

## RAPPORT n° 9

### ETUDE DES RESULTATS DE L'IEM SUR LES ANCIENS SITES MINIERS DE SAINT FELIX DE PALLIERES ET THOIRAS

*Rappel : lors de la dernière séance de la CLE, le 19 février 2014, une présentation succincte des résultats de cette étude a été réalisée mais il n'a pas été possible, étant donnée la réception du dossier 2 jours avant la séance de la CLE, de réaliser une analyse détaillée du dossier. Il a été décidé de constituer un groupe de travail afin d'étudier les résultats de l'étude environnementale en vue de préparer une restitution lors de la prochaine réunion.*

Un groupe de travail a été constitué par le SMAGE des Gardons, regroupant les membres et invités de la CLE qui en ont fait la demande et quelques personnes associées au regard de leur compétence technique, afin d'étudier le dossier et d'évaluer l'éventuel impact sur les eaux et les milieux aquatiques et d'en faire une restitution à la CLE des Gardons.

Les membres du groupe de travail sont les suivants :

- ➔ Geneviève BLANC, François ABBOU, Jacques LAYRE, Lucien AFFORTIT et Michel POINDRON représentant le collège des élus de la CLE,
- ➔ Jean-Laurent HENTZ, Jean-François DIDON-LESCOT, Joseph ROCHELEMAGNE et Jean-Claude MARTIN représentant le collège des usagers de la CLE,
- ➔ Luc BARBE (DREAL LR) représentant le collège des services de l'Etat de la CLE
- ➔ Aurore REMES (CLCV), Vincent RAVEL (Alès Agglomération) et Mickaël PALARD (Conseil Général du Gard) en tant qu'invités à la CLE
- ➔ Bernard VEYSSADE (Ecole des Mines d'Alès), Corinne CASIOT (CNRS) en tant que personnes associées au groupe de travail

Pour des raisons d'incompatibilité de calendrier, Joseph DELVALLEE (ONEMA), Patrick RUIZ (ONEMA), Odile CRUZ (ONEMA) et David SALZE (EMA) n'ont pu participer à ce groupe malgré leur souhait.

**Mme BLANC a été désigné rapporteur du groupe de travail lors de la première réunion.**

Les invitations, rapports et compte-rendus ont été systématiquement transmis aux personnes en charge du suivi de ce dossier à la DREAL.

Le groupe de travail s'est réuni le 5 juin 2014 à Anduze, afin de réaliser une première lecture « technique » des résultats de l'étude.

Le 19 juin, le groupe de travail a réalisé une visite du site avec rencontre des acteurs locaux :

- ➔ élus dont le territoire accueille les vestiges de l'activité minière et/ou reçoit les eaux des deux sous-bassins versants drainant le site (Ruisseaux d'Aigues mortes et de Paleyrolles) ;
- ➔ riverains et habitants impliqués : M. BOWIE, M. SUNT (propriétaires) et M. SIMON (association des riverain).

Ce rapport, validé par le groupe de travail, présente une synthèse du rapport ICF Environnement (IEM) et les remarques et points de questionnement issues des 2 réunions du groupe de travail auxquelles est associée une proposition de suite à donner à ce dossier à valider par la CLE des Gardons (cf pages 38 à 42).

Je vous prie mes chers collègues de bien vouloir débattre de ce rapport.

Le Président

Lucien AFFORTIT

**SAGE des Gardons**  
**Smage des Gardons**  
6 avenue du Général Leclerc  
30000 Nîmes  
**Commission locale de l'Eau**

## **SOMMAIRE**

<b>1</b>	<b>CONTEXTE</b> .....	<b>5</b>
1.1	Objectifs de l'étude .....	5
1.2	Axes méthodologiques suivis par ICF Environnement .....	5
1.3	Géographie et chronologie des concessions .....	5
1.4	Synthèse de l'analyse historique .....	10
1.5	Contexte topographique .....	10
1.6	Contexte géologique.....	11
1.7	Sols et fonds géochimique naturel.....	12
1.8	Contexte hydrogéologique .....	12
1.9	Contexte hydrographique.....	13
1.10	Relations eaux superficielles/eaux souterraines.....	14
1.11	Alimentation en eau potable.....	14
1.12	Conclusion sur la vulnérabilité des milieux .....	17
1.13	Analyses existantes sur le milieu eau .....	17
1.14	Synthèse des usages par secteur.....	19
<b>2</b>	<b>RESULTATS DE L'ITEM – SOLS</b> .....	<b>22</b>
2.1	Echantillonnage .....	23
2.2	Limites de la méthode : .....	24
2.3	Interprétations des résultats pour les éléments traces métalliques.....	25
2.4	Résultats pour les paramètres corrélables.....	26
2.5	Résultats pour les paramètres non corrélables.....	26
2.6	Synthèse .....	27
2.7	Evaluation de l'exposition et des risques (sanitaires) .....	27
<b>3</b>	<b>RESULTATS DE L'ITEM – EAU DOMESTIQUE</b> .....	<b>28</b>
3.1	Echantillonnage .....	28
3.2	Résultats .....	30
<b>4</b>	<b>RESULTATS DE L'ITEM – EAU SUPERFICIELLE</b> .....	<b>31</b>
4.1	Echantillonnage .....	31
4.2	Résultats sur l'eau superficielle .....	33
4.3	Résultats sur les sédiments .....	35
<b>5</b>	<b>RECOMMANDATIONS DE L'ITEM</b> .....	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>REMARQUES ET POINTS DE QUESTIONNEMENT DU GROUPE DE TRAVAIL</b> .....	<b>38</b>
6.1	Remarques concernant le volet « Sol » du rapport ICF Environnement.....	38
6.2	Remarques concernant le volet « Eau » du rapport ICF Environnement.....	39
6.3	Remarques suite à la visite du site .....	40
6.4	Suites et compléments .....	42

ANNEXE 1 : Présentation des résultats de l’IEM sur les compartiments air et aliments .....	45
1 Résultats de l’IEM – AIR INTERIEUR.....	45
1.1 Echantillonnage .....	45
1.2 Résultats des retombées atmosphériques .....	45
2 Résultats de l’IEM - DENREES ALIMENTAIRES .....	47
2.1 Voies de contamination potentielles.....	47
2.2 Echantillonnage .....	47
2.3 Résultats .....	48
2.3.1 Légumes.....	48
2.3.2 Fruits.....	49
2.3.3 Œufs et miel.....	50
3 Evaluation de l’exposition et conclusion des IEM .....	51
4 Points de questionnement .....	52
4.1 Air .....	52
4.2 Aliments.....	52

# 1 CONTEXTE

La DREAL Languedoc Roussillon a confié au BRGM une mission de maîtrise d'œuvre pour la mise en œuvre d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) sur l'ancien site minier de St Félix de Pallières et Thoiras.

Cette étude a consisté en la réalisation de :

- ➔ un diagnostic environnemental,
- ➔ une IEM selon les usages recensés.

Sa réalisation a été confiée à ICF Environnement par le BRGM.

## 1.1 Objectifs de l'étude

Les objectifs consistent en :

- ➔ Déterminer les teneurs des polluants existants et évaluer les risques potentiels pour l'environnement immédiat et la population environnante,
- ➔ Démontrer la compatibilité des milieux avec les usages actuels, ou de préconiser, si nécessaire, si la zone d'étude doit faire l'objet de mesures simples de gestion ou d'un plan de gestion.

## 1.2 Axes méthodologiques suivis par ICF Environnement

Le rapport présente la méthodologie proposée par ICF Environnement en application de la politique nationale du Ministère chargé de l'Environnement. Elle s'articule autour de 4 axes :

- ➔ Réalisation de la **synthèse des données documentaires** afin de mieux cerner le **contexte historique, environnemental et sociétal**. Elle doit permettre d'identifier les **sources potentielles de pollution, les voies de transfert et les cibles**,
- ➔ **Recensement des usages** dans le périmètre de l'étude,
- ➔ **Investigations** sur site en vue de **caractériser la source de pollution et l'impact sur les différents milieux** (sols, eaux souterraines et superficielles, denrées alimentaires, air),
- ➔ Conduire une **Interprétation de l'Etat des Milieux** afin de s'assurer que **l'état des milieux est compatible avec les usages** fixés (constatés).

## 1.3 Géographie et chronologie des concessions

Plusieurs concessions se superposant pour tout ou partie ont été exploitées depuis le XIXème siècle. Il s'agit des concessions de :

- **Valleraube**
- **Pallièrre et Gravouillère**
- **Croix de Pallièrre**
- **Valensole (non traitée dans l'étude)**

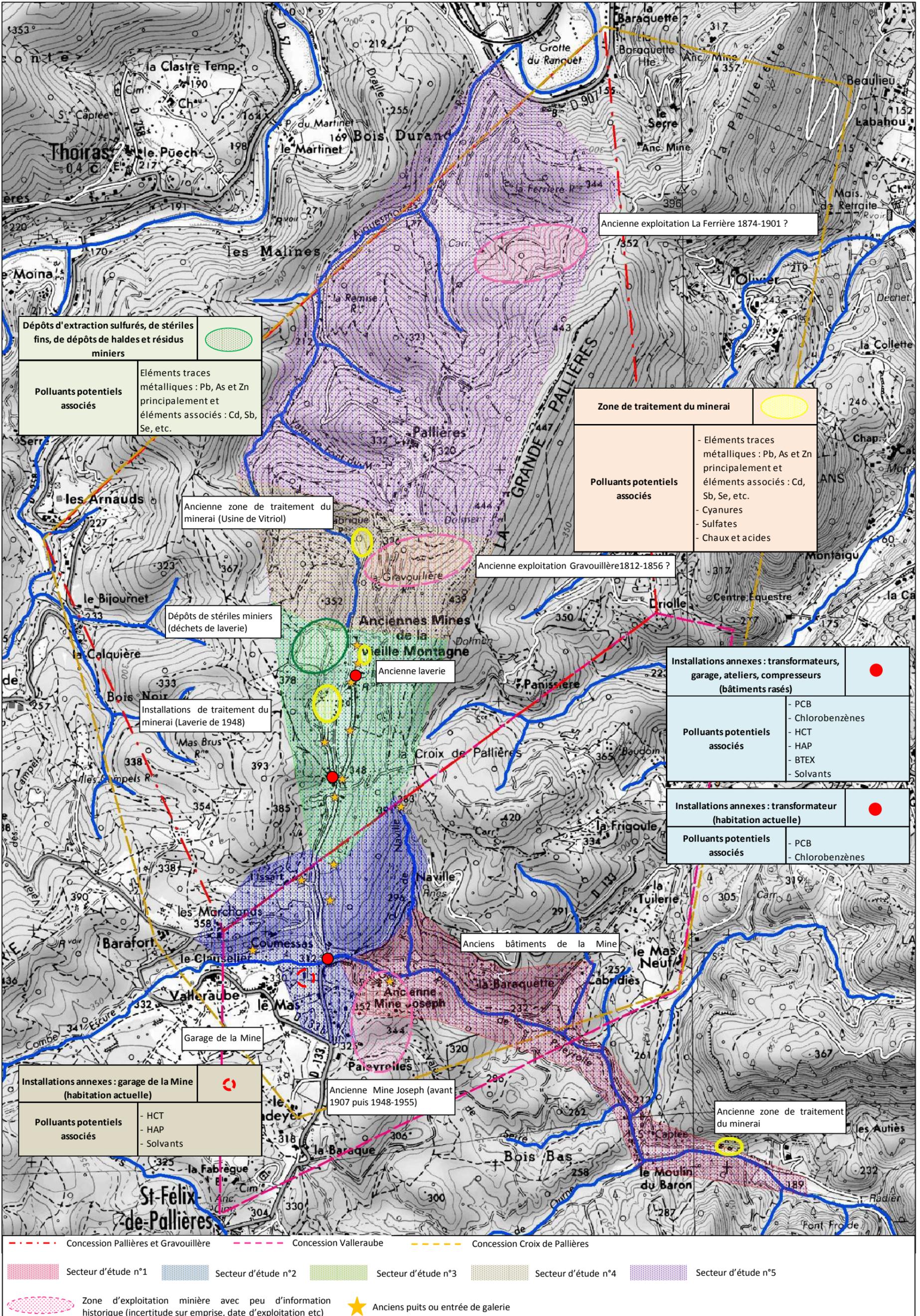
Les sites d'exploitation étaient

- la **Mine Joseph** pour la zone Sud-est
- et les **mines de la Vieille Montagne** pour la zone Nord.



CONCESSION DE VALLERAUBE	CONCESSION DE PALLIERES ET GRAVOUILLERE	CONCESSION DE LA CROIX DE PALLIERES
<p><b>Concessionnaires et Amodiataires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>1863 :</b> Concession instituée pour la Société des Mines et Usines de Pallières (Décret du 16/07/1863)</li> <li>➔ <b>1870 :</b> Amodiation à la Société des Zinc du Midi</li> <li>➔ <b>1888 :</b> Reprise de l'activité par la Société des Mines et Usines de Pallières</li> <li>➔ <b>1910 :</b> Amodiation à MM. CHAUVET</li> <li>➔ <b>1923 :</b> Rachat des droits à MM. CHAUVET et amodiation à la Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille Montagne (SMFZVM)</li> <li>➔ <b>1977 :</b> vente de la concession à la SMFZVM par la Société des Mines et Usines de Pallières (Décret d'Autorisation de mutation le 21/03/1977)</li> <li>➔ <b>1989 :</b> la SMFZVM devient la Vieille Montagne France SA</li> <li>➔ <b>1993 :</b> Vieille Montagne France SA devient l'Union minière France SA</li> <li>➔ <b>2001 :</b> l'Union minière France SA est rebaptisée UMICORE France SA</li> <li>➔ <b>2005 : renonciation d'UMICORE à la concession (Arrêté ministériel du 14/04/2005)</b></li> </ul>	<p><b>Concessionnaires et Amodiataires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>1812 :</b> Concession de Pallières instituée pour Jules MIRIAL (Décret du 29/11/1812) pour l'exploitation de la Pyrite de fer</li> <li>➔ <b>1812 :</b> construction de l'usine de Vitriol au lieu-dit La Fabrique</li> <li>➔ <b>1822 :</b> Concession de Gravouillère instituée et rassemblement des 2 concessions sous le nom de Concession de Pallières et Gravouillère pour le compte des TEISSONIERE (ordonnance royale du 01/05/1822)</li> <li>➔ <b>1879 :</b> vente du bâtiment de l'usine à M BREYTON</li> <li>➔ <b>1910 :</b> Amodiation à MM. CHAUVET</li> <li>➔ <b>1911 :</b> rachat des droits de MM CHAUVET par la SMFZVM</li> <li>➔ <b>1917 :</b> convention avec la Société des Mines et produits chimiques</li> <li>➔ <b>1923 :</b> amodiation à la Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille Montagne (SMFZVM)</li> <li>➔ <b>1934 :</b> mutation de la concession au profit de la Sté des Mines de Pallières et Gravouillère (SMPG) (Décret du 16/01/1934)</li> <li>➔ <b>1972 :</b> dissolution et liquidation de la SMPG et transfert à la SMFZVM (Assemblée générale du 15/06/1972)</li> <li>➔ <b>1989 :</b> la SMFZVM devient la Vieille Montagne France SA</li> <li>➔ <b>1993 :</b> Vieille Montagne France SA devient l'Union minière France SA</li> <li>➔ <b>2001 :</b> l'Union minière France SA est rebaptisée UMICORE France SA</li> <li>➔ <b>2004 : renonciation d'UMICORE à la concession (Arrêté ministériel du 18/05/2004)</b></li> </ul>	<p><b>Concessionnaires et Amodiataires :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>1848 :</b> Concession instituée pour la Société de la Croix de Pallières (Décret du 27/07/1848)</li> <li>➔ <b>1854 :</b> la Société de la Croix de Pallières devient la Société des Mines et Usines de Pallières</li> <li>➔ <b>1875 :</b> Amodiation à la Société des Zinc du Midi (jusqu'en 1878)</li> <li>➔ <b>1884 :</b> Amodiation à la SMFZVM (jusqu'en 1888 après épuisement du gisement de la Cantine)</li> <li>➔ <b>1913 :</b> Amodiation à la SMFZVM (Décret du 14 novembre 1913)</li> <li>➔ <b>1977 :</b> Mutation des concessions à la SMFZVM (Décret d'Autorisation de mutation le 21/03/1977)</li> <li>➔ <b>1989 :</b> la SMFZVM devient la Vieille Montagne France SA</li> <li>➔ <b>1993 :</b> Vieille Montagne France SA devient l'Union minière France SA</li> <li>➔ <b>2001 :</b> l'Union minière France SA est rebaptisée UMICORE France SA</li> <li>➔ <b>2004 : renonciation d'UMICORE à la concession (Arrêté ministériel du 19/03/2004)</b></li> </ul>

SITE DE LA MINE JOSEPH	SITE DE LA MINE DE PALLIERES
Synthèse chronologique des activités	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>1875-1878</b> : travail sur les indices de la Mine Joseph</li> <li>➔ <b>1888-1900</b> : recherche sur le traitement des minerais issus de la Mine Joseph pour récupération du Plomb et du Zinc (Laverie Joseph) : absence de résultats intéressants</li> <li>➔ <b>1900-1910</b> : abandon des travaux</li> <li>➔ <b>1917</b> : extraction de blende (Zinc), de galène (plomb) et de Pyrite de fer rapidement stoppée car droits exclusifs accordés à la Société de la Vieille Montagne.</li> <li>➔ <b>1923-1930</b> : exploitation irrégulière par la SMFZVM</li> <li>➔ <b>1932-1939</b> : campagne de géophysique en vue de campagne de forage</li> <li>➔ <b>1955</b> : abandon de la mine Joseph</li> <li>➔ <b>1990</b> : travaux de sécurisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>1812-1856</b> : exploitation artisanale du gisement de Pyrite de fer ; alimentation principalement de l'usine de Vitriol par la concession de Pallières et Gravouillère (à partir de 1857, livraison de la Pyrite à Salindres (Péchiney) et à Marseille et de la sphalérite à l'usine de zinc de la Grand Combe</li> <li>➔ <b>1879</b> : abandon du bâtiment de l'usine de Vitriol puis parties réutilisables enlevées petit à petit</li> <li>➔ <b>1844-1888</b> : exploitation importante du gisement de Zinc et de galène argentifère par la Sté de la Croix de Pallières, puis la Société des Mines et Usines de Pallières, puis la Sté des Zinc du midi puis la Sté de la Vieille Montagne (SMFZVM)</li> <li>➔ <b>1890-1900</b> : exploitation de 6 galeries par la concession de Pallières et Gravouillère</li> <li>➔ <b>1910</b> : exploitation des chapeaux de fer de la Gravouillère de manière artisanale (décapage des lentilles plombo-zincifères de la zone du puits n°3 (Gravouillère)</li> <li>➔ <b>1911-1932</b> : exploitation importante de l'ensemble des minerais sur différents gisements (fonçages nouveaux)</li> <li>➔ <b>1932-1939</b> : arrêt des travaux sur la Croix de Pallières puis campagne géophysique préalable à une campagne de forage</li> <li>➔ <b>1947-1971</b> : reprise de l'exploitation après la guerre</li> <li>➔ <b>1971</b> : arrêt des travaux après épuisement des gisements connus</li> <li>➔ <b>1990</b> : travaux de sécurisation</li> </ul>
<p>Production :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>Conséquence avant 1907 (production inconnue)</b></li> <li>➔ <b>1948-1955 : 24 000 T de minerai dont 4,5 de Pb</b></li> </ul>	<p>Production :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <b>Conséquence entre 1844-1888, 1911-1932 et 1947-1971 :</b></li> <li>- <b>Zinc : 80 000 T</b></li> <li>- <b>Plomb : 34 000 T</b></li> <li>- <b>Argent : 30 T</b></li> <li>- <b>Germanium : 28 T</b></li> </ul>



Carte réalisée sur la base du schéma de recollement historique sur extrait de photographie aérienne tiré de l'annexe 3 du rapport de phase 1 (novembre 2012)

## 1.4 Synthèse de l’analyse historique

(IEM, rapport de phase 1, p58)

Le périmètre de l’étude a été le siège d’exploitations minières datant de l’époque romaine dont les travaux ont été repris du XIXème siècle à 1971. Les principales activités au niveau des concessions étaient l’extraction et le traitement du minerai.

Au vu de l’analyse historique, les **sources potentielles de pollution** identifiées à ce stade sont :

- **Dépôts d’extraction** sulfurés et de stériles fins issus du traitement du minerai ;
- **Dépôts de résidus** miniers ;
- **Zones de traitement du minerai** (usine de vitriol - ancienne laverie au niveau du puits n°3 – laverie moderne près du dépôt de stériles au niveau de la mine de Pallières et usine de traitement au lieu-dit Les Autiés à Tornac) ;
- **Installations annexes** : transformateurs, garage, ateliers, compresseurs ;
- **Sédiments contaminés** susceptibles d’être déposés en aval des sources de pollution

N.B. Aucune information précise n’a pu être recueillie sur les installations et les produits manipulés dans les bâtiments type garage, atelier, transformateur.

Les polluants potentiels associés aux activités pratiquées dans le passé sur site sont les suivants :

Sources potentielles de pollution	Polluants potentiels associés
Dépôts d’extraction sulfurés et de stériles fins issus du traitement du minerai	Eléments traces métalliques dont traceurs principaux sont Pb, As, Zn et les éléments associés (Cd, Sb, Se, etc.)
Dépôts de haldes et résidus miniers	
Zones de traitement du minerai	Eléments traces métalliques dont traceurs principaux sont Pb, As, Zn et les éléments associés (Cd, Sb, Se, etc.)
- Ancienne laverie / laverie moderne (puits n°3)	Cyanures
- Traitement Joseph sur TORNAC	Sulfates
- Usine de vitriol - Gravouillère	Chaux, acides
Installations annexes : transformateur (usage habitation actuellement)	Polychlorobiphényles Chlorobenzènes
Installations annexes : garage de la Mine (usage habitation actuellement)	HCT HAP Solvants
Installations annexes : transformateurs, garage, ateliers, compresseurs (bâtiments rasés)	PCB/chlorobenzènes HCT/HAP/BTEX/Solvants

## 1.5 Contexte topographique

(IEM, rapport de phase 1, p59)

La topographie régionale est relativement accidentée. Aux alentours et au droit du secteur d’étude, le relief est marqué par la présence de collines aux sommets arrondis, séparés par des vallons étroits.

Dans les limites des anciennes concessions minières du périmètre d’étude, les altitudes sont comprises entre 444 m NGF (Dolmen de la Croix de Pallières) et 155 m NGF (fond de vallon).

Dans la zone des anciens travaux miniers, les altitudes varient de 330 à 400 m. Le secteur d'étude est traversé par une vallée encaissée orientée Nord-Sud et présentant un point haut au niveau du Puis N°1 (ligne de partage des eaux de ruissellement).

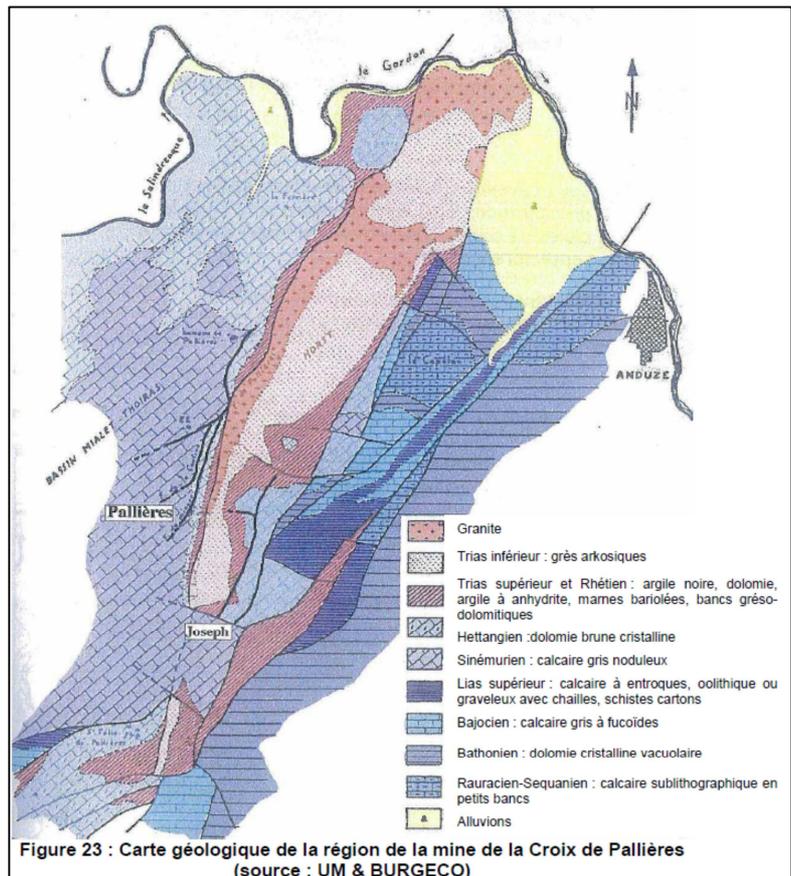
### 1.6 Contexte géologique

(IEM, rapport de phase 1, p64)

La formation d'une province métallifère (le Horst de Pallières), à laquelle le site appartient, date de la période du Trias et Jurassique ; plusieurs types de roches supportent des minéralisations à Sphalérite ou blende (ZnS), Galène (PbS), Pyrite (FeS<sub>2</sub>).

Le gisement de la Croix de Pallières se situe en bordure ouest du Horst de Pallières et le minerai exploité est principalement constitué des minéralisations précitées présentes sous forme d'amas ou de lentilles essentiellement concentrées dans les dolomies de l'Hettangien.

**Le minerai exploité à La Croix de Pallières est principalement constitué de blende (=sphalérite) (ZnS) – galène (PbS), pyrite (FeS<sub>2</sub>) présente sous forme d'amas ou de lentilles stratiformes de dix à quelques cents mètres d'extension pour des puissances comprises entre 0,25 et 10 m et essentiellement concentrées dans les dolomies de l'Hettangien se présentant sous forme de roches grises.**



Les lentilles exploitées se répartissent dans cinq niveaux stratigraphiques de l'Hettangien, auxquels il convient d'ajouter les minerais de remplissage dans des fractures et des brèches et dans le mur triasique ainsi que les imprégnations de galène et pyrite dans les grès arkosiques du Trias sur le flanc Est du horst de Pallières. La minéralisation est à peu près identique dans les cinq niveaux.

Dans le gisement de la Croix de Pallières, la **blende** est largement majoritaire contient :

- près de 14% Fe ;
- 200 ppm Ag ;
- 6 500 ppm Cd ;
- 350 ppm Ge.

La **galène** est argentifère et contient de l'ordre de 300 g d'Ag par tonne de métal.

Les éléments traces associés à ces minéralisations (Co, Tl, As, In, Ge, Sb, Hg) proviennent du socle et traduisent une origine épi- à mésothermale de la minéralisation sulfurée.

Les amas sont généralement de volume restreint mais présentent des teneurs très élevées, en moyenne 30% Pb+Zn avec un ratio Zn/Pb = 4, et par endroits des zones de plusieurs mètres de minerai à 70% Pb+Zn.

Quelques chiffres liés au gisement :
Blende : largement majoritaire dont 14% de Fe, 200 ppm d'Ag, 6500 ppm de Cd et 350 ppm de Ge
Galène : argentifère ; contient de l'ordre de 300 g d'Ag/Tonne de métal
Amas de volumes restreints mais avec des teneurs très élevées en Pb et Zn en moyenne : 30% de Pb + Zn avec un ratio Zn/Pb = 4 et dans certains secteurs jusqu'à 70 % de Zn + Pb

## 1.7 Sols et fonds géochimique naturel

(IEM, rapport de phase 1, p80-81)

Dans le cadre de l'étude, les teneurs de fond naturel régional définissant « un environnement témoin » sont établis par le calcul de la moyenne et du percentile 90 des données issues des campagnes d'analyses réalisées par le BRGM de 1975 à 1991 dans le cadre du programme dénommé « Inventaire des ressources minérales du territoire national ».

La géologie de la région de Saint Félix de Pallières et de Thoiras est caractérisée par la dominance de terrains jurassiques fortement minéralisés tout au long de la faille de Pallières.

Après sélection des communes présentant les mêmes caractéristiques géologiques et minéralogiques que le secteur d'étude et pouvant constituer un environnement témoin,

439 valeurs sont disponibles. Après analyse statistique des échantillons de données, les résultats sont les suivants :

Elément	Moyenne géochimique régional (mg/kg-MS) Terrains du Secondaire	P90 géochimique régional (mg/kg-MS) Terrains du Secondaire
As	97	165
Ag	1,5	2
Ba	212	345
Cd	8	16
Cr	59	87
Cu	34	68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	9
MnO	0,2	0,4
Ni	33	50
Pb	221	261
Sb	74	51
Zn	320	566

Tableau 8 : Détermination de l'état des milieux naturels voisins à l'aide des données BRGM

## 1.8 Contexte hydrogéologique

En termes d'hydrogéologie, le rapport indique que **la zone d'étude est dominée par la présence d'aquifères karstiques**. Les dolomies et calcaires jurassiques forment des réservoirs karstiques à surface libre, très compartimentés, en relation avec les cours d'eau. Il fait état de travaux souterrains pendant l'exploitation nécessitant un débit d'exhaure de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/h, mais aucune exhaure naturelle à ce réservoir n'a été trouvée à ce jour.

Une source située à 500m du Puits N°3 semble en relation avec des anciens travaux miniers ; elle a fait l'objet d'analyses dans le cadre de l'IRM réalisé par GEODERIS en 2007 (0,25 L/s < Q < 1L/s). Elle présente des eaux sulfatées calciques et magnésiennes très ferrugineuses.

L'importante compartimentation du réseau karstique induit une méconnaissance des relations eaux superficielles/eaux souterraines. Néanmoins des pertes entre le secteur du Gardon à Anduze et Corbès sont avérées et le percement d'un aquifère lors de travaux miniers a asséché des sources en périphérie ; ces

éléments attestent de relations entre le réseau karstique et les écoulements de surface, les sources alimentant le réseau hydrographiques superficiel.

### 1.9 Contexte hydrographique

(IEM, rapport de phase 1, p68)

Le secteur d'étude est traversé par deux vallées étroites : celle du ruisseau de Paleyrolle au Sud et celle du ruisseau d'Aiguesmortes au Nord.

Les deux sous-bassins versants concernés par le site d'étude sont :

- ➔ **Le ruisseau de Paleyrolles au Sud**
- ➔ **Le ruisseau d'Aigues mortes au Nord**

Au droit du secteur d'étude, le point haut au niveau du Puits N°1 délimite la ligne de partage des eaux de ruissellement entre ces deux ruisseaux.

**Le ruisseau d'Aiguesmortes** prend naissance juste au pied de l'ancien dépôt de stérile UMICORE. Il coule le plus souvent sur le bed-rock [croule terrestre – roche mère] composé des dolomies hettangiennes. Son bassin versant est de l'ordre de 4 km<sup>2</sup> pour une longueur d'environ 3 500 m jusqu'au Gardon de Saint Jean dans lequel il conflue. Le Gardon de Saint Jean se mêle ensuite au Gardon de Mialet pour former le Gardon d'Anduze.

Bassin versant du ruisseau d'Aigues-mortes
S <sub>BV</sub> = 4 Km <sup>2</sup>
L <sub>ruisseau</sub> = 3500 m
Pente = 6 %
Source : au pied du dépôt stérile UMICORE
Confluence : avec la Gardon de St Jean
Débit moyen = quelques L/s hors crue

Bassin versant du ruisseau de Paleyrolles
S <sub>BV</sub> = 4 Km <sup>2</sup>
L <sub>ruisseau</sub> = 2700 m
Pente = 7 %
Source : au niveau du hameau de Valleraube
Confluence : avec l'Ourne (affluent du Gardon d'Anduze)
Caractéristiques : - draine les eaux des anciennes mines depuis le puits N°1 (ruisseau de la mine) - draine les eaux venant du Mas au niveau du pont près de la RD 133 (fossé derrière le Garage de la Mine) - draine les eaux de surface au pied de la Mine Joseph
Débit moyen = quelques L/s hors crue
Pertes : en amont du massif minéralisé (résurgence probablement composée des eaux issues des pertes amont + eaux d'infiltration des galeries minières hors d'eau + eaux du massif minéralisé)

**Le ruisseau de Paleyrolle**, d'orientation ouest-est, quant à lui prend naissance au niveau du hameau de Valleraube, collecte les eaux venant des anciennes mines (depuis le puits n°1 – nommé dans cette étude « ruisseau de la mine »), les eaux venant du Mas (fossé derrière Le Garage de la Mine), au niveau du pont près de la RD133 puis il passe au pied de la mine Joseph puis se jette au bout de 700 m environ dans le ruisseau de l'Ourne, affluent du Gardon d'Anduze.

Le ruisseau de Paleyrolle subit une perte en amont du massif minéralisé, et montre une résurgence dans les environs de la

mine. La résurgence est probablement composée des eaux perdues en amont du ruisseau, et des eaux d'infiltration ayant circulé dans les galeries minières hors d'eau ainsi que dans le massif déminéralisé en général.

Les eaux du ruisseau de Paleyrolle au niveau et en aval de la mine Joseph sont orangées et dégagent une odeur type soufrée, les eaux de l'Ourne sont limpides et vivantes.

Des analyses réalisées dans le ruisseau au droit de la mine Joseph (cf chapitre IV.5 ci-après) ont montré une acidification de ses eaux (pH = 2,5). Ceci peut s'expliquer par le fait que **le contact entre l'eau de pluie et les différents sulfures métalliques entraîne des réactions d'oxydation, expliquant l'acidification de l'eau** qui ruisselle sur la roche mère :  $FeS_2 + H_2O + 7/2 O_2 = Fe^{2+} + 2 H^+ + 2 SO_4^{2-}$

**L'acidification de l'eau au contact des sulfures va favoriser la solubilisation des métaux tels que le plomb, le zinc, le fer et l'arsenic.**

Les ruisseaux d'Aiguesmortes et de Paleyrolle présentent des débits de faible importance toute l'année, notamment du fait de la nature perméable du substratum carbonaté qui donnent lieu à des pertes, dont les écoulements souterrains sont mal connus.

Les débits sont de l'ordre de quelques litres par seconde cependant les pluies fortes caractéristiques de la région peuvent imposer à ces cours d'eau en quelques instants un régime torrentiel.

Malgré tout, **ces ruisseaux influencent peu les débits des Gardons**. En effet, leurs débits de crues dans le secteur d'Anduze sont d'environ 500 à 1 600 fois plus grandes qu'en période d'étiage.

D'après le bilan de la qualité des eaux étudiées dans le cadre du SAGE, les eaux superficielles du Gardon de Saint Jean, du Gardon de Mialet, du Salindrenque et du Gardon d'Anduze dans le secteur d'étude sont de bonne qualité.

## 1.10 Relations eaux superficielles/eaux souterraines

(IEM, rapport de phase 1, p68)

Compte-tenu de la géologie locale et de la dominance d'un réseau aquifère de type karstique très compartimenté, **les relations entre les eaux souterraines et les eaux superficielles sont mal connues**.

Comme indiqué dans le paragraphe VI.3.2., le percement, lors des travaux miniers, d'un aquifère jurassique a entraîné l'assèchement de plusieurs sources montrant ainsi la relation entre les réseaux karstiques souterrains et les résurgences en surface (sources) qui entretiennent le réseau hydrographique superficiel.

## 1.11 Alimentation en eau potable

(Rapport de phase 1, p72-75)

Au regard des informations obtenues, les ouvrages susceptibles d'être impactés par une contamination en provenance du secteur d'étude étant donné leur distance, les nappes exploitées et/ou leur position hydraulique par rapport au site sont :

- **la source du Moulin de Baron ;**
- **la source du Pont de Salindre.**

***Cependant, les résultats disponibles sur ces ressources montrent une bonne qualité chimique des eaux souterraines pour les paramètres analysés. Aucune analyse ne semble avoir été faite après inondation de l'ouvrage « source captée Moulin du Baron » par le ruisseau de Paleyrolle après un épisode orageux conséquent.***

Concernant le la **Source du Bois de Baron**, un rapport hydrogéologique réalisé pour la détermination des périmètres de protection a indiqué que :

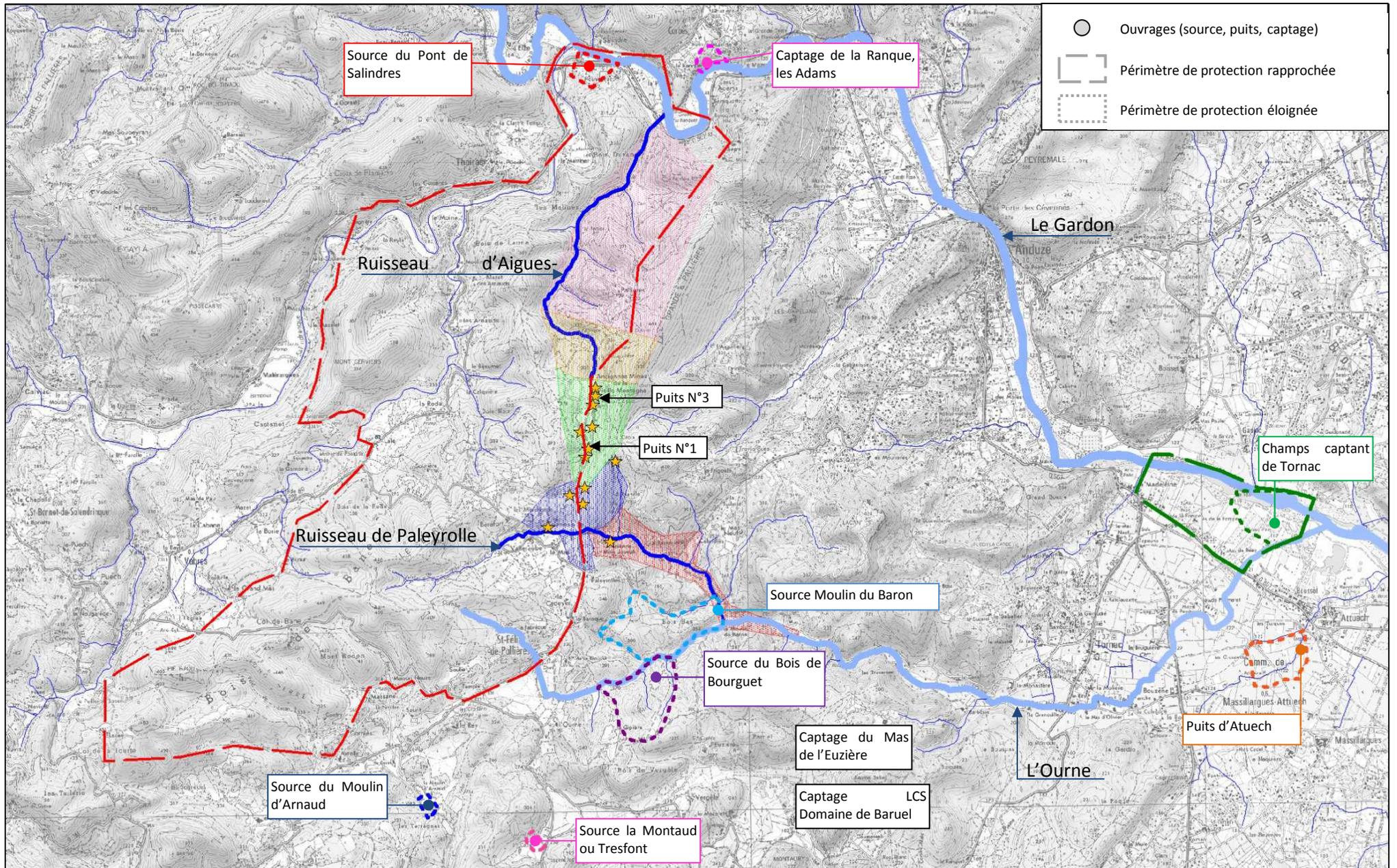
- l'origine de l'eau est à rechercher dans les infiltrations pluviales au niveau des affleurements de la roche-magasin, notamment dans le bassin versant superficiel situé à l'amont du captage, au niveau des collines du Bois Bas et qu'une alimentation partielle par infiltration dans la partie amont du ruisseau de l'Ourne n'est pas à exclure ;
- les points d'émergence de l'eau sont situés notablement plus haut que le fil d'eau du ruisseau de Paleyrolle en hautes eaux, hors période d'inondation ;
- les eaux de crues du Paleyrolle peuvent arriver au pied du captage récent.

Par ailleurs dans l'analyse de la vulnérabilité de l'aquifère, il n'est pas fait référence à la présence des anciennes activités minières.

Le SIAEP de Lasalle en charge de la gestion des eaux sur les communes de Saint Félix de Pallières, Thoiras, Vabres, Saint Bonnet de Salindrenque, Sainte Croix de Caderle et Lasalle ainsi que les services de Véolia Eau, gestionnaire du réseau de distribution sur les communes de Saint- Félix de Pallières et de Thoiras ont été consultés.

L'eau distribuée sur les communes de Saint Félix de Pallières et de Thoiras provient essentiellement du captage AEP de la source de Salindre qui refoule par la suite sur différents réservoirs de reprise, dont le réservoir principal de BARAFORT, pour la distribution aux usagers. Les hameaux présents sur le secteur d'étude sont raccordés au réseau de distribution d'eau potable, à l'exception de la Baraquette et de Cabridies.

Par ailleurs, lors du recensement des usages de l'eau dans la zone d'étude en 2012, il a été constaté **l'usage des eaux souterraines via des sources et/ou des puits et forages de particuliers** (cf. chapitre IV.6.2.). Les usages recensés sont les besoins domestiques, boissons, arrosage potagers/vergers, alimentation des animaux, piscines.



## 1.12 Conclusion sur la vulnérabilité des milieux

(IEM, rapport de phase 1, p82)

**Le site de la mine de Saint Félix de Pallières semble vulnérable du fait de la présence de zones d'exploitation, de traitement de minerais et de dépôts de stériles à proximité immédiate des eaux superficielles.** En particulier les eaux d'exhaure du dépôt de résidus de traitement sont rejetées à l'extérieur dans le ruisseau d'Aiguesmortes.

**De même des écoulements au sein du stockage de stériles localisé au droit de l'ancienne mine Joseph, se rejettent dans le cours du ruisseau de Paleyrolle.** Ces deux ruisseaux se jettent respectivement dans l'Orne à 1 500 m en aval de l'ancienne mine Joseph (Paleyrolle) et dans le Gardon de Saint Jean à 2 700 m en aval du dépôt de résidus de traitement (Aiguesmortes). **La voie de migration de pollution potentielle principale des pollutions minières semble donc être le transfert eau de ruissellement / eaux souterraines / eaux de surface.**

Aussi, le tableau ci-dessous synthétise la vulnérabilité des milieux, d'après les différentes données acquises :

Milieux	Vulnérabilité	Justification
Sols	Forte	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Activités minières d'extraction et de traitement</li> <li>○ Géologie régionale (faille de Pallière) avec formations fortement minéralisées</li> </ul>
Eaux superficielles	Forte	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Naissance du ruisseau Aiguesmortes à l'exhaure du dépôt de résidus de traitement</li> <li>○ Rejet des écoulements au sein du dépôt de stériles de la mine Joseph dans le ruisseau de Paleyrolle</li> </ul>
Eaux souterraines	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Réseau karstique au sein des dolomies de l'Hettangien</li> <li>○ Travaux miniers en contact avec l'aquifère karstique</li> <li>○ Présence de nombreuses résurgences (sources) en point bas par rapport aux travaux miniers</li> <li>○ Possible filtration des eaux au cours de leur cheminement souterrain</li> <li>○ Interconnexions entre les différentes veines du réseau karstique non connues</li> </ul>
Sites à protéger	Potentielle	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Znieff de type 2 : Hautes vallées des Gardons</li> <li>○ Parc National des Cévennes</li> <li>○ Rivières réservées (Aiguesmortes)</li> </ul>
AEP	Potentielle	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Captage (source) du Moulin de Baron dans le secteur d'étude en bordure du Paleyrolle</li> <li>○ Secteur d'étude intégré au périmètre de protection éloigné de la Source de Salindre</li> </ul>

Tableau 9 : Vulnérabilité des milieux

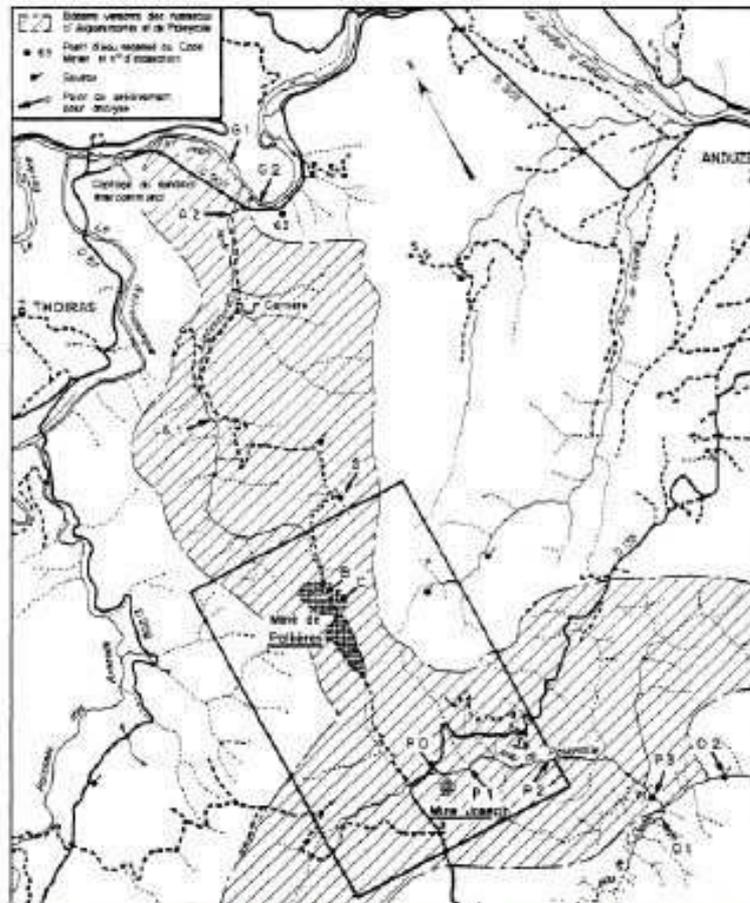
## 1.13 Analyses existantes sur le milieu eau

(IEM, rapport de phase 1, p86)

Plusieurs campagnes de mesures et analyses ont été réalisées sur les sédiments et les eaux de source et les eaux superficielles des ruisseaux de Paleyrolle, Aiguesmortes et des rivières Orne et Gardon de Saint Jean.

Compte tenu des nombreuses campagnes, les tableaux de résultats de chaque campagne sont présentés en **Annexe 8** du rapport ICF.

- **Campagnes de Novembre 1982, Mars et Juin 1983 (rapport 83 SGN 583 ENV, BRGM, Octobre 1983) – avant la réhabilitation du dépôt de stériles**



**Figure 32 : plan de localisation des prélèvements d'eau – campagne novembre 1982**

*Programme analytique : Conductivité, pH, MES, Ca, Mg, Na, K, bilan carbonates, Chlorures, sulfates, bilan azote, Fe, Cd, Ag, Pb, Ni, Co, Cu, Au, Zn, As, SiO<sub>2</sub>, TA, TAC, TH.*

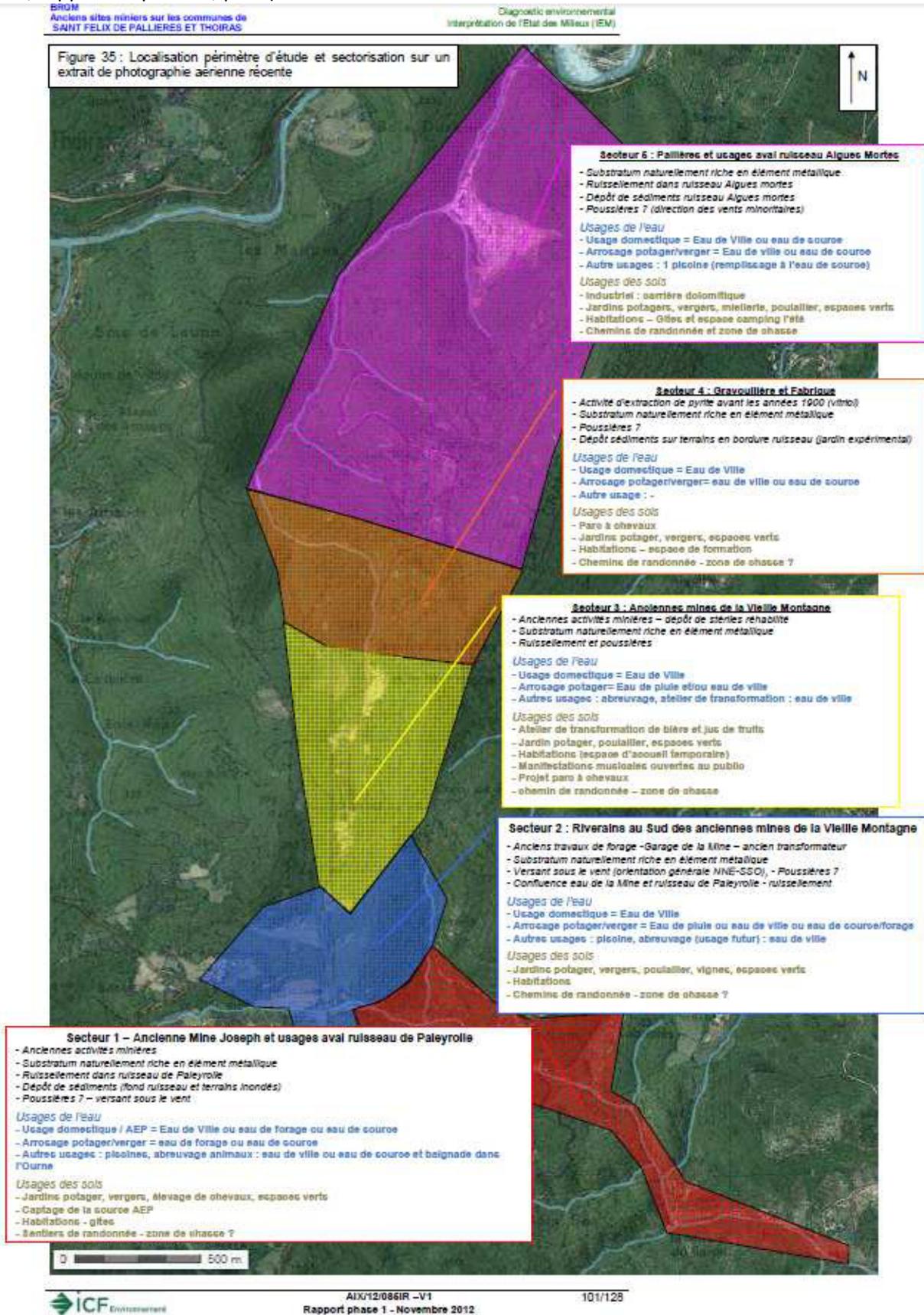
Les analyses des eaux en points B et C montrent **qu'en période d'orage, le lessivage du carreau de la mine et des stériles peut aboutir à la création de solutions acides minéralisées et chargées en métaux**, les saumures semblent se diluer très rapidement vers l'aval. Les analyses en A1 montrent l'absence de pollution métallique significative.

Les analyses d'eau sur le ruisseau de Paleyrolle montrent la présence d'un impact en métaux en P1 avec un pH acide et une diminution des concentrations en aval (concentrations en métaux inférieures aux limites de quantification analytiques sauf pour le zinc en dehors d'épisodes orageux + les concentrations en métaux sont plus importantes lors de la campagne effectuée quelques heures après un orage y compris en P3).

Aucune anomalie particulière n'a été mesurée dans l'Ourne (pas de prélèvement après un épisode orageux).

## 1.14 Synthèse des usages par secteur

(IEM, rapport de phase 1, p101)



Schémas conceptuels (IEM, rapport de phase 1, pp 103-104)

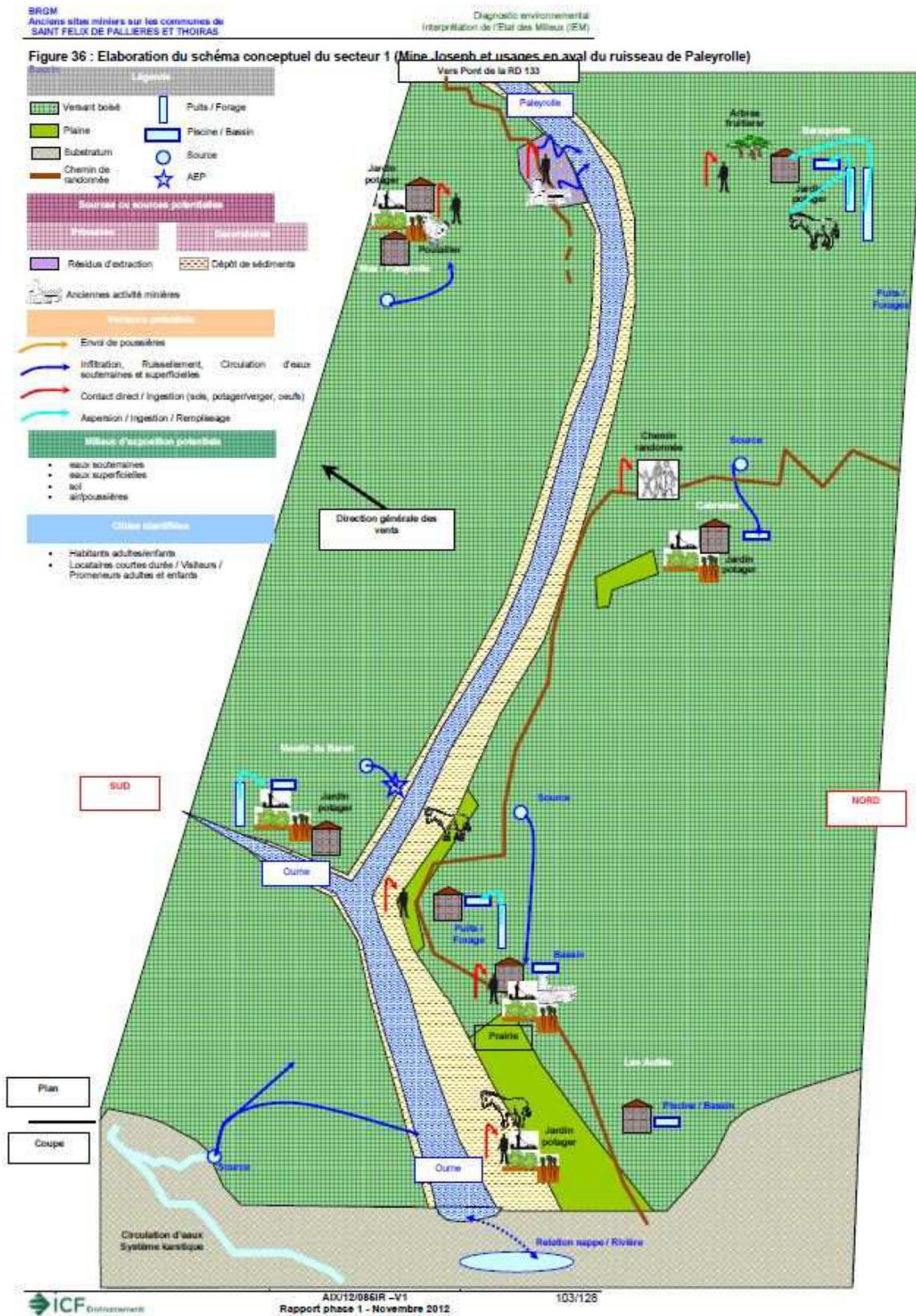
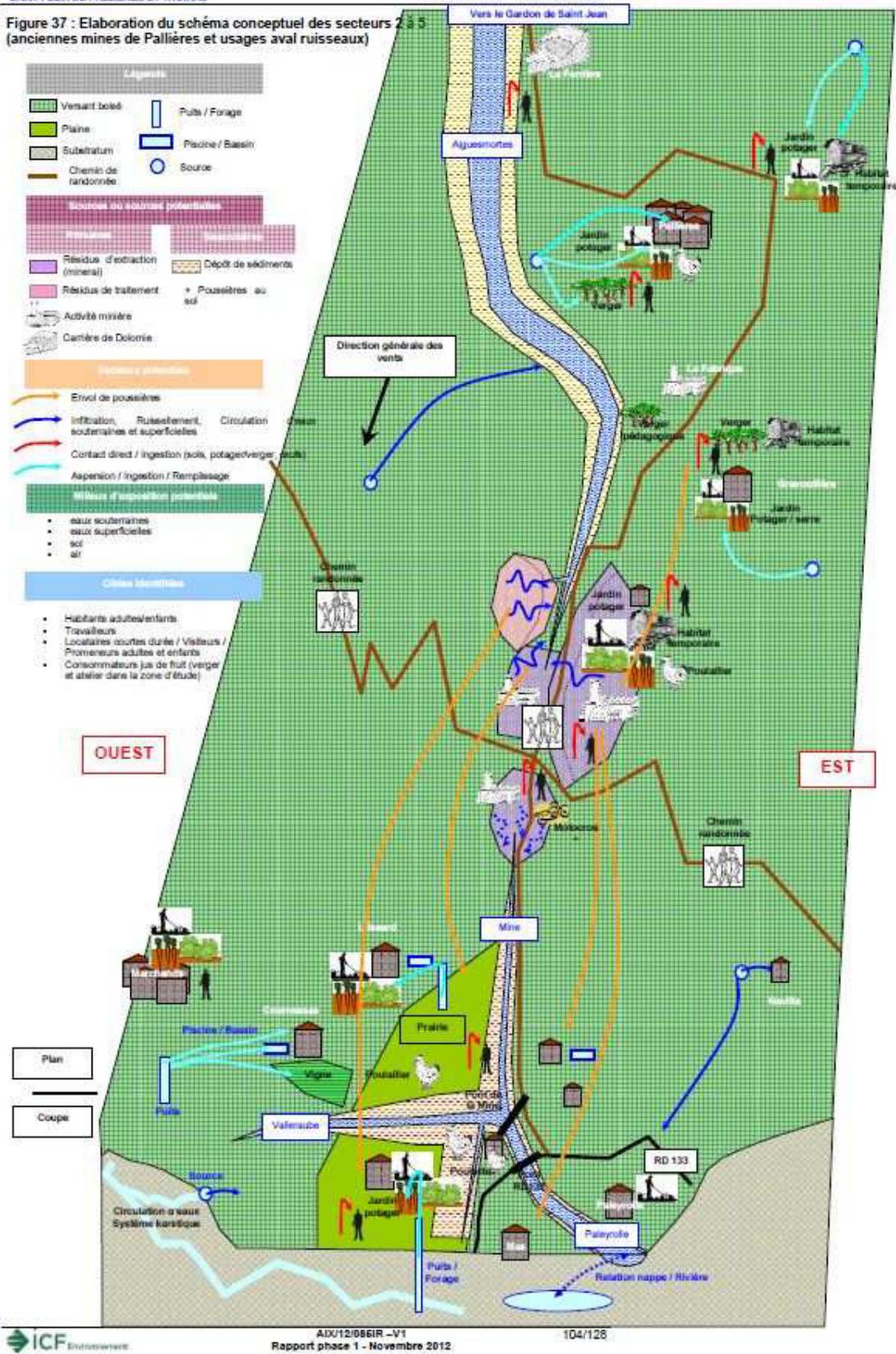


Figure 37 : Elaboration du schéma conceptuel des secteurs 2 & 3 (anciennes mines de Pallières et usages aval ruisseaux)



Sources potentielles de pollution	Polluants potentiels associés	Milieux de transfert et d'exposition	Traceurs et milieux retenus à ce stade en fonction des usages constatés
Dépôts d'extraction sulfurés et de stériles fins issus du traitement du minéral  Dépôts de haldes et résidus miniers	Eléments traces métalliques dont traceurs Pb, As, Zn, Cd, Sb, Se	Sols / sédiments Eaux Souterraines Eaux superficielles Poussières/ Air ambiant Denrées alimentaires	ETM dans chaque milieu
Zones de traitement du minéral - Ancienne laverie / laverie moderne (puits n°3) - Traitement Joseph sur TORNAC - Usine de vitriol - Gravouillère	Eléments traces métalliques dont traceurs Pb, As, Zn, Cd, Sb, Se  Cyanures  Sulfates  Chaux, acides	Sols/sédiments Eaux Souterraines Eaux superficielles Poussières/ Air ambiant Denrées alimentaires	ETM : tous les milieux  Cyanures : sols et végétaux (au droit ou à proximité des sources) et eaux en première approche. Etude milieu air en fonction résultats sols et eaux  Solubles (Sulfates) : eaux – milieu le plus pertinent  pH : sols et eaux
Installations annexes : transformateur (usage habitation actuellement)	Polychlorobiphényles Chlorobenzènes	Sols/sédiments Eaux Souterraines Eaux superficielles Air intérieur	Chez habitants – difficulté d'investiguer le milieu sols et/ou gaz du sol. Pas analysé en première approche. Volatils (Chlorobenzènes) : air ambiant
Installations annexes : garage de la Mine (usage habitation actuellement)	HCT HAP Solvants	Sols/sédiments Eaux Souterraines Eaux superficielles Air intérieur	Chez habitants/résidents – difficulté d'investiguer le milieu sols et/ou gaz du sol. Pas analysé en première approche. Volatils (HCT volatils, BTEXN) : air intérieur Solubles (HCT/HAP/BTEX) : eaux superficielles au niveau du pont de la CD 133
Installations annexes : transformateurs, garage, ateliers, compresseurs (bâtiments rasés)	PCB/chlorobenzènes HCT/HAP/BTEX/Solvants	Sols/sédiments Eaux Souterraines Eaux superficielles Air ambiant	sources potentielles non clairement identifiées sur le terrain ou – uniquement plan masse des bâtiments et aucun autre détail sur les installations ou absence de cibles Source ponctuelle – pas de recherche à ce stade. Ces sources ont été négligés / autres sources de pollution métallique et polluants organiques au droit des bâtiments transformés en usage sensible (habitations)

Tableau 13 : Stratégie de caractérisation des milieux vis-à-vis du principe source-transfert-cible

## 2 RESULTATS DE L' IEM – SOLS

(IEM, rapport de phase 1, p 107 et rapport de phase 2 p 10)

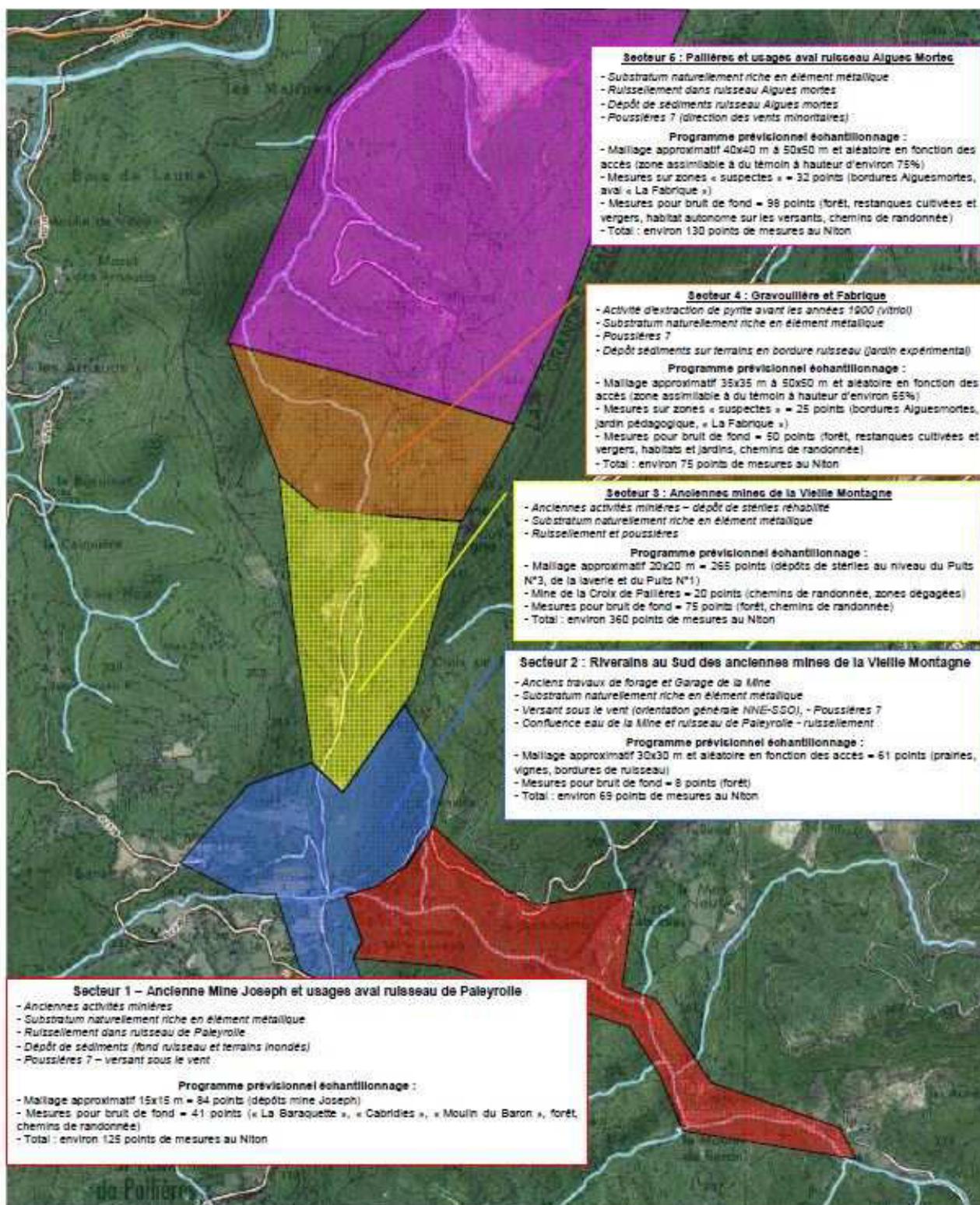
Le programme d'investigation sur les sols superficiels a été élaboré avec pour finalité de :

- caractériser la **qualité des sols de surface** au droit des sources historiques de pollution ;
- Caractériser la **qualité des terres cultivées** afin d'aider à l'interprétation quant à l'origine d'un éventuel impact sur les **plantes potagères** ou les autres **denrées alimentaires** ;
- Définir un **bruit de fond géochimique** local.

En vue de répondre à ces objectifs, a été réalisé :

- une **cartographie détaillée de la pollution métallique en surface** de l'ensemble de la zone d'étude au droit des usages majoritairement et dans des zones permettant la détermination d'un bruit de fond géochimique local : mesures de terrain à l'**appareil portatif de fluorescence X (FX)** ;
- des **prélèvements de sols et analyses en laboratoire** en nombre plus réduit pour caler les analyses de terrain ;
- des **prélèvements de sols de surface ciblés** au droit des sources potentielles de pollution autres que métalliques : laverie, usine de vitriol et analyses en laboratoire ;
- des **prélèvements des sols de chaque jardin potager** sélectionné et analyses en laboratoire (les résultats serviront également pour la corrélation analyses terrain et mesures en laboratoire).

## 2.1 Echantillonnage



+ 14 points Ruisseau de Paleyroille (secteurs 1 et 2) + 16 points ruisseau d'Aiguesmortes (secteurs 3 à 5)  
 + 40 points pour analyses en laboratoire pour calage niton/labos (jardins potagers + répartition aléatoire sur l'ensemble de la zone d'étude pour les éléments traces métalliques + répartition ciblée pour d'autres polluants potentiels)

Figure 38 : Programme prévisionnel d'échantillonnage des sols (Niton), début Août 2012

Les mesures de sol ont été réalisées du 6 au 22 Août 2012 à l'aide d'un appareil portable à fluorescence X (XRFP) qui permet de réaliser un grand nombre de mesures de concentration en métaux lourds et métalloïdes dans les sols avec un résultat en temps réel.

	Mesures à l'XRFP	Echantillons de sols
<b>Secteur 1</b>	152 points	7 dont 4 sur jardins potagers
<b>Secteur 2</b>	162 points	6 dont 4 sur jardins potagers et 2 sur vignoble
<b>Secteur 3</b>	331 points	15 échantillons de sols superficiels dont un prélevé au niveau d'un jardin potager et un au niveau du poulailler ;
<b>Secteur 4</b>	93 points	5 dont 1 sur jardin potager et 2 sur verger
<b>Secteur 5</b>	169 points	7 dont 2 sur jardins potagers, 1 sur verger et 1 sur poulailler
<b>Total</b>	<b>907</b>	<b>40</b>

Soit un total de 907 points de mesure de métaux à l'XRFP sur l'ensemble du secteur d'étude et 40 analyses de métaux en laboratoire pour déterminer une corrélation entre les mesures de terrain et celles en laboratoire.

De plus, des prélèvements de sols de surface ciblés ont été réalisés au droit des sources potentielles de pollution autres que métalliques (zones de traitement du minerai) pour analyses en laboratoire des paramètres pH et/ou cyanures totaux. 40 échantillons de sols de surface ont été envoyés au laboratoire au droit des zones sources potentielles de pollution identifiées lors de la phase 1.

## 2.2 Limites de la méthode :

(IEM, rapport de phase 2 p 11)

Les limites de détection de l'appareil à fluorescence X sont relativement élevées c'est pourquoi son application est généralement limitée à la cartographie des éléments présentant des anomalies géochimiques significatives. Ces limites (LOD) en mg/kg (pour une mesure de 60 s et 2 types de matrice) pour les métaux étudiés sont les suivantes :

Métal	Sable	Sol de référence (SRM)
As	9	19
Cd	30	40
Cr	60	100
Cu	50	80
Fe	120	500
Mn	90	300
Sb	54	72
Pb	11	18
Zn	24	48

**Tableau 3 : Limites de détection de l'appareil à fluorescence X en mg/kg**

Pour les besoins de l'assurance qualité, des échantillons ont été envoyés au laboratoire pour effectuer une comparaison entre les résultats de l'XRFP et les analyses du laboratoire. La corrélation a été calculée à partir de l'ensemble des échantillons de sol prélevés sur les cinq secteurs et pour l'ensemble des substances analysées par les deux procédés i.e. As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Zn.

Une bonne corrélation a été trouvée pour les paramètres suivants : **As, Pb, Zn, Mn, Fe.**

**Aucune corrélation n'a été possible sur les éléments Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Sb et Se en raisons :**

- des **limites de quantification de l'appareil (LOD)** élevées pour certains paramètres : par exemple pour le cadmium, tous les échantillons pris en doublons pour la corrélation XRFP/labo sont inférieures à la LOD au XRFP et varient de <0,4 à 18 mg/kgMS au laboratoire. La LOD de l'appareil est de l'ordre de 30-40 mg/kgMS pour un bruit de fond régional à 9 mg/kgMS et une valeur maximale au laboratoire de 18 mg/kgMS ou,
- du **grand nombre de résultats inférieurs aux limites de quantification du laboratoire**, par exemple pour le sélénium ou,
- de la **trop grande homogénéité des concentrations** obtenues sur les échantillons envoyés au laboratoire (et des interférences possibles des mesures de l'XRFP) par exemple pour le mercure.

Par conséquent, la corrélation a été possible sur les principaux traceurs de l'activité minière sur les communes de Saint Félix de Pallières et Thoiras (sur la base des informations historiques disponibles). La corrélation n'a pas été possible pour les autres traceurs potentiels identifiés : cadmium (associé au zinc) et antimoine (associé au plomb).

Pour les paramètres où la corrélation n'a pas été possible, les résultats quantifiés avec l'appareil XRFP ne peuvent pas être utilisés. Cependant, compte tenu du fait que les échantillons de sols superficiels, prélevés en doublon pour analyses en laboratoire (40 analyses disponibles), sont représentatifs de la distribution, **les résultats de sols en laboratoire peuvent être utilisés pour l'interprétation analytique et l'approche de risque sanitaire.**

### 2.3 Interprétations des résultats pour les éléments traces métalliques

(IEM, rapport de phase 2 p 14)

L'objectif de la détermination d'un bruit de fond géochimique local est de pouvoir distinguer les teneurs susceptibles de poser un problème (liées à l'activité anthropique ciblée) des teneurs rencontrées naturellement dans le secteur d'étude (bruit de fond géochimique local).

Les valeurs calculées en local sont comparées aux valeurs calculées régionales dans le tableau suivant :

Elément	Moyenne du fond géochimique (mg/kg-MS)		P90 du fond géochimique (mg/kg-MS)	
	Régional (1)	Local (2)	régional	local
As	97	374	165	664
Pb	221	1239	261	2278
Zn	320	740	566	950
Fe	Exprimé en Fe2O3	69 700	Exprimé en Fe2O3	92 100
Mn	Exprimé en MnO	1 808	Exprimé en MnO	3 403

(1) valeurs calculées à partir des résultats d'une campagne d'analyses réalisée par le BRGM de 1975 à 1991

(2) valeurs calculées à partir des mesures ICF Environnement sur les sols superficiels à l'XRFP sur des zones considérées comme témoin

**Tableau 5 : Comparaison des valeurs de fond régionales et locales**

Cette comparaison amène les observations suivantes :

- ✓ **Arsenic** : le bruit de fond géochimique local est environ **4 fois supérieur au bruit de fond régional** ;
- ✓ **Plomb** : le bruit de fond géochimique local est environ **6 fois supérieur au bruit de fond régional** ;
- ✓ **Zinc** : le bruit de fond géochimique local est environ **2 fois supérieur au bruit de fond régional** ;

Ces observations soulignent la forte minéralisation notamment en arsenic et en plomb, caractérisant les terrains de la zone d'étude.

## 2.4 Résultats pour les paramètres corrélables

(IEM, rapport de phase 2 p 16-22 et 26-30)

Secteur et sites concernés par les teneurs les plus fortes	Résultats des échantillons (XRF corrélé avec mesures en laboratoire)			
	Plomb (Pb)	Arsenic (As)	Zinc (Zn)	Fer (Fe)
Secteur 1 : Mine Joseph et aval - Stériles mine Joseph - Les Autiès (potager & habitation) - Sédiments Paleyrolle (yc près source Baron)	Moy = 28×BDF	Moy = 6×BDF	Moy = 4×BDF	Moy = 4×BDF
Secteur 2 : riverains aval Vieille Montagne Anomalies localisées - proximité mine Joseph - sédiments & zone inond. (cultures) - axe des vents dominants	Moy = 3×BDF	Moy = 1×BDF	Moy = 4×BDF	Teneurs, moy et méd. = BDF
Secteur 3 : Mines vieille montagne - Stériles Vieille montagne, ancienne laverie et Croix Pallière - Sédiments & zone inondable - voie de circulation - axe des vents dominants	Moy = 13×BDF	Moy = 3×BDF	Moy = 20×BDF	Moy = 1.5×BDF
Secteur 4 : Gravouillère & Fabrique Anomalies localisées : - Sédiments (AiguesMortes) & zone inondable - voie de circulation	Moy = 3×BDF	Moy = 1.3×BDF	Moy = 4.5×BDF	Teneurs, moy et méd. = BDF
Secteur 5 : Pallières et Aigues mortes Pas d'impact identifié sauf sur sédiments et zone d'inondation + secteur Pallières (géologie)	Moy = 1.2×BDF	Moy = 1×BDF	Moy = 3×BDF	Teneurs, moy et méd. = BDF

**Manganèse (Mn)** : Les teneurs, moy et méd sont globalement dans les ordres de grandeur du BDF et ne mettent pas en valeur l'impact des activités minières.

## 2.5 Résultats pour les paramètres non corrélables

(IEM, rapport de phase 2 p 23 à )

**Antimoine (Sb)** : des teneurs a priori corrélées aux valeurs du Plomb et de l'Arsenic, les plus fortes valeurs sont retrouvées sur les secteurs 1 et 3.

**Cadmium (Cd)** : teneurs corrélées à celles du Zinc, le secteur 3 est le plus impacté.

**Baryum (Ba)** : 3/40 valeurs > BDF, non corrélées avec le Pb/As/Zn donc difficile à rapprocher de l'activité minière

**Cuivre (Cu)** : des teneurs importantes et significatives, en particulier sur mine Joseph et secteur 3 mais les résultats sont difficilement interprétables

**Nickel (Ni)** : pas de teneur problématique relevée.

**Chrome (Cr)** : pas de teneur problématique relevée.

**Mercure (Hg)** : quelques teneurs significatives, associées à l'activité minière.

**Sélénium (Se)** : pas de teneur problématique relevée.

Cyanures totaux : les teneurs quantifiées en cyanures sont localisées au niveau du carreau de l'ancienne laverie puis suivent un ravinement pour rejoindre l'amont du ruisseau Aiguesmortes et se poursuivre jusqu'au pied des stériles miniers.

pH : Hormis le pH acide (4,8) observé au niveau des résidus de minerai de l'ancienne usine de traitement au niveau du lieu-dit des Autiés, les anciennes installations minières de traitement du minerai n'ont pas influencé le pH des sols.

## 2.6 Synthèse

L'impact des anciennes activités minières (Mine Joseph + Vieille Montagne, Autiés et Croix de Pallière) est significatif pour **l'arsenic et le plomb** avec un gradient de teneurs depuis ces dernières dans l'axe des vents dominants (Nord-Sud) et dans les dépôts de sédiments.

Au vu des résultats analytiques, les autres traceurs identifiés relatifs aux anciennes activités minières restent le **zinc, le cadmium et l'antimoine**, cependant l'impact sur le milieu sols est moins important pour ces éléments que pour l'arsenic et le plomb.

Les teneurs pour le **cuivre** restent difficilement interprétables vis-à-vis d'un impact lié aux activités minières.

Les résultats analytiques n'ont pas permis de mettre en évidence un impact des anciennes activités sur le périmètre d'étude pour les éléments **Nickel, Chrome, Sélénium, Baryum, Fer et Manganèse**.

## 2.7 Evaluation de l'exposition et des risques (sanitaires)

(IEM, rapport de phase 2&3 p 69 à 78)

L'IEM cherche à évaluer l'exposition des personnes résidentes ou usagères temporaires de cet espace (promeneurs, chasseurs). L'étude a défini des scénarii d'ingestion de sol pour des résidents ou des promeneurs, adultes ou enfants. Les teneurs en métaux des sols retenues pour le calcul sont soit les teneurs moyennes sur le secteur, soit les valeurs maximales.

**L'IEM n'a pas approfondi la question de l'impact sur les milieux aquatiques.**

**Synthèse** : fond géochimique naturel ou apports liés aux activités minières : **la teneur des sols en métaux lourds (As, Pb, Zn, Cd, Sb, Cu) pouvant générer des sources de pollution très significatives pour les milieux aquatiques (en particulier).**

Ses conclusions sont les suivantes : compte tenu des résultats des calculs, il est difficile de dégager une analyse fine par secteur. En effet, **quel que soit le secteur, les niveaux de risque incompatibles concernent globalement l'arsenic et le plomb** et ponctuellement l'antimoine pour le scénario sécuritaire, teneurs max, enfants.

	Niveau de risque	
	incompatibles	zone d'incertitude
<b>Secteur 3 et habitation/gîte en secteur 1 :</b> Scénario sécuritaire et teneurs moyennes pour les <b>résidents</b> au droit des anciennes installations minières et haldes :	<b>arsenic</b> pour adultes et enfants, <b>plomb</b> pour les enfants.	<b>plomb</b> pour adultes ; <b>antimoine</b> pour enfants secteurs 1 et 3 et adultes secteur 3 <b>cadmium, le manganèse et le zinc</b> pour enfants secteur 3 uniquement.
<b>secteurs 2 et 4</b> Scénario moyen et teneurs moyennes pour les <b>résidents</b> des autres secteurs sous influence des anciennes activités minières	<b>arsenic</b> pour enfants sur le secteur 4 uniquement	<b>arsenic et plomb</b> pour enfants (sauf arsenic secteur 4) ; <b>arsenic</b> pour les adultes.
<b>Secteurs 1 à 4</b> Scénario moyen et teneurs moyennes pour les <b>promeneurs</b>	Aucune incompatibilité	<b>arsenic</b> , pour adultes et enfants ; <b>plomb</b> pour enfants.

Tableau de synthèse de la P78 de l'IEM Phase 2&amp;3

### 3 RESULTATS DE L'IEM – EAU DOMESTIQUE

(IEM, rapport de phase 2&3 p 49 à 50 + Carte p 48)

#### 3.1 Echantillonnage

Suite au recensement et à l'étude documentaire, le programme d'échantillonnage sur les eaux aux points d'usage a été le suivant :

- **13 prélèvements d'eaux souterraines** (sources, puits de particulier) aux points d'usage répartis sur l'ensemble de la zone d'étude (arrosage, domestique, boisson) et 1 prélèvement au niveau du captage AEP<sub>3</sub> de la Source du Moulin Baron (*non réalisé à ce jour du fait de l'absence d'épisode orageux significatif qui viendrait inonder la margelle béton du captage*) ;
- **3 prélèvements d'eau de ville** : un au niveau du hameau des Marchands et du Mas (arrosage jardins potagers sélectionnés) et un au niveau de l'espace d'accueil temporaire de la Mine (en bout de réseau correspondant à l'atelier de fabrication de bière et jus de pommes) ;

La carte de **localisation des prélèvements d'eaux aux points d'usages** est présentée à la page suivante

La campagne d'échantillonnage des eaux souterraines aux points d'usage a eu lieu en plusieurs phases :

- du **7 au 9 Août 2012** pour les eaux utilisées pour **l'arrosage des potagers** ;
- le **20 Août 2012** pour l'eau du **puits de Coumessas** utilisée pour un usage d'arrosage, remplissage piscine et ponctuellement domestiques (pas de boisson) du fait de l'absence des propriétaires à compter de fin Août ;
- le **12 novembre 2012**, après plusieurs épisodes pluvieux ponctuels, pour les **points d'usage** utilisés toute l'année pour des besoins **domestiques et boisson** et lesquels peuvent potentiellement être impactés par les anciennes activités minières lors de conditions particulières, après des épisodes orageux, d'écoulements de surface (réseau eau de ville Association de la Mine), ou d'écoulements souterrains (ancien puits minier aux Issart, forage profond de la Baraquette face à l'ancienne mine Joseph, source du Fond du Moulin en aval hydraulique du dépôt de stériles)



**Légende : usage le plus sensible recensé**

- Besoins sanitaires et boisson
- Besoins domestiques (actuellement, le forage de Coumessas est utilisé pour remplissage piscine et arrosage – le forage est relié au circuit d'eau dans la maison)
- Arrosage potagers
- Pas d'usage actuel – usage futur arrosage et abreuvement

**Figure 20 : Ouvrages d'eaux aux points d'usages et usage associé le plus sensible**

## 3.2 Résultats

IEM P2&3 – juin 2013 – p79

	EAU DE VILLE AUX POINTS D'USAGES	EAU SOUTERRAINE AUX POINTS D'USAGES
	Points J6, J10 et J14	
Plomb	Teneur < LQ	Teneur < VMR Sauf J16 (usage arrosage et piscine)
Zinc	Teneur < VMR	Teneur < VMR
Arsenic	Teneur < LQ	Teneur < VMR Sauf J12 et J16 (usage arrosage et piscine)
Cadmium	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Baryum	Teneur < VMR	Teneur < VMR
Mercuré	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Cuivre	Teneur < VMR	Teneur < VMR
Fer	Teneur < VMR	Teneur < VMR Sauf J12 et J16 et Issart (usage arrosage et piscine) Et sauf bassin de Pallières (usage AEP)
Manganèse	Teneur < VMR	Teneur < VMR Sauf J16 (usage arrosage et piscine) Et Sauf puits de Coumessas (pas d'usage boisson)
Antimoine	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Chrome	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Nickel	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Sélénium	Teneur < LQ	Teneur < VMR
Total métaux		Teneur < VMR
Cyanures totaux	Teneur < LQ	Teneur < LQ
Cyanures libres	Teneur < LQ	Teneur < LQ
MES	Teneur < LQ	Teneur < LQ Sauf J16 (arrosage)
Sulfates	Teneur < VMR	Teneur < VMR (19-70 mg/l)

LQ = limite de quantification

VMR = Valeur Maximale Règlementaire pour l'usage eau potable (Arrêté du 11/01/2007)

Les résultats analytiques sur les échantillons d'eau de ville aux points d'usage (J6, J10 et J14La Mine) montrent :

- Des concentrations inférieures aux limites de quantifications pour les Matières en suspension, les cyanures libres et totaux et les éléments métalliques Sb, As, Pb, Cd, Cr, Ni, Hg, Se ;
- La quantification des autres éléments métalliques analysés mais à des concentrations inférieures à l'Annexe 1 de l'arrêté du 11 Janvier 2007 relatif aux valeurs limites de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Pour certains points d'eau qui ne sont pas utilisées pour la consommation humaine, l'étude met en évidence des dépassements des seuils réglementaires liés à l'eau potable **mais avec des concentrations compatibles avec les usages** (sur la base des seuils du Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux Souterraines ou SEQ ESO). Pour le Fer et le Manganèse, il n'existe pas de VMR AEP ni de seuil SEQ.

	Site	Données
As	Forage Jardin 12 :	20 µg/l > VMR AEP < SEQ ESO Abreuv. & Irrig.
	Source J16	21 µg/l > VMR AEP < SEQ ESO Abreuv. & Irrig.
Pb	Source J16, (22 µg/l)	22 µg/l > VMR AEP < SEQ ESO Abreuv. & Irrig.
Fe	Forage Jardin 12	relié à l'eau de ville pour la consommation en eau
	Forage Issart	pas utilisé à ce jour (usage futur – arrosage et abreuvement animaux),
	Source J16	utilise une autre source (sur l'autre versant) pour les besoins de consommation en eau
	Bassin Pallières (après épisode orageux).	
Mn	puits de Coumessas	arrosage et remplissage de l'eau de la piscine et besoins domestiques mais pas de consommation
	source J16	

**Synthèse** : Les analyses réalisées dans le cadre de l'IEM sur les **eaux à usages domestiques** ne font pas apparaître de dépassement des seuils AEP sur les points d'eau de ville.  
 Pour les **points d'usage sur l'eau souterraine**, les dépassements des seuils AEP ne compromettent pas les usages (abreuvement, irrigation).

## 4 RESULTATS DE L'IEM – EAU SUPERFICIELLE

### 4.1 Echantillonnage

A l'exception des observations en Juillet d'activités de baignade dans le ruisseau d'Aiguesmortes (au lieu-dit La Remise) et l'Ourne, les ruisseaux étudiés n'ont pas d'usage direct mais ils se jettent d'un côté dans le Gardon et de l'autre l'Ourne puis le Gardon d'Anduze, qui sont utilisés pour des usages sensibles.

Suite au recensement et à l'étude documentaire, le programme d'échantillonnage sur les eaux aux points d'usage correspond à **7 prélèvements ponctuels d'eaux superficielles et sédiments associés, après un épisode orageux significatif** incluant :

3 sur Aiguesmortes :	<b>1 à l'aval immédiat du pied du dépôt de stériles, 1 au Nord du lieu-dit La Remise, 1 en amont immédiat des exutoires de la carrière de dolomies, actuellement en exploitation</b>
1 sur la mine	<b>1 avant sa confluence avec les ruisseaux de Valleraube donnant naissance au ruisseau de Paleyrolle ;</b>
2 sur le Paleyrolle :	<b>1 à l'amont de la Mine Joseph (après le pont) 1 à proximité de la source captée du Moulin Baron, avant la confluence avec l'Ourne ;</b>
1 sur l'Ourne,	<b>en aval de la confluence Ourne-Paleyrolle.</b>

N.B. Compte tenu des résultats d'analyse existants sur le Gardon (cf chapitre IV.5.1 du rapport de phase 1, AIX/12/085-IR-V1 de Novembre 2012), l'étude n'a pas réalisé de prélèvement dans la rivière.



Figure 21 : localisation du programme d'échantillonnage des eaux superficielles et sédiments

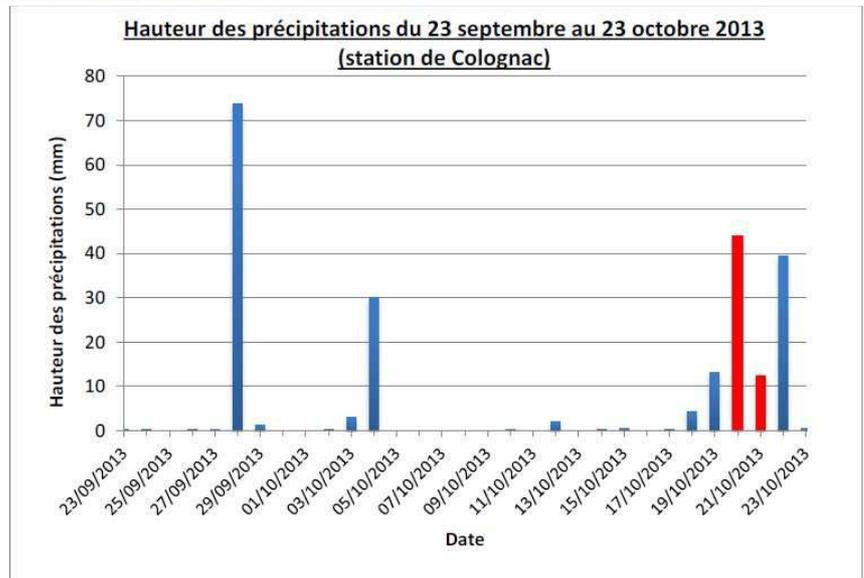


Figure 3 : Hauteurs des précipitations quotidiennes de septembre-octobre 2013 (station de Cognac)

Le prélèvement a été réalisé le 21 octobre 2013, en période de ressuyage mais pas en période de crue.

## 4.2 Résultats sur l'eau superficielle

(IEM, Phase 2 – Rapport additionnel, P 8 et IEM, Phase 1, Annexe 8)

Toutes les valeurs sont en µg/l sauf pour SO4 et MES (mg/l).

	Aigues mortes			La Mine	Paleyrolle		Ourne	NQ AEP NQE MA NQE CMA	☒☒
	Dépôt stériles	La Remise	Carrière		amont	aval			
<b>Pb</b>	<b>44</b> <b>52</b>	<b>16</b> <b>26</b>	<b>16</b> <b>24</b>	<b>50</b> <b>91</b>	<b>72</b> <b>630</b>	<5	<5	10 1,2* so	Les concentrations en Plomb, Cadmium, Zinc, Fer et Manganèse sont hétérogènes d'un secteur à l'autre : les concentrations les plus élevées se situent soit au niveau du ruisseau de la mine (Cd, Zn) soit au niveau du point amont Paleyrolle (où se rejettent le ruisseau de la Mine et le ruisseau de Valleraube) (Pb, Fe, Mn). Sur le ruisseau de l'Aiguesmortes, les concentrations les plus élevées sont situées en aval immédiat du dépôt de résidus.
1995-02					10-80	<1-40	<5-37		
<b>Cd</b>	<b>27</b> <b>27</b>	3.1 3.2	2.6 2.8	<b>68</b> <b>65</b>	<b>16</b> <b>19</b>	0.59 0.81	<0.5	5.0 LQ<<0.25 0,45<<1,5	
1995-02					2-47	<0.5-2	<0.5-20		
<b>Zn</b>	<b>5000</b> <b>5000</b>	<b>350</b> <b>340</b>	<b>310</b> <b>320</b>	<b>7900</b> <b>8000</b>	<b>1700</b> <b>2100</b>	50 66	15 <10	500-5000 3.1-7.8	
1995-02					100-10500	9-551	<10-280	-	
<b>Fe</b>	370 510	16 120	18 85	24 190	<b>1900</b> <b>6300</b>	36 95	22 50	200 -	
Mn	78 80	6.8 9.3	6.6 9	5.7 7.8	49 130	5.3 8.6	<5	50 -	
MES (mg/l)	<5	<5	<5	<5	63	<5	<5	25 -	
SO4 (mg/l)	280	33	32	270	73	92	72	150 – 250 -	
As	<5	<5	<5	<5	7,6 34	<5	<5	10 -	
1995-02					<10	<10			

Ba	12 12	31 31	31 31	19 19	27 55	23 25	27 27	700 -	Les concentrations en Baryum et Cuivre sont du même ordre de grandeur sur l'ensemble des échantillons sauf au point Paleyrolle Amont, au niveau du pont ;
Cu	6.1 8.4	<3 3.4	<3 3.2	3.6 5.8	9.5 25	<3 4	<3 3.7	2000 1.4 -	
Sb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	Les concentrations en Antimoine, Chrome, Nickel, Sélénium et Mercure sont inférieures ou équivalentes à la limite de quantification analytique (à noter que pour le Mercure, les NQE sont inférieures à la LQ)
Se	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	10	
Hg	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2 0.27	<0.2	<0.2	1 0,05 0,07	
Cr	<5	<5	<5	<5	<5 6	<5	<5	50	
Ni	<5 6.1	<5	<5	7 7.8	<5 7	<5	<5	- 20	
Cyanures (libres & Ttx)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	50	l'absence de quantification en cyanures libres et cyanures totaux ;
Hydrocarb Ttx	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		l'absence de quantification en hydrocarbures (HCT C5-C40, BTEX et HAP) pour les deux échantillons analysés
HAP	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
BTEX	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		

Dans le tableau, la ligne supérieure concerne les concentrations « dissoutes » (après filtration) et, la ligne du bas, les concentrations « totales ». Si les 2 valeurs sont inférieures à la limite de quantification, seule cette LQ est mentionnée.

NQEMA = Norme de qualité environnementale, Moyenne annuelle des concentrations.

NQECMA = Norme de qualité environnementale, Concentration Maximale Admissible (sur chaque prélèvement).

NQAEP = Norme de qualité pour l'adduction d'eau potable (norme applicable aux eaux potables). Si la norme pour l'eau distribuée n'est pas mentionnée (Annexe I de l'arrêté du 11/01/2007), la norme mentionnée est celle de l'annexe III (eaux brutes superficielles), catégorie A1 (eaux simplement désinfectées).

LQ = limite de quantification

So : sans objet (normes européennes)

- : norme non définie

\*La NQE du Plomb a été abaissé de 7,2 à 1,2 µg/l par la directive n°2013/39/UE du 12/08/2013

Concernant l'**Aiguesmortes** : **diminution** des concentrations de l'**amont** (A1, au pied du dépôt de stériles) vers l'**aval** (A3) pour l'ensemble des paramètres analysés. Ce cours d'eau n'avait pas fait l'objet de prélèvement antérieurement (étude INERIS).

*Synthèse : Un seul prélèvement sur eau superficielle dans le cadre de cette étude, ce qui ne permet pas de tirer des conclusions fiables. Les données font apparaître un impact significatif du site (Pb, Cd, Zn en particulier) sur les têtes de cours d'eau, semblant s'atténuer vers l'aval.*

Concernant le **Ruisseau de la Mine, le Paleyrolle et l'Ourne** : **augmentation** des concentrations entre le Ruisseau de la Mine et P1 hormis pour les sulfates, le cadmium, le nickel et le zinc, puis une **diminution** des concentrations entre P1 et O2 pour l'ensemble des paramètres analysés hormis pour les sulfates (concentrations plus élevées en P2 qu'en P1) ;

En comparaison des valeurs fournies par l'étude INERIS (synthèse de 17 prélèvements sur 1995-2002) :

- Plomb : la valeur 2013 est cohérente pour le Paleyrolle amont mais peu représentative des valeurs trouvées sur Paleyrolle aval et Ourne (de l'ordre de 10-20 µg/l)
- Cadmium : la valeur 2013 est plutôt supérieure à l'historique sur l'amont, et a priori cohérente sur l'aval (les seuils de quantification ont fluctué, ne rendant pas les comparaisons toujours possibles) ;
- Zinc : la valeur 2013 semble plutôt forte sur l'amont, plutôt faible sur l'aval du Paleyrolle et l'Ourne

### 4.3 Résultats sur les sédiments

(IEM, Phase 2 – Rapport additionnel, P 10)

Une partie des ruisseaux sont « à sec » une majeure partie de l'année, c'est le cas des points de prélèvements A1, ruisseau de la Mine et P1 (vasque stagnante en saison sèche). La partie aval des ruisseaux de Paleyrolle et Aiguemortes sont alimentées par des sources et les eaux de ruissellement (cas des points P2, O2, A2, A3).

Par conséquent, pour les sédiments, les teneurs sont comparées :

- à titre indicatif, aux valeurs seuils S1 de l'Arrêté du 9 Août 2006 (Tableau IV : Qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux).
- A la moyenne et au percentile 90 du fond géochimique défini en local pour les sols superficiels ou au fond géochimique régional (calculé à l'XPRF dans le cadre de l'IEM),

Les valeurs de ce tableau sont exprimées en mg/Kg de Matière sèche.

	Aigues mortes			La Mine	Paleyrolle		Ourne	Seuil S1 P90 BDF local SEQ v2 Sed*	
	Dépôt stériles	La Remise	Carrière		amont	aval			
<b>Pb</b>	<b>2600</b>	<b>3800</b>	<b>3800</b>	<b>23 000</b>	<b>15 000</b>	1500	530	100 2 278 120	<i>des concentrations hétérogènes supérieures aux données de fond ambiant montrant l'impact des anciennes activités minières sur ce milieu en arsenic, plomb, zinc, cuivre, fer et cadmium</i>
<b>Cd</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>94</b>	<b>48</b>	5.1	3.6	2 97 5	
<b>Zn</b>	<b>7 100</b>	<b>4 400</b>	<b>6 200</b>	<b>18 000</b>	<b>13 000</b>	1 100	540	300 950 460	
<b>Fe</b>	51 000	100 000	<b>180 000</b>	97 000	60 000	73 000	45 000	- 92 086 -	
<b>As</b>	360	<b>870</b>	<b>860</b>	690	350	400	170	30 664 33	
<b>Cu</b>	54	130	150	<b>280</b>	110	38	22	100 - 140	
<b>Hg</b>	1.5	2.3	1.5	<b>8.7</b>	<b>7</b>	0.54	0.19	1 - 1	<i>Absence d'anomalie pour le mercure où les concentrations sont du même ordre de grandeur pour les 7 échantillons analysés ( ??? )</i>
Mn	940	800	870	1300	1100	630	500	- 3 403 -	<i>Absence d'anomalie pour le chrome, le sélénium, le nickel où les concentrations sont du même ordre de grandeur pour les 7 échantillons analysés ; ☒ des concentrations hétérogènes inférieures aux données de fond ambiant pour l'antimoine, le baryum et le manganèse.</i>
Ba	15	150	120	51	47	110	98	- 345 -	
Sb	36	120	110	130	67	40	17	- 286 -	

Se	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Cr	7.6	12	15	14	19	11	8.6	150 87 110
Ni	5.6	8.7	9.9	15	16	15	7	50 50 48
Cyanures Ttx	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	- -
pH	7.4	7.9	7.7	7.1	7.4	7.8	8.5	
Hydrocarb Ttx C5-C10	<10			<10				
Hydrocarb Ttx C10-C40	53			<10				<i>Quantification au niveau Sed P1 en aval de l'ancien garage et en bordure de la route RD133, avec une fraction majoritaire de chaînes carbonées en C21-C40 ;</i>
HAP	<0.05			<0.05				

\*Pour le SEQ v2, la valeur mentionnée est la valeur la plus déclassante soit la couleur jaune pour les sédiments

La synthèse ci-dessus montre pour les éléments traces métalliques traceurs de l'activité minière :

- **Concernant l'Aiguesmortes : une augmentation des concentrations de l'amont (A1, au pied du dépôt de stériles) vers l'aval (A3) pour l'ensemble des paramètres analysés hormis pour le Cadmium, le Manganèse et le Zinc (concentrations plus élevées en A1 qu'en A2 et/ou A3) ;**
- **Concernant le Ruisseau de la Mine, le Paleyrolle et l'Ourne : une diminution des concentrations entre le Ruisseau de la Mine et P1, puis une diminution des concentrations entre P1 et O2 pour l'ensemble des paramètres analysés ;**

A titre indicatif, par rapport aux valeurs seuils de l'Arrêté du 9 août 2006 (Tableau IV), les teneurs en arsenic, plomb, cadmium (7 échantillons/7), cuivre et mercure (4 et 5 échantillons/7 respectivement) sont supérieures aux valeurs seuils S1 de l'Arrêté du 9 août 2006.

Synthèse : Sur les sédiments, les données font apparaître un impact significatif du site (Pb, Cd, Zn, As, Cu et Hg dans une moindre mesure) sur les têtes de cours d'eau comme sur les stations plus à l'aval.

## 5 RECOMMANDATIONS DE L'IEM

IEM Phase 2-3, P94

Zone	Recommandation
<b>secteurs 3 et une partie du secteur 1</b> : zones où certains milieux d'exposition présentent un écart de qualité significatif avec la qualité des milieux environnants, les critères réglementaires ou niveaux de risques jugés incompatibles avec les usages constatés	<b>nécessité de réaliser un plan de gestion en priorité</b>
<b>secteur 2 et une partie du secteur 4</b> : zones où certains milieux d'exposition présentent un écart de qualité significatif avec la qualité des milieux environnants, les critères réglementaires ou des niveaux de risques potentiels (zone d'incertitude) avec les usages constatés	Nécessité d'une <b>réflexion plus approfondie de la situation avant de se lancer dans un plan de gestion</b> en s'appuyant sur le retour d'expérience d'études similaires et d'éventuelles <b>mesures simples de réduction de l'exposition des populations</b> sont proposée
<b>secteur 5</b> : zones où la qualité des milieux ne présenterait pas à ce jour, ni de risque de présenter dans l'avenir, d'écart par rapport à la gestion mise en place pour la population en général	Pas de recommandation

## 6 REMARQUES ET POINTS DE QUESTIONNEMENT DU GROUPE DE TRAVAIL

A la lecture des rapports d'IEM et de prises de renseignement sur le site, plusieurs points de questionnement sont à éclaircir, préciser ou clarifier.

### 6.1 Remarques concernant le volet « Sol » du rapport ICF Environnement

#### a) Bruit de fond géochimique

Le calcul du BDF (bruit de fonds géochimique) est remis en cause (M. Bowie) sur 2 axes :

- L'aire de prise de mesure du BDF n'est pas déconnectée de l'impact de la mine (impact ancien et généralisé). La mesure étalon s'en trouverait faussée.
- La fiabilité des mesures à l'XPRF est remise en cause (appareil peu fiable) ;

Ce point est déterminant vu que ces mesures sont utilisées pour le calcul d'un « état zéro » puis de l'évaluation de l'impact de la mine sur son environnement.

Nous n'avons pas les compétences suffisantes pour expertiser la validité de la méthodologie mise en œuvre par ICF pour le calcul du BDF, pas plus que de donner un avis sur la fiabilité des instruments de mesures utilisés, ces sujets sont très pointus et peuvent faire l'objet de débats d'experts.

A la lecture du rapport, nous pouvons cependant noter :

- Que ces points ont fait l'objet de précautions méthodologiques et sont encadrés par des normes et règlements, mentionnées dans le rapport ;
- S'il semble cohérent que l'aire de mesure du bruit de fonds géochimique soit restreinte à la zone géologique homogène (horst de Pallière) (cela ne fait pas sens d'étalonner le fonds géochimique sur d'autres matrices géologiques (calcaires)), cette zone restreinte est

relativement proche des mines et rend difficile la mesure du BDF désinfluencée de l'influence des mines ;

- Que les mesures à l'XPRF ont fait l'objet d'un étalonnage avec des mesures de sol en laboratoire et font l'objet d'un paragraphe important ;
- Que la question d'une potentielle toxicité du fonds géochimique naturel n'est pas posée dans ce rapport, centré sur l'impact des activités minières.

Ce questionnement n'a pas de répercussion sur l'impact sur le compartiment eau, mais en a sur le compartiment sédiment (concentrations naturelles vs impact des activités minières).

➔ ***Au regard des valeurs du bruit de fond géochimique pris en compte dans l'étude, une expertise complémentaire pour sa détermination semble nécessaire.***

#### **b) Thallium, Indium, Cobalt et Germanium**

(IEM, rapport de phase 1, p64) : Les éléments traces associés à ces minéralisations (Co, Tl, As, In, Ge, Sb, Hg) proviennent du socle et traduisent une origine épi- à mésothermale de la minéralisation sulfurée.

A l'exception du Germanium, le Thallium, l'Indium et le Cobalt présentent des toxicités, le Thallium étant un métal lourd très toxique (à l'image du plomb ou du mercure).

Ils n'ont pas été mesurés dans les différents compartiments dans le cadre de l'IEM.

➔ ***Nous proposons de demander des précisions sur ce point à la DREAL.***

#### **c) Biodisponibilité**

IEM Phase 2-3, p 88

Il est admis que la quantité de polluant ayant une action sur l'organisme correspond directement à la quantité ingérée du fait de l'exposition à ces polluants (biodisponibilité quasi-totale). Ces apports demeurent cependant faibles par rapport à l'apport potentiel des poussières et particules de sol ingérées, d'autant plus que la biodisponibilité réelle des polluants dans les sols n'est en général pas prise en compte (considérée de façon majorante comme totale).

Comme le rappelle pourtant la norme NF EN ISO 17402 (2011)<sup>13</sup> « Des études conduites en laboratoire et sur le terrain ont démontré que les effets biologiques ne sont pas liés à la teneur totale d'un contaminant dans le sol. En fait, un organisme répond seulement à la fraction qui est biologiquement disponible (biodisponible)<sup>14</sup> pour cet organisme. [...] Les fractions biodisponibles de contaminants dépendent des propriétés du sol et de différents processus variant dans le temps ainsi que des récepteurs biologiques. [...] »

Dans le cadre de l'outil IEM, la notion de biodisponibilité des éléments n'est pas intégrée. Les métaux/métalloïdes présents dans le sol sont ainsi considérés comme complètement bioaccessibles et biodisponibles.

Par ailleurs, et par définition, toutes les VTR (Valeur Toxicologique de Référence) intègrent des facteurs de sécurité. Ces derniers sont tels que les instances internationales ont pu s'engager sur l'absence de problèmes sanitaires pour des doses inférieures à ces valeurs.

## **6.2 Remarques concernant le volet « Eau » du rapport ICF Environnement**

Il serait pertinent d'approfondir l'analyse des données antérieures (GEODERIS) et des données des réseaux de suivis sur les Gardons (RCS/RCO) insuffisamment développé dans le rapport.

**Les analyses réalisées sont insuffisantes pour caractériser l'impact sur les milieux aquatiques.** Par ailleurs les flux ne disparaissent pas et doivent donc être analysés. En effet le mécanisme de transfert/stockage/relargage au niveau des compartiments eau/sédiments doit être précisé. On note également que les PCB n'ont pas fait l'objet d'analyse sur sédiments ; il serait intéressant de les rechercher même s'il n'est pas identifié de risque particulier.

L'étude ne présente également aucune investigation sur les bio-indicateurs. A ce titre, des analyses sur Diatomées (Indice Biologique Diatomée (IBD), sur Bryophytes, sur oligochètes (IOBS) et sur chair de poissons.

Il est important de noter également l'étude menée par E. Resongles & al. (CNRS-IRD Montpellier) atteste de l'influence du site de St Félix de Pallières sur les concentrations en Plomb (Pb), Arsenic (As), Cadmium (Cd) et Zinc (Zn) contenus dans les sédiments du Gardon. Mme Casiot, co-auteur, indique que cette étude révèle une augmentation des concentrations de sédiment du Gardon d'un facteur 2 pour As, facteur 6 pour Cd, facteur 3 pour Zn et facteur 2 pour Pb entre l'amont et l'aval de la confluence du ruisseau d'Aigues mortes dans le Gardon.

Entre l'amont et l'aval de la confluence de l'Ourne dans le Gardon), les facteurs d'augmentation des concentrations de sédiment du Gardon sont respectivement de 2 pour l'As et de 1,5 pour le Pb.

Ces résultats mettent en évidence l'influence significative (et cumulative) des anciennes mines sur la concentration en métaux des sédiments des Gardons jusqu'au Rhône.

➔ ***Il serait pertinent que des campagnes détaillées sur le volet eau soient mises en place ; un suivi sur un minimum de 2 années, basé sur une dizaine de points d'échantillonnage minimum au cours de 6 à 8 campagnes dont au moins 2 en période de lessivage est un minimum. Ce suivi devrait également intégrer des investigations sur les bio indicateurs et une analyse des transferts de flux.***

### 6.3 Remarques suite à la visite du site

Les élus des communes de St Félix de Pallières, Thoiras, Tornac, Massillargues-Attuech et Anduze ont été rencontrés en présence de M Menviel, Conseiller général du canton de Lasalle, à la mairie de St Félix de Pallières.

M. le Maire de Thoiras fait part de plusieurs courriers adressés à la Préfecture restés sans réponse, d'arrêtés de circulation cassés par les tribunaux, des refus de permis de construire et des interdictions de manifester non appuyés par la Préfecture. La Commune se demande pourquoi avoir laissé le GFA de la Mine s'installer sur ce site.

Le SIAEP de Lasalle confie également ses interrogations sur l'impact de ce site sur la ressource en eau. Des recherches ont été effectuées sur le secteur de Vabres (captage de secours) et le SIAEP est en attente des analyses d'eau. La plus grande prudence est cependant attachée à l'exploitation de cette ressource.

Le Conseil Général ajoute qu'à sa connaissance, aucun problème significatif de qualité n'est à ce jour mesuré au Pont de Salindres sur la ressource en eau.

La Commune de Tornac a reçu une information de l'ARS affirmant l'absence de risque sur l'adduction d'eau de Tornac. Les habitants de la vallée de l'Ourne sont cependant inquiets et mobilisés. L'impact de ce dossier sur l'activité agricole et touristique et l'impact sur les biens des principaux concernés (MM BOURGEAT et GOMEZ, que Mme le Maire invite la Commission à rencontrer) sont également des

questions non négligeables. La Commune se sent mise à l'écart, n'ayant pas reçu le rapport de l'IEM. Elle souhaite se saisir de cette question.

Melle le Maire de Massillargues Atuech partage le constat et les interrogations exprimée plus haut, ajoutant un questionnement sur l'impact sur la qualité de la nappe d'accompagnement du Gardon, sur les baignades dans l'Ourne (potentiel relargage d'éléments contenus dans les sédiments par les baigneurs ?). La Commune s'interroge également au sujet d'une démarche sollicitation de l'ARS et de l'Agence de l'eau pour supprimer le captage du moulin du Baron « pour raisons économiques ».

M. le Maire d'Anduze témoigne de la tenue de deux réunions en sous-préfecture depuis 2008 auxquelles ont été conviées les Mairies d'Anduze, St Félix de Paillière et Thoiras. Le sujet concernant cette ancienne mine est « connu et reconnu » avec un danger important lié au risque incendie. La problématique sur l'eau n'a pas été mentionnée dans ces réunions. Les habitations sur site, avec la présence d'enfants, la production de bière, l'accueil de personnes en difficultés sont également des problématiques majeures. Il est important que l'ensemble des services accordent leurs démarches pour garantir toute l'efficacité possible

M. MINVIELLE tient à relever l'importance de l'information des élus qui sont en première ligne, alors qu'ils ne sont pas associés aux procédures de renonciation d'exploitation des mines. Il souhaite que l'Etat et le Préfet prennent leurs responsabilités.

Pour les Communes qui ont reçu l'IEM, le constat partagé est qu'il s'agit d'un document très technique, non synthétisé ni vulgarisé et qui ne permet pas une bonne compréhension par des non experts.

La réunion publique habituellement tenue en pareil cas n'a à ce jour pas été programmée.

Les participants s'inquiètent par ailleurs de recevoir un courrier au même titre que la population listant un certain nombre de mesures de précaution à prendre au quotidien à l'égard de la pollution environnante sans réunion publique d'information précise.

Les élus sont dans ces conditions incapables de renseigner la population qui se tourne vers les mairies pour avoir plus d'information sur la situation.

Les participants conviennent de l'importance de rééditer une réunion de rencontre entre l'ensemble des Communes concernées (ce qui était une première), afin de peser collectivement sur les autorités et d'organiser une réunion pour diffuser l'information disponible auprès de la population si l'Etat ne s'en charge pas.

Le groupe de travail s'est ensuite déplacé sur le site, dans un premier temps avec M. BOWIE, riverain. M. BOWIE a fait visiter le site de la mine Joseph (résidus miniers surplombants l'Ourne avec des pH 2-3 mesurés sommairement avec une bandelette), puis le terrain communal situé à proximité du départ des randonnées PR. Le groupe de travail a pu constater les traces des activités sportives motorisées sur les haldes, ainsi que l'effondrement de la galerie. Un pH de 2 a été relevé dans une flaque sur site. M. BOWIE a succinctement présenté son combat pour la reconnaissance de la pollution de ce site. Il est sérieusement préoccupé par les risques potentiels d'incendie pouvant dégager des fumées toxiques et devant la fréquentation par des enfants des multiples haldes du secteur. M. BOWIE pose également la question des risques liés à la présence d'un réseau AEP qui traverse le site et dessert la Commune (risque de pollution potentielle par intrusion).

M. SUNT a ensuite fait visiter le site du GFA de la mine, ce qui a permis au groupe de travail de visualiser à la fois les haldes sur lesquelles les habitats légers sont installés mais également le dépôt UMICORE (versant gauche de la vallée).

M. SUNT a insisté sur l'absence d'information relative à la pollution dans l'acte d'achat du terrain et globalement lors de cette procédure. Il tient également à signaler que la pollution la plus significative pour les eaux provient en majeure partie du site UMICORE (stockage de fine), le site sur lequel les habitats temporaires sont installés étant moins pollués. Il signale qu'un système rudimentaire de barrage sur les eaux de ruissèlement permettrait de retenir une bonne partie de la pollution.

Enfin, le groupe de travail a entendu M. SIMON, médecin et membre de l'association des riverains (dont la Présidente, Mme BOUZIGE a participé à l'ensemble des échanges). Ce dernier a relaté les démarches entreprises par l'association pour tenter de faire progresser le dossier, avec notamment des prises de sang et des analyses de plombémie (les résultats indiquant un problème principalement pour les résidents de la Mine). Il s'est dit préoccupé en tant que médecin sur l'impact sanitaire de cette situation pour les riverains. Il a insisté sur l'importance de trouver des solutions qui permettent une sortie par le haut. Les jugements sur les modes de vie des personnes concernées ne devant pas entrer en ligne de compte.

➔ *Suite à la visite du site, le groupe de travail a pu mesurer in situ les connexions directes entre les haldes et la ressource en eau et les milieux aquatiques. L'impact sur la ressource en eau et les milieux aquatiques doivent faire l'objet d'investigations complémentaires*

➔ *Le groupe relève également le besoin de concertation entre les acteurs locaux (et notamment l'ensemble des Communes concernées) et avec les services de l'Etat gérant le dossier. La tenue d'une réunion publique apparaît indispensable.*

➔ *Les risques avérés pour les milieux et surtout pour les populations impliquent une recherche de solutions sans tarder. Ces solutions doivent être élaborées en concertation et dans le respect des acteurs locaux*

➔ *La question du risque incendie, majoré par les activités, et de la sécurisation de l'AEP (canalisation traversant le site et source du Moulin du Baron) sont extrêmement préoccupantes.*

Le groupe de travail propose que ces questions et recommandations soient reprises dans un courrier signé du Président adressé aux Sous-Préfets concernés (Le Vigan et Alès) avec copie du présent rapport.

## 6.4 Suites et compléments

- ➔ A la date du 21/10/2014, les services de la DREAL et de la Sous-Préfecture n'ont pas donné suite au courrier de demande de précision envoyé le 12/06/2014.

Extrait du courriel du 12/06/2014 :

« Suite à la réunion qui s'est tenue jeudi 05/06 dans le cadre du groupe de travail (au titre de la Commission Locale de l'Eau des Gardons) sur l'ancien site minier de St Félix de Pallières, les personnes présentes ont souhaité solliciter la DREAL pour obtenir des éclaircissements sur les points suivants :

**a) Thallium, Indium, Cobalt et Germanium**

« Les éléments traces associés à ces minéralisations (Co, Tl, As, In, Ge, Sb, Hg) proviennent du socle et traduisent une origine épi- à mésothermale de la minéralisation sulfurée. » (IEM, rapport de phase 1, p64). A l'exception du Germanium, Thallium, Indium et Cobalt présentent des toxicités significatives, le Thallium étant un métal lourd très toxique (à l'image du plomb ou du mercure). Ils n'ont pas été mesurés dans les différents compartiments dans le cadre de l'IEM. Quelles en sont les raisons ?

**b) Situation administrative du site**

La CLE aurait souhaité disposer d'une synthèse de la situation administrative du site et connaître le déroulé de la procédure de renonciation ou du moins les conséquences en termes juridiques qu'elle implique. Ce point a fait l'objet d'une réponse partielle de M. BARBE (courriel du 06/06)\*. Cela étant nous avons bien relu le rapport de phase 1 et n'avons pas trouvé la réponse complète à notre question. En effet il s'agit de comprendre dans quel cadre intervient cette IEM d'une part (et celle de Géodéris), et d'autre part que vous nous précisiez ce qu'implique la « renonciation » notamment au regard de l'article L155-3 du Code minier (responsabilité de l'exploitant). Nous vous remercions de bien vouloir nous éclairer précisément sur ces points. »

**c) IEM Géodéris**

La CLE aurait souhaité disposer d'une copie de ce document.

\* Il convient de préciser que suite à ce premier groupe de travail, M. BARBE (DREAL) avait transmis plusieurs points de précision (courriel du 06/06) sur la situation administrative du site après concertation de ses collègues en charge du dossier, précisant notamment que le site n'était plus du ressort « de la police des mines depuis les arrêtés de 2004 et 2005 pour les 3 concessions citées dans l'IEM. Cela signifie que le dernier exploitant n'a donc encore qu'une responsabilité "civile" d'indemniser les victimes de dommages avérés comme étant dus à son ancienne exploitation.

Voici le détail de leurs précisions :

- l'IEM ne s'inscrit pas dans une démarche CODE MINIER ; l'IEM s'appuie sur la méthodologie nationale du MEDDE en matière de sites et sols pollués.

- Après arrêt définitif des travaux miniers et des installations de traitement de minerai de plomb, l'arrêté ministériel du 19.03.2004 a accepté la renonciation de la société UMICORE à la concession de mines de zinc, plomb argentifère et autres métaux, le fer excepté, dite "concession LA CROIX DE PALLIERES". En conséquence, la police des mines ne s'exerce plus, entraînant le retour de la police du Maire et de la responsabilité du propriétaire foncier. »

➔ **Mi-juillet, Radio France International a publié une enquête sur le site de St Félix de Pallières**

<http://webdoc.rfi.fr/pour-suites/enquete-pollution-cachee-cevennes/>

# ANNEXES

# ANNEXE 1 : Présentation des résultats de l'IEM sur les compartiments air et aliments

## 1 Résultats de l'IEM – AIR INTERIEUR

### 1.1 Echantillonnage

Le 23 octobre 2012 a été réalisé :

- **3 prélèvements de retombées atmosphériques dans les secteurs 2 et 3** afin de quantifier les voies de transfert inhalation et ingestion de poussières retenues dans le schéma conceptuel préliminaire ;
  - o **Espace d'Accueil Temporaire de la Mine** au niveau des usages type habitats ;
  - o Au lieu-dit **L'Issart** ;
  - o Au niveau du **pont de la Mine** (habitation Garage de la Mine).
- **2 prélèvements d'air ambiant dans des bâtiments à usage d'habitation** au droit de sources potentielles de pollution (ancien garage de la mine et transformateur), afin d'évaluer l'impact potentiel des anciennes activités historiques au niveau de l'habitation
  - o Une mesure au niveau de **l'ancien garage de la mine**, dans la partie habitation au-dessus de la grande fosse afin d'évaluer l'impact des anciennes activités de garage sur le milieu air intérieur ;
  - o Une mesure dans **une habitation**, dans laquelle un transformateur avait été exploité pendant la période d'activité minière, afin de réaliser un lever de doute car nous n'avons pas réuni d'informations plus précises sur la nature du transformateur.

Les prélèvements de métaux sur poussières ont été effectués avec un préleveur PARTISOL Haut débit et les prélèvements pour analyse de l'air intérieur pour les composés volatils avec une pompe type GILAIR bas débit.

La première campagne de mesure (oct 2012) ayant été jugée insuffisamment représentative en ce qui concerne l'évaluation de la qualité de l'air extérieur (ré-envol de poussières), une seconde campagne a été réalisée le 6 août 2013, dans des conditions jugées « optimales [pour le] réenvol de poussières » (IEM – mise à jour du juin 2013 – P13 et suivantes).

### 1.2 Résultats des retombées atmosphériques

**Tableau 9 : Résultats d'analyses sur les prélèvements d'air extérieur (IEM, Phase 2, P 59 et Mise à jour P19)**  
Concentration en solution en ng/m<sup>3</sup> (Blanc déduit)

		Po 1 Mine association	Po 2 ISSART	Po 3 Pont garage	LQ	Remarques & interprétation
As	2012	<LQ	<LQ	<LQ	0,8	Valeur cible = 6 ng/m <sup>3</sup> VGI OMS = 6.6 ng/m <sup>3</sup>
	2013	<b>28.1</b>	<LQ	<LQ	0.2	
Ba	2012	<LQ	<LQ	<LQ	15,6	
	2013	12.4	<LQ	0.6	0.2	
Cd	2012	<LQ	<LQ	<LQ	0,2	Valeur cible = 5 ng/m <sup>3</sup> VGI OMS = 5 ng/m <sup>3</sup>
	2013	4.9	<LQ	<LQ	0.2	

<b>Cr</b>	2012	<LQ	<LQ	<LQ	0,2	VGI OMS = 0.25 ng/m <sup>3</sup>
	2013	<b>5.4</b>	<LQ	<LQ	0.2	
Cu	2012	3,3	0,3	2,7	0,2	
	2013	24.9	6.3	8.1	0.2	
Fe	2012	<LQ	<LQ	105,4	16	
	2013	3 723.1	407.2	532.5	15.6	
Mn	2012	<LQ	<LQ	<LQ	0,2	VGI OMS = 150 ng/m <sup>3</sup>
	2013	56.4	3.3	5.9	0.2	
Ni	2012	<b>4,5</b>	<LQ	<LQ	0,2	< objectifs de qualité et valeurs limites françaises de qualité de l'air
	2013	<LQ	<LQ	<LQ	0,2	
<b>Pb</b>	2012	4,4	<LQ	7,8	0,2	Objectif qualité = 250 ng/m <sup>3</sup> Valeur limite = 500 ng/m <sup>3</sup> VGI OMS = 500 ng/m <sup>3</sup>
	2013	<b>917.9</b>	<LQ	10.3	0.2	
Sb	2012	0,2	<LQ	0,2	0,2	
	2013	5.2	0.5	0.3	0.2	
Se	2012	<LQ	<LQ	<LQ	0,8	
	2013	<LQ	<LQ	<LQ		
Zn	2012	0,5	<LQ	27,7	0,2	
	2013	605.3	6.6	12.4	0.2	
Hg	2012	<LQ	<LQ	<LQ	3,1	
	2013	<LQ	<LQ	<LQ	0.6	
Concentration en solution en µg/m <sup>3</sup> (Blanc non déduit)						
		Po 1 Mine association	Po 2 ISSART	Po 3 Pont garage	Lq	
<b>PM 10</b>	2012	<LQ	<LQ	<LQ	37.5	Objectif qualité = 30 µg/m <sup>3</sup> Valeur limite = 40-50 µg/m <sup>3</sup> * Seuil d'info= 50 µg/m <sup>3</sup> Seuil Alerte= 80 µg/m <sup>3</sup> VGI OMS = 20-50 µg/m <sup>3</sup> *
	2013	<b>61.5</b>	37.5	<b>60.0</b>	12.5	

Les couleurs sont des aides à la lecture sur la base des valeurs mentionnés dans l'étude.

\*La première valeur est une moyenne annuelle, la seconde journalière.

VGI = Valeur Guide Internationale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

**Figure 25 : Résultats d'analyses sur le prélèvement d'air intérieur**

Concentrations en µg/m <sup>3</sup>			Remarques & interprétation
Composés	Garage intérieur court <i>Blanc déduit</i>	LQ	
Benzène	<LQ	0,33	
Toluene	1,32	0,33	< médiane BDF logements français
Ethylbenzene	1,37	0,33	< médiane BDF logements français
m+p xylène	<b>10,65</b>	0,33	< valeurs guides internationales
o xylène	2,63	0,33	< valeurs guides internationales
Naphtalene	<LQ	0,33	
Aliphatiques C6-C7	5,93	0,33	Pas de valeur guide
Aliphatiques >C7-C8	0,65	0,33	
Aliphatiques >C8-C10	3,64	0,33	

Aliphatiques >C10-C12	1,48	0,33
Aliphatiques >C12-C16	3,63	0,33
Aromatiques C6-C7	<LQ	0,33
Aromatiques >C7-C8	1,32	0,33
Aromatiques >C8-C10	<b>28,42</b>	0,33
Aromatiques >C10-C12	2,35	0,33
Aromatiques >C12-C16	<LQ	0,33

Les couleurs sont des aides à la lecture et fonction de la limite de quantification, en l'absence de seuils de toxicité mentionnés dans l'étude.

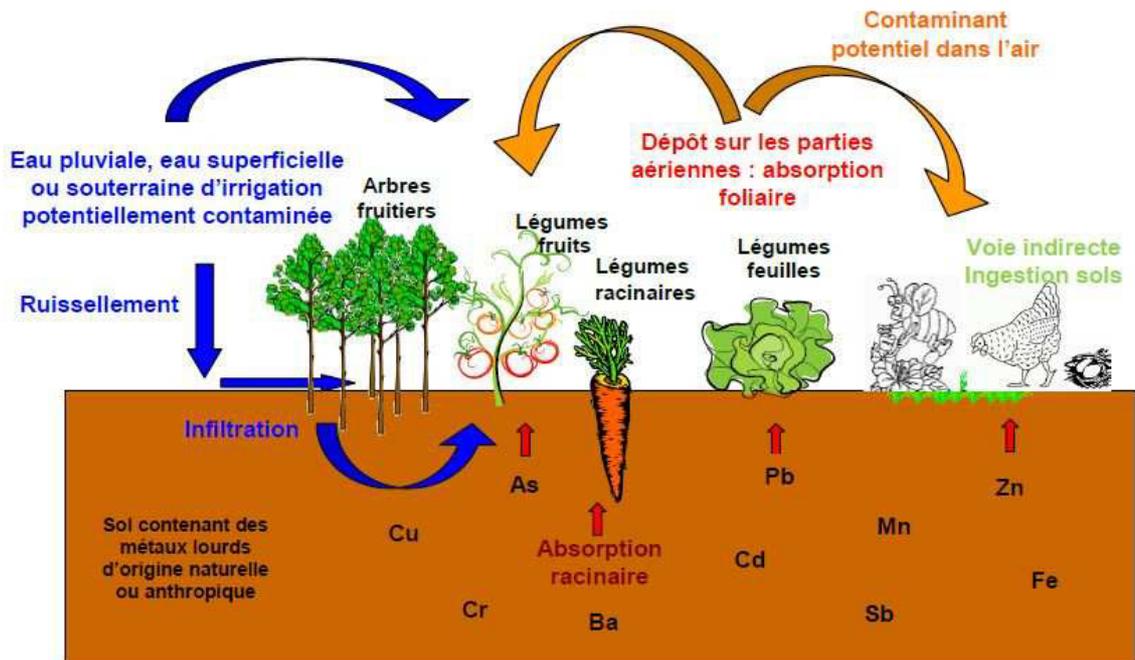
LQ = Limite de Quantification

Les résultats montrent des niveaux de risque pour le scénario inhalation air intérieur, compatibles pour les substances étudiées pour toutes les cibles. (IEM, Phase 2&3, P 81)

## 2 Résultats de l'IEM - DENREES ALIMENTAIRES

### 2.1 Voies de contamination potentielles

Figure 15 : Voies de contamination potentielle des denrées alimentaires



### 2.2 Echantillonnage

20 jardins potagers,	Jardins représentatifs de chaque secteur. 29 échantillons, Prélèvements : 7 au 9 Août 2012 Prélèvement sol et eau d'arrosage (comparaison teneurs métaux + estim transferts)
1 vignoble	

2 vergers (1 expérimental pour greffes, second pour transformation pommes et poires en jus),	7 échantillons de fruits (pommes et raisins) + 1 échantillon de jus de pomme (atelier de transformation) Date : 25 Septembre 2012
9 poulaillers	5 échantillons – Date ?
1 miellerie (transformation + hivernage abeilles sur secteur)	2 échantillons dont un témoin (Clairan, butinage sept-oct = cas défavorable / concentrations en éléments métalliques) 28 novembre 2012
1 apiculteur avec ruches sur hameau de Panissière (1 km hors zone étude)	

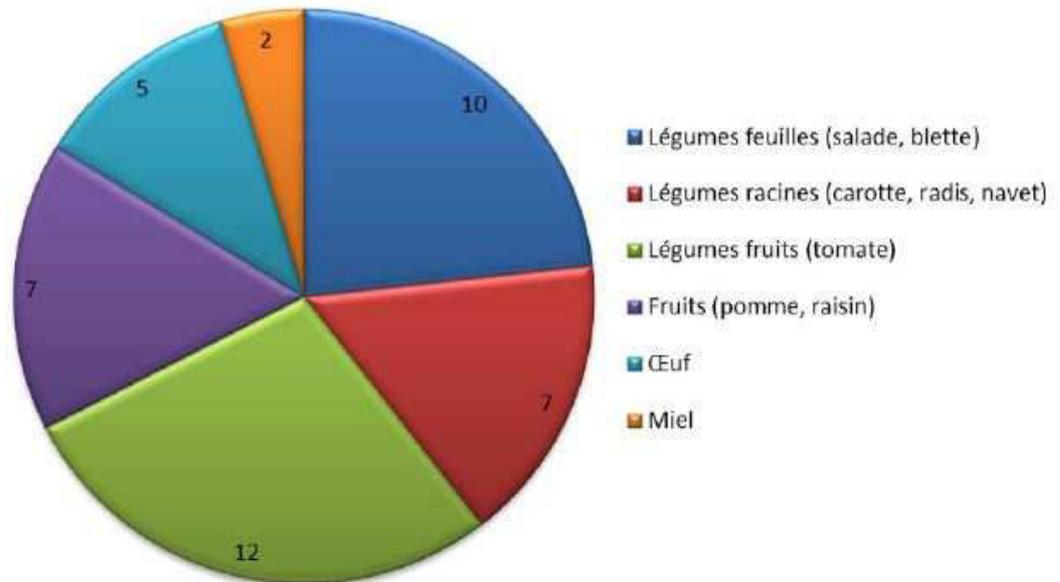


Figure 16 : Répartition des denrées alimentaires échantillonnées

## 2.3 Résultats

Les résultats de l'IEM sont synthétisés dans les tableaux suivants :

### 2.3.1 Légumes

	LEGUMES			Singularités
	Feuille	Racine	Fruit	
	10 échantillons	7 échantillons	12 échantillons	
<b>Plomb</b>	<b>100%</b> <b>0.19 &lt;&lt; 4.3 mg/kg</b> <b>80% &gt; VMR</b>	<b>100%</b> <b>0.14 &lt;&lt; 12 mg/kg</b> <b>100% &gt; VMR</b>	42% LQ << 0.16 mg/kg 8% > VMR	Jardin 6 = 3.5×LQ Jardin 12 = 2.5×LQ Jardin 15 = 14×LQ
<b>Zinc</b>	<b>100%</b> <b>2.9 &lt;&lt; 24 mg/kg</b>	<b>100%</b> <b>2.4 &lt;&lt; 17 mg/kg</b>	<b>92%</b> <b>LQ &lt;&lt; 2.7 mg/kg</b>	Jardin 12 = 8×LQ
Arsenic	60% LQ << 0.54 mg/kg	43% LQ << 0.57 mg/kg	0% <LQ	Jardin 6 = 5×LQ Jardin 15 = 4.4×LQ
<b>Cadmium</b>	<b>100%</b> <b>0.02 &lt;&lt; 0.56 mg/kg</b> <b>20% &gt; VMR</b>	<b>100%</b> <b>0.02 &lt;&lt; 0.29 mg/kg</b> <b>42% &gt; VMR</b>	<b>75%</b> <b>LQ &lt;&lt; 0.08 mg/kg</b> <b>8% &gt; VMR</b>	Jardin 6 = 6×LQ Jardin 10 = 4×LQ Jardin 15 = 15×LQ
<b>Baryum</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>	8%	Jardin 15 = 20×LQ

	<b>LQ&lt;&lt;42 mg/kg</b>	<b>1.7&lt;&lt;5.2 mg/kg</b>	LQ<<0.66 mg/kg	
Mercure	30% LQ<<0.012 mg/kg	<b>57%</b> <b>LQ&lt;&lt;0.02 mg/kg</b>	0% <LQ	
<b>Cuivre</b>	<b>100%</b> <b>LQ&lt;&lt;68 mg/kg</b>	<b>100%</b> <b>0.45&lt;&lt;1.1 mg/kg</b>	<b>86%</b> <b>LQ&lt;&lt;1.2 mg/kg</b>	Jardin 12 = 45×LQ
Fer	Hétérogène 8<<160 mg/kg	Hétérogène 15<<149 mg/kg	Homogène 1.9<<4.5 mg/kg	Jardin 6 et Jardin 15
Manganèse	Hétérogène 0.2<<28 mg/kg	Hétérogène 0.92<<7.3 mg/kg	Homogène 0.65<<2.3 mg/kg	
Antimoine	0% <LQ	0% <LQ	0% <LQ	
Chrome	0% <LQ	0% <LQ	0% <LQ	
Nickel	0% <LQ	0% <LQ	0% <LQ	
Sélénium	0% <LQ	0% <LQ	0% <LQ	
Cyanures totaux	0% <LQ	Proche LQ 0.4 mg/kg	Proche LQ 0.32 mg/kg	

Ce tableau de synthèse est issu de l’IEM Phase 2 pp39-41

Les couleurs ont vocation d’aide à la lecture et sont fonction de la fréquence de mesure de l’élément dans la matrice, pas des concentrations.

LQ = Limite de quantification (fonction de la matrice et du métal)

VMR : Valeur maximale règlementaire, uniquement pour Pb, Hg et Ca

En règle générale les valeurs observées sont supérieures dans légumes feuille>racine>fruit

### 2.3.2 Fruits

	<b>RAISINS</b>	<b>POMMES</b>		
	Vigne de Coumessas	Gravouillères (jardin pédag.)	Verger expérimental	Jus de pomme
<b>Plomb</b>	<b>Teneur &gt; Témoin</b> <b>Teneur &gt; VMR(UE)</b> <b>= 0.1 mg/kg</b>	Teneur = Témoin	Teneur > Témoin Teneur < VMR(UE) = 0.1 mg/kg Pour les terrasses en ZI	Teneur ≤ Teneur pomme Teneur < VMR(UE)
Zinc	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin	< LQ
Arsenic	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cadmium	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Baryum	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin (sauf 1 pomme)	< LQ
Mercure	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cuivre	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin (sauf 1 pomme)	Teneur ≤ Teneur pomme
Fer	Teneur > Témoin	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin (sauf 1 pomme)	Teneur ≤ Teneur pomme
Manganèse	Teneur > Témoin	Teneur = Témoin	Teneur = Témoin	Teneur ≤ Teneur pomme
Antimoine	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Chrome	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nickel	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Sélénium	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cyanures				

totaux				
--------	--	--	--	--

ZI = Zone inondable

Les couleurs ont vocation d'aide à la lecture.

Les données ne permettent pas de mettre clairement en évidence une corrélation entre les sols et les teneurs dans les légumes et fruits, à l'exception du légume racinaire carotte.

Les jardins dits témoins dans le secteur 1 (Jardins 1 et 5) ont des teneurs en Plomb dans les sols des jardins potagers supérieures à celles observées dans les jardins dits témoins des secteurs 2 à 5 (Jardins 6 et 18).

N.B. Le Jardin 16 dit également « témoin » du fait qu'il soit hors influence activité minière se situe sur une zone minéralisée plus riche.

Enfin, par comparaison des teneurs dans les légumes du même potager, les teneurs dans les légumes racinaires et les légumes feuilles sont supérieures à celles mesurées dans les légumes fruits. 4 jardins sur 7 présentent une teneur en Plomb supérieure dans les légumes racinaires que dans les légumes feuilles.

**Synthèse :** *Qu'il s'agisse du fonds géochimique naturel (jardins témoins) ou de l'impact de l'activité minière, la présence de métaux lourds (Pb, Zn, Ba, As, Cu notamment) dans une grande majorité d'échantillons (légumes + raisins+ certaines pommes) nous semble remettre en cause ces pratiques sur le secteur ou tout le moins sur les sites concernés.*

### 2.3.3 Œufs et miel

	OEUFS	MIEL
	Echantillons ?	
<b>Plomb</b>	<b>Teneur &gt; 3-4×LQ sur secteur 1&amp;2 Teneur &gt; 7-8×LQ sur secteur 3&amp;4 (Teneur Témoin &lt; LQ)</b>	< LQ
Zinc	Teneur ≥ Témoin Sur 2-3 ech.	Teneur < Témoin
Arsenic	< LQ	< LQ
Cadmium	< LQ	< LQ
Baryum	Teneur ≥ Témoin Sur 2-3 ech.	Teneur > Témoin 0.5 > 0.2 mg/kg
Mercure	< LQ	< LQ
Cuivre	Teneur ≥ Témoin Sur 2-3 ech.	Teneur < Témoin
Fer	Teneur = Témoin	Teneur < Témoin
Manganèse	?	Teneur < Témoin
Antimoine	< LQ	< LQ
Chrome	< LQ	< LQ
Nickel	< LQ	< LQ
Sélénium	< LQ	< LQ
Cyanures totaux		

L'étude conclue à une corrélation assez bonne entre les résultats dans les œufs et les résultats dans les sols

Pour le miel, les résultats ne permettent pas de mettre en évidence la présence d'un impact des anciennes activités minières sur la qualité du miel, issu du butinage des abeilles dans le secteur d'étude.

### 3 Evaluation de l'exposition et conclusion des IEM

D'un point de vue réglementaire, des **teneurs maximales réglementaires** (relatives à la mise sur le marché) ou **recommandées** sont définies en France uniquement pour les éléments **Plomb, Cadmium et Mercure** :

Il n'existe pas de valeur réglementaire ou recommandée pour les teneurs en éléments métalliques dans les oeufs et le miel. L'étude a procédé par comparaison avec les résultats des échantillons témoin.

	Dépassement de la VMR
<b>Légumes feuilles</b>	<b>Plomb</b> pour 8 échantillons sur 10 <b>Cadmium</b> pour 2 échantillons sur 10
<b>Légumes racinaires</b>	<b>Plomb</b> pour tous les échantillons <b>Cadmium</b> pour 3 échantillons sur 7
<b>Légumes fruits</b>	<b>Plomb et Cadmium</b> pour 1 échantillon sur 12
<b>Raisins</b>	<b>Plomb</b> (vigne de Coumessas)
<b>Oeufs</b>	<b>Ba, Cu, Zn</b> : les teneurs sont légèrement plus élevées sur 2-3 échantillons <b>Pb</b> : non quantifié dans l'échantillon dit « témoin » (<0,02 mg/kgMB), les teneurs sont 3 à 4 fois plus élevées et du même ordre de grandeur dans les secteurs 1 et 2 et 7 à 8 fois plus élevées au niveau du Poulailier Association de la Mine et au Nord de la Fabrique ;
<b>Miel</b>	<b>Ba</b> : la valeur sur le miel de Panissière (0,5 mg/kgMB) est légèrement supérieure à celle de l'échantillon témoin (0,2 mg/kgMB).

Tableau de synthèse des résultats de l'IEM pour les légumes et les fruits (IEM Phase 2&3, p82)

	Niveau de risque	
	incompatibles	zone d'incertitude
<b>scénario ingestion de végétaux/fruits</b>		<b>arsenic</b> quel que soit le jardin <b>plomb</b> en secteur 1
<b>Scenarion ingestion d'œufs</b>	non	non
<b>Scenarion ingestion de miel</b>	non	non

Tableau de synthèse des résultats de l'IEM pour les légumes et les fruits (IEM Phase 2&3, p86)

Le calcul de compatibilité pour les végétaux/ fruits porte sur As, Ba, Ca, Cu, Mn, Pb, Zn, Cyanures.

Le calcul de compatibilité pour les œufs porte sur Ba, Cu, Zn, Pb, Cyanures.

Le calcul de compatibilité pour le miel porte sur Ba.

**Synthèse** : l'IEM ne relève pas d'incompatibilité pour la consommation des œufs et du miel.  
L'incompatibilité est générale pour l'Arsenic et localisée (secteur 1) pour le plomb.

## 4 Points de questionnement

### 4.1 Air

A l'image du bruit de fond géochimique, les analyses d'air sont présentées « blanc déduit ». Nous n'avons pas trouvé d'explication méthodologique dans le rapport.

*Nous proposons de solliciter ICF sur ce point.*

M. BOWIE conteste la représentativité des mesures sur l'air ambiant, les mesures ayant été réalisées après des pluies.

Ce compartiment ne fait pas l'objet du champ de compétence de la CLE, bien qu'il participe à la compréhension globale de la problématique du site.

### 4.2 Aliments

Nous n'avons pas noté de point de questionnement sur ce volet, sur lequel nous ne disposons pas des compétences.