



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DU GARD

Direction des relations avec les collectivités
locales et de l'environnement

Bureau de l'environnement

Réf : MINES/ZONES/2008-2001

Affaire suivie par : Mme LAMBERT

Tél. : 04.66.36.43.04 - Télécopie : 04.66.36.40.64

e-mail : helene.lambert@gard.pref.gouv.fr

Le préfet du Gard

à

Monsieur le maire de
SAINT-FELIX-DE-PALLIERES
Château
30140 SAINT-FELIX-DE-PALLIERES

REÇU le 12 DEC. 2008

NIMES, le 11 DEC. 2008

- OBJET** : Zone(s) présentant de fortes concentrations en plomb et autres métaux sur votre commune.
- P.J.** : Fiche Géodéris intitulée "La Croix de Pallières".

Dans le cadre d'une mission d'inventaire des risques miniers environnementaux pour la région Languedoc-Roussillon, confiée par la DRIRE à son expert Géodéris, ce dernier a conclu son travail par la rédaction d'une fiche pour chaque ancien "site minier" étudié et présentant des zones à fortes concentrations en plomb et autres métaux.

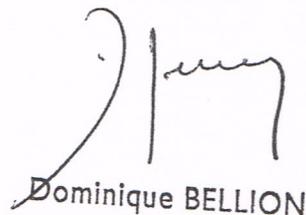
J'ai l'honneur de vous adresser, ci-joint, la fiche concernant votre commune.

Celle-ci complète les éléments qui vous avaient déjà été transmis au cours de ladite étude et avaient conduit à votre rencontre du 20 juin 2007 sur le terrain avec les représentants de Géodéris et de la DRIRE.

Je vous invite, dès réception de la présente et à titre de précaution, pour les endroits où cela ne serait pas déjà fait, à mettre en œuvre des mesures simples de sécurité, telles que signalisation du danger ou clôture éventuelle des zones les plus contaminées, destinées à limiter le temps de présence des riverains et des promeneurs dans ces zones.

La DDASS du Gard est également informée de l'existence de ces zones particulières.

Le préfet,



Dominique BELLION

Copie : M. le sous-préfet du Vigan
DDASS
DRIRE

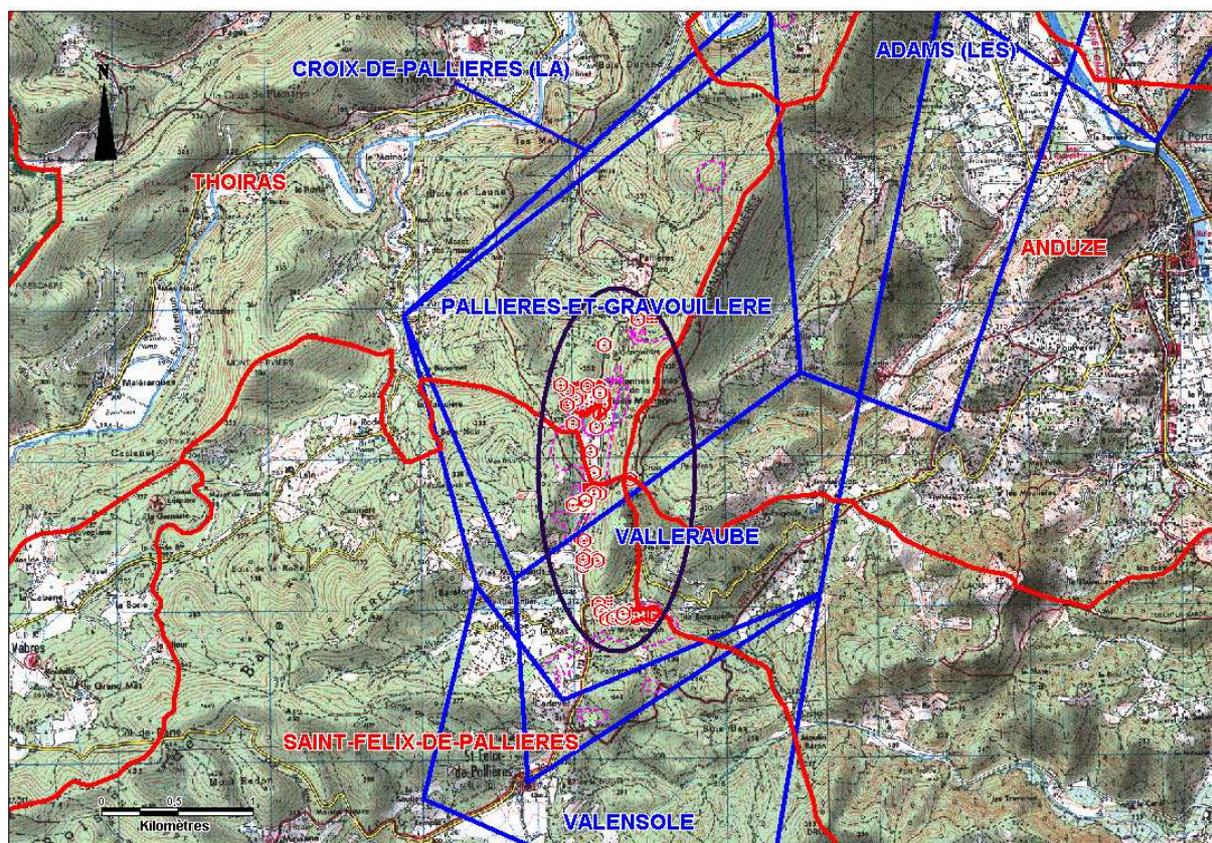
La Croix de Pallières

Légende pour les cartes de localisation générale du titre minier

LEGENDE :	
	: limite de commune
	: limite de titre minier
	: enveloppe des travaux
	
	: zone investiguée dans le cadre de l'IRM

Légende pour les cartes de positionnement des points remarquables (PR) et des points de mesure NITON® (PT)

LEGENDE :	
	: point de mesure NITON® (point PT)
<u>Points remarquables (point PR):</u>	
	: dépôt de résidus miniers retenus comme source de pollution dans le cadre de l'IRM
	: point d'analyse d'eau : cours d'eau
	: point d'analyse d'eau : exhaure, écoulement gravitaire



Carte 1 : Carte de localisation générale du secteur étudié

Généralités

Nom du titre minier : La Croix de Pallières

N° du titre dans la base de donnée des titres miniers : 30SM0049

Nature du titre minier : concession

Situation juridique du titre minier : renoncé

Commune principale concernée : Saint Félix de Pallières et Thoiras (carte 1)

Substance principale exploitée : zinc

Présence d'une unité de traitement : oui

Tonnage extrait : 80 000t de Zn et 34 000 t de Pb

Paragénèse, nature minéralogique de l'encaissant et typologie du gisement :

Encaissant : calcaires, dolomies

Minéralisation : sphalérite, pyrite, galène, marcassite.

Type de gisement : gîte sédimentaire de couverture (amas stratiformes)

Bref historique : institution par arrêté présidentiel du 27 juillet 1848 en faveur de plusieurs particuliers réunis en société. Le 28 septembre 1853 création de la Société des Mines et Usines de Pallières, par les associés qui en étaient titulaires. Le décret du 14 novembre 1913 autorise l'amodiation de cette concession consentie par la Société des Mines et Usines de Pallières à la Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne. Le 21 juillet 1932 la Société Vieille Montagne arrête les travaux à la Croix de Pallières. Le 16 janvier 1934, création de la Société de Pallières et de la Gravouillère qui reprit la concession. En mai 1955 fermeture de la mine Joseph. L'arrêté préfectoral du 16 juillet 1971 donne acte de la déclaration d'abandon de tous les travaux de la mine de la Croix de Pallières. En 1975, réalisation de sondages par le BRGM qui se révélèrent négatifs. La concession est renoncée le 19/03/2004.

Caractérisation

Origine des données de terrain

Visite de site effectuée dans le cadre de l'IRM « environnement » (Inventaire des Risques Miniers environnementaux).

Identification des milieux d'exposition, des principales voies de transfert ainsi que des types d'exposition et des enjeux

1) Principaux milieux d'exposition

Les principaux milieux d'exposition potentiels identifiés sur le site sont les sols, les sédiments ainsi que les eaux superficielles et souterraines.

2) Principales voies de transfert

Les voies potentielles de transfert identifiées sont essentiellement liées :

- aux eaux superficielles (transfert de la pollution par les eaux, entraînement de matériel particulaire contaminé issus des dépôts de résidus miniers, dépôts importants d'hydroxydes de fer au niveau du ruisseau, en aval de la zone de dépôt de la mine Joseph).
- aux eaux souterraines (possible transfert de la pollution vers l'aquifère)
- à la présence de sédiments contaminés
- à la présence éventuelle de sols contaminés (sols situés à proximité des dépôts de résidus miniers, sols situés en bordure de ruisseau, à l'aval de ces zones de dépôts)
- aux potagers susceptibles d'être implantés sur ces sols et/ou d'être arrosés par une eau contaminée (pompages directs dans le ruisseau ou dans des puits, captages).

3) Type d'exposition

3.1) Exposition directe

L'exposition qui apparaît ici la plus probable est une exposition directe à la pollution par le biais des solides contaminés:

- les résidus miniers eux-mêmes et tout spécialement les résidus de traitement (contact direct entre la source de pollution et la cible)
- les sols potentiellement contaminés par les résidus miniers
- les sédiments contaminés susceptibles d'être déposés en aval des zones de dépôt de résidus miniers. Pour la mine Joseph, l'impact minier se marque sur le ruisseau de Palleyrolles par une forte coloration rouge et des précipitations rougeâtres importantes).

Pour les eaux superficielles une exposition directe reste ici possible (forte contamination du ruisseau de Palleyrolles). Elle apparaît toutefois peu probable si l'on considère la forte coloration du ruisseau en aval des zones de dépôt de résidus miniers (ruisseau de Palleyrolles), cette coloration étant peu propice à la baignade et/ou à l'installation de pompes destinées à la consommation humaine, à l'arrosage ou à l'irrigation.

Pour les eaux souterraines, en l'absence de données quantitatives, nous avons été amenés à considérer, par mesure de précaution, qu'une exposition directe restait également possible (consommation d'eaux contaminées issues de puits ou de captages). Par rapport aux résidus de traitement trouvés sur le site et compte tenu du caractère très nocif de ces derniers (matériaux de faible granulométrie, fortement contaminés et non végétalisés), nous avons malgré tout considéré que les eaux souterraines ne constituaient pas ici une source majeure d'exposition directe.

3.2) Exposition indirecte

Une exposition indirecte n'est également pas à exclure compte tenu des voies de transfert identifiées. Ce type d'exposition se résume à :

- la consommation de végétaux contaminés (potagers susceptibles d'être implantés sur sols contaminés et/ou arrosés avec une eau contaminée).

4) Principaux enjeux

Les enjeux principaux identifiés sur le site reposent sur :

- a) plusieurs caravanes occupées en continu et situées directement sur un des terrils de résidus miniers. La visite de terrain a permis de constater que de jeunes enfants habitant ces caravanes jouaient sur le talus du terril et étaient de ce fait exposés directement avec les résidus miniers fortement contaminés.

- b) le ruisseau de Palleyrolles dont la qualité apparaît grandement affectée par les résidus miniers de la mine Joseph
- c) les potagers susceptibles d'être implantés sur sols contaminés et/ou arrosés avec une eau contaminée.

Mesures et observations

Le positionnement des points de mesures et des points remarquables est reporté sur les cartes 2a et 2b.

1) Mesures et observations effectuées sur les eaux

Cinq points d'analyses d'eaux ont été retenus pour ce site. Ils constituent les points remarquables PR1 à PR5.

Sur ces cinq points, seuls trois d'entre eux (PR2, PR3 et PR4) ont faits l'objet d'une analyse complète de laboratoire, les deux autres (PR1 et PR5) n'ont fait l'objet que d'une mesure de la conductivité et du pH.

Le point PR1 a été réalisé sur un ruisseau qui recoupe le chemin qui mène au lieu dit de « Pallières », à environ 500 m au nord de la digue de résidus de traitement. Il est situé en amont de la zone de dépôt de résidus miniers du site de Pallières et Gravouillère. Le point PR3 a été réalisé sur le ruisseau de Palleyrolles, au niveau du pont de la D133, en amont des résidus miniers de la mine Joseph. Ces deux points reflètent une eau peu chargée avec une conductivité comprise entre 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ils présentent un pH légèrement acide (respectivement de 5.60 et 5.94). L'analyse chimique complète effectuée sur le point PR3 fait par ailleurs apparaître une teneur en zinc élevée (2236 $\mu\text{g}/\text{l}$) mais qui reste inférieure à la réglementation de 5mg/l pour les eaux brutes.

Le point PR2 est issu d'une émergence située en pied de la zone minéralisée identifiée entre la D133 et le site minier principal (cf. point de mesure NITON PT29). Cette émergence est vraisemblablement liée à la présence d'une ancienne galerie maintenant éboulée ou obturée. Lors de notre visite, elle présentait un débit très faible (de 2 à 3 l/h), avec une eau acide (pH 2.78), très chargée en manganèse (2345 $\mu\text{g}/\text{l}$), en fer (33 mg/l), en zinc (14320 $\mu\text{g}/\text{l}$), en plomb (655 $\mu\text{g}/\text{l}$) et en cadmium (61 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Les points PR4 et PR5 ont été ciblés afin d'appréhender l'impact des dépôts de résidus miniers de la mine Joseph sur le ruisseau de Palleyrolles. Le point PR4 a été effectué sur le ruisseau, au niveau d'une zone située en contact direct avec les tas de résidus miniers. Cette dernière est affectée par des suintements de lixiviats issus des dépôts. Ces lixiviats s'écoulent directement dans le ruisseau, entraînant ainsi une contamination des eaux en aval de la zone de suintement. Cette contamination se traduit par un impact visuel marqué puisqu'il conduit à une coloration rougeâtre intense du ruisseau. D'un point de vue chimique cette contamination s'avère également importante. Ainsi pour le point PR4 et le point PR5 (directement effectué

sur les lixiviats), les pH mesurés sont très acides (respectivement 3.07 et 2.94) et les valeurs de conductivité relativement élevées (respectivement 737 et 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Le point PR4, qui a fait l'objet d'une analyse complète de laboratoire, montre une forte contamination en fer (172 mg/l), cuivre (577 $\mu\text{g}/\text{l}$), manganèse (3885 $\mu\text{g}/\text{l}$), zinc (8098 $\mu\text{g}/\text{l}$), plomb (94 $\mu\text{g}/\text{l}$), cadmium (41 $\mu\text{g}/\text{l}$) et sulfates (2195 mg/l).

2) Mesures et observations effectuées sur les dépôts de résidus miniers

Les principaux dépôts rencontrés sur le site sont constitués de haldes et de résidus de traitement.

2.1) Les haldes

Elles sont présentes sous la forme de dépôts importants, répartis sur l'ensemble de la concession. On distingue les dépôts de la mine Joseph appartenant à la concession de Valleraube (situés au sud du secteur) et ceux de la concession de Pallières et Gravouillère (situés au nord du secteur).

- **Les haldes de la concession de Pallières et Gravouillère**

Ces dépôts de haldes n'ont pas ici été retenus en tant que point remarquable car nous ne les considérons pas aussi préoccupants du strict point de vue de la santé publique que les dépôts de résidus de traitement identifiés sur ce site (cf. points remarquables). Ces haldes comportent en effet une part importante de matériaux de forte granulométrie. Elles ont malgré tout fait l'objet de quelques investigations analytiques.

Situation : haldes localisées sur le site minier principal de la concession Pallières et Gravouillère. Ce site est localisé à environ 500 m au nord du carrefour entre la D133 et le chemin qui mène au hameau de Pallières.

Accès : très aisé à partir des différents chemins de randonnée qui traversent le site

Volume/superficie : volume très important

Végétalisation : non végétalisées.

Description : ces haldes présentent une hétérogénéité de couleur et de granulométrie. Les résultats des mesures effectuées (PT39, PT40, PT47, PT48) reflètent ce caractère hétérogène. Parmi ces haldes, on trouve :

- des dépôts dont la fraction dominante est constituée par des matériaux ocres à gris de forte granulométrie (centimétrique à décimétrique). Ces derniers sont mélangés à une fraction plus fine (millimétrique) de couleur marron à ocre. Les

mesures effectuées sur cette fraction (PT47, PT48) montrent des teneurs élevées à très élevées en plomb et en zinc (respectivement 4160 ppm et 1941 ppm pour le plomb ; 1.07 % et 9493 ppm pour le zinc). Ce type de matériau s'avère également contenir des teneurs élevées en arsenic (comprises entre 500 et 1000 ppm).

- des matériaux gris de faible granulométrie mélangés à des graviers de taille millimétrique. Dans ce type de dépôts, on observe localement des traces blanchâtres liées à la présence de sulfates. La mesure effectuée sur ces dépôts (PT40) indique des teneurs très élevées en plomb, zinc, arsenic et antimoine (Pb :11.3 % ; Zn :1.4 % et As : teneur de l'ordre de 5000 ppm ; Sb : 810 ppm). Ces dépôts sont localement recouverts d'un matériau ocre de forte granulométrie (centimétrique à décimétrique) mélangé à une terre fine de couleur rougeâtre. La mesure effectuée sur cette fraction (PT39) indique des teneurs en plomb, en zinc et en arsenic beaucoup plus faibles que pour les autres points (Pb : 905 ppm ; Zn : 500 ppm et As : de l'ordre de 100 ppm).

- **Les haldes de la mine Joseph (concession de Valleraube)**

Nous avons choisi d'identifier ces haldes comme un point remarquable car ces dernières sont responsables d'une détérioration importante de la qualité des eaux de surface du fait des lixivats qui suintent à leur base. Le point remarquable correspondant à ces haldes est le PR6.

Le point remarquable PR6 (photo 1)

Situation : ce point remarquable est localisé au sud des dépôts précédents, de l'autre coté de la D133. Il est situé sur le site de l'ancienne mine Joseph et borde, en partie, le ruisseau de Palleyrolles (situé en rive droite du ruisseau).

Accès : facile d'accès à partir du chemin qui va de la mine Joseph à la D133.

Volume/superficie : volume très important de résidus (s'étend sur une superficie que nous avons estimé, à première vue, à 2 ha).

Végétalisation : partiellement végétalisé

Description : ce point remarquable concerne l'ensemble des dépôts de résidus miniers stockés sur la mine Joseph. Ces dépôts sont constitués de matériaux de couleur et de granulométrie hétérogènes. On y trouve :

- des haldes de granulométrie grossière (décimétrique à centimétrique), mélangées à une terre de couleur grise à orangé. Les points de mesures effectués sur ces haldes (points PT20, PT21, PT22) indiquent des teneurs en plomb et en arsenic très élevées (comprises entre 1.15 % et 7 % pour le plomb et de l'ordre de 1000 à 2000 ppm pour l'arsenic). Une teneur élevée en antimoine (969 ppm) a aussi été mesurée pour le point PT20.
- des matériaux rouges de faible granulométrie et qui comportent des passées de couleurs jaunâtres à marron. Les mesures effectuées sur ces matériaux (points PT15 et PT16) montrent de faibles teneurs en plomb et en zinc (236 et 444 ppm pour le plomb, 816 ppm pour le zinc). Ces matériaux apparaissent, par contre, fortement contaminés en arsenic, la teneur affichée pour le point PT15 étant de l'ordre de 3000 ppm (teneur en arsenic non évaluée pour le point PT16).
- des matériaux limoneux de couleur marron mélangés à des cailloux de taille centimétrique. La mesure effectuée sur la fraction limoneuse (PT19) indique des teneurs très élevées en plomb, en arsenic et en antimoine (respectivement 5.8 %, de l'ordre de 3000 ppm et 1070 ppm). La teneur en zinc y est de 5609 ppm.
- des matériaux argileux fins, de couleur grisâtres. La mesure effectuée sur ce matériau (point PT17) montre qu'il ne présente qu'une très faible contamination par rapport aux autres dépôts trouvés sur le site (109 ppm pour le plomb; teneurs inférieures à la limite de détection pour le zinc et l'arsenic).
- des matériaux identiques aux précédents mais de granulométrie plus fine et où les teneurs en plomb et en arsenic sont beaucoup plus élevées (point PT18 : 4856 ppm de plomb, de l'ordre de 400 ppm pour l'arsenic). La teneur en zinc reste pour sa part très faible (59 ppm). Ces matériaux apparaissent ponctuellement érodés à leur base par le ruisseau Palleyrolles. Cette dernière fait par ailleurs l'objet de suintements importants donnant lieu à des lixiviats qui se déversent directement dans le ruisseau (cf. point remarquable PR5, photo 3).
- des matériaux constitués d'une terre caillouteuse grise à rougeâtre légèrement humide. Ces derniers sont tout particulièrement bien représentés au niveau de deux dépôts situés à l'extrémité est de la zone d'emprise du point remarquable. Les deux mesures effectuées sur ces matériaux (PT24 et PT25) indiquent une forte contamination en plomb

(respectivement 3.7 % et 6797 ppm). Il en va de même pour l'arsenic puisque les valeurs mesurées sur ces deux points sont de l'ordre de 1500 ppm pour PT24 et 300 ppm pour PT25. Les teneurs en zinc restent faibles (respectivement 567 et 523 ppm).



Photo 1 : Zone de suintement située à la base des dépôts de résidus miniers de la mine Joseph, en bordure du ruisseau de Palleyrolles

2.2) Les résidus de traitement

Ces dépôts ont été identifiés en tant que points remarquables. Ils constituent les points PR7 à PR9.

Le point remarquable PR7

Situation : ce point remarquable est localisé au nord du site principal de la mine, sur la concession de Pallières et Gravouillère. Il est situé à environ 500 m au nord du carrefour entre la D133 et le chemin qui mène au lieu dit de Pallières.

Accès : très facile d'accès à partir du chemin de randonnée qui passe juste à sa base

Volume/superficie : la digue occupe une superficie qui peut être estimée à presque 4 ha.

Végétalisation : végétalisé

Description : ce point remarquable représente la digue principale de résidus de traitement. Cette dernière est traversée par une canalisation souterraine de direction sud-ouest nord-est, destinée au drainage des eaux. Afin d'assurer sa stabilité, ses flancs ont fait localement l'objet d'un enrochement. Cette digue présente un recouvrement de terre de couleur rougeâtre sur une épaisseur qui a pu ponctuellement être estimée à une dizaine de centimètres. Les deux mesures effectuées sur cette couche de recouvrement (PT2 et PT5), au sommet de la digue, indiquent des teneurs en plomb moyennes à très élevées (respectivement 1164 ppm et 3705 ppm). Les teneurs en zinc restent moyennes (respectivement de 1865 ppm et 2611 ppm). A noter une mesure effectuée entre les points PT2 et PT5, au niveau d'une zone manifestement remaniée (PT3) et qui montre des teneurs en plomb et en zinc élevées (respectivement 2164 ppm et 9454 ppm). Une mesure effectuée sur le résidu de traitement proprement dit (sous la couche de recouvrement) indique des teneurs en plomb et en zinc très élevées (point PT4 : 8779 ppm de plomb et 2.47% de zinc). Une autre mesure réalisée à quelques mètres de la partie sommitale de la digue (PT6) et effectuée sur un matériau d'apparence similaire aux résidus de traitement (matériau grisâtre de très faible granulométrie) indique quant à elle une teneur moyenne en plomb (1200 ppm) et très élevée en zinc (1.3%). Enfin, il convient de signaler les résultats d'une mesure effectuée à l'extérieur de la digue, sur le talus du fossé de collecte qui longe le flanc nord de cette dernière. Ces résultats indiquent que le dépôt de résidus miniers déborde localement le secteur d'emprise de la digue. Ils montrent des teneurs élevées en plomb et en zinc (respectivement 3100 ppm et 6800 ppm).

Le point remarquable PR8 (photo 2)

Situation : ce point remarquable est situé en face du précédent, de l'autre côté du chemin de randonnée qui traverse le site.

Accès : très facile d'accès à partir du chemin qui passe juste à sa base

Volume/superficie : volume important de résidus (s'étend sur une superficie qui peut être estimée à environ 1 ha).

Végétalisation : non végétalisée

Description : ce point remarquable représente un terril de résidus miniers en haut duquel sont installées des caravanes habitées en continu. Il est constitué de résidus miniers dans lesquels on trouve une part importante de matériaux fins attribuables à des résidus de traitement.

Les résidus miniers rencontrés sur ce terril sont de couleur et de granulométrie hétérogènes. On y trouve :

- un matériau de couleur grisâtre essentiellement représenté par des graviers de taille centimétrique à millimétrique mélangé à une terre marron. La mesure effectuée sur la fraction fine de ce matériau (PT57) indique des teneurs très élevées en plomb, zinc et arsenic (4376 ppm pour le plomb, 1.35 % pour le zinc et de l'ordre de 600 ppm pour l'arsenic).

- un matériau de couleur rougeâtre et de faible granulométrie (millimétrique). La mesure effectuée sur ce matériau (PT58) indique là encore des teneurs très élevées en plomb et en arsenic (6995 ppm pour le plomb et de l'ordre de 900 ppm pour l'arsenic).
- un matériau fin de couleur blanchâtre à noirâtre et présentant des traces blanches liées à la présence de sulfate. Les teneurs en plomb, zinc, arsenic, cadmium et antimoine sont très élevées (point PT63 : 3.86 % pour le plomb, 4.49 % pour le zinc, de l'ordre de 2500 ppm pour l'arsenic, 183 ppm pour le cadmium, 906 ppm pour l'antimoine).



Photo 2 : Vue du terril et des caravanes

Le point remarquable PR9 (photo 3)

Situation : ce point remarquable est situé au sud de la digue à résidus, légèrement en retrait des dépôts de haldes de la concession de Pallières et Gravouillère.

Accès : facile d'accès, mais peu visible du chemin

Volume/superficie : volume de résidus relativement peu important. Occupe une superficie de l'ordre de 300 à 400 m².

Végétalisation : non végétalisé

Description : ce point remarquable est constitué par une zone plate, circulaire, d'une vingtaine de mètres de diamètre et remplie de résidus de traitement. On y observe de nombreuses traces de sulfates avec quelques flaques d'eau stagnante de couleur rougeâtre. On y observe également les restes d'une ancienne canalisation (nombreux fragments de buses en terre). Le matériau contenu dans cette zone est de couleur grise et de granulométrie très fine. La mesure effectuée sur ce dernier (PT43) montre qu'il est très fortement contaminé en plomb (13.6 %), zinc (2.22 %), arsenic (teneur de l'ordre de 7000 ppm), antimoine (1174 ppm) et mercure (39 ppm). Une teneur élevée en cadmium y a également été détectée (160 ppm). Les deux points de mesure PT41 et PT44 montrent que cette contamination peut localement affecter les sols situés à proximité de cette zone dépôt. Cette contamination est particulièrement nette sur la bordure ouest de la zone, où des traces évoquant le départ de matériel particulaire contaminé sont clairement observables. Ces décharges de matières fines sont alors susceptibles d'entraîner une contamination des eaux superficielles à l'aval du site minier. Elles s'effectuent à la faveur d'une brèche située dans le mur de pierre qui semble ceinturer la zone de dépôts.



Photo 3 : Zone de dépôts de résidus de traitement identifiée au sud de la digue à résidus

3) Mesures et observations effectuées en dehors des dépôts de résidus miniers

Afin d'évaluer la part du fond géochimique et l'impact des zones de dépôts miniers sur les terrains environnants, plusieurs mesures ont été effectuées en dehors des secteurs de dépôts proprement dits (PT7, PT11, PT12, PT14, PT26 à PT38, PT54 à PT56, PT60 à PT62). Ces mesures indiquent des teneurs en polluants très variables. Cette variabilité reflète la proximité de l'anomalie géochimique liée au gisement pour les plus fortes valeurs. Les teneurs en plomb sont comprises entre 113 ppm et 9745 ppm. Pour le zinc elles sont comprises entre 160 ppm et 1635 ppm. Pour les points les plus contaminés en plomb, des teneurs élevées en arsenic ont également été détectées (teneurs comprises entre 500 et 1000 ppm).

Parmi les investigations effectuées en dehors des zones de dépôts de résidus miniers, il convient aussi de signaler quelques points où nous n'avons pu établir clairement l'origine de la contamination (naturelle ou anthropique). Il s'agit des points PT10 à PT14, PT26, PT35, PT51, PT52, PT53.

- Le point PT10 est situé en contre bas de la zone occupée par les caravanes. Il est constitué d'une terre rouge fortement contaminée en plomb (5000 ppm), en zinc (1 %) et en arsenic (teneur comprise entre 500 et 1000 ppm).
- Le point PT35 a quant à lui été mesuré près de la route qui mène au site principal de la mine, en contre bas d'une zone fortement minéralisée (point PT29). Il s'agit d'un tas de matériaux gris de faible volume. Les teneurs en plomb et en arsenic y apparaissent élevées (684 ppm pour le plomb et de l'ordre de 500 ppm pour l'arsenic). Les teneurs en zinc sont par contre très faibles (50 ppm).
- Les points PT51 à PT53 ont été mesurés près du petit col situé au niveau du site principal. Le point PT51 est localisé près de la route et est constitué d'une terre végétale noire à orange. Les teneurs en plomb, zinc et arsenic y sont élevées à très élevées (respectivement 4485 ppm, 6078 ppm et de l'ordre de 1500 ppm). Les points PT52 et PT53 sont situés au sein du sous bois, près d'un ensemble de vestiges miniers. Le point PT52 présente des teneurs en plomb, zinc et cadmium très élevées (respectivement 1.5 %, 12.6 % et 389 ppm). Il a été mesuré sur un matériau constitué d'une terre ocre fine. Compte tenu de la présence des vestiges miniers, cette forte contamination est très probablement imputable à l'activité minière. Pour ce point, il reste toutefois difficile de faire la part réelle entre l'origine naturelle et une éventuelle contamination d'origine anthropique. Le point PT53, mesuré à une dizaine de mètres du PT52, présente quant à lui des teneurs en polluants plus faibles (respectivement 660 ppm de Pb, 1939 ppm de Zn et de l'ordre de 200 ppm d'arsenic). Il a été réalisé sur une terre rouge caillouteuse, située au pied d'un des murs des vestiges miniers.

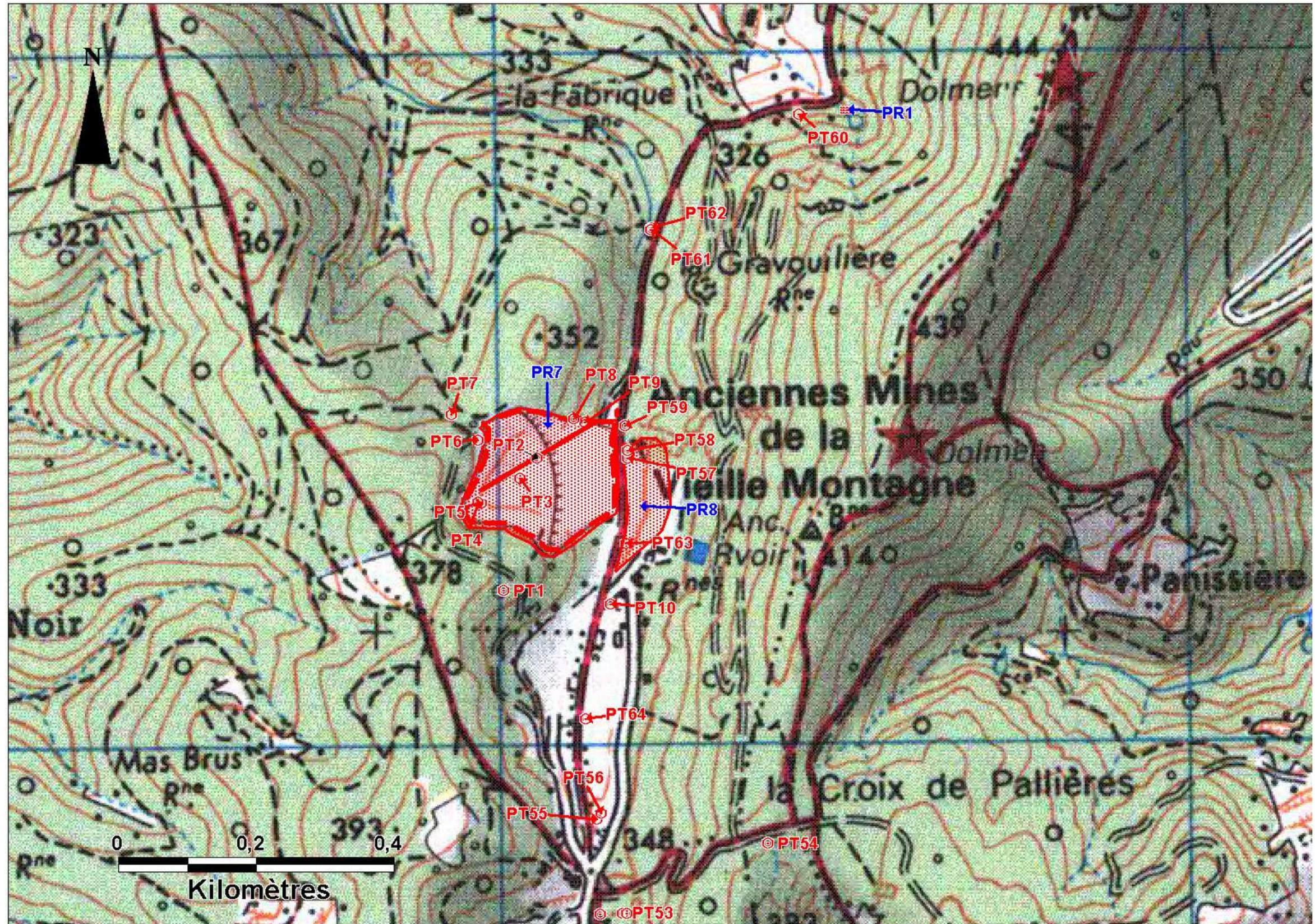
- Le point PT64 a été mesuré à proximité des vestiges miniers qui sont situés à environ 150 m au sud du terril sur lequel sont installées les caravanes. Ces vestiges sont constitués de restes de murs en béton situés en bord du chemin qui redescend vers la D133. La mesure a été effectuée sur une terre marron légèrement caillouteuse et mélangée à une faible proportion de matériel fin, de couleur grisâtre. Les teneurs en plomb, zinc et arsenic y sont très élevées (respectivement 1.35 %, 7.72 % et de l'ordre de 1000 ppm). Une teneur élevée en cadmium y a également été mesurée (262 ppm).
- Les points PT11 à PT14 et PT26 ont été mesurés en bordure du chemin qui part de la D133 vers la mine Joseph. Les mesures ont été effectuées sur une terre fine de couleur marron à orange présentant localement des passées grisâtres. Comme pour les points décrits précédemment, il est ici difficile d'établir clairement l'origine de la contamination (naturelle ou anthropique). Les teneurs mesurées pour le plomb sont très variables puisqu'elles sont comprises entre 591 ppm et 4.42 %. Pour le zinc, elles s'avèrent plus constantes (comprises entre 250 ppm et 953 ppm). A noter que pour deux de ces points (PT12 et PT14) des teneurs très élevées en arsenic ont été détectées (de l'ordre de 1500 ppm). Une teneur élevée en antimoine (622 ppm) a aussi été mesurée pour le point PT12

4) Résultats des mesures NITON®

LA CROIX DE PALLIERES	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Sb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
PT1	1274	4009	146	< LOD	49158	749
PT2	1164	1855	165	51	37388	837
PT3	2164	9454	157	89	25200	462
PT4	8379	24726	193	120	40199	431
PT5	3705	2611	106	< LOD	38072	1113
PT6	1235	12816	207	76	30704	503
PT7	134	163	< LOD	< LOD	22638	1042
PT8	3156	6853	151	61	60569	779
PT9	310	3994	219	52	47192	1647
PT10	5110	10289	216	< LOD	117571	1455
PT11	592	250	< LOD	< LOD	29160	828
PT12	42079	654	622	< LOD	70059	499
PT13	3693	779	84	< LOD	36210	1428
PT14	1824	953	268	< LOD	297763	1548
PT15	236	< LOD	133	< LOD	723524	< LOD
PT16	444	816	277	38	163300	1597
PT17	109	< LOD	220	50	10450	< LOD
PT18	4856	59	127	< LOD	46097	< LOD
PT19	58184	5609	1070	133	271195	< LOD
PT20	68899	346	969	< LOD	75498	< LOD
PT21	19010	1531	344	< LOD	135734	500
PT22	11467	2686	< LOD	< LOD	116780	2149
PT23	22518	3877	< LOD	< LOD	130019	2732
PT24	37837	567	448	< LOD	410776	644
PT25	6797	523	388	< LOD	14641	< LOD
PT26	2275	888	118	< LOD	38621	1408
PT27	190	160	< LOD	< LOD	9414	< LOD
PT28	2282	380	173	39	55222	1701
PT29	9745	921	236	< LOD	82101	319
PT30	935	291	116	< LOD	47618	1146
PT31	113	206	103	< LOD	12509	258
PT32	120	318	< LOD	< LOD	6975	114
PT33	1343	< LOD	251	< LOD	48994	< LOD
PT34	3613	444	169	< LOD	67476	2769
PT35	2684	49	257	31	17262	< LOD
PT36	300	279	134	33	36300	313
PT37	335	315	109	< LOD	40640	425
PT38	863	706	173	33	30399	449
PT39	905	500	161	36	40954	456
PT40	113212	14084	810	62	265493	< LOD
PT41	65769	7813	814	86	291400	482
PT42	1404	7249	108	44	28241	560
PT43	136083	22239	1174	160	240585	< LOD
PT44	13612	5753	158	51	49767	1160
PT45	850	1250	< LOD	< LOD	24421	1184
PT46	687	1179	78	< LOD	30099	1252
PT47	4160	10686	350	92	63131	824
PT48	1941	9493	262	77	147888	770
PT49	136	852	210	74	15118	729
PT50	21506	11731	293	102	1377764	1702
PT51	4485	6078	< LOD	36	135473	1067
PT52	15597	126207	354	389	27459	1618
PT53	660	1939	276	63	37374	470
PT54	1916	740	141	< LOD	127511	2531
PT55	835	1635	< LOD	< LOD	17079	500
PT56	755	467	105	37	32949	1159
PT57	4376	13531	369	92	56789	912
PT58	6995	6075	414	52	166202	4250
PT59	4279	680	380	60	61727	224
PT60	1015	561	148	< LOD	467262	1505
PT61	174	413	< LOD	< LOD	8662	957
PT62	347	474	191	40	41592	2291
PT63	38668	44902	906	183	405338	< LOD
PT64	13518	77177	244	262	107988	1481

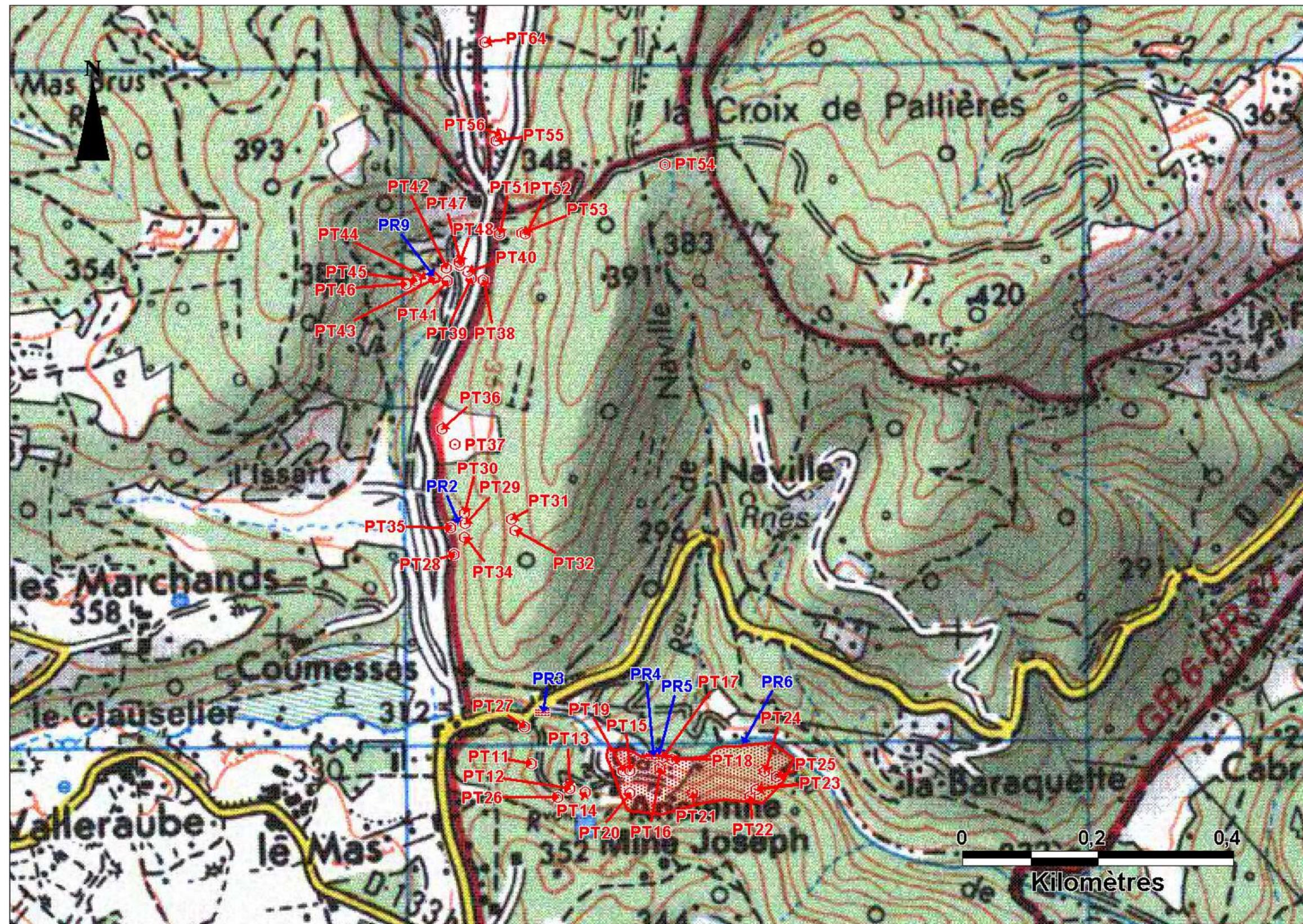
5) Résultats des analyses d'eau

LA CROIX DE PALLIERES	Limite de quantification	Unité	PR4	PR3	PR2	PR5	PR1
Conductivité		(μ S/cm)	737	138	293	1300	130
pH			3,07	5,94	2,78	2,94	5,6
As	5	μ g/l	< LQ	< LQ	< LQ		
Ca	0,5	mg/l	215,8	84,3	28,9		
Cd	2	μ g/l	41	13	61		
Cl	0,5	mg/l	14,7	49,4	7		
Co	2	μ g/l	164	< LQ	35		
Cr	5	μ g/l	18	< LQ	< LQ		
Cu	2	μ g/l	577	3	52		
Fe	0,02	mg/l	172	0,03	33		
Hg	0,05	μ g/l	< LQ	< LQ	< LQ		
K	0,5	mg/l	2,5	2,3	1,7		
Mg	0,5	mg/l	236,3	13,4	15,3		
Mn	5	μ g/l	3885	16	2345		
NO3	0,5	mg/l	< LQ	1	< LQ		
Na	0,5	mg/l	8,4	25,8	5,1		
Ni	5	μ g/l	59	< LQ	61		
Pb	2	μ g/l	94	7	655		
SO4	0,5	mg/l	2195	123	436		
Sb	5	μ g/l	< LQ	< LQ	< LQ		
Zn	5	μ g/l	8098	2236	14320		
CO3	5	mg/l	< LQ	< LQ	< LQ		
HCO3	5	mg/l	< LQ	170	< LQ		



Copyright Carte IGN Paris scan 1/25 000

Carte 2a : positionnement des points de mesure NITON® (PT) et des points remarquables (PR) : La Croix de Pallières (site de Pallières et Gravouillère)



Copyright Carte IGN Paris scan 1/25 000

Carte 2b : positionnement des points de mesure NITON® (PT) et des points remarquables (PR) : La Croix de Pallières (site de la mine Joseph)