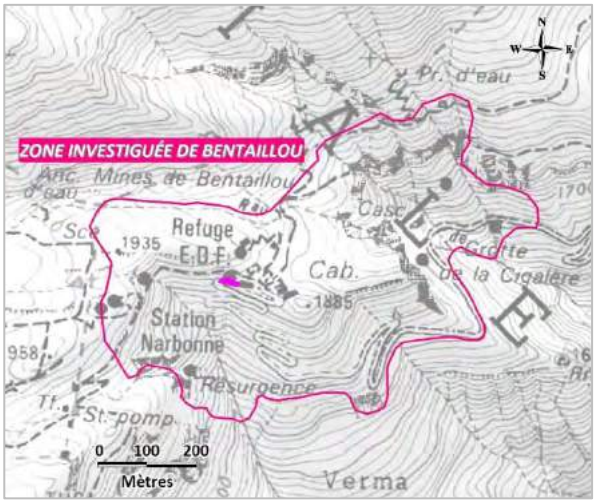
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°6 : VISITE DES VESTIGES MINIERS DE BENTAILLOU

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Observations de terrain en août 2010, en juillet 2013 et en août 2013 par GEODERIS.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 5 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche et la possibilité d'accéder aux vestiges*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[127]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠	Lithologie	Calcaire de Bentaillou
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	**Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (anciens bâtiments miniers) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2469)* **P046 / SE-13-BNTS-SOL-09-0-1** **P047 / SE-13-BNTS-SOL-10-0-2**

[127] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de pique-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

8.5.2.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 77* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bentaillou (y compris ceux traités dans les incertitudes).

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°1 Refuge pastoral de Bentaillou	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **60 jours par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn)*	*ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*	*Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 9,4 et donc déjà > 1*
N°2 Randonnée et bivouac à Bentaillou	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (As, Pb)			
	Ingestion d'eaux (**lors de la fréquentation de la zone**)	*Concentrations mesurées pour le cadmium et pour le plomb (en période de crue) supérieures ou égales aux concentrations maximales fixées réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine ; respectivement 8,2 µg/l pour 5 µg/l et 10 µg/l pour 10 µg/l.*			
N°3 Activités de loisirs en extérieur pour les travailleurs EDF	Ingestion de sol lors d'activités de loisirs en extérieur – adulte d'une résidence temporaire (**32 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,26 et ERI_{total} = 1,6E-06
N°4 Camps d'été des spéléologues de l'ARSHaL	Ingestion de sol lors d'activités de loisirs en extérieur – adulte d'une résidence temporaire (**20 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		QD_{total} = 0,17 et ERI_{total} = 2,0E-06
N°5 Randonnée sur le sentier de la découverte de la crête	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur - enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*QD_{total} = 0,25 et* *ERI_{total} = 3,7E-07*
N°6 Visite des vestiges miniers de Bentaillou	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 5 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*			

Tableau 77 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bentaillou (n°1 à n°6) (d'après HULOT, 2015)

8.5.3 Bonac

8.5.3.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 78* et la *Figure 138* présentent les trois scénarios retenus sur la zone investiguée de Bonac.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
7	Activités de jeux à la retenue de Bonac	1148, 1285, 1946
8	Caravaning à la retenue de Bonac	1148, 1149, 1150, 1151, 1285, 1946, 1948
9	Activités de loisirs sur les berges du Lez	586, 589, 1368, 1370,

Légende : Le scénario marqué de beige est traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

Tableau 78 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Bonac (n°7 à n°9) et parcelles concernées, commune de Bonac-Irazein

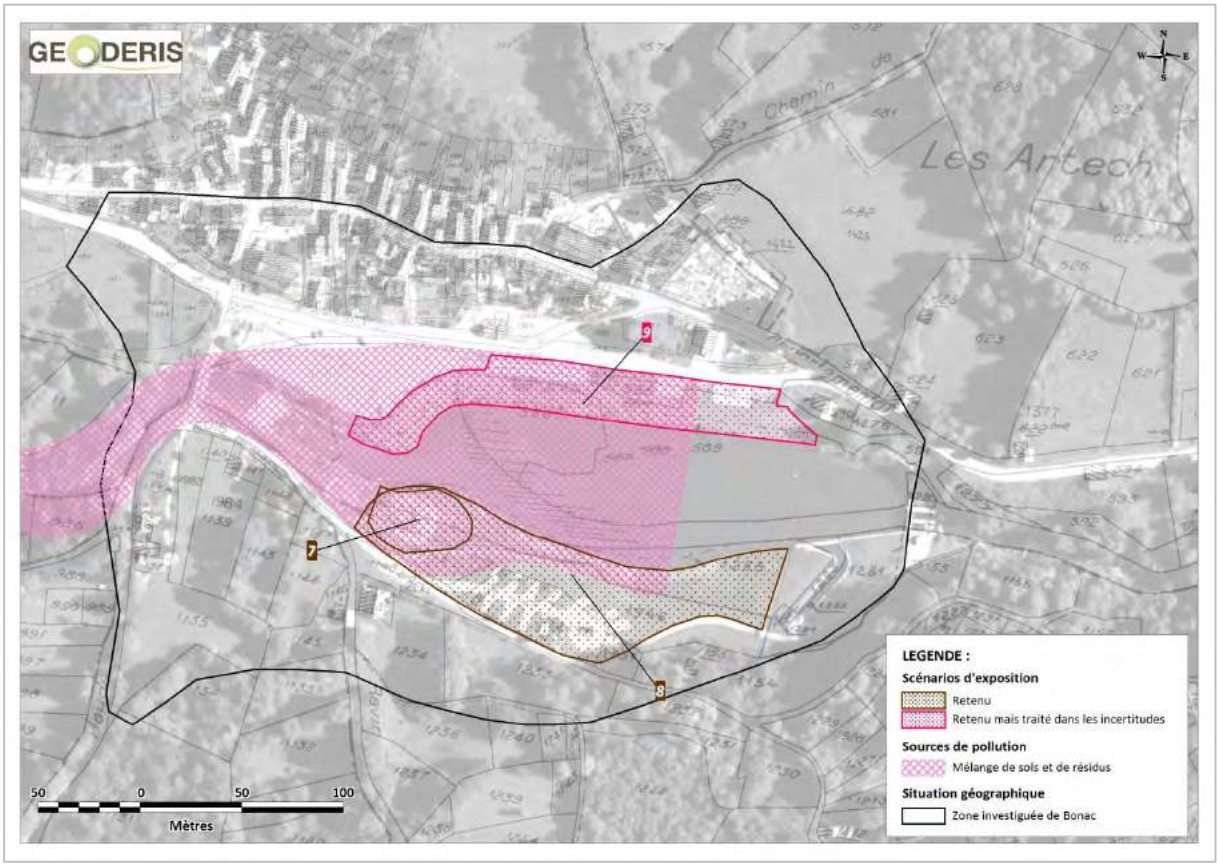


Figure 138 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Bonac (n°7 à n°9), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.3.2 Fiches scénarios détaillées

Ces trois scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : BONAC

SCENARIO N°7 : ACTIVITES DE JEUX A LA RETENUE DE BONAC

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1148, N°1946 et N°1285							
Substances retenues sur le site[128]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ En bordure du barrage EDF de Bonac et de la retenue d'eau associée (rive droite du Lez), en plein cœur du village de Bonac. L'ensemble de la zone en rive droite du Lez a fait l'objet de réaménagements récents, en particulier au niveau des berges. Aménagements bien entretenus : aire de caravaning, parking à proximité pour garer les véhicules de tourisme ainsi qu'une aire de pique-nique et de loisirs (tables et chaises, jeux pour enfants).

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour d'une aire de jeux pour enfants. Aire de jeux (d'une surface de 350 m² environ) avec des graviers d'aménagement au pied des jeux. Les prélèvements, bien que réalisés au sein d'une pelouse, ont été orientés vers quelques zones présentant les sols à nu (*cf. photo ci-dessous, en bas à droite*). Des enfants jouaient sur cette aire en août 2013.

Photographies









[128] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

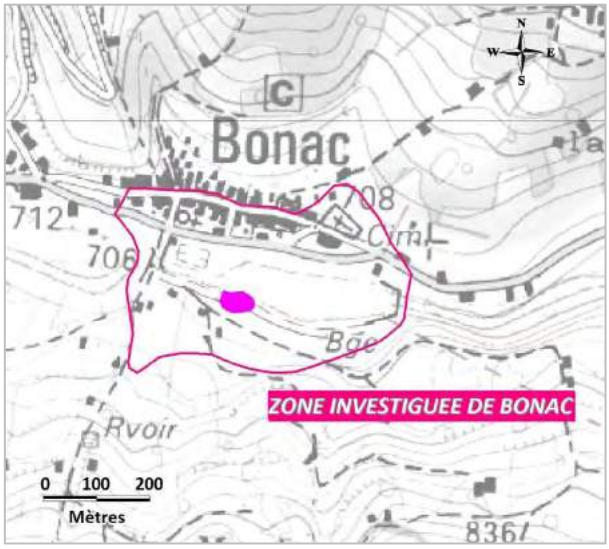
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

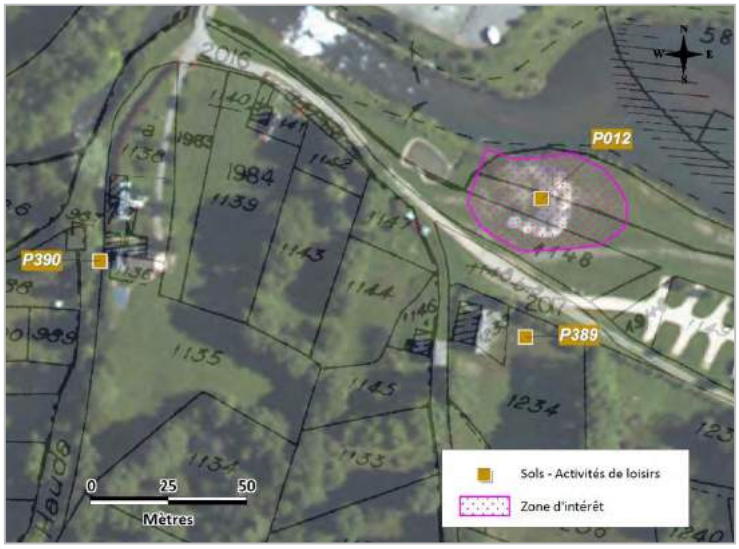
SCENARIO N°7 : ACTIVITES DE JEUX A LA RETENUE DE BONAC

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	⦸	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 1 an à 6 ans - Ingestion de sols[129] : (*considérant un âge minimum pour accéder à l'aire de jeux*)	
	Enfant d'une résidence permanente	140 jours / an
	Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	15 jours / an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs **P389 / SE-14-BABO-SOL-101-0-3** *(1234)* **P390 / SE-14-BABO-SOL-102-0-3** *(chemin communal)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs **P012 / SE-13-BABO-SOL-50-0-3*** *(1946-1285)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW192)*

[129] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de jeux publique au centre-ville »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080). Deux cas :*

◦ ***Enfant d'une résidence permanente** : Tenant compte d'une visite de l'aire de jeux le mercredi et les week-ends en période scolaire et tous les jours en période de vacances scolaires, durée rapportée aux 2/3 de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = [(35 x 3) + (15 x 7)]*2/3 = 140.*

◦ ***Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste** : Tenant compte d'une fréquentation de l'aire de jeux tous les jours durant la période d'occupation de la résidence temporaire ou de la résidence de vacances, soit 15 jours.*

ZONE INVESTIGUEE : BONAC

SCENARIO N°8 : CARAVANING A LA RETENUE DE BONAC

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1148, N°1948, N°1149, N°1150, N°1151, N°1946 et N°1285							
Substances retenues sur le site[130]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ En bordure du barrage EDF de Bonac et de la retenue d'eau associée (rive droite du Lez), en plein cœur du village de Bonac. L'ensemble de la zone en rive droite du Lez a fait l'objet de réaménagements récents, en particulier au niveau des berges. Zone aménagée en aire de caravaning, de pique-nique et de loisirs (parking à proximité pour garer les véhicules de tourisme, tables et chaises, jeux pour enfants) *(cf. Scénario 1)*.

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour d'une aire de caravaning. Aire de caravaning signalée et exclusivement réservée aux camping-cars (accès soumis à une déclaration en mairie de Bonac-Irazein avec paiement ; les véhicules de tourisme sont interdits de stationnement) et régulièrement occupée d'après des observations de terrain en juillet 2013, août 2013 et juin 2014.

Photographies









[130] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

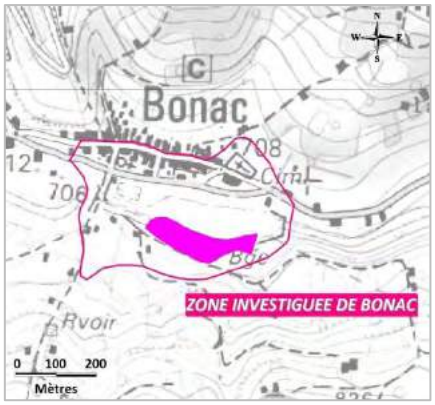
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°8 : CARAVANING A LA RETENUE DE BONAC

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	15 jours / an[131]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		**Caractérisation des milieux**	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
	P389 / SE-14-BABO-SOL-101-0-3 *(1234)* **P390 / SE-14-BABO-SOL-102-0-3** *(chemin communal)*		**P012 / SE-13-BABO-SOL-50-0-3*** *(1946-1285)* **P013 / SE-13-BABO-SOL-51-0-3** *(1946)* **P014 / SE-13-BABO-SOL-52-0-3** *(1946-1285)* **P015 / SE-13-BABO-SOL-53-0-3*** *(1285)*

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW192 et 13AW205, dans cet ordre)*

[131] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« camping ou caravaning ou gîte (location) »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

ZONE INVESTIGUEE : BONAC

SCENARIO N°9 : ACTIVITES DE LOISIRS SUR LES BERGES DU LEZ[132]

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1368, N°1370, N°586 et N°589							
Substances retenues sur le site[133]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ En bordure du barrage EDF de Bonac et de la retenue d'eau associée (rive gauche du Lez) ; au cœur du village de Bonac.

▪ Zone d'intérêt : pelouse entretenue sous arbres en rive gauche du Lez. Pelouses sur berges du Lez, en rive gauche, jouxtant le centre sportif en plein air et le boulodrome. Accès aisé depuis la route et plusieurs parkings à proximité immédiate.

▪ Activités de pique-nique et de repos constatées lors d'opérations de terrain en 2011 et en août 2013 mais absence d'équipements extérieurs (tables, bancs, etc.).

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies[134]









[132] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[133] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

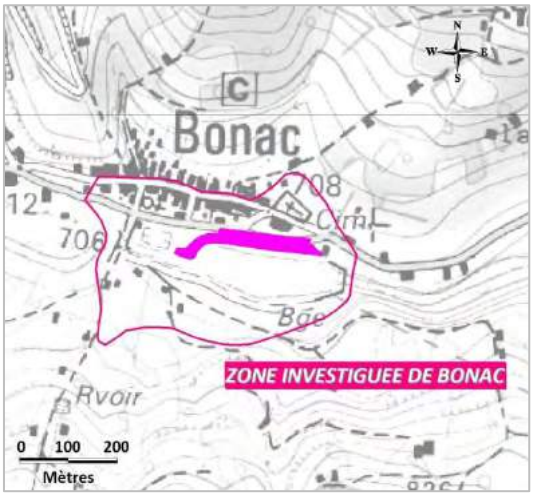
[134] Les deux photographies du bas ont été prises en septembre 2013, suite à une vidange du barrage de Bonac.

SCENARIO N°9 : ACTIVITES DE LOISIRS SUR LES BERGES DU LEZ

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⦸
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[135]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Silurien (pour le premier point) ET Alluvions du Quaternaire	Lithologie	À l'interface entre le Silurien et les Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P016 / SE-13-BABO-SOL-54-0-3 *(1423)* **P389 / SE-14-BABO-SOL-101-0-3** *(1234)* **P390 / SE-14-BABO-SOL-102-0-3** *(chemin communal)*		**P392 / SE-14-BABO-SOL-104-0-3** *(586 - Chemin communal)*

[135] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

8.5.3.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 79* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bonac (y compris celui traité dans les incertitudes).

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	**0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}**	**QD > 5 ERI > 1.10^{-4}**	**QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}**
N°7 Activités de jeux à la retenue de Bonac	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 1 à 6 ans, **140 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		QD_{total} = 1,4 et ERI_{total} = 1,6E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste (âgé de 1 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (Pb, As)			
N°8 Caravaning à la retenue de Bonac	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgés de 2 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,95 et ERI_{total} = 5,1E-07
N°9 Activités de loisirs sur les berges du Lez	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tous profils » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn)* *ERI (As, Pb)*			

Tableau 79 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bonac (n°7 à n°9) (d'après HULOT, 2015)

8.5.4 Bularic et Grauillès

8.5.4.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 80 et la Figure 139* présentent les deux scénarios retenus sur les zones investiguées de Bularic et de Grauillès.

ZONE	N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
Bularic	10	Randonnée sous la Mail du Bulard	758 (TD)
Grauillès	11	Randonnée et pique-nique à Grauillès	756 et 757 (TD)

*Légende : * Les scénarios marqués de beige sont traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM. ** TD : Territoire domanial*

Tableau 80 : Scénarios d'exposition retenus sur les zones investiguées de Bularic et de Grauillès (n°10 et n°11) et parcelles concernées, commune de Bonac-Irazein

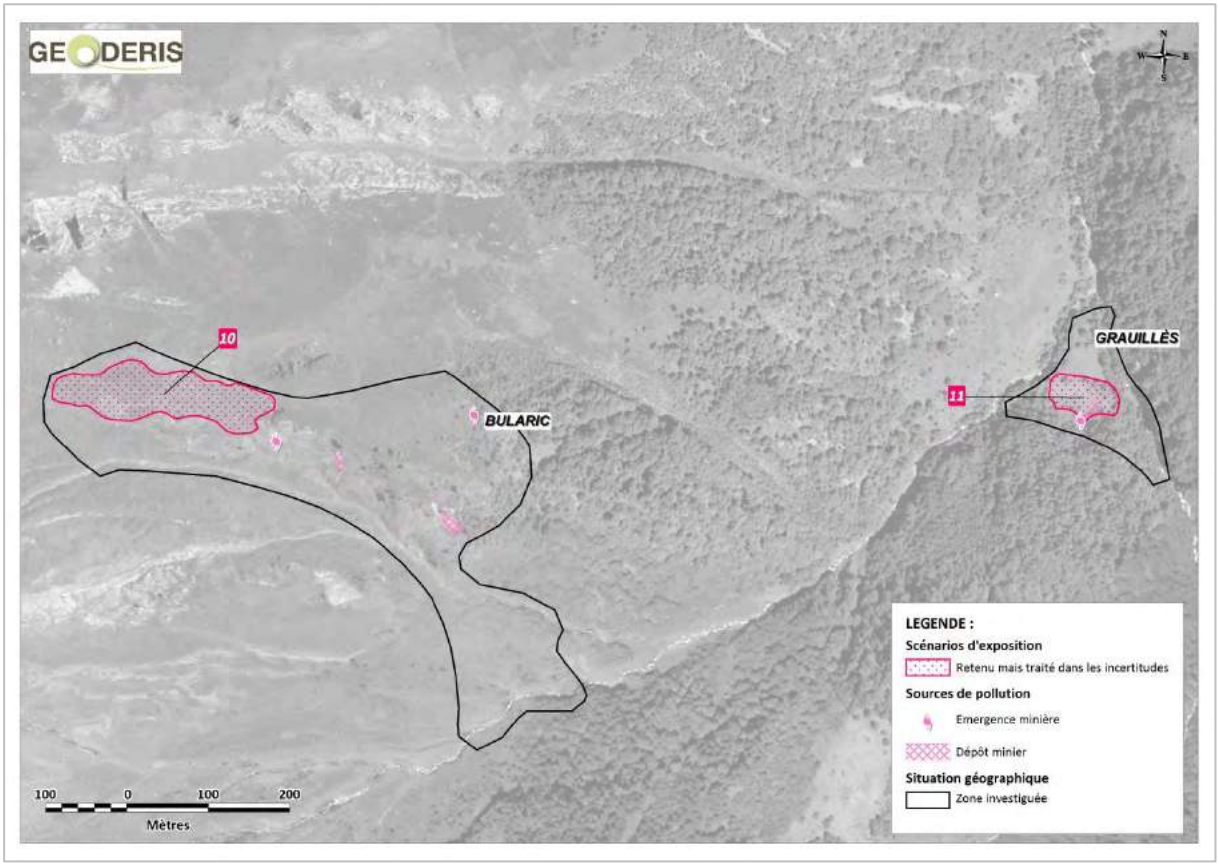


Figure 139 : Scénarios d'exposition retenus sur les zones investiguées de Bularic et de Grauillès (n°10 et n°11), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.4.2 Fiches scénarios détaillées

Ces deux scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : BULARIC

SCENARIO N°10 : RANDONNEE SOUS LA MAIL DU BULARD[136]

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°758 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[137]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit de l'ancien site minier de Bularic, sur la concession d'Orle. Le secteur est réputé pour ces vestiges miniers et sa proximité avec la mine du Bulard. À cet endroit, principalement quelques ouvrages débouchant au jour mis en sécurité, quelques dépôts de stériles grossiers. Au sein de la *Pâture communale de la Montagne de Larang et Bulard*.

▪ Zone d'intérêt : plateforme enherbée dans la partie haute des travaux miniers. Plateforme facilement accessible par un chemin de randonnée qui ne présente que peu de dénivelé depuis la Cabane de l'Arech (refuge pastoral accessible par une piste forestière).

▪ Des randonneurs occasionnels ont été signalés par le berger en charge de la transhumance sur cette zone. **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Témoignage en juillet 2013 par le berger de la cabane de l'Arech.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[138]

[136] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

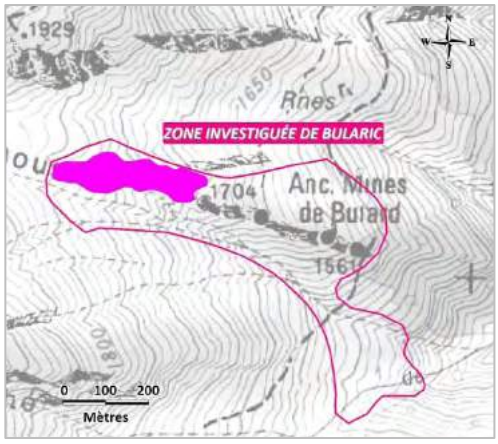
[137] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

[138] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

SCENARIO N°10 : RANDONNEE SOUS LA MAIL DU BULARD

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Ordovicien Supérieur O3A	Lithologie	Ordovicien Supérieur O3A
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage *(758)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage[139] *(758)*
	P060 / SE-13-BULC-SOL-02-0-10 **P420 / SE-14-BULC-SOL-101-0-10**		**P059 / SE-13-BULC-SOL-01-0-10** **P421 / SE-14-BULC-SOL-102-0-10**

[139] Tous les échantillons de sols ont été prélevés au sein d'une prairie enherbée. Ils sont donc davantage représentatifs d'un usage pour le pâturage que d'un usage pour des activités de loisirs (horizon de sols investigué de 0 à 10 cm, et non de 0 à 3 cm).

ZONE INVESTIGUEE : GRAUILLES

SCENARIO N°11 : RANDONNEE ET PIQUE-NIQUE A GRAUILLES[140]

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°756 et N°758 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[141]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit de l'ancien site minier de Grauillès, sur la concession d'Orle. Le secteur est connu des randonneurs qui souhaitent rejoindre la frontière franco-espagnole par le Port d'Orle.

▪ Zone d'intérêt : plateforme enherbée au droit des anciens travaux miniers de reconnaissance. Zone facilement accessible par un chemin de randonnée bien balisé qui longe le ruisseau de l'Orle depuis le hameau de Luentein (avec un dénivelé faible). Un refuge est mis à disposition des randonneurs et des bergers, la Cabane de Grauillès. La plateforme se trouve en aval immédiat d'une galerie minière, dont s'écoule une émergence à faible débit.

▪ **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[142]

[140] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

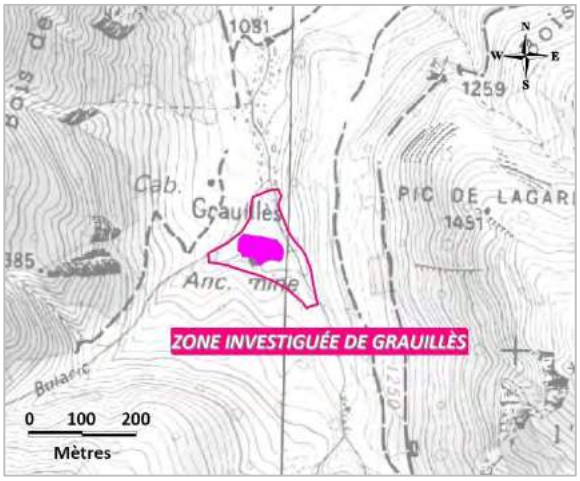
[141] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

[142] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

SCENARIO N°11 : RANDONNEE ET PIQUE-NIQUE A GRAUILLES

CARTES DE SITUATION[143]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Ordovicien Supérieur O3A	Lithologie	Ordovicien Supérieur O3C[144]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage[145] *(758)*	Référence(s)	Sols de pâturage[139] *(756-757)*
	P060 / SE-13-BULC-SOL-02-0-10 **P420 / SE-14-BULC-SOL-101-0-10**		**P063 / SE-13-BULC-SOL-05-0-10** **P064 / SE-13-BULC-SOL-06-0-10** **P065 / SE-13-BULC-SOL-07-0-10**

[143] Les prélèvements P060 et P420 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 1200 m (à l'ouest) de la zone d'intérêt.

[144] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (Ordovicien Supérieur O3A) et sur un site géographiquement proche (Bularic) est pris en compte.

[145] Tous les échantillons de sols ont été prélevés au sein d'une prairie enherbée. Ils sont donc davantage représentatifs d'un usage pour le pâturage que d'un usage pour des activités de loisirs (horizon de sols investigué de 0 à 10 cm, et non de 0 à 3 cm).

8.5.4.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 81* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées de Bularic et Grauillès (traités dans les incertitudes).

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°10 Randonnée sous la Mail du Bulard	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (As, Cd, Zn)* *ERI (As)*			
N°11 Randonnée et pique-nique à Grauillès	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Cd, Pb, Zn)* *ERI (Pb)*			

Tableau 81 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées de Bularic et de Grauillès (n°10 à n°11) (d'après HULOT, 2015)

8.5.5 Chichoué

8.5.5.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 82* et la *Figure 140* présentent les trois scénarios retenus sur la zone investiguée de Chichoué.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
12	Randonnée et bivouac à l'étang de Chichoué	2467 (TD)
13	Randonnée sous les travaux miniers de Ste Barbe	2467 (TD)
14	Randonnée sur le GR transfrontalier	2467 (TD)

*Légende : * Les scénarios marqués de beige sont traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM. ** TD : Territoire domanial*

Tableau 82 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Chichoué (n°12 à n°14) et parcelles concernées, commune de Sentein

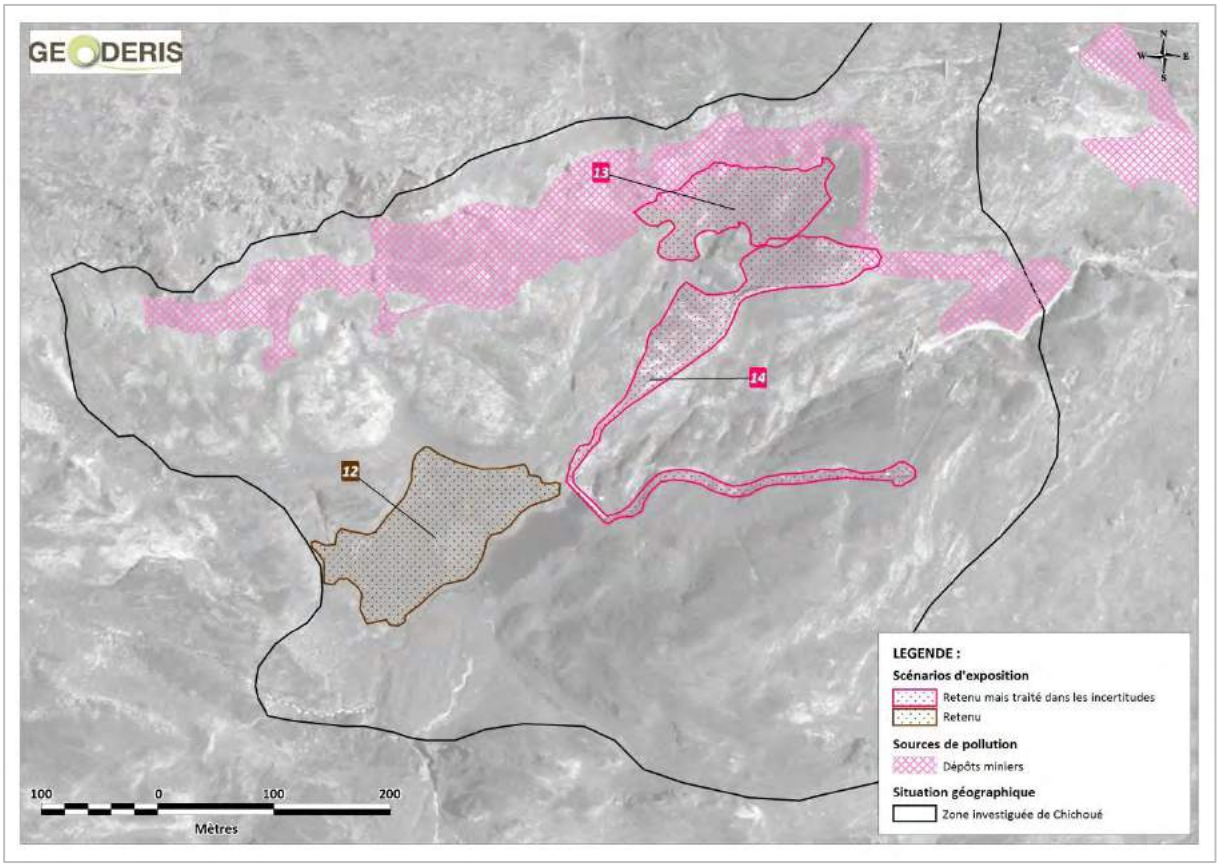


Figure 140 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Chichoué (n°12 à n°14), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.5.2 Fiches scénarios détaillées

Ces trois scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : CHICHOUE

SCENARIO N°12 : RANDONNEE ET BIVOUAC A L'ETANG DE CHICHOUE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[146]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit de l'ancien site minier de Chichoué et de ses vestiges (qui consistent principalement en des dépôts de stériles déversés dans la pente).

▪ La zone n'est pas seulement une importante zone de pâturage, elle est également traversée par une branche du GR10 qui mène à l'étang d'Araing (depuis Eylie). En termes de fréquentation, quelques dizaines de personnes par mois transitent par le site de Bentaillou (situé à l'est, à quelques minutes de marche). Principalement en période estivale, de juillet à début septembre. La plupart d'entre elles visiteront le site de Chichoué. Il est fréquent que des randonneurs bivouaquent au bord de l'étang de Chichoué ; les bivouacs étant tolérés pour une nuit (selon réglementation).

▪ Zone d'intérêt : terrains enherbés en bordure immédiate du ruisseau de Chichoué et de l'étang de Chichoué (rive gauche).

▪ L'étang de Chichoué est aleviné tous les deux ans par la Fédération de pêche ; à raison de 1 500 truites fario. Cet étang et son environnement sont donc également fréquentés par les pêcheurs. Les produits de cette pêche peuvent être consommés, mais uniquement par les familles des pêcheurs.

Photographies



[146] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

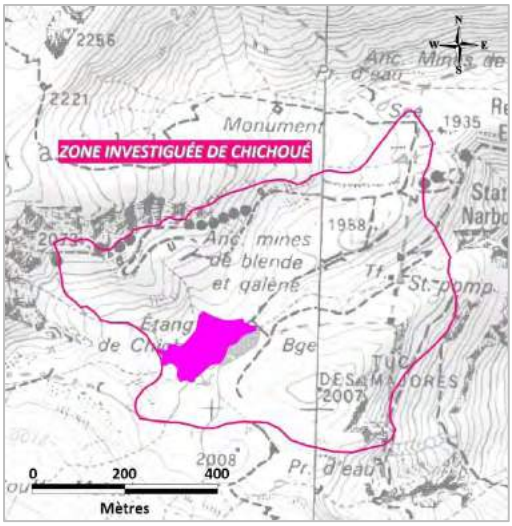
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

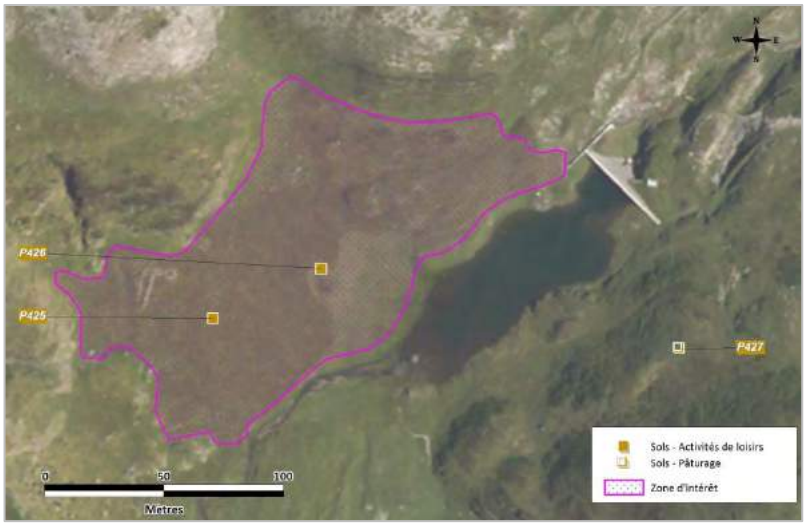
SCENARIO N°12 : RANDONNEE ET BIVOUAC A L'ETANG DE CHICHOUE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Représentants de la Communauté de communes du Castillonnais et de l'AAPPMA[147] du « Haut-Biros » rencontrés le 02/05/2013. ◦ Berger responsable de la transhumance rencontré sur site en août 2013 et en juin 2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[148]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Ordovicien Inférieur[149]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10 *(2467)*		**P426 / SE-14-CHIC-SOL-102-0-3** *(2467)*
			Sol de pâturage
			P425 / SE-14-CHIC-SOL-101-0-10 *(2467)*

[147] Association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques

[148] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« bivouac »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[149] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (à l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou) est pris en compte.

ZONE INVESTIGUEE : CHICHOUE

SCENARIO N°13 : RANDONNEE SOUS LES TRAVAUX MINIERS DE SAINTE BARBE[150]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[151]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit de l'ancien site minier de Chichoué et de ses vestiges (qui consistent principalement en des dépôts de stériles déversés dans la pente).

▪ La zone n'est pas seulement une importante zone de pâturage, elle est également traversée par une branche du GR10 qui mène à l'étang d'Araing (depuis Eylie). En termes de fréquentation, quelques dizaines de personnes par mois transitent par le site de Bentaillou (situé à l'est, à quelques minutes de marche). Principalement en période estivale, de juillet à début septembre. La plupart d'entre elles visiteront le site de Chichoué.

▪ Zone d'intérêt : zone aplanie, plus ou moins enherbée, permettant un arrêt pour un repos ou un pique-nique à mi-parcours par rapport à l'étang d'Araing.

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a donc été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies















[150] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[151] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

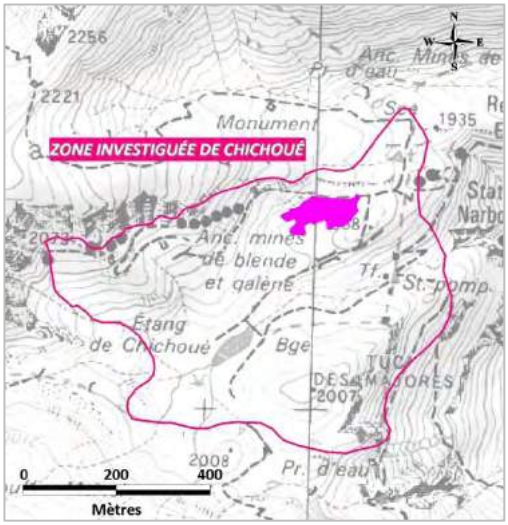
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

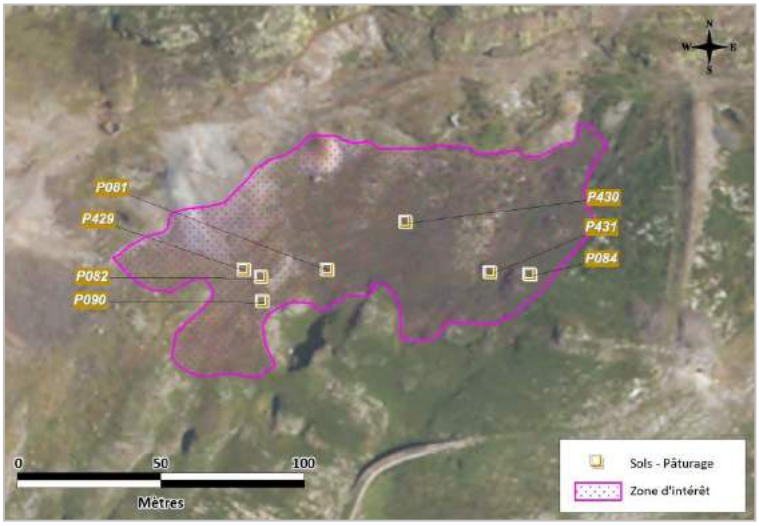
SCENARIO N°13 : RANDONNEE SOUS LES TRAVAUX MINIERS DE SAINTE BARBE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[152]

CARTES DE SITUATION[153]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Calcaire de Bentaillou[154]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage *(2467)* **P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10**	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage[155] *(2467)* **P081 / SE-13-CHIC-SOL-07-0-10** **P082 / SE-13-CHIC-SOL-08-0-10** **P084 / SE-13-CHIC-SOL-10-0-10** **P090 / SE-13-CHIC-SOL-16-0-10** **P429 / SE-14-CHIC-SOL-105-0-10** **P430 / SE-14-CHIC-SOL-106-0-10** **P431 / SE-14-CHIC-SOL-107-0-10**

[152] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[153] Le prélèvement P427 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 300 m (au sud-sud-ouest) de la zone d'intérêt.

[154] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (à l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou) est pris en compte.

[155] Tous les échantillons de sols ont été prélevés au sein d'une prairie enherbée. Ils sont donc davantage représentatifs d'un usage pour le pâturage que d'un usage pour des activités de loisirs (horizon de sols investigué de 0 à 10 cm, et non de 0 à 3 cm).

ZONE INVESTIGUEE : CHICHOUE

SCENARIO N°14 : RANDONNEE SUR LE GR TRANSFRONTALIER[156]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[157]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au niveau du site minier de Chichoué, entre le barrage de l'étang de Chichoué et les vestiges de Narbonne. Zone d'intérêt : zones aplanies en bordure d'un chemin de randonnée bien balisé. Le long du chemin de randonnée GR transfrontalier, beaucoup moins fréquenté que le GR10. Il s'agit d'anciennes voies de roulage minières permettant de relier les travaux de Chichoué à ceux de Narbonne d'une part (au nord) et à la glissière hydraulique menant à Tartereau d'autre part (au sud).

▪ **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies



[156] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[157] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

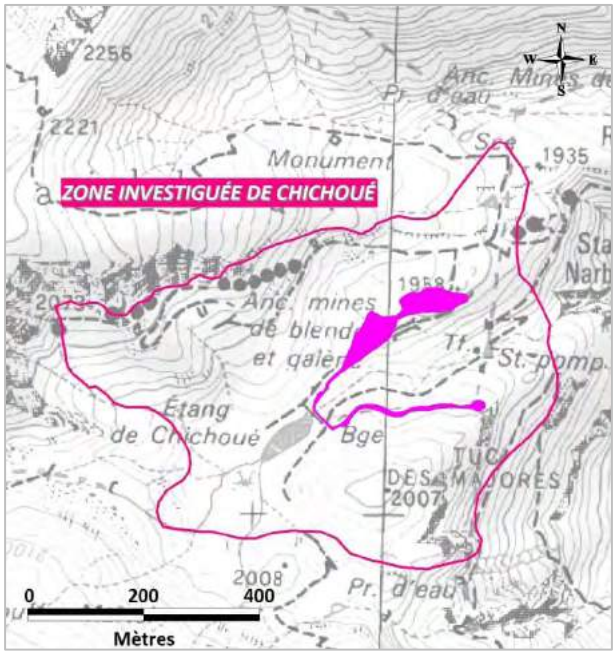
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

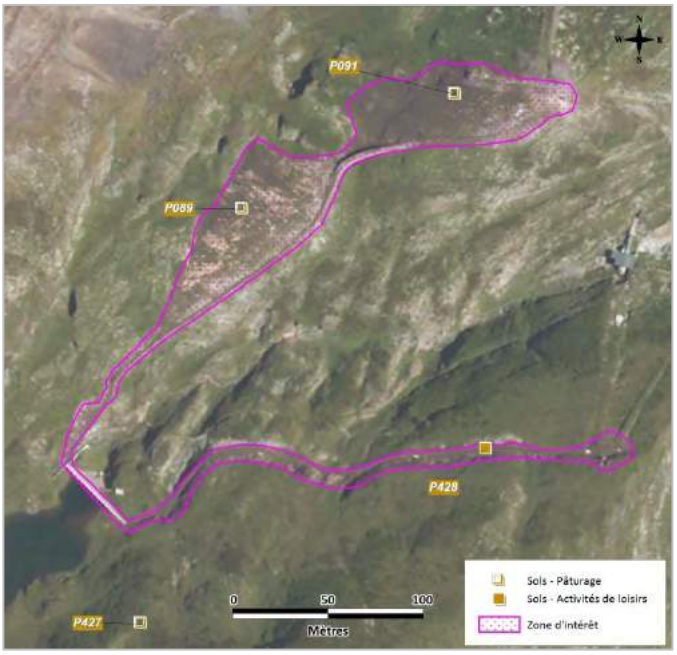
SCENARIO N°14 : RANDONNEE SUR LE GR TRANSFRONTALIER

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⦸
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[158]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou	Lithologie	Calcaire de Bentaillou[159]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de pâturage *(2467)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10		**P428 / SE-14-CHIC-SOL-104-0-3** *(2467)*
			Sol de pâturage *(2467)*
			P089 / SE-13-CHIC-SOL-15-0-10 **P091 / SE-13-CHIC-SOL-17-0-10**

[158] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[159] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol de pâturage sur une lithologie approchante (à l'interface entre Ordovicien Inférieur et Calcaire de Bentaillou) est pris en compte.

8.5.5.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 83* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Chichoué (y compris ceux traités dans les incertitudes).

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°12 Randonnée et bivouac à l'étang de Chichoué	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (As, Pb)			
N°13 Randonnée sous les travaux miniers de Sainte Barbe	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		QD_{total} = 0,9 et ERI_{total} = 8,1E-07
N°14 Randonnée sur le GR transfrontalier	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*			

Tableau 83 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Chichoué (n°12 à n°14) (d'après HULOT, 2015)

8.5.6 Eylie

8.5.6.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 84* et la *Figure 141* présentent les 18 scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
15	Pique-nique au croisement du GR10 "Port d'Urets / Col de l'Arech"	2459 (TD)
16	Randonnée sur le sentier de la mine à Eylie, branche ouest	2459 (TD), 2405, 2412, 2387, 2390
17	Randonnée sur le sentier de la mine à Eylie, branche est	2305 (TD), 1885, 1876
18	Pique-nique au Bocard d'Eylie	2389
19	Pique-nique à Eylie-d'en-Haut	-
20	Gîte d'étape d'Eylie	(+ 2554)
21	Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. 2326)	2326 (+ 2325)
22	Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. 2328)	2328 (+ 2329)
23	Résidence permanente à Eylie-d'en-Bas (P. 2330-2331)	2330, 2331 (+ 2332)
24	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Eylie-d'en-Bas (P. 2321-2336)	2321, 2336
25	Résidence temporaire sur dépôt minier (P. 1908)	1908, 1910 (+ 1902 à 1907)
26	Gîte à louer à Eylie-d'en-Bas (P. 2295)	2295
27	Résidence permanente dans anciens logements de mineurs (P. 1928)	1928
28	Résidence temporaire - Amont usine hydroélectrique (P. 2028)	2028 (+ 2029)
29	Activités de jardinage et autoconsommation des productions - Amont usine hydroélectrique (P. 2026)	2026
30	Ancienne villa EDF - Amont usine hydroélectrique (P. 1948)	1948
31	Pique-nique et bivouac sur ancienne plateforme logistique de la mine	1884, 1888, 1890 (+ 1886, 1889)
74	Projet de centre d'interprétation de la mine - Visite de l'ancienne usine du Bocard d'Eylie	2387

*Légende : * Les scénarios marqués de beige sont traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM. ** TD : Territoire domanial*

Tableau 84 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée d'Eylie (n°15 à n°31 et n°74) et parcelles concernées, commune de Sentein

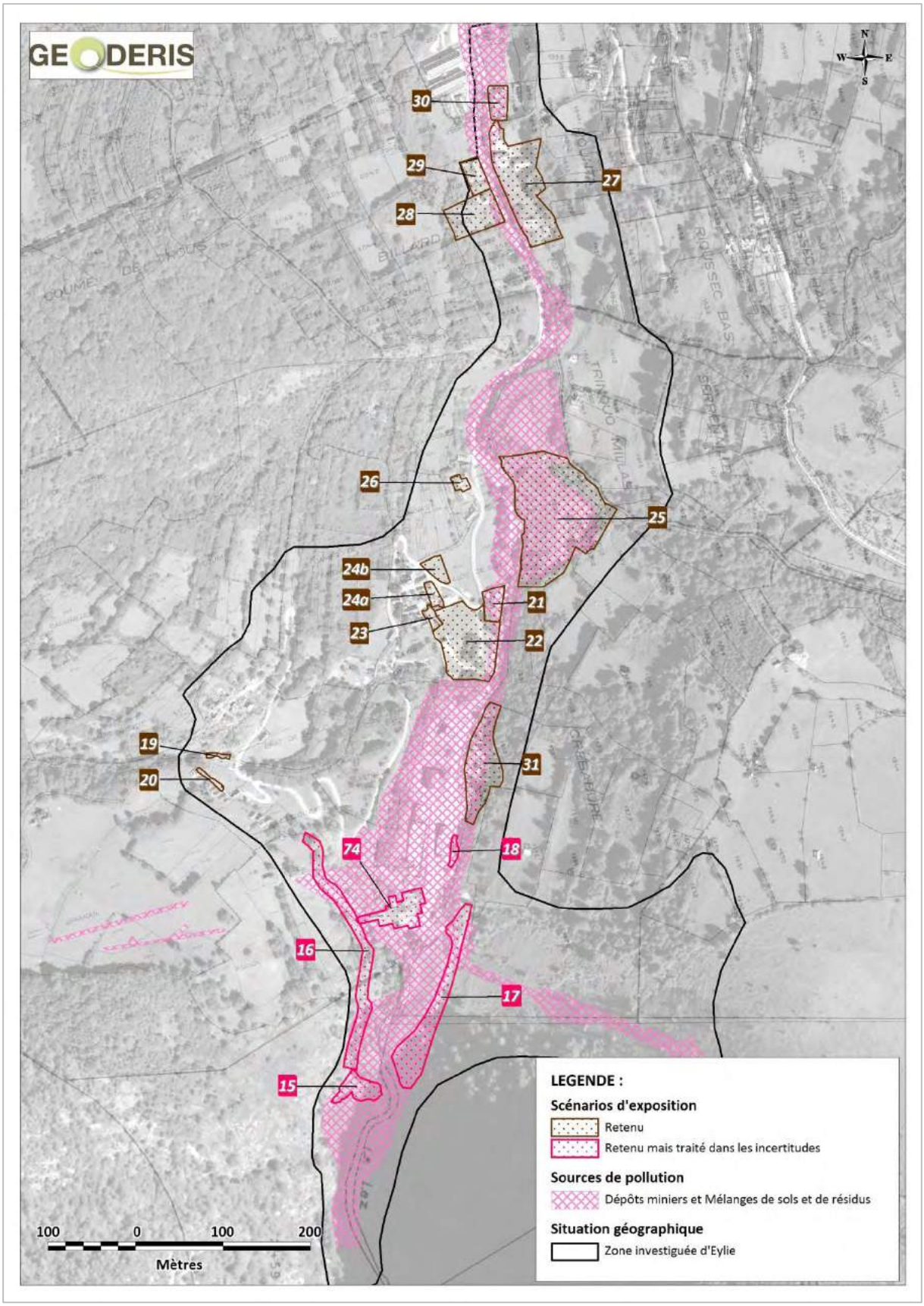


Figure 141 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée d'Eylie (n°15 à n°31 et n°74), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.6.2 Au droit des vestiges du Bocard d'Eylie

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE								
SCENARIO N°15 : PIQUE-NIQUE AU CROISEMENT DU GR10 "PORT D'URETS / COL DE L'ARECH"[160]								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2459 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[161]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au sud immédiat de la laverie du Bocard d'Eylie. Le long du GR10, au croisement du GR10 « Port d'Urets (vers la Plagne) / Col de l'Arech (vers le Bulard) » (*cf. flèche sur vue générale, ci-dessous, en haut*). Zone d'intérêt : plateforme ombragée de repos et de pique-nique, en bordure du Lez (rive gauche) et à l'ombre. Des traces de feu de bois (*voir photo ci-dessous, en bas à gauche*) et des déchets alimentaires ont été observés au niveau de cette plateforme en 2013 et en 2014.

▪ Cette zone est fréquentée par les enfants de la région (résidents temporaires, permanents ou touristes) via :

◦ **les sorties scolaires** : chaque année, l'école de Sentein organise une dizaine de sorties « *Montagne* », dont 2 à 3 pour sensibiliser les enfants à l'activité minière passée. Dans ce cadre, une visite du site de la Plagne, de la laverie d'Eylie ou des observations de loin des terrils d'Eylie peuvent être organisées.

◦ **les « *sentiers d'Emilie* »** : il s'agit de parcours de promenade référencés dans des guides spécialisés ; qui proposent ici le parcours : Laverie d'Eylie - Cirque de la Plagne.

◦ **le « Chemin de la mine »** : à noter à cet endroit un point d'arrêt sur le parcours commenté « *Chemin de la mine* » mis en place par l'Office de tourisme du Biros. Ce dernier propose des dispositifs audios qui fournissent des informations sur le passif minier du secteur, entre Eylie et La Plagne.

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies









[160] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[161] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

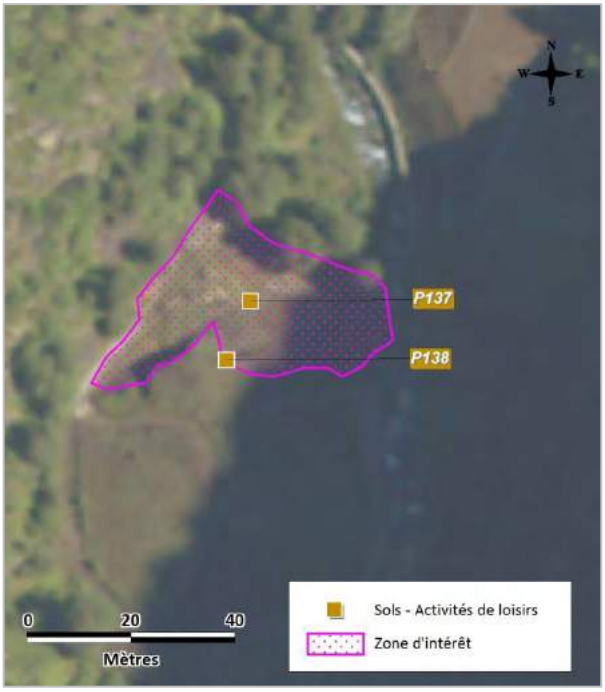
SCENARIO N°15 : PIQUE-NIQUE AU CROISEMENT DU GR10 "PORT D'URETS / COL DE L'ARECH"

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Rencontre de la Directrice de l'école de Sentein le 13/06/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[162]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (dépôts de résidus miniers fins stockés de part et d'autre de la plateforme) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Ordovicien Supérieur O3C
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2459)* **P137 / SE-13-EILS-SOL-07-0-3*** **P138 / SE-13-EILS-SOL-08-0-2**

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW196)*

[162] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°16 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA MINE A EYLIE, BRANCHE OUEST[163]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2405, N°2412, N°2387, N°2390 et N°2459 (*territoire domanial dans ce dernier cas*)							
Substances retenues sur le site[164]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du Bocard d'Eylie (principal site de traitement du minerai sur le secteur minier ; très nombreux vestiges miniers, la plupart n'étant pas accessibles car entourés de grillages hauts et d'une barrière cadenassée). Le long du GR10, au droit de la branche ouest de ce chemin qui mène au gîte d'étape d'Eylie voire vers Rouge depuis le croisement « Port d'Urets / Col de l'Arech ». Zone d'intérêt : zones aplanies en bordure du GR10.

▪ Cette zone est fréquentée par les enfants de la région (résidents temporaires, permanents ou touristes) via les sorties scolaires, les « *Sentiers d'Emilie* » et le « *Chemin de la mine* » (*cf. Scénario 15*).

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies









[163] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[164] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

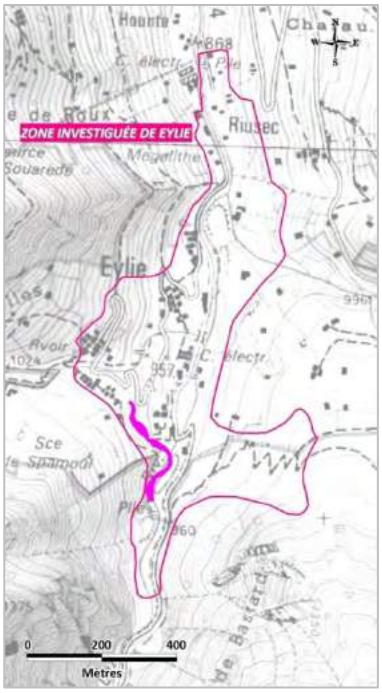
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°16 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA MINE A EYLIE, BRANCHE OUEST

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Rencontre de la Directrice de l'école de Sentein le 13/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)	
	Enfant d'une résidence permanente	5 jours / an[165]
	Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	2 jours / an[166]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (la zone traverse un dépôt de résidus en base de la station de recette du monocâble et la partie haute de la laverie du Bocard d'Eylie) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	À l'interface entre Ordovicien Supérieur O3C, Silurien, et Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
			P135 / SE-13-EILS-SOL-05-0-3 *(2412)* **P136 / SE-13-EILS-SOL-06-0-3*** *(2459)*
			Matériaux résiduaires[167]
			P116 / SE-13-EILE-SOL-13 *(2412)*

**Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW195)*

[165] Tenant compte des fréquentations supposées suivantes par an : 2 à 3 jours avec l'école de Sentein, 2 à 3 jours avec la famille.

[166] Tenant compte d'une fréquentation moyenne de deux visites par an.

[167] Prélèvement de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°17 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA MINE A EYLIE, BRANCHE EST[168]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1885, N°1876 et N°2305 (*territoire domanial dans ce dernier cas*)							
Substances retenues sur le site[169]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du Bocard d'Eylie (principal site de traitement du minerai sur le secteur minier ; très nombreux vestiges miniers, la plupart n'étant pas accessibles car entourés de grillages hauts et d'une barrière cadenassée). Le long du GR10, au droit de la branche est de ce chemin qui mène à La Plagne ou au Bulard depuis le croisement « Port d'Urets / Col de l'Arech » (il s'agit du second itinéraire possible lorsque l'on suit le GR10 en partant de la laverie ; *cf. flèche sur vue générale, ci-dessous, en haut)*. Zone d'intérêt : zones aplanies en bordure du GR10.

▪ Cette zone est fréquentée par les touristes venus emprunter le GR10 et en particulier par les enfants de la région (résidents temporaires, permanents ou touristes) via les sorties scolaires, les « *Sentiers d'Emilie* » et le « *Chemin de la mine* » *(cf. Scénario 15)*. Il est noter que bien que séparés du GR10 par un grillage ou un mur de pierres, les résidus miniers fins du dépôt *« Amont laverie Nord »* sont accessibles pour un enfant.

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a donc été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies











[168] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[169] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

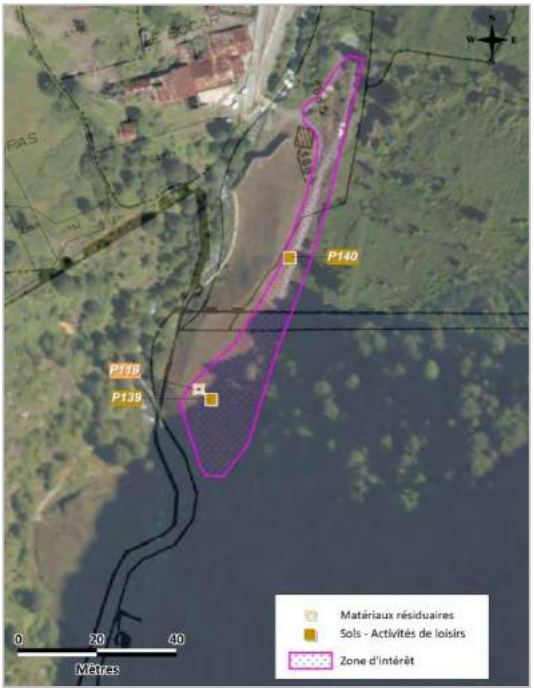
SCENARIO N°17 : RANDONNEE SUR LE SENTIER DE LA MINE A EYLIE, BRANCHE EST

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Rencontre de la Directrice de l'école de Sentein le 13/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)	
	Enfant d'une résidence permanente	5 jours / an[170]
	Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	2 jours / an[171]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (la zone traverse un dépôt de résidus fins) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
			P139 / SE-13-EILS-SOL-09-0-3* *(2305)* **P140 / SE-13-EILS-SOL-10-0-3** *(1876)*
			Matériaux résiduaires
			P119 / SE-13-EILE-SOL-16[172] *(2305)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW197)*

[170] Tenant compte des fréquentations supposées suivantes par an : 2 à 3 jours avec l'école de Sentein, 2 à 3 jours avec la famille.

[171] Tenant compte d'une fréquentation moyenne de deux visites par an.

[172] Prélèvement de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°18 : PIQUE-NIQUE AU BOCARD D'EYLIE[173]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2389							
Substances retenues sur le site[174]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Point de départ des promeneurs et randonneurs, face à la laverie du Bocard d'Eylie et du parking (*cf. flèche sur vue générale, ci-dessous, en haut à gauche*). Zone d'intérêt : petite plateforme ombragée en bordure (rive gauche) du Lez. Des randonneurs au repos ont été observés au niveau de cette plateforme en 2013.

▪ **La présence d'un enfant étant avérée mais très ponctuelle ; l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Photographies



[173] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[174] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

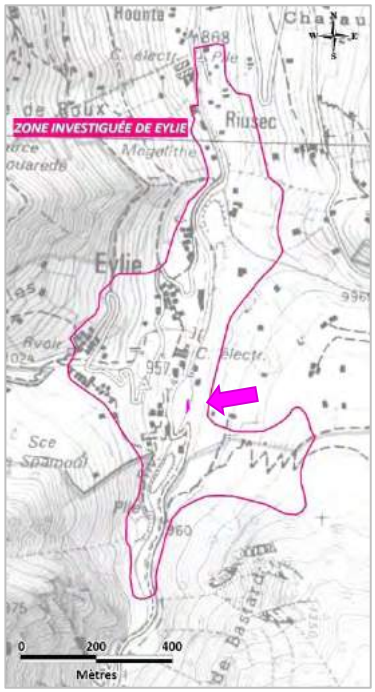
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°18 : PIQUE-NIQUE AU BOCARD D'EYLIE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[175]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	**Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (résidus fins mélangés au sol) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs *(2389)* **P151 / SE-13-EILS-SOL-52-0-3**

[175] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°31 : PIQUE-NIQUE ET BIVOUAC SUR ANCIENNE PLATEFORME LOGISTIQUE DE LA MINE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1885, N°1886, N°1888, N°1889 et N°1890							
Substances retenues sur le site[176]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du Bocard d'Eylie, au sein d'une ancienne plateforme logistique de la mine (ateliers et bâtiments d'élevage), en rive droite du Lez. Zone d'intérêt : petite plateforme enherbée (au développement herbacé très hétérogène), sur laquelle se trouvent les vestiges ruinés des bâtiments d'élevage et une grange utilisée actuellement pour le stockage de paille et de matériel agricole.

▪ Cette plateforme accueille très occasionnellement des randonneurs pour un pique-nique voire un bivouac. Des traces de feu de bois et des déchets alimentaires ont été observés au niveau de cette plateforme en 2013.

▪ Lors des prélèvements, des horizons de résidus miniers ont été reconnus à quelques centimètres de profondeur, leur épaisseur avoisinerait quelques dizaines de cm *(cf. photos ci-dessous, en bas)*. Dans certains cas, ces horizons étaient affleurants (d'où le classement des prélèvements de « sol » dans la catégorie de « matériaux résiduaires »).

Photographies







[176] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

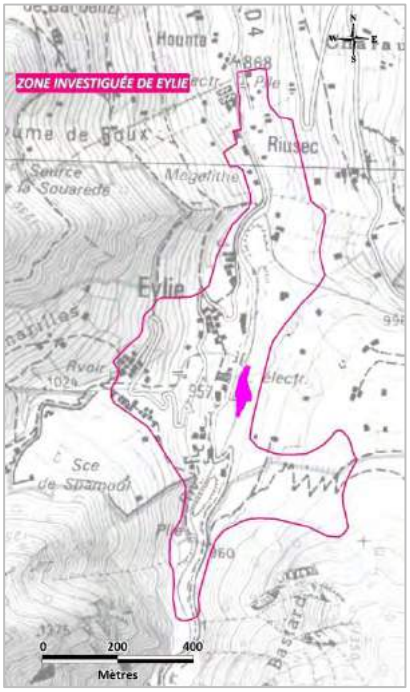
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°31 : PIQUE-NIQUE ET BIVOUAC SUR ANCIENNE PLATEFORME LOGISTIQUE DE LA MINE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014 (*confirmation des bivouacs et pique-niques occasionnels*)
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[177]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (des résidus miniers ont été observés à quelques centimètres de profondeur) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Mélange de sols et de matériaux résiduaires **P122 / SE-13-EILE-SOL-19-0-5** *(1885)* **P123 / SE-13-EILE-SOL-20-0-5** *(1885)* **P124 / SE-13-EILE-SOL-21-0-10** *(1888)* **P125 / SE-13-EILE-SOL-22-0-10** *(1890)*

[177] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« bivouac »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°74 : PROJET DE CENTRE D'INTERPRETATION DE LA MINE - VISITE DE L'ANCIENNE USINE DU BOCARD D'EYLIE[178]

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2387 (*territoire communal*)							
Substances retenues sur le site[179]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du Bocard d'Eylie (principal site de traitement du minerai sur le secteur minier ; très nombreux vestiges miniers, la plupart n'étant pas accessibles car entourés de grillages hauts et d'une barrière cadenassée). La mairie de Sentein a sollicité en juin 2014 la DREAL MPY concernant un projet de centre d'interprétation de la mine avec la mise en place de visites de l'usine du Bocard (projet de la commune et la Communauté de communes), dont l'intérieur n'est actuellement pas accessible au grand public. Cet usage est envisagé mais non fixé ; il n'a donc pas été pris en compte en 2013-2014 et les prélèvements adaptés n'ont pas été réalisés.

▪ Dans les bâtiments de l'usine, le plancher (en béton) est recouvert de 5 à 15 cm de matériaux très fins (sols et poussières), consistant en des résidus ou des concentrés miniers (*cf. photos ci-après ; en bas*). **Deux voies d'exposition sont possibles** : l'ingestion de sol pour un enfant qui s'arrêterait pour jouer à terre durant la visite ou l'inhalation de poussières pour les adultes et les enfants réalisant la visite. **L'étude de l'inhalation de poussières requiert des protocoles de prélèvement spécifiques qui n'ont pas été mis en œuvre dans la présente étude, l'exposition potentielle associée ne sera donc pas étudiée ; bien qu'il s'agisse vraisemblablement d'une voie d'exposition importante.**

▪ **Deux types de publics sont concernés** : les enfants de l'Ecole de Sentein qui visiteraient l'usine une fois par an et des familles qui visiteraient les lieux une fois dans leur vie. Dans le premier cas, il est envisagé un accompagnement par plusieurs adultes de Sentein (dont l'instituteur/trice), ce qui limiterait donc la voie d'exposition par ingestion de sols[180].

▪ **À la demande la DREAL Midi-Pyrénées, et malgré les nombreuses imprécisions précédemment décrites, l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

▪ Une visite a été réalisée en septembre 2013 avec un Adjoint au Maire de Sentein pour découvrir l'intérieur des bâtiments et comprendre davantage le fonctionnement de l'usine. Dans ce cadre, deux prélèvements de matériaux fins présents sur le plancher ont été réalisés et sont utilisés dans l'étude du présent scénario. **Les sols en extérieurs, entre les autres bâtiments de l'ancien complexe minier et notamment, le long du trajet permettant d'aller de l'entrée du complexe, à l'usine, n'ont pas été caractérisés (autrement que par des mesures NITON ®)**. Ces sols devraient faire l'objet d'un échantillonnage pour l'étude d'un scénario « ingestion de sols » dans le cas d'enfants qui pourraient jouer par terre à cet endroit (avant, pendant ou après la visite).

▪ Selon l'Adjoint au Maire contacté, les visites suivantes pourraient être organisées :

◦ une visite par an pour la quinzaine d'élèves de l'école maternelle et primaire de Sentein, en présence de l'instituteur/trice et de 4 autres adultes pour les surveiller ;

◦ une visite toutes les deux semaines (durant la période estivale, de juin à septembre) pour des petits groupes composés d'enfants et d'adultes (résidents permanents ou temporaires, ou touristes).

▪ Zone d'intérêt : **sols des bâtiments de l'usine** constitués de résidus et de concentrés miniers (hors autres zones du complexe minier).

[178] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[179] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb : Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

[180] La quantité de sols ingérée est donc modulée par l'INERIS dans son évaluation quantitative des risques sanitaires.

SCENARIO N°74 : PROJET DE CENTRE D'INTERPRETATION DE LA MINE - VISITE DE L'ANCIENNE USINE DU BOCARD D'EYLIE

Vues générales





Extérieurs de l'usine de traitement du minerai





Intérieur de l'usine de traitement du minerai







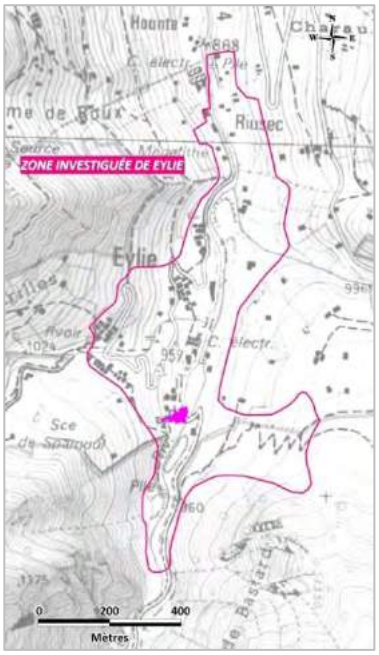


SCENARIO N°74 : PROJET DE CENTRE D'INTERPRETATION DE LA MINE - VISITE DE L'ANCIENNE USINE DU BOCARD D'EYLIE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 15/04/2015.	
Scénario d'exposition retenu (x 3) et nombre de jours d'exposition retenus[181]	▪ Enfant en visite scolaire de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols	1 jour / an
	▪ Instituteur/trice (*considérant une période de 10 ans d'activité dans l'école*) – Ingestion de sols	1 jour / an
	▪ Guide des visites organisées – Ingestion de sols	9 jours / an[182]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (au droit de l'usine de traitement du Bocard d'Eylie et des matériaux résiduaires présents dans les bâtiments de la laverie) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Matériaux résiduaires[183] *(2387)* **P126 / SE-13-EILE-SOL-23** **P127 / SE-13-EILE-SOL-24**

[181] Pour rappel, l'étude de ce scénario est faite avec les hypothèses suivantes : v**oie d'exposition** : **uniquement ingestion de sols** (et non inhalation de poussières) et **zone d'intérêt** : **uniquement sols des bâtiments de l'usine** (et non sols extérieurs dans le complexe minier)

[182] Tenant compte d'une fréquentation lors de la visite annuelle organisée avec l'école maternelle et primaire de Sentein ainsi que lors des visites organisées pour les familles deux fois par mois, durant la période estivale (allant de juin à septembre = 4 mois) ; soit nombre de jours = 1 + 2 x 4 = 9.

[183] Prélèvements de matériaux résiduaires au droit de l'usine : résidus et concentrés miniers très fins (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

8.5.6.3 Au hameau d'Eylie-d'en-haut

Le *Tableau 85* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur cette zone (y compris celui traité dans les incertitudes).

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°15 Pique-nique au croisement du GR 10 « Port d'Urets / Col de l'Arech » *Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur*	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*QD_{total} = 0,18 et* *ERI_{total} = 2,4E-07*
N°16 Randonnée sur le sentier La Mine à Eylie, branche ouest *Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur*	*Enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **5 jours par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)*	*QD (Pb)* *ERI (As, Pb)*		*Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 4,6 et donc déjà > 1*
	*Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (Pb)*	*QD (Pb)* *ERI (As)*		*Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,9 et donc déjà > 1*
N°17 Randonnée sur le sentier La Mine à Eylie, branche est *Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur*	*Enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **5 jours par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 2,3 et donc déjà > 1*
	*Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*QD_{total} = 0,9 et* *ERI_{total} = 3,2E-07*
N°18 Pique-nique au Bocard d'Eylie	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti,, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*QD_{total} = 0,6 et* *ERI_{total} = 3,8E-07*
N°31 Pique-nique et bivouac au Bocard d'Eylie	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (Pb, As)	QD (Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 2,1 et donc déjà > 1
N°74 Projet de centre d'interprétation de la mine - Visite de l'ancienne usine du Bocard d'Eylie *Ingestion de « matériaux résiduaires » à l'intérieur de l'usine*	*Enfant en visite scolaire ou en visite touristique (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*	*QD (Pb)*		*QD_{total} = 0,7 et* *ERI_{total} = 5,6E-07*
	*Adulte - instituteur/trice accompagnant les enfants (période de 10 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn)* *ERI (As, Pb)*			
	*Adulte - guide accompagnant les visiteurs (âgé de 30 à 50 ans, **9 jours par an**)*	*QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn)*	*QD (Pb)* *ERI (As, Pb)*		*QD_{total} = 0,7 et* *ERI_{total} = 3,0E-06*

Tableau 85 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus au droit des vestiges du Bocard d'Eylie (n°15 à n°18, n°31 et n°74) (d'après HULOT, 2015)

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE								
SCENARIO N°19 : PIQUE-NIQUE A EYLIE-D'EN-HAUT								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	*Chemin communal*							
Substances retenues sur le site[184]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn
Description								

▪ À Eylie-d'en-Haut, à proximité du gîte d'étape d'Eylie. Point de départ du GR10 vers l'étang d'Araing (branche ouest) avec panneaux d'informations et parking *(cf. flèche sur vue générale ; ci-dessous, en haut à gauche)*. Plateforme récemment aménagée par la mairie de Sentein avec tables et chaises de pique-nique.

▪ Zone d'intérêt : zone enherbée autour des équipements de loisirs. Zone encaissée en rive gauche et en bordure du ruisseau de Rouge. Prélèvements spécifiquement orientés vers les endroits où les sols étaient à nu *(cf. photos ci-dessous, en bas à droite)*.

Photographies











[184] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

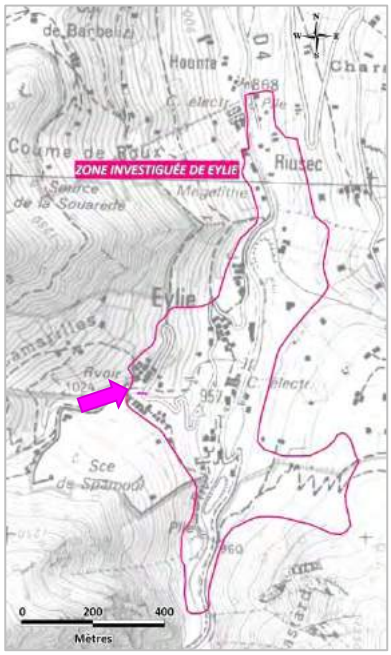
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°19 : PIQUE-NIQUE A EYLIE-D'EN-HAUT

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[185]

CARTES DE SITUATION[186]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P453 / SE-14-EILE-SOL-122-0-3** *(chemin communal)*

[185] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS **« aire de-nique ou de repos équipée et signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[186] Le prélèvement P443 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 220 m (au nord-nord-est) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°20 : GITE D'ETAPE D'EYLIE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	Chemin + N°2554							
Substances retenues sur le site[187]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À Eylie-d'en-Haut, gîte d'étape d'Eylie référencé dans les guides de tourisme et de randonnée (+ panneaux de signalisation à Sentein et Eylie) *(cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche)*. Zone d'intérêt : plateforme enherbée devant le gîte d'étape d'Eylie. *L'hypothèse est faite que les randonneurs et autres occupants du gîte sont amenés à se détendre en extérieur, hors des temps de repas et de sommeil.*

▪ À noter la présence d'un jardin potager à l'arrière du gîte qui a fait l'objet d'un contrôle par mesures NITON®. Le gîte se trouve dans le prolongement de granges inhabitées.

▪ En termes de fréquentation, le gîte est régulièrement visité par des randonneurs du GR10 qui ne viennent que quelques jours (5 jours au maximum). Le gîte compte au plus une vingtaine d'occupants, le plus souvent des adultes sans enfants en bas âge. **Le scénario générique n'est pas étudié étant donné que cette résidence temporaire ne peut, en l'état actuel, être revendue comme résidence permanente.**

▪ Sont pris en compte dans ce scénario les captages d'eaux potables situés dans le bois de Rouge, l'un alimentant Eylie-d'en-Bas et le second alimentant Eylie-d'en-Haut (et notamment le gîte d'étape : présence d'une borne avec robinet avec inscription « eau potable » *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*.

Photographies









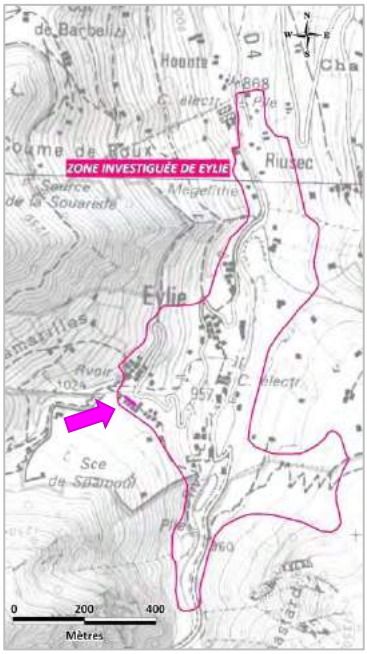


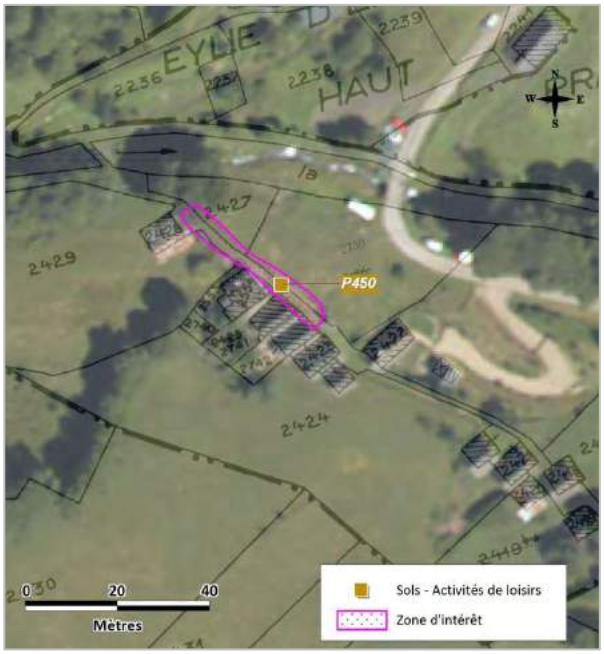
[187] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°20 : GITE D'ETAPE D'EYLIE		
SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)		
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénarios d'exposition retenus (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)	5 jours / an
	▪ Enfant et adulte – Ingestion d'eaux pour la boisson	*Toute l'année*

CARTES DE SITUATION A EYLIE[188]





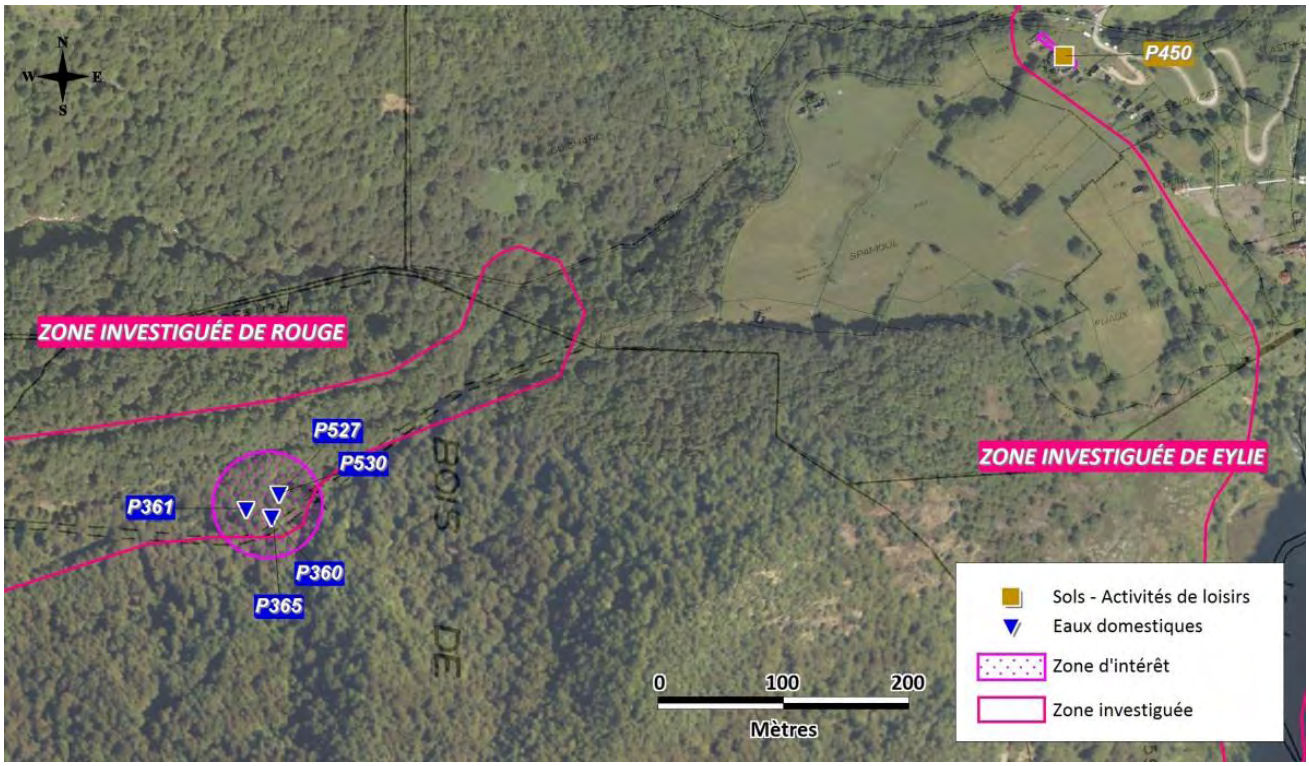
PRELEVEMENTS A EYLIE

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P450 / SE-14-EILE-SOL-115-0-3** *(chemin communal)*

[188] Le prélèvement P443 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 250 m (au nord-nord-est) de la zone d'intérêt.

SCENARIO N°20 : GITE D'ETAPE D'EYLIE

CARTES DE SITUATION A ROUGE



PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Eaux de source	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Eaux domestiques *(2458, Territoire domanial)*
	⃠		**P360 / SE-13-SOSE-ESO-01** **P365 / SE-13-SOSE-ESO-F01** **P361 / SE-13-SOSE-ESO-02** **P527 / SE-14-RGEE-ESO-03** **P530 / SE-14-RGEE-ESO-F03**

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 86* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Haut.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	**0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}**	**QD > 5 ERI > 1.10^{-4}**	**QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}**
N°19 Pique-nique à Eylie-d'en-Haut	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (As, Pb)			
N°20 Gîte d'étape à Eylie	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **5 jours par an**)	QD (As, Cd, Pb, Zn) ERI (As, Pb)			
	Ingestion d'eaux captées (**toute l'année**)	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine*			

Tableau 86 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Haut (n°19 et n°20) (d'après HULOT, 2015)

8.5.6.4 Au hameau d'Eylie-d'en-Bas

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE								
SCENARIO N°21 : RESIDENCE TEMPORAIRE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2326)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2325 et N°2326							
Substances retenues sur le site[189]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À Eylie-d'en-Bas, en aval immédiat du Bocard d'Eylie et de ses vestiges, en rive gauche du Lez et en bordure de la route. Résidence temporaire disposant de deux corps bâtis. L'un est occupé par le fils de la famille qui vient avec sa fille adolescente (environ 15 ans), tous deux rencontrés en août 2013 lors des investigations de terrain. Il s'agit d'une fréquentation régulière : les week-ends et les vacances scolaires ; principalement pour des activités de promenade et de pêche. Le second est occupé par la fille de la famille qui vient avec un enfant en bas âge au maximum 15 jours par an. Ce dernier cas fait est étudié dans le présent scénario.

▪ Zone d'intérêt : pelouse entre les deux corps bâtis (d'une surface d'environ 180 m²).

Photographies









[189] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ;: Ti : Titane ; Zn : Zinc*

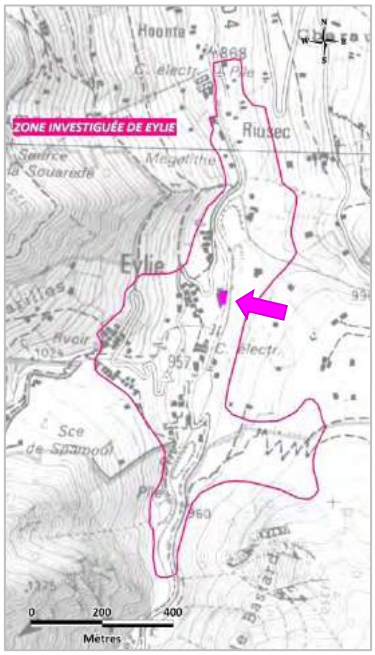
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°21 : RESIDENCE TEMPORAIRE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2326)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Echanges par courriel avec Adjoint au Maire le 31/08/2014 et le 31/12/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols :	
	Enfant d'une résidence temporaire	15 jours / an
	SCENARIO « GENERIQUE »[190]	234 jours / an

CARTES DE SITUATION A EYLIE[191]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P148 / SE-13-EILS-SOL-18-0-3** *(2326)*

[190] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[191] Le prélèvement P443 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 240 m à l'ouest de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°22 : RESIDENCE TEMPORAIRE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2328)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2328 et N°2329							
Substances retenues sur le site[192]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À Eylie-d'en-Bas, dans la partie sud du hameau. Résidence temporaire appartenant à un couple à la retraite qui occupe régulièrement cette propriété (environ 2 mois durant les vacances et environ 3 jours par mois durant les week-ends et jours fériés). Les propriétaires étaient absents le jour de la visite, l'autorisation d'accès a été fournie par un voisin, Adjoint au Maire.

▪ 2 zones d'intérêt : parterre ornemental avec jardinières de fleurs et pelouse *(cf. photo ci-dessous, en bas à gauche)* + jardin portager *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*.

▪ Jardin potager de 8 m × 15 m environ, entretenu régulièrement par le propriétaire. Pratiques culturales non connues. Espèces identifiées : pommes de terre, oignon, betteraves rouges, salade, persil, fraises, framboises, ciboulette. **Aucun prélèvement de plante potagère n'a pu être réalisé (espèces non encore parvenues à maturité), l'ingestion de végétaux autoproduits n'a donc pas été étudiée.**

▪ Zones faiblement pentue dans le prolongement topographique des résidus visibles depuis la passerelle de Rouge (située à proximité).

Photographies









[192] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

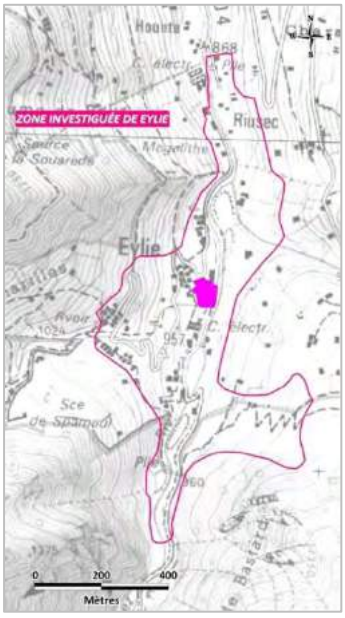
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°22 : RESIDENCE TEMPORAIRE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2328)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Echanges par courriel avec Adjoint au Maire le 31/12/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[193] cf. Zone d'intérêt : pelouse	234 jours / an
	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : jardin potager	90 jours / an[194]

CARTES DE SITUATION[195]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P448 / SE-14-EILE-SOL-108-0-3*** *(2328)*
	Sol de jardin potager		Sol de jardin potager
	P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30 *(2219)*		**P459 / SE-14-EILE-SOL-128-0-30** *(2328)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW401)*

---

[193] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[194] Tenant compte d'une fréquentation de 2 mois durant les vacances d'été et d'une fréquentation de 3 jours par mois le reste de l'année, durant les week-ends et les jours fériés ; soit nombre de jours = 2 x 30 + 3 x 10 = 90.

[195] Les prélèvements P443 et P146 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 170 m et 290 m à l'ouest de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°23 : RESIDENCE PERMANENTE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2330-2331)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2330, N°2331 et N°2332							
Substances retenues sur le site[196]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À Eylie-d'en-Bas, au centre du hameau *(cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche)*. Résidence permanente d'une personne à la retraite vivant seule, rencontrée le jour de la visite. Visite du petit-fils de 5 ans durant les week-ends et les vacances, de temps en temps (à peu près une vingtaine de jours par an). Habitation intégrée au programme « Gîtes éclatés du Biros ». Très peu de visiteurs touristiques cependant.

▪ 2 zones d'intérêt : parterre ornemental avec jardinières de fleurs et pelouse *(cf. photo ci-dessous, en bas à gauche)* + jardin portager *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*. Le petit-fils joue régulièrement sur la pelouse (surface de 150 m² environ).

▪ Jardin potager de 4 m × 12 m environ, entretenu régulièrement par la propriétaire. Non arrosé car les précipitations suffisent et sans amendement. Espèces cultivées : le jour de la visite = blettes ; reste du temps = pommes de terre, carottes, poireaux, courgettes, tomates… (espèces « traditionnelles »). **Aucun prélèvement de plante potagère n'a pu être réalisé (espèces non encore parvenues à maturité), l'ingestion de végétaux autoproduits n'a donc pas été étudiée.**

Photographies









[196] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

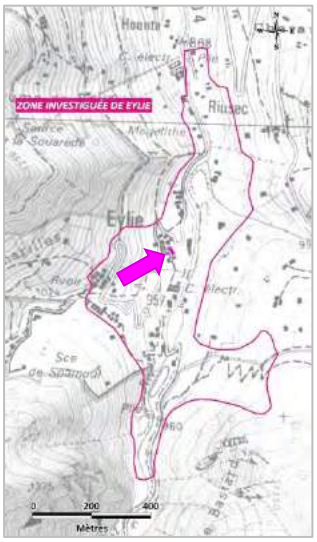
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

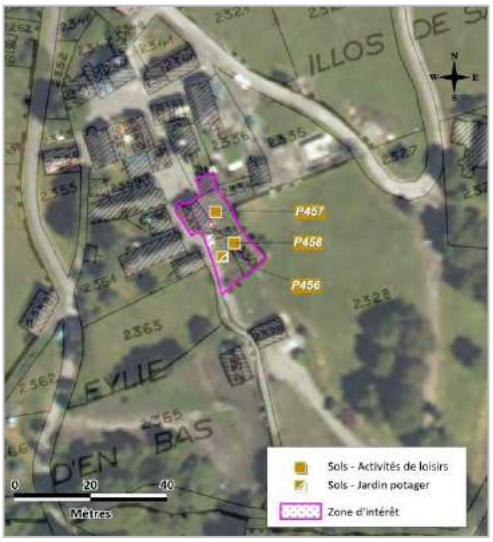
SCENARIO N°23 : RESIDENCE PERMANENTE A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2330-2331)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontrée** le jour de la visite, le 12/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 4) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Petit-fils de 5 ans à 6 ans en visite chez sa grand-mère - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental	20 jours / an
	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans venu en vacances au gîte - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental	15 jours / an[197]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols : SCENARIO « GENERIQUE » [198] cf. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental	234 jours / an
	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : jardin potager	136 jours / an[337]

CARTES DE SITUATION[199]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P457 / SE-14-EILE-SOL-126-0-3** *(2331)* **P458 / SE-14-EILE-SOL-127-0-3*** *(2330)*
	Sol de jardin potager		Sol de jardin potager
	P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30 *(2219)*		**P456 / SE-14-EILE-SOL-125-0-30*** *(2331)*

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (14AW409 et 14AW396 dans cet ordre)*

---

[197] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et aux scénarios* ***« camping ou caravaning ou gîte (location) »*** *et* ***« jardin potager dans résidence permanente »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[198] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[199] Les prélèvements P443 et P146 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 160 m et 280 m à l'ouest de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°24 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2321-2336)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2321 et N°2336							
Substances retenues sur le site[200]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du hameau d'Eylie-d'en-Bas. Résidence permanente de deux personnes à la retraite, rencontrées le jour de la visite. Visite des enfants et petits-enfants (âgés de 18 ans et plus) occasionnelle (une dizaine de jours par an). Aucune pelouse permettant à des enfants de jouer ou toute autre aire de jeux n'a été identifiée sur les parcelles investiguées. **Le cas d'activités de loisirs pour des enfants en bas âge n'a donc pas été étudié**.

▪ Zones d'intérêts : deux jardins potagers entretenus très régulièrement. Arrosage avec eau d'un bassin du bourg ou eau du robinet.

▪ **Jardin n°14** (Sur la parcelle n°2336 ; *cf. photo ci-dessous, en bas à gauche*) de 10 m x 5 m environ. Espèces cultivées : Oignons, radis noirs, radis rouges, cerfeuil ; carottes, poireaux, salade.

▪ **Jardin n°15** (Sur la parcelle n°2321 ; *cf. photos ci-dessous, en bas au centre et à droite*) de 14 m x 5 m environ ; avec poulailler et enclos à lapins. Espèces cultivées : courgettes (majoritairement), haricots, potirons, blettes.

▪ Au printemps 2014, le propriétaire a été à l'initiative de l'installation sur son terrain d'un **bassin piscicole** pour l'Association de pêche (AAPPMA du Haut-Biros). Ce bassin est situé à la confluence entre le Lez (en rive gauche) et le ruisseau de Rouge (en rive droite) et est destinée à l'alevinage (pour introduction ultérieure des alevins dans le Lez). L'eau qui l'alimente est issue en partie d'une source captée dans la propriété et en partie du ruisseau de Rouge. **Ce bassin n'a pas été étudié.**

Photographies







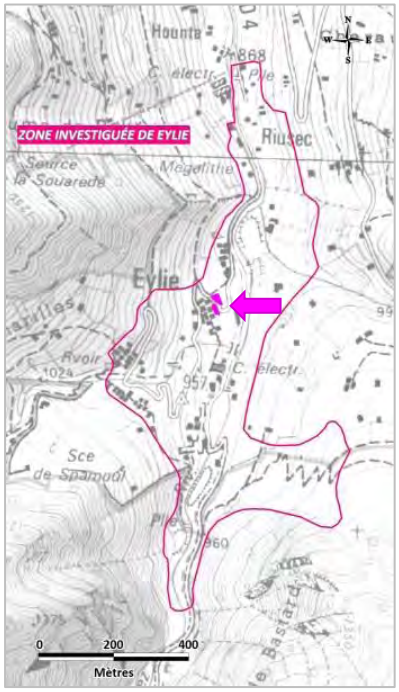


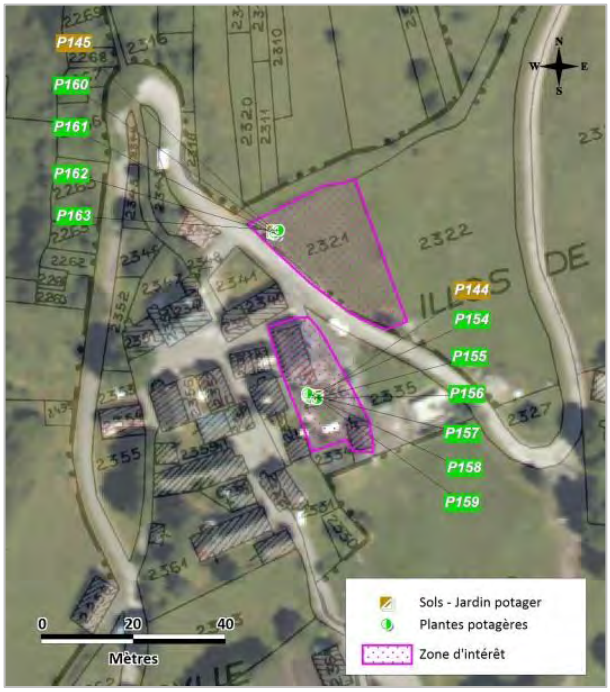


[200] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°24 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2321-2336)		
SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)		
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 30/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[201]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[202]
CARTES DE SITUATION[203]		





[201] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[202] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[203] Les prélèvements P146 et P164 à P170 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 300 m (au sud-ouest) de la zone d'intérêt.

SCENARIO N°24 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2321-2336)

PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		**Caractérisation des milieux**	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager **P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30** *(2219)* Plantes potagères[204] *(2219)* **P164 / SE-13-EILS-VEG-16-ARR** *(arroches, épinards géants)* **P165 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P166 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P167 / SE-13-EILS-VEG-16-CAR** *(carottes)* **P168 / SE-13-EILS-VEG-16-HAR** *(haricots)* **P169 / SE-13-EILS-VEG-16-ROQ** *(roquette)* **P170 / SE-13-EILS-VEG-16-TOP** *(topinambour)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager **P144 / SE-13-EILS-SOL-14-0-30** *(2336)* **P145 / SE-13-EILS-SOL-15-0-30** *(2321)* Plantes potagères *Jardin n°14 (2336)* **P154 / SE-13-EILS-VEG-14-COUR** *(courgettes)* **P155 / SE-13-EILS-VEG-14-OIG-B** *(bulbes d'oignons)* **P156 / SE-13-EILS-VEG-14-OIG-F** *(feuilles d'oignons)* **P157 / SE-13-EILS-VEG-14-R-N*** *(radis noirs)* **P158 / SE-13-EILS-VEG-14-R-R** *(radis rouges)* **P159 / SE-13-EILS-VEG-14-SAL** *(salade)* *Jardin n°15 (2321)* **P160 / SE-13-EILS-VEG-15-BLE-F** *(feuilles de blette)* **P161 / SE-13-EILS-VEG-15-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P162 / SE-13-EILS-VEG-15-COUR** *(courgettes)* **P163 / SE-13-EILS-VEG-15-HAR** *(haricots)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW204)*

[204] La comparaison des espèces de plantes potagères entre le jardin témoin et les jardins d'exposition se fait selon le schéma suivant : pas pour la courgette (*car pas de légume de type « fruits »*), oignons vs carottes, radis noirs et radis rouges vs carottes, salade vs épinards géants et roquette, blettes vs blettes, haricots vs haricots. Le jardin témoin n°16 a cependant fait l'objet d'un autre prélèvement : des tiges de topinambours (P170 / SE-13-EILS-VEG-16-TOP).

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 87* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Bas.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°21 Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. n°2326)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,5 et donc déjà > 1
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cu, Ti, Zn)	QD (As, Cd) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 24 et donc déjà > 1
N°22 Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. n°2328)	Ingestion de sol lors des activités de jardinage – adulte jardinier (**90 jours par an**)	QD (As, Cd, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,1E-05 et donc déjà > 1E-05[205]
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 8 et donc déjà > 1
N°23 Résidence permanente à Eylie-d'en-Bas (P. 2330-2331)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		QD_{total} = 0,4 et ERI_{total} = 4,7E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en visite chez sa grand-mère (âgé de 5 à 6 ans, **20 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,7 et ERI_{total} = 1,1E-07
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,6 et ERI_{total} = 3,4E-07
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 10 et donc déjà > 1
N°24 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Eylie-d'en-Bas (P. 2321-2336)	Ingestion de sol lors des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (Pb)		QD_{total} = 0,8 et ERI_{total} = 3,1E-06
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd)	QD (Pb) ERI (Pb)		

Tableau 87 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Bas (n°21 à n°24) (d'après HULOT, 2015)

[205] La valeur de l'ERI (As) de 1,1E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.

8.5.6.5 Dans l'environnement des dépôts miniers *« Aval laverie Sud »* et *« Aval laverie Nord »*

FICHES SCENARIO DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE								
SCENARIO N°25 : RESIDENCE TEMPORAIRE SUR DEPOT MINIER (P. 1908)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1902 à N°1908 et N°1910							
Substances retenues sur le site[206]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ En face du hameau d'Eylie-d'en-Bas, en rive droite du Lez. Résidence temporaire installée au droit du dépôt de résidus miniers *« Aval laverie Sud » (cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche)*, issu du stockage des résidus de traitement physico-chimiques, en particulier les résidus de flottation de la laverie du Bocard d'Eylie. Après la fermeture de la mine, les terrains ont été revendus à des propriétaires privés. Selon le cadastre consulté par la DREAL MPY au printemps 2013, ces terrains appartiendraient toujours à l'entreprise Union Minière des Pyrénées.

▪ Zone d'intérêt : pelouse devant la résidence temporaire, avec arbres d'agréments. Prélèvements spécifiquement orientés sur les sols à nu (*cf. photo ci-dessous, en haut à droite*).

▪ Les propriétaires ne semblent venir qu'une à deux semaines par an avec leurs enfants, âgés de 12 et 14 ans. Ils étaient absents lors des trois visites de terrains sur le dépôt, en août 2011, en août 2013 et en juin 2014. **Le cas d'enfants en bas âge fréquentant la pelouse n'a donc pas été étudié (hors scénario « générique »). Pour autant, une simulation est réalisée sur le cas d'un adolescent fréquentant cette résidence jusqu'à l'âge adulte.**

Photographies









[206] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb : Ti ; Titane ; Zn : Zinc*

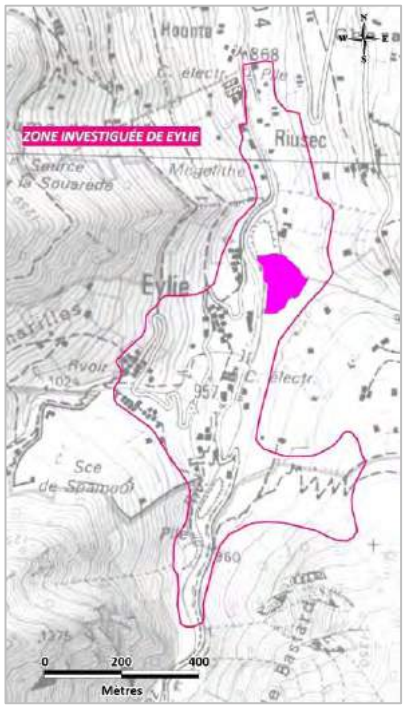
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

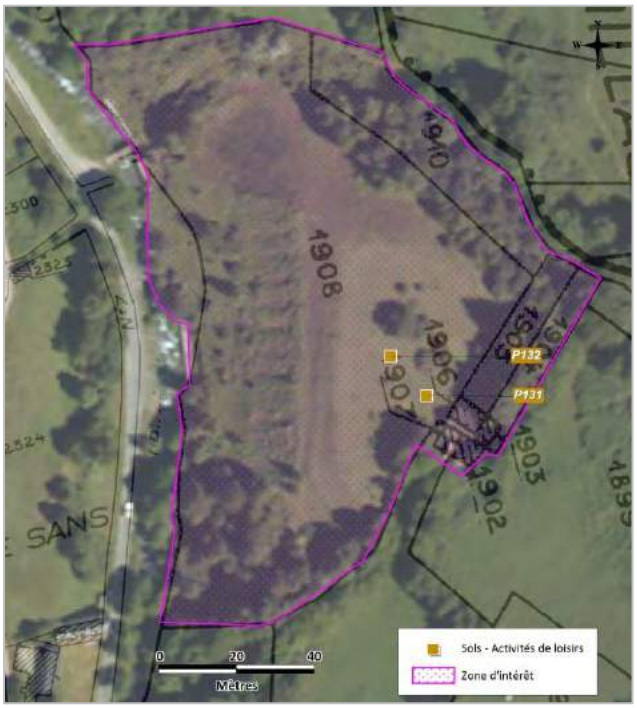
SCENARIO N°25 : RESIDENCE TEMPORAIRE SUR DEPOT MINIER (P. 1908)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Echanges par courriel avec Adjoint au Maire le 31/12/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adolescent-adulte de 12 ans à 70 ans – Ingestion de sols	15 jours / an[207]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[208]	234 jours /an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (la zone situe au droit du dépôt de résidus miniers « *Aval laverie Sud* ») *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(1908)* **P131 / SE-13-EILS-SOL-01-0-3*** **P132 / SE-13-EILS-SOL-02-0-3***

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW193 et 13AW194, dans cet ordre)*

[207] Simulation réalisée sur le cas d'un adolescent fréquentant cette résidence jusqu'à l'âge adulte (70 ans) en prenant en compte l'âge actuel de l'enfant le plus jeune (12 ans). La fréquentation considérée est identique à la fréquentation actuelle, à savoir 15 jours / an.

[208] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°26 : GITE A LOUER A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2295)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2295							
Substances retenues sur le site[209]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À Eylie-d'en-Bas, à l'embranchement entre les routes en direction d'Eylie-d'en-Bas et d'Eylie-d'en-Haut, d'une part, et vers le Bocard d'Eylie d'autre part *(cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche)*. Face au dépôt de résidus miniers *« Aval laverie Sud »*.

▪ Résidence temporaire non habitée et mise en location de juin à septembre (gîte). D'après les témoignages du voisinage et de l'Adjoint au Maire, ce gîte serait occupé au plus 15 jours par an.

▪ Zone d'intérêt : pelouse devant gîte (d'une surface de 80 m² environ). Prélèvements spécifiquement orientés sur les sols à nu ou dont le couvert herbacé était endommagé *(cf. photo ci-dessous, en bas à gauche)*.

Photographies









[209] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

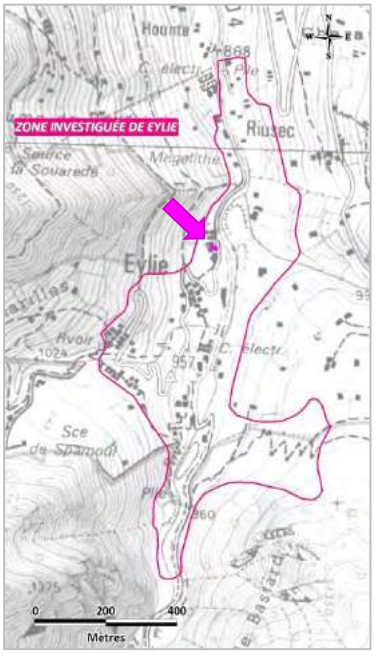
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

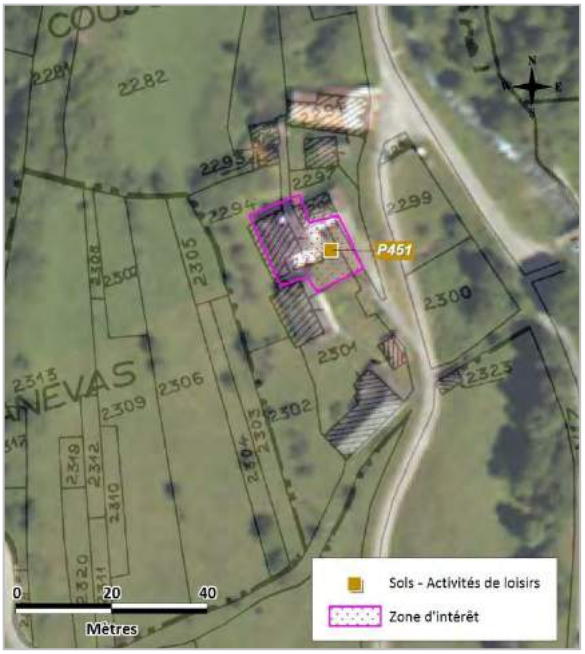
SCENARIO N°26 : GITE A LOUER A EYLIE-D'EN-BAS (P. 2295)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénario d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols	15 jours / an[210]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[211]	234 jours / an

CARTES DE SITUATION[212]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P451/ SE-14-EILE-SOL-117-0-3** *(2295)*

---

[210] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et aux scénarios **« camping ou caravaning ou gîte (location) »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[211] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[212] Le prélèvement P443 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 220 m à l'ouest de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 88* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, dans l'environnement des dépôts miniers *« Aval laverie Sud »* et *« Aval laverie Nord »*.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°25 Résidence temporaire sur dépôt minier (P. 1908)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – Période adolescent-adulte (âgé de 12 à 70 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,1 et ERI_{total} = 1,4E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cu, Ti, Zn)	QD (As, Cd) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 18 et donc déjà > 1
N°26 Gîte à louer à Eylie-d'en-Bas (P. 2295)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (As, Cd, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,3 et ERI_{total} = 6,9E-07
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Zn) ERI (Pb)	QD (As, Cd) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 5,6 donc déjà > 1

Tableau 88 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, dans l'environnement des dépôts miniers « Aval laverie Sud » et « Aval laverie Nord » (n°25 et n°26) (d'après HULOT, 2015)

8.5.6.6 À proximité de l'usine hydroélectrique

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE								
SCENARIO N°27 : RESIDENCE PERMANENTE DANS ANCIENS LOGEMENTS DE MINEURS (P. 1928)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1928							
Substances retenues sur le site[213]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au nord d'Eylie, en amont de l'usine hydroélectrique (*cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche*). Résidence permanente d'une personne vivant seule avec ses deux fils adultes, âgés de 18 et 20 ans, rencontrés le jour de la visite. Visite ponctuelle d'amis des enfants qui sont dans la même tranche d'âges. **Le cas d'enfants en bas âge fréquentant la pelouse n'a donc pas été étudié (hors scénario « générique »).**

▪ Installation de cette propriétaire il y a une dizaine d'année. Réaménagement partiel d'un ensemble de quatre immeubles à logements pour les mineurs, dont la construction n'a jamais été achevée du temps de la mine. Depuis cette installation, jamais le Lez n'a inondé la pelouse, du fait très certainement de la construction d'un mur qui protège le terrain du cours d'eau.

▪ 2 zones d'intérêt : parterre ornemental avec jardinières de fleurs et pelouse (*cf. photo ci-dessous, en bas à gauche et au centre*) + jardin portager (*cf. photo ci-dessous, en bas à droite*).

▪ **Pelouse** : Selon la propriétaire, les plantes (arbustes et fleurs) ne se développement vraiment que depuis quelques années, malgré des tentatives d'amendements avec du fumier naturel. Surface de 2 000 m² environ.

▪ **Jardin potager** : entretenu tous les ans depuis 5 à 10 ans mais avec des rendements assez faibles. Jardin de 7 m × 12 m environ, non arrosé car les précipitations suffisent ; et sans amendement. Espèces cultivées : le jour de la visite = blettes ; reste du temps = pommes de terre, carottes, poireaux, courgettes, tomates… (espèces « traditionnelles »).

Photographies



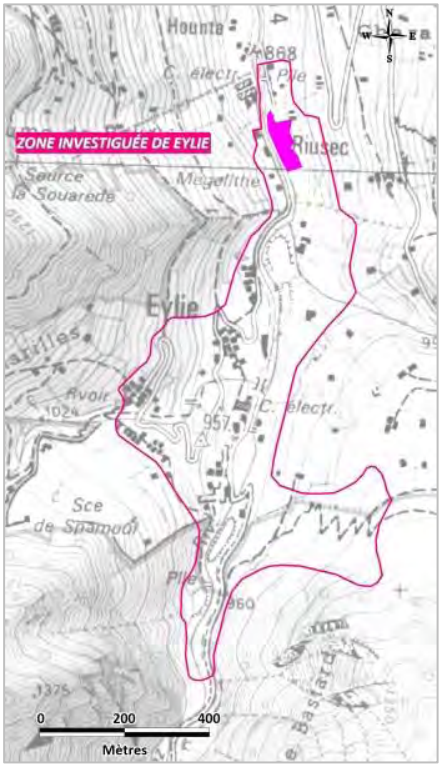




[213] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°27 : RESIDENCE PERMANENTE DANS ANCIENS LOGEMENTS DE MINEURS (P. 1928)		
SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)		
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Propriétaire rencontrée le jour de la visite,le 11/06/2014, en présence de l'Adjoint au Maire.	
Scénarios d'exposition (x 3) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [214] cf. Zone d'intérêt : pelouse	234 jours / an
	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : jardin potager	136 jours / an[215]
	▪ Adulte- Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[216]
CARTES DE SITUATION[217]		





[214] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[215] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[216] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[217] Les prélèvements P443 ; puis P146 et P165 à P170 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 490 m et à 700 m (au sud-ouest) de la zone d'intérêt.

SCENARIO N°27 : RESIDENCE PERMANENTE DANS ANCIENS LOGEMENTS DE MINEURS (P. 1928)

PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs *(1928)*
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P445 / SE-14-EILE-SOL-105-0-3** **P446 / SE-14-EILE-SOL-106-0-3***
	Sol de jardin potager		Sol de jardin potager
	P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30 *(2219)*		**P454 / SE-14-EILE-SOL-123-0-30** *(1928)*
	Plantes potagères *(2219)*[218]		Plantes potagères *(1928)*
	P165 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-F *(feuilles de blettes)* **P166 / SE-13-EILS-VEG-16-BLE-T** *(tiges de blettes)*		**P462 / SE-14-EILE-VEG-123-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P463 / SE-14-EILE-VEG-123-BLE-T** *(tiges de blettes)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW390)*

[218] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (blettes vs blettes). Le jardin témoin n°16 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : haricots, roquette, topinambours, carottes, et arroches (épinards géants) *(cf. Scénario 24)*.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°28 : RESIDENCE TEMPORAIRE - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 2028)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2027 et N°2028							
Substances retenues sur le site[219]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au nord d'Eylie, en amont de l'usine hydroélectrique. Résidence temporaire installée au sein d'un chalet (*cf. flèche sur vue générale, ci-dessous, en haut à gauche*).

▪ Zone d'intérêt : pelouse devant le chalet, non fauchée le jour de la visite. Prélèvement orientés spécifiquement autour des jeux pour enfants où des zones de sols à nu ont été identifiées (contrairement au reste de la pelouse, où cette recherche s'est avérée difficile du fait de la hauteur du couvert herbacé : 30 cm environ).

▪ Les propriétaires, absents le jour de la visite, l'occupent durant les vacances (15 jours par an maximum) et viennent avec leurs trois enfants, dont le plus jeune a 17 ans. Des jeux pour enfant en extérieur ont été installés il y a une dizaine d'années. **Le cas d'enfants en bas âge fréquentant la pelouse n'a donc pas été étudié (hors scénario « générique »).**

▪ Lors du prélèvement, des horizons de résidus miniers ont été reconnus à quelques centimètres de profondeur, leur épaisseur avoisinerait quelques dizaines de centimètres *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*.

Photographies









[219] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

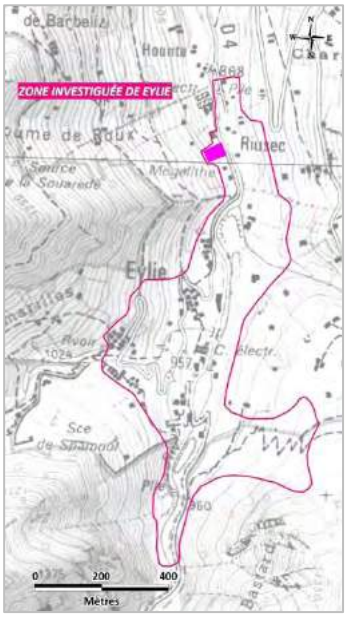
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°28 : RESIDENCE TEMPORAIRE - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 2028)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [220]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (des résidus miniers ont été observés à quelques centimètres de profondeur) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs **P460 / SE-14-EILE-SOL-129-0-3** *(2028)*

[220] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°29 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS – AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 2026)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2026							
Substances retenues sur le site[221]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au nord d'Eylie, en amont de l'usine hydroélectrique. Résidence permanente de deux personnes à la retraite, rencontrées le jour de la visite. Visite occasionnelle de leur fille qui habite à Sentein et de leur petit-fils de 10 ans. Aucune pelouse permettant à des enfants de jouer ou toute autre aire de jeux n'a été identifiée sur les parcelles investiguées, mis à part un petit parterre de fleurs *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*. **Le cas d'activités de loisirs pour des enfants en bas âge n'a donc pas été étudié**.

▪ Zone d'intérêt : jardin potager entretenu très régulièrement par les propriétaires. Jardin de 10 m x 12 m environ. Espèces cultivées : Uniquement des pommes de terre. Amendement avec du fumier local. Le jardin a toujours existé depuis la construction en 1935 de la maison attenante.

▪ À noter que le jardin est parfois inondé par des eaux issues de sources provenant du versant ouest boisé. La crue de 1937 était telle que l'eau a atteint les marches de l'entrée de la maison mais pas le jardin potager.

Photographies









[221] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°29 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS – AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 2026)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 30/08/2013. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[222]
	▪ Adulte- Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[223]

CARTES DE SITUATION[224]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P146 / SE-13-EILS-SOL-16-0-30 *(2219)*		**P147 / SE-13-EILS-SOL-17-0-30** *(2026)*
	Plantes potagères[225] *(2219)*		Plantes potagères *(2026)*
	P170 / SE-13-EILS-VEG-16-TOP *(topinambours)*		**P171 / SE-13-EILS-VEG-17-PDT*** *(pommes de terre)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW200)*

---

[222] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« jardin potager dans résidence permanente »*** *(c. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[223] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS).

[224] Les prélèvements P146 et P165 à P170 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 680 m (au sud-ouest) de la zone d'intérêt.

[225] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (topinambours vs pommes de terre). Le jardin témoin n°16 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : haricots, roquette, blettes, carottes, et arroches (épinards géants) *(cf. Scénario 24)*.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

SCENARIO N°30 : ANCIENNE VILLA EDF - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 1948)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1948							
Substances retenues sur le site[226]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au nord d'Eylie, en face de l'usine hydroélectrique *(cf. flèche sur vue générale ci-dessous, en haut à gauche*). Ancienne villa d'EDF, mise à disposition des travailleurs de l'usine ; mais désormais inoccupée. À noter la présence d'un jardin potager en bon état mais non entretenu (ce dernier a fait l'objet d'un contrôle par mesure NITON ®, *cf. photo ci-dessous, en bas)*. La mairie de Sentein étudie à l'heure actuelle un possible rachat, voire une mise en location.

▪ Zone d'intérêt : pelouse située devant l'habitation (surface de 50 m² environ), à l'ombre. Pelouse non fauchée le jour de la visite. Prélèvements volontairement éloignés d'une allée en graviers d'origine allochtone.

▪ La seconde villa d'EDF (plus au nord, *cf. photo ci-dessous, en haut à gauche, au premier plan)* devrait vraisemblablement être détruite du fait de son état dégradé.

Photographies







[226] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

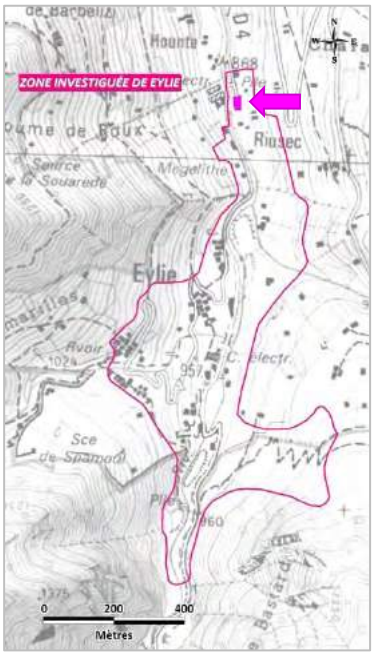
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°30 : ANCIENNE VILLA EDF - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE (P. 1948)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Visite réalisée avec Adjoint au Maire, le 11/06/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [227]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

CARTES DE SITUATION[228]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Dévonien inférieur azoïque	Lithologie	Dévonien inférieur azoïque
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P510 / SE-14-PLA1-SOL-114-0-3 *(chemin PR)*		**P447 / SE-14-EILE-SOL-107-0-3*** *(1948)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW395)*

[227] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[228] Le prélèvement P510 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 2 800 m au nord de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 89* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, à proximité de l'usine hydroélectrique.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°27 Résidence permanente dans anciens logements de mineurs (P.1928)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,8E-05 et donc déjà > 1E-05[229]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cd, Zn)	QD (As) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 13 et donc déjà > 1
N°28 Résidence temporaire - Amont usine hydro-électrique (P. 2028)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cu)	QD (As, Cd Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 87 et donc déjà > 1
N°29 Activités de jardinage et autoconsommation des productions - Amont usine hydro-électrique (P. 2026)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 2E-05 et donc déjà > 1E-05[230]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*			
N°30 Ancienne villa EDF - Amont usine hydroélectrique (P. 1948)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 5 et donc déjà > 1

Tableau 89 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, à proximité de l'usine hydroélectrique (n°27 à n°30) (d'après HULOT, 2015)

[229] La valeur de l'ERI (As) de 1,8E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.
[230] La valeur de l'ERI (As) de 2E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.

8.5.7 Esperris

8.5.7.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 90* et la *Figure 142* présentent les trois scénarios retenus sur la zone investiguée d'Esperris.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
32	Résidence temporaire à Esperris (P. 1461)	1460, 1461, 1462
33	Résidence temporaire à Esperris (P. 1464)	1464, 1465
34	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Esperris (P. 1399-1400)	1399, 1400

Tableau 90 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée d'Esperris (n°32 à n°34) et parcelles concernées, commune d'Uchentein

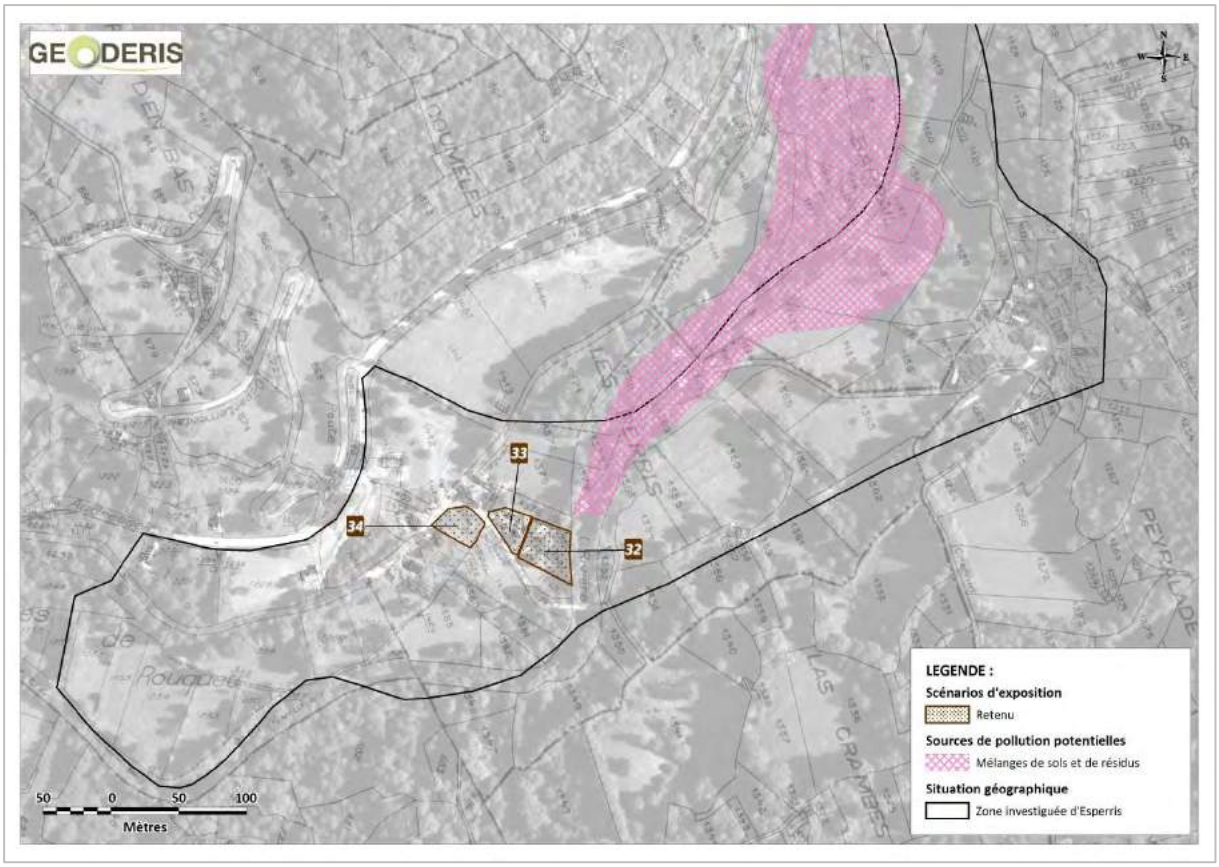


Figure 142 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée d'Esperris (n°32 à n°34), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.7.2 Fiches scénarios détaillées

Ces trois scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : ESPERRIS

SCENARIO N°32 : RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS (P. 1461)

SITUATION GENERALE

Commune	Uchentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1460, N°1461, N°1462 et N°1463							
Substances retenues sur le site[231]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au hameau d'Esperris. Résidence secondaire d'une personne retraitée, native de la région. La propriétaire, absente le jour de la visite, vient avec sa sœur[232] passer les vacances d'été (environ 2 mois). Visite occasionnelle lors de cette période des enfants et petits-enfants (selon témoignage du voisinage le jour de la visite, le 16/06/2014). **En l'absence d'information sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, et dans une approche conservatoire, le cas d'enfants de 6 mois à 6 ans occupant la résidence durant 30 jours (à savoir 1 mois sur les 2) est étudié.**

▪ Zone d'intérêt : pelouse devant l'habitation, en bordure d'une terrasse bétonnée et à l'ombre (non fauchée le jour de la visite).

▪ À noter la proximité de cette propriété avec le Lez ; cette parcelle dispose d'ailleurs d'un petit chemin permettant d'accéder directement au cours d'eau (*cf. photo ci-dessous, en bas à droite*).

Photographies









[231] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

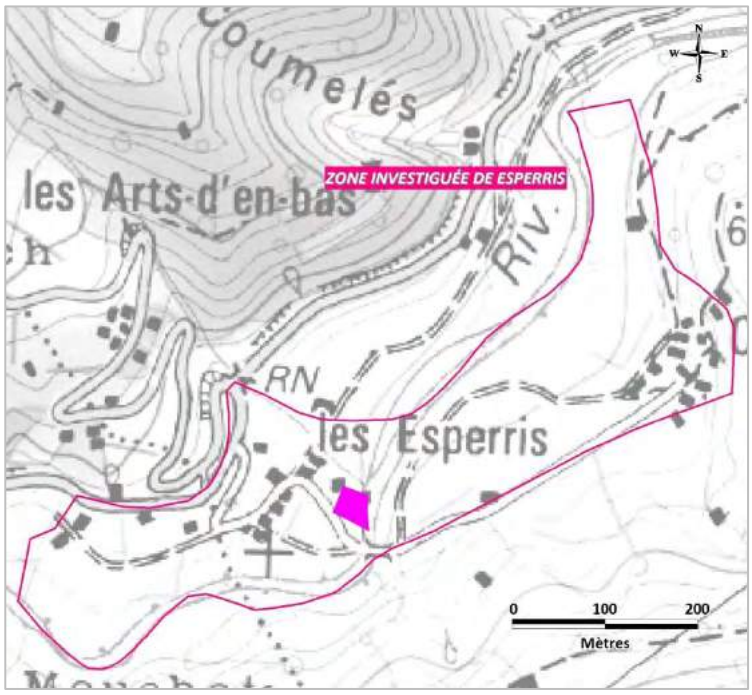
[232] Propriétaire de la parcelle accolée caractérisée par ESPE-SOL-106-0-3 ; *cf. Scénario 33.*

SCENARIO N°32 : RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS (P. 1461)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Voisinage rencontré le jour de la visite, le 16/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant en visite chez ses grands-parents de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols	30 jours /an[233]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans SCENARIO « GENERIQUE » [234]	234 jours /an

CARTES DE SITUATION[235]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Moraines du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[236]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P470 / SE-14-ESPE-SOL-107-0-3 *(1153)*		**P468 / SE-14-ESPE-SOL-105-0-3*** *(1461)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW410)*

---

[233] Tenant compte, dans une approche conservatoire, que l'enfant reste 1 mois sur les 2 mois concernés par la fréquentation connue des grands-parents ; soit nombre de jours = 30.

[234] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[235] Le prélèvement P470 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 420 m à l'est de la zone d'intérêt.

[236] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol associé à des activités de loisirs sur une lithologie approchante (Moraines du Quaternaire) est pris en compte.

ZONE INVESTIGUEE : ESPERRIS

SCENARIO N°33 : RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS (P. 1464)

SITUATION GENERALE

Commune	Uchentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1464 et N°1465							
Substances retenues sur le site[237]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au hameau d'Esperris. Résidence secondaire d'une personne retraitée, native de la région. La propriétaire, absente le jour de la visite, vient avec sa sœur[238] passer les vacances d'été (environ 2 mois). Visite occasionnelle lors de cette période des enfants et petits-enfants (selon témoignage du voisinage le jour de la visite, le 16/06/2014). **En l'absence d'information sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, seul le scénario « générique » est étudié. En l'absence d'information sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, et dans une approche conservatoire, le cas d'enfants de 6 mois à 6 ans occupant la résidence durant 30 jours (à savoir 1 mois sur les 2) est étudié.**

▪ Zone d'intérêt : pelouse devant l'habitation, en bordure d'une terrasse bétonnée et à l'ombre (fraîchement fauchée le jour de la visite).

Photographies





[237] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

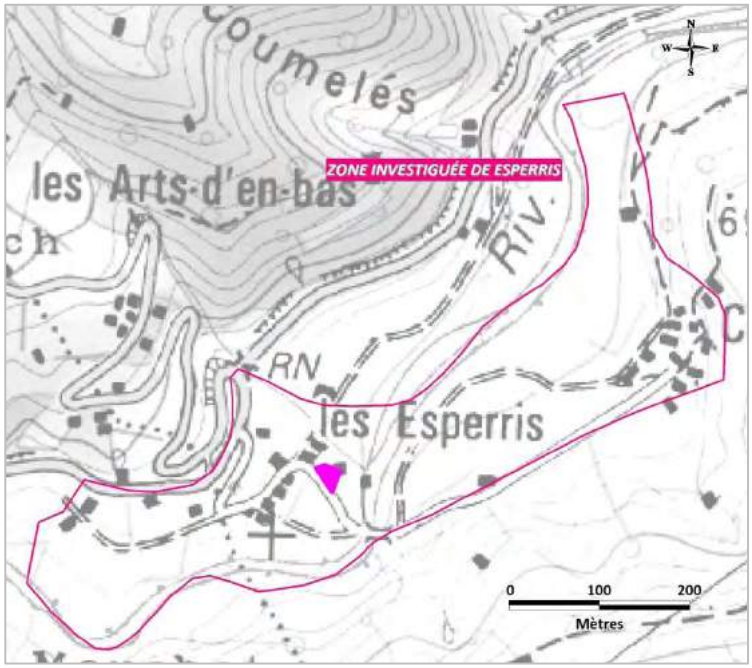
[238] Propriétaire de la parcelle accolée caractérisée par ESPE-SOL-105-0-3 ; *cf. Scénario 32*.

SCENARIO N°33 : RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS (P. 1464)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Voisinage rencontré le jour de la visite, le 16/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant en visite chez ses grands-parents de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols	30 jours /an[239]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans SCENARIO « GENERIQUE » [240]	234 jours /an

CARTES DE SITUATION[241]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Moraines du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[242]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P470 / SE-14-ESPE-SOL-107-0-3 *(1153)*		**P469 / SE-14-ESPE-SOL-106-0-3*** *(1464)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW405)*

---

[239] Tenant compte, dans une approche conservatoire, que l'enfant reste 1 mois sur les 2 mois concernés par la fréquentation connue des grands-parents ; soit nombre de jours = 30.

[240] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[241] Le prélèvement P470 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 440 m à l'est de la zone d'intérêt.

[242] Aucun environnement local témoin n'a été prélevé sur cette lithologie. Par défaut, un sol associé à des activités de loisirs sur une lithologie approchante (Moraines du Quaternaire) est pris en compte.

ZONE INVESTIGUEE : ESPERRIS

SCENARIO N°34 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A ESPERRIS (P. 1399-1400)

SITUATION GENERALE

Commune	Uchentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1399 et N°1400							
Substances retenues sur le site[243]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau d'Esperris. Résidence permanente où vit un couple de personnes à la retraite. La propriétaire, rencontrée le jour de la visite, a toujours vécue ici. Visite ponctuelle de la famille mais pas d'enfants ni de petits-enfants. Distribution des végétaux autoproduits aux proches et aux voisins car la production excède la quantité nécessaire aux propriétaires. Aucune pelouse permettant à des enfants de jouer ou toute autre aire de jeux n'a été identifiée sur les parcelles investiguées, mis à part quelques jardinières de fleurs et une prairie située à l'arrière de la maison. **Le cas d'activités de loisirs pour des enfants en bas âge n'a donc pas été étudié**.

▪ Zone d'intérêt : jardin potager entretenu très régulièrement et depuis des dizaines d'années (jardin déjà entretenu par les parents de la propriétaire*) (cf. flèche sur la vue générale, ci-dessous, en haut)*. Jardin de 20 m × 35 m environ, non arrosé car les précipitations suffisent (eau de source sur les semis) et avec amendement local (fumier de vaches autoproduit uniquement). Espèces cultivées : carottes nantaises, échalotes, oignons, poireaux, carottes fourragères, haricots verts, haricots beurre, betteraves rouges, blettes ordinaires, céleri branche, persil, basilic, radis, courgettes, cornichons verts de Paris, brocolis, laitues verte et brune, chou-fleur, pommes de terre, herbes aromatiques (ciboulette, thym, etc.).

▪ D'après la propriétaire, l'inondation de 1937 n'aurait pas atteint le jardin mais l'eau serait arrivée en bordure.

Photographies







[243] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

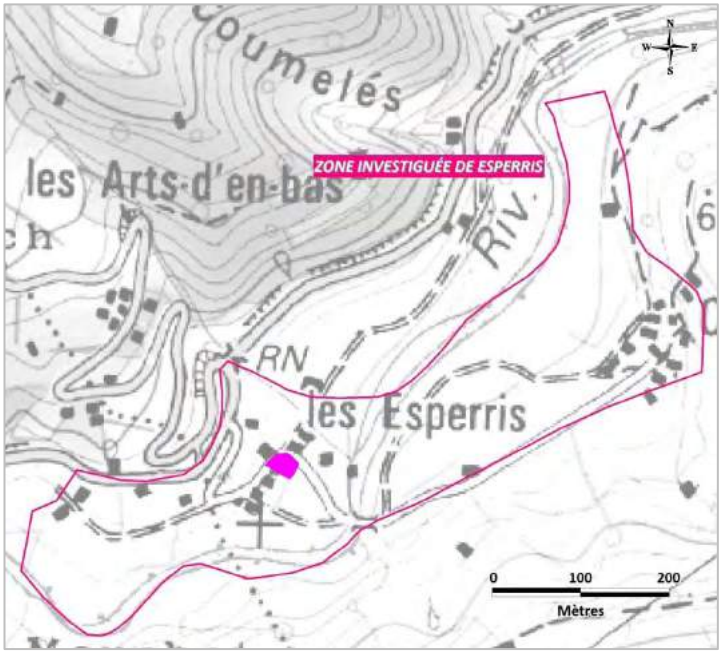
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

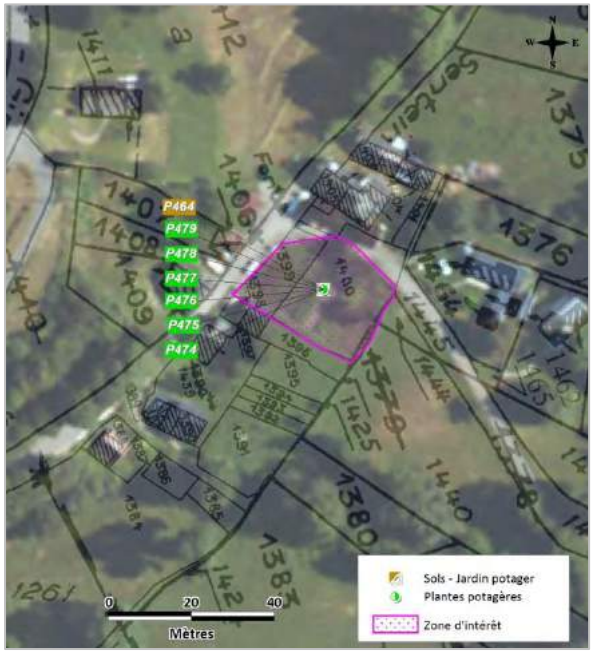
SCENARIO N°34 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A ESPERRIS (P. 1399-1400)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 16/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[244]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 1[245]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Aucun jardin témoin identifié sur cette lithologie et /ou dans un périmètre géographique proche.	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager **P464 / SE-14-ESPE-SOL-101-0-30** *(1399-1400)* Plantes potagères *(1399-1400)* **P474 / SE-14-ESPE-VEG-101-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P475 / SE-14-ESPE-VEG-101-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P476 / SE-14-ESPE-VEG-101-CEL** *(céleri)* **P477 / SE-14-ESPE-VEG-101-RAD** *(radis rouges)* **P478 / SE-14-ESPE-VEG-101-SAL-LB** *(laitue brune)* **P479 / SE-14-ESPE-VEG-101-SAL-LN** *(laitue verte)*

[244] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[245] CAS 1 : taille de jardin importante, suffisamment pour subvenir à la consommation annuelle de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® = 100%

8.5.7.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 91* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Esperris.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°32 Résidence temporaire à Esperris (P. 1461)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en vacance chez sa grand-mère (âgé de 6 mois à 6 ans, **30 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,7 et ERI_{total} = 7,6E-07
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 5,7 et donc déjà > 1
N°33 Résidence temporaire à Esperris (P. 1464)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en vacance chez sa grand-mère (âgé de 6 mois à 6 ans, **30 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,99 et ERI_{total} = 8,5E-07
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 7,5 et donc déjà > 1
N°34 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Esperris (P. 1399-1400)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,1E-05 et donc déjà > 1E-05
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd)	QD (Pb) ERI (Pb)		

Tableau 91 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Esperris (n°32 à n°34) (d'après HULOT, 2015)

8.5.8 Lascoux

8.5.8.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 92* et la *Figure 143* présentent les 9 scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
35	Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1634)	1634 + (1624)
36	Résidence temporaire au droit de l'ancienne laverie (P. 1964)	1964
37	Pique-nique au droit de l'ancienne laverie	1963
38	Résidence temporaire au Bocard d'Orle (P. 1965)	1965
39	Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 730)	730, 618 (+ 729)
40	Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1597)	1597, 1613 (+ 1596, 1598)
41	Activités de jardinage et autoconsommation des productions au Bocard d'Orle (P. 4167)	4167
42	Pique-nique en rive droite de l'Orle	575
43	Caravaning au Pont de Lascoux	1583

Légende : Les scénarios marqués de beige sont traités dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

Tableau 92 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Lascoux (n°35 à n°43) et parcelles concernées, commune de Bonac-Irazein

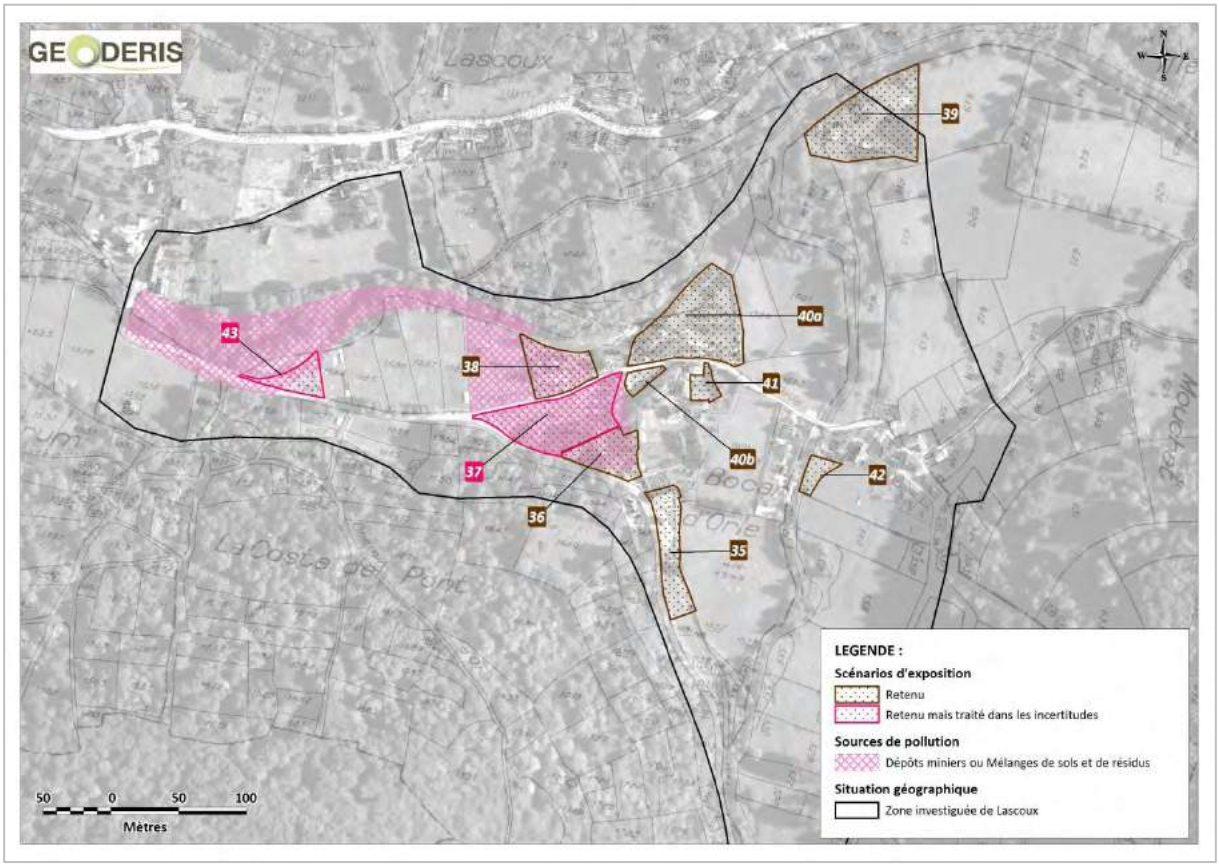


Figure 143 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Lascoux (n°35 à n°43), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.8.2 Au droit du Bocard d'Orle et de ses installations

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX								
SCENARIO N°35 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 1634)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1624 et N°1634							
Substances retenues sur le site[246]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Lascoux, rive droite du Lez et rive gauche de l'Orle. Résidence permanente d'une personne vivant à la retraite, rencontrée le jour de la visite. Pas de visite de petits-enfants mais d'enfants d'une amie (dont l'âge n'est pas connu). Au droit d'anciens bureaux et ateliers de la laverie.

▪ Zone d'intérêt : parterre ornemental avec jardinières de fleurs et d'arbustes, et pelouse, situé devant l'habitation (*cf. flèche sur vue générale, ci-dessous, en haut à gauche*). La propriétaire a indiqué ne pas utiliser d'engrais et n'avoir jamais rapporté de sols sur ce parterre.

▪ **En l'absence d'informations sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, seul le scénario « générique » est étudié.**

Photographies









[246] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

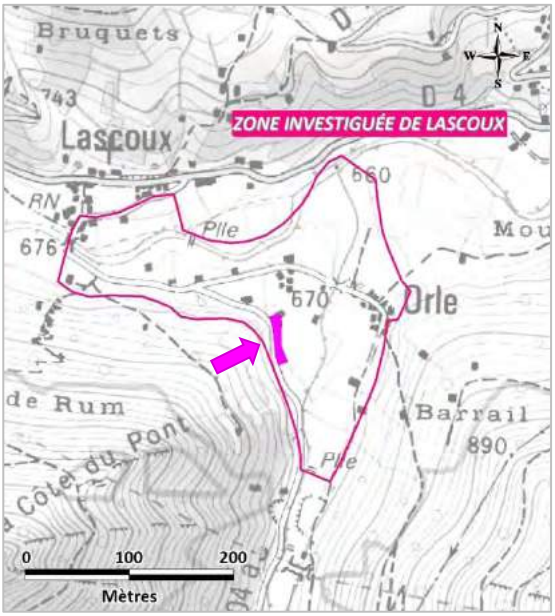
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

SCENARIO N°35 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 1634)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontrée** le jour de la visite, le 27/08/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [247]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

CARTES DE SITUATION[248]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage **P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10** *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[249] **P220 / SE-13-LCXS-SOL-25-0-3** *(1634)*

[247] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[248] Les prélèvements P208, P215 et P218 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 150 m (à l'est) de la zone d'intérêt.

[249] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°36 : RESIDENCE TEMPORAIRE AU DROIT DE L'ANCIENNE LAVERIE (P. 1964)

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1964							
Substances retenues sur le site[250]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Lascoux, rive droite du Lez et rive gauche de l'Orle. Résidence temporaire d'une famille venant lors des vacances d'été (selon témoignage voisinage car propriétaires absents le jour de la visite). Présence d'enfants dont les âges ne sont pas connus. **Dans une approche conservatoire, le cas d'enfants de 6 mois à 6 ans occupant la résidence durant 60 jours est étudié.**

▪ Au droit de l'étage supérieur de la laverie de Lascoux, où se trouvait le concasseur. Zone d'intérêt : plateforme avec couvert herbacé éparse (nombreuses zones de sol à nu sur lesquelles les prélèvements ont été spécifiquement orientés ; *cf. photo ci-dessous, en haut à gauche*), située devant l'habitation.

▪ À noter la présence de résidus miniers fins sur laquelle la végétation ne se développe pas ; laissant la place à une mousse jaune à marron (*cf. photos ci-dessous, en bas*).

Photographies









[250] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ;: Ti : Titane ; Zn : Zinc*

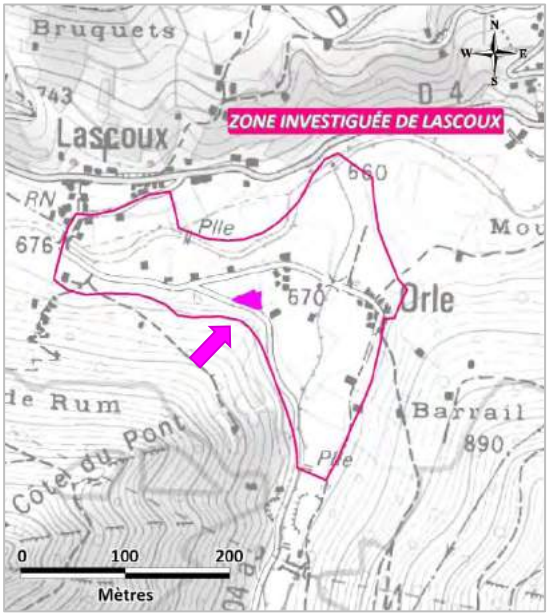
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

SCENARIO N°36 : RESIDENCE TEMPORAIRE AU DROIT DE L'ANCIENNE LAVERIE (P. 1964)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Voisinage rencontré le jour de la visite, le 27/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant d'une résidence temporaire de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols	60 jours /an[251]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans SCENARIO « GENERIQUE »[252]	234 jours /an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	**Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (dépôts de résidus miniers fins identifiés au droit de cette ancienne plateforme supérieure de la laverie) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080.)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(1964)* **P219 / SE-13-LCXS-SOL-24-0-3** **P221 /SE-13-LCXS-SOL-26-0-3***

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW215)*

[251] Tenant compte, dans une approche conservatoire, d'une fréquentation durant les deux mois des vacances d'été, tous les jours ; soit nombre de jours = 2 x 30 = 60.

[252] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°37 : PIQUE-NIQUE AU DROIT DE L'ANCIENNE LAVERIE[253]

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1963							
Substances retenues sur le site[254]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Lascoux, rive droite du Lez et rive gauche de l'Orle. En bordure du croisement routier (dont la branche sud mène à Luentein et au départ de randonnées). Un panneau était affiché pour indiquer que ce terrain était à vendre, il semble actuellement inoccupé mais est propice à une installation pour le repos ou le pique-nique de touriste. **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

▪ Au droit de l'étage inférieur de la laverie de Lascoux, où se trouvaient l'ensemble des installations de traitement gravimétrique. Zone d'intérêt : plateforme enherbée, fraîchement tondue. À noter la présence de résidus fins sur laquelle la végétation ne se développe pas ; laissant la place à des zones de sol à nu (sur lesquelles les prélèvements ont été spécifiquement orientés).

Photographies









[253] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[254] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

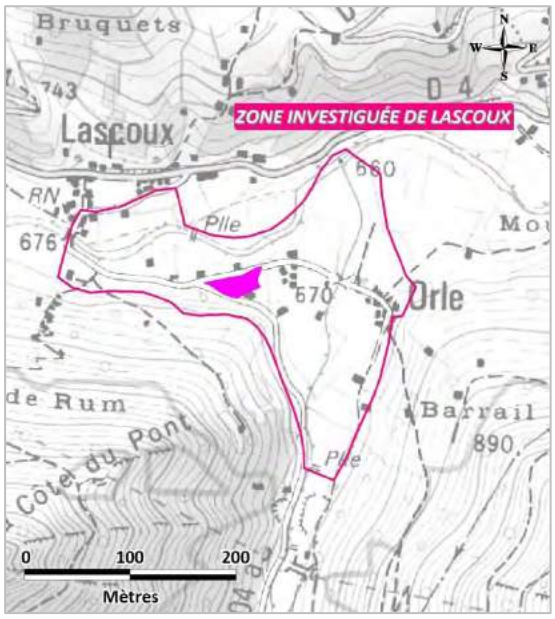
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

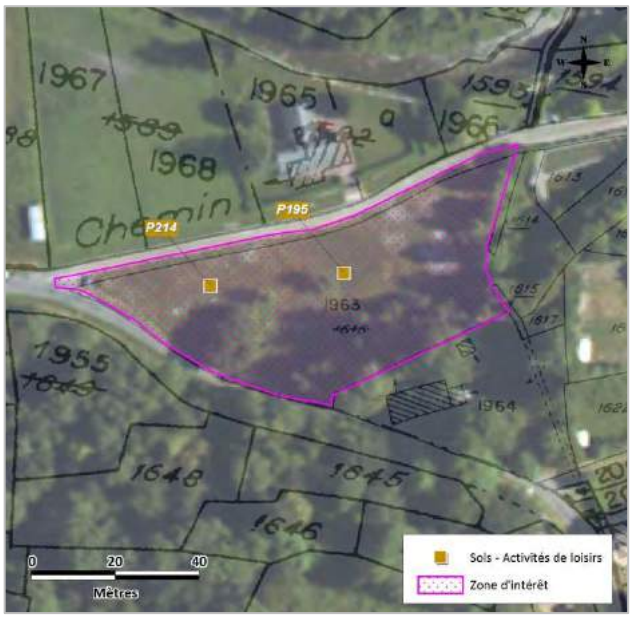
SCENARIO N°37 : PIQUE-NIQUE AU DROIT DE L'ANCIENNE LAVERIE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[255]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (dépôts de résidus miniers fins identifiés au droit de cette ancienne plateforme inférieure de la laverie) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080.)*	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs *(1963)* **P195 / SE-13-LCXE-SOL-05-0-3** **P214 / SE-13-LCXS-SOL-19-0-5**

[255] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de pique-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°38 : RESIDENCE TEMPORAIRE AU BOCARD D'ORLE (P. 1965)

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1965							
Substances retenues sur le site[256]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Lascoux, en bordure immédiate du Lez (rive droite) et en rive gauche de l'Orle. Résidence temporaire appartenant à une personne à la retraite qui n'occupe plus régulièrement cette résidence depuis quelques temps (d'après témoignage voisinage).

▪ Au droit d'un dépôt supposé de résidus miniers issus de la laverie de Lascoux (d'après mentions dans les archives minières et photos aériennes historiques). Zone d'intérêt : pelouse derrière habitation, avec nombreux arbres et arbustes d'agrément, en bordure de Lez.

▪ **En l'absence d'informations sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, seul le scénario « générique » est étudié.**

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Voisinage rencontré le jour de la visite, le 26/08/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[257]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

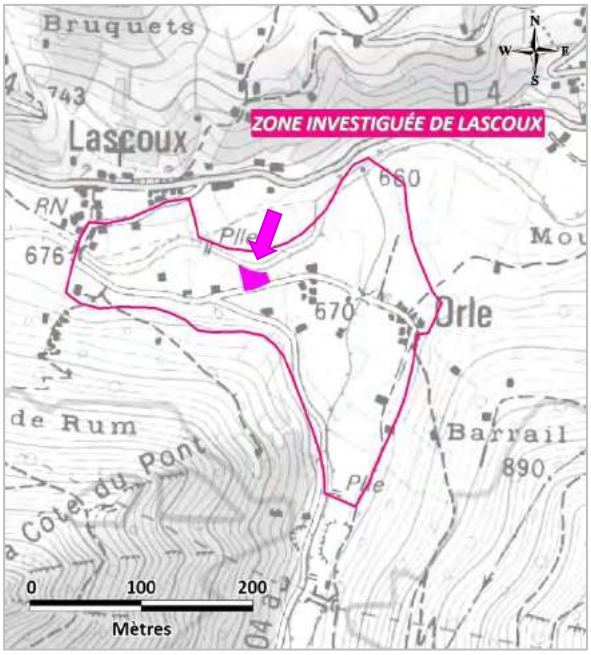
[256] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

[257] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

SCENARIO N°38 : RESIDENCE TEMPORAIRE AU BOCARD D'ORLE (P. 1965)

CARTES DE SITUATION[258]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage **P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10** *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[259] **P213 / SE-13-LCXS-SOL-18-0-3*** *(1965)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW208)*

[258] Les prélèvements P208, P215 et P218 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 150 m (à l'est) de la zone d'intérêt.

[259] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 93* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, au droit du Bocard d'Orle et des installations.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°35 Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1634)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (As, Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 2 et donc déjà > 1
N°36 Résidence temporaire au droit de l'ancienne laverie (P. 1964)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **60 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,7 et donc déjà > 1
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – SCENARIO GENERIQUE (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cu)	QD (Cd, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 7,4 et donc déjà > 1
N°37 Pique-nique au droit de l'ancienne laverie	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn)* *ERI (As, Pb)*			
N°38 Résidence temporaire au Bocard d'Orle (P. 1965)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 7,9 et donc déjà > 1

Tableau 93 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, au droit du Bocard d'Orle et de ses installations (n°35 à n°38) [dont scénario traité dans les incertitudes] (d'après HULOT, 2015)

8.5.8.3 Dans l'environnement du Bocard d'Orle

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX								
SCENARIO N°39 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 730)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°730, N°729 et N°618							
Substances retenues sur le site[260]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À l'est du hameau de Lascoux, en bordure immédiate du Lez (rive droite) et en rive droite de l'Orle. Résidence permanente d'une famille avec enfants en bas-âge. Présence d'une aire de jeux aménagée en extérieur (avec différents jeux pour enfants, balançoire, toboggan, etc.). **Dans une approche conservatoire, et ne connaissant pas l'âge des enfants, une période d'exposition de 6 mois à 6 ans est retenue.**

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour des jeux pour enfants (à proximité de l'habitation). Les prélèvements ont spécifiquement été orientés vers les zones de sol à nu.

Photographies









[260] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

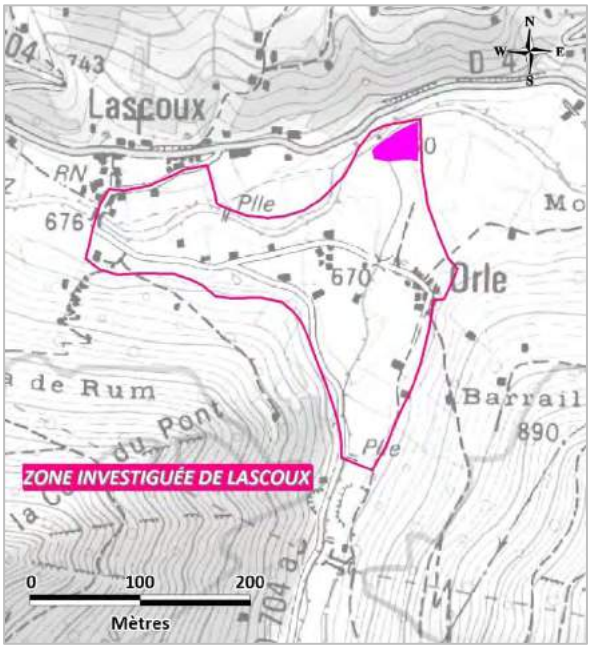
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

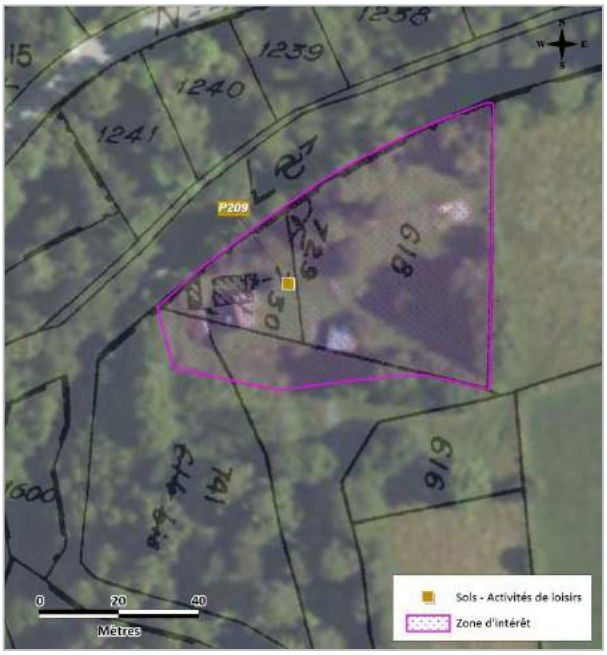
SCENARIO N°39 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 730)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 26/08/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence permanente de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an[261]

CARTES DE SITUATION[262]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage **P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10** *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[263] **P209 / SE-13-LCXS-SOL-14-0-3** *(730-618)*

[261] Toute l'année sauf les 15 jours de vacances « en extérieur », durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.

[262] Les prélèvements P208, P215 et P218 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 150 m (à l'est) de la zone d'intérêt.

[263] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°40 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 1597)

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1596, N°1597, N°1598 et N°1613							
Substances retenues sur le site[264]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du hameau de Lascoux, en bordure immédiate du Lez (rive droite) et en rive gauche de l'Orle. Résidence permanente où vit un couple de personnes à la retraite. Visite régulière des petits enfants (âgés de moins de 6 ans pour certains) : durant les vacances scolaires et les week-ends, mais pas systématiquement.

▪ 2 zones d'intérêt : parterre ornemental avec arbustes et pelouse (*cf. photo ci-dessous, en haut*) + jardin portager (*cf. photo ci-dessous, en bas*). La pelouse située à l'arrière de l'habitation (d'une surface de 1 800 m² environ) est séparée du Lez par un muret mais il est possible d'accéder aux berges de ce cours d'eau directement depuis cette parcelle.

▪ Jardin 16 m x 3 m environ, en bordure de parterres de fleurs, entretenu très régulièrement par les propriétaires. Amendement avec du fumier d'algues (des côtes vendéennes), arrosage avec l'eau du robinet. Espèces cultivées le jour de la visite : Poireaux, oignons, cerfeuil, haricots, salade, pommes de terre, fraises. À noter la présence d'un stockage de cendres de cheminée (bois de hêtre).

Photographies







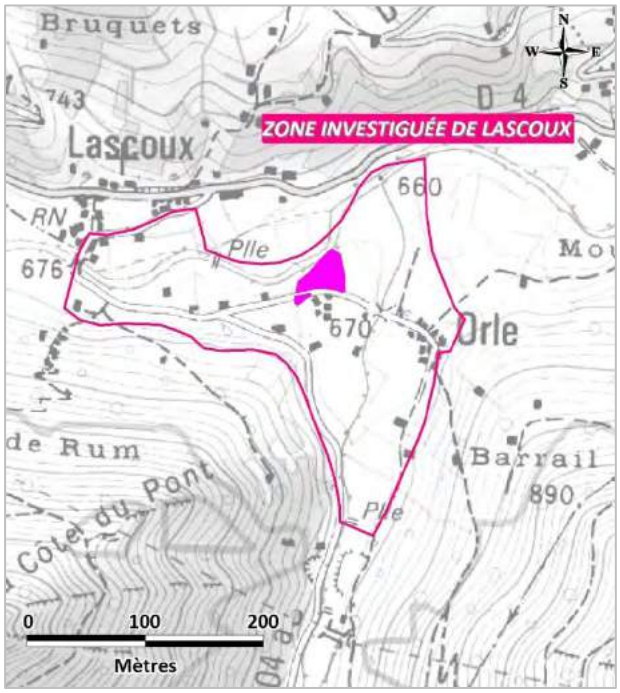


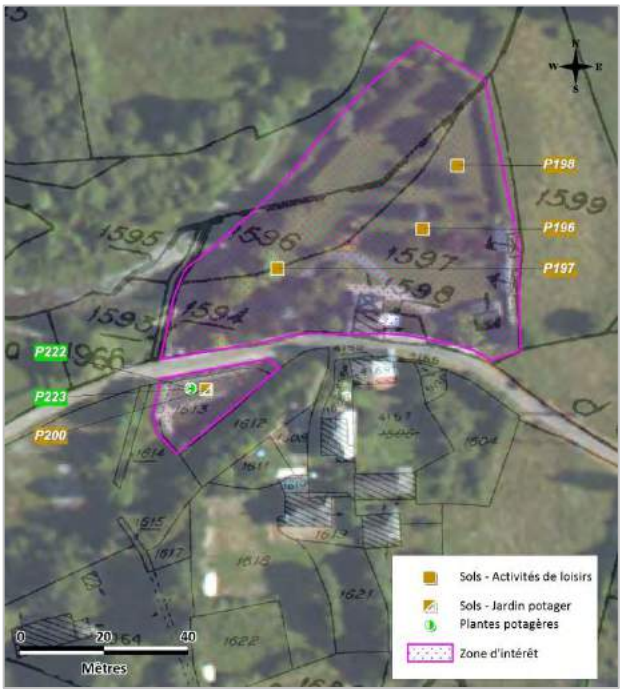
[264] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

SCENARIO N°40 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 1597)		
SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)		
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 26/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 4) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 2 ans à 6 ans en vacances chez les grands parents - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental	54 jours / an[265]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols : SCENARIO « GENERIQUE »[266] cf. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental	234 jours / an
	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols cf. Zone d'intérêt : jardin potager	136 jours / an[267]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[268]

CARTES DE SITUATION[269]





[265] Tenant compte d'une fréquentation durant les vacances et les week-ends, un jour sur deux, durée rapportée aux 2/3 de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps, soit nombre de jours = ½ x ⅔ x [(nombre de semaine de vacances x 7 j) + (nombre de week-end hors vacances x 2 j)] = ½ x ⅔ x [13 x 7 + 36 x 2] = 54 jours

[266] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[267] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[268] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[269] Les prélèvements P208, P215, P218, P207, P227 et P228 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 100 m de la zone d'intérêt.

SCENARIO N°40 : RESIDENCE PERMANENTE AU BOCARD D'ORLE (P. 1597)

PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[270] *(1597)*
	P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10 *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*		**P196 / SE-13-LXCS-SOL-01-0-3** **P197 / SE-13-LXCS-SOL-02-0-3** **P198 / SE-13-LXCS-SOL-03-0-3***
	Sol de jardin potager		Sol de jardin potager
	P207 / SE-13-LCXS-SOL-12-0-30 *(584)*		**P200 / SE-13-LCXS-SOL-05-0-30** *(1613)*
	Plantes potagères[271] *(584)*		Plantes potagères *(1613)*
	P228 / SE-13-LCXS-VEG-12-PDT-C *(pommes de terre Charlotte)*		**P222 / SE-13-LCXS-VEG-05-PDT-C** *(pommes de terre Charlotte)* **P223 / SE-13-LCXS-VEG-05-PDT-M*** *(pommes de terre Mona Lisa)*

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW178 et 13AW181 dans cet ordre)*

[270] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

[271] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (pommes de terre vs pommes de terre). Le jardin témoin n°12 a cependant fait l'objet d'un prélèvement de courgettes (*cf. Scénario 41*)

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°41 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS AU BOCARD D'ORLE (P. 4167)

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°4167							
Substances retenues sur le site[272]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du hameau de Lascoux. Jardin isolé des propriétés habitées, appartenant au propriétaire de l'habitation située sur la parcelle N°1965 *(cf. Scénario 38)* mais entretenu par une autre personne du hameau de Lascoux en son absence (selon témoignage voisinage). Zone d'intérêt : jardin potager.

▪ Jardin de 10 m x 14 m environ. Espèces cultivées le jour de la visite : courgettes, coloquintes, pommes de terre, haricots et courgettes. À noter la présence en bordure de la route d'un prunier. Pas d'information sur les pratiques culturales (arrosage, amendement, etc.).

Photographies









[272] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

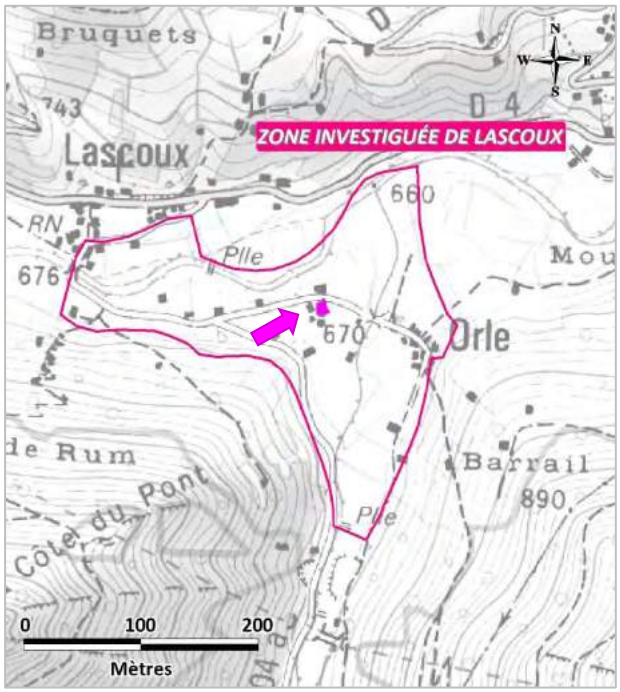
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

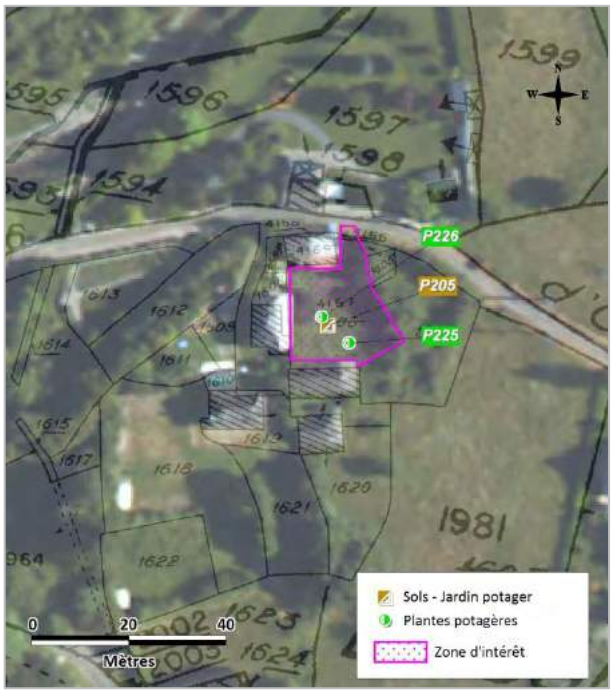
SCENARIO N°41 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS AU BOCARD D'ORLE (P. 4167)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[273]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[274]

CARTES DE SITUATION[275]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P207 / SE-13-LCXS-SOL-12-0-30 *(584)*		**P205 / SE-13-LCXS-SOL-10-0-30** *(4167)*
	Plantes potagères *(584)*		Plantes potagères *(4167)*
	P227 / SE-13-LCXS-VEG-12-COUR *(courgettes)* **P228 / SE-13-LCXS-VEG-12-PDT-C** *(pommes de terre Charlotte)*		**P225 / SE-13-LCXS-VEG-10-COUR** *(courgettes)* **P226 / SE-13-LCXS-VEG-10-PDT-B** *(pommes de terre Bernadette)*

[273] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[274] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[275] Les prélèvements P207, P227 et P228 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 160 m à l'est de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 94* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, dans l'environnement du Bocard d'Orle.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°39 Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 730)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (As, Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,7E-05 et donc déjà > 1E-05[276]
N°40 Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1597)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,3E-05 et donc déjà > 1E-05
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en visite chez ses grands-parents (âgé de 2 à 6 ans, **54 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		QD_{total} = 0,8 et ERI_{total} = 3,4E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cd, Cu, Zn)	QD (As, Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 3,2 et donc déjà > 1
N°41 Activités de jardinage et autoconsommation des productions au Bocard d'Orle (P. 4167)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,05 et ERI_{total} = 0,98E-05[276]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*			

Tableau 94 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux dans l'environnement du Bocard d'Orle (n°39 à n°41) (d'après HULOT, 2015)

[276] Concentration en As et Pb dans la gamme de celles des ELT, considérées compte tenu des incertitudes analytiques.

8.5.8.4 Au droit de deux zones de loisirs « satellites »

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX								
SCENARIO N°42 : PIQUE-NIQUE EN RIVE DROITE DE L'ORLE								
SITUATION GENERALE								
Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°575							
Substances retenues sur le site[277]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn
Description								

▪ À l'est du hameau de Lascoux, en rive droite du Lez et en bordure immédiate du ruisseau de l'Orle (rive droite). Aire de pique-nique (tables, bancs); située juste à l'arrière de parcelles habitées et grillagées. Le propriétaire de cette installation n'a pas été identifié lors des opérations de terrain.

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour de la table de pique-nique.

▪ **En l'absence d'information sur la fréquentation de cette aire et dans une approche conservatoire, l'hypothèse est faite d'une fréquentation journalière par un enfant de 6 mois à 6 ans, logeant dans une résidence temporaire.**

Photographies









[277] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

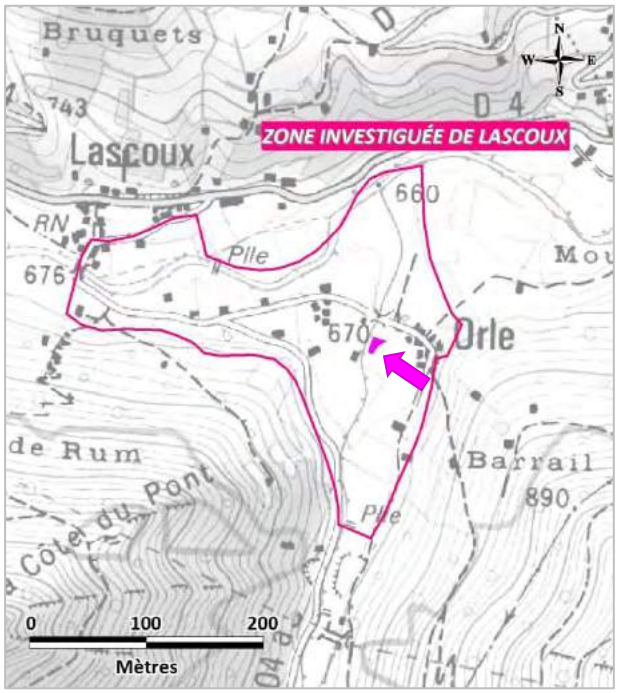
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

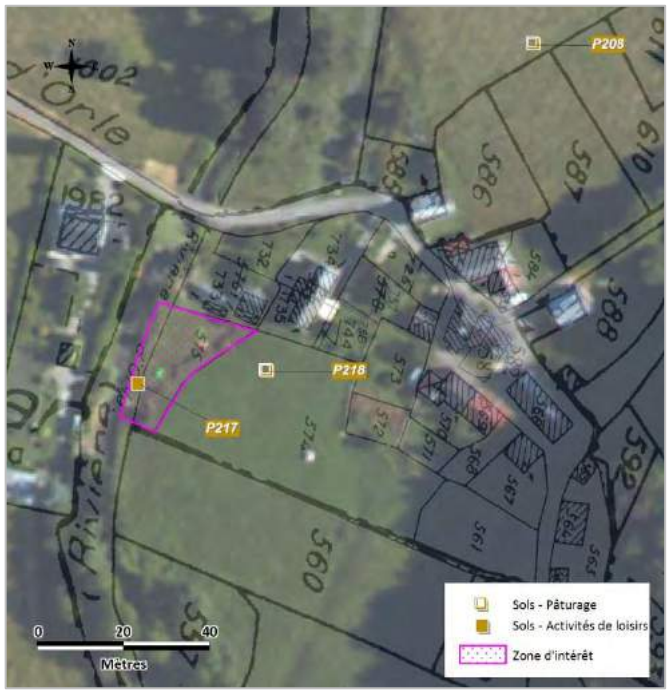
SCENARIO N°42 : PIQUE-NIQUE EN RIVE DROITE DE L'ORLE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⃠
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence temporaire de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	15 jours / an[278]

CARTES DE SITUATION[279]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage **P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10** *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[280] **P217 / SE-13-LCXS-SOL-22-0-5** *(575)*

[278] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« résidence secondaire »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[279] Le prélèvement P215 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à plus de 160 m (au sud-est) de la zone d'intérêt.

[280] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : LASCOUX

SCENARIO N°43 : CARAVANING AU PONT DE LASCOUX[281]

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1583							
Substances retenues sur le site[282]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À l'ouest du hameau de Lascoux, en bordure immédiate du Lez (en rive droite) et à proximité du pont de Lascoux. Terrain enherbé sur laquelle le propriétaire a installé une caravane, qu'il occupe régulièrement (vacances et week-ends). **La présence d'un enfant n'est pas avérée mais possible, d'où l'étude de ce scénario dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.** Zone d'intérêt : terrain enherbé devant la caravane du propriétaire.

▪ À noter qu'à cet endroit, le Lez forme un petit méandre au bord duquel des résidus miniers ont été observés (*cf. photos ci-dessous, en bas*) ; contrôlés par des mesures NITON®.

Photographies









[281] Le scénario sera traité dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.

[282] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

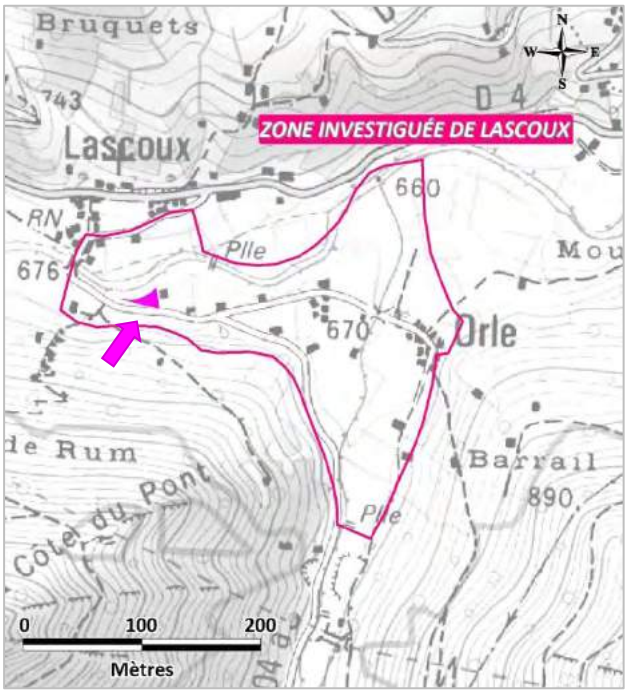
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

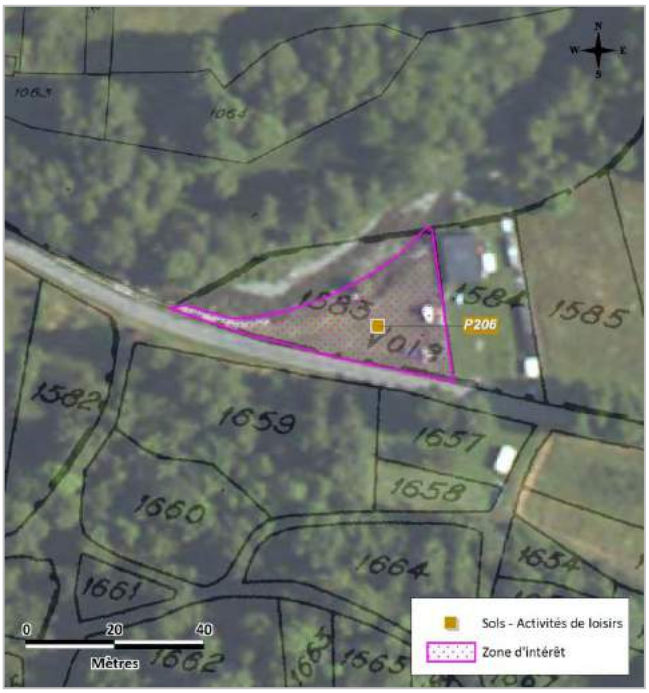
SCENARIO N°43 : CARAVANING AU PONT DE LASCOUX

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 26/08/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence temporaire de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	15 jours / an[283]

CARTES DE SITUATION[284]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage **P208 / SE-13-LCXS-SOL-13-0-10** *(613)* **P215 / SE-13-LCXS-SOL-20-0-10** *(532)* **P218 / SE-13-LCXS-SOL-23-0-10** *(574)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs[285] **P206 / SE-13-LCXS-SOL-11-0-3** *(1583)*

[283] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« camping ou caravaning ou gîte (location) »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[284] Les prélèvements P208, P215 et P218 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 350 m de la zone d'intérêt.

[285] *Aucun sol témoin associé à des activités de loisirs n'a été identifié sur ce site. Par défaut, des sols associés à des activités de pâturage sont pris en compte.*

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 95* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, au droit de deux zones de loisirs « satellites ».

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°42 Pique-nique en rive droite de l'Orle	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,05 et ERI_{total} = 1,2E-06
N°43 Caravane temporaire au pont de Lascoux	*Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)*	*QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)* *ERI (Pb)*	*QD (Pb)* *ERI (As)*		*QD_{total} = 0,5 et* *ERI_{total} = 1,9E-06*

Tableau 95 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux au droit de deux zones de loisirs « satellites » (n°42 et n°43) [dont scénario traité dans les incertitudes] (d'après HULOT, 2015)

8.5.9 Moulin

8.5.9.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 96* et la *Figure 144* présentent les 7 scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
44	Résidence temporaire à Moulin-d'en-Haut (P.2041)	2042 (+ 2039, 2041)
45	Gîte de vacances à Moulin-d'en-Haut (P. 1354)	1354, 1357
46	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1354)	1351, 1354
47	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1346)	1345, 1346 (+ 1352)
48	Foyer municipal à Moulin-d'en-Bas	1341
49	Résidence temporaire à Moulin-d'en-Bas (P. 1334-2724)	1334, 2724, 2725 (+ 2722)
50	Résidence permanente à Moulin-d'en-Bas (P. 974-975-976)	974, 975, 976 (+ 977 à 979)

Tableau 96 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Moulin (n°44 à n°50) et parcelles concernées, commune de Sentein

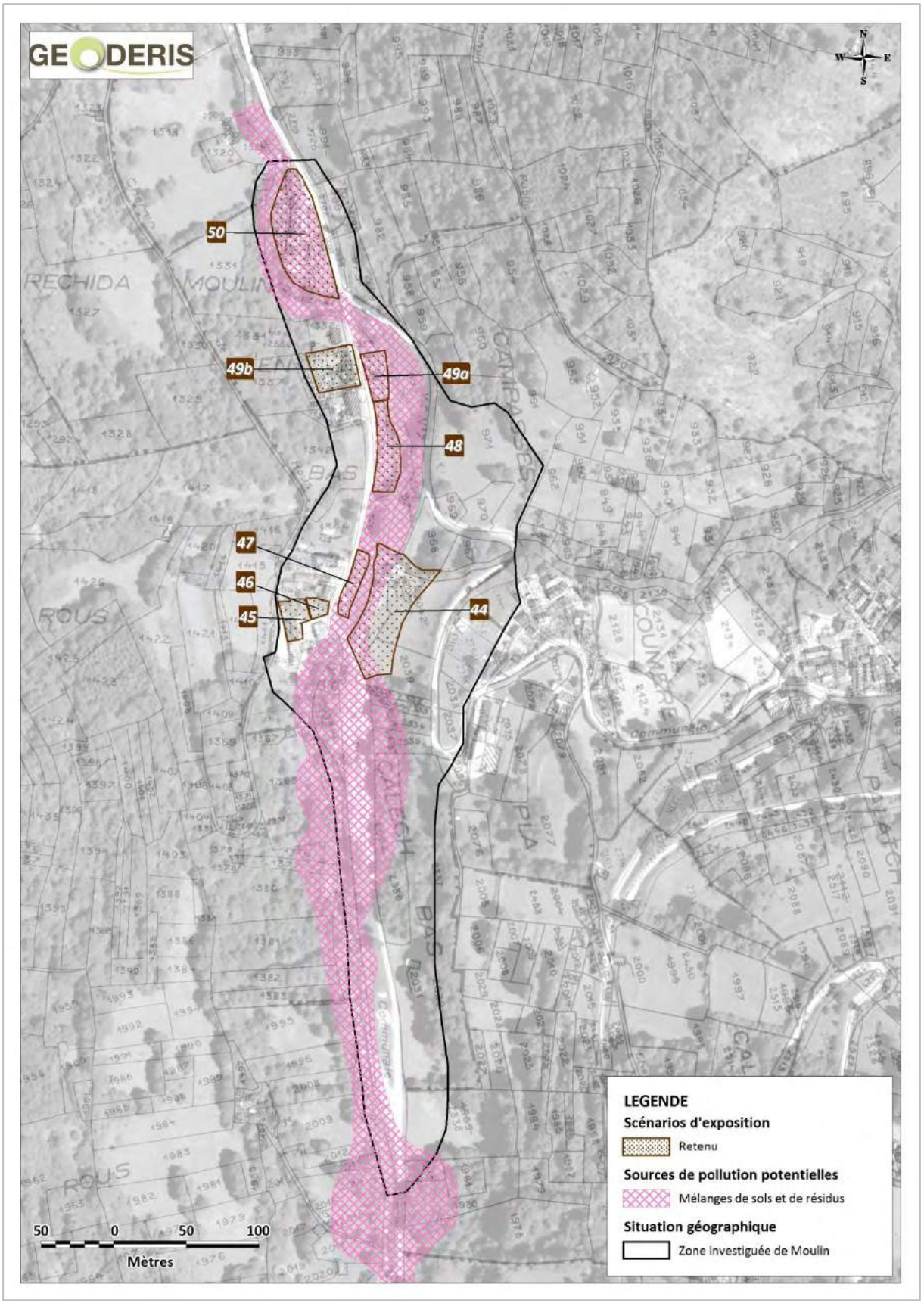


Figure 144 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Moulin (n°44 à n°50), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.9.2 Hameau de Moulin-d'en-Haut

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN								
SCENARIO N°44 : RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-HAUT (P.2041)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2039, N°2041 et N°2042							
Substances retenues sur le site[286]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Haut, en bordure immédiate du Lez (rive droite). Résidence temporaire occupée toutes les vacances et tous les week-ends par son propriétaire, à la retraite. Visite de ses enfants et de ses petits enfants durant les vacances scolaires, au maximum 15 jours par an. **Dans une approche conservatoire, et ne connaissant pas l'âge des enfants, une période d'exposition de 6 mois à 6 ans est retenue.**

▪ Zone d'intérêt : terrain enherbé, situé au nord de la maison dans une zone de prairie, en bordure du ruisseau de Laspé (rive gauche).

▪ Au regard des concentrations élevées en plomb mesurées en 2013 sur l'échantillon SE-13-MOUL-SOL-02-0-3 (zone d'intérêt précédemment décrite ; *cf. deux photos ci-dessous, en bas au centre et à droite)*, une visite de contrôle a été réalisée en juin 2014. Dans ce cadre, la plateforme située devant l'habitation, en bordure du Lez (rive droite) a fait l'objet de contrôle par mesures NITON® (*cf. photo ci-dessous, en bas à gauche).* Les points associés (N256 et N257) ont mis en évidence des teneurs environ 10 fois inférieures.

▪ La propriété est régulièrement inondée par des sources provenant des terrains du versant est. Le propriétaire a complètement réaménagé la plateforme située devant l'habitation (avec des matériaux allochtones notamment) pour drainer ces eaux.

Photographies



[286] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

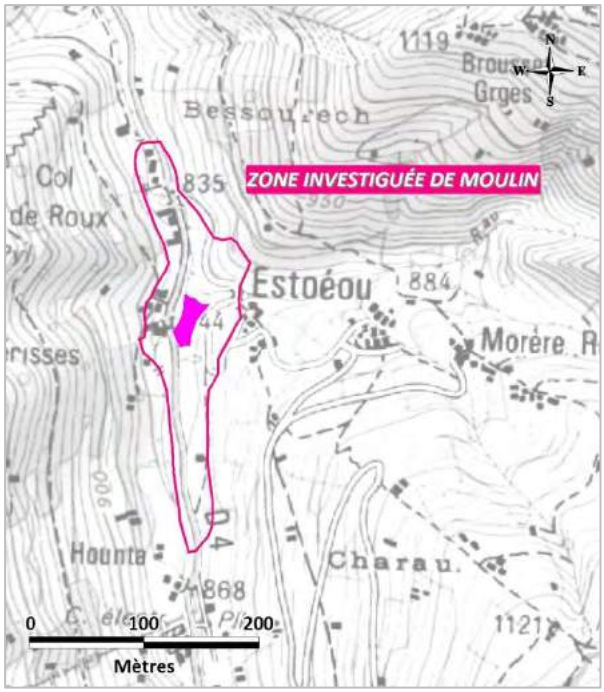
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

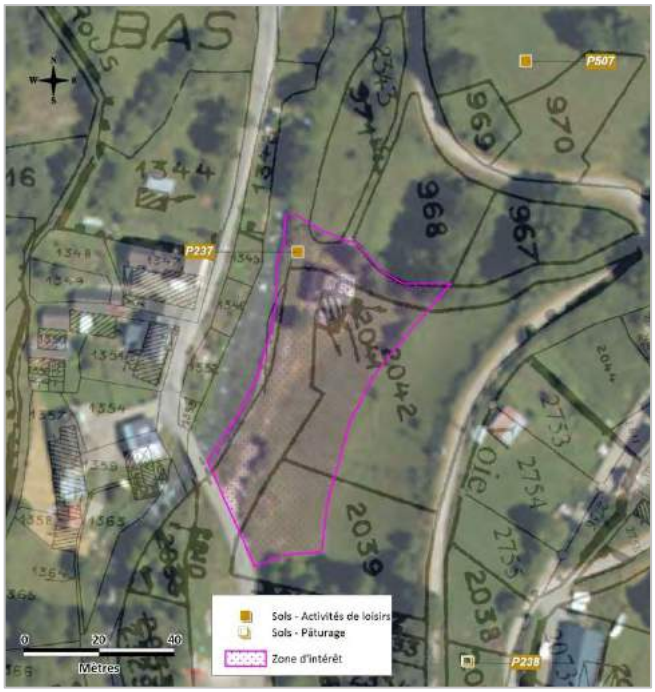
SCENARIO N°44 : RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-HAUT (P.2041)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** lors de la visite de contrôle du 13/06/2014. ◦ Echanges par courriel avec Adjoint au Maire le 31/08/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans en vacances chez ses grands-parents - Ingestion de sols	15 jours / an
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [287]	234 jours / an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Silurien	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P507 / SE-14-PLA1-SOL-111-0-3 *(971)*		**P237 / SE-13-MOUL-SOL-02-0-3** *(Voie communale)*
	Sol de pâturage		
	P238 / SE-13-MOUL-SOL-03-0-10 *(2037)*		

[287] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN

SCENARIO N°45 : GITE DE VACANCES A MOULIN-D'EN-HAUT (P. 1354)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1354 et N°1357							
Substances retenues sur le site[288]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Haut, en bordure du Lez (rive gauche). Le Lez forme à cet endroit un petit méandre. Gîte de vacances mis en location sur des durées moyennes de 15 jours. Pas d'aire de jeux pour enfants mais une pelouse entretenue devant le gîte et sa terrasse. Zone d'intérêt : pelouse du parterre ornemental avec arbustes et pots de fleurs très bien entretenue et au développement herbacé homogène (*cf. flèche sur la vue générale, ci-dessous, en haut*).

▪ Les propriétaires, rencontrés le jour de la visite, sont à la retraite et habitent une maison mitoyenne. Pas de visite d'enfants en bas âge ; la pelouse devant leur maison n'a donc pas été échantillonnée.

Photographies









[288] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

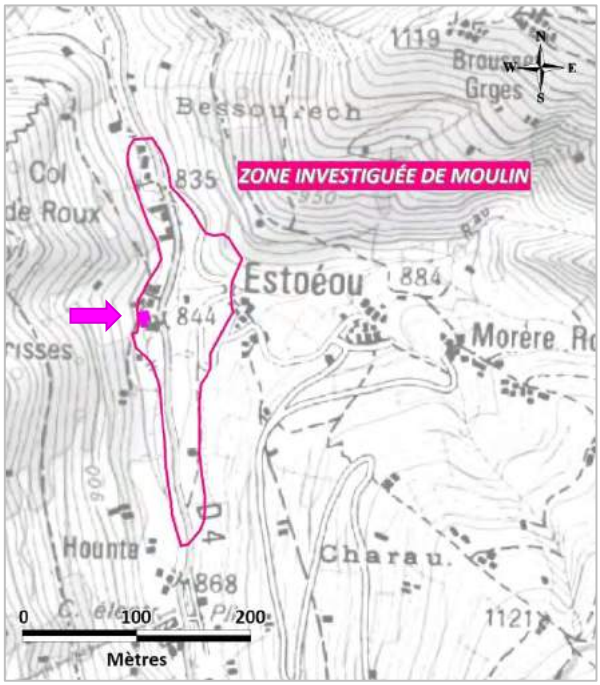
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

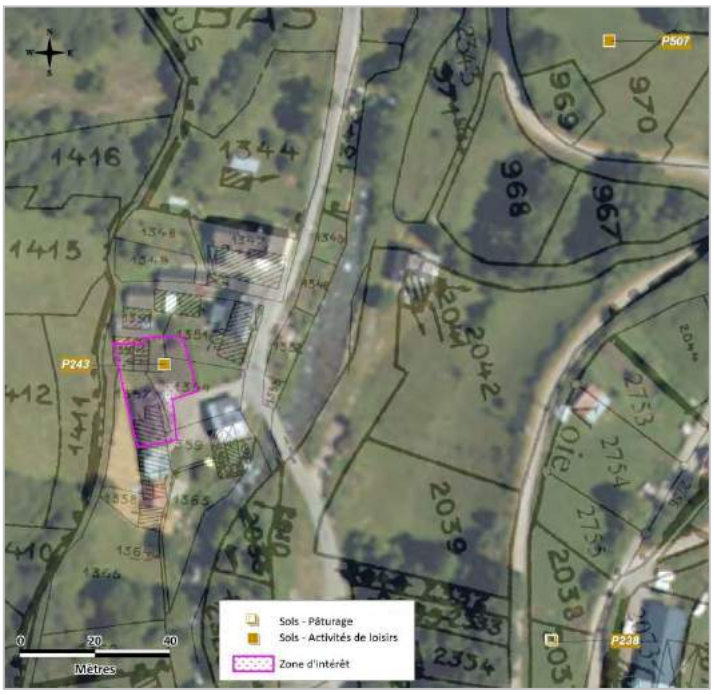
SCENARIO N°45 : GITE DE VACANCES A MOULIN-D'EN-HAUT (P. 1354)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontrée** le jour de la visite, le 31/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant touriste de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols	15 jours / an
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [289]	234 jours / an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Silurien	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P507 / SE-14-PLA1-SOL-111-0-3 *(971)*		**P243 / SE-13-MOUL-SOL-08-0-3** *(1354)*
	Sol de pâturage		
	P238 / SE-13-MOUL-SOL-03-0-10 *(2037)*		

[289] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente (**gîte ici**). Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN

SCENARIO N°46 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTO-CONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT (P.1354)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1351 et N°1354							
Substances retenues sur le site[290]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Haut, en bordure du Lez (rive gauche). Le Lez forme à cet endroit un petit méandre. Zone d'intérêt : jardin potager, accolé à la résidence permanente de la propriétaire (*cf. flèche sur la vue générale ; ci-dessous, en haut*).

▪ Jardin de 15 m x 6 m environ, régulièrement entretenu. Espèces cultivées le jour de la visite : blettes, courgettes, oignons et épinards géants. Pas d'information sur les pratiques culturales. En l'absence de la propriétaire, prélèvements réalisés en présence de la propriétaire du gîte voisin (*cf. Scénario 45*).

Photographies









SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	⦸	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[291]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[292]

[290] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

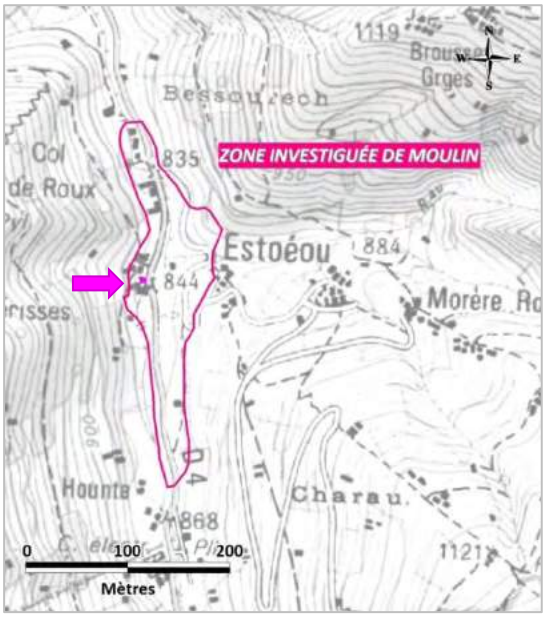
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

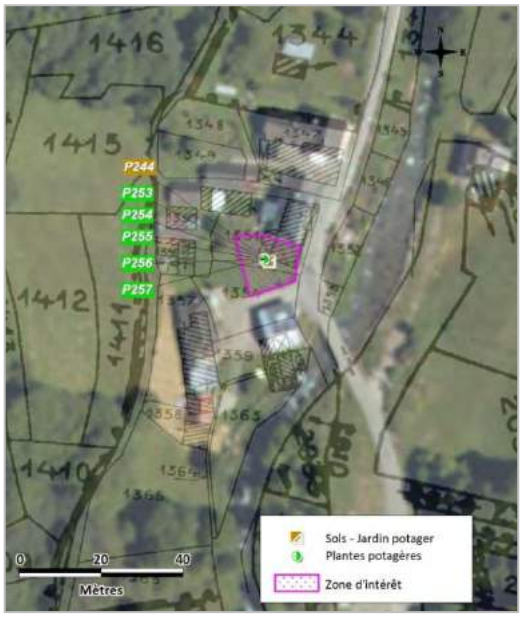
[291] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[292] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

SCENARIO N°46 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT (P.1354)

CARTES DE SITUATION[293]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Silurien[294]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P244 / SE-13-MOUL-SOL-09-0-30** *(1354)*
	Plantes potagères[295] *(945)*		Plantes potagères *(1354)*
	P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F *(feuilles de blettes)* **P356 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P357 / SE-13-SENT-VEG-58-COUR** *(courgettes)* **P358 / SE-13-SENT-VEG-58-OIG** *(oignons)*		**P253 / SE-13-MOUL-VEG-09-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P254 / SE-13-MOUL-VEG-09-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P255 / SE-13-MOUL-VEG-09-COUR** *(courgettes)* **P256 / SE-13-MOUL-VEG-09-EPI-G*** *(épinards géants)* **P257 / SE-13-MOUL-VEG-09-OIG*** *(oignons)*

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW003 et 13AW002, dans cet ordre)*

[293] Les prélèvements P344 puis P354 à P359 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 3 500 m (au nord-nord-est) de la zone d'intérêt.

[294] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) et sur un site géographiquement proche (Sentein) est pris en compte.*

[295] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (blettes vs blettes, courgettes vs courgettes, épinards géants vs blettes, oignons vs oignons). Le jardin témoin n°58 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : pommes de terre et betteraves (*cf. Scénario 61*).

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN

SCENARIO N°47 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT (P.1346)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1345, N°1346 et N°1352							
Substances retenues sur le site[296]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Haut, en bordure immédiate du Lez (rive gauche). Zone d'intérêt : jardin potager, régulièrement entretenu et faisant face à la résidence permanente des propriétaires (*cf. flèche sur la vue générale ; ci-dessous, en haut*), rencontrés le jour de la visite. À noter que lors de la crue de 1937, le Lez avait inondé le jardin potager et la route (l'eau arrivait devant la porte de l'habitation).

▪ Jardin de 7 m x 12 m environ, en bordure de parterres de fleurs. Espèces cultivées le jour de la visite : épinards géants, carottes, blettes, oignons, poireaux, haricots et courgettes. Amendement avec du produit pour les limaces au pied des salades, pas d'engrais. Arrosage lors des semis et lors de l'introduction des plants avec l'eau du bassin provenant d'un captage d'eaux souterraines situé à proximité (dans le versant ouest boisé). Les eaux de ce bassin ont fait l'objet d'un prélèvement.

Photographies









SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontrés** le jour de la visite, le 31/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[297]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[298]

[296] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

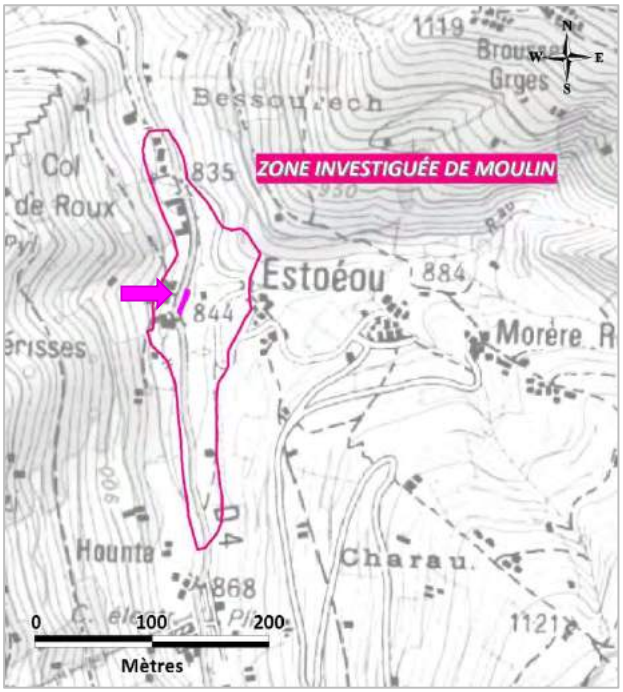
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

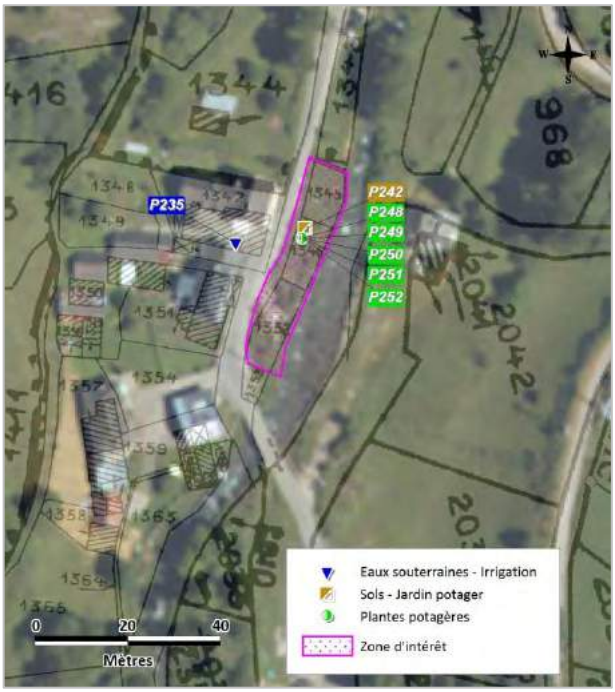
[297] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[298] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

SCENARIO N°47 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT (P.1346)

CARTES DE SITUATION[299]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Silurien[300]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P242 / SE-13-MOUL-SOL-07-0-30** *(1346)*
	Plantes potagères[301] *(945)*		Plantes potagères *(1346)*
	P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F *(feuilles de blettes)* **P356 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P357 / SE-13-SENT-VEG-58-COUR** *(courgettes)* **P358 / SE-13-SENT-VEG-58-OIG** *(oignons)*		**P248 / SE-13-MOUL-VEG-07-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P249 / SE-13-MOUL-VEG-07-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P250 / SE-13-MOUL-VEG-07-COUR** *(courgettes)* **P251 / SE-13-MOUL-VEG-07-EPI-G*** *(épinards géants)* **P252 / SE-13-MOUL-VEG-07-OIG** *(oignons)*
	Eaux de source		Eaux souterraines - Irrigation
	⦸		**P235 / SE-13-MOUL-ESO-01** *(1347)*

[299] Les prélèvements P344 puis P354 à P359 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 3 500 m (au nord-nord-est) de la zone d'intérêt.

[300] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) et sur un site géographiquement proche (Sentein) est pris en compte.*

[301] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (blettes vs blettes, courgettes vs courgettes, épinards géants vs blettes, oignons vs oignons). Le jardin témoin n°58 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : pommes de terre et betteraves (*cf. Scénario 61*)

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 97* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Haut.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°44 Résidence temporaire à Moulin-d'en-Haut (P.2041)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en visite chez ses grands-parents (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,6 et donc déjà > 1
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cu, Zn)	QD (As, Cd) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 25 et donc déjà > 1
N°45 Gîte de vacances à Moulin-d'en-Haut (P. 1354)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,18 et ERI_{total} =1,6E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Sb, As, Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 2,1 et donc déjà > 1
N°46 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1354)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Ti, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,5E-05 et donc déjà 10^{-5} [302]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			
N°47 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1346)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Ti, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,5E-05 et donc déjà 10^{-5} [302]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			

Tableau 97 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Haut (n°44 à n°47) (d'après HULOT, 2015)

[302] La valeur de l'ERI (As) de 1,5E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celles de l'ELT, mais prise en compte tenant compte des incertitudes analytiques.

8.5.9.3 Hameau de Moulin-d'en-Bas

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN								
SCENARIO N°48 : FOYER MUNICIPAL A MOULIN-D'EN-BAS								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1341							
Substances retenues sur le site[303]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Bas, en bordure immédiate d Lez (rive gauche). Devant le foyer municipal (ancienne école primaire) appartenant à la mairie de Sentein (*cf. flèche sur la vue générale ; ci-dessous, en haut à gauche*) et concerné par :

◦ Mise à la disposition de l'Association de chasse qui y organise chaque année une dizaine de rencontres. Les chasseurs ne sont alors pas accompagnés par des enfants, à l'exception de la Fête de la fin de saison de la Chasse à l'Isard et au Sanglier, dans le courant des mois de janvier et février.

◦ Location à des particuliers pour des fêtes familiales (mariages, etc.) ; à raison d'une dizaine de fois par an. Dans ce cadre, la salle est systématiquement louée pour le réveillon de fin d'année.

◦ Utilisation de la salle comme bureau de votes.

▪ Zone d'intérêt : pelouse (non fauchée le jour de la visite) sur parcelle murée et d'une surface de 850 m² environ, située à près de 3 m au-dessus du niveau de l'eau.

▪ Lors du prélèvement, des horizons de résidus miniers ont été reconnus à quelques centimètres de profondeur, leur épaisseur avoisinerait quelques dizaines de cm *(cf. photo ci-dessous, en bas à droite)*.

Photographies











[303] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

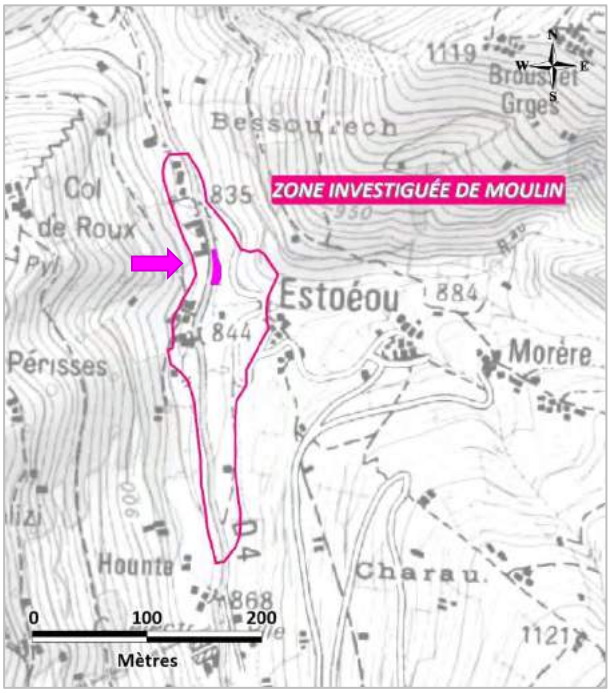
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

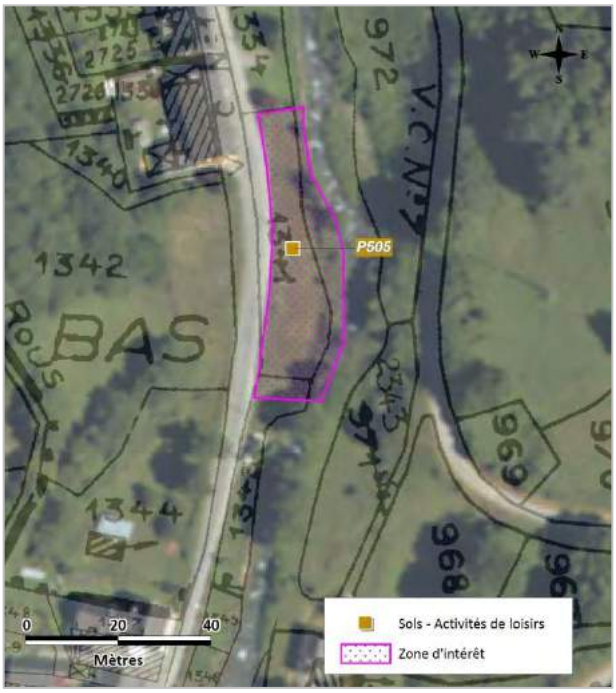
SCENARIO N°48 : FOYER MUNICIPAL A MOULIN-D'EN-BAS

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence permanente de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[304]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (des résidus miniers ont été observés à quelques centimètres de profondeur ; prélèvement associé : **P506 / SE-14-PLA1-SOL-110)** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs **P505 / SE-14-PLA1-SOL-109-0-3** *(1341)*

[304] L'hypothèse est faite qu'un enfant peut être amené à se rendre au foyer municipal en moyenne deux fois par an (lors de la fête de la fin de saison de la Chasse et lors d'un évènement familial, par exemple).

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN

SCENARIO N°49 : RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-BAS (P. 1334-2724)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1334, N°2722, N°2724 et N°2725							
Substances retenues sur le site[305]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-Bas, rive gauche du Lez. Résidence temporaire d'une famille (rencontrée le jour de la visite) qui occupe le logement durant toutes les vacances et durant tous les week-ends. Les deux enfants, âgés de 11 et 13 ans, jouent très souvent en extérieur. **Le cas d'enfants en bas âge fréquentant la pelouse n'a donc pas été étudié (hors scénario « générique »). Pour autant, une simulation est réalisée sur le cas d'un adolescent fréquentant cette résidence jusqu'à l'âge adulte.**

▪ 2 zones d'intérêt : pelouse est, devant la maison (*Parcelle n°1334*) située entre la route et le Lez + pelouse ouest, derrière la maison (*Parcelles n°2724 et n°2725*) en lisière de zone boisée.

▪ **Parcelle est, devant la maison** *(cf. photos ci-dessous, en haut)* : à proximité d'un fil à linge au-dessus d'une pelouse entretenue et tondue (d'une surface de 390 m² environ). Parcelle murée, environ 3 m au-dessus du Lez. La prise est du composite a atteint un horizon de résidus miniers bien identifiable. Le sol échantillonné repose, en partie au moins, sur des matériaux résiduaires sur une épaisseur d'au moins 30 cm (+ matériaux allochtones : débris de tuiles et de briques).

▪ **Parcelle ouest, derrière la maison** *(cf. photos ci-dessous, en bas)* : parterre ornemental avec pelouse et arbustes (d'une surface de 490 m² environ), en bordure est de l'ancienne ligne de chemin de fer pour le minerai qui reliait Eylie et Sentein. Aménagement d'une tyrolienne et autres jeux extérieurs.

Photographies









[305] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

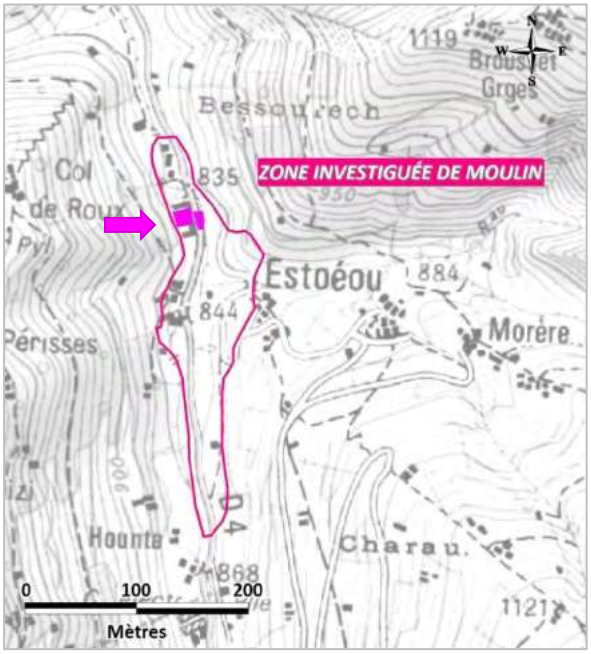
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

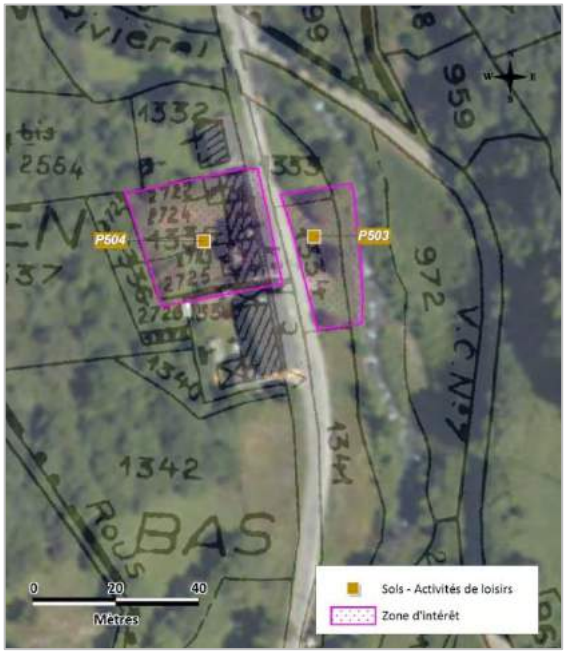
SCENARIO N°49 : RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-BAS (P. 1334-2724)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaires rencontré**s le jour de la visite, le 14/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus cf. 2 zones d'intérêt : pelouses	▪ Adolescent-adulte de 11 ans à 70 ans – Ingestion de sols	123 jours / an[306]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[307]	234 jours /an

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (des résidus miniers ont été observés à quelques centimètres de profondeur devant la maison ; prélèvement associé : **P502 / SE-14-PLA1-SOL-106**) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
			P503 / SE-14-PLA1-SOL-107-0-3 *(1334)* **P504 / SE-14-PLA1-SOL-108-0-3** *(2724-2725)*

[306] Simulation réalisée sur le cas d'un adolescent fréquentant cette résidence jusqu'à l'âge adulte (70 ans) en prenant en compte l'âge actuel de l'enfant le plus jeune (11 ans). La fréquentation considérée est identique à la fréquentation actuelle ; à savoir durant toutes les vacances et durant tous les week-ends ; durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = ⅔ x [16 x 5 (nombre de jours de vacances en semaine, depuis la réforme scolaire de 2013) + 52 x 2] = ⅔ x (80 + 104) = 123.

[307] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

ZONE INVESTIGUEE : MOULIN

SCENARIO N°50 : RESIDENCE PERMANENTE A MOULIN-D'EN-BAS (P. 974-975-976)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°974 à N°979							
Substances retenues sur le site[308]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Moulin-d'en-bas, en rive droite du Lez. Résidence permanente où vit un couple de personnes à la retraite. Présence d'un ancien moulin à eau sur la propriété, qui se trouve en bordure d'un important méandre du Lez. Selon le propriétaire, l'habitation a régulièrement été inondée durant les phénomènes de crue. Visite occasionnelle des petits enfants de moins de 6 ans, qui viennent environ 15 jours par an.

▪ Zone d'intérêt : pelouse située devant la maison et d'une surface de 850 m² environ ; développement herbacé homogène. Lors de leurs séjours, les jeux en extérieur sont réguliers pour les petits-enfants, tant sur la pelouse qu'en bordure de cette dernière (petits abris accolés à la maison).

Photographies









[308] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

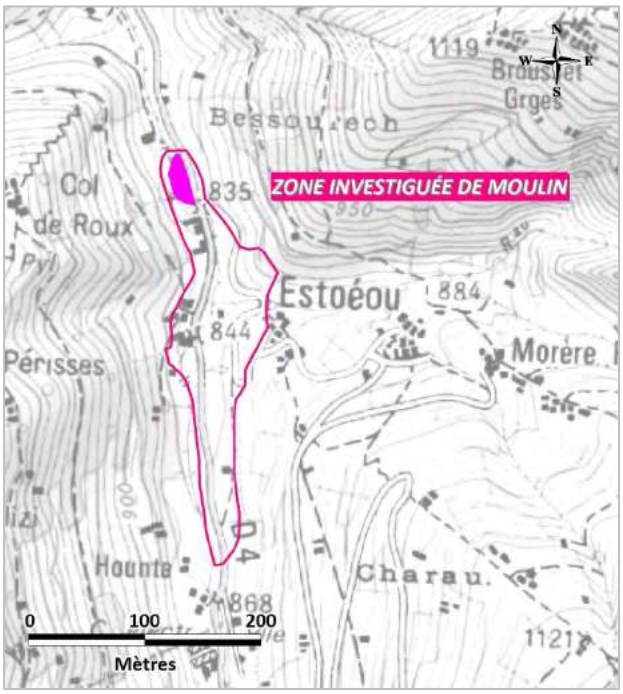
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°50 : RESIDENCE PERMANENTE A MOULIN-D'EN-BAS (P. 974-975-976)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** lors de la visite, le 30/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 5 ans à 6 ans en vacances chez les grands parents - Ingestion de sols	15 jours / an
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [309]	234 jours / an

CARTES DE SITUATION[310]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Silurien	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
	P507 / SE-14-PLA1-SOL-111-0-3 *(971)*		**P239 / SE-13-MOUL-SOL-04-0-3*** *(975)* **P240 / SE-13-MOUL-SOL-05-0-3*** *(974)* **P241 / SE-13-MOUL-SOL-06-0-3** *(976)*
	Sol de pâturage		
	P238 / SE-13-MOUL-SOL-03-0-10 *(2037)*		

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW199 et 13AW201, dans cet ordre)*

---

[309] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[310] Les prélèvements P238 et P507 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 300 m et 160 m (au sud-sud-est) de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 98* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Haut.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	**0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}**	**QD > 5 ERI > 1.10^{-4}**	**QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}**
N°48 Foyer municipal à Moulin-d'en-Bas	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 6 mois à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,36 et ERI_{total} =4,6E-07
N°49 Résidence temporaire à Moulin-d'en-Bas (P. 1334-2724)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – Période adolescent-adulte (âgé de 11 à 70 ans, **184 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		QD_{total} = 0,8 et ERI_{total} = 2,2E-05
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cu, Zn)	QD (As, Cd) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 14 et donc déjà > 1
N°50 Résidence permanente à Moulin-d'en-Bas (P. 974, 975 et 976)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en visite chez ses grands-parents (âgé de 5 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 1,1 et ERI_{total} = 3,4E-07 [311]
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cd, Cu, Ti, Zn)	QD (As) ERI (As, Pb)	QD (Pb)	Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 19 et donc déjà > 1

Tableau 98 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Bas (n°48 à n°50) (d'après HULOT, 2015)

[311] Si prise en compte de la bioaccessibilité de l'arsenic d'un autre point de la zone : QD_{total} = 1,0E+00 et ERI_{total} = 1,7E-07.

8.5.10 Hameau de la Parade et hameau de Pont de l'Isard

8.5.10.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 99* et la *Figure 145* présentent les 4 scénarios retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau du Pont de l'Isard.

ZONE	N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
Hameau de la Parade	51	Résidence temporaire à la Parade (P. 448)	448
Hameau du Pont	52	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2176)	2176, 2178
	53	Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2182)	2180, 2181, 2182
	54	Résidence temporaire aux Bordes-de-Maupas (P. 2084)	2084

Tableau 99 : Scénarios d'exposition retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard (n°51 à n°54) et parcelles concernées, commune de Sentein

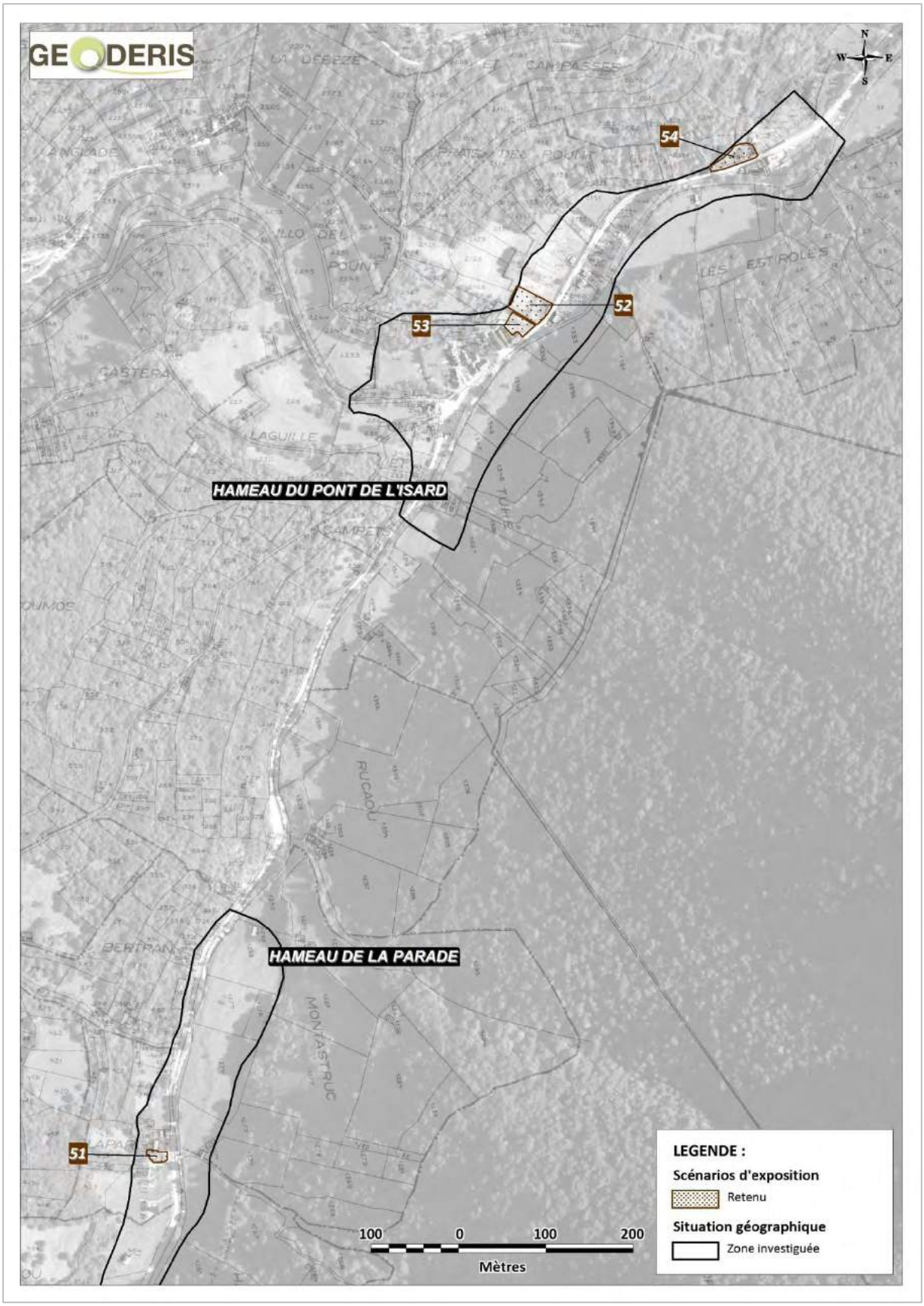


Figure 145 : Scénarios d'exposition retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard (n°51 à n°54), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.10.2 Fiches scénarios détaillées

Ces 4 scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : HAMEAU DE LA PARADE

SCENARIO N°51 : RESIDENCE TEMPORAIRE A LA PARADE (P. 448)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°448							
Substances retenues sur le site[312]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de la Parade, en rive gauche du Lez. Au sein d'une résidence temporaire[313]. Parterre ornemental avec pelouse et quelques arbustes en bordure. Zone d'intérêt : petite pelouse entretenue (surface de 100 m² environ), avec herbe rase récemment tondue, à proximité d'un fil à linge. Développement herbacé homogène.

▪ Propriétaires absents le jour de la visite. **En l'absence d'informations sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, seul le scénario « générique » est étudié.**

Photographies







SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	⊘
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[314]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

[312] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

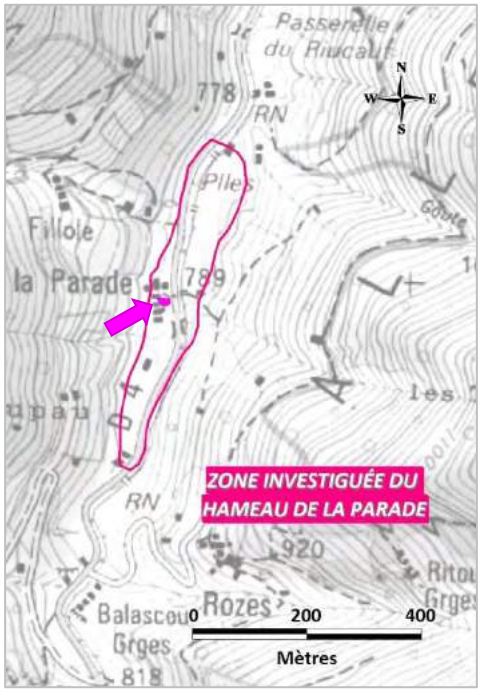
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

[313] Selon l'Adjoint au Maire, aucune résidence permanente ne se trouve au hameau de la Parade.

[314] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

SCENARIO N°51 : RESIDENCE TEMPORAIRE A LA PARADE (P. 448)

CARTES DE SITUATION[315]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Dévonien inférieur azoïque	Lithologie	Dévonien inférieur azoïque
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P510 / SE-14-PLA1-SOL-114-0-3 *(chemin PR)*		**P500 / SE-14-PLA1-SOL-104-0-3** *(448)*

[315] Le prélèvement P510 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 1000 m (au nord-nord-est) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : HAMEAU DE PONT DE L'ISARD

SCENARIO N°52 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A PONT DE L'ISARD (P. 2176)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2176 et N°2178							
Substances retenues sur le site[316]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau de Pont de l'Isard, en rive gauche du Lez. Résidence permanente d'un ancien manœuvre de la mine à la retraite (81 ans), rencontré le jour de la visite. Le propriétaire a 3 petits-enfants, âgés, de 25 à 30 ans (eux-mêmes sans enfant) dont les visites restent occasionnelles.

▪ Zone d'intérêt : grand jardin potager située à proximité de l'habitation.

▪ Jardin de 20 m × 30 m environ, non arrosé car les précipitations suffisent (+ eau de pluie récupérée pour les semis et le repiquage des salades et radis) et sans amendement (fumier de vaches et de chèvres local). Espèces cultivées : Chou vert, chou-fleur, laitues vertes, radis, haricots verts, haricots raves, cerfeuil, échalotes, rhubarbe, courgettes, potimarron, fraises, carottes, pommes de terre.

▪ À noter l'aménagement (en cours) d'une vaste parcelle au-dessus de ce jardin pour l'installation d'un nouveau jardin potager, dédié à la culture de pommes de terre.

Photographies







[316] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

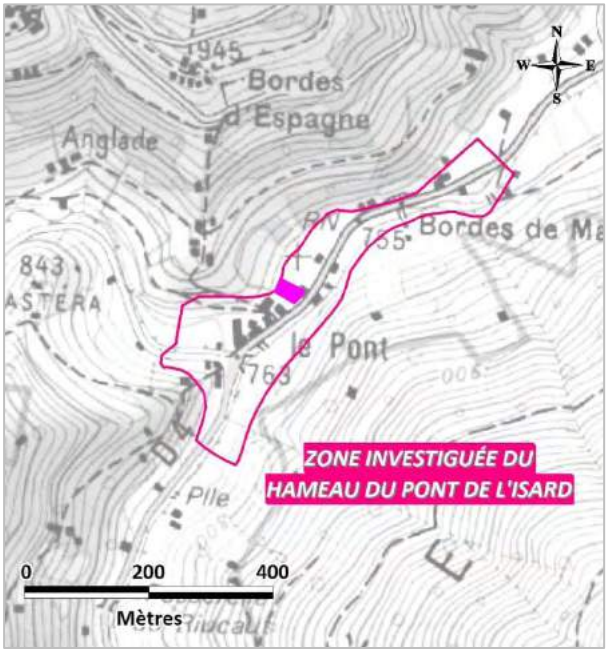
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°52 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A PONT DE L'ISARD (P. 2176)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 14/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[317]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 1[318]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ Aucun jardin témoin identifié sur cette lithologie et /ou dans un périmètre géographique proche.	Lithologie	Dévonien inférieur azoïque
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
			P499/ SE-14-PLA1-SOL-103-0-30 *(2176-2178)*
			Plantes potagères *(2176-2178)*
			P511 / SE-14-PLA1-VEG-103-RAD *(radis rouges)* **P512 / SE-14-PLA1-VEG-103-SAL** *(laitue verte)*

[317] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« jardin potager dans résidence permanente »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[318] CAS 1 : taille de jardin importante, suffisamment pour subvenir à la consommation annuelle de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® = 100%.

ZONE INVESTIGUEE : HAMEAU DE PONT DE L'ISARD

SCENARIO N°53 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A PONT DE L'ISARD (P. 2182)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2180, N°2181 et N°2182							
Substances retenues sur le site[319]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

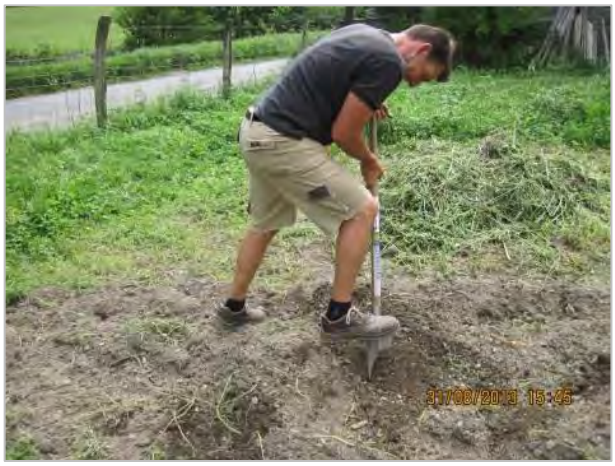
▪ Hameau du Pont de l'Isard, rive gauche du Lez. Jardin potager isolé appartenant à une personne à la retraite, rencontrée le jour de la visite, dont la résidence permanente se trouve également au hameau de Pont de l'Isard. Le jardin est organisé en deux parties : la partie sud-ouest est entretenue par la propriétaire et la partie nord-est, par un tiers.

▪ Zone d'intérêt : partie sud-ouest du jardin potager, de 2 m x 26 m environ. Espèces cultivées le jour de la visite : pommes de terre uniquement. Pratiques culturales non connues, propriétaire absent le jour de la visite.

▪ Concernant la partie sud-est : en l'absence du jardinier, aucun prélèvement n'a été effectué.

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	⦸	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[320]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[321]

[319] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

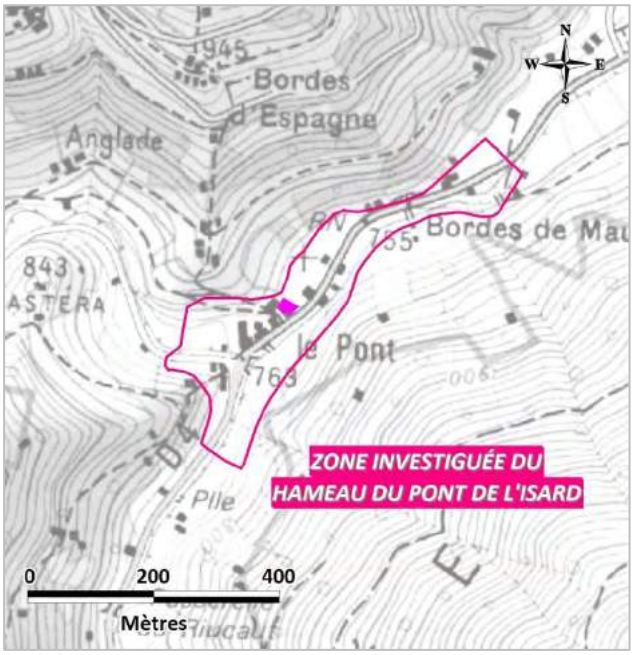
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

[320] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[321] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS).

SCENARIO N°53 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A PONT DE L'ISARD (P. 2182)

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ Aucun jardin témoin identifié sur cette lithologie et /ou dans un périmètre géographique proche.	Lithologie	Dévonien inférieur azoïque
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
			P298/ SE-13-POIS-SOL-02-0-30 *(2182)*
			Plantes potagères *(2182)*
			P303/ SE-13-POIS-VEG-02-PDT *(pommes de terre)*

ZONE INVESTIGUEE : HAMEAU DE PONT DE L'ISARD

SCENARIO N°54 : RESIDENCE TEMPORAIRE AUX BORDES-DE-MAUPAS (P. 2084)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2084							
Substances retenues sur le site[322]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Hameau des Bordes-de-Maupas, au droit d'un chalet en résidence temporaire. Les propriétaires, absents le jour de la visite, résident dans le chalet environ 20 jours / an, principalement durant les vacances d'été et durant quelques week-ends. **Dans le cadre d'une approche conservatoire et en l'absence d'information sur la présence éventuelle d'enfants en bas-âge, une période d'exposition de 6 mois à 6 ans est retenue.**

▪ Zone d'intérêt : pelouse en bordure de la terrasse, devant l'habitation. Petite plateforme herbacée à l'ombre de pommiers.

▪ **Le scénario générique n'est pas étudié étant donné que cette résidence temporaire ne peut, en l'état actuel, être revendue comme résidence permanente.**

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

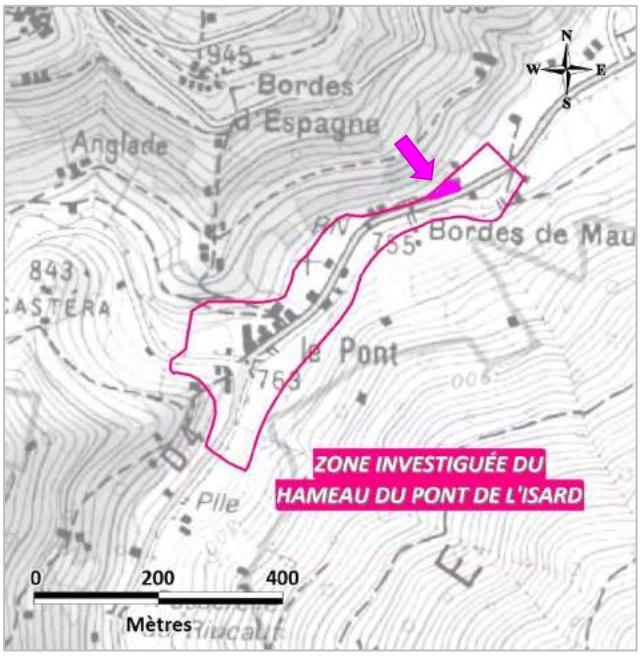
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence temporaire de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	20 jours / an

[322] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°54 : RESIDENCE TEMPORAIRE AUX BORDES-DE-MAUPAS (P. 2084)

CARTES DE SITUATION[323]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Dévonien inférieur azoïque	Lithologie	Dévonien inférieur azoïque
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P510 / SE-14-PLA1-SOL-114-0-3 *(chemin PR)*		**P498 / SE-14-PLA1-SOL-102-0-3** *(2084)*

[323] Le prélèvement P510 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 360 m (au sud-ouest) de la zone d'intérêt.

8.5.10.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 100* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	**0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}**	**QD > 5 ERI > 1.10^{-4}**	**QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}**
N°51 Résidence temporaire à la Parade (P. 448)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,8 et donc déjà > 1
N°52 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2176)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Sb, As, Pb, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 2,9E-05 et donc déjà > 1E-05
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (As, Pb) ERI (Pb)	ERI (As)		
N°53 Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2182)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 2,1E-05 et donc déjà > 1E-05
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*			
N°54 Résidence temporaire aux Bordes-de-Maupas (P. 2084)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire (âgé de 6 mois à 6 ans, **20 jours par an**)	QD (Sb, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,2 et ERI_{total} = 7,3E-08

Tableau 100 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard (n°51 à n°54) (d'après HULOT, 2015)

8.5.11 Rouge

8.5.11.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 101* et la *Figure 146* présentent les trois scénarios retenus sur la zone investiguée de Rouge.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
55	Pique-nique sur la plateforme de Rouge	2453, 2454 (TD)
56	Pique-nique et bivouac à la Station de Rouge	2453, 2455 (TD)
57	Cueillette de myrtilles à Rouge	2453 (TD)

Légende : TD : Territoire domanial

Tableau 101 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Rouge (n°55 à n°57) et parcelles concernées, commune de Sentein

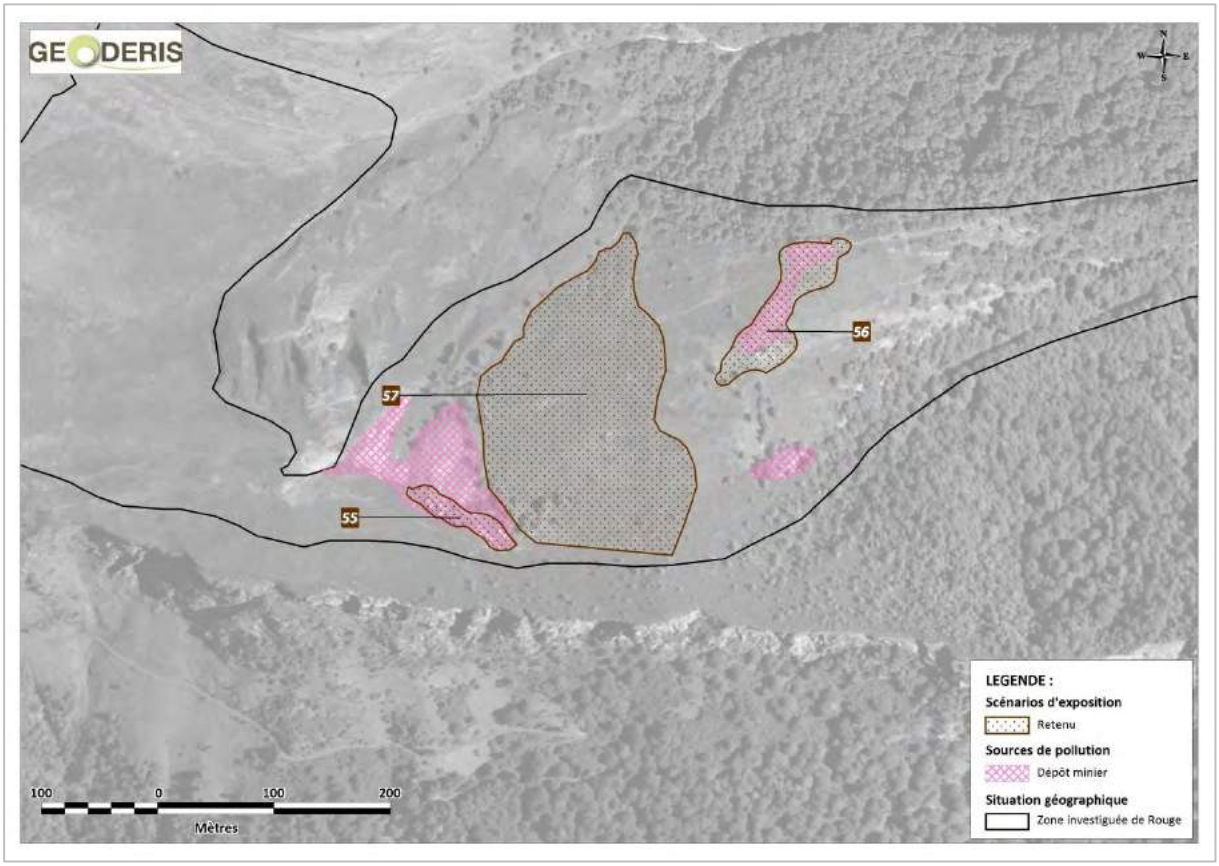


Figure 146 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Rouge (n°55 à n°57), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.11.2 Fiches scénarios détaillées

Ces trois scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : ROUGE

SCENARIO N°55 : PIQUE-NIQUE SUR LA PLATEFORME DE ROUGE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2453 et N°2454 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[324]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Sur plateforme logistique minière de Rouge, en sortie du travers-banc de Rouge. Très nombreux vestiges miniers. Entre la partie ouest du préfabriqué ruiné et la zone de décharge des plaques de béton et autre matériel de construction. Le long du chemin de mine, en bordure des anciens rails de la petite voie ferrée.

▪ Plateforme sur le tracé du GR10, permettant aux randonneurs de faire une halte à mi-parcours avant de rejoindre Bentaillou. Des randonneurs y ont été vus lors de phases de repos voire pour des pique-niques en juillet 2013 et en août 2013. En termes de fréquentation, quelques dizaines de personnes par mois transitent par ce site ; principalement en période estivale, de juillet à début septembre.

▪ Zone d'intérêt : zones non encombrées de vestiges et aplanies (sur lesquelles les matériaux disponibles ont été aménagés pour en faire « des sièges » par exemple) (*cf. flèche sur la vue générale, ci-dessous, en haut à gauche*). Peu de sols développés sur ce site, prélèvements orientés vers les zones non végétalisées. Sol marron à gris-bleuté avec passée rouges oxydées et passées noires et de nombreux cailloux mm à cm + matériaux allochtones associés au démantèlement et à l'effondrement des bâtis de la mine.

▪ À la demande de la Sous-Préfecture de Saint-Girons, une étude a été réalisée par GEODERIS en mars 2014 sur l'existence de cuves et de transformateurs non démantelés ainsi que de vestiges miniers dégradés sur le sites de Bentaillou, Rouge et La Plagne *(cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE-14MPY2410)*. Cette étude détaille la situation de ces vestiges sur la plateforme de Rouge et décrit la composition en substances hydrocarbonées de prélèvements d'eaux issus de l'émergence minière.

Photographies











[324] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

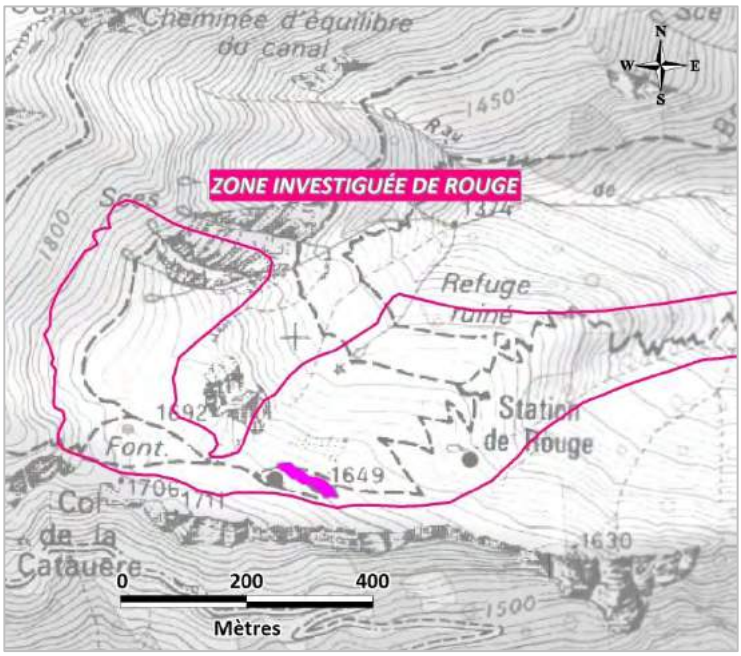
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

SCENARIO N°55 : PIQUE-NIQUE SUR LA PLATEFORME DE ROUGE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Observations de terrain en juillet 2013 et en août 2013. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[325]

CARTES DE SITUATION[326]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (Au droit de la plateforme minière de Rouge, de ses dépôts de stériles et de ses vestiges) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2453)* **P320 / SE-13-RGES-SOL-03-0-3** **P321 / SE-13-RGES-SOL-04-0-3** **P536 / SE-14-RGEE-SOL-103-0-3***

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW384)*

[325] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS **« aire de pique-nique ou de repos non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[326] Les prélèvements P319 et P535 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 130 m et 220 m (à l'ouest-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : ROUGE

SCENARIO N°56 : PIQUE-NIQUE ET BIVOUAC A LA STATION DE ROUGE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2453 et N°2455 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[327]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit et dans l'environnement de la Station téléphérique de Rouge (*cf. flèches sur les vues générales ci-dessous, en haut*). Très nombreux vestiges, la station n'ayant fait l'objet d'aucun démantèlement.

▪ Station sur le tracé du GR10, plusieurs plateformes permettant aux randonneurs de faire une halte à mi-parcours avant de rejoindre Bentaillou. Des randonneurs y ont été vus lors de phases de repos en juillet 2013 et en août 2013. En termes de fréquentation, quelques dizaines de personnes par mois transitent par ce site ; principalement en période estivale, de juillet à début septembre. Zone d'intérêt : zones non encombrées de vestiges et aplanies.

▪ Le bâti situé au nord de la Station (vraisemblablement ancien poste de surveillance) actuellement en ruines, pourrait faire l'objet d'un réaménagement pour être transformé en refuge de montagne. Cette question est à l'étude entre la mairie de Sentein et l'Office de tourisme du Biros.

▪ À la demande de la Sous-Préfecture de Saint-Girons, une étude a été réalisée par GEODERIS en mars 2014 sur l'existence de cuves et de transformateurs non démantelés ainsi que de vestiges miniers dégradés sur le sites de Bentaillou, Rouge et La Plagne *(cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE-14MPY2410)*. Cette étude détaille la situation de ces vestiges à la Station de Rouge.

Photographies











[327] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

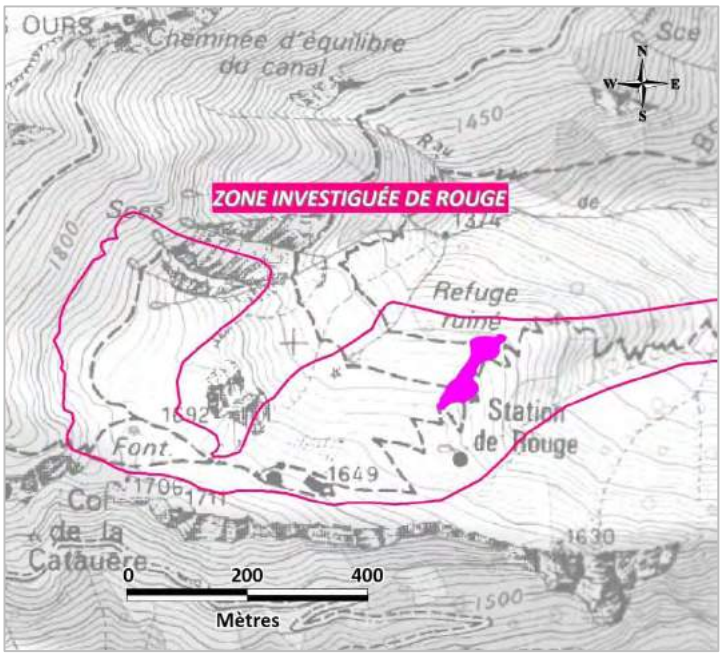
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

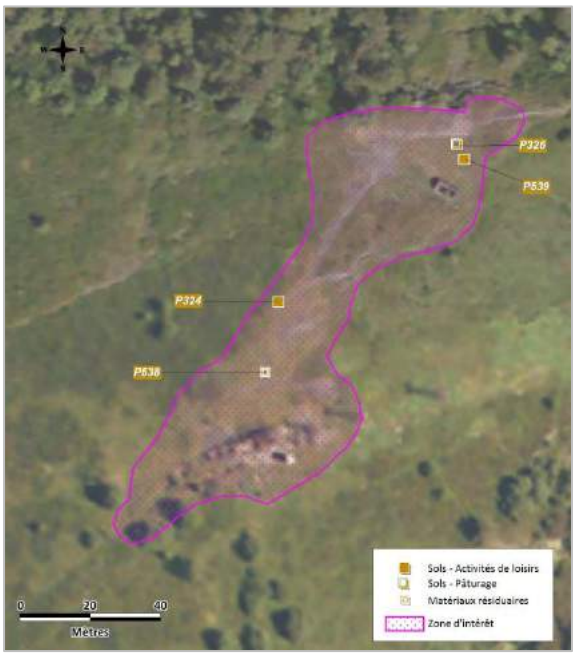
SCENARIO N°56 : PIQUE-NIQUE ET BIVOUAC A LA STATION DE ROUGE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Observations de terrain en juillet 2013 et en août 2013. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[328]

CARTES DE SITUATION[329]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⊘ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (en aval de la station téléphérique de Rouge, présence de matériaux résiduaires fins en bordure de l'édifice ruiné) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs
			P324 / SE-13-RGES-SOL-07-0-3 *(2453)*
			Sol de pâturage *(2453)*
			P326 / SE-13-RGES-SOL-09-0-10 **P539 / SE-14-RGEE-SOL-106-0-10**
			Matériaux résiduaires
			P538 / SE-14-RGEE-SOL-105* *(2453)*[330]

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW404)*

[328] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« bivouac »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[329] Les prélèvements P319 et P535 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à plus de 450 m à l'ouest de la zone d'intérêt.

[330] Prélèvement de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

ZONE INVESTIGUEE : ROUGE

SCENARIO N°57 : CUEILLETTE DE MYRTILLES A ROUGE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2453 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[331]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Dans l'environnement de la plateforme de Rouge et de la Station téléphérique de Rouge. Zone de cueillette de myrtilles connue et régulièrement fréquentée. Une dizaine de personnes viennent chaque année pour la cueillette dont la période s'étend généralement du 15 août au 15 septembre (parfois la période débute dès début août). En général, les cueilleurs sont des adultes mais ils peuvent occasionnellement être accompagnés d'enfants de moins de 6 ans.

▪ Zone d'intérêt : aires de développement des myrtilliers.

▪ Les myrtilles sont soit autoconsommées, soit vendues sur le marché local en tant que produit brut, voire en produits transformés (confitures, gelées, etc.).

Photographies








[331] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

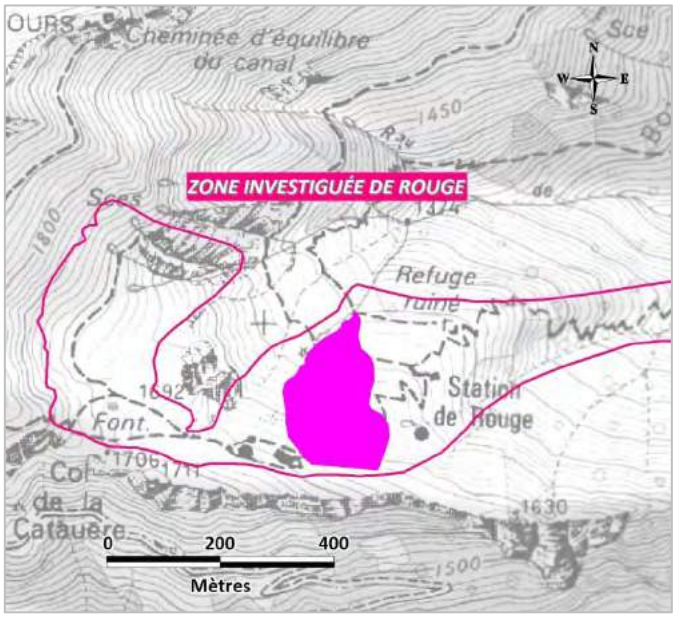
	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
-	*Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)*

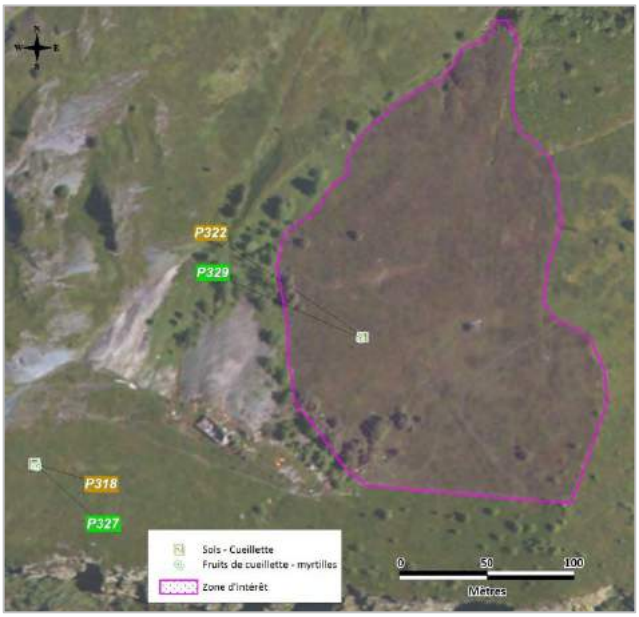
SCENARIO N°57 : CUEILLETTE DE MYRTILLES A ROUGE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Observations de terrain en août 2013. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénario d'exposition retenu (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant (tout profil) de 5 ans à 6 ans - Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la cueillette*)	15 jours / an[332]
	▪ Enfant et adulte – Ingestion de myrtilles	*cf. INERIS*

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Silurien	Lithologie	Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de cueillette	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de cueillette
	P318 / SE-13-RGES-SOL-01-0-10 *(2453)*		**P322 / SE-13-RGES-SOL-05-0-10** *(2453)*
	Fruits de cueillette - myrtilles *(2453)*		Fruits de cueillette - myrtilles *(2453)*
	P327 / SE-13-RGES-VEG-01-MYRT		**P329 / SE-13-RGES-VEG-05-MYRT**

[332] Tenant compte d'une fréquentation du 15 août au 15 septembre, 1 jour sur 2 ; soit nombre de jour = ½ x 30 = 15.

8.5.11.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 102* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Rouge.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°55 Pique-nique sur la plateforme de Rouge	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (As, Pb)			
N°56 Pique-nique et bivouac à la Station de Rouge	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,85 et ERI_{total} = 3,5E-07
N°57 Cueillette de myrtilles à Rouge	Ingestion de sol lors d'activités de jeux ou de cueillette - enfant « tout profil » accompagnant les cueilleurs (âgé de 2 à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cu) ERI (As)			
	Ingestion de baies sauvages	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ; ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*			

Tableau 102 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Rouge (n°55 à n°57) (d'après HULOT, 2015)

8.5.12 Sentein

8.5.12.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 103* et la *Figure 147* présentent les 12 scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
58	Activité de jardinage et autoconsommation des productions en rive gauche du Lez (P. 1460-1466)	1460, 1461, 1462, 1465, 1466, 1467
59	Activités de jardinage en rive gauche du Lez (P. 1444)	1442, 1443, 1444
60	Résidence permanente en rive gauche du Lez (P. 1438)	1438
61	Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive droite du Lez (P. 133)	133
62	Activités de loisirs sur pelouse en rive droite du Lez (P. 133)	133
63	Activités de jardinage au centre-village (P. 641)	641
64	Activités de jardinage et autoconsommation des productions au centre-village (P. 1037-1038)	1037, 1038, 1039
65	Gîte de France au centre village (P. 1044)	1044 (+ 1045, 3155)
66	Ecole maternelle et primaire de Sentein	647
67	Centre de loisirs "Le CLAE"	2560 (+ 688)
68	Pique-nique devant l'Office du Tourisme	2560 (+ 688)
69	Camping municipal à Sentein	569 (+ 570)

Tableau 103 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Sentein (n°58 à n°69) et parcelles concernées, commune de Sentein

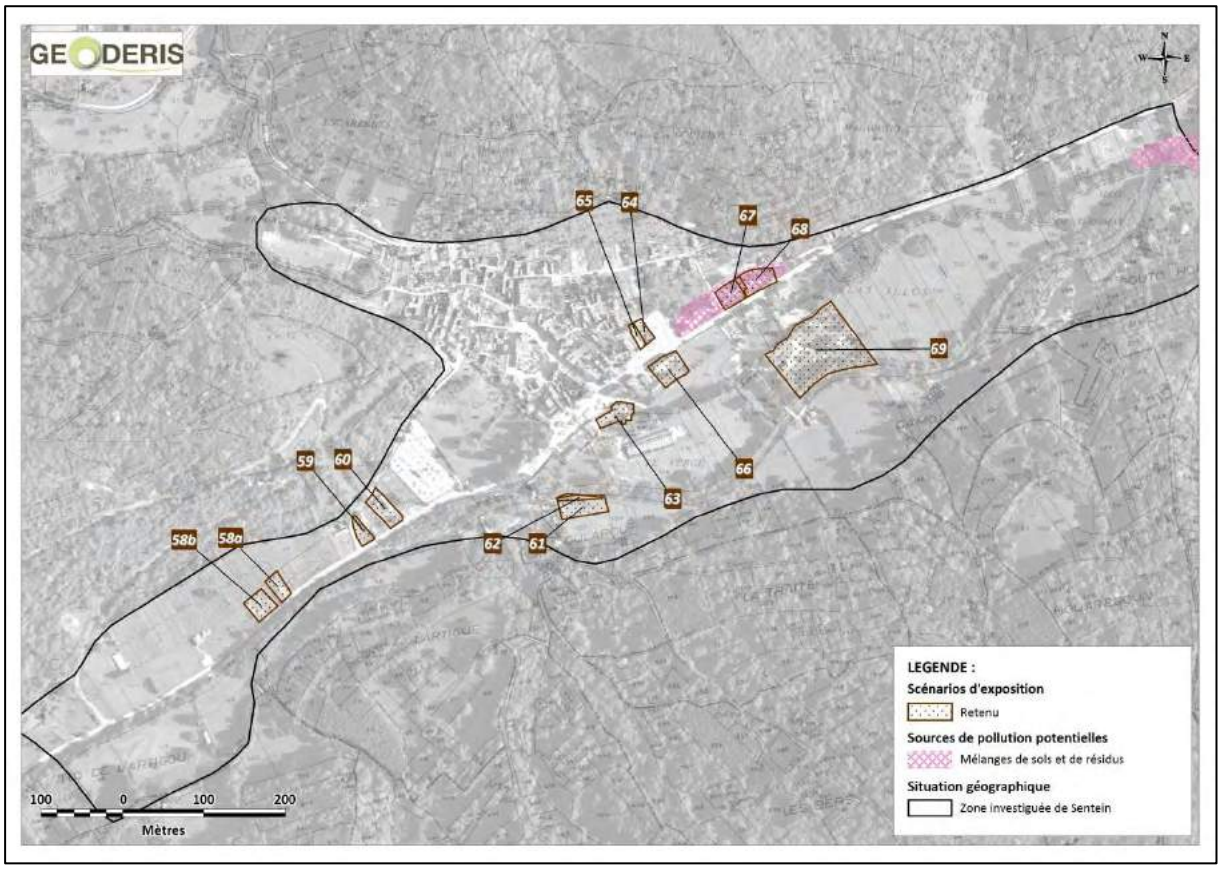


Figure 147 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de Sentein (n°58 à n°69), sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

8.5.12.2 Entrée ouest du village

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN								
SCENARIO N°58 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1460-1466)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1460, N°1461, N°1462, N°1465, N°1466 et N°1467							
Substances retenues sur le site[333]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Village de Sentein, en bordure de route et à quelques mètres du Lez (rive gauche). Jardins potagers entretenus par un retraité (80 ans), rencontré le jour de la visite, qui dispose d'une résidence secondaire à Sentein. Lui et sa femme viennent 4 à 5 mois dans l'année depuis 20 ans, recevant occasionnellement la visite de leurs enfants et petits-enfants. Zones d'intérêts : deux jardins potagers (n°113 et n°114), séparées par une bande herbeuse.

▪ **Jardin n°113** (au nord-est : *parcelles 1460, 1461 et 146 / cf. photos ci-dessous, en haut)* : jardin de 15 m × 35 m environ. Non arrosé car les précipitations suffisent et sans amendement (fumier de vaches et de chèvres local). Espèces cultivées le jour de la visite : salades, betteraves rouges, oignons, poireaux, choux, blettes, courgettes, aubergines, poivrons, haricots tarbais, céleri-rave, échalotes, navets, carottes.

▪ **Jardin n°114** (au sud-ouest : *parcelles 1465, 1466 et 1467 / cf. photos ci-dessous, en bas)* : jardin de 30 m × 30 m environ. Non arrosé car les précipitations suffisent avec engrais NPK 3*17. Espèces cultivées : uniquement des pommes de terre (assurant ainsi la consommation annuelle du couple retraité).

Photographies








[333] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

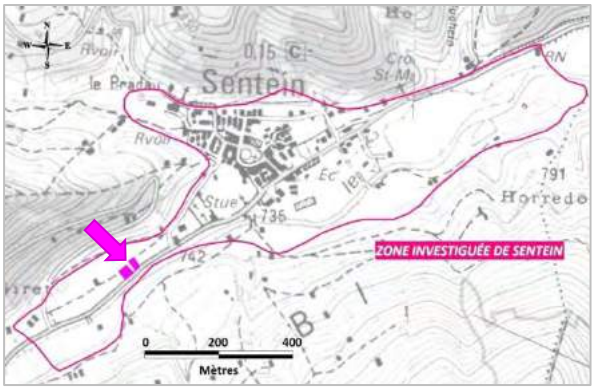
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

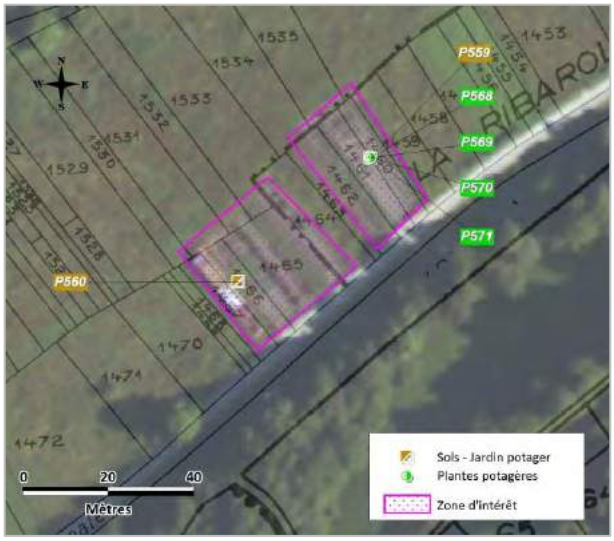
SCENARIO N°58 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1460-1466)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 24/06/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	150 jours / an[334]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[335]

CARTES DE SITUATION[336]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[337]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P559 / SE-14-SENT-SOL-113-0-30** *(1460)* **P560 / SE-14-SENT-SOL-114-0-30** *(1466)*
	Plantes potagères[338] *(945)*		Plantes potagères *(1460)*
	P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F *(feuilles de blettes)* **P356 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-T** *(tiges de blettes)*		**P568 / SE-14-SENT-VEG-113-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P569 / SE-14-SENT-VEG-113-BLE-T** *(tiges de blettes)* **P570 / SE-14-SENT-VEG-113-CHX** *(choux vert)* **P571 / SE-14-SENT-VEG-113-SAL** *(laitue verte)*

[334] Tenant compte d'une fréquentation annuelle maximale de 5 mois dans la résidence temporaire avec une visite journalière du jardin potager (dans une approche conservatoire), soit nombre de jours = 5 x 30 = 150.

[335] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[336] Les prélèvements P344 puis P354 à P359 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 520 m (au nord-ouest) de la zone d'intérêt.

[337] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) est pris en compte.*

[338] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (blettes vs blettes, choux vert vs blettes, laitue verte vs blettes). Le jardin témoin n°58 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : pommes de terre, betteraves, courgettes et oignons (*cf. Scénario 61*).

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°59 : ACTIVITES DE JARDINAGE EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1444)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1442, N°1443, et N°1444							
Substances retenues sur le site[339]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Village de Sentein. Jardin potager éloigné de quelques dizaines de mètres de la résidence permanente à laquelle il est associé en bordure de route, proche du Lez (rive gauche). Habitation sur la parcelle n°1438 ; *cf. Scénario 60*. Propriétaires absents le jour de la visite mais autorisation d'accéder par un proche de la famille. À proximité d'un hangar agricole et d'un enclos à chiens de chasse. Zone d'intérêt : jardin potager.

▪ Jardin potager de forme trapézoïdale, dont les dimensions sont : 6 m / 25 m / 15 m / 30 m. Espèces identifiées le jour de la visite : carottes, betteraves rouges, radis, poireaux, échalotes, oignons, haricots tarbais, chou vert, chou rouge, courgettes, laitue verte et laitue brune, haricots verts, tomates, pommes de terre, framboises, cassis. Pratiques culturales non connues. **Aucun prélèvement de plante potagère n'a pu être réalisé (espèces non encore parvenues à maturité), l'ingestion de végétaux autoproduits n'a donc pas été étudiée.**

Photographies








[339] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

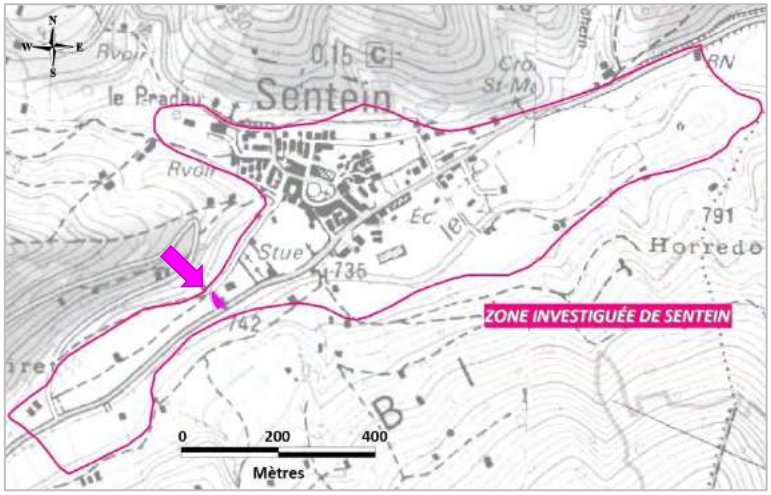
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°59 : ACTIVITES DE JARDINAGE EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1444)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Proche de la famille rencontré** le jour de la visite, le 25/06/2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	136 jours / an[340]

CARTES DE SITUATION[341]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[342]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P563 / SE-14-SENT-SOL-117-0-30** *(1444)*

[340] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[341] Le prélèvement P344 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 450 m (au nord-est) de la zone d'intérêt

[342] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) est pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°60 : RESIDENCE PERMANENTE EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1438)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1438							
Substances retenues sur le site[343]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Village de Sentein, au sein d'une résidence permanente (*associé au jardin potager étudié dans le scénario 59*). Propriétaires absents le jour de la visite mais autorisation d'accéder par un proche de la famille. Les propriétaires ont des enfants dont l'âge n'est pas connu. **En l'absence d'information sur la présence éventuelle d'enfants en bas âge, seul le scénario « générique » est étudié.**

▪ Zone d'intérêt : pelouse ombragée avec banc, devant l'habitation (*cf. flèche sur photo ci-dessous, à droite*). Prélèvements spécifiquement orientés vers les zones de sol à nu.

Photographies







[343] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

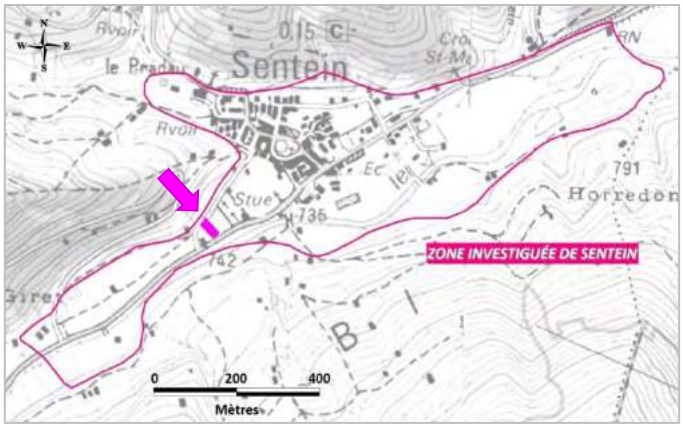
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°60 : RESIDENCE PERMANENTE EN RIVE GAUCHE DU LEZ (P. 1438)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Proche de la famille rencontré** le jour de la visite, le 25/06/2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE » [344]
Nombre de jours d'exposition retenus	234 jours / an

CARTES DE SITUATION[345]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3 *(1242)*		**P562 / SE-14-SENT-SOL-116-0-3*** *(1438)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW389)*

---

[344] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

[345] Le prélèvement P549 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 340 m (au nord-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°61 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS EN RIVE DROITE DU LEZ (P. 133)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°133							
Substances retenues sur le site[346]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Village de Sentein, en rive droite du Lez. Jardin potager isolé, associé à une résidence permanente au centre du village de Sentein, où vivent deux personnes à la retraite. Les propriétaires, rencontrés le jour de la visite entretiennent ce jardin depuis 35 ans dont la production subvient à leur consommation annuelle de légumes. Zone d'intérêt : jardin potager (*cf. flèche sur photo ci-dessous, en haut à gauche*).

▪ Jardin de 20 m x 30 m environ, non arrosé car les précipitations suffisent. Espèces cultivées le jour de la visite : choux, poireaux, oignons, courgettes, salades, cornichons, haricots, endives, navets, tomates, radis, betteraves, poivrons, asperges, fraises. En termes d'amendement : uniquement du fumier local et uniquement sur les pommes de terre (sachant que les rangs de pommes de terre ne sont pas plantés au même endroit tous les ans).

Photographies







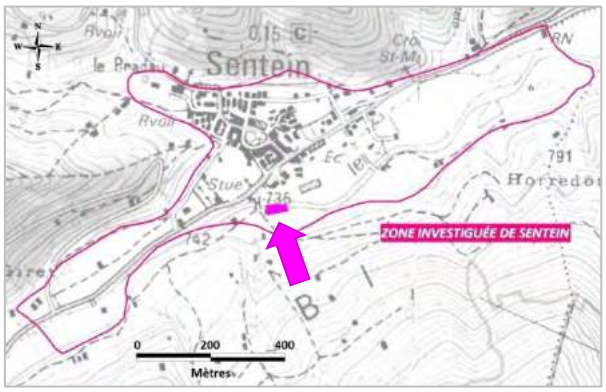


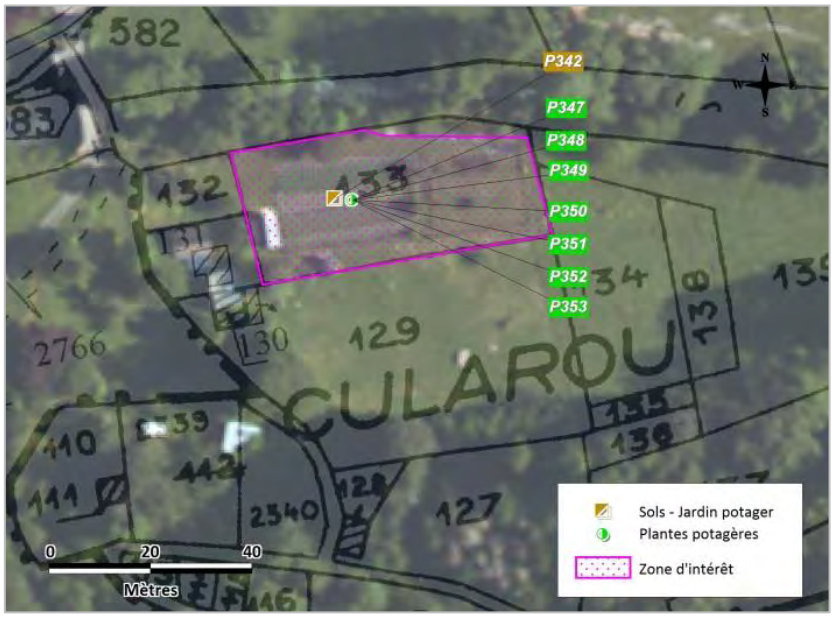


[346] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°61 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS EN RIVE DROITE DU LEZ (P. 133)		
SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)		
Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 31/08/2013.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	136 jours / an[347]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 1[348]
CARTES DE SITUATION[349]		





[347] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« jardin potager dans résidence permanente »*** *(c. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[348] CAS 1 : taille de jardin importante, suffisamment pour subvenir à la consommation annuelle de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® = 100%.

[349] Les prélèvements P344 puis P354 à P359 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 300 m au nord de la zone d'intérêt.

SCENARIO N°61 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS EN RIVE DROITE DU LEZ (P. 133)

PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		**Caractérisation des milieux**	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Dévonien Inférieur azoïque[350]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager **P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30** *(945)* Plantes potagères[351] *(945)* **P354 / SE-13-SENT-VEG-58-BET** *(betteraves)* **P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F** *(feuilles de blettes)* **P357 / SE-13-SENT-VEG-58-COUR** *(courgettes)* **P358 / SE-13-SENT-VEG-58-OIG** *(oignons)* **P359 / SE-13-SENT-VEG-58-PDT** *(pommes de terre)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager **P342 / SE-13-SENT-SOL-56-0-30** *(133)* Plantes potagères *(133)* **P347 / SE-13-SENT-VEG-56-BET *** *(betteraves)* **P348 / SE-13-SENT-VEG-56-CAR *** *(carottes)* **P349 / SE-13-SENT-VEG-56-COUR*** *(courgettes)* **P350 / SE-13-SENT-VEG-56-NAV** *(navets)* **P351 / SE-13-SENT-VEG-56-OIG*** *(oignons)* **P352 / SE-13-SENT-VEG-56-PDT-C*** *(pommes de terre Charlotte)* **P353 / SE-13-SENT-VEG-56-SAL*** *(salade)*

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (13AW148, 13AW146, 13AW145, 13AW150, 13AW144 et 13AW147, dans cet ordre).*

[350] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) est pris en compte.*

[351] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (betteraves vs betteraves, carottes vs betteraves, courgettes vs courgettes, navets vs betteraves, oignons vs oignons, pommes de terre vs pommes de terre, salade vs feuilles de blettes). Le jardin témoin n°58 a cependant fait l'objet d'un autre prélèvement : des tiges de blettes (P356 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-T).

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°62 : ACTIVITES DE LOISIRS SUR PELOUSE EN RIVE DROITE DU LEZ (P. 133)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°133							
Substances retenues sur le site[352]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Village de Sentein, en bordure immédiate du Lez, entre le cours d'eau et le jardin potager *étudié dans le scénario 6*1 (également sur parcelle N°133). Les propriétaires du jardin et de cette pelouse accueillent leur petit-fils âgé de moins de 6 ans, 15 jours par an. Durant ce séjour vacancier, l'enfant accompagne son grand-père au jardin potager durant 2 jours, en jouant sur cette pelouse, à l'ombre. Zone d'intérêt : pelouse.

▪ **Le scénario générique n'est pas étudié étant donné que cette parcelle ne dispose pas de bâtiment pouvant être revendu comme résidence permanente**, il n'y a qu'un petit local d'appoint pour les activités de jardinage.

Photographies









[352] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

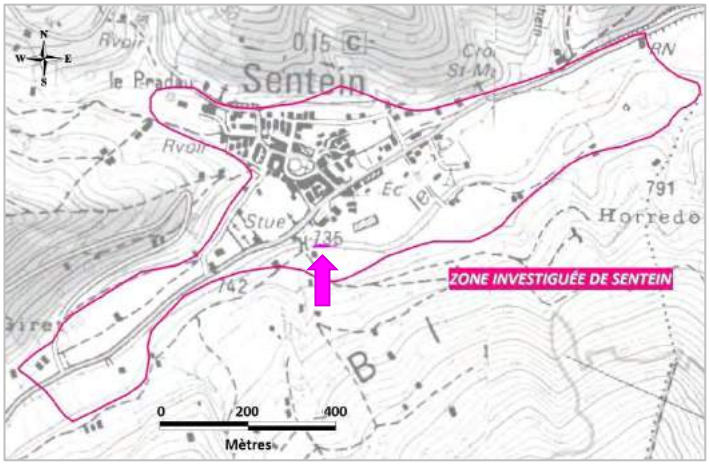
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°62 : ACTIVITES DE LOISIRS SUR PELOUSE EN RIVE DROITE DU LEZ (P. 133)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 31/08/2013.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant en vacances chez ses grands-parents, de 5 ans à 6 ans - Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an

CARTES DE SITUATION[353]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3 *(1242)*		**P343 / SE-13-SENT-SOL-57-0-10** *(133)*

[353] Le prélèvement P549 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 420 m (au nord-ouest) de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 104* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, à l'entrée ouest du village.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°58 Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive gauche du Lez (P. 1460-1466)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**150 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)			
	Ingestion de végétaux – adulte (**150 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			
N°59 Activités de jardinage en rive gauche du Lez (P. 1444)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,5E-05 et donc déjà > 1E-05[354]
N°60 Résidence permanente en rive gauche du Lez (P. 1438)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 3,1 et donc déjà > 1
N°61 Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive droite du Lez (P. 133)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (Pb)			
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (Cd, Pb) ERI (Pb)			
N°62 Activités de loisirs sur pelouse en rive droite du Lez (P. 133).	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant en visite chez ses grands-parents (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (As, Cd, Pb, Ti, Zn) ERI (As, Pb)			

Tableau 104 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, entrée ouest du village (n°58 à n°62) (d'après HULOT, 2015)

[354] La valeur de l'ERI (As) correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte, compte tenu des incertitudes analytiques.

8.5.12.3 Centre village

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN								
SCENARIO N°63 : ACTIVITES DE JARDINAGE AU CENTRE-VILLAGE (P. 641)								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°641							
Substances retenues sur le site[355]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du village de Sentein, à proximité de la place centrale. Jardin potager isolé, associé à une résidence permanente située également au centre du village de Sentein. Le propriétaire (à la retraite), rencontré lors de la visite, a autorisé GEODERIS à réaliser quelques prélèvements mais ne souhaitait pas être interrogé dans le cadre de l'étude. Zone d'intérêt : jardin potager.

▪ À l'aplomb de plates-formes industrielles que l'on suppose être associées, au moins pour partie, au transport ferroviaire du minerai puis reprises par la scierie ; en bordure et rive droite d'un canal dérivé du Lez. Il subsiste de ces activités de nombreux vestiges, notamment miniers (rails, tiges de foration, wagonnets, etc.) (*cf. photos ci-dessous, en bas*). À noter que les hangars abandonnés servent au stockage de bidons et de barils contenant des fuels et autres hydrocarbures.

▪ Jardin potager de 10 m × 20 m environ. Espèces identifiées le jour de la visite : pommes de terre, betteraves rouges, carottes, échalotes (nombreux semis en cours de croissance). Pratiques culturales non connues. **Aucun prélèvement de plante potagère n'a pu être réalisé (espèces non encore parvenues à maturité), l'ingestion de végétaux autoproduits n'a donc pas été étudiée.**

Photographies








[355] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

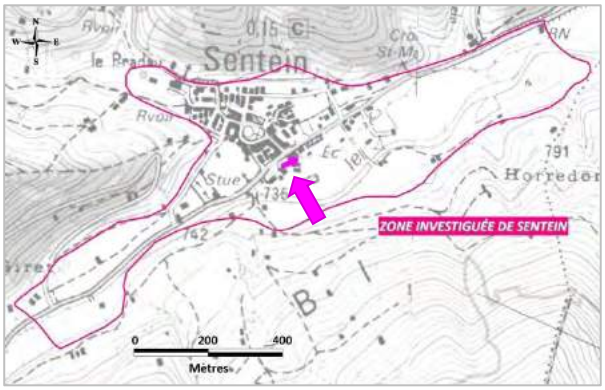
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

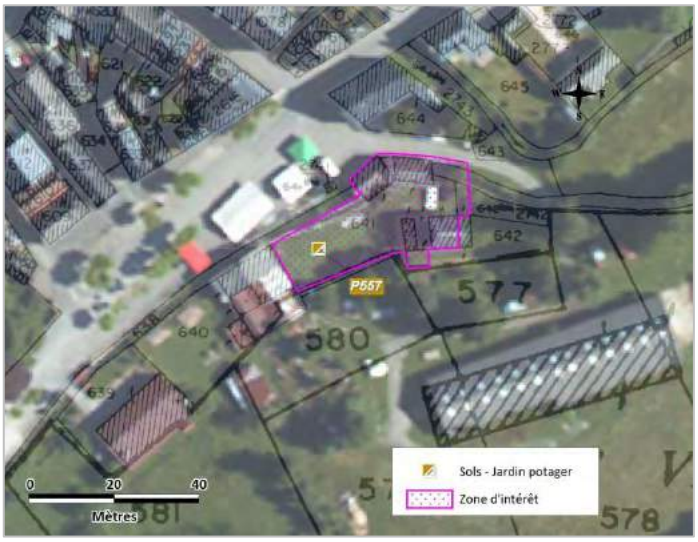
SCENARIO N°63 : ACTIVITES DE JARDINAGE AU CENTRE-VILLAGE (P. 641)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	136 jours / an[356]

CARTES DE SITUATION[357]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[358]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P557 / SE-14-SENT-SOL-111-0-30** *(641)*

[356] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« jardin potager dans résidence permanente »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[357] Le prélèvement P344 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 450 m (au nord-est) de la zone d'intérêt

[358] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) est pris en compte.*

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°64 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS AU CENTRE-VILLAGE (P. 1037-1038)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1037, N°1038 et N°1039							
Substances retenues sur le site[359]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du village de Sentein, face à l'école primaire. Propriétaire absent le jour de la visite mais contacté par téléphone par GEODERIS et qui a donné son accord pour la réalisation de quelques prélèvements. Jardin potager isolé de la résidence temporaire associée. Le propriétaire n'est présent à Sentein que quelques jours par mois. Zone d'intérêt : jardin potager.

▪ Jardin de 8 m × 32 m environ. Espèces identifiées le jour de la visite : pommes de terre, tomates, chou vert, chou rouge, salade, poireaux, haricots verts, courgettes, carottes, betteraves rouges, fraises, fenouil, menthe, rhubarbe, framboises, cassis, échalotes. Pratiques culturales non connues.

Photographies








[359] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

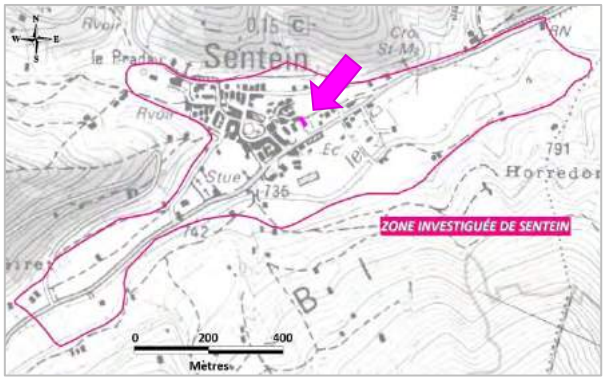
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°64 : ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS AU CENTRE-VILLAGE (P. 1037-1038)

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦**Echange téléphonique avec le propriétaire** le 24/06/2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Adulte jardinier - Ingestion de sols	48 jours / an[360]
	▪ Adulte - Ingestion de végétaux autoproduits	CAS 2[361]

CARTES DE SITUATION[362]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien	Lithologie	Alluvions du Quaternaire[363]
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol de jardin potager
	P344 / SE-13-SENT-SOL-58-0-30 *(945)*		**P555 / SE-14-SENT-SOL-109-0-30** *(1037-1038)*
	Plantes potagères[364] *(945)*		Plantes potagères *(1037-1038)*
	P355 / SE-13-SENT-VEG-58-BLE-F *(feuilles de blettes)* **P359 / SE-13-SENT-VEG-58-PDT** *(pommes de terre)*		**P564 / SE-14-SENT-VEG-109-CHX** *(choux vert)* **P565 / SE-14-SENT-VEG-109-FRA** *(framboises)* **P566 / SE-14-SENT-VEG-109-PDT** *(pommes de terre)* **P567 / SE-14-SENT-VEG-109-SAL** *(laitue verte)*

[360] Tenant compte d'une visite du propriétaire de deux week-ends par mois ; soit nombre de jours = 2 x 2 x 12 = 48.

[361] CAS 2 : taille de jardin restreinte, ne pouvant couvrir l'intégralité de la consommation de la famille. Taux d'autarcie CIBLEX ® adapté (cf. choix INERIS)

[362] Les prélèvements P344 puis P354 à P359 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés à 130 m au nord-ouest de la zone d'intérêt

[363] *Aucun jardin témoin n'a été identifié sur cette lithologie. Par défaut, le jardin n°58 installé sur une lithologie approchante (à l'interface entre Alluvions du Quaternaire et Silurien) est pris en compte.*

[364] Seules les espèces pouvant être comparées aux plantes potagères prélevées dans le jardin d'exposition sont ici affichées (choux vert et laitue verte vs feuilles de blettes, pommes de terre vs pommes de terre). Le jardin témoin n°58 a cependant fait l'objet d'autres prélèvements de plantes potagères : betteraves, courgettes, oignons et tiges de blettes (*cf. Scénario 61*).

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°65 : GITE DE FRANCE AU CENTRE VILLAGE (P. 1044)

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1044, N°1045 et N°3155							
Substances retenues sur le site[365]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au centre du village de Sentein, face à l'école primaire. Résidence temporaire qui est également Gîte de France. À noter cependant que, d'après le propriétaire, rencontré le jour de la visite, très rares sont les touristes qui louent ce gîte. Pas d'information précise sur la fréquentation du propriétaire et de sa famille.

▪ Zone d'intérêt : parterre ornemental avec pelouse (d'une surface de 80 m² environ) et jardinières de fleurs.

Photographies





SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☑ Oui ☐ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Propriétaire rencontré** le jour de la visite, le 24/06/2014.	
Scénario d'exposition retenu (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant touriste de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols	15 jours par an[366]
	▪ Enfant de 6 mois à 6 ans - Ingestion de sols SCENARIO « GENERIQUE »[367]	234 jours / an

[365] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

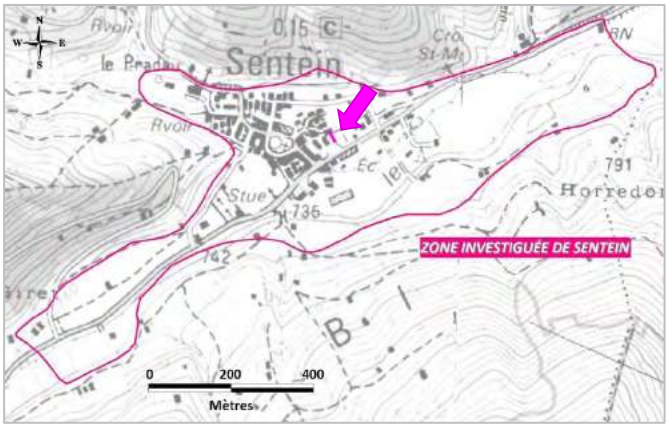
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

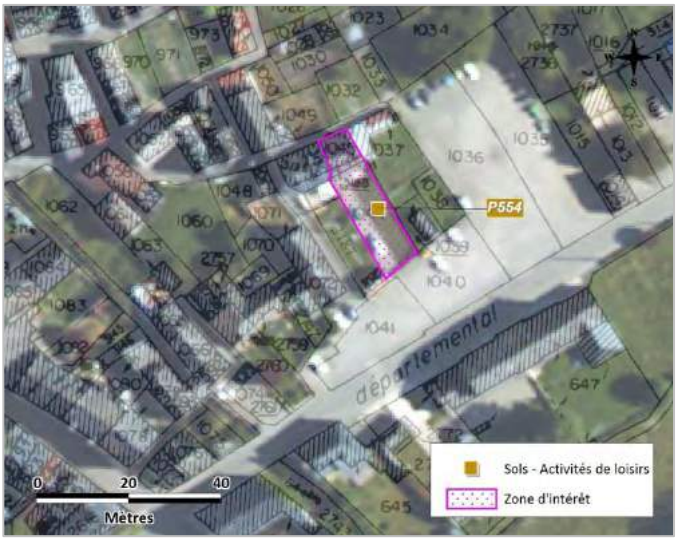
[366] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« camping ou caravaning ou gîte (location) »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[367] *En application de la note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080 : Dans le cas des résidences permanentes qui ne sont pas fréquentées au moment de l'étude par des enfants de moins de 6 ans ou dans le cas de résidences secondaires pouvant devenir résidence permanente. Scénario d'un enfant de 6 mois à 6 ans logeant de façon permanente dans le logement concerné, c'est-à-dire : toute l'année sauf les 15 jours de vacances, durée rapportée aux ⅔ de l'année pour prendre en compte les jours de mauvais temps ; soit nombre de jours = (365-15) x ⅔ = 234.*

SCENARIO N°65 : GITE DE FRANCE AU CENTRE VILLAGE (P. 1044)

CARTES DE SITUATION[368]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3 *(1242)*		**P554 / SE-14-SENT-SOL-108-0-3** *(1044)*

[368] Le prélèvement P549 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 390 m (à l'ouest-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°66 : ECOLE MATERNELLE ET PRIMAIRE DE SENTEIN

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°647							
Substances retenues sur le site[369]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Ecole maternelle et primaire de Sentein, au centre village. À LA DEMANDE DE LA DIRECTRICE ET EN ACCORD AVEC LA DREAL MPY, prélèvements réalisés en présence des enfants et enseignants dans la cadre d'un module de sensibilisation aux techniques de mesures environnementales (en présence également d'un Adjoint au Maire).

▪ 2 zones d'intérêt : cour enherbée réservée aux 6-12 ans, devant le préau (*cf. photo ci-dessous, en haut à gauche*) ; et cour enherbée réservée aux 2-6 ans (*cf. photo ci-dessous, en haut à droite*), entourée d'un muret. Sur la première cour : couvert herbacé discontinu, prélèvements orientés vers les zones non végétalisées (plusieurs zones à nu sur la parcelle). À noter la présence à 50 cm de profondeur de fragments allochtones, briques, tuiles, morceaux de verre, etc. supposant un remblai ancien.

▪ L'école de Sentein enseigne à 14 enfants en 2013-2014, issus de Sentein et de villages alentours, 5 d'entre eux ayant entre 2 et 6 ans. La réforme scolaire de 2013 amène à 36 semaines de 5 jours, soit 180 jours de présence en classe avec la suppression de la récréation de l'après-midi. De façon détaillée, les enfants jouent dans les cours de l'école selon les horaires suivants (bien que la répartition préau/cours ne soit pas connue), tous les jours de la semaine sauf le mercredi (où seule la matinée se déroule en classe, le reste du temps étant passé au centre de loisirs CLAE) : 9h-9h15 (pour les enfants n'allant pas au CLAE) ; 10h45-11h15 pour la récréation ; 30 min maximum entre 12h et 14h ; 30 min pour l'activité sportive quotidienne (lorsque le temps le permet). Pas d'aménagement connu ces 10 dernières années sur ces deux cours, ni de traitement de l'herbe.

▪ Une dizaine de sorties « Montagne » sont organisées par an, dont 2 à 3 pour sensibiliser les enfants à l'activité minière passée. Dans ce cadre, une visite du site de la Plagne, de la laverie d'Eylie ou des observations de loin des terrils d'Eylie peuvent être organisées.

Photographies











[369] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

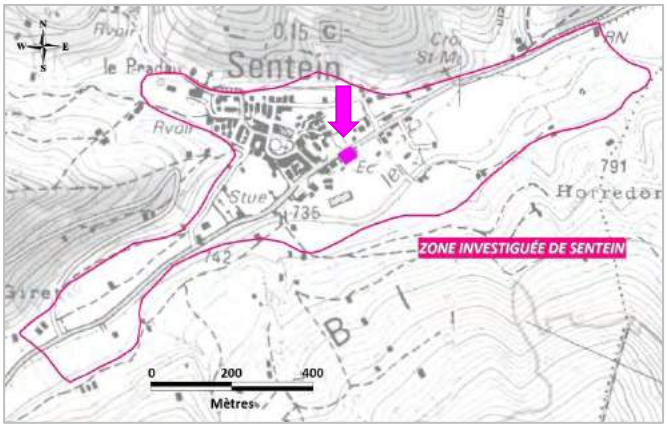
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°66 : ECOLE MATERNELLE ET PRIMAIRE DE SENTEIN

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Rendez-vous dédié avec la Directrice de l'Ecole** le 12/06/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence permanente de 2 ans à 6 ans - Ingestion de sols cf. 2 zones d'intérêt : cour enherbée réservée aux 2-6 ans et cour enherbée réservée aux 6-12 ans[370]
Nombre de jours d'exposition retenus	180 jours / an[371]

CARTES DE SITUATION[372]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs **P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3** *(1242)*	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(647)* **P547 / SE-14-SENT-SOL-101-0-3*** **P548 / SE-14-SENT-SOL-102-0-3*** **P339 / SE-13-SENT-SOL-53-0-3**

** Analyses de bioaccessibilité réalisées par l'INERIS (14AW411 et 14AW406 dans cet ordre).*

[370] **Dans une approche conservatoire**, l'hypothèse est faite que les enfants de 2 à 6 ans, les plus sujets au comportement « porter main-bouche » et donc à l'ingestion de sol, peuvent jouer sur les deux cours.

[371] Tenant compte d'une fréquentation 5 jours par semaine, sur 36 semaines de scolarité ; sot nombre de jours = 5 x 36 = 180.

[372] Le prélèvement P549 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 440 m (à l'ouest-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS DE RISQUES SANITAIRES

Le *Tableau 105* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, au centre village.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°63 Activités de jardinage au centre-village (P. 641)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Zn)	QD (Pb) ERI (As, Pb)		Pas mise en œuvre car déjà ERI (As) = 1,4E-05 et donc déjà > 1E-05[373]
N°64 Activités de jardinage et autoconsommation des productions au centre-village (P. 1037-1038)	Ingestion de sol des activités de jardinage – adulte jardinier (**136 jours par an**)	QD (As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,1 et ERI_{total} = 1,4E-05[374]
	Ingestion de végétaux – adulte (**365 jours par an**)	QD (As, Cd, Pb) ERI (Pb)	ERI (As)		
N°65 Gîte de France au centre village (P. 1044)	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 6 mois à 6 ans, **15 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)	ERI (As)		QD_{total} = 0,2 et ERI_{total} = 1,3E-06
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – **SCENARIO GENERIQUE** (âgé de 6 mois à 6 ans, **234 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Sb, As, Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,8 et donc déjà > 1
N°66 Ecole maternelle et primaire de Sentein	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **180 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb) ERI (As)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,5 et donc déjà > 1

Tableau 105 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, centre village (n°63 à n°66) (d'après HULOT, 2015)

[373] La valeur de l'ERI (As) de 1,4E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.
[374] La valeur de l'ERI (As) de 5,1E-06 correspond à une concentration inférieure à celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.

8.5.12.4 Entrée est du village

FICHES SCENARIOS DETAILLEES

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN								
SCENARIO N°67 : CENTRE DE LOISIRS "LE CLAE"								
SITUATION GENERALE								
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2560 et N°688							
Substances retenues sur le site[375]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Centre de loisirs de la commune « le CLAE », situé à proximité de l'Ecole et accolé aux locaux de l'Office de tourisme du Biros. De façon détaillée (bien que la répartition salle de jeux intérieure/ jeux extérieurs ne soit pas connue avec précision), certains enfants jouent au CLAE selon les horaires suivants, tous les jours de la semaine sauf le mercredi (où ils y passent l'après-midi entière) : 8h-9h (en attendant l'ouverture de l'école) ; 12h15-13h45 (pause de midi) ; 16h-18h30.

▪ Espace de loisirs très fréquenté depuis la réforme scolaire de 2013. Présence de jeux (toboggan, balançoires, etc.) dans un espace partiellement ombragé et recouvert de pelouse.

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour des jeux pour enfants. Prélèvements spécifiquement orientés vers les zones de sol à nu, hors zones des aires de jeux gravillonnées.

Photographies









[375] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

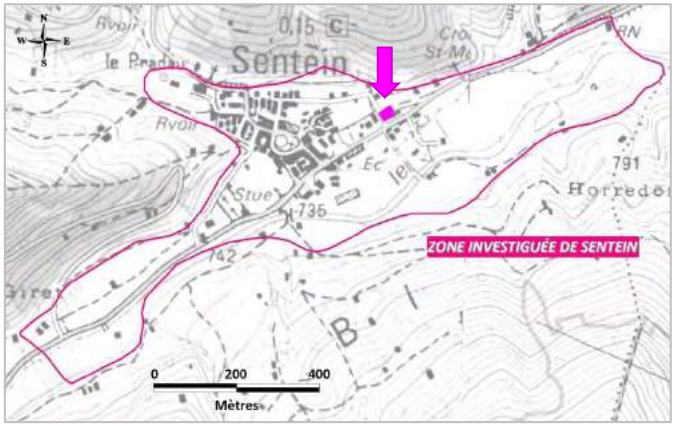
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°67 : CENTRE DE LOISIRS "LE CLAE"

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ **Animatrice du CLAE rencontrée** le 12/06/2014. ◦ **Rendez-vous dédié avec la Directrice de l'Ecole** le 12/06/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant d'une résidence permanente de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	180 jours / an[376]

CARTES DE SITUATION[377]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Silurien	Lithologie	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P341 / SE-13-SENT-SOL-55-0-3 *(779-780-781)*		**P552 / SE-14-SENT-SOL-106-0-3*** *(2560)*

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW399)*

[376] Tenant compte d'une fréquentation 5 jours par semaine, sur 36 semaines de scolarité ; sot nombre de jours = 5 x 36 = 180.

[377] Le prélèvement P341 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 320 m (à l'ouest-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°68 : PIQUE-NIQUE DEVANT L'OFFICE DU TOURISME

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2560 et N°688							
Substances retenues sur le site[378]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Office de tourisme du Biros, au centre du village de Sentein. Aire de pique-nique équipée (table avec bancs intégrés, poubelle) située devant le bâtiment, en bordure de route.

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour des équipements de pique-nique. Pelouse fraîchement tondue le jour de la visite. Prélèvements spécifiquement orientés vers les zones de sol à nu (couvert herbacé éparse avec quelques zones de développement de mousses). Présence de passées oxydées orangées.

Photographies









[378] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

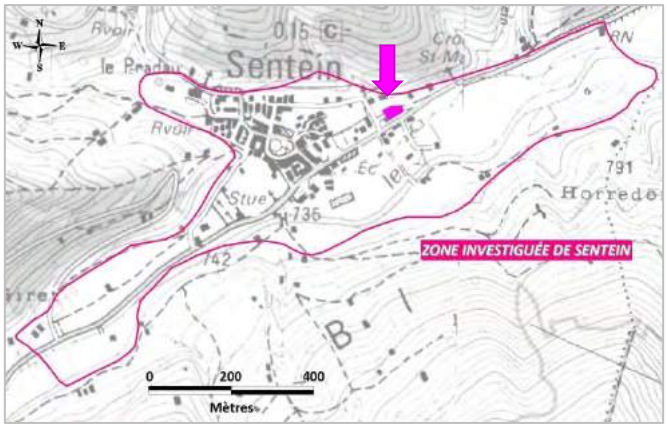
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

SCENARIO N°68 : PIQUE-NIQUE DEVANT L'OFFICE DU TOURISME

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 6 mois à 6 ans – Ingestion de sols
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jours / an[379]

CARTES DE SITUATION[380]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Silurien	Lithologie	À l'interface entre les Alluvions du Quaternaire et le Silurien
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs
	P341 / SE-13-SENT-SOL-55-0-3 *(779-780-781)*		**P553 / SE-14-SENT-SOL-107-0-3** *(2560)*

[379] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario* ***« aire de repos ou de pique-nique équipée et signalée »*** *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[380] Le prélèvement P341 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 350 m (au nord-ouest) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : SENTEIN

SCENARIO N°69 : CAMPING MUNICIPAL A SENTEIN

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°569 et N°570							
Substances retenues sur le site[381]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Camping municipal situé à l'entrée est du village de Sentein. Vaste pelouse très bien entretenue avec points d'eau et local technique. En bordure immédiate du Lez, dont les berges sont facilement accessibles depuis le camping.

▪ En termes de fréquentation, très peu de séjours de plus de 8 jours. La plupart du temps, les occupants ne sont pas accompagnés d'enfants en bas âge. On compte chaque année une dizaine d'enfants de moins de 6 ans, dont les séjours n'excèdent pas 3 jours.

▪ Zone d'intérêt : pelouse autour des équipements au droit des emplacements délimités du camping. Pelouse fraîchement tondue le jour de la visite. Prélèvements spécifiquement orientés vers les zones de sol à nu (couvert herbacé éparse)).

Photographies









[381] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

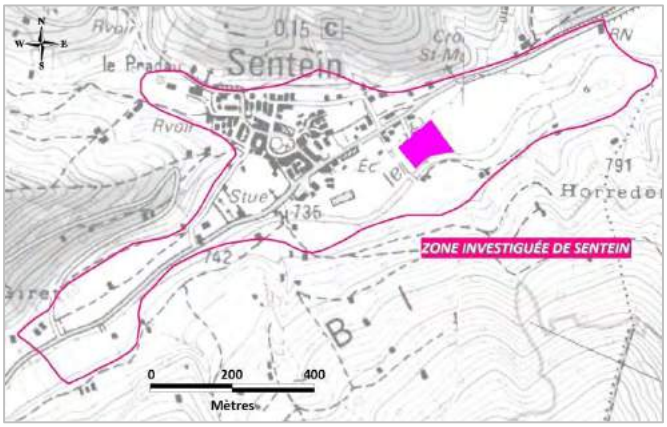
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

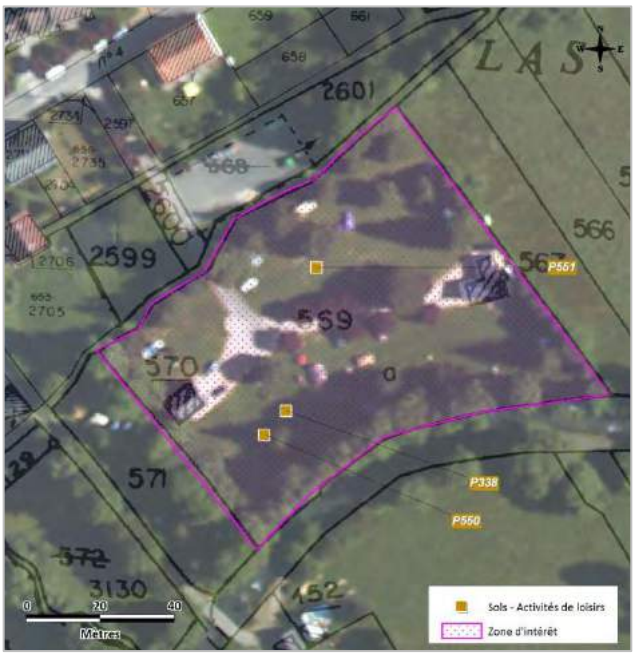
SCENARIO N°69 : CAMPING MUNICIPAL A SENTEIN

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014. ◦ Echanges par courriel avec Adjoint au Maire le 31/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant touriste de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	3 jours / an

CARTES DE SITUATION[382]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Alluvions du Quaternaire	Lithologie	Alluvions du Quaternaire
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(569)*
	P549 / SE-14-SENT-SOL-103-0-3 *(1242)*		**P338 / SE-13-SENT-SOL-52-0-3*** **P550 / SE-14-SENT-SOL-104-0-3** **P551 / SE-14-SENT-SOL-105-0-3**

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (13AW216)*

[382] Le prélèvement P549 n'est pas affiché sur la carte car il est situé à 600 m (à l'ouest-nord-ouest) de la zone d'intérêt.

RESULTATS DES CALCULS SANITAIRES

Le *Tableau 106* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, à l'entrée est du village.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	**0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}**	**QD > 5 ERI > 1.10^{-4}**	**QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}**
N°67 Centre de loisirs "Le CLAE"	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **180 jours par an**)	QD (Cd, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,9 et donc déjà > 1
N°68 Pique-nique devant l'Office du Tourisme	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 6 mois à 6 ans, **1 jour par an**)	QD (As, Cd, Pb, Zn) ERI (As, Pb)			
N°69 Camping municipal à Sentein	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **3 jours par an**)	QD (Sb, As, Cd, Cu, Pb, Ti, Zn) ERI (As, Pb)			

Tableau 106 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, entrée est du village (n°67 à n°69) (d'après HULOT, 2015)

8.5.13 La Plagne

8.5.13.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 107* et la *Figure 148* présentent les trois scénarios retenus sur la zone investiguée de La Plagne

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
70	Randonnée au Cirque de la Plagne et pique-nique en rive gauche du Lez	2458 (TD)
71	Randonnée vers le Port d'Urets et pique-nique en rive droite du Lez	2325 (TD)
72	Pique-nique sur le site minier de La Plagne	2325 (TD)

Légende : TD : Territoire domanial

Tableau 107 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de La Plagne (n°70 à n°72) et parcelles concernées, commune de Sentein

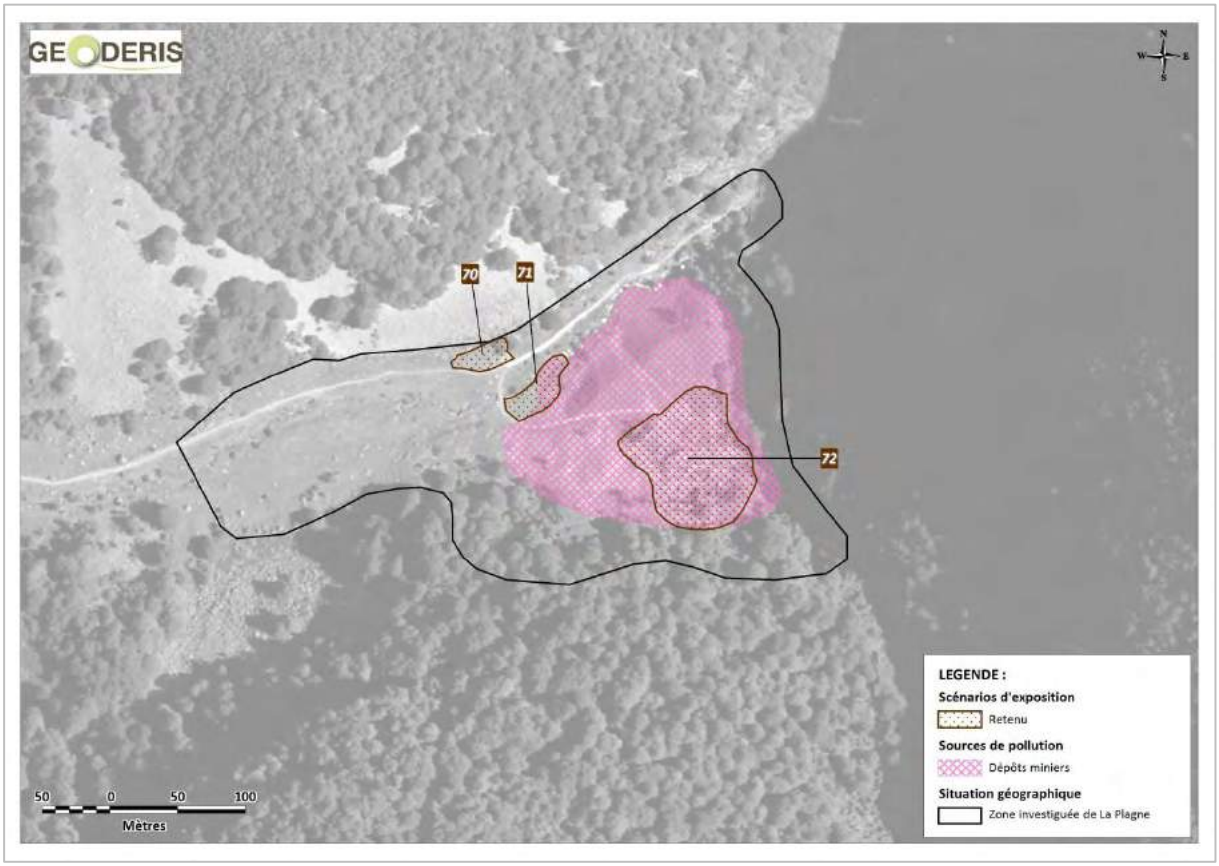


Figure 148 : Scénarios d'exposition retenus sur la zone investiguée de La Plagne (n°70 à n°72), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.13.2 Fiches scénarios détaillées

Ces trois scénarios font l'objet de descriptions détaillées, synthétisées dans les fiches suivantes.

ZONE INVESTIGUEE : LA PLAGNE

SCENARIO N°70 : RANDONNEE AU CIRQUE DE LA PLAGNE ET PIQUE-NIQUE EN RIVE GAUCHE DU LEZ

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2458 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[383]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ En face du site de la laverie de La Plagne, en rive gauche du Lez (*cf. photo ci-dessous, en haut à droite, qui montre la vue de la laverie depuis la zone d'intérêt*). Petite plateforme herbacée en bordure du parking de la Plagne derrière le panneau d'information. Le parking a d'ailleurs récemment été réaménagé avec des résidus miniers (cf. mesure NITON BRGM N398). Zone non fauchée le jour de la visite avec développement herbacé dense, mais entretenue d'ordinaire. Zone d'intérêt : plateforme herbacée, d'une surface de 650 m² environ.

▪ Des promeneurs et randonneurs, qu'ils soient résidents permanents ou temporaires, ont été rencontrés sur site en août 2013 et en juin 2014. Ils ont indiqué emprunter plusieurs fois dans l'année le GR10 entre Eylie et le Cirque de La Plagne avec des enfants et pique-niquer occasionnellement. En termes de fréquentation, le parcours menant au Cirque de la Plagne est emprunté par une trentaine de personnes tous les jours, durant les mois d'été (de juin à septembre).

▪ Cette zone est également fréquentée par les enfants de la région (résidents temporaires, permanents ou touristes) via :

◦ **les sorties scolaires** : chaque année, l'école de Sentein organise une dizaine de sorties « *Montagne* », dont 2 à 3 pour sensibiliser les enfants à l'activité minière passée. Dans ce cadre, une visite du site de la Plagne, de la laverie d'Eylie ou des observations de loin des terrils d'Eylie peuvent être organisées.

◦ **les « *sentiers d'Emilie* »** : il s'agit de parcours de promenade référencés dans des guides spécialisés ; qui proposent ici le parcours : Laverie d'Eylie - Cirque de la Plagne.

◦ **le « Chemin de la mine »** : à noter à cet endroit un point d'arrêt sur le parcours commenté « *Chemin de la mine* » mis en place par l'Office de tourisme du Biros. Ce dernier propose des dispositifs audios qui fournissent des informations sur le passif minier du secteur, entre Eylie et La Plagne.

Photographies









[383] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

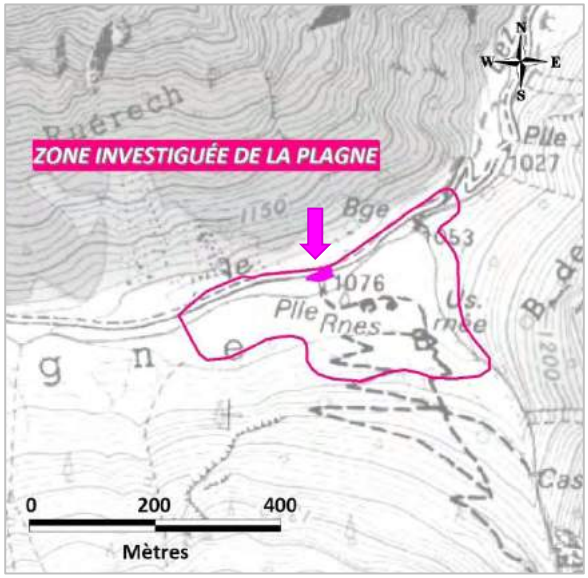
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

SCENARIO N°70 : RANDONNEE AU CIRQUE DE LA PLAGNE ET PIQUE-NIQUE EN RIVE GAUCHE DU LEZ

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Promeneurs rencontrés en août 2013 et en juin 2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)	
	Enfant d'une résidence permanente	5 jours / an[384]
	Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	2 jours / an[385]

CARTES DE SITUATION[386]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs *(2458)*
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P524 / SE-14-PLAG-SOL-104-0-5**
	Sol de pâturage		
	P444 / SE-14-EILE-SOL-103-0-10 *(1853)*		

[384] Selon l'hypothèse de fréquentation suivante par an : 2 à 3 jours avec l'école de Sentein, 2 à 3 jours avec la famille.

[385] Selon l'hypothèse d'une fréquentation de 2 jours / an en moyenne, d'après les témoignages recueillis sur le terrain.

[386] Les prélèvements P443 et P444 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 1 400 m et 1 300 m (au nord) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : LA PLAGNE

SCENARIO N°71 : RANDONNEE VERS LE PORT D'URETS ET PIQUE-NIQUE EN RIVE DROITE DU LEZ

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2325 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[387]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ À l'entrée du site de la laverie de La Plagne, en rive droite du Lez. Petite plateforme herbacée en rive droite du Lez (et en bordure immédiat du cours d'eau), sur laquelle des déchets alimentaires ont été observés en août 2013. Zone d'intérêt : plateforme herbacée, d'une surface de 1 000 m² environ (*cf. flèches sur photos ci-dessous, en haut*).

▪ Des promeneurs et randonneurs, qu'ils soient résidents permanents ou temporaires, ont été rencontrés sur site en août 2013 et en juin 2014. Ils ont indiqué emprunter plusieurs fois dans l'année le GR10 entre Eylie et le Cirque de La Plagne avec des enfants et pique-niquer occasionnellement. **En termes de fréquentation, le parcours menant au Cirque de la Plagne est emprunté par une trentaine de personnes tous les jours, durant les mois d'été (de juin à septembre).**

▪ Cette zone est fréquentée par les touristes venus emprunter le GR10 et en particulier par les enfants de la région (résidents temporaires, permanents ou touristes) via les sorties scolaires, les « *Sentiers d'Emilie* » et le « *Chemin de la mine* » (*cf. Scénario 70*).

▪ À la demande de la Sous-Préfecture de Saint-Girons, une étude a été réalisée par GEODERIS en mars 2014 sur l'existence de cuves et de transformateurs non démantelés ainsi que de vestiges miniers dégradés sur le sites de Bentaillou, Rouge et La Plagne *(cf. Rapport GEODERIS S2014/015DE-14MPY2410)*. Cette étude détaille la situation d'une cuve à proximité de cette plateforme et les prélèvements d'huiles associés.

Photographies







[387] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

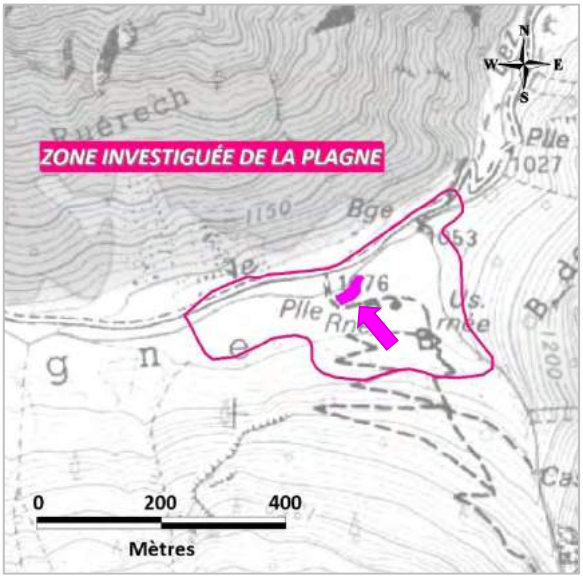
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

SCENARIO N°71 : RANDONNEE VERS LE PORT D'URETS ET PIQUE-NIQUE EN RIVE DROITE DU LEZ

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non	
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non	
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Promeneurs rencontrés en août 2013 et en juin 2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.	
Scénarios d'exposition (x 2) et nombre de jours d'exposition retenus	▪ Enfant de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)	
	Enfant d'une résidence permanente	5 jours / an[388]
	Enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	2 jours / an[389]

CARTES DE SITUATION[390]





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	Eboulis et colluvions récents	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs	Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sol associé à des activités de loisirs *(2325)*
	P443 / SE-14-EILE-SOL-102-0-3 *(chemin communal)*		**P286 / SE-13-PLAG-SOL-09-0-5**
	Sol de pâturage		
	P444 / SE-14-EILE-SOL-103-0-10 *(1853)*		

[388] Selon l'hypothèse de fréquentation suivante par an : 2 à 3 jours avec l'école de Sentein, 2 à 3 jours avec la famille.

[389] Selon l'hypothèse d'une fréquentation de 2 jours / an en moyenne, d'après les témoignages recueillis sur le terrain.

[390] Les prélèvements P443 et P444 ne sont pas affichés sur la carte car ils sont situés respectivement à 1 400 m et 1 300 m (au nord) de la zone d'intérêt.

ZONE INVESTIGUEE : LA PLAGNE

SCENARIO N°72 : PIQUE-NIQUE SUR LE SITE MINIER DE LA PLAGNE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2325 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[391]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au droit du site de la laverie de La Plagne, en rive droite du Lez. Nombreux vestiges miniers (bâtis en ruines, appareillages métalliques non démantelés, dépôts miniers fins, bassins, etc.). Petite plateforme à proximité d'un ancien bureau en ruines, à l'ombre. Zone d'intérêt : petite plateforme (d'une surface de 80 m² environ), au développement herbacé très éparse *(cf. flèche sur photo ci-dessous, en haut à gauche)*.

▪ Des promeneurs et randonneurs, qu'ils soient résidents permanents ou temporaires, ont été rencontrés sur site en août 2013 et en juin 2014. Ils ont indiqué emprunter occasionnellement le GR10 qui mène vers le Port d'Urets, au regard des difficultés associées à ce parcours de randonnée.

▪ En bordure du **« Chemin de la mine »** : à noter à cet endroit un point d'arrêt sur le parcours commenté « *Chemin de la mine* » mis en place par l'Office de tourisme du Biros *(cf. Photo ci-dessous, en bas au centre, flèche en pointillés)*. Ce dernier propose des dispositifs audios qui fournissent des informations sur le passif minier du secteur, entre Eylie et La Plagne.

Photographies











[391] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

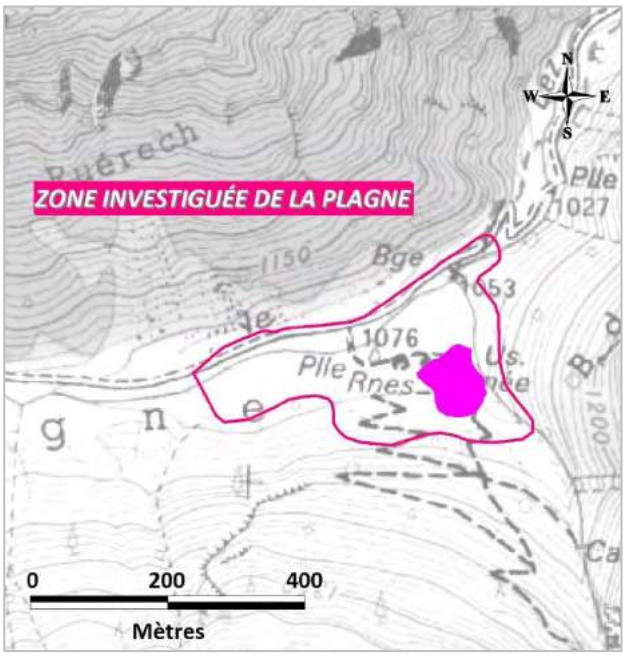
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

SCENARIO N°72 : PIQUE-NIQUE SUR LE SITE MINIER DE LA PLAGNE

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☑ Oui ☐ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Promeneurs rencontrés en août 2013 et en juin 2014. ◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	2 jours / an[392]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	**Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (au droit du site de la laverie de la Plagne et de ses nombreux dépôts miniers) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	À l'interface entre les éboulis et colluvions récents et l'Ordovicien inférieur
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols associés à des activités de loisirs *(2325)* **P522 / SE-14-PLAG-SOL-102-0-3** **P523 / SE-14-PLAG-SOL-103-0-3***
			Matériaux résiduaires[393] *(2325)* **P281 / SE-13-PLAG-SOL-04** **P282 / SE-13-PLAG-SOL-05** **P283 / SE-13-PLAG-SOL-06**

** Analyse de bioaccessibilité réalisée par l'INERIS (14AW415)*

[392] Tenant compte d'une fréquentation moyenne de deux visites par an, au regard notamment des difficultés associées au parcours de randonnée pour accéder au Port d'Urets.

[393] Prélèvements de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

8.5.13.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 108* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de La Plagne.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°70 Randonnée au Cirque de la Plagne et pique-nique en rive gauche du Lez	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **5 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)			
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)			
N°71 Randonnée vers le Port d'Urets et pique-nique en rive droite du Lez	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence permanente (âgé de 2 à 6 ans, **5 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)			
	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Cd, Cu, Pb, Zn) ERI (Pb)			
N°72 Pique-nique sur le site minier de La Plagne	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **2 jours par an**)	QD (Ag, Cd, Cu, Zn) ERI (Pb)	QD (Pb)		QD_{total} = 0,6 et ERI_{total} = 1,7E-07

Tableau 108 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de La Plagne (n°70 et n°72) (d'après HULOT, 2015)

8.5.14 Tartereau

8.5.14.1 Scénarios d'exposition retenus

Le *Tableau 109* et la *Figure 149* présentent le scénario retenu sur la zone investiguée de Tartereau.

N°	NOM DU SCENARIO	PARCELLE(S)
73	Pique-nique à la Cascade de Tartereau	2464 (TD)

Légende : TD : Territoire domanial

Tableau 109 : Scénario d'exposition retenu sur la zone investiguée de Tartereau (n°73) et parcelle concernée, commune de Sentein

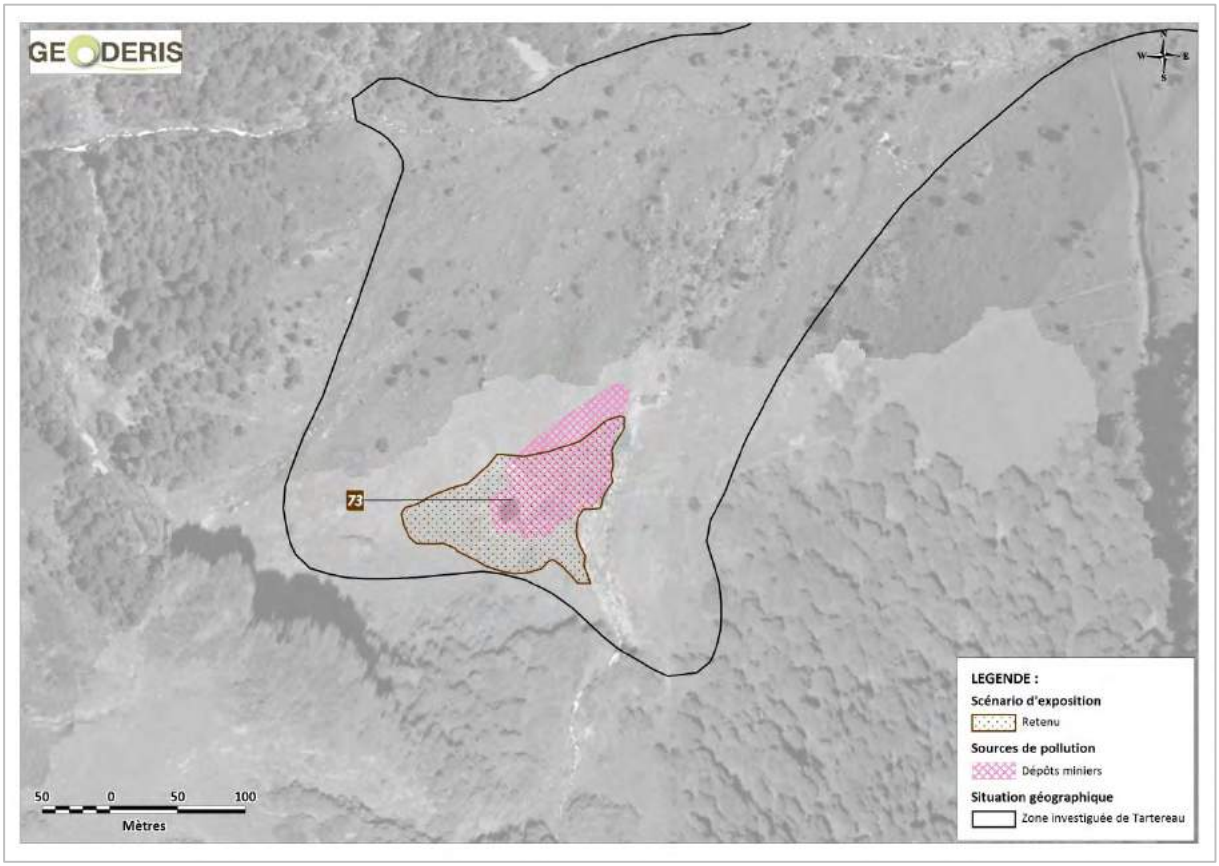


Figure 149 : Scénario d'exposition retenu sur la zone investiguée de Tartereau (n°73), sur fond orthophotoplan ® IGN

8.5.14.2 Fiches scénarios détaillées

Ce scénario fait l'objet d'une description détaillée, synthétisée dans la fiche suivante.

ZONE INVESTIGUEE : LA PLAGNE

SCENARIO N°73 : PIQUE-NIQUE A LA CASCADE DE TARTEREAU

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2464 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[394]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Au creux du Cirque de la Plagne, à proximité de la cascade de Tartereau. Au droit des bassins de décantation de Tartereau (*cf. flèche sur la photo ci-dessous, en haut à gauche*), associés à la réception des glissières hydrauliques mises en place par l'Ingénieur Kaulek, pour l'acheminement du minerai depuis Chichoué vers 1865. Quelques vestiges miniers encore visibles (murs des bassins de décantation en ruines et dépôts de résidus fins).

▪ Zone d'intérêt : plateforme située autour des vestiges miniers, au développement herbacé éparse.

▪ Dans zone de prairie en bordure du lac associé aux bassins de décantation. Zone où deux éleveurs de Sentein mettent en pâture leurs chevaux et vaches (qui viennent s'abreuver dans ce lac et se rouler dans les matériaux fins).

▪ En termes de fréquentation, le parcours menant au Cirque de la Plagne est emprunté par une trentaine de personnes tous les jours, durant les mois d'été (de juin à septembre). **Durant la période estivale, on peut constater la présence de promeneurs tous les jours à la Cascade de Tartereau.**

Photographies









[394] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

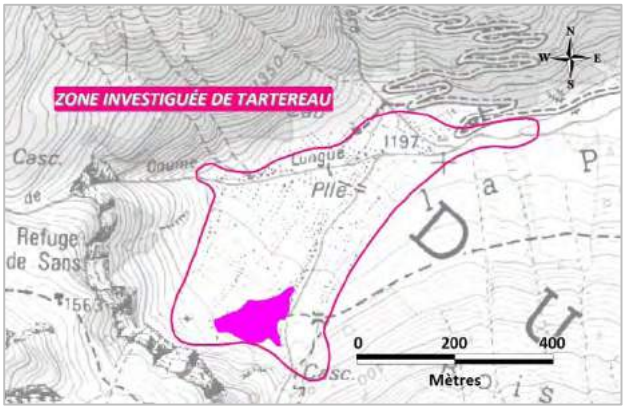
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

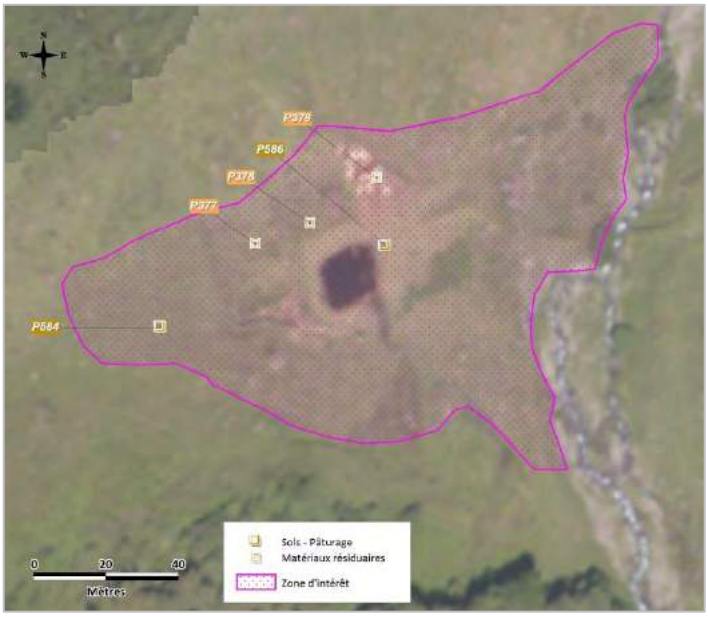
SCENARIO N°73 : PIQUE-NIQUE A LA CASCADE DE TARTEREAU

SCÉNARIO(S) D'EXPOSITION(S) RETENU(S)

Propriété privée	☐ Oui ☑ Non
Personnes concernées rencontrées	☐ Oui ☑ Non
Principale(s) source(s) d'information(s)	◦ Réunion avec Adjoint au Maire le 08/08/2014.
Scénario d'exposition retenu (x 1)	▪ Enfant (tout profil) de 2 ans à 6 ans – Ingestion de sols : (*considérant un âge minimum pour la marche*)
Nombre de jours d'exposition retenus	1 jour / an[395]

CARTES DE SITUATION





PRELEVEMENTS

Caractérisation de(s) l'environnement(s) local(aux) témoin(s)		Caractérisation des milieux	
Lithologie	⃠ **Aucun environnement local témoin retenu car zone sous influence minière** (au droit des bassins de décantation de Tartereau et des résidus miniers fins associés) *(cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080)*	Lithologie	Eboulis et colluvions récents
Référence(s) et parcelle(s) associée(s)		Référence(s) et parcelle(s) associée(s)	Sols de pâturage[396] *(2464)*
			P584 / SE-14-TART-SOL-105-0-10 **P586 / SE-14-TART-SOL-106-0-10**
			Matériaux résiduaires[397] *(2464)*
			P377 / SE-13-TART-SOL-01 **P378 / SE-13-TART-SOL-02** **P379 / SE-13-TART-SOL-03**

[395] *En l'absence d'information précise sur le nombre de jours d'exposition, il est fait appel à la grille de référence de GEODERIS et au scénario **« aire de repos ou de pique-nique non équipée et non signalée »** (cf. Note méthodologique GEODERIS N2015/014DE-15NAT24080).*

[396] Aucun prélèvement de sol associé à des activités de loisirs n'a été prélevé sur ce site.

[397] Prélèvements de matériaux résiduaires au droit d'un dépôt minier (il ne s'agit pas d'un sol en tant que tel).

8.5.14.3 Résultats des calculs de risques sanitaires

Le *Tableau 110* consiste en la synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Tartereau.

Références du scénario	Scénario et population concernée	Positionnement des résultats de l'EQRS dans les intervalles de gestion de l'IEM			Démarche d'approfondissement de l'EQRS
		QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	0,2 < QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	QD > 5 ERI > 1.10^{-4}	QD > 1 et/ou ERI > 10^{-5}
N°73 Pique-nique à la Cascade de Tartereau	Ingestion de sol lors d'activités de jeux en extérieur – enfant « tout profil » (âgé de 2 à 6 ans, **1 jour par an**)	QD (Sb, Ag, As, Cd, Cu, Ti, Zn) ERI (As, Pb)	QD (Pb)		Pas mise en œuvre car déjà QD (Pb) = 1,5 et donc déjà > 1

Tableau 110 : Résultats des calculs de risque sanitaire pour le scénario retenu sur la zone investiguée de Tartereau (n°73) (d'après HULOT, 2015)

8.6 Synthèse de l'évaluation quantitative des risque sanitaires

Les tableaux suivants *(Tableau 111 à Tableau 132)* proposent une synthèse de l'évaluation quantitative des risques (EQRS) pour les 74 scénarios retenus tenant compte de l'étape d'évaluation des incertitudes ; **étape qui conditionne les conclusions qui seront émises par rapport aux résultats des calculs de risques sanitaires.**

8.6.1 Bentaillou

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°1 **Refuge pastoral de Bentaillou** **/ enfant « tout profil »**	*INCOMPATIBILITE* *QD (Pb) = 9,4 >> 1*	*	-	-	-	Cmax(As) = 124 mg/kg Cmax (Pb) = 5 150 mg/kg Cmax (Zn) = 6 910 mg/kg
N°2a **Randonnée et bivouac à Bentaillou** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 2 413 mg/kg Cmax (Zn) = 4 590 mg/kg
N2b **Randonnée et bivouac à Bentaillou** **/ ingestion d'eaux**	*Concentrations mesurées pour le cadmium et pour le plomb (en période de crue) supérieures ou égales aux concentrations maximales fixées réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine ; respectivement 8,2 µg/l pour 5 µg/l et 10 µg/l pour 10 µg/l.*					
N°3 **Activités de loisirs en extérieur pour les travailleurs EDF**	**COMPATIBILITE**	-	** [398]	-	-	*cf. Scénario n°2*
N°4 **Camps d'été des spéléologues de l'ARSHaL**	**COMPATIBILITE**	-	** [399]	*** [400]		*cf. Scénario n°2*
N°5 **Randonnée sur le sentier de la découverte de la crête** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	Dépôt de stériles miniers	-
N°6 **Visite des vestiges miniers de Bentaillou** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	Sols des bâtis miniers	-

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 111: Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bentaillou (n°1 à n°6)

[398] Exposition annuelle de 32 jours ; durant toute la carrière professionnelle de 40 ans.
[399] 20 jours d'exposition annuelle pour la personne en charge du camp d'été de l'ARSHaL.
[400] QD (Pb) = 0,17 (dans la gamme de 20% par rapport à la borne de 0,2 dans les intervalles de gestion de l'IEM)

8.6.2 Bonac

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°7a Activités de jeux à la retenue de Bonac / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 1,4 ≈ 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 358 mg/kg Cmax (Zn) = 1 650 mg/kg
N°7b Activités de jeux à la retenue de Bonac / enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-		
N°8 Caravaning à la retenue de Bonac / enfant touriste	*INCOMPATIBILITE*	-	-	*** [401]	-	Cmax (Pb) = 2 294 mg/kg Cmax (Zn) = 4 990 mg/kg
N°9 Activités de loisirs sur les berges du Lez / enfant « tout profil »	**COMPATIBILITE**	*	-	-	-	-

Tableau 112 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Bonac (n°7 à n°9)

8.6.3 Bularic et Grauillès

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales mesurées, le cas échéant*)
N°10 Randonnée sous la Mail du Bulard / enfant « tout profil »	**COMPATIBILITE**	*	-	-	-	-
N°11 Randonnée et pique-nique à Grauillès / enfant « tout profil »	**COMPATIBILITE**	*	-	-	-	-

Tableau 113 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées de Bularic et de Grauillès (n°10 et n°11)

Légende : (pour le Tableau 112 et le Tableau 113)

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

[401] QD total = 0,95 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

8.6.4 Chichoué

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°12 **Randonnée et bivouac à l'étang de Chichoué** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	
N°13 **Randonnée sous les travaux miniers** **de Sainte Barbe** **/ enfant « tout profil »**	*INCOMPATIBILITE*	*	-	*** [402]	Dépôts de stériles miniers en amont des sols investigués	Cmax (As) = 371 mg/kg Cmax (Pb) = 32 400 mg/kg Cmax (Zn) = 13 000 mg/kg
N°14 **Randonnée sur le GR transfrontalier** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 030 mg/kg Cmax (Zn) = 730 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 114 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Chichoué (n°12 à n°14)

[402] QD total = 0,9 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

8.6.5 Eylie

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS	Evaluation des incertitudes			Présence d'une source de pollution	-
N°15 **Pique-nique au croisement du GR 10 « Port d'Urets / Col de l'Arech »** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	*	-	***[403]	Dépôt de résidus miniers *« Amont laverie Sud »*	-
N°16a **Randonnée sur le sentier La Mine à Eylie, branche ouest** **/ enfant d'une résidence permanente**	*INCOMPATIBILITE* *QD (Pb) = 4,6 > 1*	*	-	-	Dépôt de concentrés et de résidus en aval de la station de recette	-
N°16b **/ enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste**	*INCOMPATIBILITE* *QD (Pb) = 1,9 > 1*	*	-	-		
N°17a **Randonnée sur le sentier La Mine à Eylie, branche est** **/ enfant d'une résidence permanente**	*INCOMPATIBILITE* *QD (Pb) = 2,3 > 1*	*	-	-	Dépôt de résidus miniers *« Amont laverie Nord »*	-
N°17b **/ enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste**	*INCOMPATIBILITE*	*	-	***[404]		
N°18 **Pique-nique au Bocard d'Eylie** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	Matériaux résiduaires mélangés aux sols	-
N°31 **Pique-nique et bivouac au Bocard d'Eylie** **/ enfant « tout profil »**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 2,1 > 1**	-	-	-	Matériaux résiduaires mélangés aux sols	-
N°74a **Visite de l'ancienne usine du Bocard d'Eylie / enfant en visite scolaire ou en visite touristique**	**COMPATIBILITE**	*	**[405]	-	Concentrés et résidus très fins reposant sur la dalle bétonnée de l'usine	-
N°74b **/ adulte – instituteur/trice accompagnant les enfants**	**COMPATIBILITE**	*		-		
N°74c **/ adulte - guide des visites**	**COMPATIBILITE**	*		-		

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 115 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au droit des vestiges du Bocard d'Eylie (n°15 à n°18, n°31 et n°74)

[403] QD total = 0,18 (dans la gamme de 20% par rapport à la borne de 0,2 dans les intervalles de gestion de l'IEM)
[404] QD total = 0,9 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).
[405] Prise en compte de ce scénario à la demande de la mairie de Sentein et de la DREAL Midi-Pyrénées, échantillonnage non adapté à l'étude du scénario et voie d'exposition par inhalation de poussières non prise en compte dans la présente étude.

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales mesurées, le cas échéant*)
N°19 Pique-nique à Eylie-d'en-Haut / enfant « tout profil »	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°20a Gîte d'étape à Eylie / enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°20b Gîte d'étape à Eylie / ingestion d'eaux	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine*					

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 116 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Haut (n°20 et n°21)

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°21a Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. n°2326) / enfant d'une résidence temporaire	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 1,5 ≈ 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 3 360 mg/kg Cmax (Zn) = 10 200 mg/kg
N°21b / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 24 >> 1**	-	-	-	-	
N°22a Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas (P. n°2328) / adulte jardinier	*INCOMPATIBILITE*	-	**[406]	*** 407, 408	-	Cmax (Pb) = 510 mg/kg Cmax (Zn) = 1 850 mg/kg
N°22b / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 8 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 120 mg/kg Cmax (Zn) = 3 370 mg/kg
N°23a Résidence permanente à Eylie-d'En-Bas (P. 2330-2331) / adulte jardinier	**COMPATIBILITE**	-	** 406	-	-	Cmax (Pb) = 875 mg/kg Cmax (Zn) = 2 620 mg/kg
N°23b / enfant en visite chez sa grand-mère	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 460 mg/kg Cmax (Zn) = 3 820 mg/kg
N°23c / enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	
N°23d / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 10 >> 1**	-	-	-	-	
N°24a Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Eylie-d'en-Bas (P. 2321-2336) / adulte jardinier **N°24b / ingestion de végétaux**	*INCOMPATIBILITE + Dépassement des valeurs réglementaires pour le cadmium et le plomb, dans 5 des 10 prélèvements de plantes potagères*	-	** 406	*** 409	-	Cmax (Pb) = 866 mg/kg Cmax (Zn) = 2 380 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 117 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, hameau d'Eylie-d'en-Bas (n°21 à n°24)

[406] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[407] QD (Pb) = 0,16 (dans la gamme de 20% par rapport à la borne de 0,2 dans les intervalles de gestion de l'IEM)
[408] ERI total = 1,2E-05 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1E-05 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).
[409] QD total = 0,8 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°25a Résidence temporaire sur dépôt minier (P. 1908) / adolescent-adulte d'une résidence temporaire	**COMPATIBILITE**	-	** [410]		Dépôt de résidus miniers *« Aval laverie Sud »*	-
N°25b Résidence temporaire sur dépôt minier (P. 1908) / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 18 >> 1**	-	-			
N°26a Gîte à louer à Eylie-d'en-Bas / enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 788 mg/kg Cmax (Zn) = 2 220 mg/kg
N°26b Gîte à louer à Eylie-d'en-Bas / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 5,6 > 1**	-	-	-	-	

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 118 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, dans l'environnement des dépôts miniers « Aval laverie Sud » et « Aval laverie Nord » (n°25 et n°26)

[410] Prise en compte d'un adolescent qui visiterait la résidence jusqu'à l'âge adulte, sur une période de 58 ans, de l'âge de 12 ans à l'âge de 70 ans.

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°27a Résidence permanente dans anciens logements de mineurs (P.1928) / adulte jardinier	*INCOMPATIBILITE*	-	**[411]	*** [412]	-	Cmax (Pb) = 799 mg/kg Cmax (Zn) = 2 060 mg/kg
N°27b / ingestion de végétaux						
N°27c / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 13 >> 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 830 mg/kg Cmax (Zn) = 3 870 mg/kg
N°28 Résidence temporaire - Amont usine hydro-électrique (P. 2028) / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 87 >> 1**	-	-	-	Matériaux résiduaires sur un horizon sous-jacent au sol	-
N°29a Activités de jardinage et autoconsommation des productions - Amont usine hydro-électrique (P. 2026) / adulte jardinier	*INCOMPATIBILITE*	-	** [411]	*** [413]	-	Cmax (Pb) = 1 560 mg/kg Cmax (Zn) = 2 940 mg/kg
N°29b / ingestion de végétaux						
N°30 Ancienne villa EDF - Amont usine hydroélectrique (P. 1948) / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 5 > 1**	-	**[414]	-	-	Cmax (Pb) = 707 mg/kg Cmax (Zn) = 2 730 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 119 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Eylie, à proximité de l'usine hydroélectrique (n°27 à n°30)

[411] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[412] La valeur de l'ERI (As) de 1,8E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celles des ELT, mais considérée tenant compte des incertitudes analytiques.
[413] La valeur de l'ERI (As) de 2E-05 correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.
[414] Résidence non habitée lors des investigations de terrain (étude en cours d'un possible rachat par la mairie de Sentein)

8.6.6 Esperris

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°32a Résidence temporaire à Esperris (P. 1461) / enfant en visite chez sa grand-mère	**COMPATIBILITE**	-	** [415]	-	-	Cmax (Pb) = 801 mg/kg Cmax (Zn) = 1 920 mg/kg
N°32b / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 5,7 > 1**	-	-	-	-	
N°33a Résidence temporaire à Esperris (P. 1464) / enfant en visite chez sa grand-mère	*INCOMPATIBILITE*	-	** [415]	*** [416]	-	Cmax (Pb) = 801 mg/kg Cmax (Zn) = 1 920 mg/kg
N°33b / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 7,5 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 050 mg/kg Cmax (Zn) = 2 610 mg/kg
N°34a Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Esperris (P. 1399-1400) / adulte jardinier	*INCOMPATIBILITE*	-	** [417]	-	-	-
N°34b / ingestion de végétaux						

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 120 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée d'Esperris (n°32 à n°34)

[415] Choix conservatoire des paramètres : 30 jours d'exposition annuelle, au regard de l'information fourni par le voisinage d'une visite de la famille durant 1 mois sur les 2 de présence de la gran-mère ; et en l'absence d'information sur l'âge des enfants : période d'exposition de 6 mois à 6 ans.
[416] QD total = 0,99 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).
[417] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.

8.6.7 Lascoux

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°35 **Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1634)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 2 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Zn) = 3 720 mg/kg
N°36a **Résidence temporaire au droit de l'ancienne laverie (P. 1964)** **/ enfant d'une résidence temporaire**	*INCOMPATIBILITE* *QD (Pb) = 1,7 > 1*	-	**[418]	-	Résidus miniers, au droit des anciens étages supérieurs de la laverie	-
N°36b **Résidence temporaire au droit de l'ancienne laverie (P. 1964)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 7,4 > 1**	-	-	-		
N°37 **Pique-nique au droit de l'ancienne laverie** **/ enfant touriste**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	Résidus miniers, au droit des anciens étages inférieurs de la laverie	-
N°38 **Résidence temporaire au Bocard d'Orle (P. 1965)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 7,9 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 106 mg/kg Cmax (Zn) = 3 320 mg/kg[419]

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 121 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, au droit du Bocard d'Orle et de ses installations (n°35 à n°38)

[418] Choix conservatoire des paramètres : 60 jours d'exposition annuelle, au regard de l'information fourni par le voisinage d'une visite de la famille durant les vacances d'été ; et en l'absence d'information sur l'âge des enfants : période d'exposition de 6 mois à 6 ans.
[419] Au droit d'une zone supposée de déversement des résidus miniers.

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°39 **Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 730)** **/ enfant d'une résidence permanente**	*INCOMPATIBILITE*	-	**[420]	*** 421	-	-
N°40a **Résidence permanente au Bocard d'Orle (P. 1597)** **/ adulte jardinier**	*INCOMPATIBILITE* *+* *Dépassement des valeurs réglementaires pour le cadmium et le plomb, dans un échantillon de pommes de terre*	-	** 422	-	-	-
N°40b **/ ingestion de végétaux**						
N°40c **/ enfant en visite chez ses grands-parents**	*INCOMPATIBILITE*	-	-	*** 423	-	-
N°40d **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 3,1 > 1**	-	-	-		
N°41a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions au Bocard d'Orle (P. 4167)** **/ adulte jardinier**	*INCOMPATIBILITE*	-	** 422	*** 424	-	-
N°41b **/ ingestion de végétaux**	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ; ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*					

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 122 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, dans l'environnement du Bocard d'Orle (n°39 à n°41)

[420] Choix conservatoire des paramètres en l'absence d'information sur l'âge des enfants : période d'exposition de 6 mois à 6 ans.
[421] Concentration en As et Pb dans la gamme de celles des ELT, considérées compte tenu des incertitudes analytiques.
[422] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[423] QD total = 0,8 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).
[424] ERI total = 0,98E-05 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1E-05 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°42 **Pique-nique en rive droite de l'Orle** **/ enfant d'une résidence temporaire**	**COMPATIBILITE**	-	-	*** [425]	-	-
N°43 **Caravane temporaire au pont de Lascoux** **/ enfant d'une résidence temporaire**	**COMPATIBILITE**	*	-	-	-	Cmax (Pb) = 1 150 mg/kg Cmax (Zn) = 2 980 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 123 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Lascoux, au droit de deux zones de loisirs « satellites » (n°42 et n°43)

[425] ERI (As) = 1,2E-06 associé à une concentration en As dans la gamme de celles des ELT, considérée compte tenu des incertitudes analytiques.

8.6.8 Moulin

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°44a **Résidence temporaire à Moulin-d'en-Haut (P.2041)** **/ enfant en visite chez ses grands-parents**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,6 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 3 450 mg/kg Cmax (Zn) = 5 650 mg/kg
N°44b **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 25 >> 1**	-	-	-		
N°45a **Gîte de vacances à Moulin-d'en-Haut (P. 1354)** **/ enfant touriste**	**COMPATIBILITE**	-	-	*** [426]	-	Cmax (Zn) = 1 100 mg/kg
N°45b **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 2,1 > 1**	-	-	-	-	
N°46a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1354)** **/ adulte jardinier** **N°46b** **/ ingestion de végétaux**	*INCOMPATIBILITE* *+* *Dépassement des valeurs réglementaires pour le cadmium et le plomb, dans trois échantillons de plantes potagères*	-	**[427]	*** [428]	-	Cmax (Pb) = 808 mg/kg Cmax (Zn) = 2 350 mg/kg
N°47a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut (P.1346)** **/ adulte jardinier** **N°47b** **/ ingestion de végétaux**	*INCOMPATIBILITE* *+* *Dépassement des valeurs réglementaires pour le cadmium et le plomb, dans trois échantillons de plantes potagères*	-	** [427]	*** [428]	-	Cmax (Zn) = 1 990 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 124 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Haut (n°44 à n°47)

[426] ERI (As) = 1,6E-06 associé à une concentration en As dans la gamme de celles des ELT, considérée compte tenu des incertitudes analytiques.
[427] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[428] ERI (As) = 1,5E-05 associé à une concentration en As dans la gamme de celles des ELT, considérée compte tenu des incertitudes analytiques.

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°48 **Foyer municipal à Moulin-d'en-Bas** **/ enfant d'une résidence permanente**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	Matériaux résiduaires sur un horizon sous-jacent au sol	-
N°49a **Résidence temporaire à Moulin-d'en-Bas** **(P. 1334-2724)** **/ adolescent-adulte d'une résidence temporaire**	*INCOMPATIBILITE*		** [429]	*** [430]	Matériaux résiduaires sur un horizon sous-jacent au sol	-
N°49b **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 14 >> 1**	-	-	-		
N°50a **Résidence permanente à Moulin-d'en-Bas** **(P. 974, 975 et 976)** **/ enfant en visite chez ses grands-parents**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,1 > 1**	-	-	*** [431]	-	Cmax (Pb) = 2 684 mg/kg Cmax (Zn) = 5 310 mg/kg
N°50b **Résidence permanente à Moulin-d'en-Bas** **(P. 974, 975 et 976)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 19 >> 1**	-	-	-		

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 125 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Moulin, au hameau de Moulin-d'en-Bas (n°48 à n°50)

[429] Prise en compte d'un adolescent qui visiterait la résidence jusqu'à l'âge adulte, sur une période de 59 ans, de l'âge de 11 ans à l'âge de 70 ans.
[430] QD total = 0,8 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).
[431] Si prise en compte de la bioaccessibilité de l'arsenic d'un autre point de la zone : QD total = 1 et ERI total = 1,7E-07.

8.6.9 Hameau de la Parade et hameau de Pont de l'Isard

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°51 **Résidence temporaire à la Parade (P. 448)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,8 >1**	-	-	-	-	-
N°52a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2176)** **/ adulte jardinier** **N°52b** **/ ingestion de végétaux**	*INCOMPATIBILITE* *+* *Dépassement des valeurs réglementaires pour le plomb, dans un échantillon de radis*	-	** [432]	-	-	-
N°53a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard (P. 2182)** **/ adulte jardinier**	*INCOMPATIBILITE*	-	** [432]	-	-	-
N°53b **/ ingestion de végétaux**	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ; ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*					
N°54 **Résidence temporaire aux Bordes-de-Maupas (P. 2084) / enfant d'une résidence temporaire**	**COMPATIBILITE**	-	** [433]	*** [434]	-	-

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 126 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard (n°51 à n°54)

[432] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[433] Choix conservatoire des paramètres en l'absence d'information sur l'âge des enfants : période d'exposition de 6 mois à 6 ans.
[434] QD (Pb) = 0,17 (dans la gamme de 20% par rapport à la borne de 0,2 dans les intervalles de gestion de l'IEM).

8.6.10 Rouge

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°55 **Pique-nique sur la plateforme de Rouge** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	Matériaux résiduaires mélangés aux sols	-
N°56 **Pique-nique et bivouac à la Station de Rouge** **/ enfant « tout profil »**	*INCOMPATIBILITE*	-	-	*** [435]	Dépôt de concentrés et de résidus en aval de la station téléphérique	-
N°57a **Cueillette de myrtilles à Rouge / enfant « tout profil » accompagnant les cueilleurs**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°57b **/ ingestion de baies sauvages**	*Non concerné : les concentrations étant inférieures aux concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées ; ou non significatives pour les autres substances non concernées par cette réglementation*					

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 127 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'sard (n°55 à n°57)

[435] QD total = 0,85 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

8.6.11 Sentein

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°58a Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive gauche du Lez (P. 1460-1466)/ adulte jardinier	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°58b / ingestion de végétaux						
N°59 Activités de jardinage en rive gauche du Lez (P. 1444)/ adulte jardinier	*INCOMPATIBILITE*	-	** [436]	*** [437]	-	Cmax (Zn) = 1 360 mg/kg
N°60 Résidence permanente en rive gauche du Lez (P. 1438) / enfant d'une résidence permanente	**INCOMPATIBILITE QD (Pb) = 3,1 >1**	-	-	-	-	Cmax (Zn) = 2 760 mg/kg
N°61a Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive droite du Lez (P. 133) / adulte jardinier	**COMPATIBILITE**	-	** [436]	-	-	-
N°61b / ingestion de végétaux						
N°62 Activités de loisirs sur pelouse en rive droite du Lez (P. 133) / enfant en visite chez ses grands-parents	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 779 mg/kg Cmax (Zn) = 1 970 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 128 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, entrée ouest du village (n°58 à n°62)

[436] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[437] La valeur de l'ERI (As) correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°63 **Activités de jardinage au centre-village (P. 641)** **/ adulte jardinier**	*INCOMPATIBILITE*	-	** [438]	*** [439, 440]	-	Cmax (Pb) = 1 720 mg/kg Cmax (Zn) = 3 290 mg/kg
N°64a **Activités de jardinage et autoconsommation des productions au centre-village (P. 1037-1038)** **/ adulte jardinier**	*INCOMPATIBILITE*	-	** [438]	*** [439]	-	-
N°64b **/ ingestion de végétaux**						
N°65a **Gîte de France au centre village (P. 1044)** **/ enfant touriste**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°65b **Gîte de France au centre village (P. 1044)** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,8 > 1**	-	-	-		
N°66 **Ecole maternelle et primaire de Sentein** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,5 > 1**	-	-	-	-	-

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 129 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, centre village (n°63 à n°66)

[438] Choix conservatoire des paramètres : 136 jours d'exposition annuelle de l'adulte jardinier ; activité sur une période de 54 ans, de 16 à 70 ans.
[439] La valeur de l'ERI (As) correspond à une concentration dans la gamme de celle de l'ELT, mais prise en compte compte tenu des incertitudes analytiques.
[440] QD total = 0,8 (dans la gamme de 20% par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS).

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°67 **Centre de loisirs "Le CLAE"** **/ enfant d'une résidence permanente**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,9 > 1**	-	-	-	-	Cmax (Zn) = 1 550 mg/kg
N°68 **Pique-nique devant l'Office du Tourisme** **/ enfant « tout profil »**	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Zn) = 1 500 mg/kg
N°69 **Camping municipal à Sentein** **/ enfant touriste**	**COMPATIBILITE**	-	** [441]	-	-	Cmax (Pb) = 1 200 mg/kg Cmax (Zn) = 2 710 mg/kg

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 130 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de Sentein, centre village (n°63 à n°66)

[441] Tenant compte d'un nombre de jour de fréquentation de 3 jours par an (donnée statistique de la mairie de Sentein).

8.6.12 La Plagne

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°70a Randonnée au Cirque de la Plagne et pique-nique en rive gauche du Lez / enfant d'une résidence permanente	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	-
N°70b Randonnée au Cirque de la Plagne et pique-nique en rive gauche du Lez / enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-		
N°71a Randonnée vers le Port d'Urets et pique-nique en rive droite du Lez / enfant d'une résidence permanente	**COMPATIBILITE**	-	-	-	-	Cmax (Pb) = 638 mg/kg Cmax (Zn) = 3 090 mg/kg
N°71a Randonnée vers le Port d'Urets et pique-nique en rive droite du Lez / enfant d'une résidence temporaire ou enfant touriste	**COMPATIBILITE**	-	-	-		
N°72 Pique-nique sur le site minier de La Plagne / enfant « tout profil »	**COMPATIBILITE**	-	-	-	Dépôts de résidus miniers et bassins de décantation	-

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario étudié présentant une compatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 131 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour les scénarios retenus sur la zone investiguée de La Plagne (n°70 à n°72)

8.6.13 Tartereau

Références du scénario	Conclusion de l'EQRS sur la compatibilité usages - milieux	Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM			Présence d'une source de pollution	Marquage métallique ou sols pollués (*et concentrations maximales significatives, le cas échéant*)
N°73 **Pique-nique à la Cascade de Tartereau** **/ enfant « tout profil »**	**INCOMPATIBILITE** **QD (Pb) = 1,5 > 1**	-	-	-	Bassins de décantation et résidus fins associés	-

Légende :

Conclusion de l'EQRS :	
	Scénario étudié présentant une incompatibilité usages - milieux
Etape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM :	
*	*Manque d'informations sur les paramètres d'exposition*
**	*Résultats de l'EQRS tenant compte d'un choix conservatoire de certains paramètres*
***	*Résultats de l'EQRS tenant compte des incertitudes analytiques*

Tableau 132 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires pour le scénario retenu sur la zone investiguée de Tartereau (n°73)

9 INTERPRETATION DES RESULTATS SUR LES ZONES DE PASTORALISME

9.1 Situation des zones de pastoralisme étudiées

Comme indiqué dans le *paragraphe 4.4*, l'emprise d'étude est concernée par quatre groupements pastoraux (GP), représentant une surface totale de 6 000 hectares. **GEODERIS a investigué en priorité les zones situées au plus près des anciens sites miniers.**

Il s'agit des **9 zones de pastoralisme** localisées sur la *Figure 150* et présentées sommairement dans le *Tableau 133*.

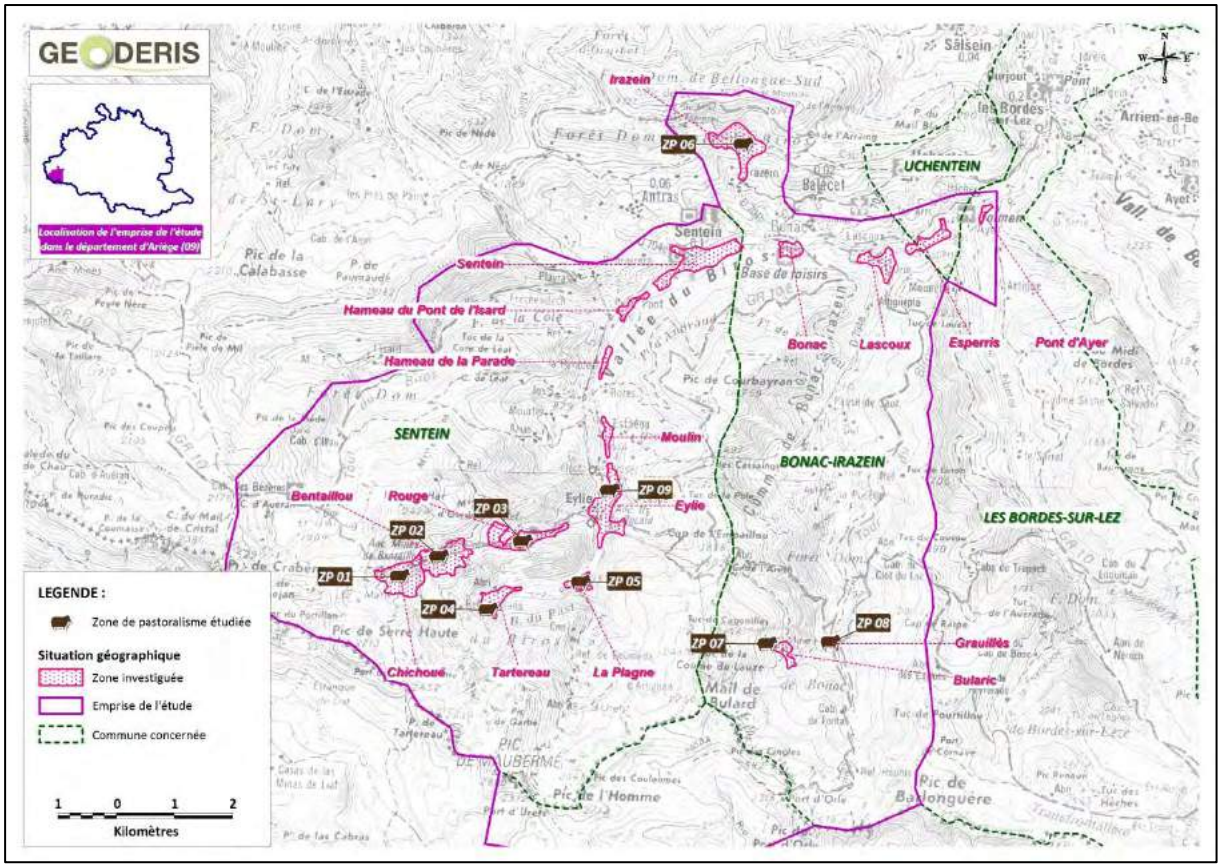


Figure 150 : Situation des 9 zones de pastoralisme étudiées dans l'emprise de l'étude, sur fond SCAN 100 ® IGN

Référence (cf. carte)	Nom	GP concerné
ZP01	Travaux miniers de Chichoué	GP Urets-Bentaillou
ZP02	Mines de Bentaillou	GP Urets-Bentaillou
ZP03	Travaux miniers de Rouge	GP Urets-Bentaillou
ZP04	Installations de décantation de Tartereau	GP Urets-Bentaillou
ZP05	Laverie de La Plagne	GP Urets-Bentaillou
ZP06	Mines d'Irazein	-
ZP07	Travaux miniers de Bularic	GP Bonac Vallée d'Orle
ZP08	Travaux miniers de Grauillès	GP Bonac Vallée d'Orle
ZP09	Pré- et post-estive à Eylie	GP Urets-Bentaillou

Tableau 133 : Présentation générale des 9 zones de pastoralisme étudiées

9.2 Préambules méthodologiques

L'exposition du bétail à des concentrations anormalement élevées en des métaux et métalloïdes peut être à l'origine de deux phénomènes :

- la dégradation de la santé de l'animal ;
- la contamination des denrées alimentaires (lait, viande) et des produits dérivées associés (fromage par exemple).[442]

Dans le cadre de la présente étude, la priorité est donnée à l'étude du deuxième phénomène. Pour rappel, la méthodologie d'interprétation de l'état des milieux requiert des mesures dans les milieux d'exposition, c'est-à-dire dans des échantillons de denrées alimentaires ou des produits dérivés associés eux-mêmes. Or, cette démarche analytique n'a pas été menée ici.

Des eaux d'abreuvement (avérées ou supposées), des sols de pâturage ainsi que des plantes herbacées de pâturage ont fait l'objet de prélèvements. Il n'existe cependant pas de valeur réglementaire pour ces trois milieux d'expositions (eaux, sols, végétaux).

Des modélisations permettent d'évaluer les transferts dans les animaux à partir de ces résultats, en utilisant :

- un facteur de transfert (BAF)[443] mais la littérature ne mentionne qu'un nombre très restreint de publications, dont Laurent *et al.*, 2003, qui ne présente que quelques valeurs de BAF pour le plomb, le cuivre, le zinc, et pas pour l'arsenic ;
- des modèles de transfert basés sur une approche calculatoire multi-paramètres, qui nécessitent des connaissances détaillées sur les milieux d'expositions.

Dans les deux cas précédemment cités, les résultats associés sont entachés de très nombreuses incertitudes. Il a donc été décidé de ne pas y faire appel.

Malgré ces contraintes méthodologiques et réglementaires, GEODERIS propose la démarche suivante, basée sur les concentrations mesurées dans les milieux d'expositions en les substances retenues pour la présente étude[444] :

- comparaison des concentrations mesurées dans les eaux d'abreuvement aux valeurs guides SEQ-Eau et aux critères de qualité de l'eau d'abreuvement proposés par l'ANSES en 2010 ;
- prise en compte de la présence éventuelle de sédiments au droit des points d'abreuvement ;
- mise en exergue de concentrations particulièrement élevées dans les sols de pâturages et les plantes herbacées de pâturage ;
- établissement de recommandations.

---

[442] *« Des concentrations maximales admissibles pour le plomb et le cadmium sont disponibles dans le règlement européen concernant les denrées alimentaires, CE 1881/2006 modifié (pour le plomb, dans la viande de bovin, mouton, porc et de volaille, dans les abats comestibles de bovin, mouton, porc et volaille et dans le lait ; pour le cadmium, dans la viande de bovin, mouton, porc et de volaille à l'exclusion des abats, dans le foie et les rognons de bovin, mouton, porc, de volaille et de cheval), mais pas pour l'arsenic et autres substances étudiées »* (HULOT, 2015).

[443] *« Le facteur de bioaccumulation (BAF) donne le rapport de la concentration en une substance dans l'animal (si possible dans le muscle puisqu'il s'agit de la partie la plus consommée) sur la concentration en cette même substance dans une matrice initiale (aliment, sol, …) »* (HULOT, 2015).

[444] c*f. paragraphe 5.4*, au plus : antimoine, arsenic, cadmium, cuivre, plomb et zinc (*liste modulée selon les spécificités de chaque site*). L'argent n'a pas été retenu au regard des faibles concentrations mesurées. Le titane n'a pas été retenu au regard des faibles écarts par rapports aux valeurs des environnements locaux témoins.

9.3 Description détaillée des zones de pastoralisme étudiées

Les fiches de synthèse en *Figure 151* à *Figure 159* présentent la situation des 9 zones de pastoralisme étudiées, notamment :

- le type de bétail concerné ;
- les modalités de fréquentation des animaux ;
- la présence d'installations d'élevage ;
- les points de prélèvements réalisés ;
- les concentrations mesurées ;
- etc.

ZONE INVESTIGUEE : CHICHOUE

ZONE DE PASTORALISME N°1 : TRAVAUX MINIERS DE CHICHOUE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[445]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

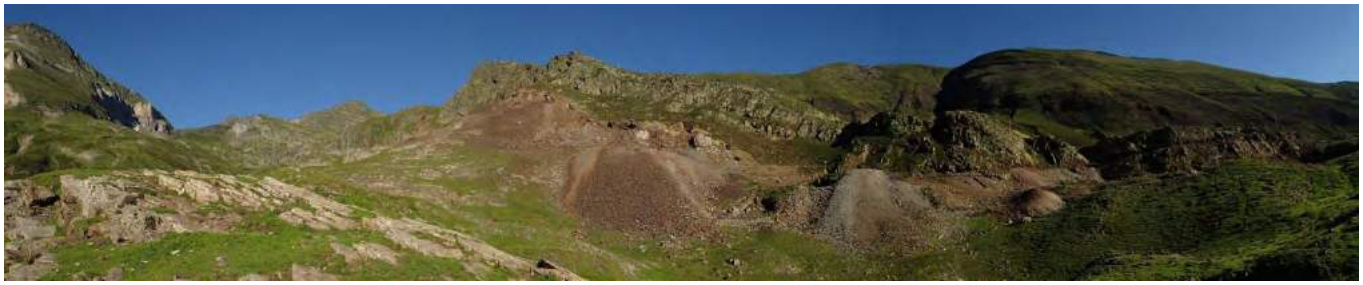
Description

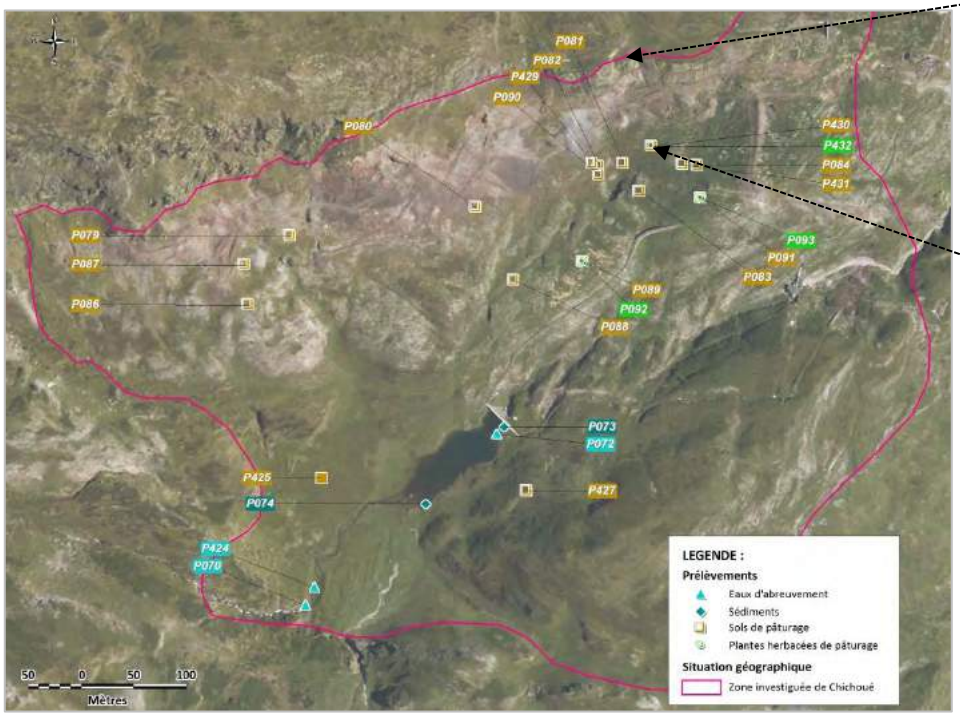
▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Uniquement des ovins (de 1 000 à 1 500 par estive).

▪ Au droit des travaux miniers de Chichoué et des vestiges associés (principalement stériles de creusement, résidus de triage et structures métalliques ou en pierres, associées aux installations de transport). Altitude de 1 960 m à 2 100 m, en bordure de l'étang de Chichoué. GEODERIS a pu observer des ovins en estive lors des investigations de terrain (en août 2013 et en juin 2014). D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux s'abreuvent au ruisseau de Chichoué et à l'étang de Chichoué mais aucun animal n'a été vu s'y abreuvant.

▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe rase au développement hétérogène, c'est-à-dire laissant des zones à nu), soit au droit de mélanges de sols et de dépôts miniers.

Carte et photographies *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*











[445] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

ZONE DE PASTORALISME N°1 : TRAVAUX MINIERS DE CHICHOUE

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[446,447]

Sols de Pâturage [448]	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Sur le versant opposé au talweg formé par le ruisseau et l'étang de Chichoué ; hors influence minière (environnement local témoin)						
P427 / SE-14-CHIC-SOL-103-0-10	1,99	51,9	<0.46	12	186	215
En aval des travaux miniers de Chichoué						
P079 / SE-13-CHIC-SOL-05-0-10	3,18	79,5	5,98	34,1	2580	2780
P080 / SE-13-CHIC-SOL-06-0-10	5,15	405	5,29	50,4	7340	2180
P081 / SE-13-CHIC-SOL-07-0-10	18,5	133	7,56	54,6	11000	3110
P082 / SE-13-CHIC-SOL-08-0-10	40,9	371	11,5	165	32400	6510
P083 / SE-13-CHIC-SOL-09-0-10	<1	40,8	0,91	48,1	844	951
P084 / SE-13-CHIC-SOL-10-0-10	<1	38,3	<0.4	17,6	811	398
P086 / SE-13-CHIC-SOL-12-0-10	<1	18,1	3,14	11,3	914	764
P087 / SE-13-CHIC-SOL-13-0-10	1,63	32,7	15,5	27,2	2620	5850
P088 / SE-13-CHIC-SOL-14-0-10	<1	65,8	1,97	15	1050	805
P089 / SE-13-CHIC-SOL-15-0-10	<1	33	1,42	10,8	669	716
P090 / SE-13-CHIC-SOL-16-0-10	4,35	161	1,91	38,3	1940	1170
P091 / SE-13-CHIC-SOL-17-0-10	<1	21,6	1,91	25,3	1030	730
P425 / SE-14-CHIC-SOL-101-0-10	3,71	48,1	<0.5	25,4	311	218
P429 / SE-14-CHIC-SOL-105-0-10	23,4	152	21,7	84,5	27000	13000
P430 / SE-14-CHIC-SOL-106-0-10	9,75	153	1,38	35,6	3270	990
P431 / SE-14-CHIC-SOL-107-0-10	8,03	53,9	2,44	33,1	4750	920
Plantes herbacées de pâturage[449, 450]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
P092 / SE-13-CHIC-VEG-15-H	<0.2	<0.1	0,05	2	1,7	22
P093 / SE-13-CHIC-VEG-17-H	<0.2	<0.1	0,05	2	2,6	32
P432 / SE-14-CHIC-VEG-106-H	<0.05	0,1	0,1	-	10	43
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Ruisseau de Chichoué, hors influence minière (environnement local témoin)						
P070 / SE-13-CHIC-ESU-01	<0.2	0,88	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P424 / SE-14-CHIC-ESU-01	<0.2	0,67	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Etang de Chichoué						
P072 / SE-13-CHIC-ESU-02 *(filtré)*	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Sédiments [448]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Etang de Chichoué						
P073 / SE-13-CHIC-SED-01	<1	90,7	1,93	42	126	393
P074 / SE-13-CHIC-SED-02	<1	118	2,24	21,5	108	401

[446] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols et les sédiments ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement*

[447] *Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[448] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols et les sédiments (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	De 1 000 à 10 000 mg/kg
	> 10 000 mg/kg

[449] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[450] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE DE PASTORALISME N°1 : TRAVAUX MINIERS DE CHICHOUE

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE



Vue générale de la partie ouest du site de Chichoué (ruisseau, étang) ; la flèche positionne les travaux miniers d'Espeletta (août 2013)



Ruisseau de Chichoué (août 2013)



Etang de Chichoué (juin 2014)



Ovins descendant le long d'une ancienne voie ferrée (août 2013)



Troupeau au repos en bordure de la station de Narbonne (août 2013)



Prairie en aval immédiat des travaux d'Espeletta (ouest) (août 2013)



Prairie en aval immédiat des travaux de la Forge (est) (août 2013)

Figure 151 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°1 – Travaux miniers de Chichoué

ZONE INVESTIGUEE : BENTAILLOU

ZONE DE PASTORALISME N°2 : MINES DE BENTAILLOU

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2467 et N°2469 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[451]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Uniquement des ovins (de 1 000 à 1 500 par estive). Prairies enherbées situées entre les vestiges bâtis. Présence d'un enclos de parcage à proximité (*cf. symbole sur carte*)

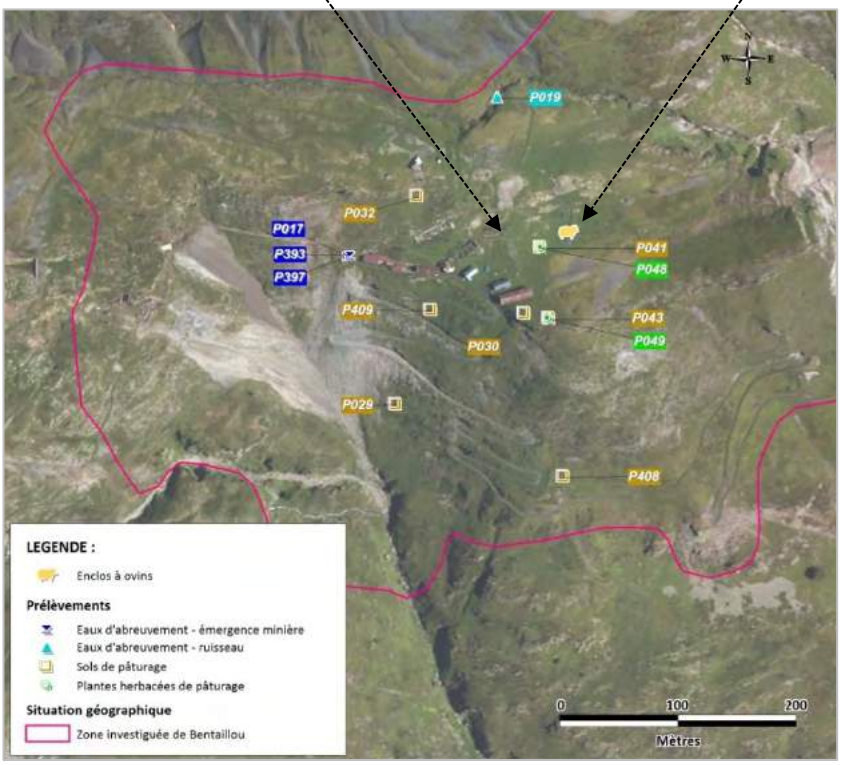
▪ Au droit du site minier de Bentaillou. Altitude de 1 850 m à 1 900 m, en bordure du refuge pastoral de Bentaillou. Zone de repos des ovins chaque soir durant l'estive. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux peuvent s'abreuver au ruisseau de la Cigalère (au nord) et à l'émergence du travers-banc Saint-Jean (*cf. photos ci-dessous, en bas à droite*) car il s'agit des points d'eaux les plus accessibles mais aucun animal n'a été vu s'y abreuvant.

▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe rase au développement hétérogène, c'est-à-dire laissant des zones à nu).

Carte et photographies *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*











[451] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

ZONE DE PASTORALISME N°2 : MINES DE BENTAILLOU

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[452,453]

Sols de Pâturage[454] [455]	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Enclos de parcage						
P041 / SE-13-BNTS-SOL-04-0-10	9,54	59	3,37	42,9	1100	1010
En aval topographique du site						
P029 /SE-13-BNTE-SOL-05-0-10	2,06	49,8	12,9	27,9	1800	2170
P408 / SE-14-BNTE-SOL-106-0-10	4,57	234	7,05	24,4	948	1290
P409 / SE-14-BNTE-SOL-107-0-10	9,67	62,6	7,35	57,2	1780	2530
En bordure des vestiges bâtis						
P032 / SE-13-BNTE-SOL-08-0-10	1,72	90,1	7,55	26,3	2000	2270
Sur promontoire de la crête de l'Ordovicien Supérieur						
P030 / SE-13-BNTE-SOL-06-0-10	7,98	80,3	2,89	75,3	904	914
P043 / SE-13-BNTS-SOL-06-0-10	3,94	53,5	2,04	51	522	403
Plantes herbacées de pâturage[456, 457]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
P048 / SE-13-BNTS-VEG-04-H	<0.2	0,1	0,06	2	3	40
P049 / SE-13-BNTS-VEG-06-H	<0.2	<0.1	0,09	2,5	2,5	61
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Ruisseau de la Cigalère						
P019 / SE-13-BNTE-ESU-02	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.50	20,1
Emergence minière du travers-banc Saint-Jean						
P017 / SE-13-BNTE-ESO-01	0,54	<20	23	0,92	22,1	2280
P393 / SE-14-BNTE-ESO-01	0,42	<0.2	17	<0.5	15,3	1550
P397 / SE-14-BNTE-ESO-F01 *(filtré)*	0,4	<0.2	15,5	<0.5	9,32	1380

[452] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement.*

[453] *Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[454] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les sols de pâturage sur ce site.

[455] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	> 1 000 mg/kg

[456] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[457] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE DE PASTORALISME N°2 : MINES DE BENTAILLOU

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE



Vue générale du site de Bentaillou, vue vers l'ouest (août 2013)



Zones de pâturage autour des vestiges bâtis (juin 2014)



Ovins en estive étudiés par le berger et les éleveurs, au sud de la résurgence de Narbonne, en rive gauche du ruisseau de la Coume Longue (juin 2014)



Ovins en estive protégés par un chien de berger, au sud-est immédiat de Bentaillou, sous la crête d'Ordovicien Supérieur (juin 2014)





Emergence minière du travers-banc de Rouge (août 2013)



Ruisseau de la Cigalère (août 2013)

Figure 152 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°2 – Mines de Bentaillou

ZONE INVESTIGUEE : ROUGE

ZONE DE PASTORALISME N°3 : TRAVAUX MINIERS DE ROUGE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2453, N°2454 et N°2455 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[458]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Ovins (tout ou partie du cheptel qui monte à Bentaillou) et bovins (une vingtaine à une quarantaine de bêtes). La zone pourrait faire l'objet d'aménagement afin de développer le pastoralisme à l'avenir.

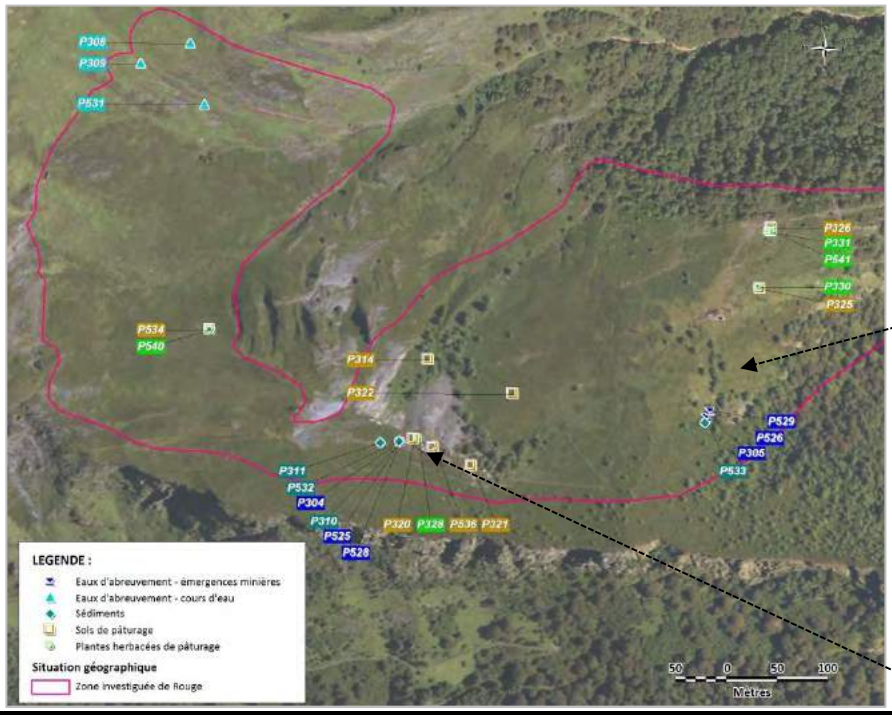
▪ Au droit des installations minières de Rouge (plateforme en sortie du travers-banc de Rouge) et station téléphérique de Rouge[459]. Altitude 1 650 m. GEODERIS a pu observer des ovins et des bovins lors des investigations de terrain (en août et septembre 2013, en juin 2014). Les animaux s'abreuvent au sein des deux émergences minières du site.

▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe rase à haute, aire de myrtilliers ; peu de zones à nu), soit au droit de mélanges de sols et de dépôts miniers.

Carte et photographies *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*











[458] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

[459] Bien qu'il n'y ait pas de prairies à proprement parler sur la plateforme de Rouge, les bovins broutaient le sol et le peu de plantes herbacées en 2013 (cf. VEG-03-H). La profondeur d'investigation pour ces prélèvements (0-3 cm) est adaptée aux autres usages (loisirs ici).

ZONE DE PASTORALISME N°3 : TRAVAUX MINIERS DE ROUGE

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[460]

Sols de Pâturage [461]	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
En amont topographique, hors influence minière (environnement local témoin)						
P534 / SE-14-RGEE-SOL-101-0-10	5,2	32	<0.43	23,2	99,8	70,4
Au droit de la plateforme de Rouge						
P320 / SE-13-RGES-SOL-03-0-3	7,44	287	98,7	296	4710	57000
P321 / SE-13-RGES-SOL-04-0-3	<1	125	18,3	69,5	336	5930
P536 / SE-14-RGEE-SOL-103-0-3	6,47	233	47,6	322	995	38200
En aval des stériles de creusement de Rouge						
P314 / SE-13-RGEE-SOL-03-0-10	4,58	46,5	2,66	86,7	171	454
P322 / SE-13-RGES-SOL-05-0-10	5,55	37	<0.40	39,7	48,6	38,6
En aval de la station téléphérique de Rouge						
P325 / SE-13-RGES-SOL-08-0-10	3,61	44,5	13	63,3	2000	4790
P326 / SE-13-RGES-SOL-09-0-10	3,47	46,8	6,36	97,5	1250	2440
Plantes herbacées de pâturage	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
En amont topographique, hors influence minière (environnement local témoin)						
P540 / SE-14-RGEE-VEG-101-H	<0.05	<0.1	0,01	-	0,3	11
Autres (les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.)						
P328 / SE-13-RGES-VEG-03-H	<0.2	0,2	0,29	2,5	4,5	69
P330 / SE-13-RGES-VEG-08-H	<0.2	0,1	0,23	2,2	3,9	110
P331 / SE-13-RGES-VEG-09-H	<0.2	<0.1	0,13	2,3	5,7	120
P541 / SE-14-RGEE-VEG-106-H	<0.05	<0.1	0,09	-	1,5	60
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Ruisseau de Rouge, hors influence minière (environnement local témoin)						
P308 / SE-13-RGEE-ESU-03	<0.2	0,23	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P309 / SE-13-RGEE-ESU-04	<0.2	0,42	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P531 / SE-14-RGEE-ESU-04	<0.2	0,42	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Emergence minière du travers-banc de Rouge						
P304 / SE-13-RGEE-ESO-01	<0.2	0,78	0,34	<0.5	0,93	108
P525 / SE-14-RGEE-ESO-01	<0.2	0,22	0,28	<0.5	<0.5	81,2
P528 / SE-14-RGEE-ESO-F01 *(filtré)*	<0.2	<0.2	0,27	<0.5	<0.5	77,4
Emergence minière des travaux de Rouge						
P305 / SE-13-RGEE-ESO-02	<0.2	0,42	<0.2	0,8	<0.5	9,8
P526 / SE-14-RGEE-ESO-02	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	11
P529 / SE-14-RGEE-ESO-F02 *(filtré)*	<0.2	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	9,9
Sédiments [461]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Emergence minière du travers-banc de Rouge						
P310 / SE-13-RGEE-SED-01	<1	367	44,3	196	336	13700
P532 / SE-14-RGEE-SED-101	<1	374	46,2	193	334	11000
P311 / SE-13-RGEE-SED-02	<1	292	35,3	235	413	12000
Emergence minière des travaux de Rouge						
P533 / SE-14-RGEE-SED-103	<1	118	2,34	74,5	94,1	151

[460] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols et les sédiments ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement. Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[461] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols et les sédiments (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	De 1 000 à 10 000 mg/kg
	> 10 000 mg/kg

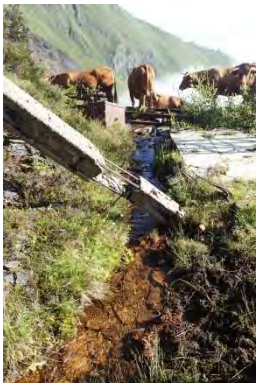
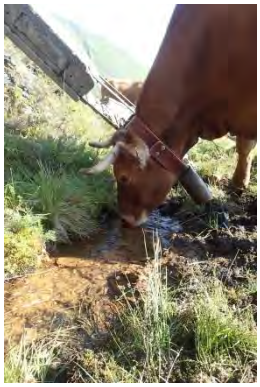
ZONE DE PASTORALISME N°3 : TRAVAUX MINIERS DE ROUGE	
PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE	
	
Prairies ente la station de Rouge (à gauche) et la plateforme de Rouge (à droite) (juin 2014)	*Prairies dans l'environnement de la plateforme de Rouge (août 2013)*
 	 
Abreuvement à l'émergence du travers-banc de Rouge (août 2013)	*Emergence minière des travaux de Rouge (août 2013)*
	 
Bovins au droit de la plateforme de Rouge (août 2013)	*Ruisseau de Rouge amont (août 2013)*
	
Prairie en amont de la station de Rouge (juin 2014)	*Prairies en aval des dépôts de la plateforme de Rouge (août 2010)*

Figure 153 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°3 – Travaux miniers de Rouge

ZONE INVESTIGUEE : TARTEREAU

ZONE DE PASTORALISME N°4 : INSTALLATIONS DE DECANTATION DE TARTEREAU

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2464 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[462]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Uniquement des bovins et des équins (une vingtaine de chaque espèce par estive). 2 éleveurs de Sentein mettent en pâture ces animaux dans le Cirque de la Plagne durant les 4 mois de l'estive, tous les ans.

▪ Au droit de l'installation de traitement du minerai par décantation de Tartereau et de ses vestiges (murs en pierre des bassins (ruines) avec plan d'eau pérenne installé au-dessus, et résidus de décantation). Altitude 1 280 m. GEODERIS a pu observer ces animaux au droit des bassins de décantation lors des investigations de terrain (juillet 2013, septembre 2013, juin 2014). Les animaux s'abreuvent dans ce plan d'eau et se roulent dans les résidus miniers fins pour lutter contre les parasites.

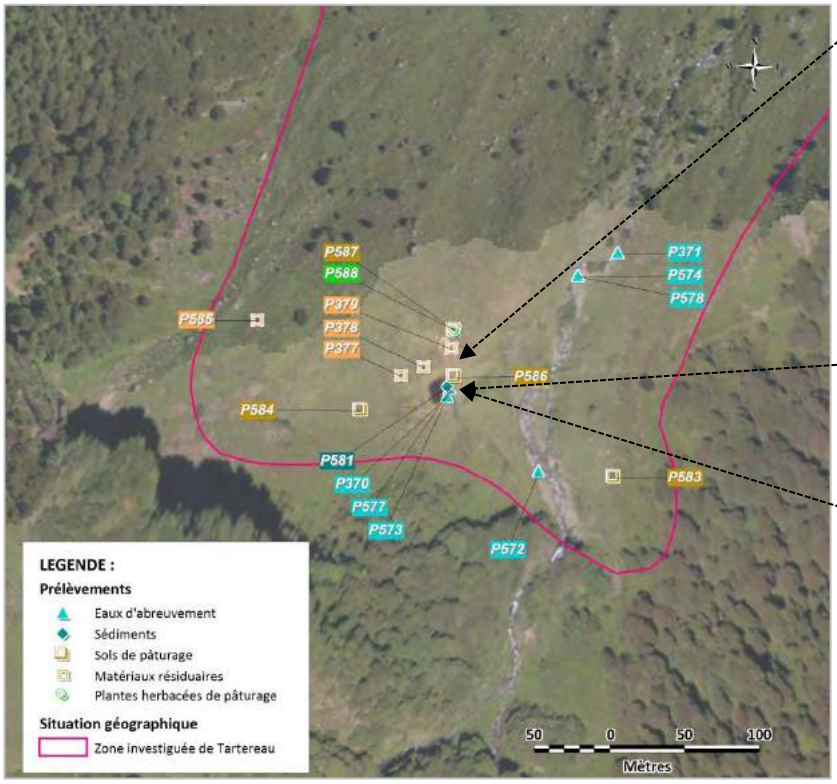
▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés au droit de zones enherbées et sur les résidus miniers affleurant.

Carte et photographies[463] *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*













[462] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

[463] Les deux photos situées en haut à gauche sont des vues générales du site (respectivement vers le sud puis vers le nord-ouest).

ZONE DE PASTORALISME N°4 : INSTALLATIONS DE DECANTATION DE TARTEREAU

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[464,465]

Sols de Pâturage [466]	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Sur le versant opposé du talweg du ruisseau de Tartereau, hors influence minière (environnement local témoin)						
P583 /SE-14-TART-SOL-102-0-10	2,37	87,2	1,62	30,2	151	356
Au droit des bassins de décantation (principalement des résidus miniers)						
P377 / SE-13-TART-SOL-01	5,99	94,5	2,17	62,2	1700	641
P378 / SE-13-TART-SOL-02	14	109	2,95	85,3	4300	1720
P379 / SE-13-TART-SOL-03	391	423	52,7	1250	57300	44200
P586 /SE-14-TART-SOL-105-0-10	12,7	104	2,53	70,6	4370	1410
P587 /SE-14-TART-SOL-106-0-10	13,3	99,9	3,12	65,9	4580	1190
Dans l'environnement des bassins						
P584 /SE-14-TART-SOL-103-0-10	3,47	127	1,84	63,9	722	487
P585 /SE-14-TART-SOL-104	37,8	141	4,47	168	12700	3470
Plantes herbacées de pâturage[467, 468]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
P588 / SE-14-TART-VEG-106-H	<0.05	<0.1	0,1	-	14	42
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Ruisseau de Tartereau – Amont bassin de décantation, hors influence minière (environnement local témoin)						
P572 / SE-14-TART-ESU-01	<0.2	2,75	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Ruisseau de Tartereau – Aval bassins de décantation						
P371 / SE-13-TART-ESU-03	<0.2	2,2	<0.2	<0.5	4,23	<5
P574 / SE-14-TART-ESU-03	<0.2	2,65	<0.2	<0.5	2,16	<5
P578 / SE-14-TART-ESU-F03 *(filtré)*	<0.2	2,52	<0.2	<0.5	1,67	<5
Plan d'eau installé au-dessus des bassins de décantation						
P370 / SE-13-TART-ESU-02	3,81	23,5	0,36	10	1450	388
P573 / SE-14-TART-ESU-02	1,89	14,2	0,45	11,2	1080	352
P577 / SE-14-TART-ESU-F02 *(filtré)*	1,3	7,15	<0.2	4,69	422	187
Sédiments [461]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Plan d'eau installé au-dessus des bassins de décantation						
P581 / SE-14-TART-SED-101	39,7	103	5,1	116	18100	4450

[464] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols et les sédiments ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement*

[465] *Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[466] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols et les sédiments (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	De 1 000 à 10 000 mg/kg
	> 10 000 mg/kg

[467] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[468] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE DE PASTORALISME N°4 : INSTALLATIONS DE DECANTATION DE TARTEREAU

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE



Vue générale du site de Tartereau en juillet 2013 : Cascade de Tartereau (en haut, au centre) ; plan d'eau au-dessus des bassins de décantation et matériaux résiduaires marqués par leur couleur rouge—orangé sur laquelle s'est installé un troupeau (cf. flèche).



Equins en bordure du plan d'eau (septembre 2013)



Juments et leurs poulains (septembre 2013)



Bovins et équins s'abreuvant dans le plan d'eau (juin 2014)



Bovins s'abreuvant dans le plan d'eau (juin 2014)



Vaches et leurs veaux (juin 2014)



Vaches se reposant sur les résidus miniers (juin 2014)

Figure 154 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°4 – Installations de décantation de Tartereau

ZONE INVESTIGUEE : LA PLAGNE

ZONE DE PASTORALISME N°5 : LAVERIE DE LA PLAGNE

SITUATION GENERALE

Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°2425 (principalement) et N°2321, N°2458 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[469]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Uniquement des bovins et des équins (une vingtaine de chaque espèce par estive). 2 éleveurs de Sentein mettent en pâture ces animaux dans le Cirque de la Plagne durant les 4 mois de l'estive, tous les ans.

▪ Au droit de la laverie de La Plagne et de ses vestiges (ruines et structures métalliques, résidus de traitement, etc.). Altitude 1 080 m. GEODERIS a pu observer des bovins au droit de ce site minier lors des investigations de terrain (août 2010 et août 2013). Présence d'un petit enclos de parcage en amont hydraulique du site (à l'ouest) *(cf. symbole sur la carte) (cf. photo ci-dessous, en haut à gauche ; la flèche indique la position d'un troupeau de bovins)*. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux s'abreuvent à la rivière le Lez mais aucun animal n'a été vu s'y abreuvant.

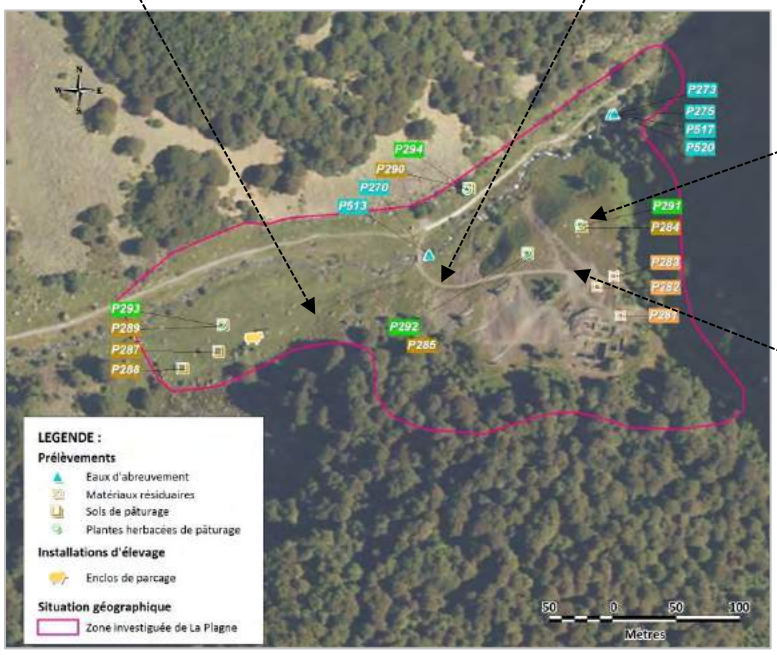
▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés au droit de zones enherbées et sur les matériaux résiduaires affleurant.

Carte et photographies[470] *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*













[469] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

[470] En haut à droite est présentée une vue générale des installations minières, sur laquelle on distingue un troupeau de bovins (août 2010).

ZONE DE PASTORALISME N°5 : LAVERIE DE LA PLAGNE

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[471,472]

Sols de Pâturage[473] [474]	Cd	Cu	Pb	Zn
Sur le versant opposé, en bordure du Lez				
P290 / SE-13-PLAG-SOL-13-0-5	1,55	27,1	212	420
Au droit des dépôts de résidus miniers associés à la laverie				
P281 / SE-13-PLAG-SOL-04	7,01	82,9	336	3080
P282 / SE-13-PLAG-SOL-05	117	1720	10400	74600
P283 / SE-13-PLAG-SOL-06	13,7	362	1940	11200
Prairies en aval immédiat de la laverie				
P284 / SE-13-PLAG-SOL-07-0-10	4,3	52,3	301	1230
P285 / SE-13-PLAG-SOL-08-0-10	4,59	44,3	423	1650
Prairies en amont hydraulique de la laverie				
P287 / SE-13-PLAG-SOL-10-0-10	2,02	25,7	259	425
P288 / SE-13-PLAG-SOL-11-0-10	<0.6	22,4	120	237
P289 / SE-13-PLAG-SOL-12-0-10	1,85	25,7	326	367
Plantes herbacées de pâturage[475, 476]	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
P291 / SE-13-PLAG-VEG-07-H	0,1	2,3	2,1	54
P292 / SE-13-PLAG-VEG-08-H	0,15	2,3	3	73
P293 / SE-13-PLAG-VEG-12-H	0,16	2,3	2,1	50
P294 / SE-13-PLAG-VEG-13-H	0,14	1,9	0,87	39
Eaux d'abreuvement	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Rivière le Lez, en amont du site de la laverie				
P270 / SE-13-PLAG-ESU-01	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P513 / SE-14-PLAG-ESU-01	<0.2	<0.5	<0.5	6,1
Rivière le Lez, en aval du site de la laverie				
P273 / SE-13-PLAG-ESU-04	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P275 / SE-13-PLAG-ESU-F04 *(filtré)*	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P517 / SE-14-PLAG-ESU-06	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P520 / SE-14-PLAG-ESU-F06 *(filtré)*	<0.2	<0.5	<0.5	<5

[471] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement*

[472] *Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[473] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les sols de pâturage sur ce site.

[474] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	De 1 000 à 10 000 mg/kg
	> 10 000 mg/kg

[475] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[476] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE DE PASTORALISME N°5 : LAVERIE DE LA PLAGNE

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE



Vue générale du site minier et de ses vestiges (juin 2014)



Résidus de décantation (août 2010)



Prairie avec enclos située en amont de la laverie (septembre 2013)





Rivière le Lez en amont immédiat de la laverie (septembre 2013)



Vestiges bâtis et dépôts miniers associés (août 2010)



Vestiges bâtis et dépôts miniers associés (août 2010)

Figure 155 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°5 – Laverie de La Plagne

ZONE INVESTIGUEE : IRAZEIN

ZONE DE PASTORALISME N°6 : MINES D'IRAZEIN

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°143 *(principalement)*							
Substances retenues sur le site[477]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Parcelles de prairies individuelles au nord du village d'Irazein. Pas d'information sur l'usage de ces prairies (prairies de fauche ou pastoralisme) et aucun animal n'a été vu lors des investigations de terrain en 2013 et en 2014.

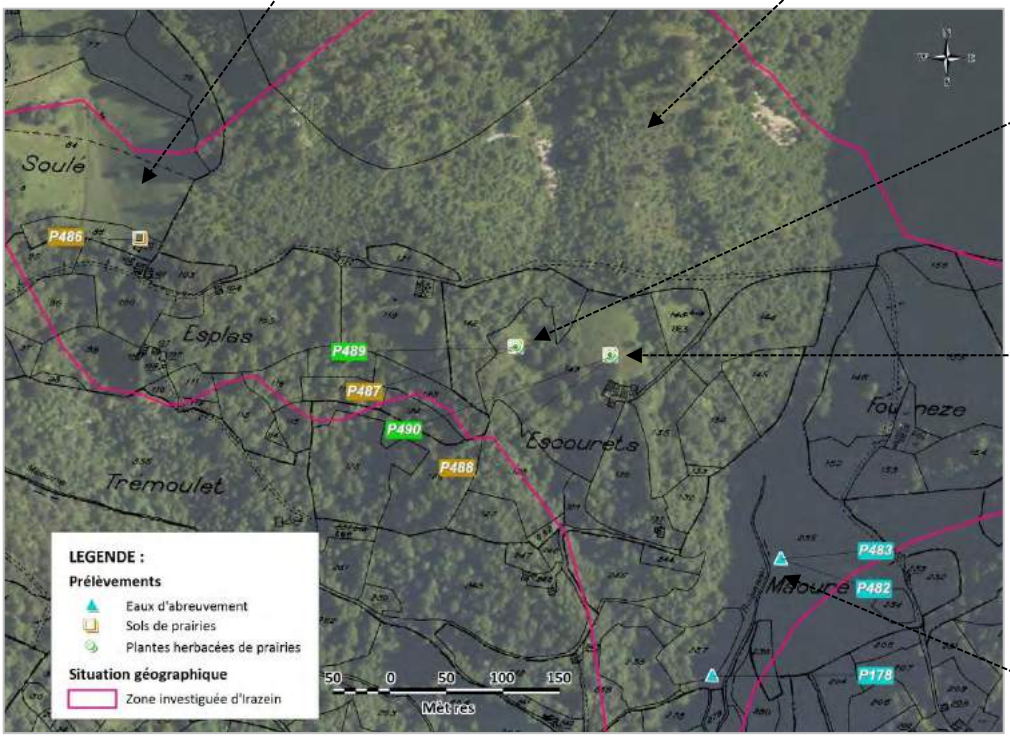
▪ En aval immédiat des travaux miniers occidentaux d'Irazein (exploitation souterraine de cuivre gris), dont les vestiges consistent en des dépôts miniers de stériles de creusement et de résidus grossiers de triage. Altitude de 1 100 m. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux peuvent s'abreuver au ruisseau du Sourd (affluent du ruisseau d'Irazein).

▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe haute, au développement homogène).

Carte et photographies *(vue générale du site ; ci-dessous, en haut à droite)*













[477] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

ZONE DE PASTORALISME N°6 : MINES D'IRAZEIN

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[478,479]

Sols de Pâturage [480]	Sb	As	Cu
Prairie à l'ouest du site, hors influence minière (environnement local témoin)			
P486 / SE-14-IRAZ-SOL-103-0-10	10,5	40,2	18
Prairies en aval des travaux miniers			
P487 / SE-14-IRAZ-SOL-104-0-10	6,46	42,1	30,5
P488 / SE-14-IRAZ-SOL-105-0-10	4,81	31,1	34,3
Plantes herbacées de pâturage[481, 482]	**Sb**	**As**	**Cu**
P489 / SE-14-IRAZ-VEG-104-H	<0.05	<0.1	0,02
P490 / SE-14-IRAZ-VEG-105-H	<0.05	<0.1	0,03
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cu**
Ruisseau du Sourd (affluent du ruisseau d'Irazein), en aval des travaux miniers			
P178 / SE-13-IRAZ-ESU-01	<0.2	0,46	<0.5
P482 / SE-14-IRAZ-ESU-01	<0.2	0,44	<0.5
P483 / SE-14-IRAZ-ESU-F01	<0.2	0,46	<0.5

Figure 156 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°6 – Mines d'Irazein

[478] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement*

[479] *Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cu : Cuivre*

[480] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	< 100 mg/kg

[481] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[482] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE INVESTIGUEE : BULARIC

ZONE DE PASTORALISME N°7 : TRAVAUX MINIERS DE BULARIC

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°758 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[483]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bonac-Vallée d'Orle. Uniquement des ovins (de 1 000 à 1 200 par estive). Présence moins fréquente du cheptel dans cette zone, par rapport au reste de la surface dédiée au groupement pastoral (selon le témoignage des bergers rencontrés lors des investigations de terrain en août 2010 et en juillet 2013). Aucun animal n'a été vu lors des investigations de terrain en 2013 et en 2014.

▪ Au droit du site minier de Bularic et des quelques rares vestiges associés (ouvrages débouchant au jour mis en sécurité et stériles de creusement de faible volume). Altitude de 1 700 m à 1 800 m. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux s'abreuvent au ruisseau de Bularic (cours d'eau le plus accessible dans cette zone).

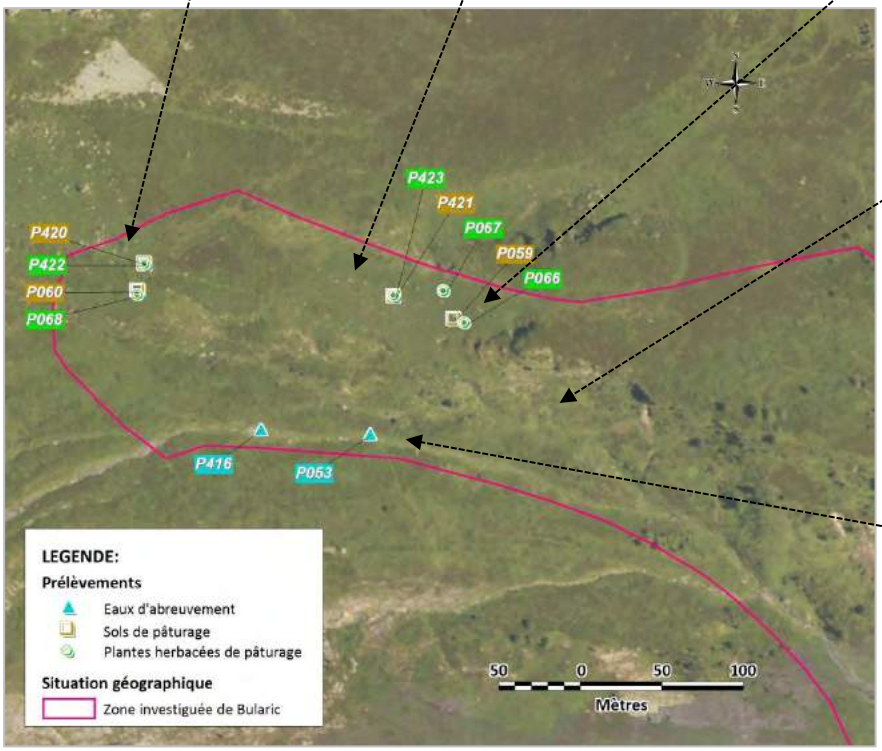
▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe rase à haute, au développement homogène).

Carte et photographies













[483] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

ZONE DE PASTORALISME N°7 : TRAVAUX MINIERS DE BULARIC

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[484,485]

Sols de Pâturage [486]	As	Cd	Zn
Prairie à l'ouest du site, hors influence minière (environnement local témoin)			
P060 / SE-13-BULC-SOL-02-0-10	23	0,6	277
P420 / SE-14-BULC-SOL-101-0-10	24,1	0,57	251
Prairies en bordure nord des travaux miniers			
P059 / SE-13-BULC-SOL-01-0-10	37,7	2,05	820
P421 / SE-14-BULC-SOL-102-0-10	26,7	0,99	431
Plantes herbacées de pâturage[487]	**As**	**Cd**	**Zn**
Prairie à l'ouest du site, hors influence minière (environnement local témoin)			
P068 / SE-13-BULC-VEG-03-H	1,3	0,08	29
P422 / SE-14-BULC-VEG-101-H	0,1	0,02	11
Prairies en bordure nord des travaux miniers			
P066 / SE-13-BULC-VEG-01-H	1,8	0,14	57
P067 / SE-13-BULC-VEG-02-H	1,2	<0.1	57
P423 / SE-14-BULC-VEG-102-H	<0.1	0,01	9,5
Eaux d'abreuvement	**As**	**Cd**	**Zn**
Ruisseau de Bularic, hors influence minière (environnement local témoin)			
P053 / SE-13-BULC-ESU-01	0,52	<0.2	<5
P426 / SE-14-BULC-ESU-01	0,42	<0.2	<5

Figure 157 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°7 – Travaux miniers de Bularic

[484] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement.*

[485] *As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Zn : Zinc*

[486] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	< 1 000 mg/kg

[487] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE INVESTIGUEE : GRAUILLES

ZONE DE PASTORALISME N°8 : TRAVAUX MINIERS DE GRAUILLES

SITUATION GENERALE

Commune	Bonac-Irazein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°756 et N°758 (*territoire domanial*)							
Substances retenues sur le site[488]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bonac-Vallée d'Orle. Uniquement des ovins (de 1 000 à 1 200 par estive). Présence moins fréquente du cheptel dans cette zone, par rapport au reste de la surface dédiée au groupement pastoral (selon le témoignage des bergers rencontrés lors des investigations de terrain en août 2010 et en juillet 2013). Aucun animal n'a été vu lors des investigations de terrain en 2013 et en 2014.

▪ Au droit du site minier de Grauillès et des quelques rares vestiges associés (ouvrages débouchant au jour mis en sécurité et dépôt de stériles de creusement de faible volume). Altitude de 1 150 m. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les animaux s'abreuvent au ruisseau du Bularic (non échantillonné à cet endroit car investigué plus en amont) et potentiellement à l'émergence minière issue de la galerie O22.

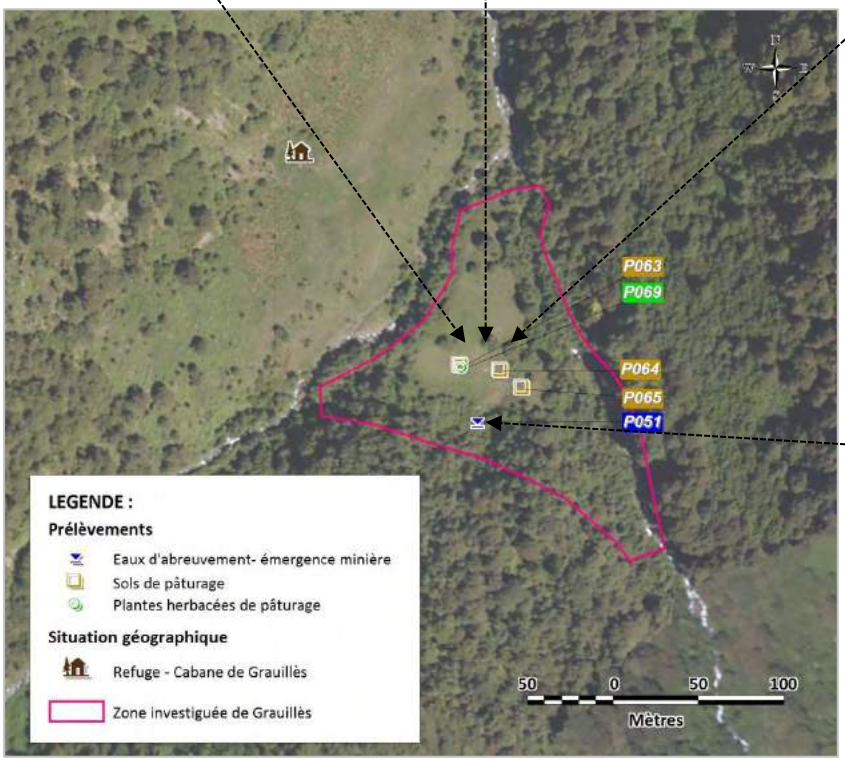
▪ Les prélèvements de sols ont été réalisés soit au niveau de prairies enherbées (herbe rase, au développement homogène).

Carte et photographies













[488] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement abondant en termes de concentration
	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables
	Elément présent à l'état de traces (à de très faibles concentrations)

ZONE DE PASTORALISME N°8 : TRAVAUX MINIERS DE GRAUILLES

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[489,490]

Sols de Pâturage[491] [492]	Sb	Cd	Pb	Zn
P063 / SE-13-BULC-SOL-05-0-10	<1	0,61	72,3	380
P064 / SE-13-BULC-SOL-06-0-10	<1	0,5	66,1	351
P065 / SE-13-BULC-SOL-07-0-10	<1	<0.45	51,9	269
Plantes herbacées de pâturage[493, 494]	**Sb**	**Cd**	**Pb**	**Zn**
P069 / SE-13-BULC-VEG-04-H	<0.5	0,16	5,6	46
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**Cd**	**Pb**	**Zn**
*Ruisseau de Bularic **non visible sur la carte précédente** - Aval travaux miniers de Bularic et amont confluence avec l'Orle*				
P055 / SE-13-BULC-ESU-03	*<0.2*	*<0.2*	*<0.5*	*<5*
P058 / SE-13-BULC-ESU-F03	*<0.2*	*<0.2*	*<0.5*	*<5*
P417 / SE-14-BULC-ESU-03	*<0.2*	*<0.2*	*<0.5*	*<5*
P419 / SE-14-BULC-ESU-F03	*<0.2*	*<0.2*	*<0.5*	*<5*
Emergence minière de la galerie O22				
P051 / SE-13-BULC-ESO-02	<0.2	0,33	3,98	86,5

Figure 158 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°8 – Travaux miniers de Grauillès

[489] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement.*

[490] *Sb : Antimoine ; Cd : Cadmium ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[491] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les sols de pâturage sur ce site.

[492] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	< 1 000 mg/kg

[493] Pas d'environnement local témoin prélevé pour les plantes herbacées de pâturage sur ce site.

[494] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE INVESTIGUEE : EYLIE

ZONE DE PASTORALISME N°9 : PRE- ET POST-ESTIVE A EYLIE

SITUATION GENERALE

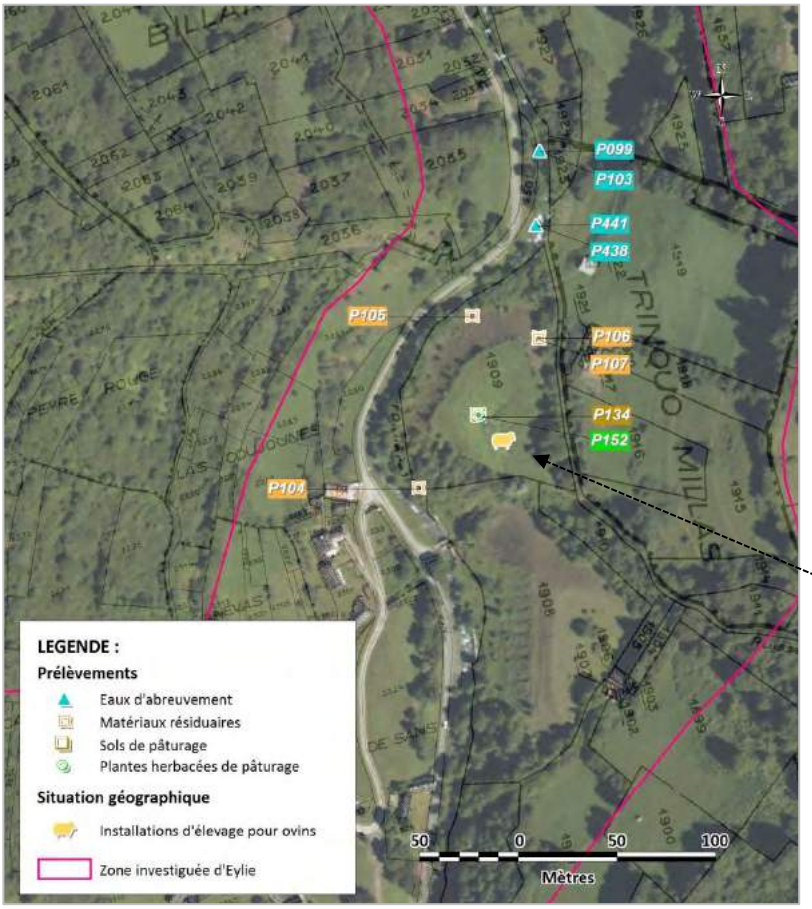
Commune	Sentein							
Parcelle(s) cadastrale(s)	N°1909							
Substances retenues sur le site[495]	Sb	Ag	As	Cd	Cu	Pb	Ti	Zn

Description

▪ Groupement pastoral de Bentaillou. Estive ou « bas-vacant », utilisée en pré- et post-estive pour des ovins. Entretenue et occupée durant plusieurs mois (4 mois à plus) au printemps et à l'automne. Présence de plusieurs installations d'élevage (un enclos de parcage ainsi qu'un abri couvert) ; *cf. point sur la carte*. D'après les observations de terrain, l'hypothèse est faite que les ovins peuvent être conduit pour s'abreuver au niveau de la rivière le Lez mais aucun animal n'a été vu s'y abreuvant.

▪ Au droit du dépôt de résidu « *Aval laverie Nord* » composé de résidus de traitement gravimétrique et de résidus de flottaison de l'usine du Bocard d'Eylie. Les prélèvements de sols ont été réalisés au droit de sols en cours de développement et de résidus miniers affleurant. Développement herbacé hétérogène (nombreuses zones à nu).

Carte et photographies[496] *(voir planche photographique complémentaire à la suite)*









[495] *Sb : Antimoine ; Ag : Argent; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Ti : Titane ; Zn : Zinc*

	Elément potentiellement présent, à des concentrations variables

[496] La photographie du haut met en évidence l'environnement du dépôt (marqué par la flèche noire). On distingue le second dépôt de la zone, le dépôt de résidus miniers « *Aval laverie Sud* »).

ZONE DE PASTORALISME N°9 : PRE- ET POST-ESTIVE A EYLIE

PRELEVEMENTS ET RESULTATS ANALYTIQUES[497,498]

Sols de Pâturage[499]	Sb	As	Cd	Cu	Pb	Zn
*Prairies de fauche **non visibles sur la carte précédente**, hors influence minière (environnement local témoin)*						
P133 / SE-13-EILS-SOL-03-0-10	*<1*	*43,3*	*5,53*	*57,7*	*237*	*676*
P143 / SE-13-EILS-SOL-13-0-10	*<1.1*	*32,7*	*0,87*	*99,8*	*72,6*	*238*
P149 / SE-13-EILS-SOL-50-0-10	*4,49*	*45,5*	*0,93*	*21,1*	*244*	*325*
P444 / SE-14-EILE-SOL-103-0-10	*8,73*	*58,2*	*0,69*	*35*	*52,8*	*93,5*
Zone de pâturage au droit du dépôt (dont matériaux résiduaires affleurant en bordure du dépôt : de P104 à P107)						
P134 / SE-13-EILS-SOL-04-0-10	<1	144	4,78	90,1	238	1810
P104 / SE-13-EILE-SOL-01	4,16	142	23	113	4020	8660
P105 / SE-13-EILE-SOL-02	3,77	145	30,3	145	2190	10000
P106 / SE-13-EILE-SOL-03	3,87	222	36	268	2050	14200
P107 / SE-13-EILE-SOL-04	5,39	145	49	225	2260	15200
Plantes herbacées de pâturage[500]	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
*Prairies de fauche **non visibles sur la carte précédente**, hors influence minière (environnement local témoin)*						
P153 / SE-13-EILS-VEG-13-H	*<0.2*	*<0.1*	*0,04*	*1,7*	*0,8*	*16*
P172 / SE-13-EILS-VEG-50-H	*<0.2*	*<0.1*	*0,03*	*1,6*	*0,6*	*33*
Zone de pâturage au droit du dépôt						
P152 / SE-13-EILS-VEG-04-H	<0.1	0,2	0,03	1,7	0,7	16
Eaux d'abreuvement	**Sb**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Rivière le Lez, en aval des dépôts miniers et de la confluence avec le ruisseau de Laspé (qui affouille le dépôt au nord)						
P099 / SE-13-EILE-ESU-06	<0.2	1,85	0,24	<0.5	1,11	40,2
P103 / SE-13-EILE-ESU-F06 *(filtré)*	<0.2	1,78	0,22	<0.5	<0.5	38,1
P438 / SE-14-EILE-ESU-06	<0.2	1,76	<0.2	<0.5	1,79	11,5
P441 / SE-14-EILE-ESU-F06 *(filtré)*	<0.2	1,59	<0.2	<0.5	<0.5	14,3

[497] *Concentrations en mg/kg de matière sèche pour les sols ; en mg/kg de poids frais pour les plantes herbacées de pâturage et en µg/l pour les eaux d'abreuvement*

[498] *Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

[499] *Légende du code couleur pour les concentrations dans les sols (seuils arbitraires fixés par GEODERIS) :*

	< 10 mg/kg
	De 10 à 100 mg/kg
	De 100 à 1 000 mg/kg
	De 1 000 à 10 000 mg/kg
	> 10 000 mg/kg

[500] Les échantillons de plantes herbacées portent le même numéro que les prélèvements de sols associés.

ZONE DE PASTORALISME N°9 : PRE- ET POST-ESTIVE A EYLIE

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE





Installations d'élevage au droit du dépôt minier (enclos de parcage et abris couvert) (août 2013)





Couvert végétal hétérogène et zones à nu sur zone de pâturage (août 2013)







Flancs du dépôt avec alternance de niveaux sableux et de niveaux argileux (au nord) et affouillement par le ruisseau de Laspé (août 2013)





Rivière le Lez, en aval des dépôts miniers et de la confluence avec le ruisseau de Laspé, prélèvement au sein du flux (août 2013)

Figure 159 : Fiche détaillée de la zone de pastoralisme n°9 – Pré- et post-estive à Eylie

9.4 Interprétation des résultats et conclusions

9.4.1 Qualité des eaux d'abreuvement

9.4.1.1 Rappels méthodologiques

Le lecteur pourra se reporter au rapport INERIS *disponible en version numérique sur le DVD 2 joint* (HULOT, 2015), et en particulier au paragraphe 6.5 de ce document, qui détaille les considérations méthodologiques afférentes à la qualité des eaux d'abreuvement.

Comme rappelé dans le rapport de l'ANSES de 2010 : *« Il n'existe pas d'obligations réglementaires (ni de résultats, ni de moyens) relatives à la qualité sanitaire de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux d'élevage, excepté pour les troupeaux de volailles de l'espèce Gallus gallus »* (ANSES, 2010).

En France, des recommandations peuvent tout de même être émises à partir de deux référentiels : « le SEQ-Eau abreuvement[501] » (qui n'a plus de valeur réglementaire) et les CM_{Eau}, critères de qualité de l'eau proposés par l'ANSES.

Le **SEQ-Eau abreuvement** définit trois niveaux de qualité de l'eau tel que présenté dans le *Tableau 134*, adapté aux substances retenues pour la présente étude.

SUBSTANCE	UNITES	CLASSE D'ALTERATION		
		Bleu	Jaune	Rouge
Arsenic	µg/L	< 50	50 - 500	>500
Cadmium	µg/L	< 5	5 - 20	>20
Cuivre	µg/L	< 500	500 - 5 000	>5 000
Plomb	µg/L	< 50	50 - 100	>100
Zinc	µg/L	< 5 000	5 000 - 50 000	>50 000

Légende :

Bleu	*Eau permettant l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant).*
Jaune	*Eau permettant l'abreuvage des animaux matures, moins vulnérables (bovins, ovins), mais demandant une surveillance accrue.*
Rouge	*Eau inapte à l'abreuvage des animaux*

Tableau 134 : Paramètres associés à l'altération de l'usage abreuvement et seuils de classement associés (adapté de HULOT, 2015)

Le rapport de l'ANSES de 2010 fournit des paramètres d'intérêt et des recommandations de bonnes pratiques pour l'abreuvement des animaux et en particulier les CM_{Eau}, **concentrations maximales dont le dépassement présente un risque pour la santé animale ou la salubrité des denrées animales produites**. Ces valeurs seuils sont calculées par l'ANSES et tiennent compte du type d'espèce animale, de la sensibilité de l'espèce considérée et de l'état physiologique de l'animal (âge notamment).

L'INERIS a réalisé une synthèse des paramètres et CM_{Eau} associés, adaptée aux caractéristiques des sites étudiés et aux substances retenues dans la présente étude. Cette synthèse est fournie dans le *Tableau 135*.

[501] Système d'Evaluation de la Qualité (SEQ) des eaux d'abreuvement

SUBSTANCE	ESPECES ANIMALES (DONT ETAT PHYSIOLOGIQUE)	CM_{EAU} (en µg/L)
Arsenic	Toutes espèces	60
Cadmium	Bovins, ovins, caprins	30
	Jeunes ruminants et monogastriques	10
Cuivre	Ovins	375
	Bovins	1000
	Chevaux	6250
Plomb	Toutes espèces	100
Zinc	Ovins	7500
	Bovins, chevaux	12500

Tableau 135 : CM_{Eau} (concentrations maximales dont le dépassement présente un risque pour la santé animale ou la salubrité des denrées animales produites) calculées par l'ANSES, sélectionné pour la présente étude (adapté de HULOT, 2015)

9.4.1.2 Comparaison aux SEQ-Eau et aux CM_{Eau}

Les 9 zones de pastoralisme étudiées (*détaillées dans le paragraphe 9.3*), sont concernées par la présence de point d'eaux servant à l'abreuvement du bétail, avéré ou supposé. Les concentrations mesurées dans ces eaux[502] (brutes, c'est-à-dire non filtrées) sont comparées aux valeurs guides des SEQ-Eau abreuvement et aux CM_{Eau} dans les *Tableau 136 et Tableau 137*.

[502] À l'exception de l'antimoine, substance à laquelle n'est associé aucune classe d'altération dans le cadre du SEQ-Eau Abreuvement, ni de CM_{Eau} par l'ANSES.

Référence de l'échantillon / Substance	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Unité	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*
ZONE DE PASTORALISME N°1 : TRAVAUX MINIERS DE CHICHOUE					
Ruisseau de Chichoué, hors influence minière (environnement local témoin)					
P070 / SE-13-CHIC-ESU-01	0,88	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P424 / SE-14-CHIC-ESU-01	0,67	<0.2	<0.5	<0.5	<5
ZONE DE PASTORALISME N°2 : MINES DE BENTAILLOU					
Ruisseau de la Cigalère					
P019 / SE-13-BNTE-ESU-02	<0.2	<0.2	<0.5	<0.50	20,1
Emergence minière du travers-banc Saint-Jean					
P017 / SE-13-BNTE-ESO-01	<20	**23**	0,92	22,1	2280
P393 / SE-14-BNTE-ESO-01	<0.2	**17**	<0.5	15,3	1550
ZONE DE PASTORALISME N°3 : TRAVAUX MINIERS DE ROUGE					
Emergence minière du travers-banc de Rouge					
P304 / SE-13-RGEE-ESO-01	0,78	0,34	<0.5	0,93	108
P525 / SE-14-RGEE-ESO-01	0,22	0,28	<0.5	<0.5	81,2
Emergence minière des travaux de Rouge					
P305 / SE-13-RGEE-ESO-02	0,42	<0.2	0,8	<0.5	9,8
P526 / SE-14-RGEE-ESO-02	<0.2	<0.2	<0.5	<0.5	11
ZONE DE PASTORALISME N°4 : INSTALLATIONS DE DECANTATION DE TARTEREAU					
Ruisseau de Tartereau – Amont bassin de décantation, hors influence minière (environnement local témoin)					
P572 / SE-14-TART-ESU-01	2,75	<0.2	<0.5	<0.5	<5
Ruisseau de Tartereau – Aval bassins de décantation					
P371 / SE-13-TART-ESU-03	2,2	<0.2	<0.5	4,23	<5
P574 / SE-14-TART-ESU-03	2,65	<0.2	<0.5	2,16	<5
Plan d'eau installé au-dessus des bassins de décantation					
P370 / SE-13-TART-ESU-02	23,5	0,36	10	**1450**	388
P573 / SE-14-TART-ESU-02	14,2	0,45	11,2	**1080**	352

Légende :

** Substances non retenues au regard de la composition minéralogique des faciès minéralisés sur le site minier associé.*

Gras *: Dépassement d'au moins une des CM_{Eau} définies pour les substances considérées*

Code couleur = comparaison aux valeurs guides SEQ-Eau abreuvement :

	Eau permettant l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant).
	Eau permettant l'abreuvage des animaux matures, moins vulnérables (bovins, ovins), mais demandant une surveillance accrue.
	Eau inapte à l'abreuvage des animaux.

Tableau 136 : Concentrations des eaux d'abreuvement (avérées ou supposées) et comparaison aux valeurs guides SEQ-Eau abreuvement et aux CM_{eau} (ANSES, 2010) pour les zones de pastoralisme n°1 à n°4

Référence de l'échantillon / Substance	As	Cd	Cu	Pb	Zn
Unité	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*
ZONE DE PASTORALISME N°5 : LAVERIE DE LA PLAGNE					
Rivière le Lez, en amont du site de la laverie					
P270 / SE-13-PLAG-ESU-01	-*	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P513 / SE-14-PLAG-ESU-01	-*	<0.2	<0.5	<0.5	6,1
Rivière le Lez, en aval du site de la laverie					
P273 / SE-13-PLAG-ESU-04	-*	<0.2	<0.5	<0.5	<5
P517 / SE-14-PLAG-ESU-06	-*	<0.2	<0.5	<0.5	<5
ZONE DE PASTORALISME N°6 : MINES D'IRAZEIN					
Ruisseau du Sourd (affluent du ruisseau d'Irazein), en aval des travaux miniers					
P178 / SE-13-IRAZ-ESU-01	0,46	-*	<0.5	-*	-*
P482 / SE-14-IRAZ-ESU-01	0,44	-*	<0.5	-*	-*
ZONE DE PASTORALISME N°7 : TRAVAUX MINIERS DE BULARIC					
Ruisseau de Bularic, hors influence minière (environnement local témoin)					
P053 / SE-13-BULC-ESU-01	0,52	<0.2	-*	-*	<5
P426 / SE-14-BULC-ESU-01	0,42	<0.2	-*	-*	<5
ZONE DE PASTORALISME N°8 : TRAVAUX MINIERS DE GRAUILLES					
Emergence minière de la galerie O22					
P051 / SE-13-BULC-ESO-02	-*	0,33	-*	3,98	86,5
ZONE DE PASTORALISME N°9 : PRE- ET POST-ESTIVE D'EYLIE					
Rivière le Lez, en aval des dépôts miniers et de la confluence avec le ruisseau de Laspé (qui affouille le dépôt au nord)					
P099 / SE-13-EILE-ESU-06	1,85	0,24	<0.5	1,11	40,2
P438 / SE-14-EILE-ESU-06	1,76	<0.2	<0.5	1,79	11,5

Légende :

** Substances non retenues au regard de la composition minéralogique des faciès minéralisés sur le site minier associé.*

Code couleur = comparaison aux valeurs guides SEQ-Eau abreuvement :

	Eau permettant l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant).

Tableau 137 : Concentrations des eaux d'abreuvement (avérées ou supposées) et comparaison aux valeurs guides SEQ-Eau abreuvement et aux CM_{eau} (ANSES, 2010) pour les zones de pastoralisme n°5 à n°9

9.4.2 Caractérisation des milieux d'exposition du bétail

Bien qu'il n'existe pas à l'heure actuelle de valeurs réglementaires pour les milieux d'exposition du bétail (*cf. paragraphe 9.2*), GEODERIS a caractérisé l'état des trois milieux d'exposition concernés (sols de pâturage, plantes herbacées de pâturage et eaux d'abreuvement) et en propose une synthèse, par zone de pastoralisme étudiée, dans le *Tableau 138*.

L'état « *pas ou peu impacté* », « *dégradé* » ou « *très dégradé* » des milieux, pour une ou plusieurs substances, a été défini par GEODERIS au regard des résultats obtenus, tenant compte :

- des concentrations mesurées ;
- **de la comparaison aux environnements locaux témoins éventuels** ;
- du nombre de prélèvements réalisés, qui doit être suffisant pour être représentatif.

Ces résultats sont détaillés, par zone de pastoralisme, dans les paragraphes suivants (*9.4.2.1 à 9.4.2.9*).

Zone de pastoralisme étudiée	Sols de pâturage	Plantes herbacées de pâturage	Eaux d'abreuvement
ZP01 - Travaux miniers de Chichoué	As, Pb, Zn	Pb, Zn	-
ZP02 - Mines de Bentaillou	As, Pb, Zn	Zn	Cd
ZP03 - Travaux miniers de Rouge	Pb, Zn	Zn	-
ZP04 - Installations de décantation de Tartereau	Sb, As, Pb, Zn	-[503]	Pb
ZP05 - Laverie de La Plagne[504]	Zn / Pb	Zn	-
ZP06 - Mines d'Irazein	-	-	-
ZP07 - Travaux miniers de Bularic	Zn	Zn	-
ZP08 - Travaux miniers de Grauillès	-	Pb, Zn	-
ZP09 - Pré- et post-estive à Eylie	Pb, Zn / As	-	-

Légende :

** Sb : Antimoine ; As : Arsenic ; Cd : Cadmium ; Cu : Cuivre ; Pb : Plomb ; Zn : Zinc*

	Milieu pas ou peu impacté
	Milieu dégradé
	Milieu très dégradé

Tableau 138 : Etat des milieux d'exposition du bétail au droit des 9 zones de pastoralisme étudiées

[503] Un seul prélèvement de plantes herbacées de pâturage a été réalisé sur ce site, il est donc considéré comme non représentatif des tendances réelles dans les prairies environnantes.
[504] À l'exception d'un prélèvement réalisé au droit des bassins de décantation présentant des concentrations élevées à très élevées en cadmium, en cuivre, en plomb et en zinc.

9.4.2.1 Travaux miniers de Chichoué

Les sols de pâturage sont très dégradés et présentent des teneurs élevées à très élevées en arsenic, en plomb et en zinc ; avec des valeurs maximales respectivement de : **405 mg/kg, 32 400 mg/kg et 13 000 mg/kg**.

À titre de comparaison, le prélèvement témoin de sols de pâturage témoin présente les concentrations suivantes : **52 mg/kg en arsenic, 186 mg/kg en plomb et 215 mg/kg en zinc**.

11 des 16 prélèvements de sols présentent des concentrations en plomb qui excèdent 1 000 mg/kg , dont 3 qui excèdent le pourcent en cette substance.

Les plantes herbacées de pâturage présentent des teneurs moyennes en plomb et en zinc, respectivement jusqu'à **10 mg/kg et 43 mg/kg** pour l'un des prélèvements.

→ *Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des plantes herbacées de pâturage pour la zone de Rouge : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.*

Les eaux d'abreuvement (ruisseau et étang de Chichoué ici) ont cependant une signature métallique très peu marquée ; a plupart des substances présentant des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques de mesure ou des concentrations très faibles.

9.4.2.2 Mines de Bentaillou

Les sols de pâturage, bien que dégradés, présentent des teneurs moyennes à élevées en arsenic, en plomb et en zinc dont les valeurs maximales mesurées sont respectivement de **234 mg/kg, 2 000 mg/kg et 2 530 mg/kg**.

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur les lithologies en présence, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin de sols de pâturage pour la zone de Chichoué : ***52 mg/kg en arsenic, 186 mg/kg en plomb et 215 mg/kg en zinc****.*

Les plantes herbacées de pâturage présentent des teneurs moyennes en plomb et en zinc, respectivement jusqu'à 3 mg/kg et 61 mg/kg.

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des plantes herbacées de pâturage pour la zone de Rouge : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement, l'émergence minière du travers-banc Saint-Jean présente des concentrations élevées en cadmium, jusqu'à **23 µg/l**. D'après les critères des SEQ-Eau abreuvement et des CM_{Eau} de l'ANSES, cette eau est **inapte à l'abreuvage des animaux** (*cf. paragraphe 9.4.1.2*).

Ces conclusions ne sont pas valables pour les eaux du ruisseau de la Cigalère, qui présente des concentrations en métaux et métalloïdes telles que cette eau « *[permet] l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant)* » si l'on se réfère aux valeurs guides du SEQ-Eau abreuvement.

9.4.2.3 Travaux miniers de Rouge

Les sols de pâturage présentent des concentrations :

- faibles à moyennes en cadmium (avec une valeur maximum à **99 mg/kg**) ;
- faibles à moyennes en arsenic (avec une valeur maximum à **287 mg/kg**) ;
- moyennes à élevées en plomb (avec une valeur maximum à **4 710 mg/kg**) ;
- élevées à très élevées en zinc (avec une valeur maximum à **57 000 mg/kg**).

Il est important de noter que les teneurs les plus élevées pour tous les métaux ont été mesurées sur les prélèvements réalisés au droit de la plateforme de Rouge.

À titre de comparaison, le prélèvement témoin de sols de pâturage présente les concentrations suivantes : **inférieure au seuil de détection analytique (soit 0,5 mg/kg) en cadmium**, **32 mg/kg en arsenic, 99 mg/kg en plomb et 70 mg/kg en zinc**.

Les plantes herbacées de pâturage présentent des teneurs moyennes en plomb et élevées en zinc ; respectivement jusqu'à **5,7 mg/kg et 120 mg/kg** pour un prélèvement situé en aval de la station de téléphérique de Rouge.

À titre de comparaison, le prélèvement témoin de plantes herbacées de pâturage présente les concentrations suivantes : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement, les prélèvements d'eau de l'émergence minière du travers-banc de Rouge présentent des concentrations en métaux et métalloïdes telles, que cette eau « *[permet] l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant)* » si l'on se réfère aux valeurs guides du SEQ-Eau abreuvement.

GEODERIS attire cependant l'attention du lecteur sur le fait que les sédiments prélevés en fond de canalisation de l'émergence minière du travers-banc de Rouge *(Figure 160)* présentent des concentrations élevées en arsenic et très élevées en zinc (pour les trois prélèvements réalisés, de l'ordre de **300 mg/kg en arsenic et de 10 000 mg/kg en zinc**).

Cependant les eaux du ruisseau de Rouge (en amont des travaux miniers) présentent une signature métallique très peu marquée ; la plupart des substances présentant des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques ou des concentrations très faibles.



Figure 160 : Emergence minière du travers-banc de Rouge utilisée comme eaux d'abreuvement

9.4.2.4 Installations de décantation de Tartereau

Les sols de pâturage présentent des concentrations :

- faibles en antimoine (avec une valeur maximum en un point à **391 mg/kg**) ;
- moyennes à élevées en arsenic (avec une valeur maximum à **423 mg/kg**) ;
- élevées à très élevées en plomb (avec une valeur maximum à **57 300 mg/kg**) ; *il est à noter que sur les 7 prélèvements, 6 dépassent une teneur de 1 000 mg/kg, dont deux qui excèdent le pourcent*) ;
- élevées à très élevées en zinc (avec une valeur maximum à **44 200 mg/kg**).

À titre de comparaison, le prélèvement témoin de sols de pâturage présente les concentrations suivantes : **2 mg/kg en antimoine**, **87 mg/kg en arsenic, 151 mg/kg en plomb et 356 mg/kg en zinc**.

D'après les observations de terrain, les animaux se reposent en priorité au droit des résidus de décantation, caractérisé notamment par le prélèvement *SE-13-TART-SOL-03* dont les concentrations correspondent aux maxima en antimoine, en arsenic, en plomb et en zinc susmentionnés.

Concernant les plantes herbacées de pâturage, le seul prélèvement réalisé présente des teneurs moyennes en plomb et en zinc, respectivement de 14 mg/kg et de 42 mg/kg.

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des plantes herbacées de pâturage pour la zone de Rouge : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement et d'après les observations de terrain, les animaux s'abreuvent préférentiellement dans le plan installé au droit des bassins de décantation *(Figure 161)*. Les eaux associées présentent des concentrations très élevées en plomb, avec un maximum de **1 450 µg/l** ; et élevées en arsenic, avec un maximum de **23,5 µg/l**. D'après les critères des SEQ-Eau abreuvement et des CM_{Eau} de l'ANSES, cette eau est **inapte à l'abreuvage des animaux** (*cf. paragraphe 9.4.1.2*). De surcroît, ce plan d'eau contient des quantités importantes de sédiments fins qui ont fait l'objet d'un prélèvement en 2014, mettant en évidence des concentrations très importantes en certains métaux et métalloïdes étudiés, avec : **103 mg/kg en arsenic, 116 mg/kg en cadmium, 4 450 mg/kg en zinc et 18 100 mg/kg en plomb**.

Cependant les eaux du ruisseau de Tartereau présentent une signature métallique très peu marqué, la plupart des substances présentant des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques ou des concentrations très faibles.





Figure 161 : Plan d'eau installé au droit des bassins de décantation de Tartereau, utilisé pour l'abreuvement

9.4.2.5 Laverie de la Plagne

8 des 9 prélèvements de sols de pâturage présentent des concentrations :

- moyennes en plomb, inférieures à 500 mg/kg à l'exception d'un point avec une concentration de **1 940 mg/kg** ;
- moyennes à élevées en zinc (avec une valeur maximum à **11 200 mg/kg**).

Cependant, le prélèvement P282/*SE-13-PLAG-SOL-05,* considéré comme représentatif de la composition des résidus de décantation *(Figure 162)*, met en exergue ces concentrations élevées pour toutes les substances d'intérêt : **117 mg/kg en cadmium, 1 720 mg/kg en cuivre, 10 400 mg/kg en plomb et 74 600 mg/kg en zinc**.

À titre de comparaison, le prélèvement témoin de sols de pâturage présente les concentrations suivantes : **2 mg/kg en cadmium**, **27 mg/kg en cuivre, 212 mg/kg en plomb et 420 mg/kg en zinc**.

Les plantes herbacées de pâturage présentent des teneurs moyennes en plomb et moyennes à élevées en zinc ; respectivement jusqu'à 3 mg/kg et 73 mg/kg.

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des plantes herbacées de pâturage pour la zone de Rouge : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement ; c'est-à-dire les eaux de la rivière Le Lez (que ce soit d'ailleurs en amont hydraulique ou en aval hydraulique de la laverie), elles ne présentent pas de signature métallique. Toutes les substances présentent des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques (*à l'exception d'un prélèvement d'eaux de surface présentant une concentration en zinc de 6,1 µg/l, tandis que le seuil de détection est de 5 µg/l*).



Figure 162 : Bassins de décantation au droit du site de la laverie de La Plagne

9.4.2.6 Mines d'Irazein

Les sols de pâturage de ce site présentent des concentrations faibles en antimoine, en arsenic et en cuivre, comparables à celles des environnements locaux témoins associés.

Les eaux d'abreuvement (supposées, au sein du ruisseau du Sourd) et les plantes herbacées de pâturage ont une signature métallique presque nulle (concentrations mesurées quasi-exclusivement sous les seuils de détection analytiques).

9.4.2.7 Travaux miniers de Bularic

Les sols de pâturage présentent des concentrations faibles en arsenic (comparables à celles de l'environnement local témoin) et des concentrations moyennes en zinc (avec un maximum à **820 mg/kg**).

À titre de comparaison, les prélèvements témoins de sols de pâturage présentent des concentrations de l'ordre de : 24 mg/kg en arsenic et 260 mg/kg en zinc.

Les plantes herbacées de pâturage présentent des teneurs très faibles en arsenic et en cadmium et moyennes en zinc, jusqu'à 57 mg/kg.

À titre de comparaison, les prélèvements témoins de plantes herbacées de pâturage présentent des concentrations de l'ordre de 15 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement ; c'est-à-dire les eaux du ruisseau de Bularic (*en amont hydraulique des travaux miniers, dans la zone étudiée*), elles présentent une signature métallique très peu marqué, la plupart des substances présentant des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques ou des concentrations très faibles.

9.4.2.8 Travaux miniers de Grauillès

Les sols de pâturage présentent des concentrations faibles en plomb et en zinc, respectivement ju**squ'à 72 mg/kg et 380 mg/kg.**

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle l'ordre de grandeur des concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des sols de pâturage pour la zone de Bularic : 70 mg/kg en plomb et 260 mg/kg en zinc.

Concernant les plantes herbacées de pâturage, le seul prélèvement réalisé présente des teneurs moyennes en plomb et en zinc, respectivement de 5,6 mg/kg et de 46 mg/kg.

Bien que l'on ne dispose pas d'environnement local témoin sur cette lithologie, on rappelle les concentrations mesurées dans le prélèvement témoin des plantes herbacées de pâturage pour la zone de Rouge : 0,3 mg/kg en plomb et 11 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement, le prélèvement d'eau de l'émergence minière de la galerie O22 présente des concentrations en métaux et métalloïdes telles, qu'elle « *[permet] l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux « adolescents », en gestation ou allaitant)* » si l'on se réfère aux valeurs guides du SEQ-Eau abreuvement.
De plus, les eaux du ruisseau de Bularic ne présentent pas de signature métallique. Toutes les substances présentent des concentrations inférieures aux seuils de détection analytiques (*et ce, pour les 4 prélèvements réalisés*).

9.4.2.9 Pré- et post-estive d'Eylie

Les sols de pâturage présentent des concentrations :

- moyennes en arsenic (avec une valeur maximum à **222 mg/kg**) ;
- moyennes en cadmium (avec une valeur maximum à **49 mg/kg**) ;
- élevées en plomb (avec une valeur maximum à **4 020 mg/kg**) ;
- moyennes à élevées en zinc (avec une valeur maximum à **15 200 mg/kg**).

À titre de comparaison, les prélèvements témoins de sols de pâturage présentent des concentrations maximum de : **58,2 mg/kg en arsenic, 5,5 mg/kg en cadmium, 244 mg/kg en plomb et 676 mg/kg en zinc**.

Il est à noter que sur cette zone, les sols s'apparentent davantage à des résidus miniers purs, étant donné que la végétation n'est que peu développée *(Figure 163)*.

Concernant les plantes herbacées de pâturage, le seul prélèvement réalisé présente des teneurs faibles en plomb et en zinc, respectivement de 0,7 mg/kg et de 16 mg/kg.

À titre de comparaison, les prélèvements témoins de plantes herbacées de pâturage présentent des concentrations de l'ordre de 0,7 mg/kg en plomb et de 20 mg/kg en zinc.

Concernant les eaux d'abreuvement ; c'est-à-dire les eaux de la rivière Le Lez ici, elles présentent des concentrations en métaux et métalloïdes telles, qu'elles « *[permettent] l'abreuvage de tous les animaux, y compris les plus sensibles (animaux "adolescents", en gestation ou allaitant)* » si l'on se réfère aux valeurs guides du SEQ-Eau abreuvement.



Figure 163 : Dépôt de résidus miniers sur lequel est installée la zone de pré et post-estive

10 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS SUR LE SECTEUR DE SENTEIN

10.1 Préambules sur les recommandations

Pour rappel, le secteur d'étude a été organisé en 17 zones investiguées, associées aux communes de Sentein, Bonac-Irazein, Uchentein et les Bordes-sur-Lez de la façon suivante :

- les sites de : Chichoué, Bentaillou, Rouge, Tartereau, La Plagne, Eylie, Moulin, hameau de la Parade, hameau du Pont de l'Isard et Sentein, sur la **commune de Sentein** ;
- les sites de : Bularic, Grauillès, Irazein, Bonac et Lascoux, sur la **commune de Bonac-Irazein** ;
- le site d'Esperris sur la **commune d'Uchentein** ;
- le site de Pont d'Ayer sur la **commune des Bordes-sur-Lez**.

La *Figure 164* localise les 17 zones et précise si au moins une mesure principale ou secondaire a été recommandée par GEODERIS sur la zone investiguée.

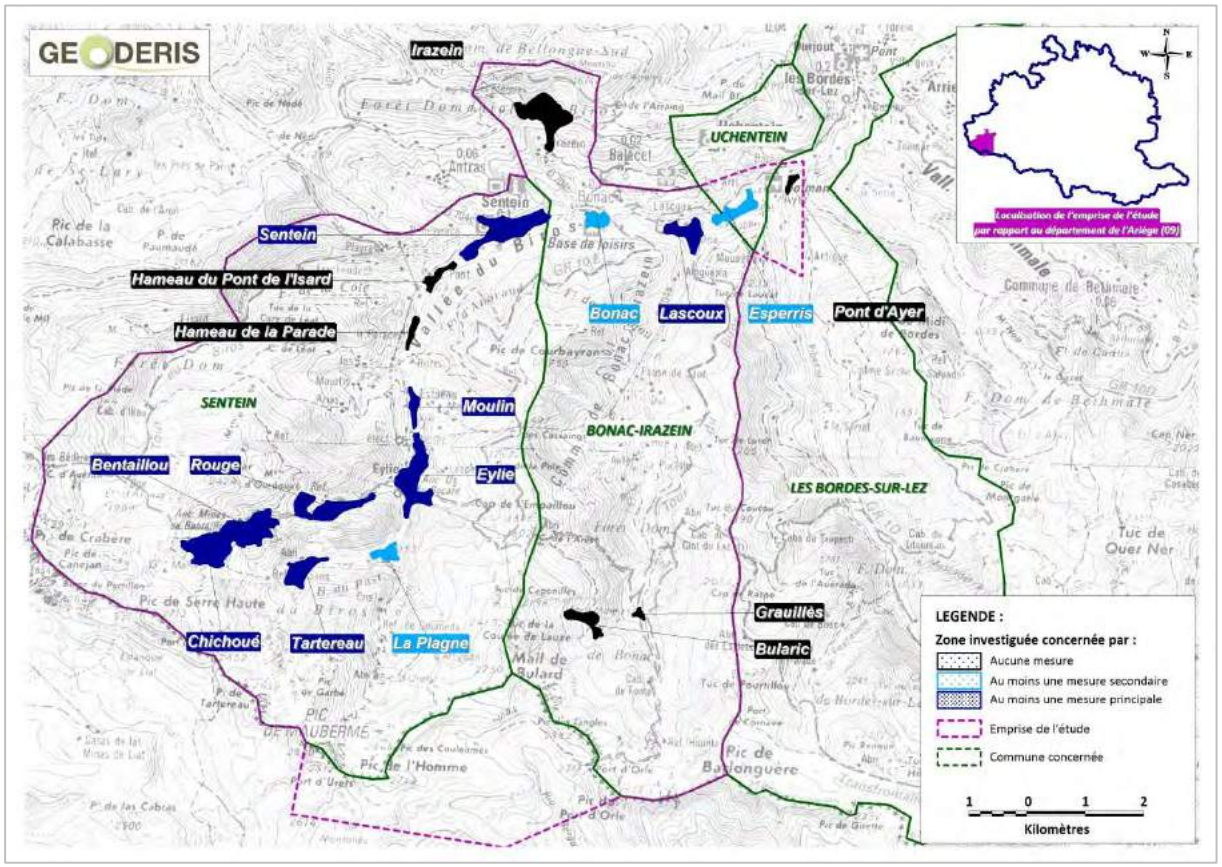


Figure 164 : Situation des 17 zones investiguées en termes de recommandations, sur fond SCAN 100 ® IGN[505]

[505] Dans le cas d'Esperris, les deux recommandations de GEODERIS concernent des mesures à mettre en œuvre en cas de changement d'usage.

10.1.1 Zones investiguées exemptes de recommandations

Au préalable, il est précisé que **GEODERIS n'émet aucune recommandation sur les sites suivants** (les motifs sont précisés) :

- **Pont d'Ayer**, sur la commune des Bordes-sur-Lez :
  - aucun scénario d'exposition retenu,
  - aucune zone de pastoralisme identifiée ;
- **Irazein**, sur la commune de Bonac-Irazein :
  - aucun scénario d'exposition retenu,
  - zone de pastoralisme étudiée ne présentant pas de risque potentiel pour le bétail (*référencée ZP 06, cf. paragraphe 9.4.2.6*) ;
- **Bularic**, sur la commune de Bonac-Irazein :
  - un scénario d'exposition retenu et milieux compatibles avec les usages qui en sont faits (*scénario n°10*, *cf. paragraphe 8.5.4*),
  - zone de pastoralisme étudiée ne présentant pas de risque potentiel pour le bétail (*référencée ZP 07, cf. paragraphe 9.4.2.7) ;*
- **Grauillès**, sur la commune de Bonac-Irazein :
  - un scénario d'exposition retenu et milieux compatibles avec les usages qui en sont faits (*scénario n°11*, *cf. paragraphe 8.5.4*),
  - zone de pastoralisme étudiée ne présentant pas de risque potentiel pour le bétail (*référencée ZP 08, cf. paragraphe 9.4.2.8) ;*
- **Hameau de la Parade et hameau de Pont de l'Isard**, sur la commune de Sentein :
  - trois scénarios d'exposition retenus et milieux compatibles avec les usages qui en sont fait (*cf. paragraphe 10.5.8*).

10.1.2 Information complémentaire à l'EQRS pour l'élaboration des recommandations

Plusieurs scénarios d'exposition étudiés présentent des incompatibilités usages-milieux tenant compte : de l'état actuel des usages et/ou d'une fréquentation associée à une résidence permanente (« *scénario générique* ») et/ou des incertitudes.

GEODERIS a donc demandé à l'INERIS de déterminer le nombre de jours à partir duquel le scénario étudié présentait une incompatibilité usages-milieux pour certains scénarios seulement (à savoir les scénarios n°1, n°7, n°21, n°22, n°23, n°25, n°27, n°28, n°32, n°33, n°36, n°44, n°49, n°50 et n°69). Cette information, sans supplanter les conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS), a consisté en une aide à la décision pour l'élaboration des recommandations de GEODERIS.

Cette donnée est fournie dans les tableaux de synthèse des recommandations et discutées dans les paragraphes descriptifs associés.

10.1.3 Cas particulier des jardins potagers

Parmi les scénarios d'exposition associés aux activités de jardinage étudiés (*adulte-jardinier – ingestion de sols*), la très grande majorité présente une incompatibilité usages-milieux, tenant compte des incertitudes analytiques. **Sur les 17 scénarios « adulte jardinier » étudiés, 15 sont incompatibles dont 12 pour lequel le risque est uniquement associé à l'arsenic** avec des résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) tels que ERI (As) $>10^{-5}$. De plus, certains des scénarios ainsi incompatibles peuvent présenter des concentrations en arsenic situées dans la gamme de valeurs de l'environnement local témoin, tenant compte des incertitudes analytiques.

De plus, comme signalé dans le paragraphe dédié (*paragraphe 8.6 « Synthèse de l'évaluation quantitative des risque sanitaires »*), l'étude de ce type de scénario requiert méthodologiquement la prise en compte de **paramètres conservatoires, en particulier en termes de période d'exposition** (54 années au total, de 16 ans à 70 ans).

Lorsqu'elles ont pu être réalisées, **les analyses de bioaccessibilité ont permis de réduire significativement le risque sanitaire potentiel associé à la prise en compte de l'arsenic** : *« Dans le cadre de la présente étude, des mesures de bioaccessibilité ont été réalisées sur un certain nombre d'échantillons notamment de sol et de végétaux potagers.*

Pour rappel, pour les sols, les bioaccessibilités sont comprises pour :

- *le plomb entre une dizaine de pourcents à 100% ;*
- *l'arsenic entre une dizaine de pourcents à 60% ;*
- *le cadmium entre une dizaine de pourcents à 60% ;*
- *l'antimoine entre quelques pourcents à une vingtaine de pourcents.*

Ces mesures, dans plusieurs cas, ont permis un ajustement des expositions et des risques, laissant apparaître de potentielles surestimations des expositions et des risques dans certains scénarios en l'absence de ce type d'information, mais cela plus particulièrement pour l'arsenic et le cadmium. En effet, les valeurs de bioaccessibilité relative pour le plomb n'ont pas permis une diminution significative des expositions, les valeurs étant généralement supérieures à 50% (cf. également dans le calcul des expositions, la prise en compte d'un facteur 2) » (HULOT, 2015).

Pour les jardins potagers, GEODERIS se basera sur les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) globale, qui intègre à la fois l'exposition d'un adulte aux sols lors des activités de jardinage et l'exposition lors de l'ingestion des végétaux autoproduits. Cependant, GEODERIS attire l'attention sur le fait que l'INERIS a mis en évidence des dépassements de valeurs réglementaires dans certains échantillons de plantes potagères (HULOT, 2015) **malgré le fait que l'EQRS globale puisse aboutir à des scénarios compatibles.**

Tenant compte de ces éléments et afin de proposer des recommandations adaptées à ces incertitudes, GEODERIS a défini **arbitrairement** les critères suivants pour établir ses recommandations. **Pour qu'un jardin potager présentant une incompatibilité usages - milieux fasse l'objet de recommandations, ce dernier doit être tel que :**

- **l'EQRS ait conclu pour le scénario « adulte jardinier - ingestion de sols » à un QD total ≥ 0,8[506] ;**
- **des dépassements de valeurs réglementaires sur une proportion importante (environ 50%) des plantes potagères prélevées aient été observés.**

[506] Dans la gamme de 20%, tenant compte des incertitudes analytiques, par rapport au critère de risque de 1 dans la démarche d'approfondissement de l'EQRS

10.2 Recommandations du HCSP (HULOT, 2015)

Le Haut Conseil à la santé publique (HCSP) a proposé en juillet 2014 de nouvelles modalités de gestion relatives à l'exposition au plomb, dans un document paru durant la réalisation de la présente étude (Haut Conseil de la Santé Publique, 2014). Ainsi, sont indiqués les éléments suivants :

- des concentrations entraînant un dépistage (*cf. Tableau 139*) ;
- « un niveau de vigilance » ;
- 3 cas définis par le HCSP au regard des concentrations dans les sols :
    - **sol avec des concentrations < 100 mg/kg** (moyenne arithmétique) : pas de préconisations particulières,
    - **sol avec des concentrations > 300 mg/kg** (moyenne arithmétique) : suivi des recommandations, dépistage des enfants et des femmes enceintes, préconisé dans la zone à considérer, étude de risque (une attention particulière aux sols d'espaces collectifs et conditions d'exposition actuelles et futures),
    - **sol avec des concentrations entre 100 et 300 mg/kg** : réalisation d'une évaluation des risques avec la VTR de l'EFSA et analyse technico-économique pour déterminer les mesures de gestion.

Le *Tableau 139* indique les concentrations correspondant au « niveau déclenchant un dépistage » dans les différents milieux.

Milieu	Sols	Poussières déposées dans les logements[507]	Eau de boisson
Concentration moyenne entraînant un dépistage du saturnisme (plombémie attendue > 50 µg/L chez environ 5% des enfants)	300 mg(Pb)/kg (sol)	70 µg/m²	20 µg/l

Tableau 139 : « Niveaux déclenchant un dépistage », selon les recommandations du HCSP (HULOT, 2015)

Si l'on prend en compte les 99 prélèvements de sols retenus pour l'étude des scénarios d'exposition (hors prélèvements associés aux jardins potagers et associés aux matériaux résiduaires affleurant, qui peuvent d'ailleurs être concernés par des usages), on constate que : **57% excèdent une concentration de 300 mg/kg, correspondant au « niveau déclenchant un dépistage » selon le HCSP** (*cf. cellules marquées de rouge dans le Tableau 140*) **et 22% excèdent une concentration de 3 000 mg/kg, soit 10 fois cette valeur guide** (*cf. cellules marquées de bordeaux dans le Tableau 140).*

Dans ce contexte, GEODERIS reprend les recommandations de l'INERIS : *« Au regard des concentrations mesurées en plomb dans les sols de surface au droit de plusieurs zones, dans une gamme de quelques mg/kg à quelques dizaines de g/kg, il convient aux autorités sanitaires de juger de la pertinence de la mise en place d'un dépistage chez les jeunes enfants, femmes enceintes ou femmes en âge de procréer »* (HULOT, 2015).

[507] Pour information, la littérature indique une masse moyenne de poussières par m^2 évaluée à 0,33 mg/m^2, ainsi en multipliant par 3 la concentration surfacique ($\mu g/m^2$) est obtenue la concentration massique (µg/g).

Référence unique	Référence GEODERIS	N° Scénario	As	Cd	Pb	Zn
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
			30%	15%	15%	15%
			1	0,4	5	5
CHICHOUE						
Promenade le long du GR transfrontalier						
P428	**SE-14-CHIC-SOL-104-0-3**	**14**	26,1	1,58	2370	505
Bivouac en bordure de l'étang de Chichoué						
P425	**SE-14-CHIC-SOL-101-0-10**	**12**	48,1	<0.46	311	218
P426	**SE-14-CHIC-SOL-102-0-3**	**12**	66,4	1,76	567	608
Randonnée et pique-nique sous les travaux de Chichoué						
P081	**SE-13-CHIC-SOL-07-0-10**	**13**	133	7,56	11000	3110
P082	**SE-13-CHIC-SOL-08-0-10**	**13**	371	11,5	32400	6510
P084	**SE-13-CHIC-SOL-10-0-10**	**13**	38,3	<0.41	811	398
P089	**SE-13-CHIC-SOL-15-0-10**	**14**	33	1,42	669	716
P090	**SE-13-CHIC-SOL-16-0-10**	**13**	161	1,91	1940	1170
P091	**SE-13-CHIC-SOL-17-0-10**	**14**	21,6	1,91	1030	730
P429	**SE-14-CHIC-SOL-105-0-10**	**13**	152	21,7	27000	13000
P430	**SE-14-CHIC-SOL-106-0-10**	**13**	153	1,38	3270	990
P431	**SE-14-CHIC-SOL-107-0-10**	**13**	53,9	2,44	4750	920
BENTAILLOU						
Refuge pastoral						
P038	**SE-13-BNTS-SOL-01-0-3**	**1**	82,7	20,1	2470	3870
P405	**SE-14-BNTE-SOL-103-0-3**	**1**	121	32,4	5300	6910
Refuges et logements temporaires de Bentaillou						
P039	**SE-13-BNTS-SOL-02-0-3**	**2 / 4**	89	4,59	928	1450
P040	**SE-13-BNTS-SOL-03-0-3**	**2 / 3 / 4**	86,3	7,64	1110	2770
P042	**SE-13-BNTS-SOL-05-0-3**	**2 / 3**	44,8	11,7	2270	4520
P410	**SE-14-BNTE-SOL-108-0-3**	**2 / 3**	56,5	7,86	1280	2730
P411	**SE-14-BNTE-SOL-109-0-3**	**2 / 4**	83,4	12,5	1820	4590
Visite des vestiges miniers						
P046	**SE-13-BNTS-SOL-09-0-1**	**6**	31,6	18,3	1990	9010
P047	**SE-13-BNTS-SOL-10-0-2**	**6**	10	14,9	875	3400
Promenade le long de la Crête						
P403	**SE-14-BNTE-SOL-101-0-3**	**5**	206	26,2	8900	8740
ROUGE						
Plateforme de Rouge						
P320	**SE-13-RGES-SOL-03-0-3**	**55**	287	98,7	4710	57000
P321	**SE-13-RGES-SOL-04-0-3**	**55**	125	18,3	336	5930
P536	**SE-14-RGEE-SOL-103-0-3**	**55**	233	47,6	995	38200
Station de Rouge						
P324	**SE-13-RGES-SOL-07-0-3**	**56**	61,1	50,8	1530	12200
P537	**SE-14-RGEE-SOL-104-0-3**	**57**	40,5	0,73	78,5	152
P539	**SE-14-RGEE-SOL-106-0-10**	**56**	38,6	12,4	1100	2760
Cueillette de myrtilles						
P322	**SE-13-RGES-SOL-05-0-10**	**57**	37	<0.40	48,6	38,6
TARTEREAU						
P586	**SE-14-TART-SOL-105-0-10**	**73**	104	2,53	4370	1410
P587	**SE-14-TART-SOL-106-0-10**	**73**	99,9	3,12	4580	1190

Tableau 140 : Concentrations en arsenic, en cadmium, en plomb et en zinc mesurées dans les prélèvements de sols retenus pour l'étude des scénarios d'exposition

Référence unique	Référence GEODERIS	N° Scénario	As	Cd	Pb	Zn
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
			30%	15%	15%	15%
			1	0,4	5	5
LA PLAGNE						
Visite des vestiges miniers						
P522	**SE-14-PLAG-SOL-102-0-3**	72	183	23,4	2170	10200
P523	**SE-14-PLAG-SOL-103-0-3**	72	234	28,9	4110	20000
Promenade le long du GR10 vers le Cirque de la Plagne ou vers le Port d'Urets						
P286	**SE-13-PLAG-SOL-09-0-5**	71	142	4,41	638	3090
P524	**SE-14-PLAG-SOL-104-0-5**	70	71,2	1,84	241	543
EYLIE						
Habitation sur dépôt de résidus miniers « Aval laverie Sud »						
P131	**SE-13-EILS-SOL-01-0-3**	25	207	21,3	1920	7110
P132	**SE-13-EILS-SOL-02-0-3**	25	226	14,4	1560	4640
Habitation aménagée au droit des anciens logements de mineurs						
P445	**SE-14-EILE-SOL-105-0-3**	27	63,1	6,8	1410	3000
P446	**SE-14-EILE-SOL-106-0-3**	27	60,7	8,91	2100	3870
Habitations au hameau d'Eylie-d'en-Haut						
P448	**SE-14-EILE-SOL-108-0-3**	22	48,9	12,4	1060	3370
P457	**SE-14-EILE-SOL-126-0-3**	23	40,5	10,9	1460	3820
P458	**SE-14-EILE-SOL-127-0-3**	23	43,2	9,96	1160	3040
Habitations dans la plaine alluviale du Lez						
P148	**SE-13-EILS-SOL-18-0-3**	21	71,6	20,2	3360	10200
P447	**SE-14-EILE-SOL-107-0-3**	30	33,9	8,23	832	2730
P451	**SE-14-EILE-SOL-117-0-3**	26	27,1	7,52	788	2220
P460	**SE-14-EILE-SOL-129-0-3**	28	61	50,4	12200	25700
Gite d'étape d'Eylie						
P450	**SE-14-EILE-SOL-115-0-3**	20	44,1	2,26	107	425
Aire de pique-nique signalisée en rive gauche du ruisseau de Rouge à Eylie-d'en-Haut						
P453	**SE-14-EILE-SOL-122-0-3**	19	46,9	5,1	112	659
Promenade le long du GR10						
P135	**SE-13-EILS-SOL-05-0-3**	16	99,8	21,4	3190	7930
P136	**SE-13-EILS-SOL-06-0-3**	16	66,5	23,2	4250	8570
P139	**SE-13-EILS-SOL-09-0-3**	17	54,7	30,3	5320	12300
P140	**SE-13-EILS-SOL-10-0-3**	17	54	75,8	16800	29600
Environnement de la laverie du Bocard d'Eylie						
P151	**SE-13-EILS-SOL-52-0-3**	18	145	118	21000	51000
Pique-nique et repos en bordure du dépôt de résidus miniers « Amont laverie Sud »						
P137	**SE-13-EILS-SOL-07-0-3**	15	93,3	37,6	5810	13400
P138	**SE-13-EILS-SOL-08-0-2**	15	130	38,8	4410	13300
MOULIN						
Habitations dans la plaine alluviale du Lez						
P237	**SE-13-MOUL-SOL-02-0-3**	44	55,1	25,4	3450	5650
P239	**SE-13-MOUL-SOL-04-0-3**	50	72,2	13,6	2710	5310
P240	**SE-13-MOUL-SOL-05-0-3**	50	53,7	11,3	1400	3980
P241	**SE-13-MOUL-SOL-06-0-3**	50	50,6	10,7	1210	3230
P243	**SE-13-MOUL-SOL-08-0-3**	45	45,7	6,41	293	1100
P503	**SE-14-PLA1-SOL-107-0-3**	49	59,7	12,3	1940	4870
P504	**SE-14-PLA1-SOL-108-0-3**	49	42,8	15,9	1410	4380
Aire de loisirs du foyer municipal						
P505	**SE-14-PLA1-SOL-109-0-3**	48	68,1	26,6	5760	11200
PONT DE L'ISARD						
P498	**SE-14-PLA1-SOL-102-0-3**	54	29	3,78	285	704

Tableau 140 (suite) : Concentrations en arsenic, en cadmium, en plomb et en zinc mesurées dans les prélèvements de sols retenus pour l'étude des scénarios d'exposition

Référence unique	Référence GEODERIS	N° Scénario	As	Cd	Pb	Zn
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
			30%	15%	15%	15%
			1	0,4	5	5
SENTEIN						
Ecole maternelle et primaire						
P339	**SE-13-SENT-SOL-53-0-3**	66	38,8	5,86	219	726
P547	**SE-14-SENT-SOL-101-0-3**	66	39,8	7,01	184	696
P548	**SE-14-SENT-SOL-102-0-3**	66	42,9	6,38	282	866
Camping municipal						
P338	**SE-13-SENT-SOL-52-0-3**	69	53,9	8,57	839	1930
P550	**SE-14-SENT-SOL-104-0-3**	69	47,7	9,48	1200	2710
P551	**SE-14-SENT-SOL-105-0-3**	69	47,5	7,9	391	1500
Centre de loisirs pour enfants (CLAE)						
P552	**SE-14-SENT-SOL-106-0-3**	67	27,8	6,17	416	1550
Aire de pique-nique signalisée devant l'Office de tourisme						
P553	**SE-14-SENT-SOL-107-0-3**	68	48,4	4,76	375	1500
Habitations dans la plaine alluviale du Lez						
P343	**SE-13-SENT-SOL-57-0-10**	62	42,1	8,08	779	1970
P554	**SE-14-SENT-SOL-108-0-3**	65	39,7	7,9	253	982
P562	**SE-14-SENT-SOL-116-0-3**	60	39,7	8,84	493	2760
BULARIC & GRAUILLES						
P059	**SE-13-BULC-SOL-01-0-10**	10	37,7	2,05	85	820
P421	**SE-14-BULC-SOL-102-0-10**	10	26,7	0,99	70	431
P063	**SE-13-BULC-SOL-05-0-10**	11	32,7	0,61	72,3	380
P064	**SE-13-BULC-SOL-06-0-10**	11	28,2	0,5	66,1	351
P065	**SE-13-BULC-SOL-07-0-10**	11	29,3	<0.45	51,9	269
BONAC						
Aire de jeux de Bonac						
P012	**SE-13-BABO-SOL-50-0-3**	7 / 8	40,5	5,71	548	1650
Aire de caravaning						
P013	**SE-13-BABO-SOL-51-0-3**	8	32,7	6,17	710	1810
P014	**SE-13-BABO-SOL-52-0-3**	8	14,5	<0.4	26,4	120
Berges de la retenue de Bonac						
P015	**SE-13-BABO-SOL-53-0-3**	8	52,2	14,3	2130	4990
P392	**SE-14-BABO-SOL-104-0-3**	9	35,8	6,3	363	1020
LASCOUX						
Repos en bordure du Lez						
P206	**SE-13-LCXS-SOL-11-0-3**	43	49,7	9,52	1150	2980
Aire en friche sur ancienne plateforme de la laverie						
P195	**SE-13-LCXE-SOL-05-0-3**	37	126	19,2	935	7210
P214	**SE-13-LCXS-SOL-19-0-5**	37	58,7	14,8	771	6040
Résidences habitées - Au droit de l'ancienne laverie et de ses bâtiments administratifs						
P219	**SE-13-LCXS-SOL-24-0-3**	36	30,8	6,19	206	2340
P220	**SE-13-LCXS-SOL-25-0-3**	35	40,5	8,94	276	3720
P221	**SE-13-LCXS-SOL-26-0-3**	36	159	56,7	1260	29000
Résidences habitées - Pelouses ornementales						
P196	**SE-13-LCXS-SOL-01-0-3**	40	40,8	2,08	80,7	494
P197	**SE-13-LCXS-SOL-02-0-3**	40	34,9	1,78	85,3	378
P198	**SE-13-LCXS-SOL-03-0-3**	40	39,1	4,35	427	864
P209	**SE-13-LCXS-SOL-14-0-3**	39	32,2	3,46	47,8	502
P213	**SE-13-LCXS-SOL-18-0-3**	38	47,7	9,08	1030	3320
P217	**SE-13-LCXS-SOL-22-0-5**	42	35	1,57	46,9	423
ESPERRIS						
Résidences secondaires						
P468	**SE-14-ESPE-SOL-105-0-3**	32	42	6,8	983	1920
P469	**SE-14-ESPE-SOL-106-0-3**	33	38,8	7,9	1210	2610

Tableau 140 (suite) : Concentrations en arsenic, en cadmium, en plomb et en zinc mesurées dans les prélèvements de sols retenus pour l'étude des scénarios d'exposition

10.3 Conserver la mémoire

10.3.1 IEM

Classiquement, il est recommandé à l'issue de la démarche d'interprétation des milieux de conserver la mémoire des sources de pollution identifiées (dépôts miniers, émergences minières, vestiges bâtis non désaffectés, cuves et fûts abandonnés, etc.) dans les documents d'urbanisme, tels que le plan local d'urbanisme (PLU) ou le plan d'occupation des sols (POS).

Cependant, un adjoint au Maire de Sentein a confirmé en mars 2015 que la commune ne dispose pas de PLU, ni de POS, ni même de carte communale ; elle est uniquement soumise aux recommandations de la Loi Montagne (du 09/01/1985).
Il en est de même pour les communes de Bonac-Irazein et d'Uchentein, selon des données transmises par le DREAL MPY en date du 4 avril 2014.[508]

Dans ce contexte, **GEODERIS recommande de porter les informations et résultats de cette étude à connaissance des riverains des communes de Sentein, Bonac-Irazein et d'Uchentein.**

Pour chaque zone investiguée, la liste détaillée des sources de pollution est fournie lors de la présentation de l'état actuel du site[509], où sont également précisées les gammes de concentrations en zinc, en plomb, en cadmium et en arsenic (l'antimoine n'ayant été que très rarement détecté)[510].

Les parcelles sur lesquelles des concentrations élevées en métaux et/ou métalloïdes ont été mesurées sont mises en évidence par un symbole dédié dans les tableaux de recommandations établis par zone investiguée (*cf. paragraphes 10.5 à 10.7 suivants*).

À titre informatif, et lorsque la démarche a été menée, sont détaillés les résultats de l'évaluation d'un scénario générique (enfant de 6 mois à 6 ans en résidence temporaire), en application des propositions méthodologiques de la note GEODERIS N2015/014DE – 15NAT24080 (GEODERIS, 2015).

[508] Données accessibles depuis le site internet : http://www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/acces-territorial-a-la-donnee-r2203.html
[509] *Paragraphe 3.3.7 page 72 pour le titre minier du Bulard, paragraphe 3.4.7 page 86 pour le tire minier d'Orle, paragraphe 3.5.7 page 96 pour le titre minier d'Irazein, paragraphe 3.6.3 page 124 pour le titre minier de Sentein, paragraphe 3.7.2 page 149 pour le site de la Plagne.*
[510] Concentrations mesurées sur site (NITON ®) et/ou analysées sur les prélèvements de matériaux résiduaires

10.3.2 Dispositions afférentes à la loi ALUR

Dans les prochaines années, de nouvelles dispositions réglementaires permettront cependant de conserver la mémoire de sources de pollution mais aussi de parcelles dont la qualité chimique est dégradée (dépassement important des concentrations mesurées dans les sols témoins).

D'ores-et-déjà la loi ALUR, entrée en vigueur le 1er janvier 2015, définit de nouvelles règles de gestion du logement et de l'urbanisme.[511]

L'article L. 125-6 précise que :
« L'Etat élabore, au regard des informations dont il dispose, des secteurs d'information sur les sols qui comprennent les ***terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement*** *».*

L'article L. 125-7 indique que :
« Sans préjudice de l'article L. 514-20 et de l'article L. 125-5, ***lorsqu'un terrain situé en secteur d'information sur les sols*** *mentionné à l'article L. 125-6 f****ait l'objet d'un contrat de vente ou de location, le vendeur ou le bailleur du terrain est tenu d'en informer par écrit l'acquéreur ou le locataire.*** *Il communique les informations rendues publiques par l'État, en application de l'article L. 125-6. L'acte de vente ou de location atteste de l'accomplissement de cette formalité »* (BRGM, 2015).

Tel que précisé dans les textes, les informations des SIS seront intégrés aux documents réglementaires relatifs à la vente ou à la location d'un bien immobilier ; mais aussi dès lors qu'un permis de construction ou qu'un permis d'aménagement est requis.

Bien que le contenu des Secteurs d'informations sur les sols (SIS) soient en cours de définition et que le décret d'application de la présente loi n'ait pas encore été publié, il est important de signaler que **les sources potentielles de pollution et les parcelles, dont la qualité chimique des sols est dégradée, pourraient être intégrées aux SIS.**

[511] La loi Duflot ALUR se donne pour objectif de « réguler les dysfonctionnements du marché, à protéger les propriétaires et les locataires, et à permettre l'accroissement de l'offre de logements dans des conditions respectueuses des équilibres des territoires » *(source : site internet http://www.la-loi-alur.org, consulté le 4 mai 2015)*.

10.4 Maîtriser les sources de pollution

10.4.1 Emergence du travers-banc Saint-Jean

Au regard des concentrations élevées mesurées pour le cadmium à l'étiage et en période crue *(cf. paragraphe 9.4.2.2)*, et bien qu'il s'agisse d'un point d'abreuvement supposé, **GEODERIS recommande d'empêcher l'accès aux eaux de l'émergence minière du travers-banc Saint-Jean.**

La mise en place d'une barrière en travers de l'ancienne voie de mine qui mène à l'entrée du travers-banc Saint-Jean est une option à éviter, du fait de l'utilisation occasionnelle de cette entrée pour visiter les travaux miniers (visites co-organisées par la mairie de Sentein, travaux menés par l'ARSHaL[512], etc.)[513].

L'émergence est actuellement canalisée avec un dispositif sommaire *(cf. photo de gauche sur la Figure 165)* puis s'écoule le long du dépôt de stériles miniers associés au travers-banc *(cf. flèches noires sur la Figure 165)*. Elle rejoint un cours d'eau non pérenne en pied de dépôt *(cf. flèche blanche)* ainsi que la résurgence de Narbonne quelques dizaines de mètres plus loin *(cf. flèche rouge)*, pour former ainsi le ruisseau de Coume Longue.



Emergence du travers-banc Saint-Jean devant l'entrée de l'ouvrage



Drain formé par l'émergence minière au droit du dépôt de stériles miniers associé au travers-banc



Confluence de l'émergence minière avec un ruisseau non pérenne et la résurgence de Narbonne

Figure 165 : Emergence minière du travers-banc Saint-Jean depuis son émergence jusqu'à la confluence avec la résurgence de Narbonne

Or, en période de crue en 2013, le débit de la résurgence de Narbonne était de 21,9 l/s tandis que celui de l'émergence minière n'était que de 0,6 l/s. D'après les observations de terrains faites durant la campagne de juin 2014, le facteur de dilution doit être tout aussi important à l'étiage. De plus, la concentration en cadmium des eaux de la résurgence de Narbonne mesurée en basses-eaux et en hautes-eaux est inférieure au seuil de détection analytique.

[512] ARSHaL : Association de Recherche Souterraine du Haut Lez (spéléologie)
[513] L'accès aux travaux miniers souterrains est encadré par la Commission technique de la grotte de la Cigalère, sous la présidence de Monsieur Sous-Préfet de Saint-Girons.

Ce qui signifie que ces eaux ne peuvent présenter un risque qu'entre l'entrée du travers-banc et le pied du dépôt. Cette zone semble relativement peu fréquentée par les ovins, du fait de l'absence de plantes herbacées de pâturage au droit du dépôt minier.

Tenant compte de l'ensemble de ces éléments, la mise en place d'une canalisation enterrée pourrait être envisagée, entre l'entrée murée du travers-banc et le sommet du dépôt, soit une vingtaine de mètres au plus *(Figure 166)*. Sans prétendre au caractère exhaustif de la mesure technique ici fournie, GEODERIS propose ce type de mise en sécurité qui lui paraît adapté aux constats décrits précédemment.

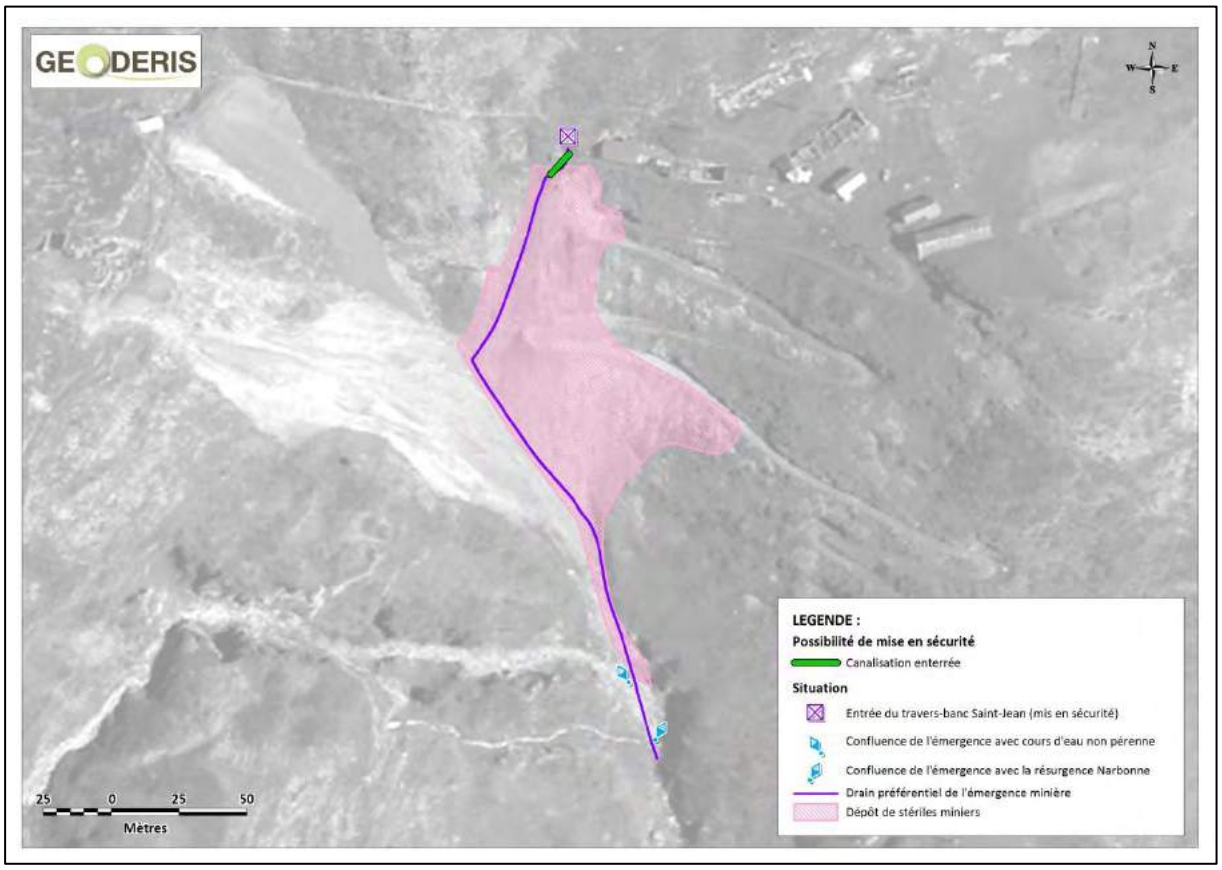


Figure 166 : Possibilité de mise en sécurité de l'émergence minière du travers-banc Saint-Jean par l'installation d'une canalisation enterrée et situation de l'émergence minière, sur fond orthophotoplan ® IGN

10.4.2 Dépôts de résidus « Aval laverie Nord » et « Aval laverie Sud »

Au droit des dépôts *« Amont et aval laverie Nord »*, les travaux de mise en sécurité réalisés par MICA Environnement en 2004 ont uniquement consisté en la réhabilitation des gabions en rive droite du Lez : *« Les travaux ont consisté en la restauration des ouvrages endommagés. Deux zones sont concernées le long du Lez : le pied du dépôt n°3 [« Aval laverie Sud »], sur une longueur de 22 m, et le dépôt n°4 [« Aval laverie Nord »] de part et d'autre de la passerelle d'accès, sur une longueur de 20 m (8 m à l'amont et 12 m à l'aval) »* (MICA Environnement, 2004).

Comme explicité dans *le paragraphe 7.1.2.1*, bien que les concentrations mesurées dans les eaux en zinc et en plomb soient faibles, l'étude des flux massiques a mis en évidence que les dépôts de résidus miniers d'Eylie, et en particulier le dépôt *« Aval laverie Nord »* contribue de façon importante au relargage de matériaux résiduaires dans le Lez. Ce dépôt est en effet affouillé par un affluent du Lez, le ruisseau de Laspé. Des zones d'arrachement sub-verticales sont d'ailleurs visibles *(cf. vue en haut à gauche sur la Figure 167)*.



Figure 167 : Affouillement du dépôt « Aval laverie Nord » par le ruisseau de Laspé (GEODERIS, août 2013)

MICA Environnement avait déjà identifié ce risque dans son rapport de proposition de programme des travaux de mise en sécurité : *« La grande muraille est, qui constitue la protection des deux dépôts du côté du torrent de Laspé est en revanche en excellent état et bien construite. Le long du dépôt n°4, cette muraille est absente ; le dépôt peut être menacé lors des crues du Laspé, en raison de l'encombrement du lit du torrent par du bois mort et des arbres en travers »* (MICA Environnement, 2003).

La « grande muraille » à laquelle il est fait référence consiste en un mur en pierres non entretenu et localement envahit par la végétation, qui sépare ce stockage de résidus miniers du ruisseau de Laspé. De par le développement intense de la végétation, GEODERIS n'a pas pu déterminer l'état actuel de cet ouvrage *(Figure 168)*. La *Figure 169* situe les dépôts et les observations de terrain.



Figure 168 : Mur de confortement du dépôt « Aval laverie Nord » (GEODERIS, août 2013)

GEODERIS recommande d'empêcher l'affouillement du dépôt *« Aval laverie Nord »*. Pour atteindre cet objectif, GEODERIS préconise d'étudier la faisabilité technique de la mise en place d'un enrochement en base du dépôt. Cette mise en sécurité devra être adaptée au régime torrentiel du ruisseau de Laspé et prendre en compte les risques d'embâcle, liés au transport d'arbres et de branchages. GEODERIS attire l'attention sur les difficultés d'accès à ce talweg très encaissé (absence de route ou de chemin pour s'y rendre). **GEODERIS recommande également d'évaluer l'état de la « grande muraille » afin de contrôler sa stabilité et son efficacité** quant à la retenue des matériaux résiduaires du dépôt *« Aval laverie Sud »*.

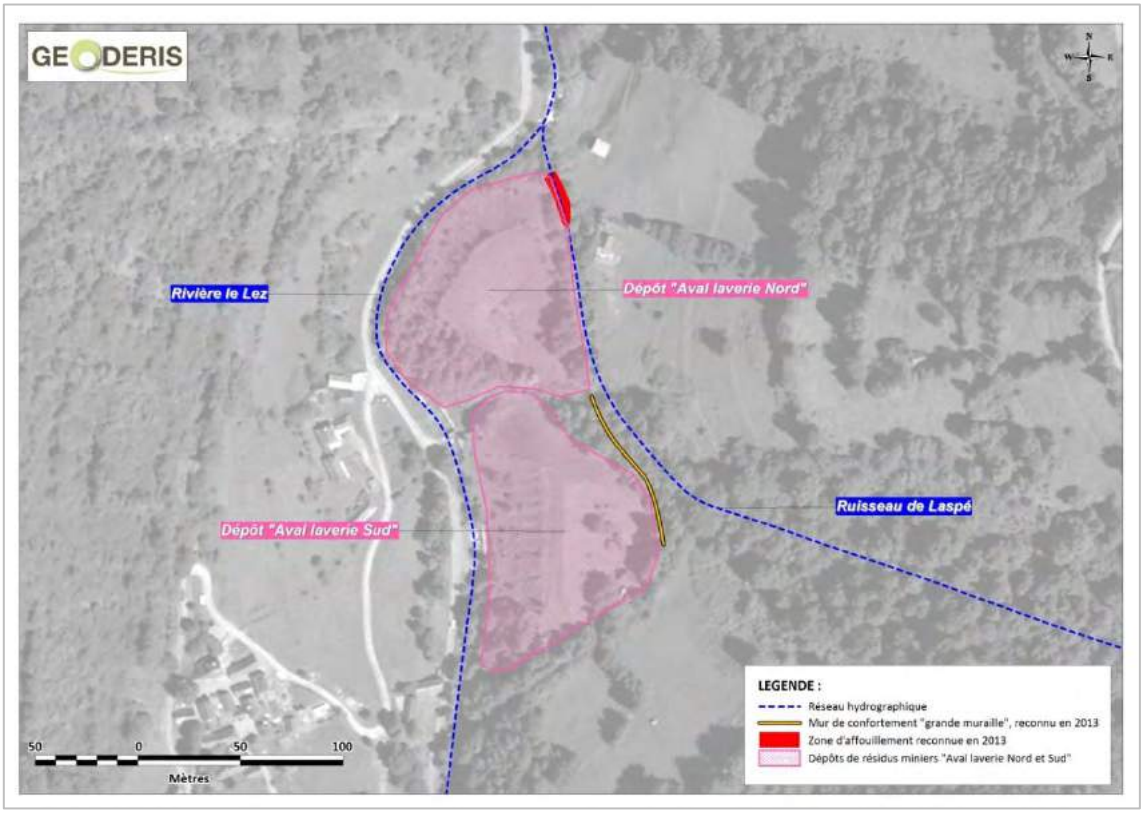


Figure 169 : Situation des dépôts « Aval laverie Nord et Sud » d'après les observations de terrain de 2013, sur fond orthophotoplan ® IGN

10.4.3 Sédiments stockés à l'aplomb du barrage de Bonac

Comme rappelé dans *les paragraphes 7.1.2.2*, sont stockés à l'aplomb du barrage de Bonac d'importantes quantités de sédiments qui contiennent une partie de résidus miniers.

Actuellement, le lit de la retenue est constitué de graviers et galets centimétriques, recouverts par plusieurs dizaines de centimètres de matériaux fins, qui ont pu être observés, suite à une vidange du barrage (le 26/08/2013) *(Figure 170)*. L'horizon de surface est riche en plomb et en zinc, avec des concentrations allant respectivement jusqu'à **1 220 mg/kg et 378 mg/kg**. L'horizon sous-jacent présente des concentrations pour ces substances encore supérieures, allant respectivement jusqu'à **1 910 mg/kg et 625 mg/kg**

Lors de la vidange du 26/08/2013, on a pu constater une mise en suspension importante des sédiments contaminés *(cf. paragraphe 7.2.2.3).*



Figure 170 : Barrage de Bonac et matériaux fins sédimentés dans la retenue avant la vidange du 26/08/2013 (en haut) et après la vidange (en bas)

Tenant compte du risque environnemental associé, GEODERIS recommande de limiter ces apports réguliers de sédiments contaminés dans la rivière le Lez.

10.5 Recommandations sur la commune de Sentein

10.5.1 Chichoué

Le *Tableau 141* et la *Figure 171* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Chichoué.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIF À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 12. Randonnée et bivouac à l'étang de Chichoué	2467 (TD)	-	
SC 13. Randonnée sous les travaux miniers de Ste Barbe	2467 (TD) ● ◊	Informer sur la présence de dépôts miniers et de sols contaminés	- Installer des panneaux d'information sur site - Proposer un signalement dans les guides de randonnées
SC 14. Randonnée sur le GR transfrontalier	2467 (TD) ◊	-	-
ZP 01. Travaux miniers de Chichoué → *Sols contaminés, en particulier en plomb, en zinc et en arsenic*	2467 (TD) ● ◊	Limiter le passage du bétail en aval des dépôts miniers	Sous contrôle des acteurs concernés (Groupements pastoraux, Fédération pastorale, mairies, etc.) mettre en place un itinéraire de substitution
		S'assurer de la qualité des denrées alimentaires produites à partir du bétail (viande)	Sous contrôle des autorités sanitaires et vétérinaires compétentes, contrôler la qualité des denrées alimentaires produites (viande) voire la santé du bétail

Légende :

** TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures secondaires
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 141 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Chichoué

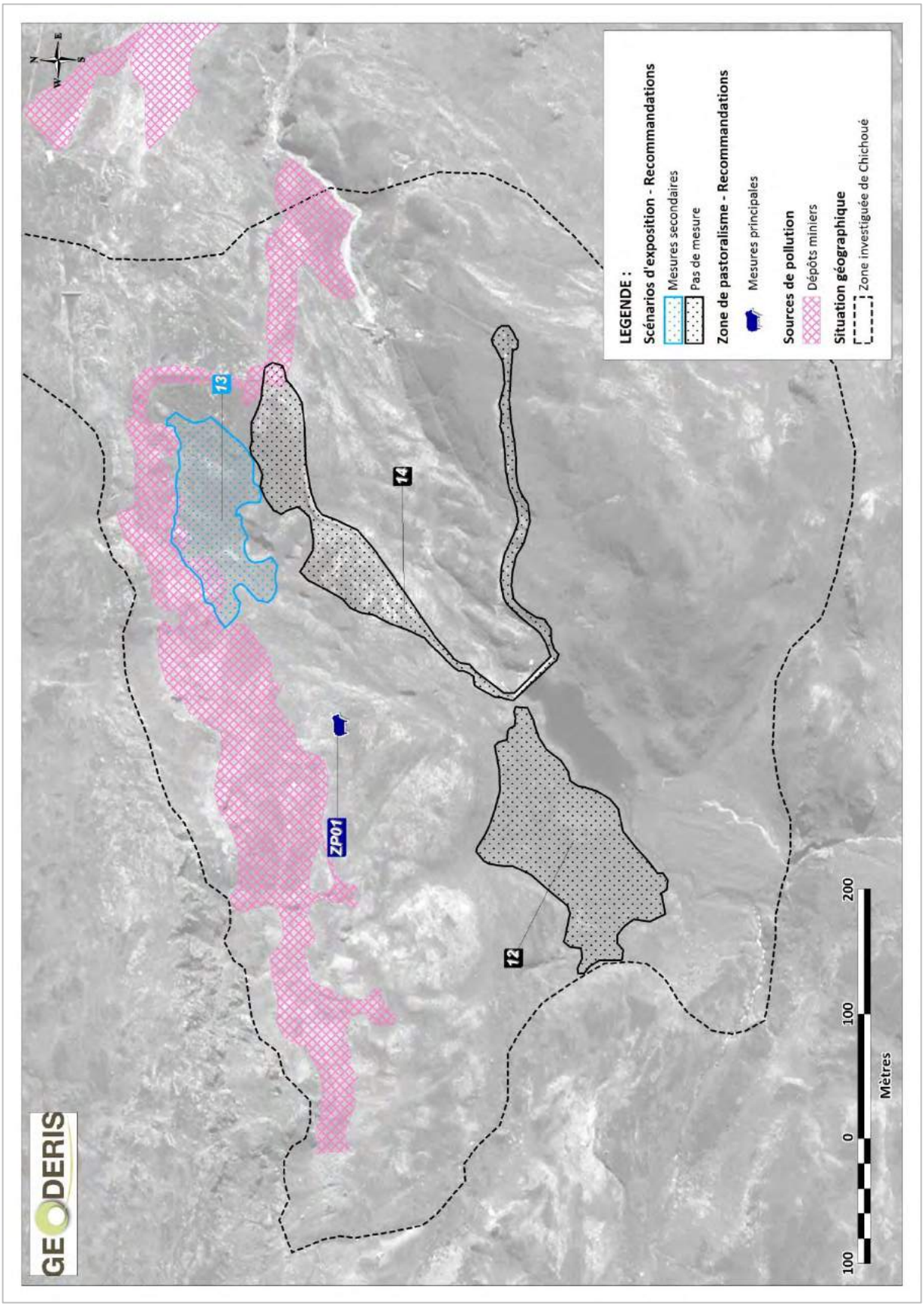


Figure 171 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Chichoué, sur fond orthophotoplan ® IGN

RANDONNEE SOUS LES TRAVAUX MINIERS DE SAINTE-BARBE

Pour rappel, le scénario 13 est détaillé en paragraphe 8.5.5.2.

La zone d'intérêt consiste en les sols de pâturage dont le couvert herbacé est très hétérogène. À défaut de disposer de prélèvements sur l'horizon de sols 0 à 3 cm, les prélèvements de sols sur l'horizon 0 à 10 cm ont été retenus. Ces derniers présentent des concentrations significatives à très significatives **en arsenic, en plomb et en zinc** *(Tableau 142)*, atteignant respectivement **371 mg/kg, 32 400 mg/kg et 13 000 mg/kg**.

Les 11 mesures NITON ® réalisées sur les sols de surface dans l'environnement de ces points confirment les résultats précédents, avec des concentrations en plomb systématiquement supérieure à 1 000 mg/kg (*cf. Annexe C5-1 (hors-texte)*).

Référence unique	Référence complète	Antimoine	Arsenic	Cadmium	Plomb	Zinc
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
P081	**SE-13-CHIC-SOL-07-0-10**	18,5	133	7,56	11000	3110
P082	**SE-13-CHIC-SOL-08-0-10**	40,9	371	11,5	32400	6510
P084	**SE-13-CHIC-SOL-10-0-10**	<1.04	38,3	<0.41	811	398
P090	**SE-13-CHIC-SOL-16-0-10**	4,35	161	1,91	1940	1170
P429	**SE-14-CHIC-SOL-105-0-10**	23,4	152	21,7	27000	13000
P430	**SE-14-CHIC-SOL-106-0-10**	9,75	153	1,38	3270	990
P431	**SE-14-CHIC-SOL-107-0-10**	8,03	53,9	2,44	4750	920
P077	***SE-13-CHIC-SOL-03***	*79,6*	*117*	*83,4*	*43700*	*73100*
P078	***SE-13-CHIC-SOL-04***	*105*	*144*	*51,1*	*61900*	*120000*

Légende :

** Les prélèvements marqués de beige n'ont pas été retenus pour l'étude du scénario mais sont représentatifs des dépôts miniers situés à proximité de la zone d'intérêt.*

	Concentrations significatives pour la substance considérée
	Concentrations très significatives pour la substance considérée (> 1% ou 10 000 mg/kg)

Tableau 142 : Résultats analytiques sur les prélèvements de sols réalisés sous les travaux miniers de Sainte-Barbe

En l'absence d'aire de repos et de pique-nique signalée mais au regard de la fréquentation avérée par des randonneurs, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle d'un jour, pour un enfant âgé de 2 à 6 ans. La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total de à 0.9. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques.**

La fréquentation de la zone restant occasionnelle, **GEODERIS recommande d'informer les visiteurs de la zone (principalement des randonneurs) sur la présence de dépôts miniers et de sols contaminés.** Une mesure simple serait l'installation de panneaux d'information sur site. Un signalement dans les guides de randonnées pourrait également être envisagé, en complément de cette mesure.

ACTIVITES DE PASTORALISME AU DROIT DES TRAVAUX MINIERS DE CHICHOUE

Pour rappel, la zone de pastoralisme ZP01 est détaillée en paragraphe 9.4.2.1.
Cette zone est concernée par les estives du groupement pastoral d'Urets-Bentaillou, pour un total de 1 000 à 1 500 ovins par estive *(Figure 172)*. Les animaux sont majoritairement élevés pour leur viande.




Figure 172 : Ovins de passage ou en pâture sous les travaux miniers de Chichoué (GEODERIS, août 2013)

Le risque potentiel pour le bétail est associé aux sols et aux herbes de pâturage. D'autant que les animaux peuvent être amenés à pâturer directement sur les dépôts miniers qui présentent également des teneurs élevées pour ces métaux et métalloïdes, comme en témoigne les résultats des campagnes par mesures NITON ® réalisées sur ce site *(les 59 mesures associées sont détaillées dans le rapport BRGM dédié* (AUGER, 2014) *et sur la carte de l'Annexe C5-1 (hors-texte))*.

Les 17 prélèvements de sols de pâturage retenus présentent des concentrations significatives (*cf. cellules marquées de rouge dans le Tableau 143*) à très significatives (*cf. cellules marquées de bordeaux dans le Tableau 143*) **en arsenic, en plomb et en zinc**, atteignant respectivement **405 mg/kg, 32 400 mg/kg et 13 000 mg/kg**.

Paramètre statistique	Antimoine	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Minimum	<1	18	<0,4	11	311	218
Maximum	41	405	22	165	32400	13000
Moyenne	12	113	6	42	6158	2568
Médiane	7	60	3	34	2260	971

Tableau 143 : Tendances statistiques sur les 17 prélèvements retenus au droit des sols de pâturages situés en aval des travaux miniers de Chichoué

Sans pour autant être cartographiable, l'emprise des sols contaminés présentant potentiellement des concentrations élevées à très élevées en arsenic, en plomb et en zinc, pourrait avoisiner 15 ha.

GEODERIS recommande de limiter le passage du bétail en aval des travaux miniers de Chichoué et des dépôts miniers associés.
Sous contrôle des acteurs concernés (Groupements pastoraux, Fédération pastorale, mairies, etc.), un itinéraire de substitution menant de Bentaillou aux étangs de Floret et d'Albe pourrait être étudié. Cet itinéraire pourrait, par exemple, s'attacher à la zone sud du site, en rive droite du ruisseau de Chichoué et de l'étang de Chichoué, exempt de travaux miniers. En effet, les prélèvements de sols et les mesures NITON ® attestent de l'absence de marquage métallique dans la zone sud.

De plus, GEODERIS recommande de s'assurer de la qualité des denrées alimentaires produites à partir du bétail (viande).
Sous contrôle des autorités sanitaires et vétérinaires compétentes, un contrôle de la qualité des denrées alimentaires produites (viande) voire de la santé du bétail pourraient également être mis en œuvre pour les cheptels concernés.

10.5.2 Bentaillou

Le *Tableau 144* et la *Figure 173* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Bentaillou.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 1. Refuge pastoral de Bentaillou → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 6 j.*	2467 (TD) ◊	Eviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés en bordure du refuge pastoral	En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, aménager une aire de jeux hors sols pollués
SC 2a. Randonnée et Bivouac à Bentaillou	2469 (TD) ◊	-	-
SC 2b. Ingestion d'eau des fontaines publiques → *Dépassement des valeurs réglementaires pour les eaux de consommation humaine*	2469 (TD) ◊	Eviter la consommation des eaux des fontaines de Bentaillou	Raccorder les points d'eaux existants au nouveau captage
SC 3. Activités de loisirs en extérieur pour les travailleurs EDF	2469 (TD) ◊	-	-
SC 4. Camps d'été des spéléologues de l'ARSHaL	2469 (TD) ◊	-	-
SC 5. Randonnée sur le sentier de la découverte de la crête	2467, 2469 (TD) ●	-	-
SC 6. Visite des vestiges miniers de Bentaillou → *Bâtis ruinés dans un état dégradé*	2467, 2469 (TD) ●	Prévenir la pénétration dans les vestiges bâtis dégradés	Installer des panneaux d'information
ZP 02. Mines de Bentaillou → *Eaux du travers-banc Saint-Jean inaptes à l'abreuvement selon les valeurs guides de l'ANSES (2010)*	2467, 2469 (TD) ●	Empêcher le bétail d'accéder aux eaux du travers-banc Saint-Jean	Mettre en place une canalisation permettant de drainer les eaux d'exhaure en aval d'un affluent diluant le marquage métallique

Légende :

** TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesure principale
	Mesures secondaires
	Mesure à mettre en œuvre en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 144 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Bentaillou

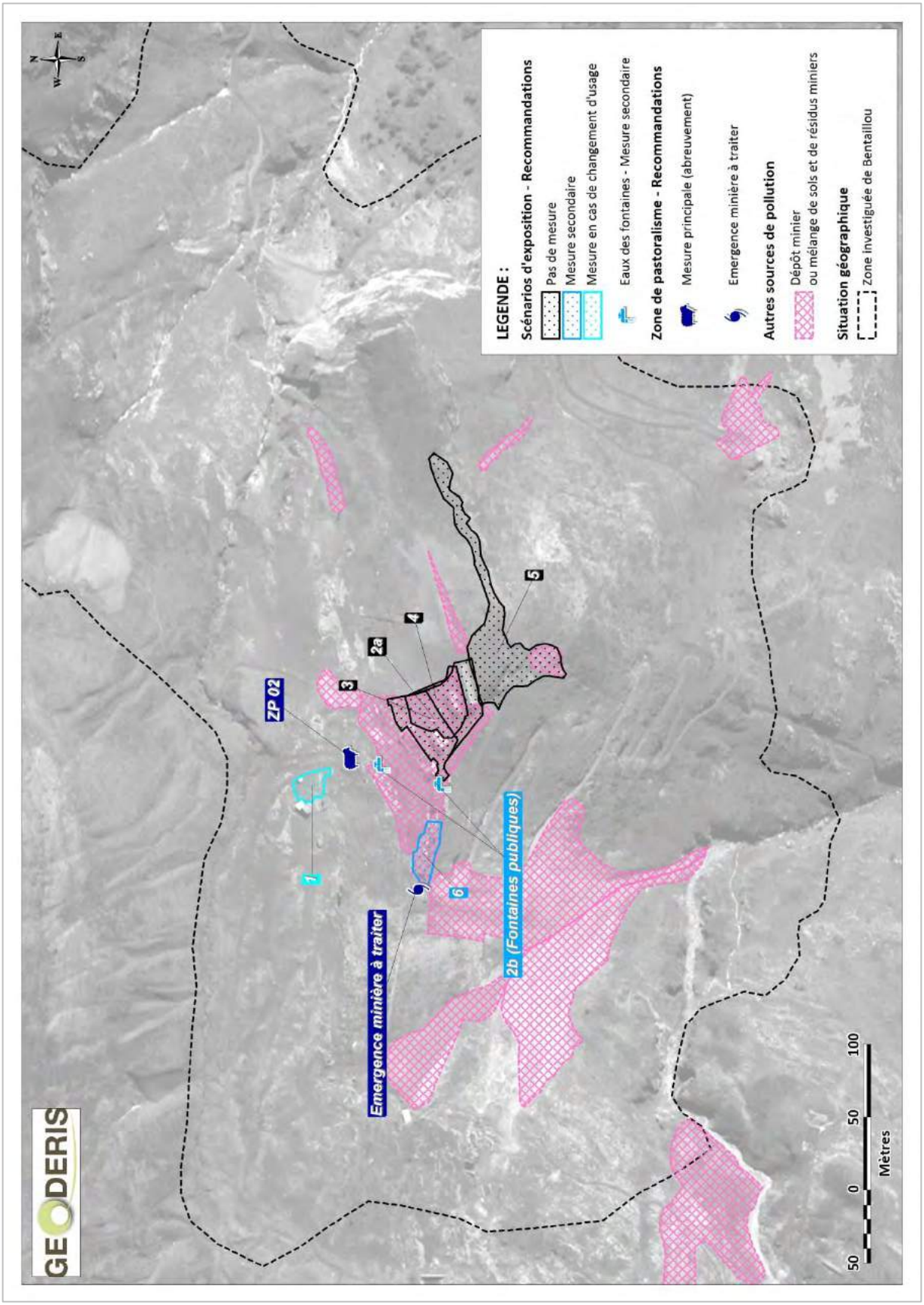


Figure 173 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Bentaillou, sur fond orthophotoplan ® IGN

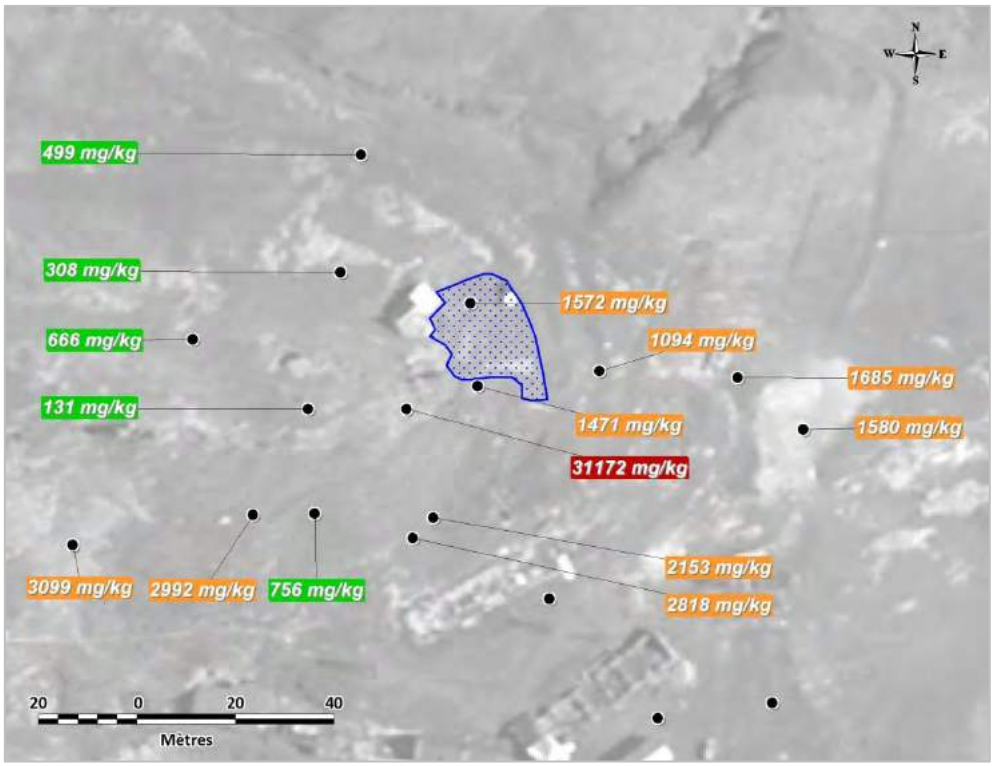
REFUGE PASTORAL DE BENTAILLOU

Pour rappel, le scénario 1 est détaillé en paragraphe 8.5.2.2.

Deux prélèvements composites de sols ont été réalisés (P038/SE-13-BNTS-SOL-01-0-3 puis P405/SE-14-BNTE-SOL-103-0-3). Ces derniers présentent des teneurs élevées en arsenic, en plomb et en zinc ; respectivement de **83 mg/kg et 121 mg/kg en arsenic, de 2 470 mg/kg et 5 300 mg/kg en plomb et de 3 870 mg/kg et 6 910 mg/kg en zinc.**

Compte tenu de la fréquentation potentielle du couple de bergers sur la zone, le scénario d'exposition retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 60 jours, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) égal à 9.4. **Le scénario est donc incompatible, tenant compte des incertitudes sur l'exposition (potentielle).**

GEODERIS recommande d'éviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés en bordure est du refuge pastoral. Le cas échéant, une mesure simple serait d'aménager une aire de jeux hors sols pollués, notamment dans la zone ouest qui présente un marquage métallique beaucoup plus faible, en particulier en plomb, comme le montrent les résultats de la campagne NITON ®[514] *(Figure 174)*.



*Légende : * La zone d'intérêt est marquée de bleu ** Les mesures NITON ® sont localisées par les points noirs.*

	Concentrations en plomb < à 1 000 mg/kg
	Concentrations en plomb comprise entre 1 000 mg/kg et 5 000 mg/kg
	Concentration en plomb très significative (> 1% ou 10 000 mg/kg)

Figure 174 : Résultats des concentrations brutes en plomb mesurées par NITON ® dans l'environnement du refuge pastoral, sur fond orthophotoplan ® IGN

[514] Ces résultats sont détaillés dans le *rapport BRGM dédié* (AUGER, 2014) *et sur la carte de l'Annexe C5-2 (hors-texte)*).

INGESTION D'EAUX DES FONTAINES PUBLIQUES

Le *paragraphe 8.4* détaille les conclusions sur les captages d'eaux potables étudiés. Pour rappel, les eaux des fontaines mises à disposition des randonneurs et visiteurs de Bentaillou sont prélevées au sein du ruisseau de la Cigalère. Les concentrations mesurées pour le cadmium et pour le plomb (en période de crue) sont supérieures ou égales aux limites de qualité ; respectivement de **8,2 µg/l pour 5 µg/l et de 10 µg/l pour 10 µg/l**. Il est à noter toutefois que ces eaux font l'objet d'un usage non régulier et peu fréquent ; étant donné qu'il concerne principalement des randonneurs *(Figure 175)*.

Dans ce contexte, **GEODERIS recommande d'éviter la consommation des eaux des fontaines de Bentaillou.** Une mesure simple serait de raccorder les points d'eaux existants au nouveau captage qui sera mis en fonction dans les mois à venir pour l'alimentation du refuge pastoral.



Figure 175 : Fontaines d'eaux mises à disposition des randonneurs sur le site de Bentaillou

VISITE DES VESTIGES MINIERS DE BENTAILLOU

Dans son rapport S2014/015DE-14MPY2410 de mars 2014 (*disponible sur le DVD 2 joint*), GEODERIS détaille notamment la situation des vestiges miniers de Bentaillou. Il y conclut : « *Le risque corporel pour une personne s'engageant dans les édifices dégradés est fort en cas d'effondrement, partiel ou total, du bâti ou en cas de chute provoquée par l'abondance des débris qui jonchent le sol. GEODERIS propose donc la mise en sécurité de ces bâtiments, soit en purgeant les éléments instables, soit en les confortant. Si toutefois les travaux de nettoyage et de confortement s'avéraient trop onéreux au regard des enjeux décrits (à savoir les résidents temporaires du site, les éleveurs et bergers, et les randonneurs du GR 10), GEODERIS recommande de mettre en place a minima et dans tous les cas, un panneau d'informations alertant tout visiteur du danger encouru s'il s'engage dans ces édifices […]* ». **GEODERIS recommande donc de prévenir la pénétration dans les vestiges bâtis dégradés**, par l'installation, par exemple, de panneaux d'information.

ACTIVITES DE PASTORALISME AU DROIT DU SITE DE BENTAILLOU

Pour rappel, la zone de pastoralisme ZP02 est présentée en paragraphe 9.4.2.2.
Une recommandation est émise sur l'émergence minière du travers-banc Saint-Jean qui consiste en un point d'abreuvement potentiel (*cf. paragraphe 10.4.1*). En l'absence de valeurs réglementaires ou de valeurs guide et tenant compte des gammes de concentrations mesurées dans les sols et les plantes herbacées de pâturage, **GEODERIS n'émet aucune autre recommandation concernant la pâture des ovins au droit du site de Bentaillou.**

10.5.3 Rouge

Le *Tableau 145* et la *Figure 176* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Rouge.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIF À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 55. Pique-nique sur la plateforme de Rouge → *Bâtis ruinés dans un état dégradé*	2453, 2454 (TD) ●	Empêcher l'accès à la plateforme de Rouge, aux randonneurs et au bétail, tout en maintenant un point d'abreuvement pour le bétail	-Installer une clôture entre le GR10 et la plateforme - Mettre en place un point d'abreuvement à partir du ruisseau de Rouge amont
ZP 03. Travaux miniers de Rouge → *Sols contaminés, riches en particulier en zinc*	2453 (TD) ●		
SC 56. Pique-nique et bivouac à la Station de Rouge	2453, 2455 (TD) ●	Empêcher l'exposition de jeunes enfants aux matériaux résiduaires déversés en bordure de la Station de Rouge	Eviter toute installation touristique entre la station téléphérique de Rouge et la cabane ruinée
SC 57. Cueillette de myrtilles à Rouge	2453 (TD)	-	-

Légende :

** TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesure principale
	Mesure à mettre en œuvre en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 145 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Rouge

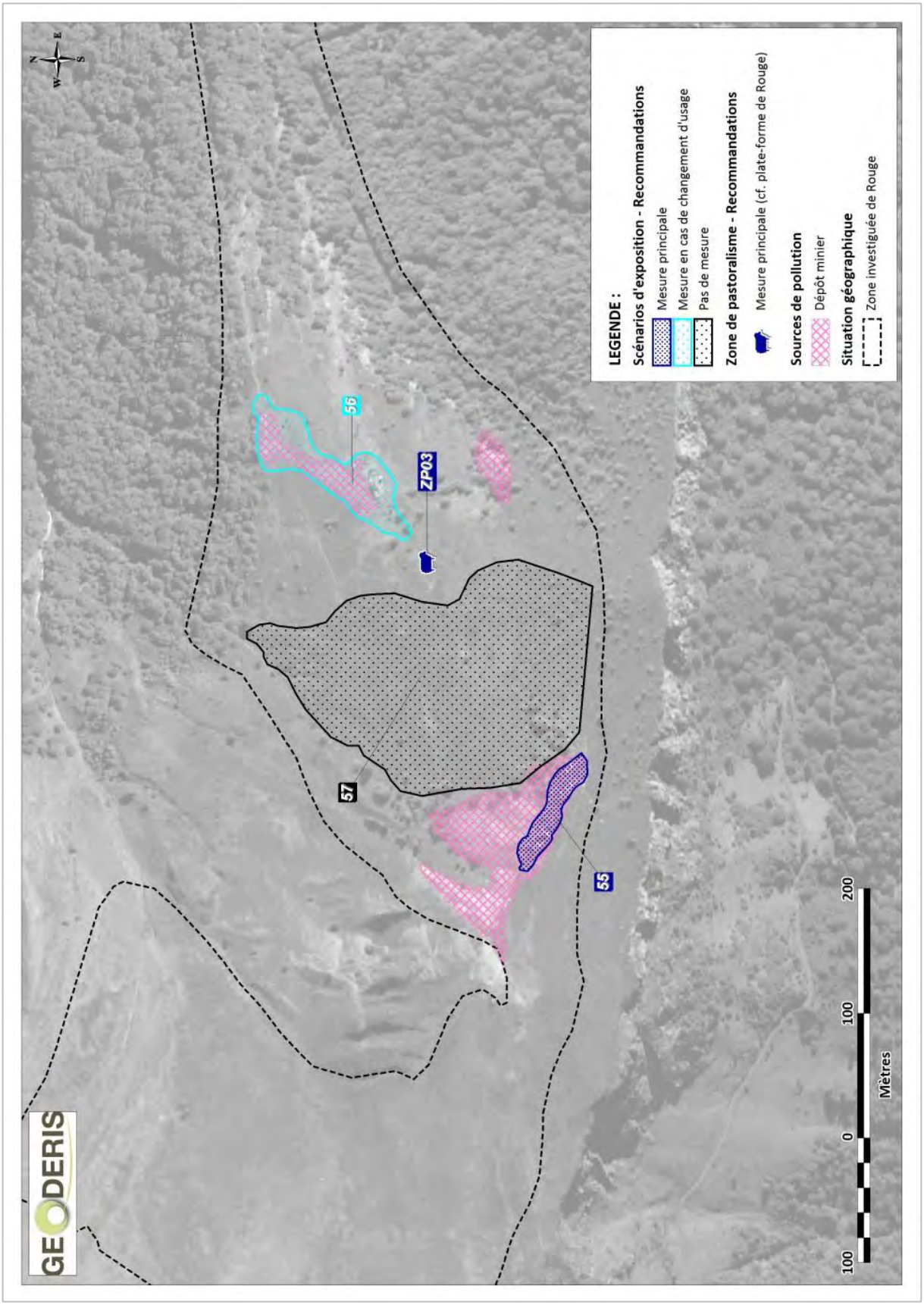


Figure 176 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Rouge, sur fond orthophotoplan ® IGN

PLATEFORME DE ROUGE

Dans son rapport S2014/015DE-14MPY2410 de mars 2014 (*disponible sur le DVD 2 joint*), GEODERIS détaille notamment la situation des vestiges miniers de Rouge. Il y conclut : *« Le risque corporel pour une personne s'engageant dans les édifices dégradés est fort en cas d'effondrement, partiel ou total, du bâti ou en cas de chute provoquée par l'abondance des débris qui jonchent le sol. GEODERIS propose donc la mise en sécurité de ces bâtiments, soit en purgeant les éléments instables, soit en les confortant. Si toutefois les travaux de nettoyage et de confortement s'avéraient trop onéreux au regard des enjeux décrits (à savoir les éleveurs et bergers, les cueilleurs de myrtilles et les randonneurs du GR 10), GEODERIS recommande de mettre en place a minima et dans tous les cas, un panneau d'informations alertant tout visiteur du danger encouru s'il s'engage dans ces édifices, ainsi qu'une clôture installée à bonne distance »* (GEODERIS, 2014).

GEODERIS recommande d'empêcher l'accès à la plateforme de Rouge, tout en maintenant un point d'abreuvement pour le bétail. Une mesure qui pourrait être envisagée serait la mise en place d'une clôture, ce qui permettrait de limiter la fréquentation de la zone par les randonneurs et promeneurs.

La plateforme ayant été creusée dans les terrains du Silurien sur la moitié de sa longueur, cette mesure permettrait de surcroît de limiter le risque de chute depuis le GR10 (décrochement des terrains de quelques mètres, *cf. flèche blanche sur Figure 177)*.



Figure 177 : Plateforme de Rouge située en bordure du GR10

La clôture pourrait être installée entre la plateforme et le GR10, au-dessus des zones de décrochement et le long du GR10 *(Figure 178)*. Le dispositif s'étendrait depuis la partie occidentale des travaux (extrémité ouest du dépôt de stériles miniers) jusqu'à l'unité de concassage n°20 (extrémité est de la plateforme de Rouge) sur une distance de 300 m environ. Il est à noter qu'il serait préférable de prolonger la clôture autour de l'installation de concassage n°20 afin de prévenir la pénétration sur le site par cet endroit (qui s'avère d'ailleurs être dangereux, vestiges métalliques instables sur lesquels la végétation s'est développée).

Les pentes du dépôt minier sont peu fréquentées par le bétail, du fait de l'absence de plantes herbacées de pâturage. Le prolongement de la clôture en pied de dépôt ne paraît donc pas nécessaire à cet endroit.

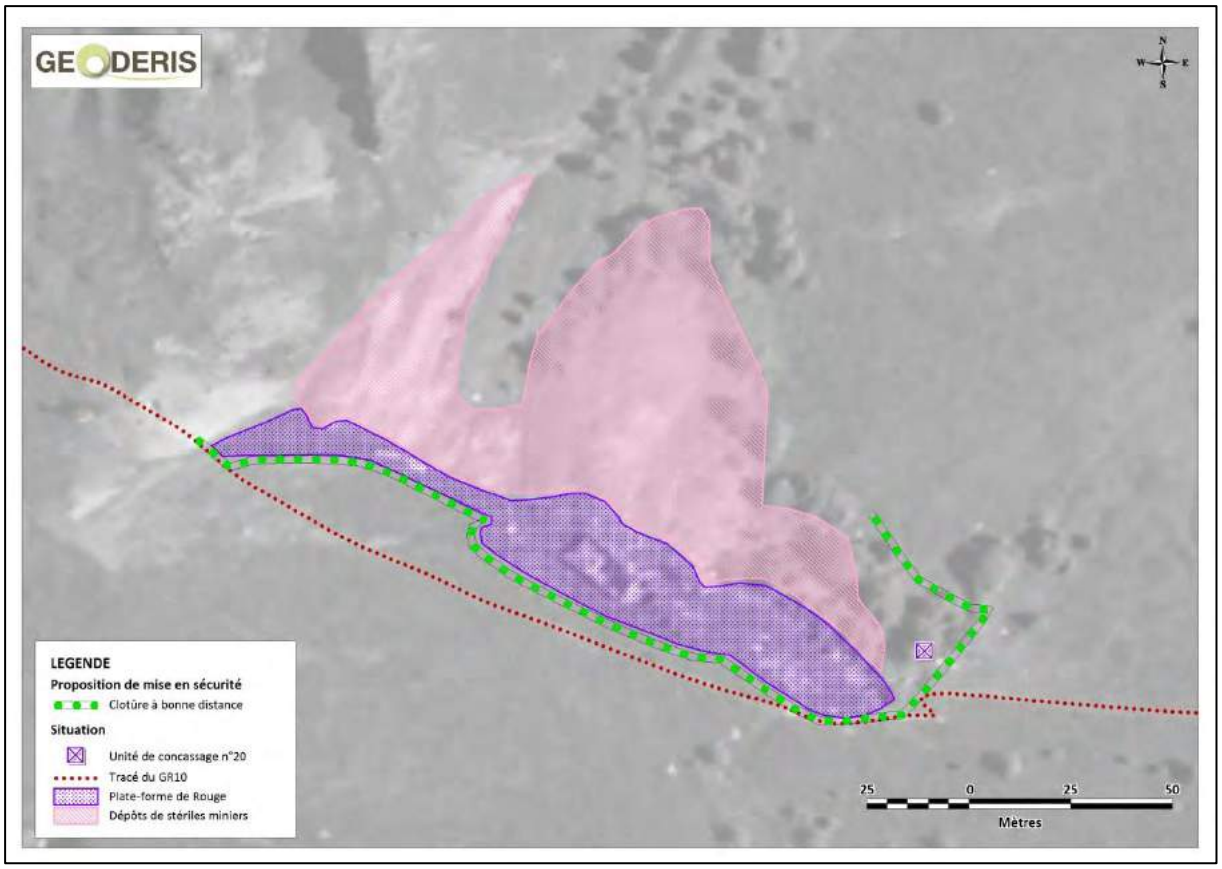


Figure 178 : Possibilité de mise en sécurité de la plateforme de Rouge par une clôture et situation de ces installations minières, sur fond orthophotoplan ® IGN

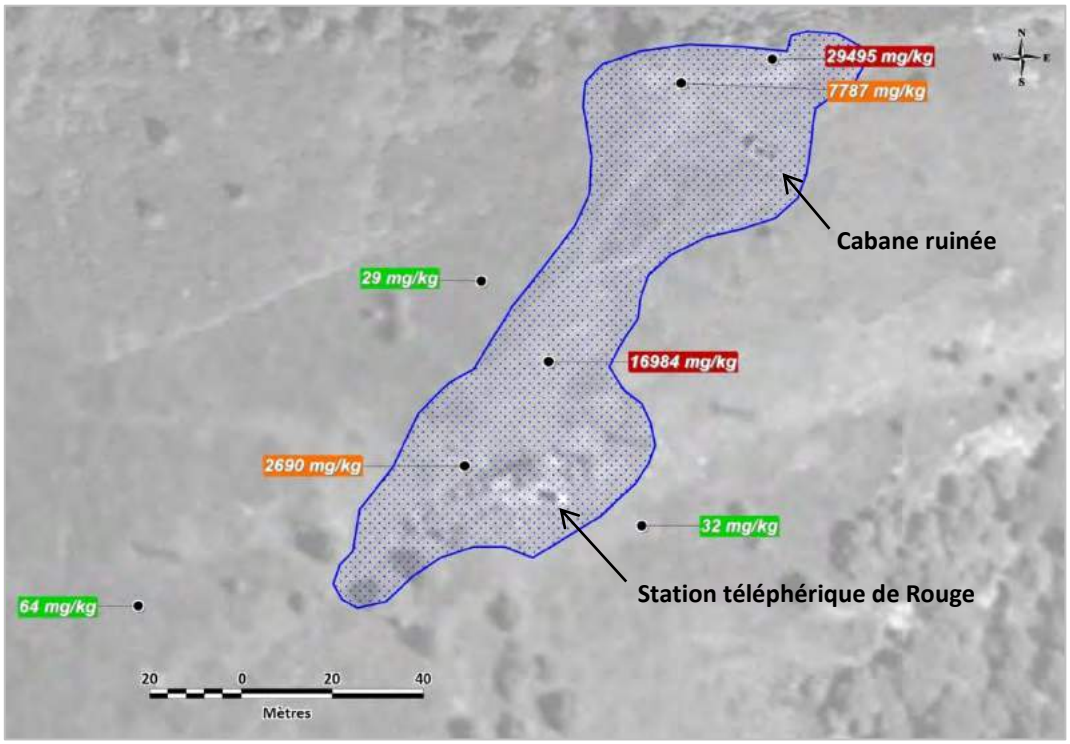
Cette mesure empêcherait cependant l'accès du bétail aux eaux de l'émergence minière dans lesquels ils s'abreuvent. Tenant compte de la qualité des eaux du ruisseau de Rouge (en amont des travaux miniers) qui présentent une signature métallique très peu marquée *(la plupart des concentrations mesurées sont inférieures aux seuils de détection analytiques ou sont très faibles)*, un point de raccordement pourrait être envisagé depuis ces sources.

PIQUE-NIQUE ET BIVOUAC A LA STATION DE ROUGE

Pour rappel, le scénario 56 est détaillé en paragraphe 8.5.11.2.

La zone d'intérêt consiste en une prairie au couvert herbacé hétérogène. Les prélèvements de sols présentent des teneurs significatives en arsenic, en plomb et en zinc. Cependant, un prélèvement composite réalisé au droit d'un dépôt minier diffus (dont l'emprise en surface est située au centre de la zone d'intérêt) montre des concentrations très élevées en arsenic, en plomb et en zinc, respectivement égales à **145 mg/kg, 14 500 mg/kg et 24 600 mg/kg**.

Ces résultats sont confortés par la campagne de mesure NITON ®[515] qui a mis en évidence des concentrations en plomb très élevées au droit de la zone d'intérêt, contrastant fortement avec les valeurs mesurées dans l'environnement proche *(Figure 179)*.



*Légende : * La zone d'intérêt est marquée de bleu ** Les mesures NITON ® sont localisées par les points noirs.*

	Concentrations en plomb << à 1 000 mg/kg
	Concentrations en plomb comprise entre 1 000 mg/kg et 10 000 mg/kg
	Concentration en plomb très significative (> 1% ou 10 000 mg/kg)

Figure 179 : Résultats des concentrations brutes en plomb mesurées par NITON ® dans l'environnement de la station de Rouge, sur fond orthophotoplan ® IGN

En l'absence d'aire de repos et de pique-nique signalée mais au regard de la fréquentation avérée par des randonneurs, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de deux jours, pour un enfant âgé de 2 à 6 ans. La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total de 0.85. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques.**

[515] Ces résultats sont détaillés dans le *rapport BRGM dédié* (AUGER, 2014) *et sur la carte de l'Annexe C5-2 (hors-texte)*).

GEODERIS recommande d'empêcher l'exposition de jeunes enfants aux matériaux résiduaires déversés en bordure de la Station de Rouge.

Une mesure serait d'éviter toute installation touristique entre la station téléphérique de Rouge et la cabane ruinée (refuge, aire de repos et/ou de pique-nique, etc.).

10.5.4 Tartereau

Le *Tableau 146* et la *Figure 180* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Tartereau.

REFERENCES DE LA SITUATION	PARCELLE (S)	OBJECTIFS À ATTEINDRE	PRECONISATIONS ENVISAGEES
SC 73. Pique-nique à la Cascade de Tartereau	2464 (TD) ●	Empêcher l'accès aux installations de décantation de Tartereau et aux dépôts miniers associés	Installer une clôture entre les installations de décantation et le ruisseau de Tartereau, adaptée aux contraintes météoriques (enneigement, avalanches)
ZP 04. Installations de décantation de Tartereau → *Résidus miniers riches en plomb, en zinc et en arsenic* → *Eaux de l'étang inaptes à l'abreuvement selon les valeurs guides de l'ANSES (2010)*	2464 (TD) ●		

*Légende : * TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour le scénario retenu :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle e ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesure principale

Tableau 146 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Tartereau

Pour rappel, le scénario 73 est détaillé en paragraphe 8.5.14.2.

Les prélèvements de sols réalisés sur la zone d'intérêt montrent des teneurs significatives en arsenic, en plomb et en zinc et peuvent atteindre des concentrations très élevées comme le prélèvement composite réalisé en bordure de l'étang (P379/SE-13-TART-SOL-03). Ce prélèvement présente des concentrations de **391 mg/kg en antimoine, 423 mg/kg en arsenic, 53 mg/kg en cadmium, 57 300 mg/kg en plomb et 44 200 mg/kg en zinc**.

En l'absence d'aire de repos et de pique-nique signalée mais au regard de la fréquentation régulière par des randonneurs, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle d'un jour, pour un enfant âgé de 2 à 6 ans. Le calcul de risques sanitaires donne un QD (Plomb) de 1.5. **Le scénario est incompatible.**

Tous les ans, la zone est occupée par des bovins et des équins (observés lors de toutes les interventions de terrain en 2013 et en 2014). Les sols de pâturage et les eaux d'abreuvement présentent une qualité chimique très dégradée (*cf. paragraphe 9.4.2.4*). Les eaux de l'étang sont d'ailleurs inaptes à l'abreuvement, selon les valeurs guides de l'ANSES (2010).

Tenant compte de ces éléments, GEODERIS recommande d'empêcher l'accès aux installations de décantation de Tartereau et aux dépôts miniers associés aux randonneurs et au bétail. Une mesure pourrait être l'installation d'une clôture entre les installations de décantation et le ruisseau de Tartereau. Cette clôture devra alors être adaptée aux contraintes météoriques particulières au fond du Cirque de la Plagne (enneigement et avalanches).

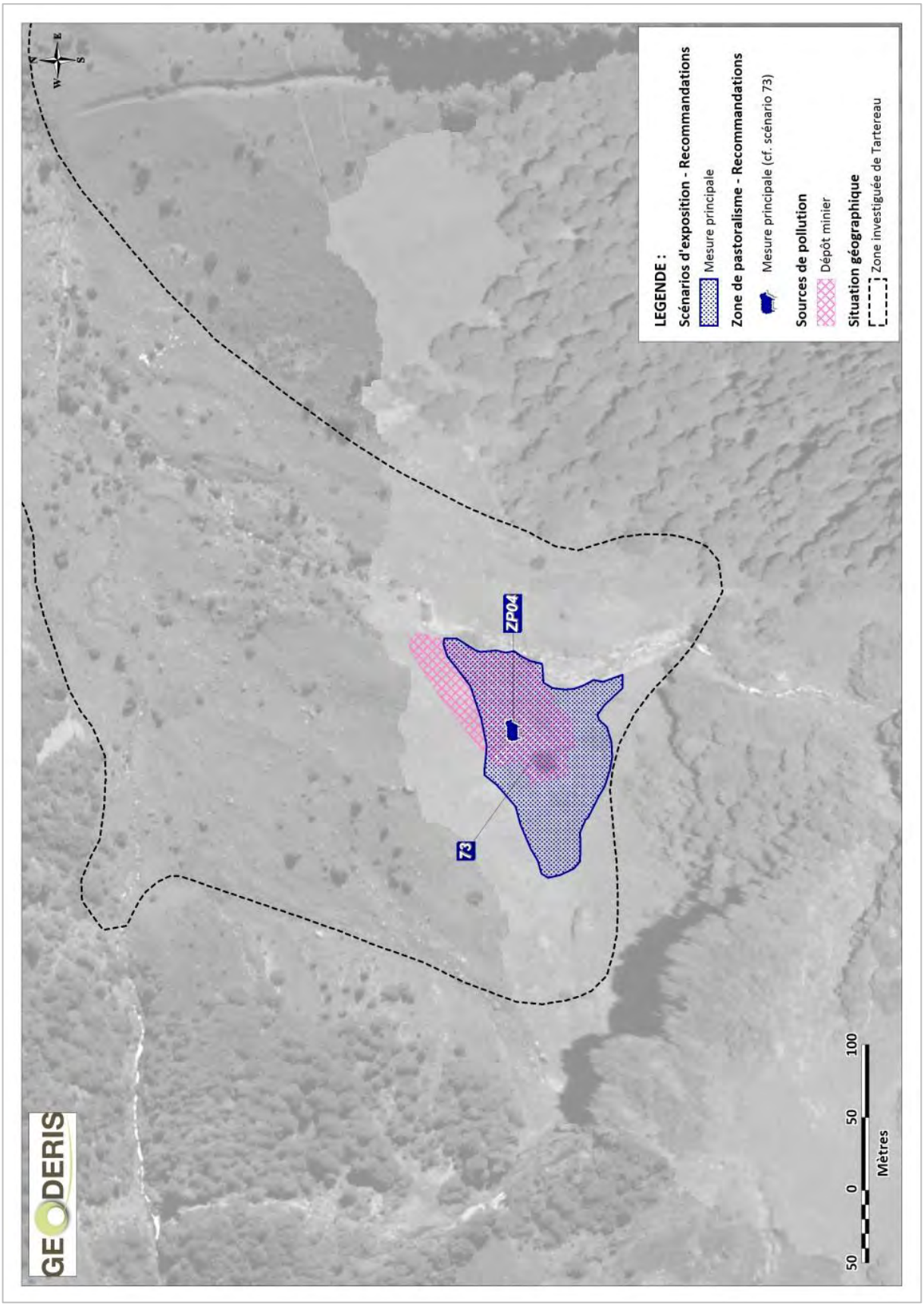


Figure 180 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Tartereau, sur fond orthophotoplan ® IGN

10.5.5 La Plagne

Le *Tableau 147* et la *Figure 181* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de La Plagne.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 70. Randonnée au Cirque de la Plagne et pique-nique en rive gauche du Lez	2458 (TD)	-	-
SC 71. Randonnée vers le Port d'Urets et pique-nique en rive droite du Lez	2325 (TD) ◊	-	-
SC 72. Pique-nique sur le site minier de La Plagne	2325 (TD) ●	-	-
ZP 05. Laverie de la Plagne → *Résidus miniers riches en plomb, en zinc et en cadmium.*	2325-2348 (TD)	Empêcher l'accès aux bassins de décantation	Installer une clôture autour des bassins de décantation

Légende :

** TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures secondaires
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 147 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée de La Plagne

Les trois scénarios d'exposition retenus sont compatibles avec les usages qui en sont faits. La caractérisation des milieux d'exposition du bétail (bovins et équins dans le cas présent) a mis en évidence des concentrations moyennes pour les éléments métalliques pour les sols de pâturage (*cf. paragraphe 9.4.2.5*), à l'exception du prélèvement P282/*SE-13-PLAG-SOL-05* réalisé au droit des bassins de décantation. Ce dernier point présente des concentrations élevées pour toutes les substances d'intérêt : **117 mg/kg en cadmium, 1 720 mg/kg en cuivre, 10 400 mg/kg en plomb et 74 600 mg/kg en zinc**.

GEODERIS recommande donc d'empêcher l'accès aux bassins de décantation au bétail. Une mesure serait l'installation d'une clôture autour des bassins de décantation, dont la surface avoisine 200 m².

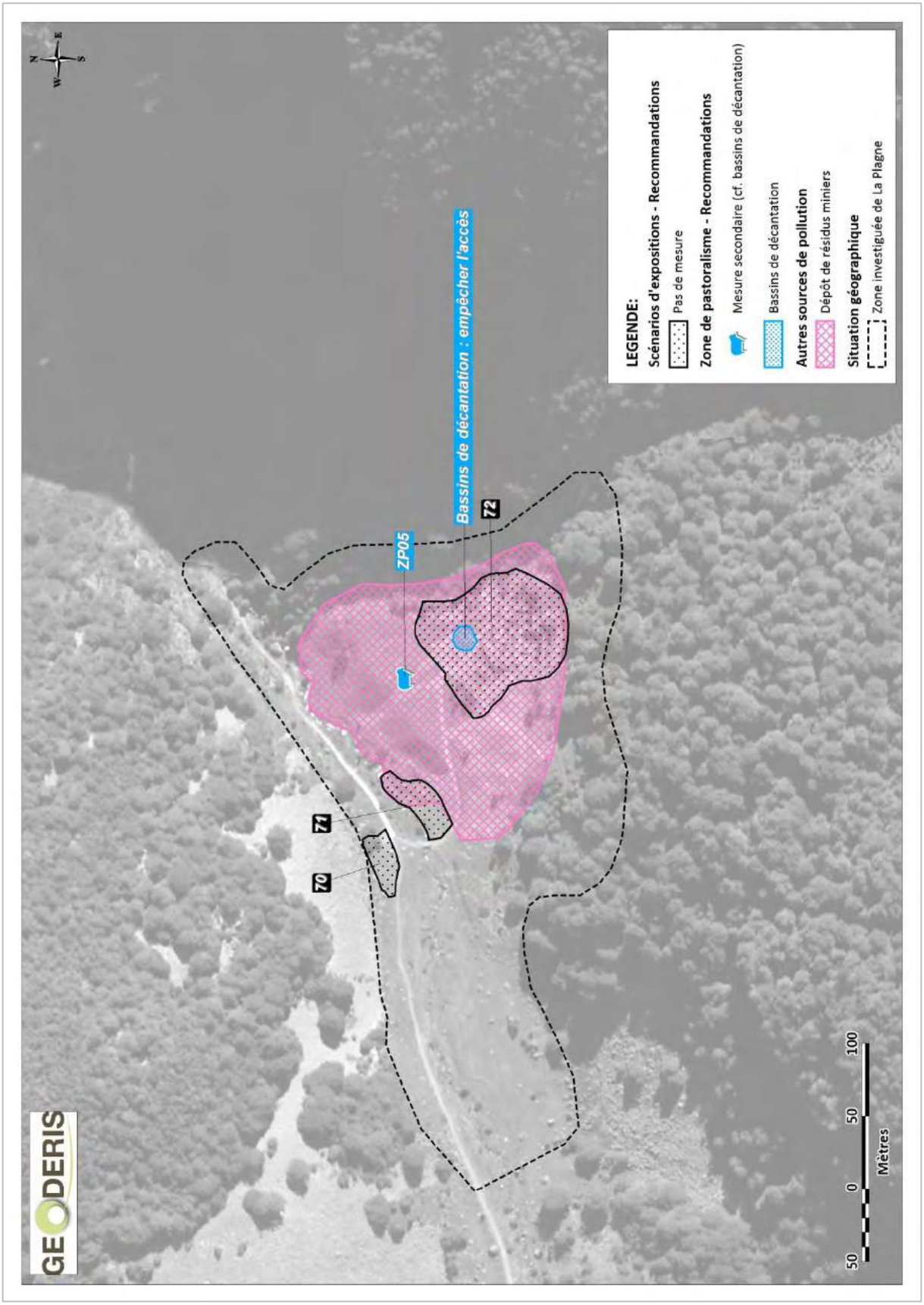


Figure 181 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de La Plagne sur fond orthophotoplan ® IGN

10.5.6 Eylie

10.5.6.1 Bocard d'Eylie et hameau d'Eylie-d'en-Haut (sud)

Le *Tableau 148* et la *Figure 182* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie, au droit des vestiges du Bocard d'Eylie et au hameau d'Eylie-d'en-Haut.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
AU DROIT DES VESTIGES DU BOCARD D'EYLIE			
SC 15. Pique-nique au croisement du GR10 "Port d'Urets / Col de l'Arech"	2459 (TD) ●	-	-
SC 18. Pique-nique au Bocard d'Eylie	2389 ●	-	-
SC 16. Randonnée sur le sentier de la mine à Eylie, branche W	2459 (TD), 2405, 2412, 2387, 2390 ●	Empêcher l'exposition des jeunes enfants aux dépôts de résidus miniers et aux sols contaminés	- Installer des panneaux d'information sur site - Mettre en place une aire de pique-nique et de repos hors des zones polluées (*au nord du site à proximité de l'usine hydroélectrique par exemple*)
SC 17. Randonnée sur le sentier de la mine à Eylie, branche E	2305 (TD), 1885, 1876 ●		
SC 31. Pique-nique et bivouac sur ancienne plateforme logistique de la mine	1885,1888, 1890 ● (+ 1886, 1889)		
SC 74. Projet de centre d'interprétation de la mine ; Visite de l'ancienne usine du Bocard d'Eylie → *La voie d'exposition par inhalation, pourtant importante, n'a pas été prise en compte.*	2387 ●	Limiter l'exposition aux poussières déposées sur le sol et au niveau des équipements de la laverie	-
AU HAMEAU D'EYLIE-D'EN-HAUT			
SC 19. Pique-nique à Eylie-d'en-Haut	-	-	-
SC 20. Gîte d'étape d'Eylie	- (+ 2554)	-	-

Légende :

** TD : Territoire domanial ; SC : Scénario d'exposition retenu*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages -milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures secondaires
	Mesures à mettre en œuvre en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 148 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie (sud), au droit du Bocard et au hameau d'Eylie-d'en-Haut

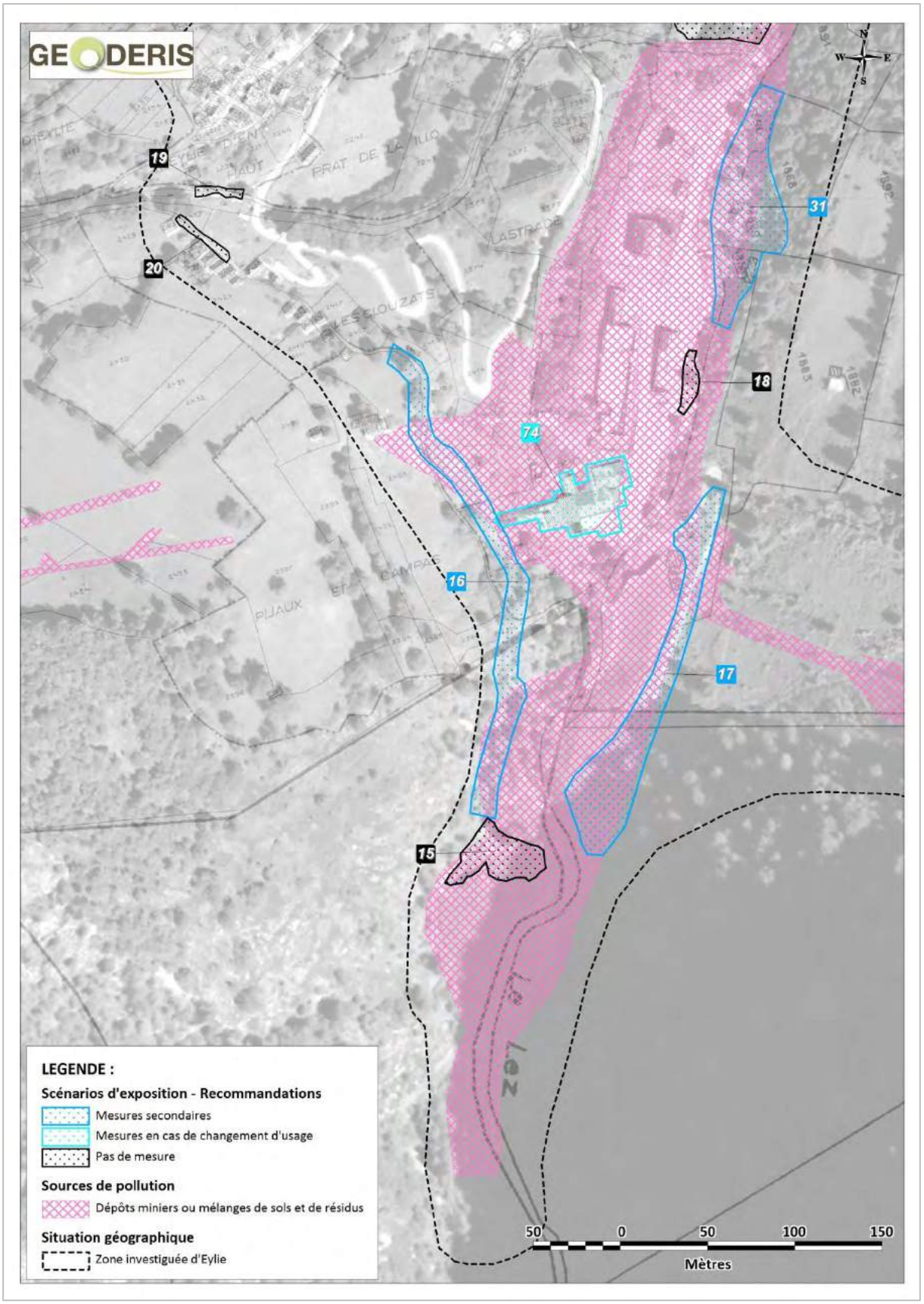


Figure 182 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée d'Eylie (sud), au droit du Bocard d'Eylie et à Eylie-d'en-Haut, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

ACTIVITES DE PIQUE-NIQUE ET DE REPOS AU BOCARD D'EYLIE

Pour rappel, les scénarios 16, 17 et 31 sont présentés en paragraphe 8.5.6.2.

L'environnement du Bocard d'Eylie est caractérisé par la présence de nombreuses sources de pollution diffuses (dépôts anciens, matériaux résiduaires mélangés à des sols, etc.). D'accès aisé, ce site fait l'objet de visites très régulières, tant par les habitants des communes avoisinantes que par les touristes et randonneurs. Les usages sont associés à des activités de loisirs (repos et pique-nique principalement).

Les scénarios relatifs à la promenade des enfants (en particulier les enfants âgés de 2 à 6 ans, issus d'une résidence permanente) sur les branches ouest et est du sentier de la mine sont incompatibles pour une durée d'exposition de 5 jours. Les QD (Plomb) étant respectivement égaux dans ces cas à 4,6 et à 2,3. Ces résultats sont principalement associés aux concentrations très élevées en plomb dans les prélèvements retenus pour l'étude des scénarios, allant respectivement jusqu'à 34 400 mg/kg et 16 800 mg/kg.

Le scénario relatif au pique-nique et bivouac sur l'ancienne plateforme logistique est également incompatible. Il est basé sur une fréquentation avérée mais occasionnelle de randonneurs et de visiteurs à Eylie. Des résidus miniers ont été reconnus en surface ou sous quelques centimètres de sol lors des investigations de terrain en septembre 2013 *(Figure 183)*. Les quatre prélèvements composites de sols présentent des **concentrations en arsenic comprises entre 63 et 162 mg/kg ; en cadmium, comprises entre 23 et 141 mg/kg ; en plomb, comprises entre 5 620 et 38 300 mg/kg ; et en zinc, comprises entre 10 800 et 67 500 mg/kg**.



Figure 183 : Résidus miniers à la surface ou sous quelques centimètres de sol, sur l'ancienne plateforme logistique de la mine

Tenant compte de l'ensemble de ces résultats, **GEODERIS recommande d'empêcher l'exposition des jeunes enfants aux dépôts de résidus miniers et aux sols pollués au droit et dans l'environnement du Bocard d'Eylie.**

Deux mesures pourraient être mises en place à cet effet :

- l'installation de panneaux d'informations sur site déconseillant le contact avec les sols
- et la mise en place d'une aire de pique-nique et de repos hors des zones polluées *(au nord du site à proximité de l'ancienne usine hydroélectrique, par exemple)*. Cette dernière disposition permettrait ainsi de limiter les installations pour le repos ou le pique-nique à même le sol.

PROJET DE CENTRE D'INTERPRETATION DE LA MINE

Pour rappel, le scénario 74 est présenté en paragraphe 8.5.6.2.

La Mairie de Sentein a sollicité en juin 2014 la DREAL MPY concernant un projet de centre d'interprétation de la mine avec la mise en place de visites de l'usine du Bocard (projet de la commune et la Communauté de communes), dont l'intérieur n'est actuellement pas accessible au grand public. Cet usage est envisagé mais non fixé ; il n'a donc pas été pris en compte en 2013-2014 et les prélèvements adaptés n'ont pas été réalisés. **À la demande la DREAL MPY et malgré les nombreuses incertitudes associées[516], l'étude de ce scénario a été menée dans l'étape d'évaluation des incertitudes de la démarche IEM.**

Trois profils de visiteurs ont donc été considérés : un enfant en visite scolaire de 2 ans à 6 ans pour une durée d'exposition de 1 jour par an, un(e) instituteur(trice) accompagnant la visite pour une durée d'exposition de 1 jour par an et un guide des visites organisées pour une durée d'exposition de 9 jours par an. L'évaluation quantitative des risques sanitaires menée sur ces trois situations conclue, dans les trois cas, à une compatibilité usage-milieu.

Cependant, GEODERIS attire l'attention sur le fait qu'une voie d'exposition importante n'a pas été prise en compte : l'inhalation de poussières. Ces résultats sont donc à nuancer au regard de l'abondance de ces matériaux fins dans les bâtiments à visiter *(Figure 184)* et des fortes concentrations en éléments métalliques mesurées dans les prélèvements de matériaux déposés sur le sol bétonné de l'usine. On retiendra pour mémoire les résultats obtenus sur un le prélèvement P126/SE-13-EILE-SOL-23 : **248 mg/kg en arsenic, 434 mg/kg en cadmium, 24 800 mg/kg en plomb, 196 000 mg/kg en zinc**.



Figure 184 : Matériaux résiduaires fins déposés sur le sol et les équipements de l'usine d'Eylie

Dans le cas de visites des bâtiments de l'usine d'Eylie, GEODERIS recommande de limiter l'exposition aux poussières déposées sur le sol et au niveau des équipements de la laverie.

Au regard des observations et résultats précédents, une mesure qui pourrait être envisagée serait de fournir un équipement de protection individuel aux visiteurs de l'usine, à savoir des masques et des gants.

[516] Pour rappel, l'étude de ce scénario est faite avec les hypothèses suivantes : **voie d'exposition** : **uniquement ingestion de sols** (et non inhalation de poussières) et **zone d'intérêt** : **uniquement sols des bâtiments de l'usine** (et non sols extérieurs dans le complexe minier)

10.5.6.2 Eylie-d'en-Bas (Centre)

Le *Tableau 149* et la *Figure 185* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie, au hameau d'Eylie-d'en-Bas.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 21. Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 9 j.*	2326 ◊ (+ 2325)	Supprimer l'exposition	Réaménager la parcelle située devant la résidence
SC 22a. Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas - Activités de jardinage pour un adulte → *QD total < 0.8 et pas de plante potagère prélevée*	2328 ◊ (+ 2329)	-	-
SC 22b. Résidence temporaire à Eylie-d'en-Bas – Jeux en extérieur pour des enfants → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 28 j.*		-	-
SC 23a. Résidence permanente à Eylie-d'en-Bas - Activités de jardinage pour un adulte → *QD total < 0.8 et pas de plante potagère prélevée*	2330, 2331 ◊ (+ 2332)	-	-
SC 23b. Résidence permanente à Eylie-d'en-Bas – Jeux en extérieur pour des enfants → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 23 j.*		-	-
SC 24a et 24b (deux jardins). Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Eylie-d'en-Bas → *QD total > 0,8 et 5 des 10 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	2321, 2336 ◊	Limiter l'exposition aux sols et aux plantes potagères	Réaménager le jardin potager par l'apport de sols « propres »
SC 26. Gîte à louer à Eylie-d'en-Bas	2295 ◊	-	-
SC 25. Résidence temporaire sur dépôt minier → *Nombreuses incertitudes dans l'élaboration du scénario et l'EQRS* → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 105 j. (pour un adolescent-adulte)*	1908, 1910 ● (+ 1902 à 1907)	Supprimer l'exposition	Une solution est à étudier en concertation avec les acteurs locaux dans la mesure où le confinement du dépôt paraît difficilement réalisable (*)
		Limiter la décharge de résidus dans le ruisseau de Laspé	Contrôler l'état du mur de confortement
ZP 09. Pré- et post-estive à Eylie → *Résidus miniers riches en plomb, en zinc et en arsenic*	1909 ●	Supprimer l'exposition du bétail	Idem SC 25 (*)
		Empêcher l'affouillement du dépôt par le Laspé	Installer un enrochement en base du dépôt

Légende : SC : Scénario d'exposition retenu ; ZP : Zone de pastoralisme étudiée

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
	Zone de pastoralisme étudiée
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures secondaires
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 149 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie (Centre), au hameau d'Eylie-d'en-Bas

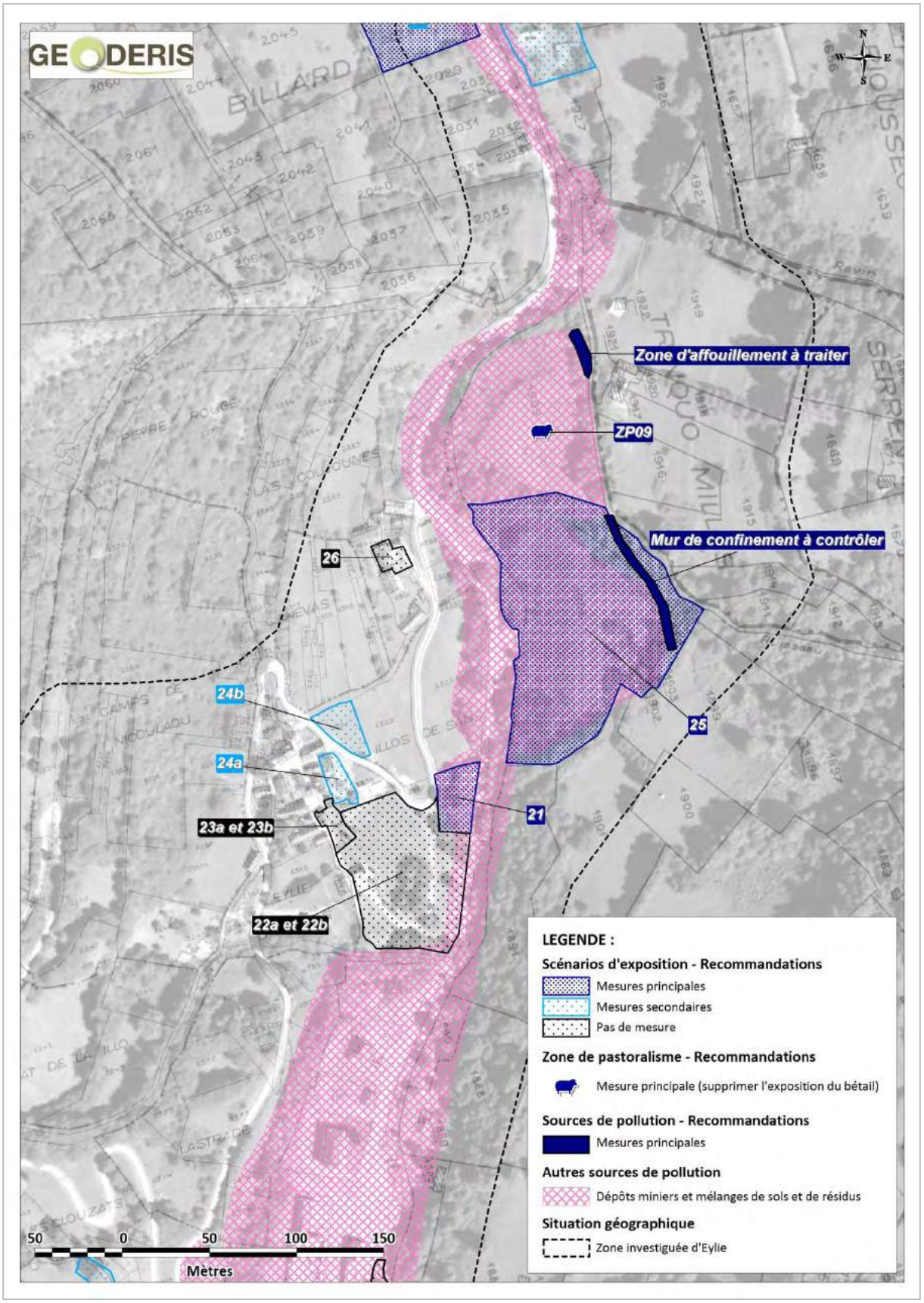


Figure 185 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée d'Eylie (Centre), au hameau d'Eylie-d'en-Bas, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

RESIDENCE TEMPORAIRE, PARCELLE 2326

Pour rappel, le scénario 21 est présenté en paragraphe 8.5.6.4.

Au droit de cette résidence temporaire, les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie.

La zone d'intérêt est une pelouse au développement herbacé très hétérogène, présentant de vastes surfaces de sols à nu. Un prélèvement composite de sols y a été réalisé (P148/SE-13-EILS-SOL-18-0-3) et présente les concentrations suivantes : **72 mg/kg en arsenic, 3 360 mg/kg en plomb et 10 200 mg/kg en zinc**.

Au regard de la fréquentation avérée de plusieurs membres de la famille (dont des enfants en bas-âge), le scénario retenu est basé sur une d'exposition annuelle de 15 jours, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de à 1,5. **Le scénario est donc incompatible.**

GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des jeunes enfants à ces sols pollués.

Au regard de la présence vraisemblable de matériaux résiduaires sus-jacents aux sols de surface échantillonnés, une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager cette parcelle (d'une surface de 180 m² environ) par le décaissement des sols contaminés et des éventuels matériaux résiduaires (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* »[517].

[517] On attend par « terres propres » un sol non contaminé par des éléments potentiellement polluants et qui permet l'usage recherché (activités de jardinage, jeux en extérieur, etc.).

ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A EYLIE-D'EN-BAS, PARCELLES 2321 ET 2336

Pour rappel, le scénario 24 est présenté en paragraphe 8.5.6.4.

Les jardins potagers, entretenus très régulièrement par les propriétaires, ont fait chacun l'objet d'un prélèvement composite de sols : P144/SE-13-EILS-SOL-14-0-30 et P145/SE-13-EILS-SOL-15-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des concentrations significatives, respectivement de **866 mg/kg en plomb et de 2 380 mg/kg en zinc** ; et de 352 mg/kg en plomb et de 862 mg/kg en zinc.

Tenant compte des incertitudes associées à l'étude des scénarios d'exposition liés aux activités de jardinage et à l'ingestion de plantes potagères, des critères ont été établis par GEODERIS et sont détaillés en paragraphe 10.1.3.

La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total de 0.83. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques**. De plus, 5 des 10 plantes potagères prélevées présentent des dépassements de valeurs réglementaires en plomb et en cadmium.

GEODERIS recommande de limiter l'exposition aux sols pollués et aux plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée.

Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager les jardins potagers (soit une surface d'environ 1 000 m²) par le décaissement des sols contaminés sur une épaisseur de 30 à 50 cm puis par l'ajout de « *terres propres* ». À court terme, les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre : le lavage soigné des mains après les activités de jardinage, le lavage soigné des végétaux avant consommation et la consommation variée des fruits et légumes[518] (HULOT, 2015).

[518] On entend par consommation variée tant la consommation d'espèces végétales différentes (légumes feuilles, tubercules, fruits, etc.) que la consommation de plantes végétales qui ne sont pas produites dans le jardin potager considéré (autres jardins, commerçants, etc.).

RESIDENCE TEMPORAIRE SUR DEPOT MINIER, PARCELLES 1908 ET 1910

Pour rappel, le scénario 25 est présenté en paragraphe 8.5.6.5.

La résidence temporaire et son environnement sont directement installés au droit du dépôt *« Aval laverie Sud »*. Les sols s'apparentent donc à des résidus miniers « purs ». Les deux prélèvements composites de sols (P131/SE-13-EILS-SOL-01-0-3 et P132/SE-13-EILS-SOL-02-0-3) présentent des **concentrations élevées en arsenic (jusqu'à 280 mg/kg), en plomb (jusqu'à 2 468 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 7 110 mg/kg)**. D'autres prélèvements ont été réalisés dans l'environnement des points précédents et présentent des concentrations en plomb et en zinc localement plus élevées[519].

Les propriétaires ne semblent venir qu'une à deux semaines par an avec leurs enfants, âgés de 12 et 14 ans. Pour information, l'INERIS a donc réalisé une simulation pour un adulte-adolescent fréquentant la zone de 12 ans à 70 ans, à raison de 15 jours d'exposition annuelle. Tenant compte de ces paramètres, ce scénario est compatible. Cependant, ces choix de paramètres sont entachés de nombreuses incertitudes[520], en particulier en termes de quantité de sols ingérées pour un adolescent, basé sur le comportement d'un adulte.

C'est pourquoi, **dans une approche conservatoire, GEODERIS recommande de supprimer l'exposition**, tenant compte de la mise en contact directe des résidents avec les matériaux résiduaires. **Une solution est à étudier en concertation avec les acteurs locaux dans la mesure où le confinement du dépôt paraît difficilement réalisable.** En effet, il s'agit d'un dépôt présentant un volume de 80 000 m^3, une hauteur maximum de 26 m et une pente d'équilibre de 33° *(Figure 186)*. Dans ce contexte, la mise en place d'une géo-membrane ou de toute autre couverture étanche paraît difficilement réalisable. Plus de dix ans après, les travaux de révégétalisation réalisés par MICA Environnement n'ont pas abouti au développement d'un couvert herbacé homogène ; aussi l'apport de sols et de matière organique paraît également être une option compromise.



Figure 186 : Dépôt « Aval laverie Nord » et résidence temporaire (MICA Environnement, 2003)

En termes de maîtrise de la source, GEODERIS émet une recommandation pour limiter la décharge de résidus dans le ruisseau de Laspé (*cf. paragraphe 10.4.2*).

[519] Résultats analytiques obtenus sur les prélèvements de sols complémentaires :

Références	Antimoine (en mg/kg)	Arsenic (en mg/kg)	Cadmium (en mg/kg)	Plomb (en mg/kg)	Zinc (en mg/kg)
P108 / SE-13-EILE-SOL-05	7	158	22,8	4860	6940
P109 /SE-13-EILE-SOL-06	4,71	101	21,2	2290	6970
P110/ SE-13-EILE-SOL-07	3,61	128	19,7	2200	6060

[520] Les connaissances scientifiques actuelles et les outils fournis par la démarche IEM ne permettent pas de préciser davantage l'étude du scénario d'exposition.

ACTIVITES DE PRE- ET POST-ESTIVE, PARCELLE 1909

Pour rappel, la zone de pastoralisme ZP09 est présentée en paragraphe 9.4.2.9.

La zone de pré- et post-estive d'Eylie est directement installée au droit du dépôt *« Aval laverie Nord »*. Les sols s'apparentent donc à des résidus miniers « purs ». Les 5 prélèvements de sols de pâturage retenus présentent des concentrations significatives à très significatives **en arsenic, en plomb et en zinc**, atteignant respectivement **222 mg/kg, 4 020 mg/kg et 15 200 mg/kg**. Les autres milieux d'exposition du bétail n'ont pas été caractérisés.

Cette parcelle est entretenue et occupée durant plusieurs mois (4 mois à plus) au printemps et à l'automne et accueille des ovins du groupement pastoral d'Urets-Bentaillou.

En l'absence de valeurs guides ou de valeurs réglementaires pour les sols de pâturage et dans une approche conservatoire, **GEODERIS recommande de supprimer l'exposition du bétail**, tenant compte de la mise en contact directe des animaux avec les matériaux résiduaires.

Une solution est à étudier en concertation avec les acteurs locaux dans la mesure où le confinement du dépôt paraît difficilement réalisable. En effet, il s'agit d'un dépôt présentant un volume de 44 000 m^3, une hauteur maximum de 13 m et une pente d'équilibre de 35° *(Figure 187)*. Dans ce contexte, la mise en place d'une géo-membrane ou d'une toute autre couverture étanche paraît difficilement réalisable. Plus de dix ans après, comme pour le précédent dépôt, les travaux de révégétalisation réalisés par MICA Environnement n'ont pas abouti au développement d'un couvert herbacé homogène ; aussi l'apport de sols et de matière organique paraît également être une option compromise.



Figure 187 : Dépôt « Aval laverie Sud » et installation d'élevage (MICA Environnement, 2003)

En termes de maîtrise de la source, GEODERIS émet une recommandation pour empêcher l'affouillement du dépôt par le ruisseau de Laspé (*cf. paragraphe 10.4.2*).

10.5.6.3 À proximité de l'usine hydroélectrique d'Eylie (nord)

Le *Tableau 150* et la *Figure 188* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie, à proximité de l'usine hydroélectrique.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 27a. Résidence permanente dans anciens logements de mineurs - Activités de jardinage pour un adulte → *QD total < 0,8 et les 2 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1928 ◊	Limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée	Mettre en place les précautions d'usage pour la consommation des végétaux
SC 27b. Résidence permanente dans anciens logements de mineurs - Jeux en extérieur pour des enfants → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 16 j.*		Eviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation	En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, aménager une aire de jeux hors des sols pollués
SC 28. Résidence temporaire - Amont usine hydroélectrique → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 2 j.*	2028 ● (+ 2027)	Supprimer l'exposition	Réaménager la parcelle située devant la résidence
SC 29. Activités de jardinage et autoconsommation des productions - Amont usine hydroélectrique → *QD total = 0,8 et pas de dépassement de valeurs réglementaires pour la plante potagère prélevée*	2026 ◊	Limiter l'exposition aux sols pollués	Réaménager le jardin potager par l'apport de sols « propres »
SC 30. Ancienne villa EDF - Amont usine hydroélectrique	1948 ◊	-	-

Légende :

** SC : Scénario d'exposition retenu*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures secondaires
	Mesures à mettre en œuvre en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 150 : Conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Eylie (nord), à proximité de l'usine hydroélectrique

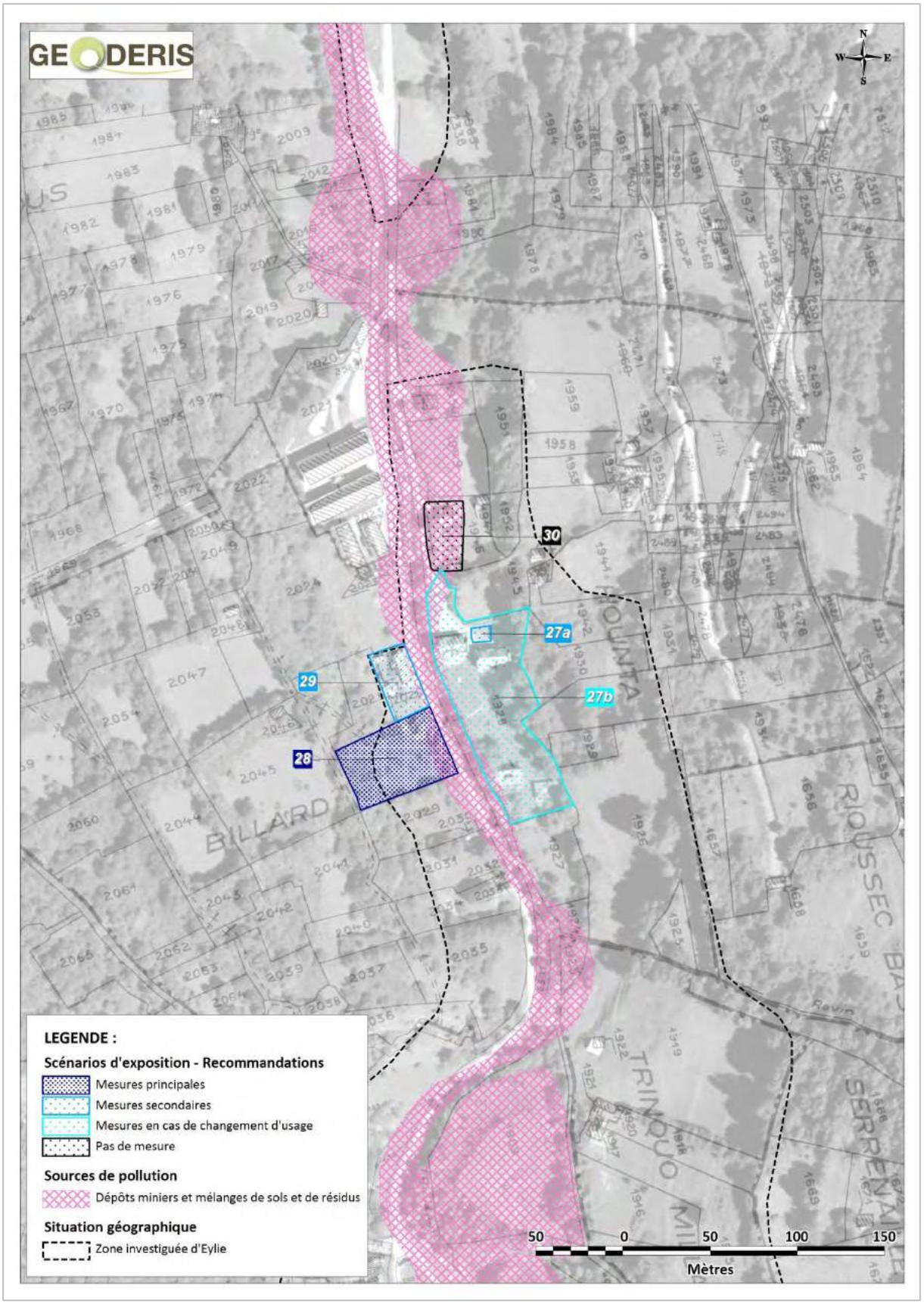


Figure 188 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée d'Eylie (nord), à proximité de l'usine hydroélectrique, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

RESIDENCE PERMANENTE DANS ANCIENS LOGEMENTS DE MINEURS, PARCELLE 1928

Pour rappel, le scénario 27 est présenté en paragraphe 8.5.6.6.

- **Jardin potager**

Le jardin potager est entretenu régulièrement par la propriétaire avec des productions potagères en faible quantité. Un prélèvement composite de sols a été réalisé, P454/SE-14-EILE-SOL-123-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des concentrations significatives, respectivement de **799 mg/kg en plomb et de 2 060 mg/kg en zinc**.

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS (*cf. paragraphe 10.1.3.*). La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total inférieur à 0.8. Cependant les deux prélèvements de plantes potagères présentent des dépassements de valeurs réglementaires en plomb et en cadmium.

GEODERIS recommande de limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée.
Les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre : le lavage soigné des mains après les activités de jardinage, le lavage soigné des végétaux avant consommation et la consommation variée des fruits et légumes (HULOT, 2015).

- **Jardin ornemental et pelouse**

La zone d'intérêt consiste en une pelouse au couvert herbacé globalement homogène mais présentant des zones à nu de quelques dizaines de centimètres carrés. Les deux prélèvements composites de sols (P445/SE-14-EILE-SOL-105-0-3 et P446/SE-14-EILE-SOL-106-0-3) présentent des **concentrations élevées en plomb (jusqu'à 2 100 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 3 870 mg/kg).**

Les résidents permanents étant adultes, un scénario générique a été étudié par l'INERIS. **Le scénario, basé sur la fréquentation d'un enfant âgé de 6 mois à 6 ans, est incompatible à partir de 16 jours d'exposition par an.**

Tenant compte de cette information, GEODERIS recommande d'éviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation. Le cas échéant, une mesure qui pourrait être envisagée serait l'aménagement d'une aire de jeux hors des sols pollués (de préférence en bordure est de la parcelle dont les sols, d'après les mesures NITON ® réalisées en 2014, présentent un marquage métallique moins prononcé).

RESIDENCE TEMPORAIRE - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE, PARCELLE 2028

Pour rappel, le scénario 28 est présenté en paragraphe 8.5.6.6.

Au droit de cette résidence temporaire, les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie. Des résidus miniers ont été reconnus sous quelques centimètres de sol lors des investigations de terrain en septembre 2013 *(Figure 189)*.

La zone d'intérêt est une pelouse au couvert herbacé homogène. Un prélèvement composite de sols y a été réalisé (P460/SE-14-EILE-SOL-129-0-3) et présente les concentrations suivantes : **50 mg/kg en cadmium, 12 200 mg/kg en plomb et 25 700 mg/kg en zinc**.



Figure 189 : Résidus miniers sous quelques centimètres de sol, au droit de la parcelle 2028

Les propriétaires occupent la résidence 15 jours par an au plus et viennent avec leurs trois enfants, dont le plus jeune est âgé de 17 ans. Un scénario générique a été étudié par l'INERIS. **Le scénario, basé sur la fréquentation d'un enfant âgé de 6 mois à 6 ans, est incompatible à partir de 2 jours d'exposition par an.**

GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des résidents aux sols pollués voire aux matériaux résiduaires (dans le cas où les résidus affleureraient en surface). La parcelle couvre une surface d'environ 2000 m². Cependant GEODERIS n'a pu déterminer l'extension géographique du dépôt minier ni horizontalement, ni en profondeur.

Une mesure serait de réaménager cette parcelle par le décaissement des sols contaminés et des matériaux résiduaires (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* ».

ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS - AMONT USINE HYDROELECTRIQUE, PARCELLE 2026

Pour rappel, le scénario 29 est présenté en paragraphe 8.5.6.6.

En bordure immédiate de cette résidence permanente, les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie.

Le jardin potager, entretenu très régulièrement par les propriétaires a fait l'objet d'un prélèvement de sols composite : P147/SE-13-EILS-SOL-17-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des concentrations significatives, de **1 560 mg/kg en plomb et de 2 940 mg/kg en zinc**.

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS *(cf. paragraphe 10.1.3.)*. La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total de 0.8. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques.** Le prélèvement de plantes potagères ne présente pas de dépassement des valeurs réglementaires.

GEODERIS recommande de limiter l'exposition aux sols pollués. Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager le jardin potager (dont la surface avoisine 300 m²) par le décaissement des sols contaminés sur une épaisseur de 30 à 50 cm puis par l'ajout de « *terres propres* ». À court terme, les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre, en particulier le lavage soigné des mains après les activités de jardinage (HULOT, 2015).

10.5.7 Moulin

Le *Tableau 151* et la *Figure 190* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Moulin.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES DE LA SITUATION	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 44. Résidence temporaire à Moulin-d'en-Haut → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 9 j.*	2042 ◊ (+ 2039, 2041)	Empêcher l'exposition de jeunes enfants à la parcelle enherbée située au nord de la résidence	Favoriser les activités de jeu sur la plateforme située devant la résidence
SC 45. Gîte de vacances à Moulin-d'en-Haut	1354, 1357 ◊	-	-
SC 46. Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut → *QD total < 0.8 et 3 des 5 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1351, 1354 ◊	Limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée	Mettre en place les précautions d'usage pour la consommation des végétaux
SC 47. Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Moulin-d'en-Haut → *QD total < 0.8 et 2 des 5 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1345, 1346 (+ 1352) ◊		
SC 48. Foyer municipal à Moulin-d'en-Bas	1341 ●	Empêcher la remobilisation des résidus miniers déposés par le Lez et actuellement enfouis	Eviter tout réaménagement qui puisse générer de la remise en surface des matériaux et maintenir le couvert végétal
SC 49a et 49b (2 pelouses). Résidence temporaire à Moulin-d'en-Bas → *Nombreuses incertitudes dans l'élaboration du scénario et l'EQRS ; Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 54 j. (pour un adolescent-adulte)*	1334, 2724, 2725 ● (+ 2722)	Supprimer l'exposition	Réaménager les deux parcelles situées de part et d'autres de la résidence
SC 50. Résidence permanente à Moulin-d'en-Bas → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 13 j.*	974, 975, 976 ◊ (+ 977 à 979)	Supprimer l'exposition	Réaménager la parcelle située devant la résidence

Légende : **SC : Scénario d'exposition retenu*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages -milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures secondaires
	Mesures en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 151 : Conclusions de l'étude pour les scénarios étudiés sur la zone investiguée de Moulin

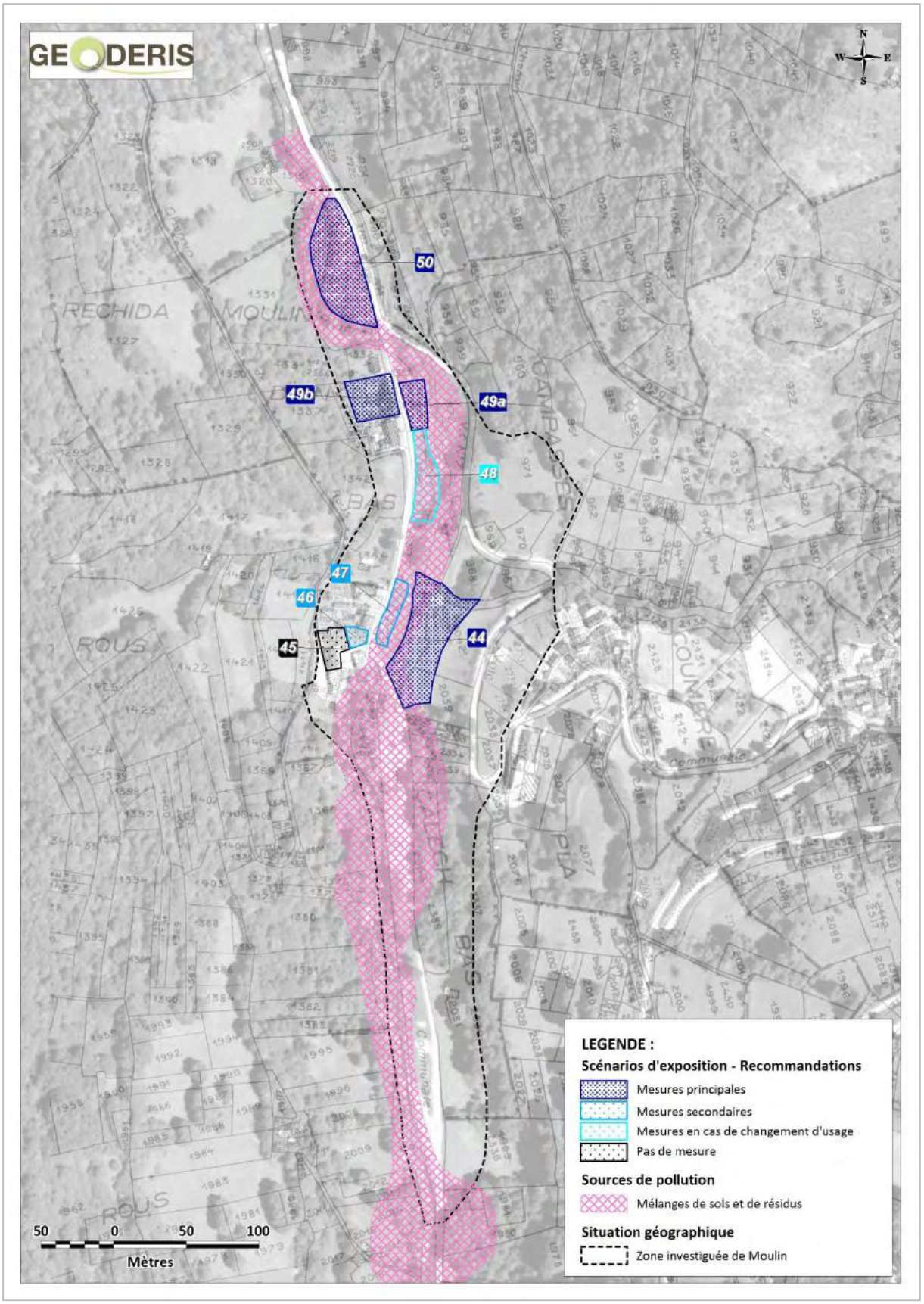


Figure 190 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Moulin, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-HAUT, PARCELLE 2042

Pour rappel, le scénario 44 est présenté en paragraphe 8.5.9.2.

La zone d'intérêt est une prairie située au nord de la résidence temporaire, au couvert herbacé homogène. Un prélèvement composite de sols y a été réalisé (P237/SE-13-MOUL-SOL-02-0-3) et présente les concentrations suivantes : **55 mg/kg en arsenic, 3 450 mg/kg en plomb et 5 650 mg/kg en zinc** *(Figure 191).*



Figure 191 : Prises de sols réalisées dans la zone nord de la parcelle 2042

Au regard de la fréquentation avérée de la famille des propriétaires (dont des petits enfants en bas-âge) durant la période estivale, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 15 jours, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 1.6. **Le scénario est incompatible.**

GEODERIS recommande d'empêcher l'exposition de jeunes enfants à la parcelle enherbée située au nord de la résidence.

Tenant compte des concentrations élevées en plomb mesurées en 2013 sur le prélèvement P237, une visite de contrôle a été réalisée en juin 2014. Dans ce cadre, la plateforme située devant l'habitation, en bordure du Lez (rive droite) a fait l'objet de contrôle par mesures NITON ®. Les points associés (N256 et N257) ont mis en évidence des teneurs environ 10 fois inférieures.

Une mesure pourrait donc être de favoriser les activités de jeux sur la plateforme située devant la résidence (au sud).

ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT, PARCELLES 1351 ET 1354

Pour rappel, le scénario 46 est présenté en paragraphe 8.5.9.2.

En bordure immédiate de cette parcelle de subsistance, les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie.

Le jardin potager, entretenu très régulièrement par la propriétaire a fait l'objet d'un prélèvement composite de sols : P244/SE-13-MOUL-SOL-09-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **808 mg/kg et 2 350 mg/kg.**

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS (*cf. paragraphe 10.1.3.)*. La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total inférieur à 0,8. Cependant, trois des cinq plantes potagères prélevées présentent des dépassements de valeurs réglementaires en cadmium et en plomb.

GEODERIS recommande de limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée.

Les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre : le lavage soigné des mains après les activités de jardinage, le lavage soigné des végétaux avant consommation et la consommation variée des fruits et légumes (HULOT, 2015).

ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS A MOULIN-D'EN-HAUT, PARCELLES 1345 ET 1346

Pour rappel, le scénario 47 est présenté en paragraphe 8.5.9.2.

Au droit de cette parcelle de subsistance, les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie.

Le jardin potager, entretenu très régulièrement par la propriétaire a fait l'objet d'un prélèvement de sols composite : P242/SE-13-MOUL-SOL-07-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **608 mg/kg et 1 990 mg/kg.**

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS (*cf. paragraphe 10.1.3.*). La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total inférieur à 0,8. Cependant, deux des cinq plantes potagères prélevées présentent des dépassements de valeurs réglementaires en cadmium et en plomb.

GEODERIS recommande de limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée.

Les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre : le lavage soigné des mains après les activités de jardinage, le lavage soigné des végétaux avant consommation et la consommation variée des fruits et légumes (HULOT, 2015).

FOYER MUNICIPAL A MOULIN-D'EN-BAS, PARCELLE 1341

Pour rappel, le scénario 48 est présenté en paragraphe 8.5.9.3.

Au droit de cette parcelle les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie. Des résidus miniers ont d'ailleurs été reconnus sous quelques centimètres de sol lors des investigations de terrain en juin 2014 *(Figure 192)*.



Figure 192 : Résidus miniers sous quelques centimètres de sol, au droit de la parcelle 1341

La zone d'intérêt est une pelouse au couvert herbacé homogène. Un prélèvement composite de sols y a été réalisé (P505/SE-14-PLA1-SOL-109-0-3) et présente les concentrations suivantes : **68 mg/kg en arsenic, 5 760 mg/kg en plomb et 11 200 mg/kg en zinc**. Un prélèvement de résidus miniers a été réalisé en complément du prélèvement de sols de surface précédent (P506/SE-14-PLA1-SOL-110). Il présente des concentrations en ces éléments métalliques similaires : **5 450 mg/kg en plomb et 11 700 mg/kg en zinc**. Ce qui tendrait à démontrer que les résidus miniers sont par endroits affleurants.

La fréquentation du foyer municipal et de sa pelouse est occasionnelle (association de chasse, festivités communales, etc.). Au regard de la fréquentation avérée des résidents permanents de la commune de Sentein (dont des enfants en bas-âge), le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition de 2 jours par an, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. **Le scénario d'exposition est compatible.**

Cependant, étant donné qu'il s'agit d'une zone de loisirs publique et compte tenu de la présence d'une source de pollution à quelques centimètres de profondeur, **GEODERIS recommande de veiller à maintenir enfouis les résidus miniers déposés par le Lez.**

Des mesures pour atteindre cet objectif pourraient être d'éviter tout réaménagement qui puisse générer de la remise en surface des matériaux et de maintenir le couvert végétal.

RESIDENCE TEMPORAIRE A MOULIN-D'EN-BAS, PARCELLES 1334, 2724 ET 2725

Pour rappel, le scénario 49 est présenté en paragraphe 8.5.9.3.

Au droit de cette parcelle les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) attestent de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie. Des résidus miniers ont d'ailleurs été reconnus sous quelques centimètres de sol lors des investigations de terrain en juin 2014 *(Figure 193)*.



Figure 193 : Résidus miniers sous quelques centimètres de sol, au droit de la parcelle 1334

La zone d'intérêt est une pelouse au couvert herbacé globalement homogène mais présentant quelques zones de sols à nu. Les deux prélèvements de sols composites réalisés (P503/SE-14-PLA1-SOL-107-0-3 et P504/SE-14-PLA1-SOL-108-0-3) présentent des **concentrations élevées en plomb (jusqu'à 1 940 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 4 870 mg/kg)**. Un prélèvement de résidus miniers a été réalisé en complément des prélèvements de sols de surface précédents (P502/SE-14-PLA1-SOL-106). Il présente des concentrations en ces éléments métalliques comparables : **2 460 mg/kg en plomb et 5 260 mg/kg en zinc**.

Les propriétaires occupent la résidence temporaire durant toutes les vacances et durant tous les week-ends, accompagnés de leurs deux enfants, âgés de 11 et 13 ans, qui jouent très souvent en extérieur. Pour information, l'INERIS a donc réalisé une simulation pour un adulte-adolescent fréquentant la zone de 11 ans à 70 ans à raison de 123 jours d'exposition annuelle. Avec ces paramètres, le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques. Ces choix de paramètres sont entachés de nombreuses incertitudes[521], en particulier en termes de quantités de sols ingérées pour un adolescent, basé sur le comportement d'un adulte.

C'est pourquoi, **GEODERIS recommande de supprimer l'exposition de résidents aux sols pollués**. Les deux parcelles couvrent une surface d'environ 1 400 m². Cependant GEODERIS n'a pu déterminer l'extension géographique du dépôt minier ni horizontalement, ni verticalement.

Une mesure serait de réaménager cette parcelle par le décaissement des sols contaminés et des matériaux résiduaires (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* ».

[521] Les connaissances scientifiques actuelles et les outils fournis par la démarche IEM ne permettent pas de préciser davantage l'étude du scénario d'exposition.

RESIDENCE PERMANENTE A MOULIN-D'EN-BAS, PARCELLES 974, 975 ET 976

Pour rappel, le scénario 50 est présenté en paragraphe 8.5.9.3.

Au droit de cette parcelle les photos aériennes de 1942 (© Géoportail) semblent attester de la présence, à cette époque, de résidus miniers transportés par le Lez depuis l'usine d'Eylie.

La zone d'intérêt est une pelouse au couvert herbacé globalement homogène. Les trois prélèvements composites de sols (P239/SE-13-MOUL-SOL-04-0-3, P240/SE-13-MOUL-SOL-05-0-3 et P241/SE-13-MOUL-SOL-06-0-3) *(Figure 194)* présentent des **concentrations élevées en plomb (jusqu'à 2 710 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 5 310 mg/kg)**.



Figure 194 : Prises de sols réalisées sur les parcelles 974, 975 et 976

Bien que des résidus miniers n'aient pas été reconnus lors des investigations de terrain, il est probable que les sols de surface de la parcelle soient mélangés à des résidus miniers, voire qu'ils recouvrent un horizon de matériaux résiduaires sous-jacent.

Au regard de la fréquentation avérée de la famille des propriétaires (dont des petits enfants en bas-âge) durant les vacances, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 15 jours, pour un enfant âgé de 5 ans à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 1. **Le scénario est incompatible.**

GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des jeunes enfants aux sols pollués. Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager cette parcelle (dont la surface avoisine 850 m²) par le décaissement des sols contaminés (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de *« terres propres »*.

10.5.8 Hameau de la Parade et hameau de Pont de l'Isard

Le *Tableau 152* et la *Figure 195* fournissent les conclusions de l'étude sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE (S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 51. Résidence temporaire à la Parade	448	-	-
SC 52. Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard *→ QD total < 0.8 et une des 2 plantes potagères prélevées, concernée par un dépassement de valeurs réglementaires*	2176, 2178	-	-
SC 53. Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Pont de l'Isard *→ QD (Pb) < 0.8 et pas de dépassement de valeurs réglementaires pour la plante potagère prélevée*	2180, 2181, 2182	-	-
SC 54. Résidence temporaire aux Bordes-de-Maupas	2084	-	-

Légende :

SC : Scénario d'exposition retenu

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Nature des recommandations :	
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 152 : Conclusions de l'étude pour les scénarios étudiés sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard

Au regard des résultats de l'EQRS sur les trois scénarios d'exposition retenus et compte tenu des critères définis par GEODERIS pour les jardins potagers *en paragraphe 10.1.3*, **GEODERIS n'émet aucune recommandation sur les zones investiguées du hameau de la Parade et du hameau de Pont de l'Isard.**

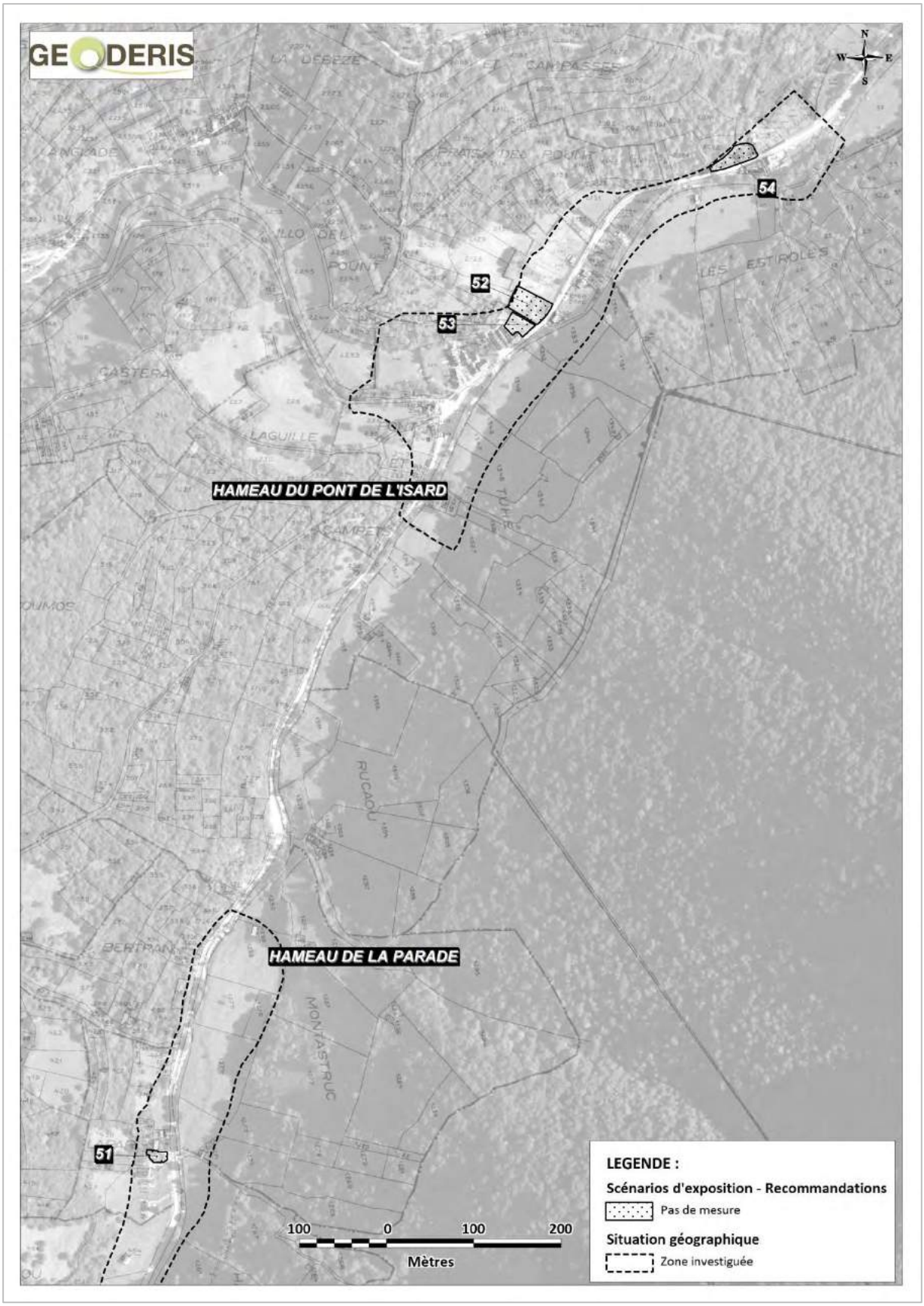


Figure 195 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée des hameaux de la Parade et de Pont de l'Isard, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

10.5.9 Sentein

Le *Tableau 153* et la *Figure 196* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Sentein.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	PARCELLE(S)	OBJECTIFS À ATTEINDRE	PRECONISATIONS ENVISAGEES
SC 58. Activité de jardinage et autoconsommation des productions en rive gauche du Lez. → *QD total < 0.8 et 4 des 4 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1460, 1461, 1462, 1465, 1466, 1467	-	-
SC 59. Activités de jardinage en rive gauche du Lez → *QD total < 0.8 et pas de plante potagère prélevée*	1442, 1443, 1444 ◊	-	-
SC 60. Résidence permanente en rive gauche du Lez	1438 ◊	-	-
SC 61. Activités de jardinage et autoconsommation des productions en rive droite du Lez → *QD total < 0.8 et 2 des 7 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	133	-	-
SC 62. Activités de loisirs sur pelouse en rive droite du Lez	133	-	-
SC 63. Activités de jardinage au centre-village → *QD total = 0.8 et pas de plante potagère prélevée*	641	Limiter l'exposition aux sols	Réaménager le jardin potager par l'apport de sols « propres »
SC 64. Activités de jardinage et autoconsommation des productions au centre-village → *QD total < 0.8 et 3 des 4 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1037, 1038, 1039	Limiter la consommation des plantes potagères	Mettre en place les précautions d'usage pour la consommation des végétaux
SC 65. Gîte de France au centre village	1044 (+ 1045, 3155)	-	-
SC 66. Ecole maternelle et primaire de Sentein	647 ◊	Supprimer l'exposition	Réaménager les deux cours de l'école
SC 67. Centre de loisirs "Le CLAE"	2560 (+ 688) ◊	Supprimer l'exposition	Réaménager l'environnement de l'aire de jeux
SC 68. Pique-nique devant l'Office du Tourisme	2560 (+ 688) ◊	-	-
SC 69. Camping municipal à Sentein	569 (+ 570) ◊	-	-

Légende : SC : Scénario d'exposition retenu

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
◊	*Présence de sols pollués (ou marquage métallique) sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures secondaires
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 153 : Conclusions de l'étude pour les scénarios étudiés sur la zone investiguée de Sentein

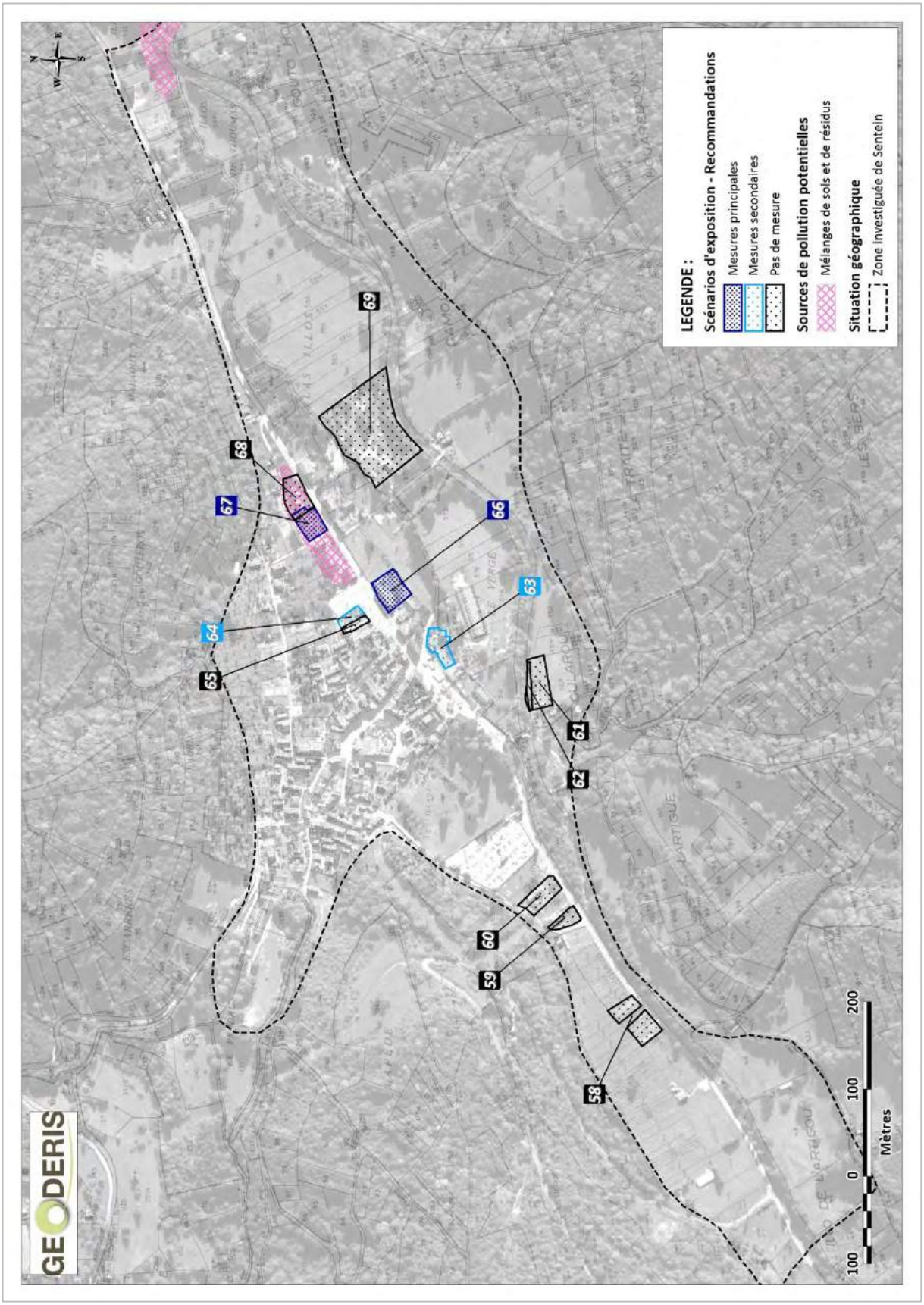


Figure 196 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Sentein, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

ACTIVITES DE JARDINAGE AU CENTRE-VILLAGE, PARCELLE 641

Pour rappel, le scénario 63 est présenté en paragraphe 8.5.12.3.

Le jardin potager a fait l'objet d'un prélèvement composite de sols : P557/SE-14-SENT-SOL-111-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **1 720 mg/kg et 3 290 mg/kg.**

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS (*cf. paragraphe 10.1.3*). La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total de 0.8. Aucun prélèvement de plante potagère n'a été réalisé sur cette parcelle de subsistance.

GEODERIS recommande de limiter l'exposition aux sols pollués. Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager le jardin potager (dont la surface avoisine 200 m²) par le décaissement des sols contaminés sur une épaisseur de 30 à 50 cm puis par l'ajout de « *terres propres* ». À court terme, les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre, en particulier le lavage soigné des mains après les activités de jardinage (HULOT, 2015).

ACTIVITES DE JARDINAGE ET AUTOCONSOMMATION DES PRODUCTIONS AU CENTRE-VILLAGE, PARCELLES 1037, 1038 ET 1039

Pour rappel, le scénario 64 est présenté en paragraphe 8.5.12.3.

Le jardin potager, entretenu durant une cinquantaine de jours par an par les propriétaires (qui disposent d'une résidence temporaire à Sentein), a fait l'objet d'un prélèvement composite de sols : P555/SE-14-SENT-SOL-109-0-30. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **349 mg/kg et 858 mg/kg.**

On prendra en compte les critères établis par GEODERIS (*cf. paragraphe 10.1.3*). La démarche d'approfondissement de l'EQRS donne un QD total inférieur à 0.8. Cependant, 3 des 4 plantes potagères prélevées présentent des dépassements de valeurs réglementaires en cadmium et en plomb (ainsi qu'une concentration significative en arsenic pour l'un d'entre eux).

GEODERIS recommande de limiter la consommation des plantes potagères dont la qualité chimique est dégradée. Les mesures d'usages recommandées par l'INERIS pourraient être mises en œuvre : le lavage soigné des végétaux avant consommation et la consommation variée des fruits et légumes (HULOT, 2015).

ECOLE MATERNELLE ET PRIMAIRE DE SENTEIN, PARCELLE 647

Pour rappel, le scénario 66 est présenté en paragraphe 8.5.12.3.

La zone d'intérêt consiste en deux cours au sein de l'école maternelle et primaire de Sentein. Le couvert herbacée est globalement homogène mais présente quelques zones de sols à nu. Les trois prélèvements composites de sols (P339/SE-13-SENT-SOL-53-0-3, P547/SE-14-SENT-SOL-101-0-3 et P548/SE-14-SENT-SOL-102-0-3) présentent des **concentrations moyennes en plomb (jusqu'à 301 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 866 mg/kg)**.

Compte tenu de la fréquentation quotidienne des enfants durant la période scolaire, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 180 jours, pour un enfant âgé de 2 à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) égal à 1.5. **Le scénario est incompatible.**

GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des enfants aux sols des deux cours enherbées de l'école. Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager cette parcelle (dont la surface avoisine 1 200 m²) par le décaissement des sols contaminés (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* ».

CENTRE DE LOISIRS "LE CLAE", PARCELLE 2560

Pour rappel, le scénario 67 est présenté en paragraphe 8.5.12.4.

La zone d'intérêt est la pelouse environnante d'une aire de jeux extérieure au sein du centre périscolaire dit « CLAE ». La couverture herbacée de cette pelouse est globalement homogène mais présente quelques zones de sols à nu au droit desquelles les prises du prélèvement composite de sols (P552/SE-14-SENT-SOL-106-0-3) ont été réalisées en priorité. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **416 mg/kg et 1 550 mg/kg.**

Compte tenu de la fréquentation quotidienne des enfants durant la période scolaire, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 180 jours, pour un enfant âgé de 2 à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 1.9. **Le scénario est incompatible.**

GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des jeunes enfants aux sols environnants l'aire de jeux extérieure. Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager cette parcelle (dont la surface avoisine 1 000 m²) par le décaissement des sols contaminés (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* ».

10.6 Recommandations sur la commune de Bonac-Irazein

10.6.1 Bonac

Le *Tableau 154* et la *Figure 197* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Bonac.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 7. Activités de jeux à la retenue de Bonac → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 94 j.*	1148, 1285, 1946 ◊	Empêcher la remobilisation des sols pollués	- Eviter tout réaménagement qui puisse générer de la remise en surface des matériaux – Maintenir le couvert végétal
SC 8. Caravaning à la retenue de Bonac	1148, 1149, 1150, 1151, 1285, 1946, 1948 ◊		
SC 9. Activités de loisirs sur les berges du Lez	1148, 1285, 1946	-	-

*Légende : * SC : Scénario d'exposition retenu*

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario retenu présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario retenu présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario retenu présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
◊	*Présence de sols pollués (ou marquage métallique) sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures secondaires

Tableau 154 : Conclusions de l'étude pour les situations étudiées sur la zone investiguée de Bonac

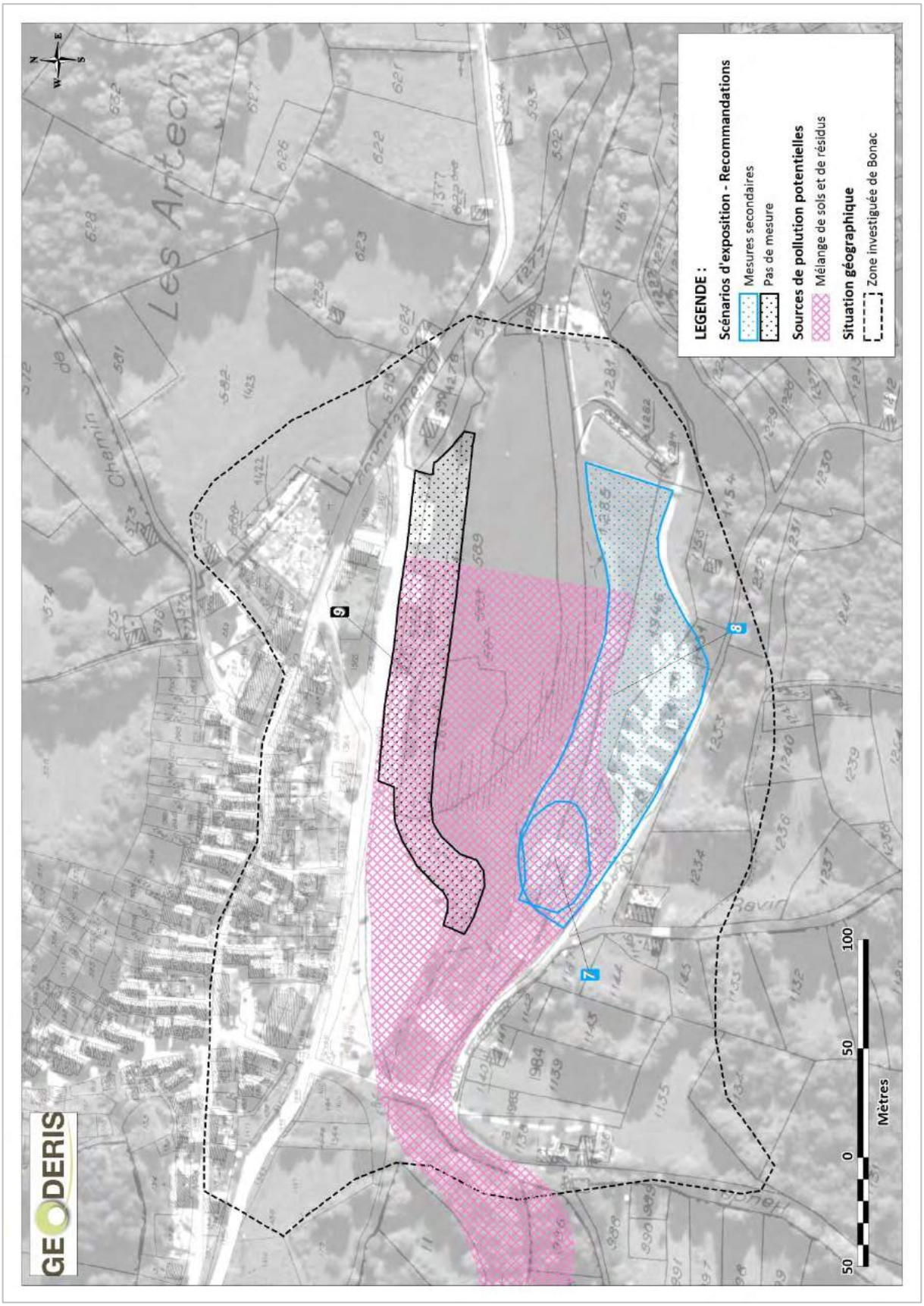


Figure 197 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Bonac sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

AIRE DE JEUX PUBLIQUE A LA RETENUE DE BONAC

Pour rappel, le scénario 7 est présenté en paragraphe 8.5.3.2.

La zone d'intérêt est la pelouse environnante de l'aire de jeux extérieure située sur l'aire de repos et de loisirs de la retenue de Bonac. Le couvert herbacé de cette pelouse est globalement homogène mais présente quelques zones de sols à nu au droit desquelles les prises du prélèvement composite de sols (P012/SE-13-BABO-SOL-50-0-3) ont été réalisées en priorité. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **548 mg/kg et 1 650 mg/kg.**

Compte tenu de la fréquentation régulière des enfants, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 140 jours, pour un enfant d'une résidence permanente, âgé de 1 ans à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 1.3.
Le scénario est incompatible (et ce, à partir de 94 jours d'exposition).

Compte tenu que la durée d'exposition a été choisie dans une approche conservatoire (en l'absence de données plus précises), ces résultats doivent être nuancés ; d'autant que l'aire de jeux a été aménagée récemment et que la couverture herbacée peut être amenée à se densifier. **GEODERIS recommande donc d'empêcher la remobilisation des sols pollués.**

Des mesures pour atteindre cet objectif pourraient être d'éviter tout réaménagement qui puisse générer de la remise en surface des matériaux, et de maintenir le couvert végétal.

AIRE DE CARAVANING A LA RETENUE DE BONAC

Pour rappel, le scénario 8 est présenté en paragraphe 8.5.3.2.

La zone d'intérêt est la pelouse environnante de l'aire de caravaning de la retenue de Bonac. La couverture herbacée de cette pelouse est globalement homogène. Les quatre prélèvements composites de sols (P012/SE-13-BABO-SOL-50-0-3, P013/SE-13-BABO-SOL-501-0-3, P014/SE-13-BABO-SOL-52-0-3 et P015/SE-13-BABO-SOL-53-0-3) présentent des **concentrations faibles à élevées en plomb (jusqu'à 2 294 mg/kg) et en zinc (jusqu'à 4 990 mg/kg)**.

Compte tenu de la fréquentation régulière de cette aire de caravaning, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 15 jours, pour un enfant touriste, âgé de 2 à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD total de 0.95. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques.**

Compte tenu que la durée d'exposition a été choisie dans une approche conservatoire (en l'absence de données plus précises), et du fait de la variabilité analytique importante entre les points de prélèvements réalisés, ces résultats doivent être nuancés. **GEODERIS recommande donc d'empêcher la remobilisation des sols pollués.**

Des mesures pour atteindre cet objectif pourraient être d'éviter tout réaménagement qui puisse générer de la remise en surface des matériaux, et de maintenir le couvert végétal.

10.6.2 Lascoux

Le *Tableau 155* et la *Figure 198* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée de Lascoux.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 35. Résidence permanente au Bocard d'Orle	1634 ◊ (+ 1624)	-	-
SC 36. Résidence temporaire au droit de l'ancienne laverie → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 27 j.*	1964 ●	Supprimer l'exposition	Réaménager la parcelle située devant la résidence
SC 37. Pique-nique au droit de l'ancienne laverie	1963 ◊	-	-
SC 38. Résidence temporaire au Bocard d'Orle	1965 ◊	Eviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation	En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, aménager une aire de jeux hors des sols pollués
SC 39. Résidence permanente au Bocard d'Orle	730, 618 (+ 729)	-	-
SC 40a. Résidence permanente au Bocard d'Orle - Jeux en extérieur pour des enfants	1597, 1613 (+1596, 1598)	-	-
SC 40b. Résidence permanente au Bocard d'Orle - Activités de jardinage pour un adulte → *QD total < 0.8 et une des deux plantes potagères prélevées concernée par des dépassements de valeurs réglementaires*		-	-
SC 41. Activités de jardinage et autoconsommation des productions au Bocard d'Orle → *QD total < 0.8 et pas de dépassement de valeurs réglementaires pour les 2 plantes potagères prélevées*	4167	-	-
SC 42. Pique-nique en rive droite de l'Orle	575	-	-
SC 43. Caravaning au Pont de Lascoux	1583 ◊	-	-

Légende : SC : Scénario d'exposition retenu

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Evaluation réalisée sur un scénario générique
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
●	*Présence d'une source de pollution sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures principales
	Mesures en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 155 : Conclusions de l'étude pour les situations étudiées sur la zone investiguée de Lascoux

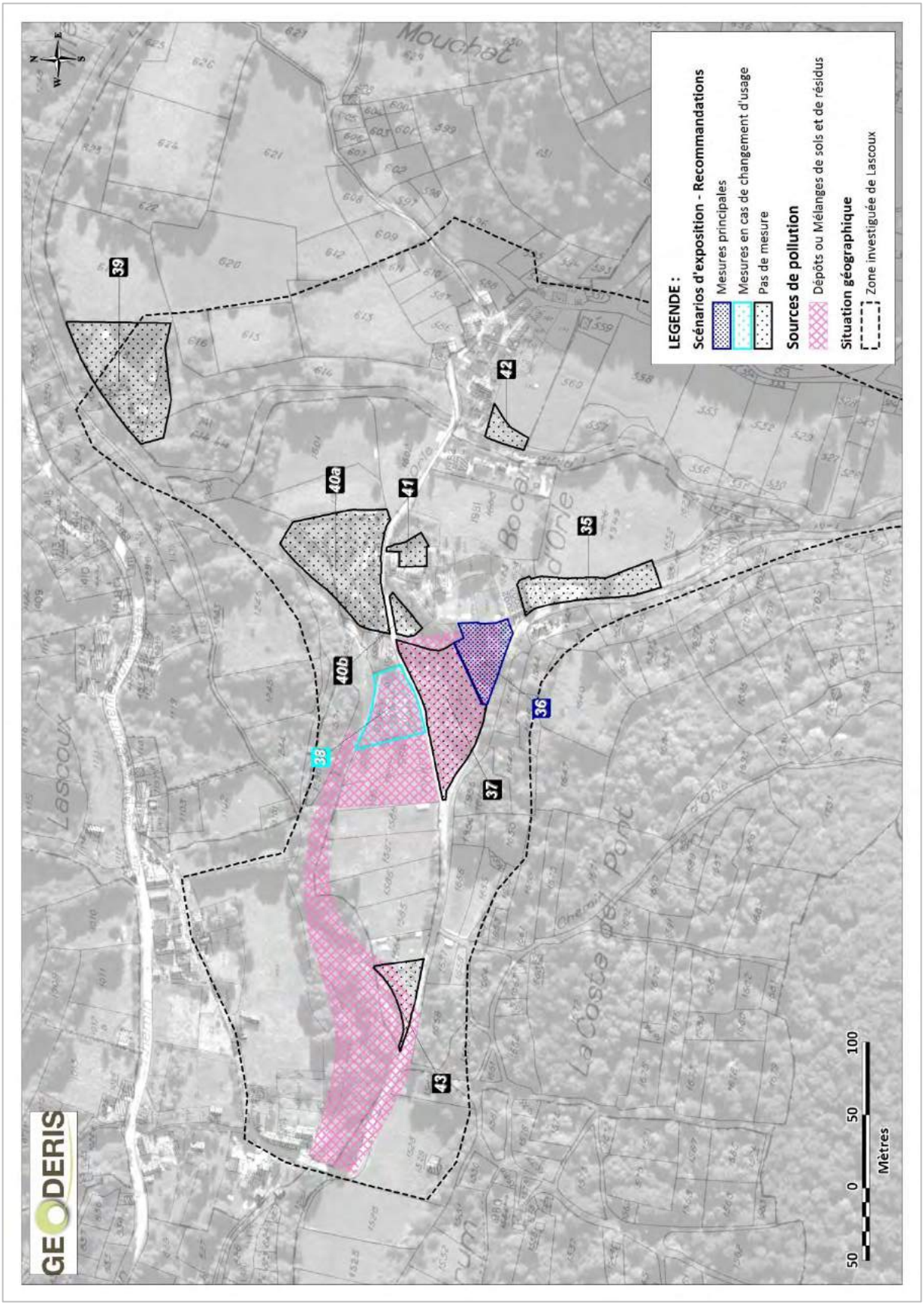


Figure 198 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée de Lascoux, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

RESIDENCE TEMPORAIRE AU DROIT DE L'ANCIENNE LAVERIE, PARCELLE 1964

Pour rappel, le scénario 36 est présenté en paragraphe 8.5.8.2.

La zone d'intérêt est l'environnement de la résidence temporaire. Cette habitation a été installée au droit de l'étage supérieur de la laverie du Bocard d'Orle. Le sol des extérieurs est pour partie recouvert de pelouse (au sud immédiat), pour partie de dalles bétonnées et pour partie de résidus miniers *(Figure 199)*. Les deux prélèvements composites de sols (P219/SE-13-LCXS-SOL-24-0-3 et P221/SE-13-LCXS-SOL-26-0-3) présentent des **concentrations très contrastées, avec des concentrations en plomb respectivement égales à 206 mg/kg et à 1 032 mg/kg et des concentrations en zinc respectivement égales à 2 340 mg/kg et 29 000 mg/kg.**



Figure 199 : Matériaux résiduaires en surface au doit de la parcelle 1964

Selon les témoignages du voisinage, la résidence serait visitée par les propriétaires durant la période estivale, accompagnés d'enfants en bas-âge. Dans une approche conservatoire, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 60 jours, pour un enfant âgé de 6 mois ans à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 1.9. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes sur le choix des paramètres d'exposition.**

Compte tenu de ces incertitudes et du fait de la variabilité analytique importante entre les deux points de prélèvements réalisés, ces résultats doivent être nuancés. Cependant, dans une approche conservatoire, **GEODERIS recommande de supprimer l'exposition des résidents aux sols pollués et aux matériaux résiduaires affleurant.**

Une mesure qui pourrait être envisagée serait de réaménager cette parcelle (dont la surface avoisine 800 m²) par le décaissement des sols contaminés et des matériaux résiduaires affleurants (dépendant de l'épaisseur et de la profondeur de ces faciès) puis par l'ajout de « *terres propres* ».

RESIDENCE TEMPORAIRE AU BOCARD D'ORLE, PARCELLE 1965

Pour rappel, le scénario 38 est présenté en paragraphe 8.5.8.2.

La zone d'intérêt consiste en une pelouse au couvert herbacé homogène. Le prélèvement de sols composite (P213/SE-13-LCXS-SOL-18-0-3) présente des **concentrations élevées en plomb et en zinc, respectivement égales à 1 106 mg/kg et 3 320 mg/kg.**

Les résidents actuels étant adultes, un scénario générique a été étudié par l'INERIS. **Le scénario, basé sur la fréquentation d'un enfant âgé de 6 mois à 6 ans, est incompatible à partir d'une trentaine de jours d'exposition par an.**

Tenant compte de cette information, GEODERIS recommande d'éviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation. En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, une mesure qui pourrait être envisagée serait l'aménagement d'une aire de jeux hors des sols pollués.

10.7 Recommandations sur la commune d'Uchentein

Le *Tableau 156* et la *Figure 200* fournissent les conclusions de l'étude sur la zone investiguée d'Esperris.

SITUATIONS RETENUES		RECOMMANDATIONS DE GEODERIS	
REFERENCES	**PARCELLE(S)**	**OBJECTIFS À ATTEINDRE**	**PRECONISATIONS ENVISAGEES**
SC 32. Résidence temporaire à Esperris → *Nombreuses incertitudes dans l'élaboration du scénario et l'EQRS* → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 39 j.*	1460, 1461, 1462 ◊	Eviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation	En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, aménager une aire de jeux hors des sols pollués
SC 33.Résidence temporaire à Esperris → *Incompatibilité pour une fréquentation supérieure à 30 j.*	1464, 1465 ◊		
SC 34. Activités de jardinage et autoconsommation des productions à Esperris → *QD total < 0.8 et 2 des 6 plantes potagères prélevées concernées par des dépassements de valeurs réglementaires*	1399, 1400	-	-

Légende : SC : Scénario d'exposition retenu

Conclusions de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) pour les scénarios retenus :	
	Scénario présentant une incompatibilité usages - milieux, tenant compte des incertitudes
	Scénario présentant une compatibilité usages - milieux
Caractérisation de la qualité des milieux :	
◊	*Présence de sols pollués sur la parcelle et/ou la zone d'intérêt*
Nature des recommandations :	
	Mesures en cas de changement d'usage
	Pas de mesure proposée par GEODERIS

Tableau 156 : Conclusions de l'étude pour les situations étudiées sur la zone investiguée d'Esperris

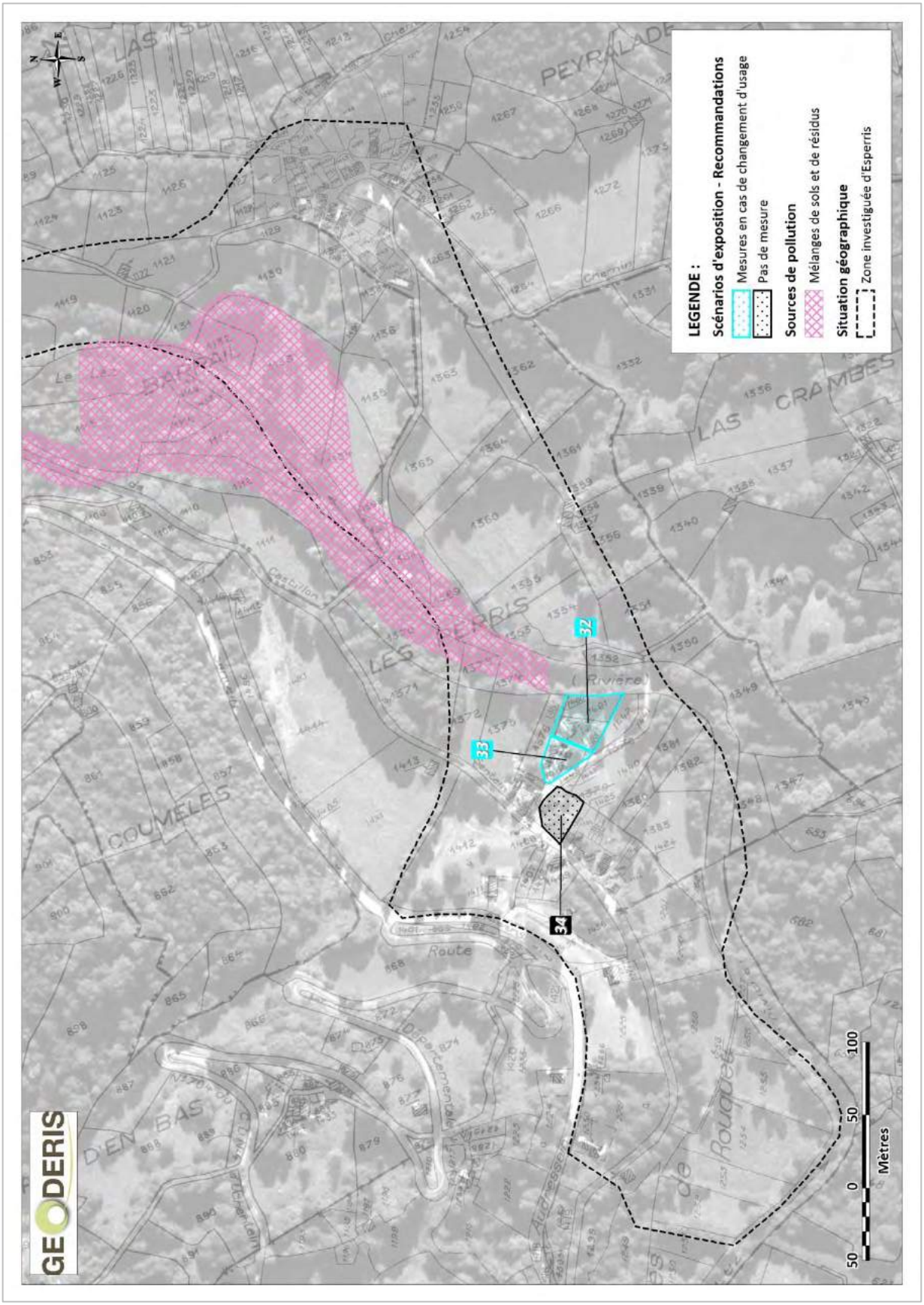


Figure 200 : Situations retenues et recommandations associées sur la zone investiguée d'Esperris, sur fond orthophotoplan ® IGN et BD Parcellaire ® IGN

RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS, PARCELLES 1460, 1461 ET 1462

Pour rappel, le scénario 32 est présenté en paragraphe 8.5.7.2.

La zone d'intérêt est une pelouse située devant la résidence temporaire. La couverture herbacée de cette pelouse est globalement homogène mais présente quelques zones de sols à nu au droit desquelles les prises du prélèvement composite de sols (P468/SE-14-ESPE-SOL-105-0-3) ont été réalisées. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **801 mg/kg et 1 920 mg/kg.**

Selon les témoignages du voisinage, la résidence serait visitée par les propriétaires durant la période estivale, accompagnés d'enfants en bas-âge. Dans une approche conservatoire, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 30 jours, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD total de 0,7. **Le scénario est compatible, tenant compte des incertitudes sur le choix des paramètres d'exposition.**

Compte tenu de ces incertitudes, ces résultats doivent être nuancés. **GEODERIS recommande d'éviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation.** En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, une mesure qui pourrait être envisagée serait l'aménagement d'une aire de jeux hors des sols pollués.

RESIDENCE TEMPORAIRE A ESPERRIS, PARCELLES 1464

Pour rappel, le scénario 33 est présenté en paragraphe 8.5.7.2.

La zone d'intérêt est une pelouse située devant la résidence temporaire. La couverture herbacée de cette pelouse est globalement homogène mais présente quelques zones de sols à nu au droit desquelles les prises du prélèvement composite de sols (P469/SE-14-ESPE-SOL-106-0-3) ont été réalisées en priorité. Seules les concentrations en plomb et en zinc présentent des valeurs significatives, respectivement égales à **1 050 mg/kg et 2 610 mg/kg.**

Selon les témoignages du voisinage, la résidence serait visitée par les propriétaires durant la période estivale, accompagnés d'enfants en bas-âge. Dans une approche conservatoire, le scénario retenu est basé sur une durée d'exposition annuelle de 30 jours, pour un enfant âgé de 6 mois à 6 ans. Le calcul de risque sanitaire donne un QD (Plomb) de 0.99. **Le scénario est incompatible, tenant compte des incertitudes analytiques et tenant compte des incertitudes sur le choix des paramètres d'exposition.**

Compte tenu de ces incertitudes, ces résultats doivent être nuancés. **GEODERIS recommande d'éviter l'exposition de jeunes enfants sur les sols pollués situés devant l'habitation.** En cas de fréquentation d'un enfant de moins 6 ans, une mesure qui pourrait être envisagée serait l'aménagement d'une aire de jeux hors des sols pollués.

10.8 Contrôler la qualité des sols des parcelles situées en bordure du Lez

Comme explicité dans *le paragraphe 7.2*, la plaine alluviale du Lez a été fortement impactée par les déversements volontaires de résidus miniers en sortie de l'usine du Bocard d'Eylie ainsi que l'érosion et l'affouillement des dépôts de résidus miniers stockés sur ce site.

On rappelle ici d'ailleurs la conclusion de ce paragraphe : *« Les zones inondables de la plaine alluviale du Lez sont dans tous les cas directement concernées par des processus de dépôt et de sédimentation des matériaux résiduaires transportés par le Lez ».*

GEODERIS a reconnu des horizons de matériaux résiduaires en profondeur ou affleurant à Eylie, à Moulin, au hameau de la Parade, à Sentein, à Lascoux et à Esperris et a mis en évidence que les sols situés en zone inondable peuvent présenter des concentrations élevées en métaux, notamment en plomb, jusqu'à des distances de 12 km en aval d'Eylie.

La distribution spatiale des sols contaminés et des résidus miniers déposés par le Lez n'est pas connue avec précision. Pour autant, ces faciès se trouvent dans la zone inondable du Lez, c'est-à-dire au droit de parcelles concernées par un aléa inondation faible, moyen ou fort, entre Eylie et Esperris.

GEODERIS recommande, pour tout aménagement extérieur nécessitant une remobilisation des sols, en particulier pour l'installation d'une aire de jeux ou d'un jardin potager, de réaliser au préalable un contrôle de la qualité chimique des sols.

11 BIBLIOGRAPHIE

ALCAZAR, G. (réalisateur). (2012). Vallée du Biros. Exploration des mines du Fourcayre et ascension de la Mail de Bulard. [Film]. France: Licence YouTube standard.

ALCAZAR, G. (réalisateur). (2014). Pic de Maubermé - Pic de l'Homme - Mines d'Uretz [Film]. Licence YouTube standard.

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

ARS. (2013). Contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Résultats des analyses effectuées dans le cadre suivant : CONTROLE SANITAIRE. Commune de Sentein.

ARSHaL. (2011). Le système karstique de Bentaillou.

AUGER, P. (2014). Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur le secteur minier de Sentein situé dans le département de l'Ariège (10 au 21 juin 2014). Rapport d'essais BRGM 102-2014-PA-LAB-EXP.

AUGER, P. (2014). Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur le secteur minier de Sentein situé dans le département de l'Ariège (19 au 30 août 2013). Rapport d'essais BRGM 022-2014-PA-LAB-EXP.

Bertrand, L. (1940). Sur la structure géologique du versant nord des Pyrénées - Chapitre III : " Les problèmes tectoniques du versant nord des Pyrénées". Bulletin des services de la carte géologique de la France et des topographies souterraines, TOME XLII(204).

BOSQUET, L., & DUBOIS, C. (2013). Entre cimes et abîmes - L'empreinte des mineurs pyrénéens. Toulouse: Le Pas d'oiseau.

BRGM. (2015). Elaboration des secteurs d'information sur les sols (SIS) dans le cadre de la loi ALUR - guide méthodologique à l'attention des DREAL et acteurs concernés. Rapport RP-64025-FR.

BRUNEL, C. (2005). Dynamique des éléments traces métalliques (Pb, Zn et Cd) sur un petit bassin versant contaminé par des déchets miniers - Cas du bassin versant amont du Lez (Ariège). Thèse présentée à l'Université de Toulouse III - UFR SVT, Spécialité Géologie de surface.

BURGUIERE, P., & ROQUES, G. (1996). Deux siècles d'histoire de la vallée du Biros 1789-1995. Sentein: Office du Tourisme du Biros.

CARLY, R. (1969). Schistes de Sentein (Ariège) - Essais d'extraction chimique du vanadium. Rapport BRGM 69 RME 046 VDM.

CAUE. (2006). Inventaire du patrimoine bâti sur la commune de Bonac par le Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'Environnement (CAUE).

DALLEU, R. (2013). Phase 1 de l'étude environnementale et sanitaire du secteur minier de Sentein, bassin versant du Lez - Rapport de projet de fin d'étude - Diplôme d'ingénieur géologue, Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy.

DE GRAMONT, X. (1963). Note géologique sur la mine de Sentein. Estimation des réserves des gisements de la concession de Sentein.

DE GRAMONT, X. (1966). Contrôle lithologique des minéralisations du massif du Maubermé (Ariège et Val d'Aran). Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse, Tome 102, Fascicules 2 et 3, 453-456.

DESTOMBES, J.-P. (1958). Sur un mode tectonique particulier des formations ordoviciennes sur la mine de Bentaillou (Ariège). Bulletin de la société géologique de France, Tome 8(2), 105-112.

DESTOMBES, J.-P., & SAINFELD, P. (1956). Etude géologique de la région du Pic de Bulard (Ariège). (Partie méridionale des concessions dont l'Union minière pyrénéenne est amodiataire).

DESTOMBES, J.-P., & SAINFELD, P. (1957). Note sur la région frontière située au sud de la concession de Sentein (Ariège).

DESTOMBES, J.-P., LOUGNON, J., & PROUHET, J.-P. (1955). Etude géologique de la mine de Bentaillou-Rouge à Sentein (Ariège) et projets de recherche. BRGGM.

Directeur du BRGGM. (1958, Décembre 15). Eléments en trace dans les blendes de Sentein. Minéralisation de Sentein - Courrier à M. l'Ingénieur en Chef de l'arrondissement minéralogique de Toulouse.

DUBOIS, C. (1996). La patrimoine industriel et culturel des anciennes concessions minières de Bulard et de Sentein (Ariège). Etude préalable aux mesures administratives et au projet de valorisation. Direction régionale de l'environnement Midi-Pyrénées, D.R.A.C. Service régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, Association Pyrène.

DUBOIS, C. (2002). Rapport d'expertise sur le patrimoine minier de la concession d'Orle (Ariège).

DUBOIS, C. (2004). L'industrie minérale du zinc en France, mi-XIX^{ème} siècle à mi-XX^{ème} siècle. Le cas de la mine de Sentein, Pyrénées ariégeoises. Thèse présentée à l'Université Paris I Panthéon Sorbonne - U.F.R d'Histoire.

FERT, D. (1976). Un aspect de la métallogénie du zinc et du plomb dans l'Ordovicien des Pyrénées Centrales : le district de Sentein (Ariège, Haute-Garonne).Thèse présentée à l'Université Pierre et Marie Curie - Spécialité Géologie Appliquée, Mention Gisements Minéraux.

GENEVIER, M. (2015). Reconnaissance du risque sanitaire et environnemental sur le secteur minier de Sentein (Ariège). Volet hydrogéologie. Rapport BRGM RP-64834-FR.

GEODERIS. (2014). Existence de cuves et de transformateurs non démantelés, ainsi que de vestiges miniers dégradés sur les sites de Bentaillou, Rouge et La Plagne. Rapport GEODERIS S2014/015DE-14MPY2410.

GEODERIS. (2014). Recherche d'eaux potables à Bentaillou (commune de Sentein, 09). Appui à l'ARS et à la Fédération pastorale de l'Ariège. Relevé de décisions de la réunion de travail du 18 février 2014. Rapport GEODERIS S2014/013DE-14MPY3301.

GEODERIS. (2015). Propositions méthodologiques sur les conditions de mise en œuvre de la démarche d'interprétation de l'état des milieux au contexte d'après-mine. Rapport GEODERIS N2015/014DE – 15NAT24080.

Géologie Environnement Conseil. (2005). Commune de Sentein. Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique sur les captages suivant : L'Aspé, Laparade, Frechendech, Bois de la Rouge, Anglade, Col de Rous, Jos, Andraou, Souel, Rouze, Pont de Thue, Le Playras, Spamoul et Baguergue.

GOL, D. (1998). La tétraédrite d'Irazein (Ariège, France). Le Règne Minéral(23), 15-24.

Haut Conseil de la Santé Publique. (2014). Détermination de nouveaux objectifs de gestiondes expositions au plomb - Synthèse et recommandations.

HULOT, C. (2015). Etude environnementale et sanitaire détaillée du secteur minier de Sentein (09), bassin versant du Lez - Etude basée sur l'interprétation de l'état des milieux - Volet sanitaire. Rapport INERIS DRC-15-138353-02444B.

INERIS. (2014). Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 1er décembre 2013. Rapport INERIS DRC-14-142522-01489A.

JEBRAK, M., & MARCOUX, E. (2008). Géologie des Ressources Minérales – Chapitre 6 : Ressources minérales du volcanisme [6.2.3. Contexte volcanosédimentaire (SEDEX)].

Laboratoire de Moulis. (2005). Commune de Bonac-Irazein. Avis de l'hydrogéologue agrée en matière d'hygiène publique concernant la protection sanitaire de trois captages communaux dans la Vallée d'Orle.

Laboratoire GEODE, G. d. (2010, Novembre 3). Banque d'images des patrimoines et territoires - Atlas Photographique de L'Ariège - Biros. Consulté le Avril 28, 2014, sur http://w3.msh.univ-tlse2.fr/bipt/

LAFORET, C., MONCHOUX, P., OUDIN, E., & TOLLON, F. (1983). Inventaire minéralogique de la France n°11 - Ariège 09 - Tome 1 - Bassin versant du Salat.

LOUGNON, J. (1954). Note sur le gisement de zinc et plomb de la concession de Sentein et Saint-Lary.

MEDD. (2007, février 08). Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Lettre de la ministre aux préfets et 3 annexes.

MICA Environnement. (2001). METALEUROP. Concession d'Orle (Ariège). Déclaration d'arrêt défintif des travaux miniers.

MICA Environnement. (2002). Concession de Sentein - Compte-rendu d'exécution des travaux de mise en sécurité (fermeture d'orifices miniers). Année 2002. Rapport n°02-240.

MICA Environnement. (2003). Anciennes mines de Sentein - Proposition de programme de travaux de mise en sécurité des dépôts de stériles. Rapport n°03-233.

MICA Environnement. (2004). Anciennes mines de Sentein - Compte-rendu d'exécution des travaux de mise en sécurité des dépôts de stériles - Année 2004. Rapport n°04-423.

MICA Environnement. (2006). METALEUROP. Concession d'Orle - Commune de Bonac-Irazein (Ariège). Déclaration de l'arrêt définitif des travaux miniers dans la concession. Mémoire descriptif des travaux réalisés.

MICA Environnement. (2006). Office Nationale des Forêts, Anciennes mines de Sentein (Ariège), Programme de mise en sécurité du site domanial de Sentein.

MICA Environnement. (2007). METALEUROP. Concession d'Orle - Commune de Bonac-Irazein (Ariège). Demande de renonciation au titre minier.

NEMOZ, M., & BERTRAND, A. (2008). Plan National d'Actions en faveur du Desman des Pyrénéés (Galemys pyrenaicus), 2009-2014. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères / MEDDAT.

ONF. (2004). Réseau Natura 2000. Document d'objectifs. « Vallée de l'Isard, Mail de Bulard, pics de Maubermé, de Serre Haute et du Crabère». Zone Spéciale de Conservation Site FR7300821 et Zone de Protection Spéciale Site FR7312001. Vol. 1 : Etat de référence du site.

POTTIER, G. (2012). Plan National d'Actions en faveur des Lézards des Pyrénées (2013-2017). Lézards du Val d'Aran Iberolacerta aranica, d'Aurelio Iberolacerta aurelioi et de Bonnal Iberolacerta bonnali. Plans Nationaux d'Actions pour les espèces menacées de France / MEDDE.

POUIT, G. (1978). Différents modèles de minéralisation "Hydrothermale sédimentaire" à Zn (Pb) du Paléozoïque des Pyrénées centrales. Mineralium deposita - International journal for geology, mineralogy and geochemistry of mineral deposits - Official bulletin of the Society for geology applied to mineral deposit, 13(3), 411-421.

POUIT, G. (1985). Les minéralisations Zn (Pb) Ba du Paléozoïque des Pyrénées Centrales : une mise au point et un compte-rendu des missions de 1984. Chapitres IV et V. Rapport du BRGM 85 DAM 037 GMX.

POUIT, G. (1986). Les minéralisations Zn-Pb exhalatives sédimentaires de Bentaillou et de l'anticlinorium Paléozoïque de Bosost (Pyrénées ariégeoises, France). Chronique de la recherche minière(485), 3-16.

POUIT, G., & ALSAC, C. (1978, Septembre 18). Les faciès noirs du Dévonien et de l'Ordovicien des Pyrénées centrales et leurs minéralisations Zn (Pb). Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Tome 287, Série Sciences naturelles(5), 415-418.

POUIT, G., BOUQUET, C., & BOIS, J.-P. (1979). Les principaux niveaux minéralisés (Zn, Pb, Cu, Ba) du Paléozoïque des Pyrénées Centrales : Eléments de synthèse. Bulletin du BRGM, Deuxième Série - Section 2(1), 23-33.

PROUHET, J.-P. (1956). Etat des travaux de recherche à Sentein au 1er septembre 1956 (Ariège).

PROUHET, J.-P. (1957). Etude de la zone Nord-Ouest Bentaillou (Mine de Sentein, Ariège).

PROUHET, J.-P. (1958). Note sur la zone Nord Bentaillou (Mine de Sentein - Ariège).

ROUCHEUX, D. (1990). Etude hydrogéologique et hydrodynamique d'un Karst d'altitude. Le Karst de Bentaillou (Pyrénées ariégeoises). Apports de l'analyse corrélatoire et spectrale. Thèse présentée au Conservatoire National des Arts et Métiers, Spécialité Hydrogéologie.

S.A.T.E.S.E. (s.d.). Commune de Sentein. Visite 2006. Captages de la commune. Conseil Général de l'Ariège- Direction des services techniques.

SGR Midi-Pyrénées. (1994). Etude des concessions minières illimitées. Concession de Sentein (09).

SGR Midi-Pyrénées. (1994). Etude des concessions minières illimitées. Concession du Bulard (09).

SHAH-DIA, R. (2000). Mise en évidence de l'organisation sociale autour d'activités minières et agropastorales pour la programmation d'un centre d'interprétation lié à une dynamique de territoire. Vallée du Biros.

SIREJOL, J.-P. (2013). Les sentiers d'Emilie en Ariège - Parc Naturel régional des Pyrénées ariégeoises. (Vol. I). Rando.

Société française des mines de Sentein. (1939, Juin 21). Mine de Bentaillou, Plan des travaux au 1/1000e. Source : Archives minières de la DREAL Midi-Pyrénées.

Société française des mines de Sentein. (1942, Août 6). Plan général de la mine de Bentaillou, Programme des travaux de recherches (Echelle 1/1000ème). Source : Archives minières de la DREAL Midi-Pyrénées.

TARANNE, C. (2010). La mine du Bulard. L'édition d'Aylie.

VERNHET, Y. (1981). Les minéralisations zincifères de l'Ordovicien et du Dévonien du Val d'Orle. Thèse de Géologie appliquée, mention gisements minéraux - Université Pierre et Marie Curie (Paris VI).

VISVANATH, S.-N. (1955). Etude géologique de la région minière de Sentein (Pyrénées ariégeoises). Sciences de la Terre - Annales de l'Ecole nationale supérieure de géologie appliquée et de prospection minière de l'université de Nancy et du Centre de recherches pétrographiques et géochimiques (CNRS), Tome 5 (2 & 3).