

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 de Pic-de-la-Fourque (09)

SYNTHESE

RAPPORT S 2015/100DE - 15MPY36050

Date : 15/12/2015

Etude sanitaire et environnementale sur le secteur de Pic-de-la-Fourque (09)

SYNTHESE

RAPPORT S 2015/100DE - 15MPY36050

Diffusion :

B3S (1 ex. papier + 1 CD)

Aurélien LOUIS

Pôle Après-mine SUD (3 ex. papier + 1 CD)

Jehan GIROUD

DREAL Midi-Pyrénées (1 CD)

Nathalie HANNACHI

GEODERIS (1 ex. papier + 1 CD)

Rafik HADADOU
Nicolas ZORNETTE

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Ph. BARANGER	C. VACHETTE	R. HADADOU
Visa			

SOMMAIRE

1	REMARQUE	3
2	ORIGINE DE LA DEMANDE	3
3	LOCALISATION DU SECTEUR DE PIC DE LA FOURQUE	3
4	LA ZONE D'ETUDE	4
5	METHODOLOGIE ADOPTEE	5
6	PHASE INFORMATIVE	7
6.1	Contexte climatique	7
6.2	Contexte géologique	7
6.3	Contexte hydrologique	7
6.4	Contexte hydrogéologique	8
6.5	Bref historique de l'exploitation	8
6.6	Les principales substances retenues	9
7	ETAT ACTUEL DU SITE	11
8	INVESTIGATIONS DE TERRAIN	13
9	INTERPRETATION DES RESULTATS	15
9.1	Les sols de surface et les résidus miniers.....	15
9.1.1	<i>Le carreau 1230</i>	15
9.1.2	<i>Le terril du Plat des Pommiers</i>	15
9.1.3	<i>La mine à ciel ouvert, les carreaux 1430 et 1320</i>	16
9.1.4	<i>Le village de Salau</i>	16
9.1.5	<i>Le cas de l'amiante</i>	16
9.2	Les eaux	17
9.2.1	<i>Les eaux superficielles</i>	17
9.2.2	<i>Les eaux souterraines</i>	17
9.3	Les sédiments.....	18
9.4	Les végétaux	18
9.4.1	<i>Les végétaux potagers</i>	18
9.4.2	<i>Les herbes de prairie</i>	18

10	INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX	19
10.1	Bilan du schéma conceptuel	19
10.1.1	<i>Sources et milieux sources</i>	19
10.1.2	<i>Usages, milieux d'exposition et enjeux</i>	19
10.2	Les calculs de risques sanitaires	20
11	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	23
12	REFERENCES	25

Mots clés : étude pilote sanitaire et environnementale, interprétation de l'état des milieux, tungstène, Salau, Pic de la Fourque, Ariège, impacts miniers, risques sanitaires.

1 REMARQUE

Ce document constitue la synthèse de l'étude environnementale et sanitaire effectuée, en 2010-2011, sur le secteur minier de Pic de la Fourque (09). Il a vocation à présenter les grandes étapes de la démarche et les principales conclusions.

Pour plus de détails concernant les données de cette étude, le lecteur pourra se référer au rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B.

2 ORIGINE DE LA DEMANDE

Dans le cadre de l'article 20 de la Directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive, un inventaire des dépôts miniers a été réalisé sur le territoire métropolitain. Ce travail a notamment permis d'identifier les secteurs dont certains dépôts sont susceptibles de présenter un risque sanitaire et environnemental élevé (secteurs classés en D ou en E).

Ces secteurs ont été ciblés pour faire l'objet d'études sanitaires et environnementales. Avant de dérouler l'ensemble de ces études sur les secteurs concernés, GEODERIS a choisi de réaliser une étude pilote afin de tester la mise en œuvre de la méthodologie IEM dans le contexte spécifique d'anciennes activités minières. **Le secteur de Pic de la Fourque, classé en D, a été choisi comme site pilote par GEODERIS et la DREAL Midi-Pyrénées.**

Pour cette première étude, GEODERIS a fait appel au BRGM et à l'INERIS pour leurs compétences respectives dans le domaine des sites et sols pollués ainsi que du risque sanitaire.

A ce stade, il est important d'insister sur le fait qu'il s'agit d'un travail pilote qui, même si il a été effectué sur un secteur relativement isolé où la majorité des installations minières étaient souterraines, a servi à alimenter les réflexions et le retour d'expérience pour dérouler la méthodologie IEM sur les études qui ont depuis été effectuées sur d'autres sites miniers.

3 LOCALISATION DU SECTEUR DE PIC DE LA FOURQUE

Le secteur de Pic de la Fourque est situé en Ariège (09) dans les Pyrénées ariégeoises sur la concession à tungstène du Pic de la Fourque, à une trentaine de kilomètres au sud de Saint-Girons et à 130 km au sud-est de Toulouse. Il est localisé sur la commune de Couflens (figure 1).

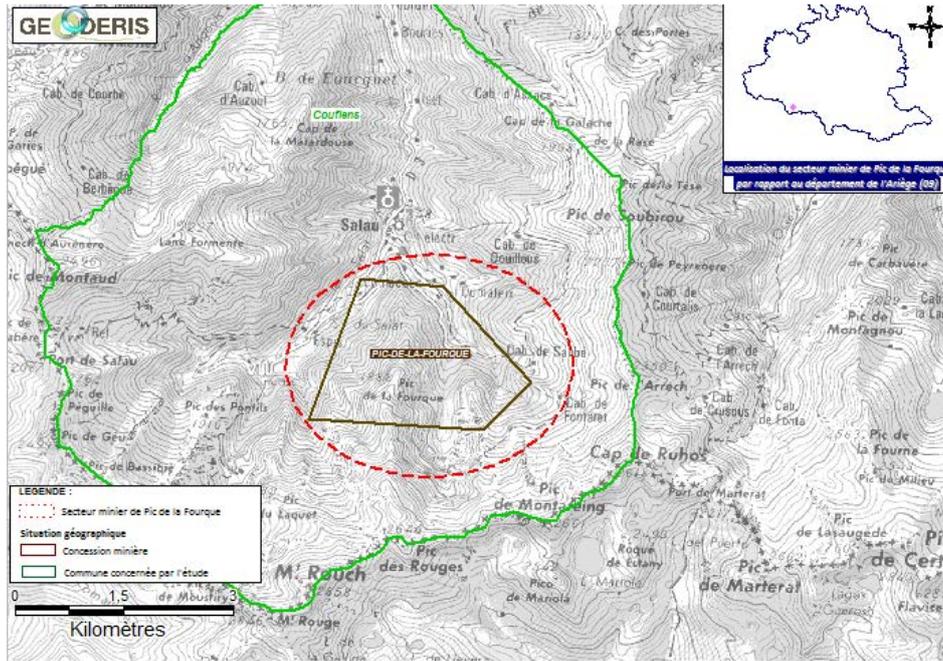


Figure 1 : Situation du secteur minier de Pic de la Fourque, sur fond SCAN 100 © IGN

4 LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude englobe les carreaux miniers (carreaux 1230, 1320 et 1430), le terril du Plat des Pommiers ainsi que la mine à ciel ouvert (figure 2).

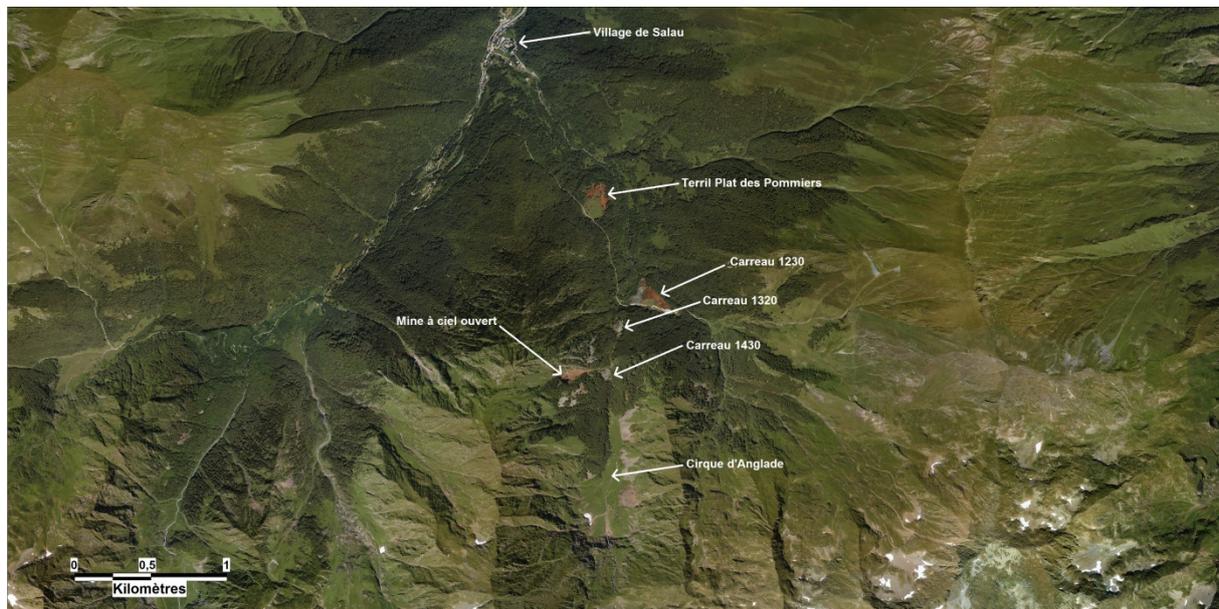


Figure 2 : Présentation de la zone d'étude

5 METHODOLOGIE ADOPTEE

La réalisation de cette étude s'appuie sur la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et en particulier sur la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM).

Cette démarche permet de s'assurer que **l'état des milieux est compatible avec des usages présents déjà fixés** (Figure 3). Elle permet de différencier les situations qui permettent une libre jouissance des milieux de celles qui sont susceptibles d'être à risque.

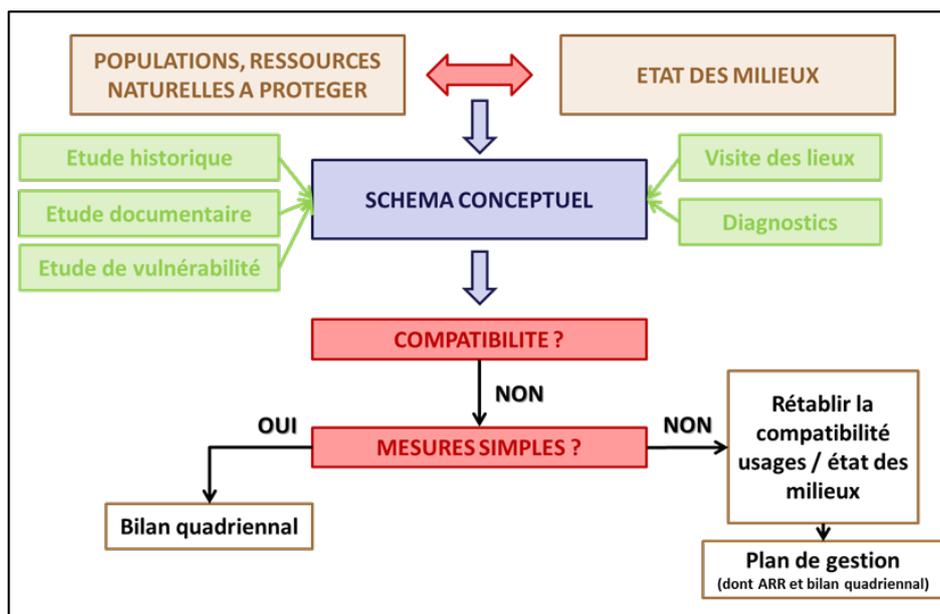


Figure 3 : Démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM)
[Source : (MEDD, 2007) ; adaptation GEODERIS, 2013]¹

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

Pour qu'un site pollué présente un risque sanitaire 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. Les milieux d'exposition des populations peuvent être les eaux souterraines, les eaux de surface, les envols de poussières, les transferts vers les produits alimentaires et les émissions de vapeur.

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

¹ Le plan de gestion et l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) sont également définis dans les textes relatifs à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

6 PHASE INFORMATIVE

6.1 Contexte climatique

La zone étudiée présente des caractères bioclimatiques typiques du domaine océanique. L'influence de la montagne est prépondérante et le climat est de type front pyrénéen accentué, avec un maximum de pluviosité. Le mois de février est le plus froid. La moyenne annuelle est de 9,6 °C et les cycles gel-dégel ont des actions essentielles en ce qui concerne l'altération des roches par gélifraction.

Les précipitations se caractérisent par deux « maxima », l'un au printemps (avril - mai) et l'autre à l'automne (novembre - décembre).

6.2 Contexte géologique

Dans cette partie de la zone axiale des Pyrénées centrales s'étend un faisceau E-W de terrains paléozoïques carbonatés et « shaleux »² qui ont subi un métamorphisme régional de faible degré (faciès des schistes verts). Des intrusions de granodiorites ont métamorphosé ces terrains à leur contact. Quatre ensembles lithologiques peuvent être distingués du sud vers le nord :

- *La série « shalo-gréseuse »*
- *La série carbonatée de Salau*
- *Les « shales » bleutés*
- *Le faisceau calcaire de Carboire*

La série carbonatée de Salau constitue le support de la minéralisation en tungstène localisée au contact de la granodiorite.

6.3 Contexte hydrologique

La mine de Salau est située dans le bassin versant du torrent des Cougnets qui présente une superficie de 12,6 Km². Le torrent des Cougnets est le premier affluent amont du Salat (cours d'eau de 1^{ère} catégorie³) en rive droite. Il se situe entièrement dans la commune de Couflens et conflue avec le Salat dans le hameau de Salau, à 4 km en amont du Chef-Lieu de Commune.

Les pentes raides de 60 à 100 % concentrent rapidement les eaux dans le cirque d'Anglade. Le cirque peut emmagasiner environ 20 000 m³ d'eau et servir d'écrêteur de crue. Ce cirque ne devait pas avoir initialement de chenal d'écoulement, les eaux s'écoulant par le réseau karstique. C'est encore le cas actuellement, bien qu'un chenal peu prononcé se soit creusé par écoulement du trop-plein. La principale résurgence du cirque se situe dans le torrent d'Anglade à l'aval de la route d'accès à la mine, à la cote 1 170 m.

Les principaux cours d'eau situés à proximité de la mine de Salau sont présentés en figure 4.

² « Shale » : roche sédimentaire à grain très fins, de type argile schisteuse ou schiste argileux

³ Une rivière de première catégorie est un cours d'eau où le peuplement piscicole dominant est constitué de salmonidés (truite, omble chevalier, ombre commun, huchon).



Figure 4 : Localisation des principaux cours d'eau situés à proximité de la mine de Salau (Source : Géoportail)

Les crues furent nombreuses, la plus ancienne répertoriée aux Archives Départementale date de 1801 et a entraîné la mort de 29 personnes sur la commune de Salau. Deux crues particulièrement dévastatrices ont eu lieu en octobre 1937 (23 maisons détruites et un mort à Salau) et novembre 1982 (quasi-destruction de l'église romane de Salau). Lors de ces crues, une partie des rives du torrent des Cougnets a été emportée dans le village de Salau.

6.4 Contexte hydrogéologique

Le massif du Pic de la Fourque présente une forte hétérogénéité hydrogéologique (karst dans les calcaires, et milieu fracturé des granodiorites). Les eaux souterraines sont contenues dans des failles et fractures du massif granitique et sont également en relation avec les différents karsts liés aux calcaires.

6.5 Bref historique de l'exploitation

Le gisement de tungstène de Salau a été découvert dans les années 1950. En 1965 un permis de recherche a été accordé au BRGM et en 1967 a été créé la Société Minière d'Anglade (SMA). Un permis d'exploitation a été délivré à cette dernière en 1968. De 1967 à 1970 les infrastructures de la concession ont été mises en place. La période d'exploitation de la mine se situe de 1970 à 1986. Après l'arrêt de l'exploitation, entre 1996 et 1999, la mine a fait l'objet de divers travaux : mise en sécurité d'ODJ⁴, étude de stabilité des terrils de résidus de laverie, nettoyage des carreaux miniers, réaménagement (bassin, gestion des eaux, barrage, seuil..), élaboration du DADT⁵. La concession a été renoncée en 2001.

960 000 tonnes de minerai à 1,5% de tungstène ont été extraites et traitées.

⁴ ODJ : ouvrages débouchant au jour

⁵ DADT : dossier d'Arrêt Définitif des Travaux

6.6 Les principales substances retenues

Les substances potentiellement polluantes retenues pour cette étude concernent certains métaux et métalloïdes dont les principaux sont le tungstène, le fer, le cuivre et l'arsenic ainsi que des substances organiques en lien avec les infrastructures de surface et souterraines telles que les hydrocarbures (HC⁶ et HAP⁷) et les PCB⁸.

L'étude historique fait état de la présence d'actinolite amiante dans quelques rares filons durant l'exploitation. Plusieurs échantillons ont donc été analysés dans le cadre de la présente étude pour la recherche d'amiante.

Divers composés sont par ailleurs mentionnés comme ayant servi au traitement du minerai (mouillants, activants, agent collecteur, composé utilisé pour la flottation des sulfures, silicate de sodium). Pour ces derniers, aucune donnée relative à la toxicité pour les populations n'a été trouvée dans le cadre de la présente étude. Au regard des quantités utilisées, ces composés ne sont pas considérés, en première approche, comme pouvant engendrer une pollution des résidus miniers. Ils n'ont donc pas été caractérisés.

⁶ HC : hydrocarbures

⁷ HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques

⁸ PCB : polychlorobiphényles

7 ETAT ACTUEL DU SITE

La majorité des infrastructures était souterraine, avec les installations de concassage situées au niveau 1320 et la laverie au niveau 1230, côte à laquelle le carreau principal de la mine a été créé.

Divers vestiges, témoins de l'ancienne activité minière sont encore visibles sur le site. Il est observé principalement plusieurs dépôts de résidus miniers (résidus de laverie et stériles de creusement), les anciens bâtiments du carreau 1230 (propriété de la Fédération Départementale des Chasseurs de l'Ariège), les vestiges de la mine à ciel ouvert ainsi qu'une dizaine d'ouvrages débouchant au jour matérialisés. A proximité d'un des bâtiments, la présence d'une ancienne cuve à fioul enterrée a été signalée par le maire de Couflens. Il semble que cette cuve soit responsable de remontées de gasoil au coin du bâtiment et au niveau du mur arrière. Les archives mentionnent par ailleurs la présence de transformateurs électriques, de condensateurs ainsi que des cuves à fioul stockés au niveau des galeries. Selon les archives, les transformateurs ont été dépollués et évacués suite à la fermeture de la mine. Plusieurs futs de 200 litres contenant des produits de filtration de tungstène sont indiqués comme étant stockés au fond de la mine (présence de ces futs confirmée lors d'une visite technique du DPSM le 21/10/2011).

Les produits chimiques divers, réactifs de flottation et produits de laboratoire ont été enlevés et traités.

Les deux principaux dépôts de résidus de laverie sont représentés par le terril du carreau 1230 (volume estimé à 300 000 m³) et le terril du Plat des Pommiers, situé plus au nord (volume estimé à 400 000m³). Ces dépôts sont partiellement végétalisés mais présentent localement des traces d'érosion par les eaux météoriques. Leurs plateformes sommitales ont fait l'objet d'un apport de terres végétales. Pour le terril du carreau 1230, à noter cependant qu'il existe une zone non recouverte de terre où les résidus miniers sont affleurants (zone située en bordure du secteur enherbé).

Des bassins ont été aménagés en pied de dépôts afin de piéger les particules fines issues de ces derniers par érosion. Ces bassins ont été rehaussés selon les besoins par un système de sacs tenus par des géotextiles. Des mesures de gestion des eaux ont par ailleurs été mises en œuvre afin de limiter l'infiltration au sein des dépôts (mise en place d'un caniveau au niveau du terril du Plat des Pommiers).

Durant l'exploitation, des rejets d'eau provenant de la mine ont été effectués dans le ruisseau de Saubé au niveau du carreau 1230. Plusieurs plaintes ont par ailleurs été déposées entre 1971 et 1979 à l'encontre de l'exploitant pour des pollutions du torrent des Cougnets liées à des décharges de résidus de laverie.

Suite à la crue dévastatrice qui a eu lieu en 1982 sur ce secteur, une barrière en gabions a été construite sur le ruisseau d'Anglade entre la route des mines et le cirque d'Anglade. Un barrage a également été réalisé sur le ruisseau des Cougnets, en aval de la mine afin de stabiliser ce cours d'eau. Des remblais en terre ont par ailleurs été apportés afin de combler les bords du torrent des Cougnets notamment au niveau des chalets situés à proximité des anciennes habitations des mineurs.

8 INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Les prélèvements pour analyse ont été effectués au niveau des sols de surface, des résidus miniers, des eaux, des sédiments et des végétaux.

Les méthodes et lieux de prélèvement sont reportés et détaillés dans le rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B.

43 prélèvements de matériaux issus des sols et des résidus miniers ont été effectués. L'essentiel de ces prélèvements a été réalisé en surface. Seuls quelques-uns ont été effectués plus en profondeur (jusqu'à 40 cm), au droit des résidus de laverie.

12 prélèvements d'eau, 7 prélèvements de sédiments et 4 prélèvements de végétaux ont par ailleurs été réalisés.

L'ensemble des prélèvements se répartit comme suit (tableau 1).

La position des points de prélèvement est fournie en annexe de cette synthèse.

Milieu	Zone de prélèvement	Nombre de prélèvements hors échantillons témoins	Nombre de prélèvements d'échantillons témoins
Sols de surface et résidus miniers	Terril du Plat des Pommiers	6	2
	Prairie située en contrebas du terril du Plat des Pommiers	1	1
	Carreau 1230	17	5
	Carreau 1320	2	
	Carreau 1430	1	2
	Mine à ciel ouvert	2	
	Cirque d'Anglade		1
	Village de Salau	3	
Eau	Amont de la mine (cirque d'Anglade, ruisseau du Saubé, amont du carreau 1230 dans ruisseau d'Anglade)		3
	Eaux issues de la mine (galerie du carreau 1230)	1	
	Aval proche de la mine (torrent des Cougnets)	3	
	Aval de Salau (cours d'eau du Salat)	2	
	Amont de Salau sur le Salat		2
	Robinet public à Salau	1	
Sédiments	Amont mine (cirque d'Anglade)		1
	Aval proche de la mine (torrent des Cougnets)	2	
	Aval de Salau (cours d'eau du Salat)	2	
	Amont de Salau sur le Salat		2
Végétaux potagers	Potagers de Salau	2	
Herbages	Prairie avec présence de chèvres observées lors de la visite de terrain (un prélèvement effectué au droit d'une ancienne coulée de matériaux issus du Plat des Pommiers et un prélèvement réalisé à l'ouest de cette dernière)	1	1

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des prélèvements effectués

9 INTERPRETATION DES RESULTATS

9.1 Les sols de surface et les résidus miniers

Dans cette synthèse nous avons choisi de ne traiter que le cas des fortes anomalies de teneurs par rapport aux échantillons témoins. Pour une analyse plus complète (prise en compte des anomalies modérées à faibles), le lecteur pourra se rapporter au rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B.

9.1.1 Le carreau 1230

Le dépôt du carreau 1230 est principalement constitué de résidus de faible granulométrie (résidus de laverie stockés sur le flanc du carreau). On peut également y trouver des stériles de creusement plus grossiers constitués de blocs et graviers. Une grande partie des résidus de laverie est recouverte par une cuirasse ferrugineuse limitant fortement l'envol de poussières contaminées.

Les analyses effectuées au niveau des résidus de laverie montrent que ces derniers présentent des anomalies fortes en arsenic, cuivre, fer, bismuth et tungstène⁹ par rapport aux prélèvements de sols témoins. Les teneurs maximales mesurées pour ces éléments dans les résidus de laverie sont reportées dans le tableau 3. Elles sont mises en regard des environnements témoins.

Les stériles de creusement présentent, quant à eux, de fortes teneurs en arsenic et en cuivre (teneurs maximales respectives de 827 mg/kg MS et 1000 mg/kg MS). Une teneur en tungstène élevée (3670 mg/kg MS) a par ailleurs été enregistrée sur l'un des échantillons analysés (échantillon prélevé côté ouest du terril).

La composition de la couche de terre végétale située sur la plateforme sommitale du terril s'avère, pour sa part, voisine de celle des échantillons témoins (faibles teneurs en métaux et métalloïdes).

Enfin, pour l'ensemble des échantillons (résidus, stériles de creusement et terres végétales) les teneurs en composés organiques restent faibles, à l'exception des échantillons prélevés à proximité immédiate de la cuve à fioul localisée derrière l'un des bâtiments du carreau et qui présentent de fortes concentrations en hydrocarbures (teneur maximale enregistrée : 9670 mg/kg MS).

9.1.2 Le terril du Plat des Pommiers

Le terril du Plat des Pommiers a été créé pour recevoir les résidus de laverie qui ne pouvaient plus être stockés au niveau du dépôt du carreau 1230, arrivé à saturation. Comme pour les résidus entreposés sur ce dernier, ceux du terril du Plat des Pommiers sont localement recouvert d'une cuirasse ferrugineuse, limitant l'envol de poussières contaminées. Là encore, ces résidus se caractérisent par de fortes anomalies en arsenic, cuivre, fer, bismuth et tungstène (teneurs maximales respectives : 3250 mg/kg MS, 2840 mg/kg MS, 115 0000 mg/kg MS, 192 mg/kg MS et 4670 mg/kg MS). Le fort marquage métallique observé au niveau des résidus de laverie se fait ressentir ponctuellement au niveau des sols d'une zone de prairie située en contrebas du terril et correspondant à l'emplacement d'une ancienne coulée de résidus issus de ce dernier.

⁹ A noter que l'échantillon de sol prélevé sur le chemin qui mène au cirque d'Anglade (échantillon considéré comme hors influence minière) présente une concentration élevée en tungstène (2140 mg/kg MS). Cette forte teneur peut être interprétée comme étant liée à une zone minéralisée naturelle.

Les résidus de laverie ne montrent pas de teneurs élevées en composés organiques, ce qui permet d'écarter une éventuelle pollution liée à l'ancienne activité minière.

Là encore, la composition de la couche de terre végétale située sur la plateforme sommitale du terril s'avère voisine de celle des échantillons témoins.

9.1.3 La mine à ciel ouvert, les carreaux 1430 et 1320

Les matériaux observés au niveau de la mine à ciel ouvert ainsi que des carreaux 1430 et 1320 sont globalement constitués de stériles de creusement. Sur le carreau 1320, il est à noter la présence d'un stockage de quelques mètres cube de résidus de traitement.

Les matériaux liés à la mine à ciel ouvert présentent des teneurs élevées en fer et en tungstène (teneurs maximales respectives : 258000 mg/kg MS et 6030 mg/kg MS). Les stériles de creusement des carreaux 1430 et 1320 se caractérisent par un fort marquage en arsenic, cuivre et tungstène (teneurs maximales respectives : 886 mg/kg MS, 943 mg/kg MS et 6590 mg/kg MS). Les résidus de laverie stockés en faible quantité sur le carreau 1320 présentent de fortes teneurs en fer, cuivre, bismuth et tungstène (respectivement 111000 mg/kg MS, 2730 mg/kg MS, 112 mg/kg MS et 7980 mg/kg MS).

Des hydrocarbures ont été quantifiés à de faibles teneurs sur l'ensemble des échantillons analysés. A noter une teneur plus élevée pour l'échantillon prélevé au niveau du stérile de creusement du carreau 1430 (667 mg/kg MS). Cette concentration pourrait traduire l'influence des activités de la mine où les hydrocarbures étaient utilisés. Les matériaux concernés par cette anomalie en hydrocarbures ne seront toutefois pas considérés comme source de pollution.

9.1.4 Le village de Salau

Trois prélèvements de sols ont été effectués au niveau du village de Salau, situé à l'aval du site minier. Deux prélèvements ont porté sur des potagers situés en dehors des secteurs susceptibles d'être impactés par des décharges de résidus miniers lors des épisodes de fortes crues ; la qualité des sols sur ces potagers ne pouvant alors être affectée que par d'éventuels envols de particules contaminées issues des dépôts miniers situés en amont du village ou par un arrosage /irrigation effectués avec une eau contaminée. Seuls deux jardins potagers ont pu être investigués lors de la campagne de terrain. Le troisième prélèvement a porté sur une zone enherbée située à proximité des anciens chalets des ouvriers de la mine. Aucun de ces trois prélèvements ne montre une dégradation de la qualité des sols imputable à la mine.

9.1.5 Le cas de l'amiante

La recherche historique a montré que de l'actinolite fibreuse avait été détecté dans des filons présents au niveau de la mine.

14 échantillons ont été analysés dans le cadre de la présente étude. Ces échantillons ont été prélevés au niveau des résidus de laverie du carreau 1230 et du terril du Plat des Pommiers, ainsi qu'au niveau des matériaux de creusement des carreaux 1230, 1320, 1430 et de la mine à ciel ouvert. Un échantillon de terre végétale a également été prélevé au sommet du dépôt du carreau 1230. Quatre échantillons de terre végétale ont par ailleurs été prélevés en guise de témoins.

Les analyses réalisées (recherche par MLOP¹⁰ et MET¹¹) n'ont permis de détecter aucune fibre d'amiante. Il est à noter cependant que le type d'analyse effectué présente une limite de quantification élevée (de l'ordre de 0,1 % en masse) ne permettant pas de conclure à l'absence totale d'actinolite fibreuse dans les échantillons analysés.

Ce résultats indique donc l'absence d'amiante en forte quantité dans les sols et résidus, mais au regard du grand volume de résidus de laverie (environ 300 000 m³ pour le carreau 1230 et 400 000 m³ pour le terril du Plat des Pommiers), la présence d'actinolite fibreuse sur l'ensemble de ces terrils ne peut pas être complètement exclue.

Il est donc ici préconisé de réaliser une analyse minéralogique approfondie sur les résidus de laverie et les stériles de creusement afin de caractériser plus finement les matériaux et de vérifier si l'actinolite amiante est présente en faible quantité ou est totalement absente.

9.2 Les eaux

9.2.1 Les eaux superficielles

Que ce soit en amont ou en aval de la mine, les eaux restent peu minéralisées (conductivités comprises entre 60 et 294 µS/cm). Elles présentent des pH neutres à faiblement basiques (entre 7,4 et 8,1).

Une légère influence de la mine est observée pour l'arsenic sur l'échantillon prélevé au niveau du ruisseau d'Anglade. Au point de prélèvement concerné (prélèvement E12) ce dernier est susceptible de recueillir des écoulements d'eau issus de la mine à ciel ouvert et des carreaux 1320 et 1430. Cette influence est rapidement diluée en aval. A noter aussi une augmentation de la teneur en strontium dans ce prélèvement par rapport aux échantillons témoins.

Tous les composés organiques analysés présentent des teneurs inférieures à la limite de détection analytique.

L'impact de la mine reste donc faible sur les eaux superficielles. Toutefois, il est important de préciser ici que ces résultats ont été obtenus sur une seule campagne effectuée en période de basses eaux et qu'ils mériteraient d'être vérifiés sur une période de hautes eaux.

9.2.2 Les eaux souterraines

Les eaux issues de la galerie située au niveau du carreau 1230 présentent un léger marquage en arsenic, en strontium et en tungstène. Là encore, ce marquage est très vite dilué vers l'aval de la mine. A noter que la teneur en arsenic mesurée en sortie de galerie est supérieure à la NQE définie pour cet élément (4,2 µg/l) ainsi qu'à la limite de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine (Annexe I de l'arrêté du 11-01-2007 : 10µg/l).

Les concentrations en composés organiques analysés sont toutes inférieures à la limite de détection.

¹⁰ Microscopie Optique à Lumière Polarisée

¹¹ Microscopie Electronique à Transmission

L'alimentation en eau potable du village de Salau est réalisée depuis la source de Lacouch. Cette dernière est située en rive gauche du Salat, à 1 020 m d'altitude, et capte des eaux issues d'éboulis du quaternaire. Cette source n'a pas de liaison hydrogéologique avec la mine de Salau.

9.3 Les sédiments

Les analyses réalisées ont montré une influence de la mine d'Anglade sur la qualité des sédiments retenus par le barrage situé en aval du carreau 1230 ainsi que pour les sédiments déposés en aval proche de ce barrage. Les anomalies de teneurs les plus marquées ont été détectées pour les hydrocarbures, le cuivre et le zinc. Au niveau du barrage, les teneurs respectives de ces trois substances sont de 499 mg/kg MS, 366 mg/kg MS et 254 mg/kg MS. Pour comparaison, les teneurs respectivement mesurées à l'amont de la mine sont de 79 mg/kg MS, 60 mg/kg MS et 68 mg/kg MS. L'accumulation d'hydrocarbures et de cuivre peut être liée à l'impact de l'ancienne activité minière. Cet impact tend à décroître vers l'aval par dilution. L'origine des teneurs plus élevées en zinc dans le barrage et en aval lointain du site reste quant à elle plus difficile à interpréter, cet élément n'étant pas considéré parmi les principaux traceurs potentiels de la mine.

Pour l'arsenic et le tungstène, même si les teneurs s'avèrent élevées dans les sédiments du barrage, l'impact de la mine reste non perceptible, les sédiments prélevés en amont du site minier présentant des teneurs en tungstène et en arsenic du même ordre de grandeur que celles qui ont été mesurées dans le barrage.

9.4 Les végétaux

9.4.1 Les végétaux potagers

Les prélèvements ont été effectués dans deux jardins potagers du village de Salau.

Les métaux et métalloïdes analysés dans les végétaux de ces deux potagers présentent de faibles teneurs, souvent inférieures aux limites de quantification, ou du même ordre de grandeur.

9.4.2 Les herbes de prairie

Les prélèvements d'herbes ont été effectués au niveau d'une prairie située en contrebas du terril du Plat des Pommiers et servant de pâturage à quelques chèvres.

Au niveau de cette prairie, une zone très locale et de faible extension a été affectée par une ancienne coulée de résidus issus du terril. Le premier prélèvement a été effectué au niveau de cette zone. Le deuxième a été réalisé dans la même prairie mais en dehors de l'emprise de la coulée.

Les concentrations obtenues pour les métaux et métalloïdes analysés sont plus élevées que celles observées dans les végétaux potagers. Les teneurs enregistrées pour l'échantillon prélevé à l'aplomb de l'ancienne coulée de résidus sont par ailleurs supérieures à celles du prélèvement réalisé à l'écart de cette ancienne coulée.

10 INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Les paramètres et hypothèses considérés dans le cadre de ce travail sont détaillés dans le rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B. Il en va de même pour l'analyse des incertitudes liées aux différentes étapes de la démarche d'évaluation des risques sanitaires.

10.1 Bilan du schéma conceptuel

10.1.1 Sources et milieux sources

La « source » désigne le milieu à partir duquel les substances non désirables s'accumulent ou sont transférées vers d'autres milieux. En première approche, sur les zones investiguées du site du Pic de la Fourque, ont été retenus comme sources ou milieux sources potentiels de pollution, les sols de surface, les résidus miniers, les eaux, les sédiments, les végétaux et les aliments d'origine animale (viandes, lait, œufs, poissons).

Les résultats obtenus et les informations effectuées lors du diagnostic de terrain ont conduit à ne retenir que les sols et résidus miniers comme sources ou milieux source de pollution ; les eaux, les sédiments et les végétaux n'étant que peu impactés par la mine. A noter ici que la caractérisation des milieux liés aux voies d'exposition relatives à la chaîne trophique (poissons et animaux domestiques, d'élevage ou de la chasse) n'a pas été considérée dans le plan d'investigations de la présente étude.

10.1.2 Usages, milieux d'exposition et enjeux

Enjeux

La population

Les enjeux considérés sont les populations (adultes et enfants) riveraines au site, les habitants de Salau ou de passage et notamment celles fréquentant plus particulièrement les zones du carreau 1230¹². Dans le cadre d'une approche conservatoire et au regard de la voie d'exposition (ingestion de terre), la cible enfant est retenue.

Les eaux

Les analyses réalisées ont montré que les eaux du ruisseau d'Anglade étaient légèrement impactées par la mine pour des éléments tels qu'arsenic, tungstène et strontium. Ce marquage est également constaté au niveau de l'exhaure du carreau 1230. Cependant, les concentrations quantifiées restent peu élevées et la dilution dans le torrent des Cougnets étant importante, ces composés ne sont pas considérés comme pouvant influencer fortement la qualité des eaux en aval de la mine.

L'enjeu « eaux » n'a pas été retenu.

Le compartiment faune/flore

L'ancienne mine de Salau est située au sein de zones naturelle protégées (Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises, ZNIEFF de type I et II).

¹² A noter qu'une aire de pique-nique a été identifiée sur ce secteur.

Plusieurs espèces vulnérables ont été recensées sur la commune de Couflens dont, pour les mammifères, le Desman des Pyrénées, pour les poissons, le saumon de l'Atlantique et pour la flore le Polystic de Braun (fougère).

Les principales sources de pollution que sont les carreaux et les dépôts de la mine ainsi que la mine à ciel ouvert n'occupent qu'une emprise géographique peu étendue comparativement à l'ensemble des zones naturelles protégées du secteur de Pic de la Fourque (PN et ZNIEFF).

Comme le précédent, cet enjeu n'a pas été retenu.

Usages

Les principaux usages retenus au droit du site minier ou à proximité immédiate sont :

- des zones d'habitats résidentiels au niveau du village de Salau avec, pour certaines, des jardins potagers,
- des zones d'élevage d'animaux
- des activités de loisirs comme la randonnée, le pique nique, la chasse (cf. maison des chasseurs sur le carreau 1230), la pêche, la baignade, le canoë (identifiées au niveau du ruisseau du Salat plus au nord de Salau).

Milieux d'exposition des populations

Dans le cas général d'une IEM, les voies d'exposition à envisager sont l'ingestion accidentelle de terres issues du sol, l'inhalation de poussières contaminées ou de vapeurs, l'ingestion d'eau et l'ingestion d'aliments contaminés.

Au vu des informations collectées lors du diagnostic de terrain et de la phase informative, seule la voie d'exposition par ingestion non intentionnelle de terre par des enfants lors d'activités de jeux (portage mains/bouche) a ici été retenue.

En termes de milieu d'exposition, seul le carreau 1230 a été choisi comme zone d'exposition pertinente. Le terril du Plat des Pommiers, moins fréquenté que le carreau 1230 et totalement recouvert sur sa plateforme sommitale d'une couche de terre végétale dont la qualité est voisine de celle des échantillons témoins, n'a pas été retenu. Les carreaux 1430, 1320 ainsi que la mine à ciel ouvert n'ont également pas été considérés comme des zones d'exposition pertinentes du fait d'un accès peu aisé, non favorable à une fréquentation régulière.

10.2 Les calculs de risques sanitaires

Parmi l'ensemble des scénarios initialement considérés, seuls deux scénarios ont été retenus :

- Scénario 1 : enfant habitant Salau et fréquentant « régulièrement » la zone enherbée du carreau 1230, y compris la zone de résidus de laverie affleurants située au sommet du talus en bordure de la zone enherbée ;
- Scénario 2 : enfant passant des vacances estivales à Salau et fréquentant la zone enherbée du carreau 1230, y compris la zone de résidus de laverie affleurants.

Les valeurs des principaux paramètres d'exposition (paramètres d'exposition temporelle, poids corporels et quantités de sol ingérées) sont reportées dans le tableau 2.

Paramètres d'exposition	Scénario 1	Scénario 2
Quantité journalière de sol ingéré [mg/j]	150	150 ¹³
Poids corporel de l'enfant [kg]	15	15
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]	0,1 (soit 35j/an)	0,03 (soit 10j/an)
T : durée d'exposition [années]	3 ans pour la zone du talus de résidus de laverie et 6 ans pour la zone enherbée ¹⁴	3
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]	3 et 6 ans (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil) ¹⁵	3 ans (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil) ⁶

Tableau 2 - Paramètres d'exposition de l'enfant pour les scénarios 1 et 2

Le MS : *matière sèche* ; na : *non analysé*

Tableau présente les concentrations retenues pour l'IEM dans le cadre des zones d'exposition liées au carreau 1230. Il s'agit de concentrations maximales, choix retenu en première approche dans le cadre d'une démarche conservatoire.

Zone du carreau 1230	As	Cu	Fe	Bi	W
zone enherbée	104	240	40400	7.84	826
zone de résidus de laverie, sommet du talus en bordure de la zone enherbée	406	632	226000	212	82400
Environnement témoin	47-81	13-126	23000-49500	na	305-718

MS : *matière sèche* ; na : *non analysé*

Tableau 3 - Concentrations (mg/kg MS) retenues pour l'IEM pour les zones du carreau 1230

Le choix des valeurs des paramètres d'exposition a été réalisé de façon raisonnablement conservatoire.

¹³ au moment de la réalisation de l'étude, la quantité ingérée de sols était fixée à 150 mg/j. Elle est depuis passée à 91 mg/j (InVS et INERIS, 2012)

¹⁴ l'hypothèse retenue est une fréquentation du site jusqu'à l'âge de 6 ans pour la zone enherbée du carreau, considérant que même l'enfant en bas âge, sans apprentissage de la marche, peut se déplacer à quatre pattes lors d'un pique-nique par exemple. Mais seule une durée de 3 ans a été prise en compte pour la fréquentation de la zone de résidus de laverie au sommet du talus. En effet, pour cette dernière zone, il a été considéré que les adultes qui accompagnent les enfants en bas âge limiteront sa fréquentation afin d'éviter notamment les chutes dans la pente du terri

¹⁵ pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

Les calculs d'exposition et de risques ont été effectués par substance et voie d'exposition selon la démarche de la grille de calcul proposée dans l'approche IEM. Les risques pour les substances avec des effets à seuil sont exprimés par un Quotient de Danger (QD) et pour les substances avec des effets sans seuil exprimés par un Excès de Risque Individuel (ERI)¹⁶.

Pour les deux scénarios, les niveaux de risques sont situés dans la zone d'interprétation ($0,2 < QD < 5$ et/ou $10^{-4} < ERI < 10^{-6}$). Un calcul de risque global a donc ici été réalisé pour ces deux scénarios.

Pour le scénario 1, le quotient de danger (QD) global (0,4) ne dépasse pas le critère d'acceptabilité de 1 mais l'excès de risque individuel (ERI) global dépasse le critère d'acceptabilité de 10^{-5} , avec une valeur de $1,3 \cdot 10^{-5}$ liée à la présence d'arsenic. Cependant la proximité du critère d'acceptabilité de 10^{-5} est à relativiser au regard des nombreux choix conservatoires retenus pour les valeurs de plusieurs paramètres.

Pour le scénario 2, aucun des critères d'acceptabilité que ce soit pour les effets à seuil ou sans seuil ne sont dépassés, avec un quotient de danger (QD) global de 0,1 et un excès de risque individuel (ERI) global de $4,5 \cdot 10^{-6}$.

¹⁶ **Pour rappel :**

Un effet à seuil (de dose) est un effet nocif pour la santé qui ne se manifeste qu'au-delà d'une certaine dose d'exposition.

Un effet sans seuil (de dose) est un effet nocif pour la santé qui se manifeste quelle que soit la dose d'exposition et où la probabilité de survenue augmente avec la dose mais l'effet n'en dépend pas.

Certaines substances ne sont concernées pour la voie ingestion retenue dans l'étude, que par un seul de ces deux d'effets (exemples du cadmium, du cuivre, du nickel : substances avec effet à seuil), alors que d'autres (exemple de l'arsenic) sont concernées par les deux.

Les intervalles de gestion définis par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable pour interpréter les résultats des calculs de risques sanitaires menés dans la cadre de la démarche d'IEM sont les suivants :

- *$QD < 0,2$ et $ERI < 10^{-6}$: l'état des milieux est compatible avec les usages constatés ;*
- *$0,2 < QD < 5$ et/ou $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$: zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion ; dans ce cadre, il est par exemple réalisé un calcul de risque global qui ici prend en compte l'ensemble des substances et des voies d'exposition avec comme critères d'acceptabilité du risque la valeur de 1 pour les effets à seuil et de 10^{-5} pour les effets sans seuil ;*
- *$QD > 5$ et/ou $ERI > 10^{-4}$: l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages, un plan de gestion est requis.*

11 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les recommandations issues de cette étude sont résumées ci-après :

Aspect sanitaire

Il convient ici de limiter l'exposition aux résidus de laverie dans la zone du sommet du dépôt du carreau 1230. Au niveau de la plateforme sommitale de ce dépôt, il est notamment recommandé d'éviter la présence d'une zone de résidus de laverie affleurants (possibilité d'un recouvrement de terre végétale au niveau de cette zone). Cette zone est présente en bordure de la plateforme sous la forme d'un merlon.

Aspect environnemental

Il est ici préconisé de surveiller et préserver de manière pérenne:

- tous les facteurs susceptibles de limiter les phénomènes d'envols et d'érosion par les eaux au niveau du talus des deux dépôts (conservation de la cuirasse ferrugineuse, préservation des zones déjà végétalisées et essais de végétalisation des zones nues) ;
- l'efficacité des bassins situés en base de dépôts afin d'éviter un ruissellement trop important des résidus de laverie vers le réseau hydrographique superficiel ;
- l'efficacité et l'état du barrage situé en aval du carreau 1230. En cas de curage, il conviendra de déterminer la filière d'évacuation la plus adaptée pour les matériaux accumulés au sein de ce barrage.

Il est par ailleurs recommandé un entretien régulier du caniveau aménagé en haut du terril du Plat des Pommiers et destiné à éviter les infiltrations d'eau au sein de ce dépôt.

Afin d'affiner le diagnostic sur la présence/absence de l'actinolite fibreuse dans les résidus de laverie il est préconisé des analyses minéralogiques approfondies de ces matériaux ; l'analyse minéralogique détaillée mentionnée sur un échantillon de résidus de laverie représentatif du carreau 1230 (rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B), n'ayant pu être réalisée dans le cadre de la présente étude.

Recommandations en cas d'aménagements du carreau 1230

En cas d'aménagements mineurs (aucune modification des aménagements extérieurs aux bâtiments) pouvant mener à une augmentation de la fréquentation du carreau notamment en présence d'enfant, de nouvelles évaluations des risques sanitaires seraient à conduire en adaptant les paramètres d'exposition (nombre de jours de fréquentation) et en prenant en compte l'ensemble des substances (hydrocarbures compris).

En cas d'aménagement plus significatifs avec de nouveaux usages (par exemple projet de maison de la chasse et de la nature ou projet de musée dans la mine d'Anglade), la réalisation d'un diagnostic approfondi est préconisée afin de juger de la pertinence d'un éventuel plan de gestion. Ce diagnostic devra prendre en compte la problématique liée à la cuve à fioul située sur le carreau ainsi que celle relative à la présence/absence d'actinolite fibreuse. En cas de présence de ce dernier minéral, il conviendra de prendre les mesures de protection nécessaires lors des travaux de terrassement et d'effectuer une nouvelle caractérisation des expositions. Enfin, le cas d'un ancien laboratoire aujourd'hui démolé et situé au niveau du parking du carreau 1230 devra être pris en compte dans le cadre des opérations d'aménagement (sols situés sous le parking, potentiellement impactés à l'aplomb de la zone de l'ancien laboratoire).

12 REFERENCES

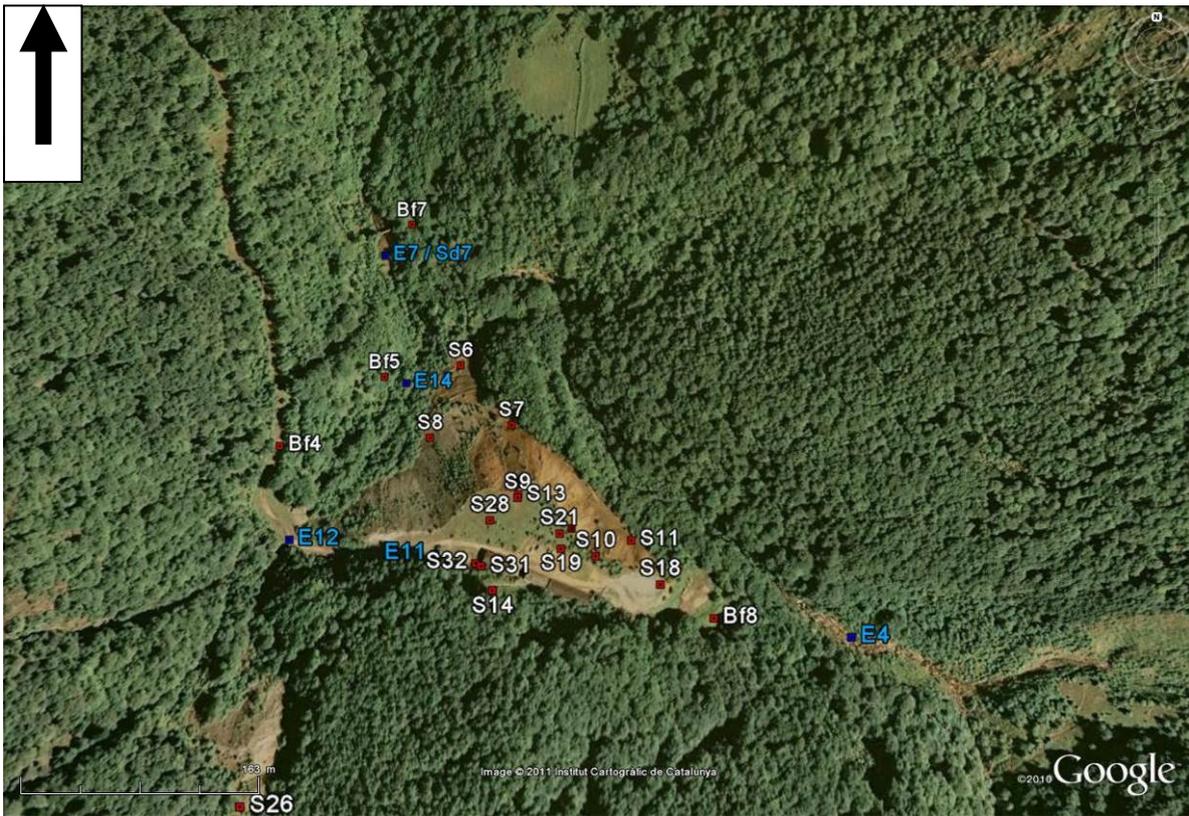
MEDD (2007) - Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. 08 février 2007. Lettre de la ministre aux préfets et 3 annexes.

InVS et INERIS (2012) – Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants. Etat des connaissances et propositions. Guide pratique 2012.

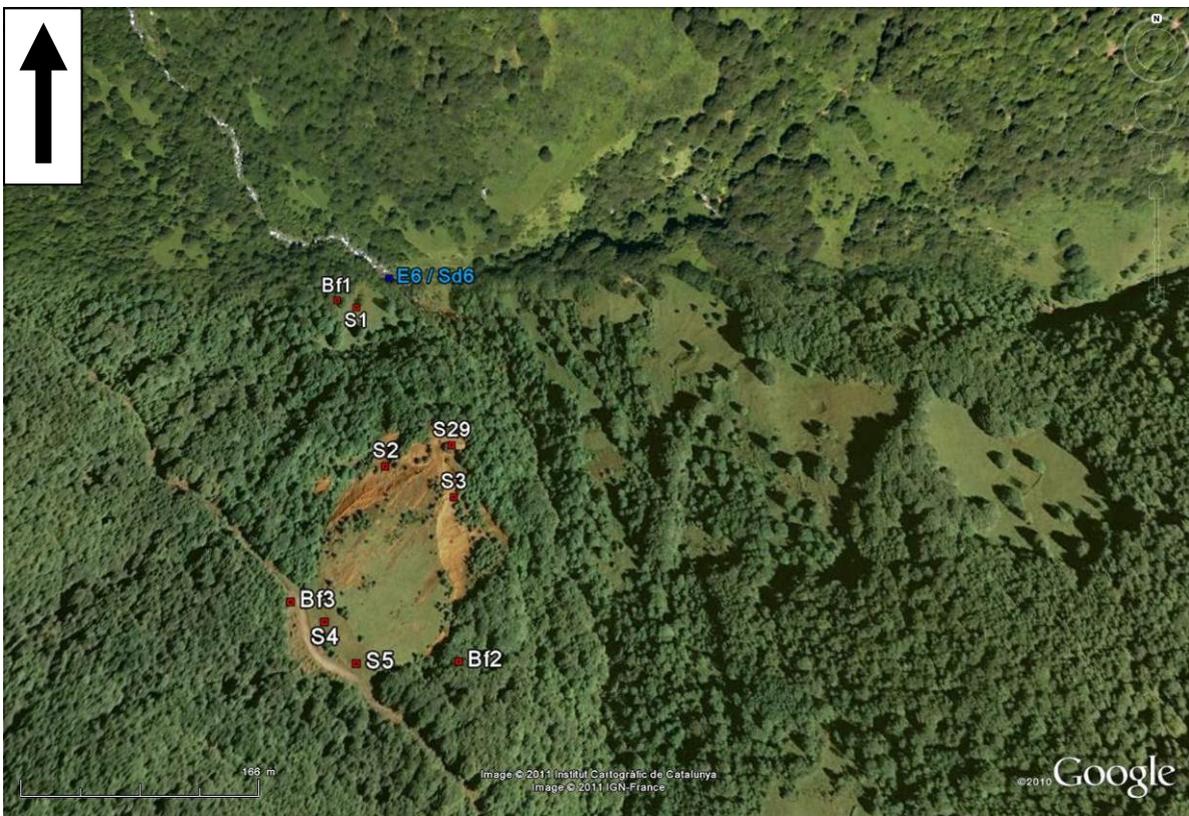
ANNEXE

Localisation des points de prélèvement

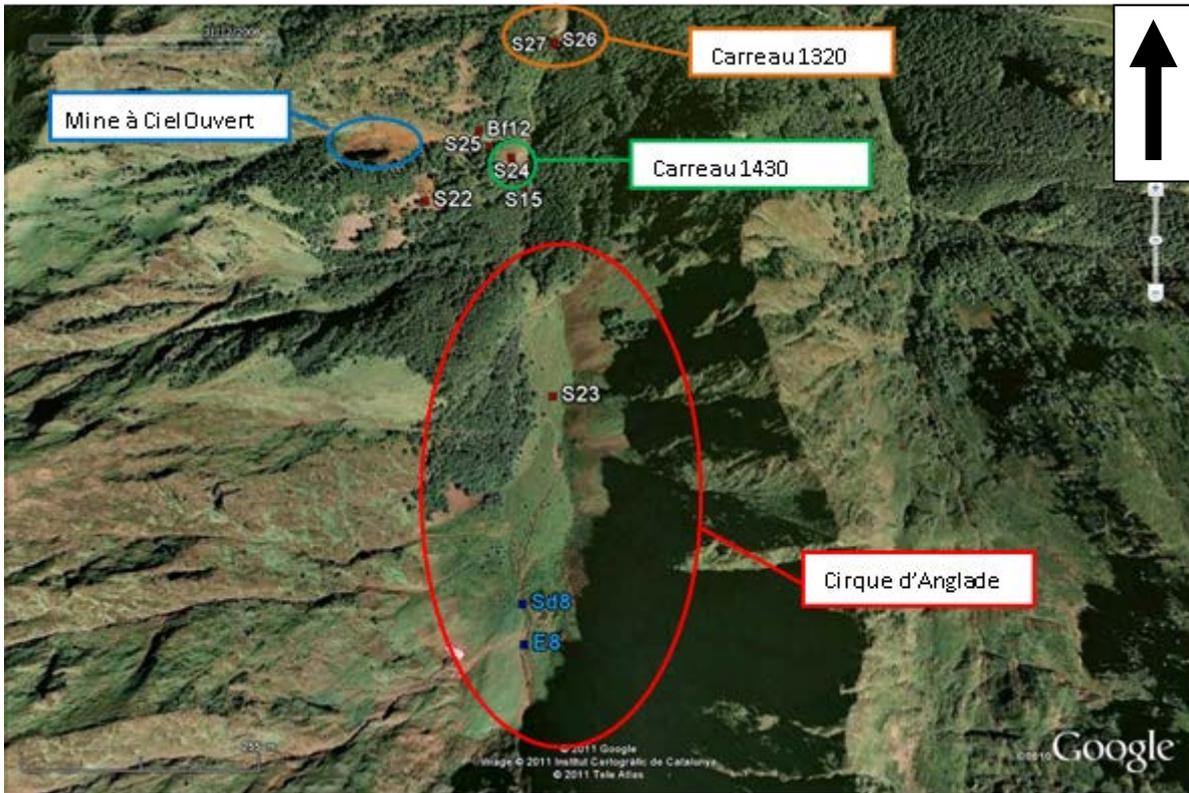
Extrait du rapport BRGM/RP-60674-FR ; INERIS DRC-11-122615-13190B



Localisation des prélèvements réalisés à proximité du carreau 1230 (Source : GoogleEarth 2008)



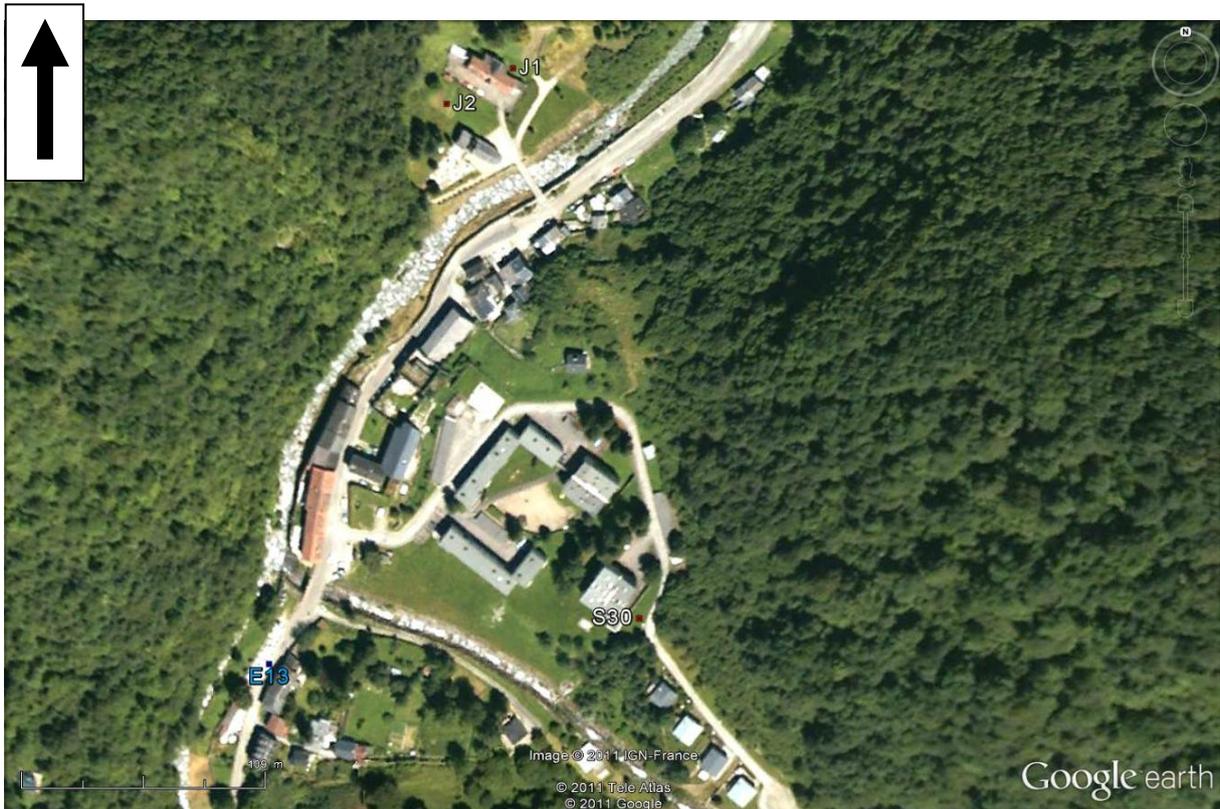
Localisation des prélèvements réalisés à proximité du terril du Plat des Pommiers (Source : GoogleEarth 2008)



Localisation des prélèvements réalisés au niveau du cirque d'anglade, de la Mine à Ciel Ouvert, des carreaux 1430 et 1320 (Source : GoogleEarth 2008)



Localisation des prélèvements d'eau et de sédiments (Source : GoogleEarth 2008)



Localisation des prélèvements dans la zone du village de Salau (Source : GoogleEarth 2008)