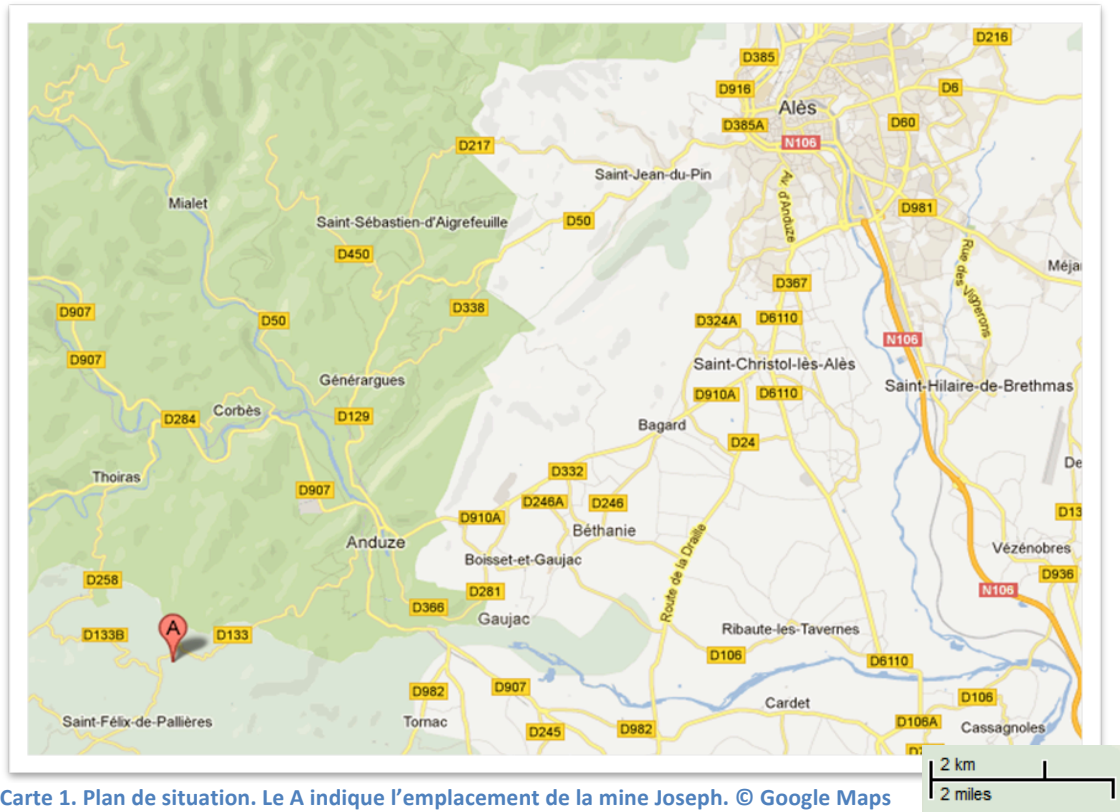


Stéphane Garcia

1. Le site de La-Croix-de-Pallières



Carte 1. Plan de situation. Le A indique l'emplacement de la mine Joseph. © Google Maps

Les anciennes mines de La-Croix-de-Pallières et Joseph sont situées à cheval sur les communes de St-Félix-de-Pallières, Thoiras, Tornac et Anduze, à environ 13km au sud-ouest d'Alès, dans le Parc National des Cévennes.

L'exploitation de la mine de La-Croix-de-Pallières remonte à 1845. La concession est abandonnée en 1971 après avoir extrait du sous-sol 80 000 t de Zinc et 34 000 t de Plomb.

La mine Joseph, située environ à 650 m au sud de la mine de Pallières, est beaucoup plus ancienne. La phase la plus active se situe à la fin du XIX^e siècle. Le site a été définitivement abandonné en 1955 après une dernière campagne de recherche infructueuse.

La fiche de la base de données des anciens sites industriels et activités de service (BASIAS) relative à ce site (donnée en annexe I) mentionne que le site est classé « groupe 1 » par le SEI (Service de l'Environnement Industriel), le groupe le plus élevé en terme de pollution, et devrait donc être surveillé et si nécessaire traité, ce qui n'a pas été fait. La fiche BASIAS précise d'ailleurs que le site est en friche et n'a pas été réaménagé.

Il n'est pas fait mention de la mine Joseph dans la base de données BASIAS.

2. Objectifs de l'étude

Il n'existe plus de seuil officiel de concentration en élément trace dans les sols^{*}. Pour déterminer si un sol est pollué, il faut désormais démontrer qu'il y a un impact sur la santé des personnes exposées de manière directe ou indirecte aux produits chimiques contenus dans ces sols. Pour cela, il faut réaliser une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), méthode qui succède à l'ESR Méthode mise au point en 2007 pour remplacer l'ESR, ancienne procédure de diagnostic de pollution des sols.

Les impacts sur la santé des sites et sols pollués sont de nature diverse et on peut les classer selon leur origine. Le ministère en charge de l'environnement a identifié 6 sources d'intoxication (ou voies d'exposition) qui sont les suivantes :

- Consommation d'eau de la nappe, si des captages ou des puits sont constatés
- Ingestion de légumes exposés aux polluants
- Ingestion de terre par les enfants
- Inhalation de poussières
- Inhalation de substances toxiques émises par les nappes ou les terres polluées
- Contact cutané

L'outil Excel accompagnant le guide de réalisation de l'IEM (tous deux téléchargeables sur le site Internet du ministère en charge de l'environnement) comporte les trois volets suivants :

- Intoxication par ingestion de sols
- Intoxication par consommation de produits issus de ces sols
- Intoxication par inhalation de poussières toxiques

Pour chaque volet, le principe est de calculer, à partir des données d'exposition (teneur de chaque substance toxique dans les sols et quantité absorbée), une valeur caractérisant le risque auquel la personne est exposée. Ce risque varie évidemment selon l'endroit où l'exposition est étudiée, la voie d'exposition et la relation de la personne au site pollué.

Les substances chimiques sont classées selon deux catégories : les substances à effet de seuil et les substances sans effet de seuil. Pour les premières, on calcule un quotient de danger (QD) et pour les secondes, un Excès de Risque Individuel (ERI). Ce sont ces valeurs qui permettent de se situer par rapport à une grille de risques (tableau 1) permettant de déterminer si le site doit ou non être réhabilité.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés aux risques d'ingestion de sol et d'inhalation de poussières, car aucun prélèvement n'a été effectué sur la production potagère des environs afin de déterminer si les légumes cultivés à proximité du site étaient contaminés.

Intervalle de risque	QD avec seuil	ERI sans seuil	Interprétation des résultats
1	< 0,2	< 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés
2	>0,2 et <5	> 10 ⁻⁶ et < 10 ⁻⁴	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion
3	> 5	> 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

Tableau 1. Intervalles de gestion des risques. Source : ministère en charge de l'environnement

^{*} Pour plus d'information, consulter le document *Perspectives pour la gestion des sites et sols pollués* sur le site de l'ATC

2.1. Etude du scénario d'ingestion de sol

Ce scénario étudie le risque d'intoxication chronique d'un enfant qui jouerait régulièrement dans la terre polluée (scénario le plus sensible selon le ministère de l'environnement).

Pour ce calcul, nous avons utilisé les paramètres par défaut présents dans l'outil de calcul à savoir :

- Durée d'exposition : 6 ans
- Nombre de jours d'exposition annuelle de l'enfant : 340 jours
- Poids corporel de l'enfant : 15 kg
- Durée de vie : 70 ans

2.2. Etude du scénario d'inhalation de poussières

Dans ce scénario, nous avons modélisé un nuage de poussières généré par des déplacements de véhicules sur le site et calculé la concentration dans l'air intérieur et extérieur de chacun des polluants étudiés dans deux sites cible : une maison isolée, située à 500 m de la mine et le village d'Anduze, situé à 4 km. Ceci afin de voir si les valeurs de concentration dépassaient les VTR pour certaines substances et afin de pouvoir calculer les QD et ERI associés.

Pour cela, nous avons utilisé le logiciel ALOHA qui permet de modéliser des panaches de fumées en fonction de la quantité de produit émise, de la masse volumique du produit ainsi que des conditions atmosphériques du site (ce logiciel est disponible gratuitement sur le site de l'Environmental Protection Agency).

Pour connaître la quantité de produit émise, nous avons pris une concentration moyenne dans le sol, calculée en ne prenant en compte que les points se trouvant à proximité d'une voie d'accès ou d'une aire de parking, ainsi qu'une estimation de la quantité de poussières soulevée par un véhicule.

Pour cette estimation, nous avons considéré qu'un véhicule circule en moyenne 10 minutes par jour sur le site à la vitesse de 20 km/h, ce qui représente environ un tour de la zone. La quantité de poussière émise est alors de 5,4 kg si l'on considère qu'un véhicule émet en moyenne 1,5 kg de poussière par km parcouru (selon une estimation de l'INRS).

Nous avons effectué deux simulations en considérant des hypothèses de trafic différentes : un trafic peu intense (1 véhicule par heure) puis un trafic plus intense (15 véhicules par heure) afin de rendre compte des diverses activités récréatives qui pouvaient avoir lieu sur le site (moto cross, festivals, événements culturels...).

Paramètres météorologiques :

- Vitesse du vent : 3 Nœuds
- Type de terrain : Forêt
- Pas de nuage
- Température : 25°C
- Inversion de température à 50 m pour le calcul à 4 km
- Humidité : 25%
- Type de bâtiment (pour le calcul de la concentration dans l'air intérieur) : maison à 2 étages.

En fonction de ces paramètres, nous obtenons les concentrations maximales de chaque substance dans l'air intérieur et extérieur des deux sites étudiés.

Ces valeurs sont ensuite entrées dans l'outil de calcul des QD et ERI en utilisant les paramètres d'exposition suivants :

- Temps journalier passé à l'intérieur : 18,5h
- Temps journalier passé à l'extérieur : 5,5 h
- Durée d'exposition théorique : 10 ans
- Nombre de jours d'exposition théorique annuelle : 356 (95 pour l'hypothèse trafic intense)

3. Résultats obtenus

3.1. Scénario d'ingestion de sol

Pour chaque prélèvement de terre examiné par Géodéris, on a donc calculé les QD et ERI pour toutes les substances analysées. Les résultats complets sont donnés en annexe II.

En terme d'intervalles de risque, la contamination en Zinc (Zn) et en Manganèse (Mn) n'est pas très marquée : dans 80% des cas, leur concentration dans les sols ne présente pas de danger dans le cadre du scénario d'ingestion de sol.

La contamination en Cadmium (Cd) est, quant à elle, plus préoccupante car dans plus de la moitié des cas, l'intervalle de risque pour le cadmium est de niveau 2 ou 3. Quatre cas sont situés dans l'intervalle de risque maximum (il s'agit des points n°43, 52, 63 et 64, situés au niveau de la mine de la Croix-de-Pallières).

La contamination en Plomb (Pb) et en Arsenic (As) est, elle, extrêmement préoccupante avec près de la moitié des valeurs situées dans l'intervalle de risque maximum pour le Plomb (30 cas) et 95% des valeurs pour l'Arsenic (42 cas). La valeur la plus élevée pour le Plomb, respectivement pour l'Arsenic est 50 fois plus élevée, respectivement 60 fois, que le seuil de l'intervalle de risque maximum.

La contamination en Antimoine (Sb) est également très préoccupante : 85 % des cas sont situés dans un intervalle de risque supérieur à 2. Un-tiers des cas est situé dans l'intervalle de risque maximum (il s'agit de points situés au niveau des haldes de la mine Joseph ainsi qu'autour des puits n°1, 3 et 3bis de la mine de Pallières)

Le résultat global est alarmant puisque, pour toutes les analyses effectuées sur le site des mines de Pallières et Joseph, au moins une substance présente potentiellement des risques dans le cadre du scénario d'ingestion de sol et dans 80% des cas, au moins une substance entre dans l'intervalle de risque maximum (il s'agit toujours soit du Plomb soit de l'Arsenic).

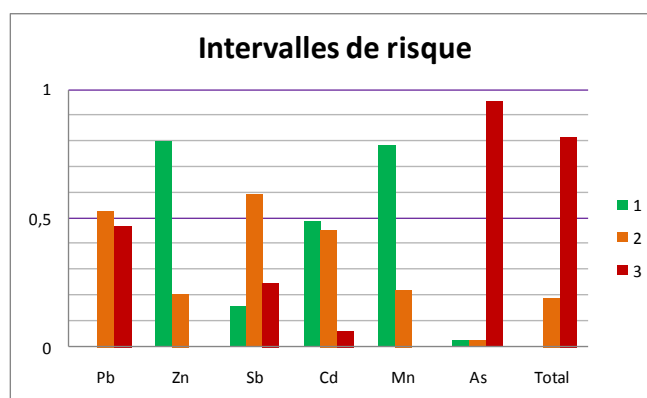


Figure 1. Intervalles de risque par substance analysée

3.2. Scénario d'inhalation de poussières

Le tableau 2 ci-dessous montre les intervalles de risques liés à l'inhalation de poussière toxique :

Substance	Plomb	Antimoine (Sb)	Cadmium	Manganèse	Arsenic
<i>Concentration dans le sol</i>	12 500 ppm	270 ppm	75 ppm	700 ppm	1 200 ppm
<i>VTR</i>	0,5 µg/m ³	0,2 µg/m ³	0,005 µg/m ³	0,04 µg/m ³	1 µg/m ³
<i>Intervalles de risque</i>					
500 m, trafic faible	2	1	2	2	2
4 km, trafic faible	2	1	2	2	2
500 m, trafic intense	2	1	2	2	2
4 km, trafic intense	2	1	2	2	2

Tableau 2. Intervalles de risques pour le scénario de soulèvement de poussières

Quelque soit l'hypothèse de trafic retenue, le tableau 2 montre qu'il y a potentiellement un **risque pour les personnes vivant à moins de 4 km de la mine**, même avec un vent faible (5 nœuds, soit 10 km/h) lié à la poussière générée sur le site par des activités qui pourraient y être pratiquées.

En comparant les concentrations maximales obtenues dans chacun des cas avec les VTR, on constate que celles-ci sont fréquemment dépassées pour le Plomb, le Cadmium et le Manganèse dans l'air extérieur (jusqu'à 12 fois la VTR pour le Plomb avec un trafic soutenu) et, ce qui est plus grave, un dépassement des VTR dans l'air intérieur pour ces mêmes substances dans un rayon de 500 m autour de la mine avec un trafic soutenu et les conditions météorologiques de l'étude (cf. Annexe III).

Un intervalle de niveau 2 n'indique pas automatiquement que le site présente un risque par rapport à cette voie d'exposition, mais qu'il est nécessaire d'effectuer des études plus poussées car c'est la santé des personnes exposées qui est en jeu.

4. Discussion des résultats

Les données qui ont servies à réaliser cette étude proviennent d'analyses de terre réalisées par Géodéris dans le cadre d'un inventaire des risques miniers (IRM) environnementaux. Ces données varient considérablement d'un point de prélèvement à un autre et il n'était pas possible statistiquement de différencier une valeur très élevée d'une erreur de mesure. Dans cette étude, nous avons donc choisi de conserver toutes les données.

Pour calculer les QD et ERI du scénario de soulèvement de poussières, nous avons pris la concentration maximale constatée pour une situation climatique donnée et un événement ponctuel. Il aurait fallu calculer une moyenne prenant en compte les différents scénarios de dispersion en fonction de l'heure et des conditions climatiques de la zone. De plus, les scénarii d'activité résidentielle et touristiques développés dans cette étude sont purement fictifs et ne sont pas basés sur des données réelles. Ainsi, les résultats donnés dans la partie 3.2 sont sujets à discussion.

Le logiciel utilisé ne permettait pas de modéliser un nuage au-delà de 10 km. Il aurait été intéressant de voir si la pollution pouvait aller jusqu'à la ville d'Alès située à seulement 13 km du site, d'autant

plus que des simulations réalisées avec ALOHA en gardant les mêmes paramètres que pour l'étude montrent que les VTR peuvent être dépassées à 10 km du site.

Les scénarii de contamination par consommation d'eau et par ingestion de légumes exposés aux polluants n'ont pas pu être étudiés faute de données concernant ces deux voies d'exposition. Cependant, compte-tenu des forts taux en éléments polluants dans les sols, ces scénarii auraient peut-être pu conforter les résultats de cette étude.

Les VTR utilisées pour calculer les QD et les ERI proviennent d'un rapport réalisé par l'INERIS en 2006 (Annexe IV). Si une IEM doit être entreprise sur le site, il conviendra d'actualiser les VTR. En particulier, la VTR utilisée pour l'Arsenic en voie aérienne paraît anormalement faible.

5. Conclusion

L'Interprétation de l'Etat des Milieux montre clairement que le site de Saint-Félix-de-Pallières n'est pas adapté à un usage résidentiel. En effet, nous obtenons un intervalle de risque de 3 (sur une échelle de 1 à 3) pour le scénario d'ingestion de terre, du a de très fortes teneurs en métaux traces toxiques (Plomb, Cadmium), en Arsenic et en Antimoine. Sur ce point, le risque étant avéré pour les populations vivant sur le site il est urgent d'établir un plan de gestion afin de rétablir la compatibilité des usages avec le site.

Nous allons même plus loin en disant qu'il y a peut-être également des risques pour les habitants d'Anduze et les populations situées à moins de 4km de la mine, dus au trafic routier sur le site. En effet, les poussières toxiques soulevées par les véhicules peuvent voyager sur des kilomètres et atteindre les habitations voisines. Notre simulation montre que l'air extérieur peut ainsi être contaminé sur un rayon de plus de 4 km (intervalle de risque 2 pour le scénario d'inhalation de poussière). Compte-tenu de la toxicité des produits en question, nous recommandons de limiter les accès au site, afin d'éviter les soulèvements de poussière, en attendant une étude complémentaire sur l'impact de ces poussières aux alentours de la mine.

D'autres risques, que nous n'avons pas pu investiguer, mais qui demeurent néanmoins préoccupants, s'ajoutent à cela. La pollution risque en effet de toucher les terrains alentours en étant transportée par les cours d'eau ou par le vent. On peut également craindre une pollution des nappes d'eau souterraines. Le site est situé sur un système aquifère important (Calcaires du Lias et Jurassique de la bordure cévenole entre Alès et Sumène) utilisé pour l'alimentation en eau potable de la région. Enfin, le site est situé sur un réseau important de galeries qui, si elles ont été mal comblées, pourraient encore entraîner localement des effondrements de terrain et présenter un risque pour les habitants et les promeneurs.

Que faire de ce site pourtant situé dans la zone d'adhérence du Parc National des Cévennes et classé Zone Naruelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de type II ? Des éléments de réponse dans le dossier de l'ATC.

6. Acronymes

ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
BASIAS	Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service
EPA	Agence de Protection Environnementale américaine
ERI	Excès de Risque Individuel
ERUi	Excès de Risque Unitaire par inhalation
ERUo	Excès de Risque Unitaire par ingestion
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
IRIS	<i>Integrated Risk Information System</i>
IRM	Inventaire des Risques Miniers
JECFA	<i>Joint Expert Committee on Food Additives</i>
MRL	Niveau de Risque Minimum
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM ₁₀	<i>Particule Matter 10</i> (particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 10 micromètre)
PM _{2,5}	<i>Particule Matter 2,5</i> (particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètre)
QD	Quotient de Danger
RfC	Concentration de Référence
RfD	Dose de Référence
RIVM	<i>National Institute for Public Health and the Environment (Pays-Bas)</i>
SEI	Service de l'Environnement Industriel
TCA	<i>Tolerable Concentration in Air</i>
TDI	<i>Tolerable Daily Intake</i>
VG	Valeur Guide
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

7. Bibliographie et liens

- [1] Frédéric Ogé et Pierre Simon. Sites pollués en France : Enquête sur un scandale sanitaire. Librio, Rezé, 2004.
- [2] Cévennes et filons métallifères : les mineurs de la vieille montagne. 2 plaquettes du Conseil général du Gard.
- [3] Etude GEODERIS du site de la Croix de Pallières, 2008
- [4] La démarche d'Interprétation de l'état des Milieux (Sites et sols pollués, 2007)
- [5] Nelly OLIN, Note aux préfets, sols pollués du 08/02/2007
- [6] <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-interpretation-de-l-etat-des.html>
- [7] Logiciel CAMEO : ALOHA, Environmental Protection Agency
- [8] <http://www.lorraine-reel.net/santeseurite/entreprises-exemplaires/744-inrs-.html>
- [9] BRGM, Les résidus miniers français : typologie et principaux impacts environnementaux potentiels, 1997
- [10] www.preventique.org
- [11] Evaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement des établissements AREVA de la plate-forme du Tricastin : usine de Georges Besse I et II, SOCATRI, COGEMA-PierreLatte et COMURHEX (1^{er} niveau d'approche)
- [12] Circulaire du 08/02/07 relative aux installations classées – Prévention de la pollution des sols – Gestion des sols pollués
- [13] Circulaire du 03/04/96 relative à la réalisation de diagnostics initiaux et de l'évaluation simplifiée des risques sur les sites industriels en activité
- [14] Analyse des relations doses – réponses (<http://www.a65.aquitaine.equipement.gouv.fr>)
- [15] BRGM, Description des aquifères du département du Gard, Juillet 2006
- [16] Cyanure de sodium, cyanure de potassium, fiche toxicologique FT 111, INRS 2006
- [17] Material security datasheet pour l'amyloxanthate de potassium, 1996
- [18] Material safety datasheet Potassium Amyl Xanthate (PAX) solution, Logichem, 2010
- [19] Material security datasheet pour l'éthylxanthate de potassium, 1997
- [20] MSDS de l'éthylxanthate de potassium, Guidechem
- [21] <http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/>
- [22] <http://www.ineris.fr/substances>
- [23] <http://www.anses.fr>
- [24] <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/dossiers-d-information/saturnisme>
- [25] <http://fr.windfinder.com/forecasts#4/44.96/10.02>
- [26] <http://meteolyonnaise.pagesperso-orange.fr/an03/aout03/30.htm>
- [27] http://climat.meteofrance.com/chgt_climat2/climat_france?CLIMAT_PORTLET.path=climatstationn%2F06088001
- [28] <http://www.lorraine-reel.net/santeseurite/entreprises-exemplaires/744-inrs-.html>
- [29] Arrêté du 07/01/2002 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 2170 " engrais et supports de culture (fabrication des) à partir de matières organiques " et mettant en œuvre un procédé de transformation biologique aérobie (compostage) des matières organiques (http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5359)

8. Table des matières

1. Le site de La-Croix-de-Pallières	1
2. Objectifs de l'étude.....	2
2.1. Etude du scénario d'ingestion de sol	3
2.2. Etude du scénario d'inhalation de poussières	3
3. Résultats obtenus	4
3.1. Scénario d'ingestion de sol	4
3.2. Scénario d'inhalation de poussières	5
4. Discussion des résultats.....	5
5. Conclusion.....	6
6. Acronymes	7
7. Bibliographie et liens	8
8. Table des matières.....	9
Annexe I : fiche BASIAS de la mine de la Croix-de-Pallières.....	10
Annexe II : Résultats de l'analyse Géodéris	11
Annexe III : Résultats complets de l'analyse du scénario de soulèvement de poussières :.....	15
Annexe IV : Tableau toxicologique des substances étudiées.....	16

Annexe I : fiche BASIAS de la mine de la Croix-de-Pallières



Fiche détaillée : LRO3002037

Vous pouvez télécharger cette fiche au format ASCII.
Pour connaître le cadre réglementaire de l'inventaire historique régional, consultez le préambule départemental.

[Page précédente](#) [Fiche synthétique](#) [Aide pour l'export](#) [Exporter la fiche](#) [Préambule départemental](#)

1 - IDENTIFICATION DU SITE

Indice départemental : LRO3002037
Unité gestionnaire : LRO
Créateur(s) de la fiche : VERET E.
Date de création de la fiche : 15/01/1999
Nom(s) usuel(s) : MINE DE SAINT FELIX
Raison(s) sociale(s) de(s) l'entreprise(s) connue(s) : UNION MINIERE
Etat de connaissance : Inventorié
Commentaire(s) : Site visité

2 - CONSULTATION À PROPOS DU SITE

3 - LOCALISATION DU SITE

Code INSEE : 30252
Commune principale : SAINT-FELIX-DE-PALLIERES (30252)
Zone Lambert initiale : Lambert III
Projection : L.Zone (centroïde) L2e (centroïde) L93 (centroïde) L2e (adresse)
X (m) : 729600 729747 776436
Y (m) : 193700 1893604 6326332
Précision X,Y (m) :
Altitude :
Précision Z (m) :

Carte géologique : LE VIGAN Numéro : 0937 Huitième :

4 - PROPRIÉTÉ DU SITE

5 - ACTIVITÉ(S)

Etat d'occupation du site : Activité terminée
Date première activité : 15/07/1970
Date dernière activité : 31/12/1998

Historique de(s) l'activité(s) sur le site

N° ordre	Date début	Date fin	Code activité	Libellé de l'activité	Importance de l'activité	Groupe selon SEI	Origine de la date début	Référence du dossier	Autres informations
1	15/07/1970	31/12/1998	B07.29Z	Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux		1er groupe			

Produit(s) utilisé(s) ou généré(s) par l'activité du site

Numéro activité	Code produit	Libellé du produit	Quantité m3	Quantité tonnes/semaine
1	B14	Plomb, Litharge		
1	B19	Zinc		

Commentaire(s) : Extraction de zinc et plomb

6 - UTILISATION ET PROJET(S)

Site réaménagé ? : Non
Site en friche ? : Oui
Commentaire(s) : Un dossier exhaustif de réhabilitation du site a été élaboré par l'Union Minière et Bugeco (Bureau d'Etude).
La DRIRE notamment, ainsi que la Préfecture et Sous-Préfecture du Gard, doivent avoir ce dossier. Nous en possédons, également, un en mairie.

7 - ENVIRONNEMENT

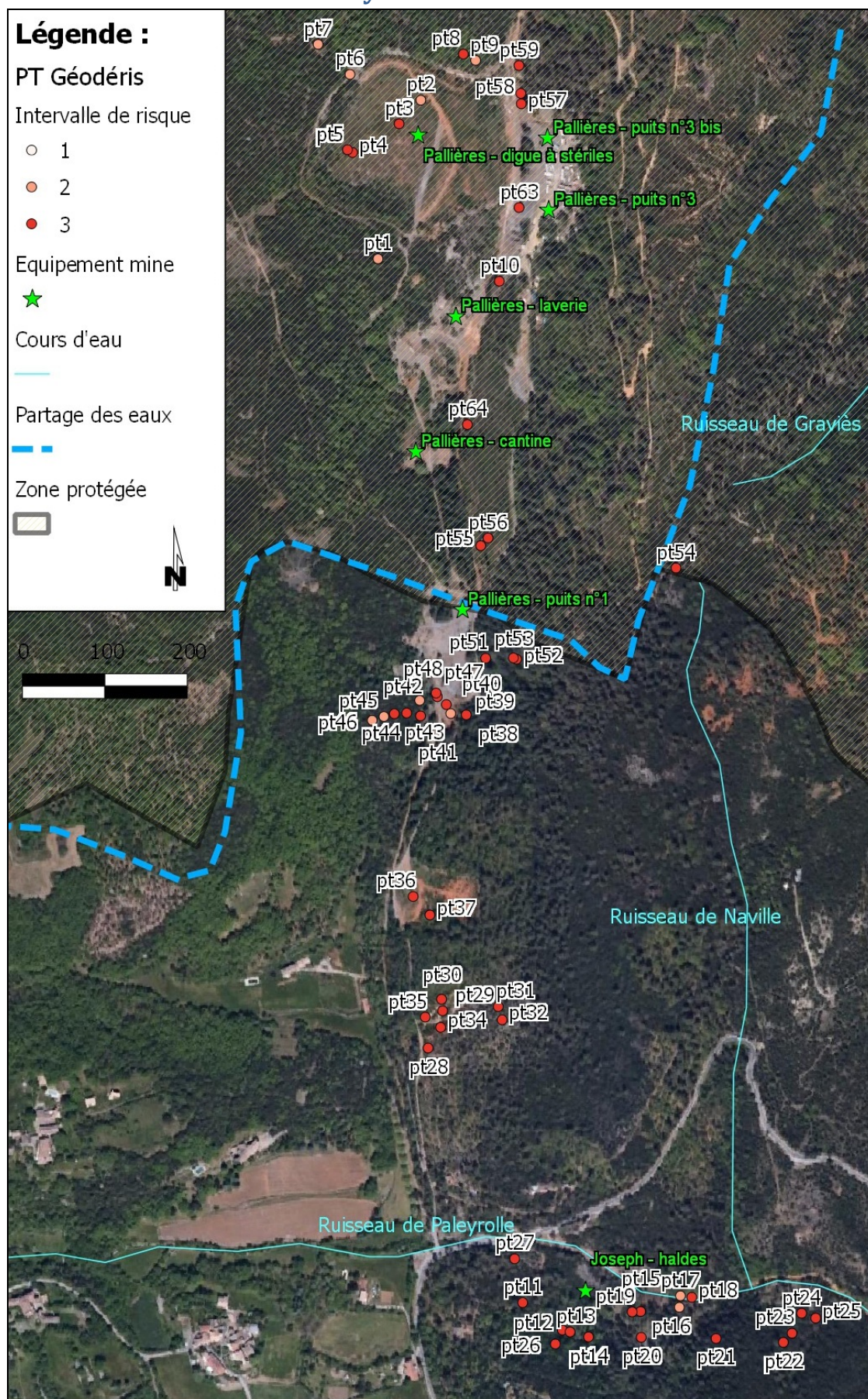
9 - ETUDES ET ACTIONS

Sélection des sites Test de sélection des sites Date de première étude connue Nature de la décision

10 - DOCUMENTS ASSOCIÉS

11 - BIBLIOGRAPHIE

Annexe II : Résultats de l'analyse Géodéris



Carte 2. Points de prélèvement Géodéris. © BD Carthage, INPN – Image Google Sat®

Tableau 3. Concentration mesurée dans le sol par substance

N° PT	Plomb mg/kg	Zinc mg/kg	Antimoine mg/kg	Cadmium mg/kg	Fer mg/kg	Manganèse mg/kg	Arsenic mg/kg
pt1	1274	4008	146	0	49158	749	
pt2	1164	1855	165	51	37388	837	
pt3	2164	9454	157	89	25200	462	
pt4	8379	24726	193	120	40199	431	
pt5	3705	2611	106	0	38072	1113	
pt6	1235	12816	207	76	30704	503	
pt7	134	163	0	0	22638	1042	750
pt8	3156	6853	151	61	60569	779	
pt9	310	3994	219	52	47192	1647	
pt10	5110	10289	216	0	117571	1455	750
pt11	592	250	0	0	29160	828	750
pt12	42079	654	622	0	70059	499	1500
pt13	3693	779	84	0	36210	1428	
pt14	1824	953	268	0	297763	1548	1500
pt15	236	0	133	0	723524	0	3000
pt16	444	816	277	38	163300	1597	
pt17	109	0	220	50	10450	0	0
pt18	4856	59	127	0	46097	0	400
pt19	58184	5609	1070	133	271195	0	3000
pt20	68899	346	969	0	75498	0	1500
pt21	19010	1531	344	0	135734	500	1500
pt22	11467	2686	0	0	116780	2149	1500
pt23	22518	3877	0	0	130019	2732	
pt24	37837	567	448	0	410776	644	1500
pt25	6797	523	388	0	14641	0	300
pt26	2275	888	118	0	38621	1408	750
pt27	190	160	0	0	9414	0	750
pt28	2282	380	173	39	55222	1701	750
pt29	9745	921	236	0	82101	319	750
pt30	935	291	116	0	47618	1146	750
pt31	113	206	103	0	12509	258	750
pt32	120	318	0	0	6975	114	750
pt33	1343	0	251	0	48994	0	750
pt34	3613	444	169	0	67476	2769	750
pt35	2684	49	257	31	17262	0	500
pt36	300	279	134	33	36300	313	750
pt37	335	315	109	0	40640	425	750
pt38	863	706	173	33	30399	449	750
pt39	905	500	161	36	40954	456	100
pt40	113212	14084	810	62	265493	0	5000
pt41	65769	7813	814	86	291400	482	
pt42	1404	7249	108	44	28241	560	
pt43	136083	22239	1174	160	240585	0	7000
pt44	13612	5753	158	51	49767	1160	
pt45	850	1250	0	0	24421	1184	
pt46	687	1179	78	0	30099	1252	
pt47	4160	10686	350	92	63131	824	500
pt48	1941	9493	262	77	147888	770	1000

pt49	136	852	210	74	15118	729	
pt50	21506	11731	293	102	1377764	1702	
pt51	4485	6078	0	36	135473	1067	1500
pt52	15597	126207	354	389	27459	1618	
pt53	660	1939	276	63	37374	470	200
pt54	1916	740	141	0	127511	2531	750
pt55	835	1635	0	0	17079	500	750
pt56	755	467	105	37	32949	1159	750
pt57	4376	13531	369	92	56789	912	600
pt58	6995	6075	414	52	166202	4250	900
pt59	4279	680	380	60	61727	224	
pt60	1015	561	148	0	467262	1505	750
pt61	174	413	0	0	8662	957	750
pt62	347	474	191	40	41592	2291	750
pt63	38668	44902	906	183	405338	0	2500
pt64	13518	77177	244	262	107988	1481	1000

Tableau 4. Quotients de danger par substance. Excès de Risque Individuel pour l'arsenic.

N° PT	Plomb	Zinc	Antimoine	Cadmium	Fer	Manganèse	Arsenic (ERI)
pt1	2,486502	0,091263	2,493333	0		0,102329	0
pt2	2,271812	0,042239	2,817808	1,741918		0,114352	0
pt3	4,223541	0,215269	2,681187	3,039817		0,063119	0
pt4	16,35353	0,563015	3,295982	4,09863		0,058884	0
pt5	7,231155	0,059453	1,810228	0		0,152059	0
pt6	2,410385	0,291822	3,535068	2,595799		0,06872	0
pt7	0,261532	0,003712	0	0		0,142359	0,000659
pt8	6,159656	0,156044	2,578721	2,08347		0,106428	0
pt9	0,605036	0,090944	3,74	1,776073		0,225015	0
pt10	9,973333	0,234282	3,688767	0		0,198784	0,000659
pt11	1,155423	0,005693	0	0		0,113122	0,000659
pt12	82,12679	0,014892	10,62228	0		0,068174	0,001317
pt13	7,207734	0,017738	1,434521	0		0,195095	0
pt14	3,559953	0,0217	4,576804	0		0,211489	0,001317
pt15	0,460608	0	2,271324	0		0	0,002635
pt16	0,866568	0,01858	4,730502	1,2979		0,218184	0
pt17	0,212738	0	3,757078	1,707763		0	0
pt18	9,477594	0,001343	2,168858	0		0	0,000351
pt19	113,5594	0,127718	18,27306	4,542648		0	0,002635
pt20	134,4722	0,007878	16,54822	0		0	0,001317
pt21	37,10236	0,034861	5,874703	0		0,068311	0,001317
pt22	22,38047	0,061161	0	0		0,293599	0,001317
pt23	43,94903	0,08828	0	0		0,373249	0
pt24	73,84756	0,012911	7,650776	0		0,087984	0,001317
pt25	13,2659	0,011909	6,626119	0		0	0,000263
pt26	4,440183	0,02022	2,01516	0		0,192362	0,000659
pt27	0,370828	0,003643	0	0		0	0,000659
pt28	4,453845	0,008653	2,954429	1,332055		0,232392	0,000659
pt29	19,0196	0,020971	4,03032	0		0,043582	0,000659
pt30	1,824866	0,006626	1,981005	0		0,156568	0,000659

pt31	0,220545	0,004691	1,758995	0	0,035248	0,000659
pt32	0,234207	0,007241	0	0	0,015575	0,000659
pt33	2,621172	0	4,286484	0	0	0,000659
pt34	7,051596	0,01011	2,886119	0	0,378304	0,000659
pt35	5,23844	0,001116	4,38895	1,058813	0	0,000439
pt36	0,585519	0,006353	2,288402	1,127123	0,042762	0,000659
pt37	0,653829	0,007173	1,861461	0	0,058064	0,000659
pt38	1,684342	0,016076	2,954429	1,127123	0,061343	0,000659
pt39	1,766314	0,011385	2,749498	1,229589	0,062299	8,78E-05
pt40	220,9591	0,320695	13,83288	2,117626	0	0,004391
pt41	128,3632	0,177903	13,90119	2,937352	0,065851	0
pt42	2,740227	0,165061	1,844384	1,502831	0,076508	0
pt43	265,5971	0,506386	20,04913	5,46484	0	0,006148
pt44	26,56693	0,130997	2,698265	1,741918	0,15848	0
pt45	1,658969	0,028463	0	0	0,161759	0
pt46	1,340838	0,026846	1,332055	0	0,171049	0
pt47	8,119191	0,243322	5,977169	3,142283	0,112576	0,000439
pt48	3,788305	0,216157	4,474338	2,629954	0,105198	0,000878
pt49	0,265435	0,0194	3,586301	2,527489	0,099597	0
pt50	41,97388	0,267117	5,003744	3,483836	0,232529	0
pt51	8,753503	0,138397	0	1,229589	0,145775	0,001317
pt52	30,44111	2,873755	6,045479	13,28639	0,221053	0
pt53	1,288141	0,044151	4,713425	2,151781	0,064212	0,000176
pt54	3,739512	0,01685	2,407945	0	0,345788	0,000659
pt55	1,629693	0,037229	0	0	0,068311	0,000659
pt56	1,473555	0,010634	1,793151	1,263744	0,158344	0,000659
pt57	8,540765	0,308103	6,301644	3,142283	0,124598	0,000527
pt58	13,65234	0,138329	7,070137	1,776073	0,580639	0,00079
pt59	8,351447	0,015484	6,489498	2,049315	0,030603	0
pt60	1,981005	0,012774	2,527489	0	0,205615	0,000659
pt61	0,339601	0,009404	0	0	0,130746	0,000659
pt62	0,67725	0,010793	3,261826	1,36621	0,312999	0,000659
pt63	75,46944	1,022426	15,47233	6,250411	0	0,002196
pt64	26,38347	1,757333	4,166941	8,948676	0,202336	22,77017

Annexe III : Résultats complets de l'analyse du scénario de soulèvement de poussières :

Tableau 5. Concentrations dans l'air en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Substance	Plomb	Antimoine (Sb)	Cadmium	Manganèse	Arsenic
Concentration dans le sol	12 500 ppm	270 ppm	75 ppm	700 ppm	1 200 ppm
VTR	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Scénario activité résidentielle					
Qté de poussières soulevées	67,5 g	1,5 g	0,4 g	4 g	6,5 g
500 m (C air extérieur)	1,21	0,03	0,007	0,07	0,117
500 m (C air intérieur)	0,06	0,001	0,0004	0,004	0,006
Valeurs de risque	QD = 0,6	QD = 0	QD = 0,4 ERI = 4,8e-7	QD = 0,5	QD = 0 ERI = 1,9e-5
Intervalles de risque	2	1	2	2	2
4 km (C air extérieur)	0,57	0,013	0,0034	0,034	0,055
4 km (C air intérieur)	0,03	0,0007	0,0002	0,002	0,003
VTR	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valeurs de risque	QD = 0,3	QD = 0	QD = 0,2 ERI = 2,3e-7	QD = 0,2	QD = 0 ERI = 8,9e-6
Intervalles de risque	2	1	2	2	2
Scénario activité touristique					
Qté de poussières soulevées	1,0 kg	22 g	6 g	60 g	98 g
500 m (C air extérieur)	6,4	0,14	0,038	0,38	0,63
500 m (C air intérieur)	1,6	0,036	0,0098	0,098	0,16
	QD = 1,4	QD = 0,1	QD = 0,8 ERI = 1,1e-6	QD = 1	QD = 0,1 ERI = 4,1e-5
	2	1	2	2	2
4 km (C air extérieur)	2,3	0,05	0,014	0,14	0,23
4 km (C air intérieur)	0,38	0,008	0,0023	0,023	0,037
	QD = 0,5	QD = 0	QD = 0,3 ERI = 3,8e-7	QD = 0,4	QD = 0 ERI = 1,5e-5
Intervalles de risque	2	1	2	2	2

Les points utilisés pour calculer la concentration dans le sol sont les points pt2, pt3, pt4, pt5, pt6, pt10, pt36, pt39, pt40, pt47, pt48, pt55, pt56, pt57, pt63 et pt64 (cf. Annexe II).