

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE	2
2.1 Situation géographique et accès	4
2.2 Paysage et topographie	5
2.3 Le climat	5
2.4 Le contexte géologique	6
2.5 La géologie et la minéralisation	7
2.6 Hydrologie	8
2.7 Hydrogéologie	8
3. L'EXPLOITATION MINIERE	9
3.1 Historique	13
3.2 Méthodes d'exploitation	13
3.3 Localisation des travaux	14
3.2.1 La mine Joseph	15
3.2.2 Le puits Huguet	15
3.2.3 Le puits Pastré, de l'Issart et la vieille galerie	15
3.2.4 Le site du puits n° 0 et 1	16
3.2.5 La Cantine et le puits n° 2	16
3.2.6 La Gravouillère avec les puits n° 3 et 3bis	18
3.2.7 La Ferrière	19
3.2.8 Le puits de la Vierge	19
3.3 Le traitement du minerai	19
3.3.1 Valorisation du minerai	20
3.3.2 Les stériles de laverie	21
3.4 Les équipements et le personnel	21
4. LES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT et/ou DE SECURISATION	23
4.1 La mine Joseph	24
4.2 Le puits Huguet, Pastré, de l'Issart et n° 0	26
4.3 Le puits n° 1	27
4.4 La Cantine et le puits n° 2	27
4.5 La Gravouillère avec les puits n° 3 et 3bis	27
4.6 La Ferrière	28
4.7 Le puits de la Vierge	28
4.8 Les bâtiments et équipements de surface	28
4.9 La digue à stérile	29
4.9.1 Situation avant travaux	29
4.9.2 Etudes préliminaires	30
4.9.3 Méthodologie proposée pour l'aménagement	30
4.9.4 Première phase des travaux (1995)	31
4.9.5 Deuxième phase des travaux (1996)	32

5 ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS.

5.1 Impact foncier	35
5.2 Impact paysager	35
5.3 Impacts géotechniques	36
5.4 Impact sur les eaux	37
5.5 Impact pour le voisinage	37

ANNEXES:

1. Normes définissant les critères d'appréciation de la qualité générale de l'eau appliqués par l'Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.
2. Analyses chimiques des eaux du ruisseau Paleyrolle
3. Analyses chimiques des eaux du ruisseau Aiguesmortes
4. Analyses chimiques des stériles de la digue
5. PV des trois réunions d'information animées par la Sous-Préfecture du Vigan
6. Projections des travaux souterrains de la mine Joseph et de la mine de Pallières sur les extraits de plans cadastraux correspondant

• 5

CONCESSIONS de LA CROIX DE PALLIERES de VALLERAUBE de PALLIERES ET GRAVOUILLERE

ETAT DES LIEUX et TRAVAUX D'AMENAGEMENT

1. INTRODUCTION - OBJECTIF DE L'ETUDE ET DES TRAVAUX

La concession de La Croix de Pallières a été instituée pour le zinc, le plomb argentifère et autres métaux le fer excepté. Cette concession fait partie du groupe de Saint-Félix-de-Pallières et se superpose à la concession de Valleraube (pyrite de fer) et à celle de Pallières et Gravouillère (pyrite de fer). L'histoire et la géologie de ces trois concessions sont fortement décrites.

La Société Vieille Montagne, devenue filiale de l'Union Minière, a obtenu ces concessions en mars 1977 après les avoir exploitées depuis 1911 (intermédiaire). D'importants travaux y ont été réalisés jusqu'en 1971 année de fermeture de la mine de Pallières et de l'abandon des travaux (Arrêté du 27 juillet 1971).

Actuellement Union Minière n'est plus intéressée par ces concessions et souhaite donc renoncer aux titres miniers. Elle doit donc satisfaire à ses obligations légales concernant:

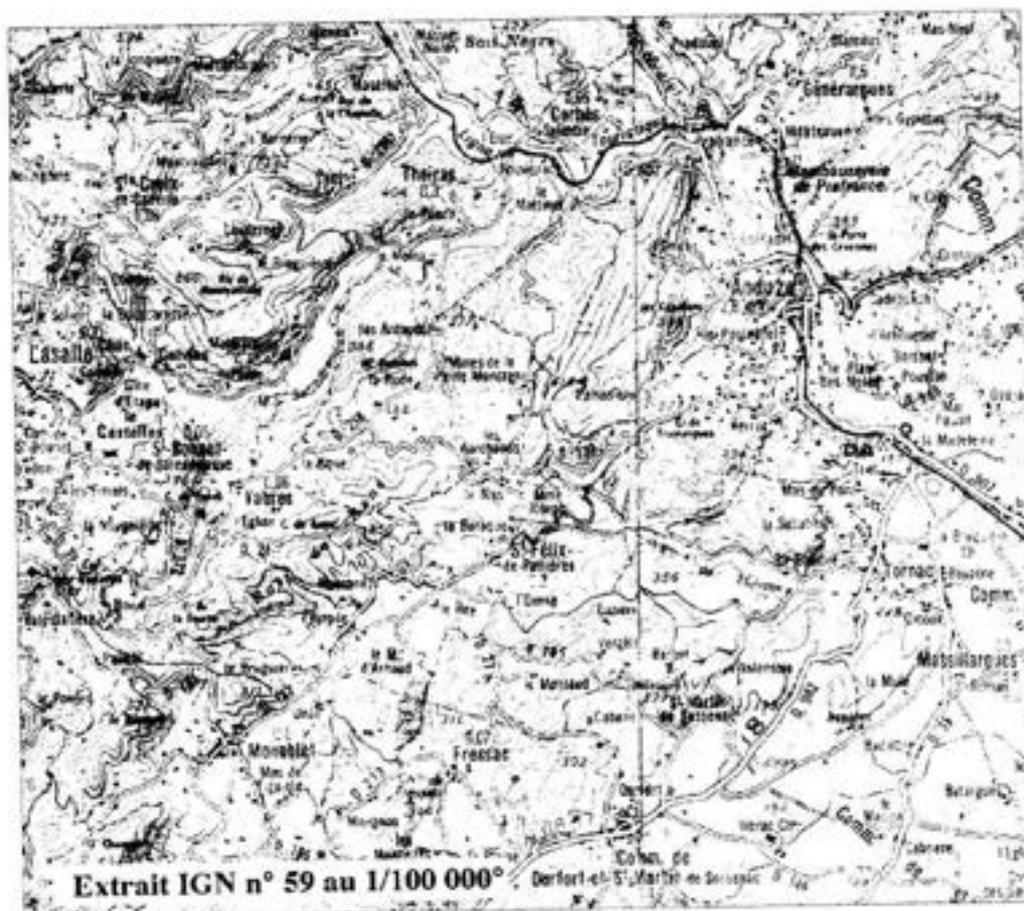
- * l'arrêt définitif des travaux et d'utilisation d'installations minières (décret n° 95-696 du 9/5/1995 relatif à l'ouverture des travaux miniers et à la police des mines);
- * la renonciation aux titres miniers (décret n° 95-427 du 19/4/1995 relatif aux titres miniers).

Le présent rapport est articulé autour de quatre chapitres.
Le premier analyse l'environnement du site, il s'agit d'un état des lieux; le deuxième chapitre traite de l'exploitation minière; le troisième expose les

travaux de réaménagement que nous avons effectués tandis que le quatrième chapitre analyse les impacts potentiels des sites d'exploitation sur l'environnement au sens large.

2. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE.

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ACCES.



La concession de La Croix de-Pallières se situe à environ 15 km au Sud-Ouest d'Alès et à 1 km à l'Ouest de la ville d'Anduze.

La D133 qui relie Anduze au village de St.-Félix-de-Pallières divise le secteur des anciens travaux miniers en deux zones: au Nord, la mine de Pallières et les anciennes installations de traitement; au Sud, la petite mine Joseph.

Depuis St.-Felix, après 1 km sur la D133 nous avons un pont qui enjambe le ruisseau de Paleyrolle. Avant ce pont, sur la droite il y a un chemin empierré qui descend vers la mine Joseph (concession de Valleraube) tandis que sur la



CONCESSIONS

La Croix de Pallières

Pallières et Gravouillère

Valleraube

Extrait IGN n° 2741ET au 1/25 000°

BU 268 La Croix de Pallières

gauche nous avons un chemin goudronné qui mène aux travaux miniers de Pallières (concession de La Croix de Pallières).

Le périmètre de la concession de la Croix de Pallières est constitué par un polygone dont les sommets sont définis comme suit :

- * point A - La Baraquette dite "des Adams" (commune de Corbès)
- * point B - La Paillerette (commune de Anduze)
- * point C - Mas-Neuf (commune de Tornac)
- * point D - Le Cadeyer (commune de Saint-Felix-de-Pallières)
- * point E - Barafort (commune de Saint-Felix-de-Pallières)
- * point F - Les Arnauds (commune de Thoiras).

D'une superficie de 1048 ha (10 km² 48 ha), elle s'étend sur les territoires des communes de Saint-Félix-de-Pallières, Thoiras, arrondissement du Vigan, Corbes, Anduze et Tornac, arrondissement d'Alés, département du Gard.

Le périmètre de la concession de Valleraube représente une superficie de 4,45 km² et est limitée par une suite de lignes droites tirées des Arnauds à la Baraquette; de la Baraquette à Driolle; de Driolle au Marchand, et de là aux Arnauds, point de départ.

Le périmètre de la concession de Pallières et Gravouillère représente une superficie de 3 km² 26 ha et est limitée par une suite de lignes droites tirées de Driolle au Marchand; de Marchand au château de St. Félix; du château de St. Félix au Mas Neuf; du Mas Neuf à la Paillerette mais arrêtée sur le point de projection perpendiculaire de Driolle; de ce point de projection à Driolle, point de départ.

2.2 PAYSAGE ET TOPOGRAPHIE.

La région est adossée au massif des Cévennes dont Anduze forme l'une des portes méridionales.

Le relief est marqué par la présence d'une multitude de collines aux sommets très arrondis, séparées par des vallons étroits.

Dans les limites des concessions, les altitudes varient entre 444 m (dolmen de la Grande Pallières) et 155 m.

Dans la zone des anciens travaux miniers, les altitudes varient de 330 à 400 m.

Le couvert végétal est très important et confère au paysage un caractère particulièrement verdoyant. Toutes les collines sont recouvertes par des espaces boisés en châtaigniers et pins, et par des zones de garrigues où dominant le chêne vert ainsi qu'une strate arbustive et buissonnante dense.

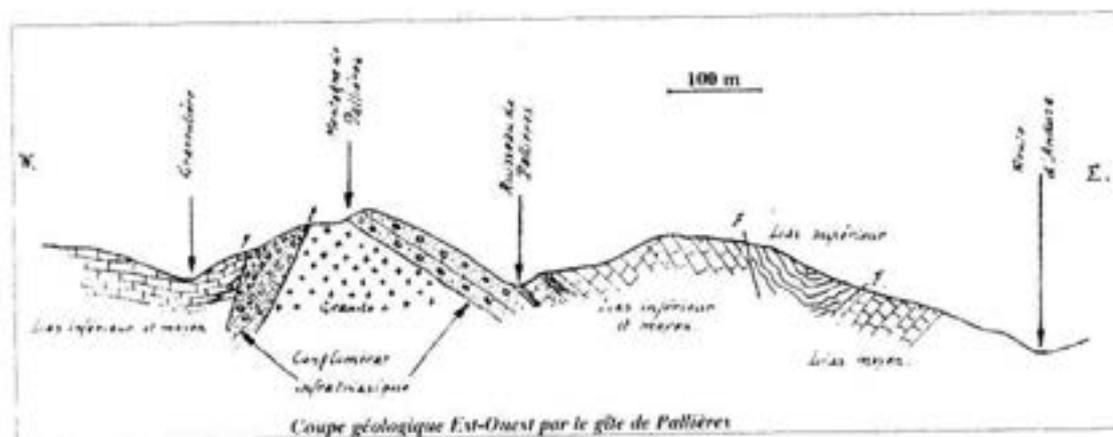
2.3 LE CLIMAT.

Dans la zone des collines sous-cévenoles, la pluviométrie annuelle est de l'ordre de 1300 mm. Les précipitations sont très irrégulières et s'expriment souvent sous la forme de pluies de courte durée, mais violentes. La période la plus humide s'étale de septembre à avril.

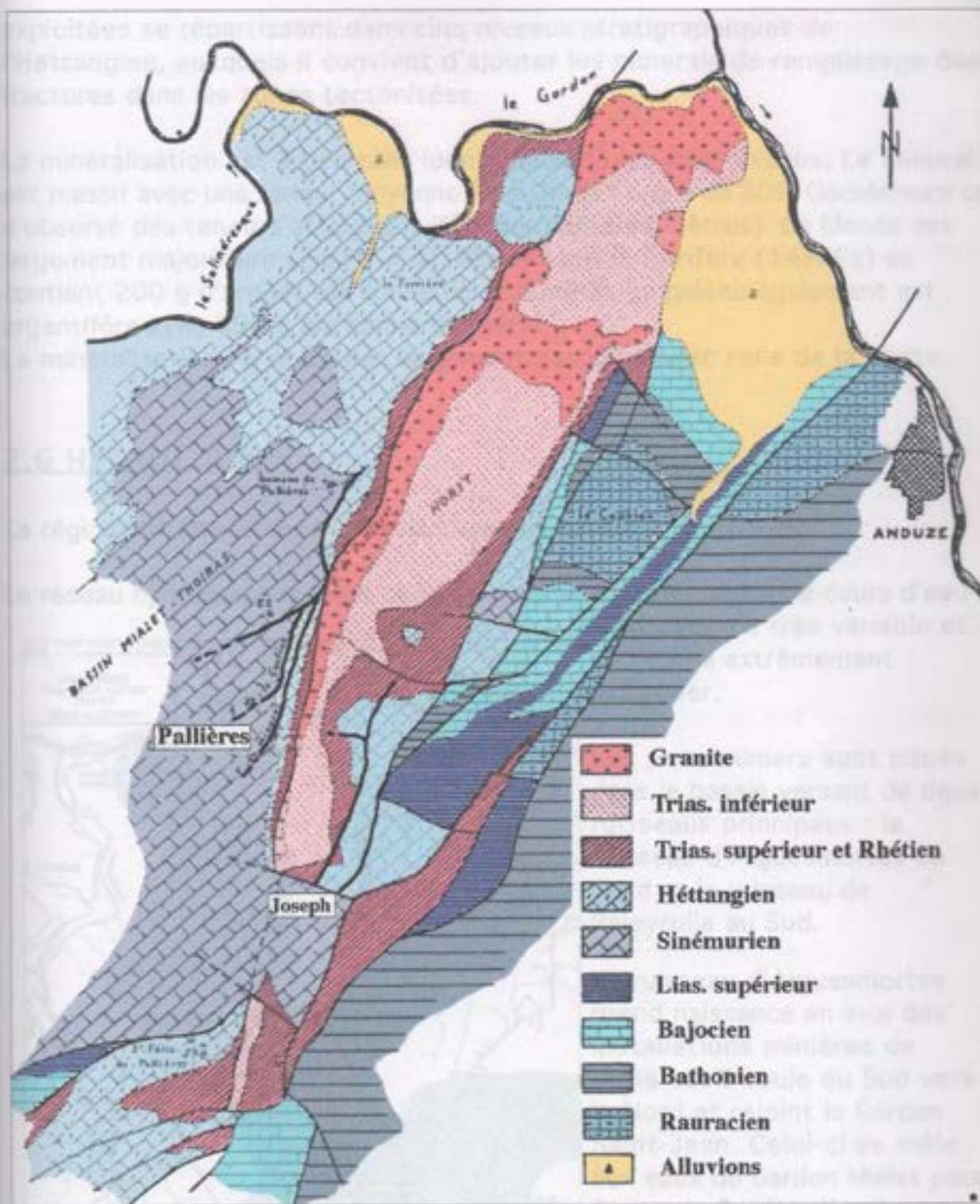
Les vents qui soufflent du Nord, sont secs, froids et parfois violents (Mistral). Les vents du Sud sont plus chauds et humides et peuvent être également violents.

2.4 LE CONTEXTE GEOLOGIQUE.

La région s'inscrit dans la bordure sédimentaire sous-cévenole du Massif des Cévennes. Elle constitue une unité géologique tectonique qui s'intercale entre les formations tabulaires Crétacé du fossé languedocien et le socle de la partie Sud-Est du Massif Central.



Le gîte de Pallières se situe dans la partie médiane de cette unité. La zone est orientée N.NE-S.SO et est constituée de dépôts Triasiques et Liasiques. Un réseau de failles définit un horst vigoureusement érigé au tertiaire et généralement coiffé de Trias à pendage 25° E.SE. Il est encadré par deux compartiments effondrés à l'Est: la zone du Capelan formée par une succession de marches de dépôts jurassiques; et à l'Ouest le bassin Liasique de Mialet-Thoiras (voir carte de la page suivante).



2.5 LA GÉOLOGIE ET LA MINÉRALISATION.

Le gisement de Pallières est de type sulfuré (Pyrite-Blende-Galène) et stratiforme. La minéralisation est surtout concentrée dans les dolomies Héttangiennes qui se présentent sous la forme de roche grise. Les lentilles

Les galènes se répartissent dans cinq niveaux stratigraphiques de l'Étangean, auxquels il convient d'ajouter les minerais de remplissage des fractures dans les zones tectonisées.

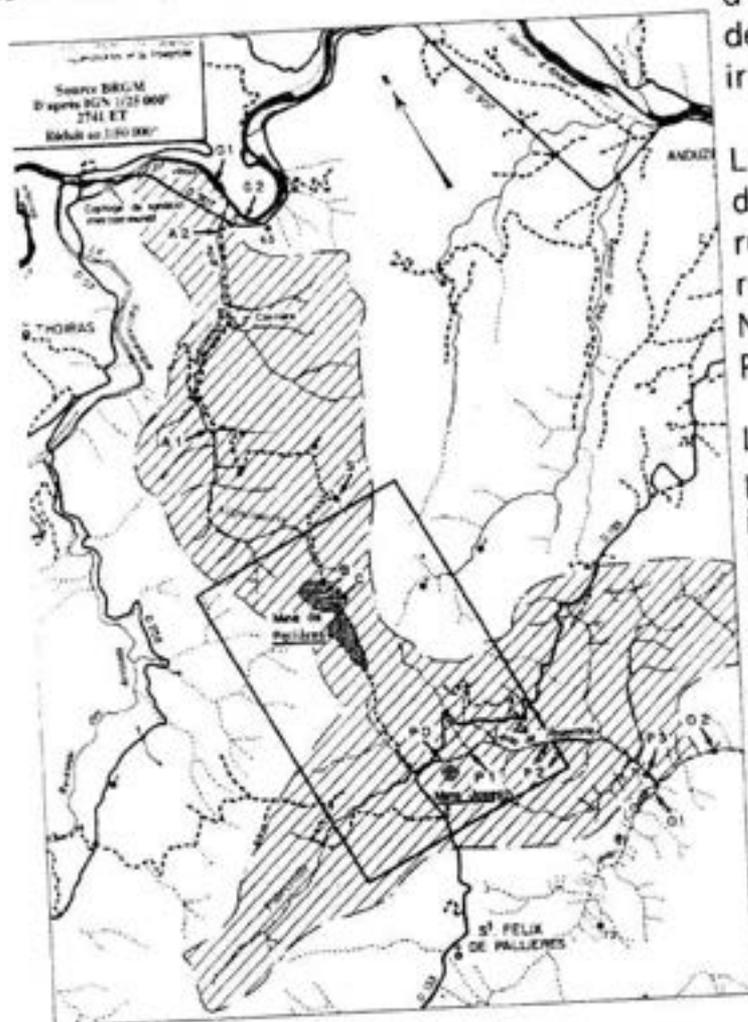
La minéralisation est à peu près identique dans les cinq niveaux. Le minerai est massif avec une teneur moyenne Pb + Zn de l'ordre de 30% (localement on a observé des teneurs atteignant 70% sur plusieurs mètres). La blende est l'argement majoritaire ($Zn/Pb = 4$), elle est assez ferrifère (14% Fe) et contient 200 g d'argent par tonne de zinc métal. La galène également est argentifère avec 300 g par tonne de métal.

La minéralisation Pb et Zn est largement associée avec celle de la pyrite.

2.6 HYDROLOGIE.

La région est située dans le bassin versant du Gard.

Le réseau hydrographique est constitué par un chevelu dense de cours d'eau d'importance très variable et de régime extrêmement irrégulier.



Les sites miniers sont situés dans le bassin versant de deux ruisseaux principaux : le ruisseau d'Aiguesmortes au Nord et le ruisseau de Paleyrolle au Sud.

Le ruisseau d'Aiguesmortes prend naissance en aval des installations minières de Pallières. Il coule du Sud vers le Nord et rejoint le Gardon Saint-Jean. Celui-ci se mêle aux eaux du Gardon Mialet pour former le Gardon d'Anduze.

Le ruisseau de Paleyrolle est de direction Ouest-Est. Il passe au pied de la mine Joseph puis se jette dans le ruisseau de l'Ourne, affluent du Gardon d'Anduze.

Les faibles débits observés dans la région sont liés à la nature perméable du substratum carbonaté qui donne lieu à des pertes dont les écoulements souterrains sont peu connus. Les débits observables sont faibles voire nuls, mais les pluies parfois brutales, caractéristiques de la région, transforment en quelques instants les filets d'eau en torrents.

2.7 HYDROGÉOLOGIE.

L'hydrogéologie est dominée par la présence d'aquifères de type karstique. Les dolomies et les calcaires Jurassiques forment des réservoirs pour des nappes souterraines à surface libre, très compartimentées et en relation avec les cours d'eau. Ainsi, le débit moyen annuel du Gardon est plus important à la station de jaugeage de Corbès qu'à celle d'Anduze, située plus en aval en raison des pertes subies par le cours d'eau dans ce secteur carbonaté et karstique.

Le niveau statique de ces aquifères est fortement rabattu par les ruisseaux qui drainent toute la zone.

3. L'EXPLOITATION MINIERE

3.1 HISTORIQUE

La région a fait l'objet de travaux depuis l'Antiquité. En particulier, la mine Joseph fut exploitée à l'époque romaine pour la galène argentifère. La galène du secteur d'Anduze était notamment utilisée pour les vernis de poterie tandis que les blendes, calamines et pyrites restaient sur le carreau des exploitations.

Le 27 juin 1822 un arrêté préfectoral transcrit l'ordonnance royale du 1^{er} mai de la même année. Cette ordonnance fait concession des mines de pyrites ferrugineuses de la Gravouillère aux héritiers du sieur Bardet. Cette concession est réunie à celle de Pallières, concédée au sieur Bardet par décret du **29 décembre 1812**.

Les premiers travaux de débouillage des anciens travaux de la mine Joseph sont entrepris dès **1845**.

La concession de mines de zinc, plomb argentifère et autres métaux, le fer excepté, de La Croix de Pallières fut instituée par arrêté du Président du Conseil chargé du Pouvoir Exécutif en date du **27 juillet 1848** au profit des citoyens Auguste SERRE, Scipion ADRIEN, Jules MIRIAL (auteur de la découverte du gisement), Simon THEROND, Michel GAUTIER, Jean HUC, Jean MATHIEU, Théodore FONTANES, réunis en société (la Société de La Croix de Pallières).

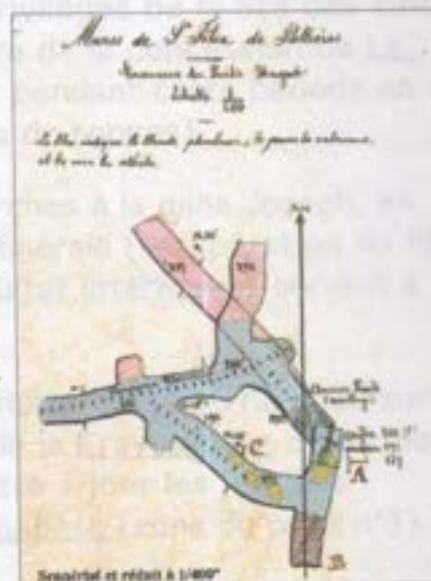
Des travaux importants sont entrepris:

- fonçage du puits n°1 au point culminant du sol dit La Croix de Pallières.
- débouillage de la mine Joseph.
- Dans la propriété de Monsieur Huguet, une ancienne galerie, remontant à l'Antiquité, a été rouverte.

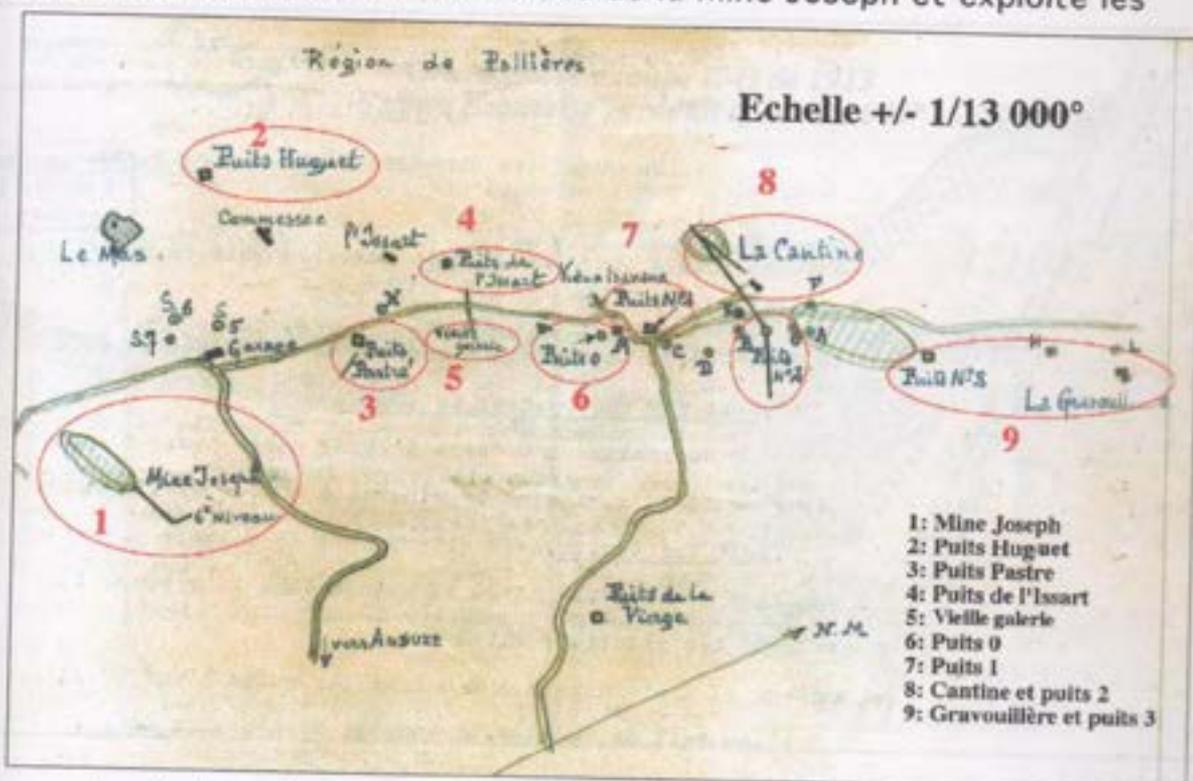
La Société de La Croix de Pallières se transforme en Société des Mines et Usines de Pallières (SMUP) le **28 septembre 1853**.

En 1863 la concession de Valleraube (326 ha) est instituée pour pyrite de fer au bénéfice de cette même société. Cette concession recouvre pour 4/5 celle de La Croix de Pallières déjà concédée pour les métaux non ferreux cités plus haut.

De 1875 à 1878 : la S.M.U.P amodia cette dernière concession à la société



des Zincs du Midi (devenue par la suite la société des Zincs Français-SZF). Cette société travaille sur les indices de la mine Joseph et exploite les



amas calaminaires de la cantine (12 000 t environ de calamine).

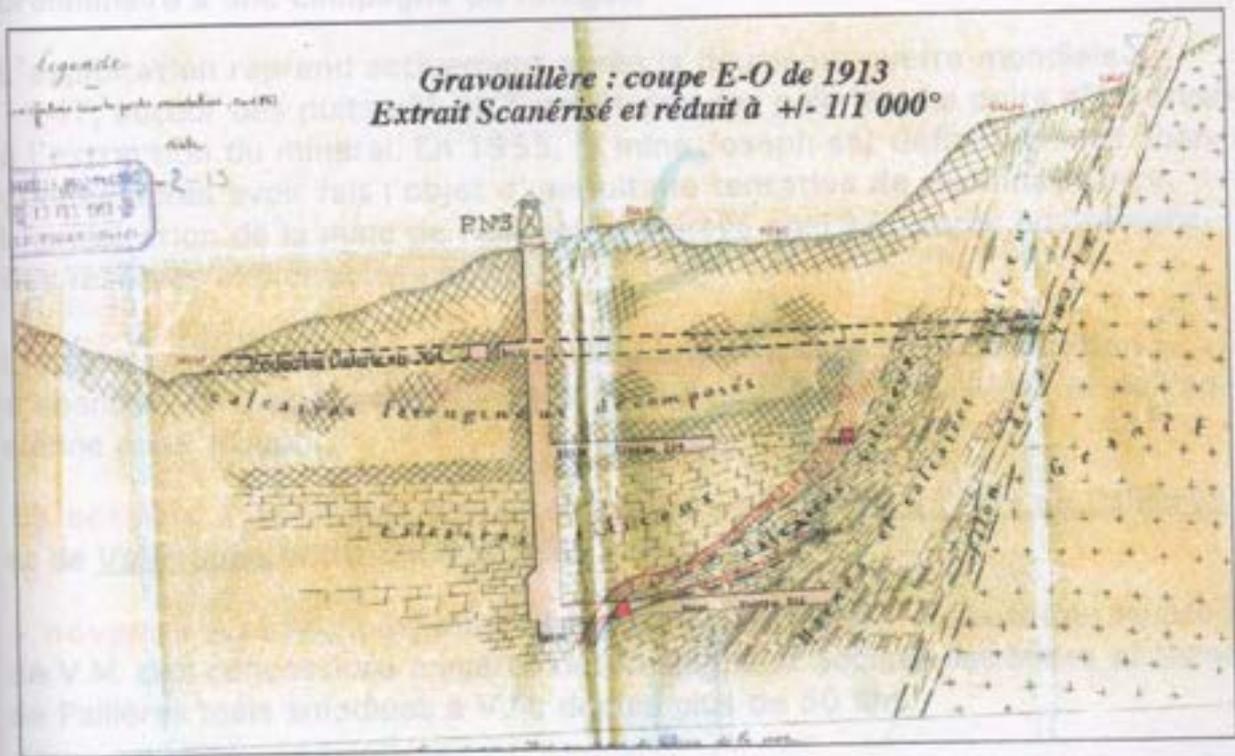
De 1884 à 1888 : lors de la liquidation judiciaire de la Société des Zincs Français, Vieille Montagne s'intéresse à la concession de Pallières. Elle achète l'actif de la SZF, incluant les droits et privilèges de la Sté des Zincs Français. La Vieille Montagne devient amodiataire de la concession de La Croix de Pallières et reprend les mêmes travaux pendant cette période en épuisant le gisement de la cantine (qlq centaines de tonnes).

De 1888 à 1900 : la S.M.U.P reprend les recherches à la mine Joseph, en concentrant ses efforts sur le traitement des minerais (récupération du Pb et du Zn des mixtes pyriteux). L'absence de résultat intéressant conduit à l'abandon des travaux jusqu'en 1910.

En 1910, la concession est amodiée à un propriétaire des terrains de surface, M. CHAUVET, qui exploite le chapeau de fer de la Gravouillère d'une manière artisanale. Ces travaux conduisent à mettre à jour les lentilles plombo-zincifères du gîte principal de la Gravouillère (zone du puits n°3).

Dès 1911, la Société Vieille Montagne s'intéresse à cette découverte. Elle rachète alors les droits de M. CHAUVET. Le décret du **14 novembre 1913** autorise l'amodiation de la concession des mines de La Croix de Pallières consentie par la Société des Mines et Usines de Pallières à la Société des

Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne.



Des travaux importants sont entrepris durant cette période:

- Poursuite du puits n°1.
- Le puits n°0 fut également foncé à 90 m au Sud du n°1. L'étude par deux travers-bancs n'ayant rien donné, ce puits fut rebouché.
- Puits de la Gravouillère (puits n°3).
- Puits intermédiaire (puits n°2) entre les deux précédents et au niveau des anciens travaux de la cantine.

Les travaux exécutés dans les sites des puits 1 et 2 ne donnèrent pas de résultats intéressants et Vieille Montagne concentra ses efforts au niveau de la Gravouillère avec le creusement de travers-bancs, galeries et recoups. Un puits n°3bis fut foncé à 85 m au Nord du n°3. L'abattage de la blende reconnue par les travaux du puits n°3 commença en 1920 et se poursuivit jusqu'en 1932. La mine a été arrêtée parce que d'une part les cours du zinc et du plomb ne permettaient plus une exploitation rémunératrice, d'autre part le gisement exploité par le puits existant était épuisé.

En **mars 1922**, la Société V.M. déjà amodiataire de la concession de La Croix-de-Pallières, sollicitait l'amodiation des concessions de Valleraube et Pallières et Gravouillères.

L'arrêté préfectoral du **21 juillet 1932** donne acte à la Société V.M. de sa déclaration de fin de travaux.

De 1932 à 1939 la Vieille Montagne réalise une campagne géophysique préliminaire à une campagne de forages.

L'exploitation reprend activement après la deuxième guerre mondiale en 1947, autour des puits n°1 et 3, reliés par des galeries. Le puits n°1 servant à l'extraction du minerai. En 1955, la mine Joseph est définitivement abandonnée après avoir fait l'objet d'une ultime tentative de reconnaissance. L'exploitation de la mine de Pallières, s'achève en 1971 après épuisement des réserves exploitables connues.

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 et de l'ancienne mine Joseph.

18 octobre 1974 : acte de vente des concessions de La Croix de Pallières et de Valleraube entre SMUP et V.M.

5 novembre 1974 : pétition demandant l'autorisation de mutation au profit de V.M. des concessions minières détenues par la Société des Mines et Usines de Pallières mais amodiées à V.M. depuis plus de 50 ans.

21 mars 1977: décret autorisant la mutation de la concession de La Croix de Pallières et de Valleraube au profit de la Société des Mines et Fonderies de Zinc de la V.M.

Du Sud au Nord nous avons pour les concessions de La Croix de Pallières et de Valleraube :

1. La mine Joseph
2. Le puits Huguet
3. Le puits Pastre
4. Une vieille galerie
5. Le puits de la Vierge.

Du Sud au Nord nous avons pour les concessions de La Croix de Pallières et de Pallières et Gravouillères :

4. Le puits de l'Esart
6. Le puits n° 0
7. Le puits n° 1
8. Le Casino et le puits n° 2
9. La Gravouillère avec les puits n° 3 et 3 bis.
10. La Ferrière.

3.2 METHODES D'EXPLOITATION.

Les gisements se présentent sous des formes très variées:

- couches plus ou moins imprégnées;
- minéralisation concentrée en lentilles;
- zone minéralisée à caractère bréchique;...

De plus l'allure et la disposition des amas sont également très variables, passant de l'amas très épais subvertical à l'amas peu épais et de faible pendage.

Ces caractéristiques ont nécessité l'utilisation de méthodes diverses adaptées à chaque cas et il y a eu cinq principales méthodes d'extraction:

- tranches et chambres remblayées (minéralisation puissante);
- tranches unidescendantes foudroyées;
- chambres à piliers abandonnés (partie mince);
- chambres magasins;
- chambres vides (amas de peu d'étendue à éponte solide).

3.3 LOCALISATION DES TRAVAUX.

Pour sa facilité, le lecteur pourra se référer à la figure en rabat à la fin du dossier.

Du Sud au Nord nous avons pour les concessions de La Croix de Pallières et de Valleraube:

- 1 La mine Joseph
- 2 Le puits Huguet
- 3 Le puits Pastré
- 5 Une vieille galerie
- 11 Le puits de la Vierge.

Du Sud au Nord nous avons pour les concessions de La Croix de Pallières et de Pallières et Gravouillère:

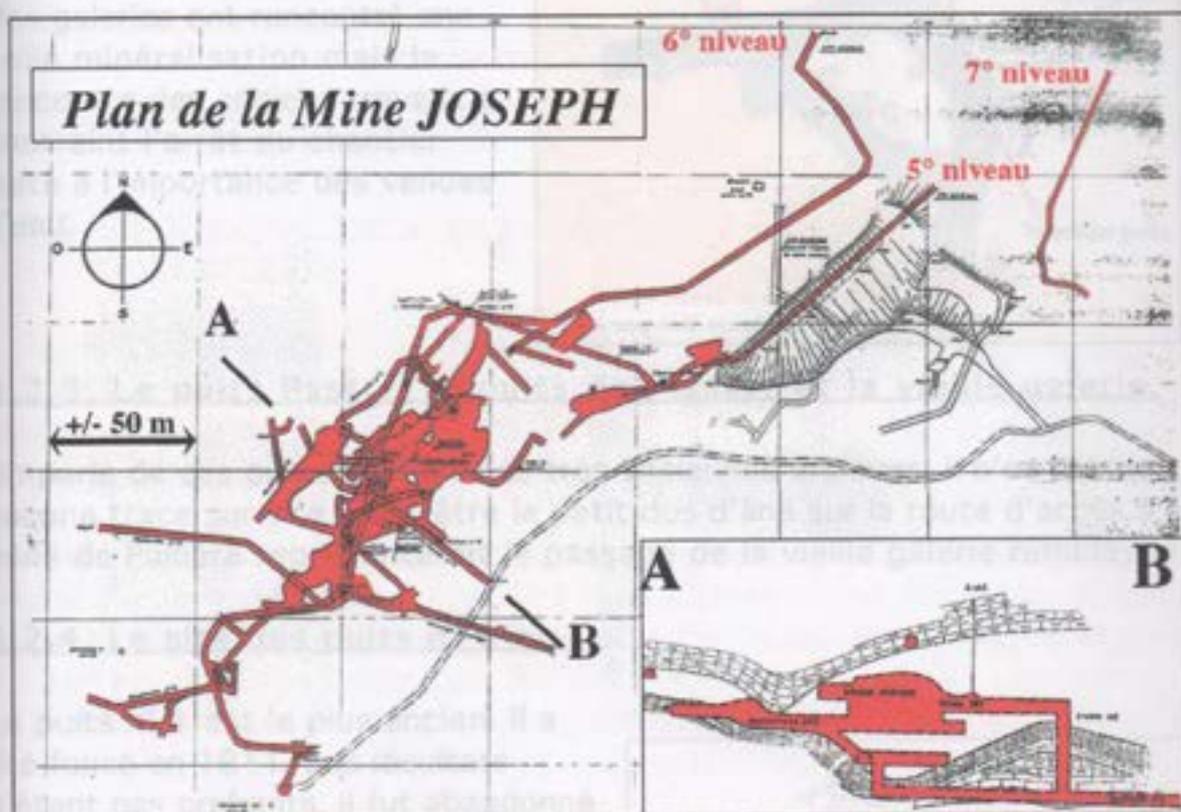
- 4 Le puits de l'Issart
- 6 Le puits n° 0
- 7 Le puits n° 1
- 8 La Cantine et le puits n° 2
- 9 La Gravouillère avec les puits n° 3 et 3bis.
- 10 La Ferrière.

3.2.1 La mine Joseph.

Pour y accéder à partir d'Anduze, il faut prendre la D 133 vers St.-Félix-de-Pallières. Après 6 km, immédiatement après le pont qui enjambe le ruisseau de Paleyrolle, il y a l'ancienne piste de la mine qui est restée intacte.

Le site de la mine Joseph est situé sur le flanc Est du granite de Pallières.

Il s'agit d'un puissant amas de pyrite localement associée à de la blende et de la galène. L'exploitation s'est concentrée essentiellement entre les 5° et 6° niveaux.



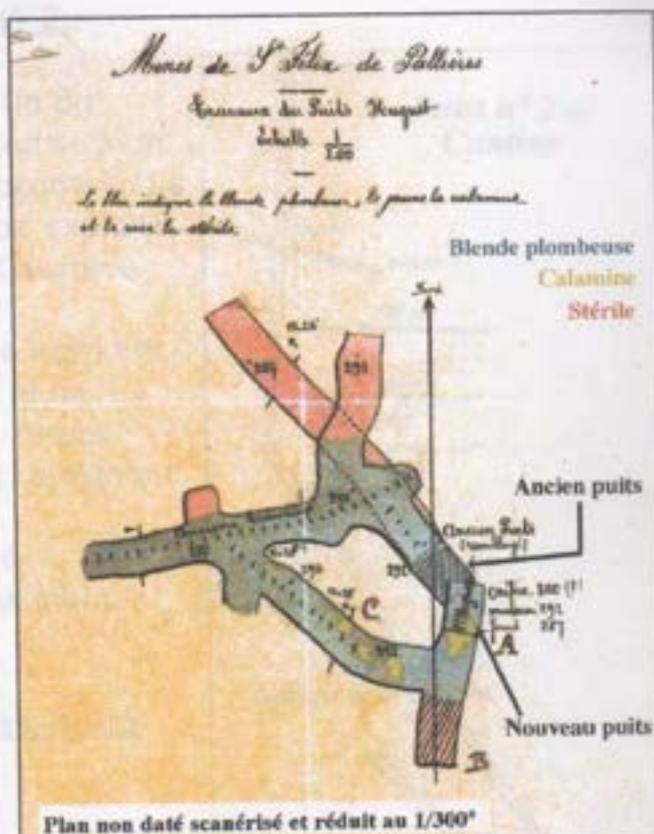
L'exploitation y est très ancienne, la phase la plus active se situant à la fin du siècle dernier. Nous n'avons pas connaissance du tonnage extrait.

Sporadiquement, des travaux de recherche ont été entrepris (La dernière campagne en 1955). Les résultats ayant été jugés insignifiants, le site a été définitivement abandonné.

3.2.2. Le puits Huguet.

Cet ancien site n'existe plus. Un premier puits a été foncé au siècle dernier avant d'être abandonné (présence d'eau) puis remblayé.

En 1918 un nouveau puits est creusé à côté de l'ancien. Il atteint une profondeur de 13 m. Des galeries ont rencontré une belle minéralisation mais la rencontre des anciens travaux a contraint l'arrêt du chantier suite à l'importance des venues d'eau.

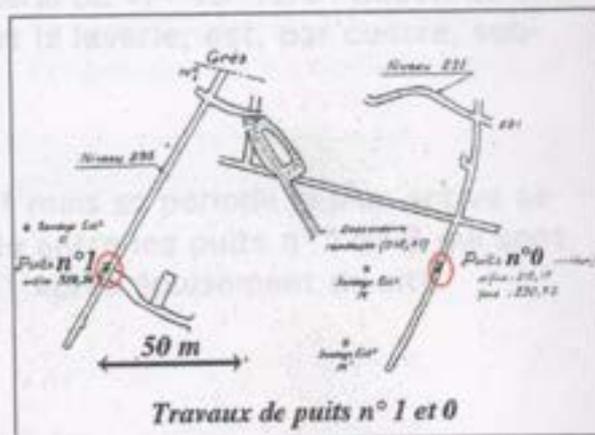


3.2.3. Le puits Pastré, le puits de l'Issart et la vieille galerie.

On parle de ces ouvrages dans les très anciennes archives. Il n'en existe aucune trace sur site. Peut-être le petit dos d'âne sur la route d'accès à la mine de Pallière représenterait le passage de la vieille galerie remblayée.

3.2.4. Le site des puits n° 0 et 1.

Le puits n° 1 est le plus ancien. Il a été foncé en 1911. Les résultats n'étant pas probants, il fut abandonné avant d'être réutilisé après la seconde guerre mondiale. Une communication avec le gisement de Pallières permettait l'évacuation du minerai. Le puits n° 0 a été foncé en 1917 pour effectuer des recherches. Celles-ci n'ayant pas donné de résultats intéressants, le puits fut remblayé.



3.2.5. La Cantine et le puits n° 2.

L'exploitation s'est déroulée à la fin du siècle dernier à la Cantine. On accédait à un bel amas de calamine par une descenderie. Le gîte fut épuisé en 1884 après avoir exploité un tonnage estimé à 12 000 t de Calamine.

En 1911, des travaux de recherche reprirent. Le puits n° 2 fut foncé jusqu'à 50 m de profondeur et deux travers-bancs furent exécutés. Le travers-bancs Ouest rejoignant les anciens travaux de la Cantine. Ces travaux n'ayant rien rencontré d'intéressant, le site fut définitivement abandonné puis remblayé.

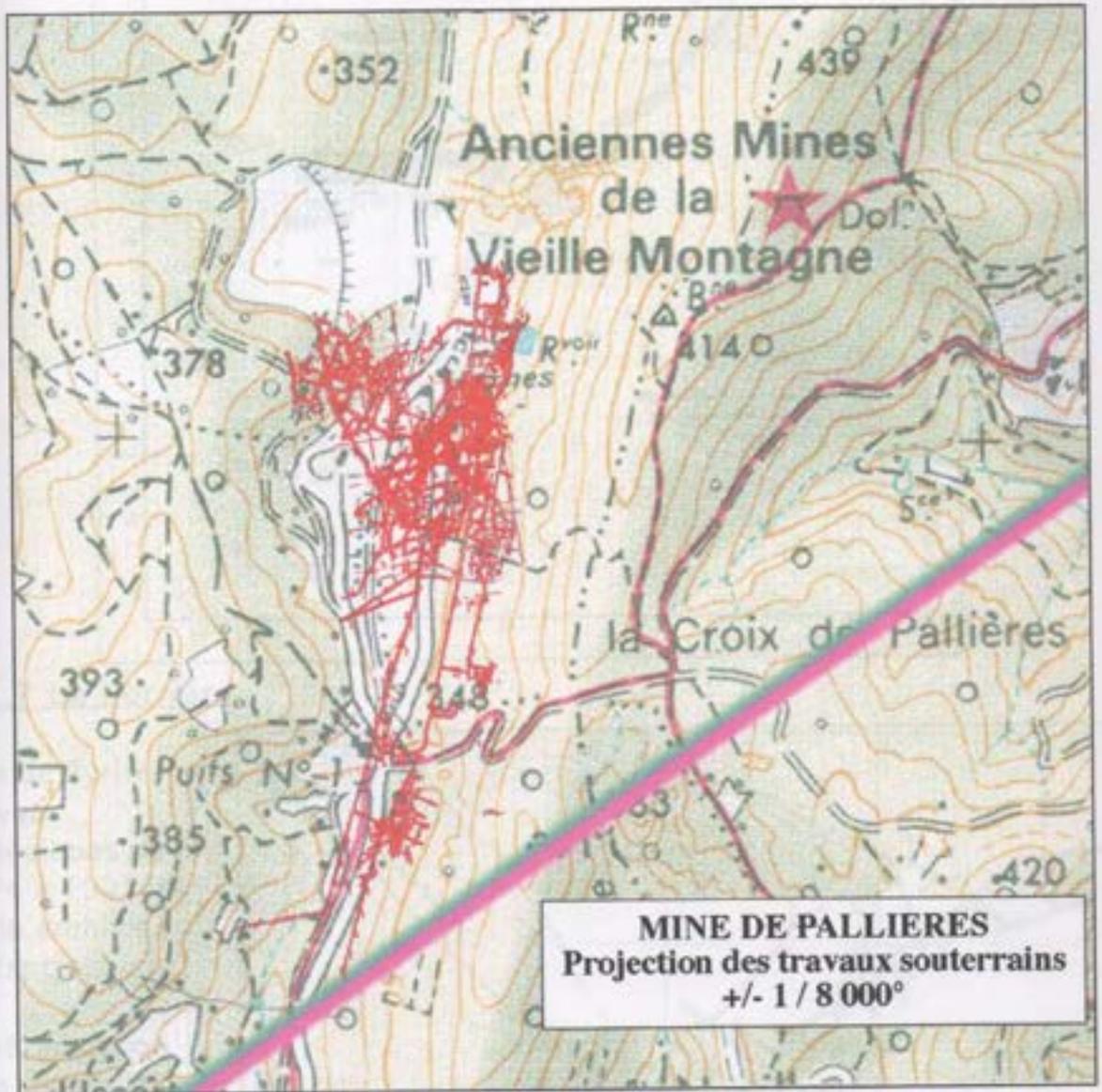
3.2.6. La Gravouillère avec les puits n° 3 et 3bis.

Il s'agit du gîte le plus important du groupe de Pallières avec une production totale estimée à 80 000 t de zinc, 34 000 t de plomb et 30 t d'argent.

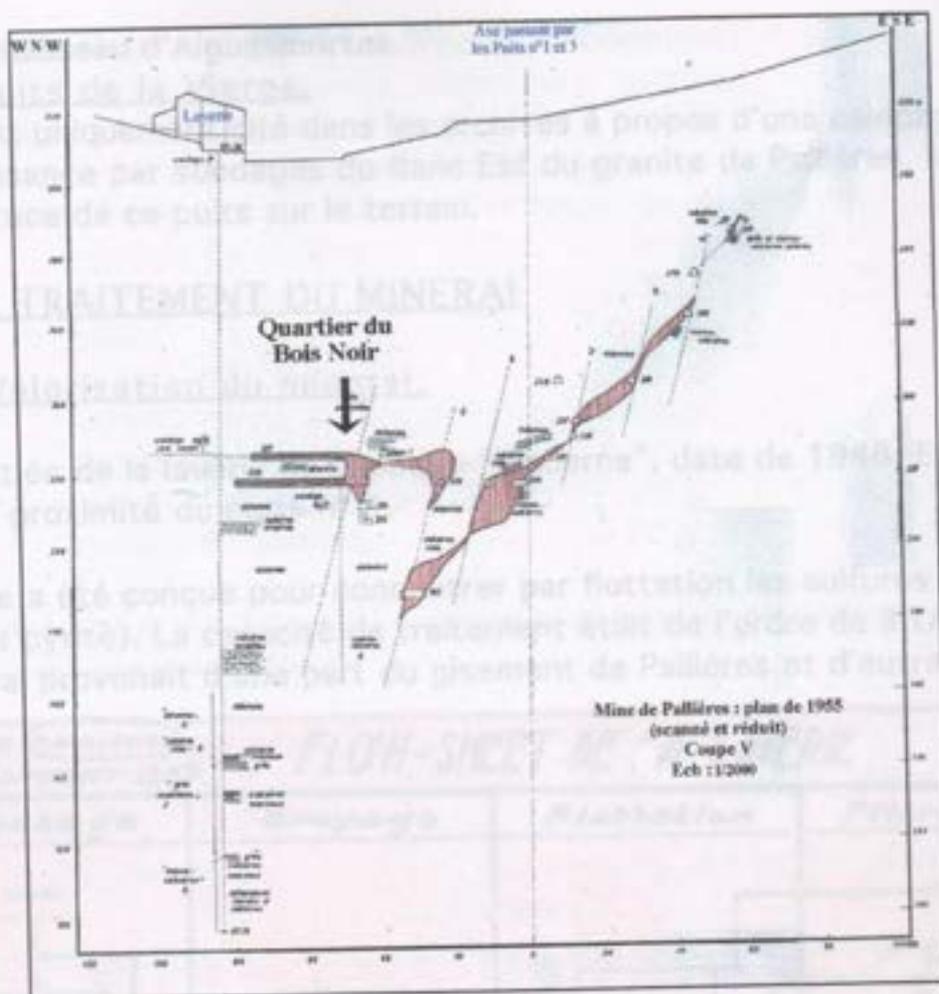
Le gisement comprend, à la surface, un important chapeau de fer qui a été exploité en grande partie en carrière (voir plan et coupe des pages suivantes). En profondeur, nous avons une succession d'amas de blende, galène et pyrite qui se trouvent intercalés dans les calcaires dolomitiques du Liasique Inférieur. Ces amas ont un pendage général de +/- 45° vers l'Ouest. Le site du quartier "du Bois Noir", localisé sous la laverie, est, par contre, sub-horizontale.

Le gisement a été exploité depuis 1911 mais sa période la plus active se situe après la deuxième guerre mondiale entre les puits n° 1 et 3 qui sont reliés. Les travaux sont arrêtés en 1971 après épuisement du site.



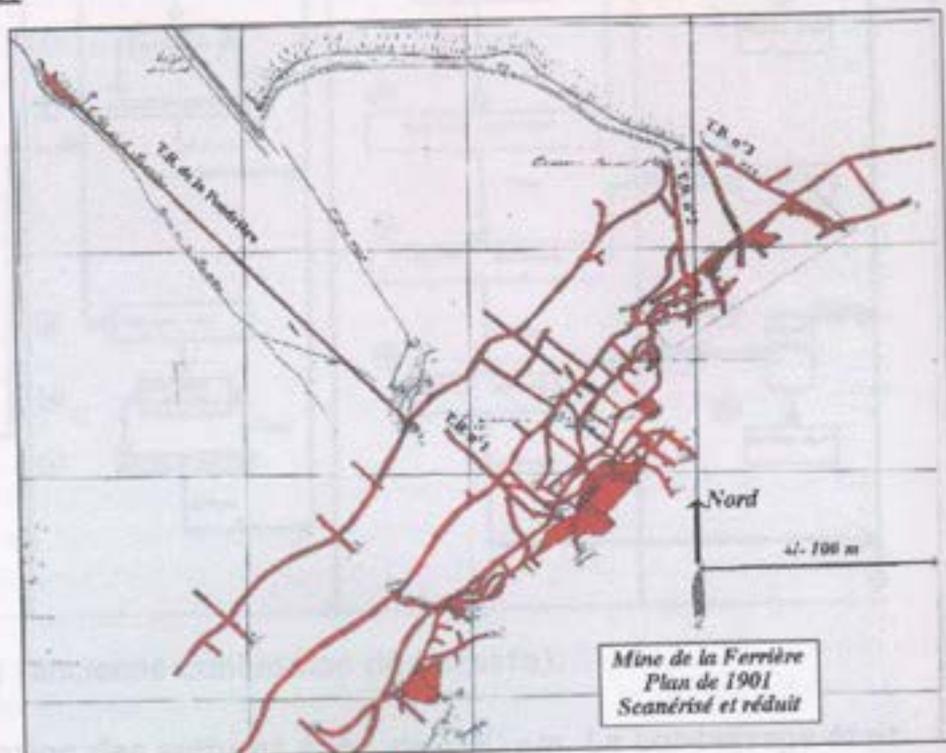


Plan de la Mine
 Juin 1901
 Service Géologique



3.2.7 La Ferrière.

Gîte de Pyrite. Travaux épisodiques de 1874 à 1901. La seule archive en parlant signale une minéralisation très irrégulière, origine probable de l'arrêt des travaux. Le minerai était acheminé par porteur aérien vers une petite laverie sur les



cords du ruisseau d'Aiguesmortes.

3.2.8. Puits de la Vierge.

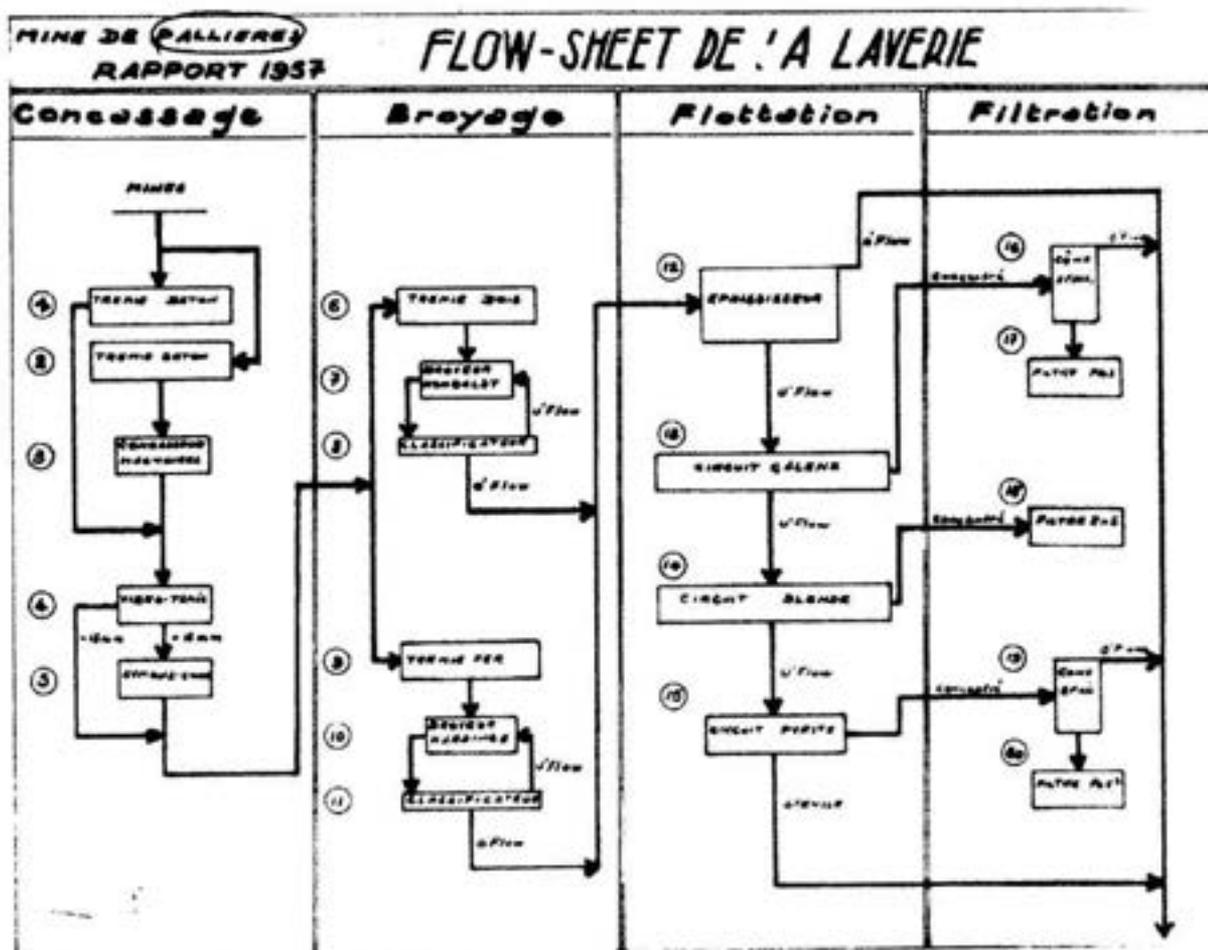
Ce site est uniquement cité dans les archives à propos d'une campagne de reconnaissance par sondages du flanc Est du granite de Pallières. Il n'existe aucune trace de ce puits sur le terrain.

3.3 LE TRAITEMENT DU MINERAL

3.3.1. Valorisation du minerai.

L'installation de la laverie de l'époque "moderne", date de 1948. Elle a été édifée à proximité du puits n° 3.

La laverie a été conçue pour concentrer par flottation les sulfures (galène, blende et pyrite). La capacité de traitement était de l'ordre de 3 t/h. Le minerai provenait d'une part du gisement de Pallières et d'autre part de



la mine de Durfort (ancienne concession de Lacoste).

La maille de libération des sulfures était de 200 μ m. Le concassage était

- extérieur à la laverie. Celle-ci contenait trois étages:
- * 1er étage: broyeur, filtre, cones, décanteurs, pompes;
 - * 2ème étage: cellule de flottation;
 - * 3ème étage: réactifs et alimentation de trémies.

Les réactifs utilisés sont classiques. Par tonne de minerai on utilisait en

en moyenne	- cyanure de sodium	40 g
	- sulfate de zinc	620 g
	- chaux	1 300 g
	- sulfate de cuivre	620 g
	- ethylxanthate de potassium	580 g
	- amyloxanthate de potassium	210 g
	- huile de pin	90 g
	- sulfure de sodium	70 g.

L'eau utilisée pour le traitement du minerai provenait de l'exhaure de la mine (180 m³/h en moyenne).

Les concentrés étaient destinés:

- pour la galène: à l'usine Pennaroya de Noyelles-Gandault (Pas-de-Calais);
- pour la blende: à l'usine Vieille Montagne de Viviez (Aveyron);
- pour la pyrite: à l'usine Peychiney de Salindres (Gard).

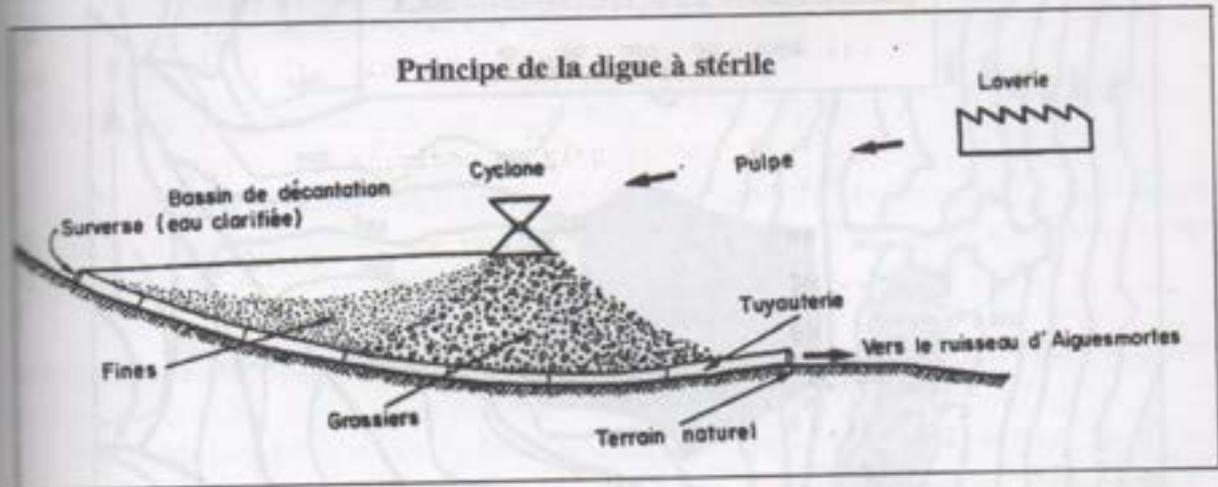
La pyrite, surtout concentrée dans la partie supérieure du gisement de Pallières, fut valorisée jusqu'à la mise en place des structures de l'industrie chimique liées à l'exploitation du gisement de gaz sulfuré de Lacq.

3.3.2. Les stériles de laverie.

L'usine de traitement a produit près de un million de tonnes de stériles de laverie. Ceux-ci étaient évacués par voie hydraulique grâce à une pompe à pulpe et une tuyauterie jusqu'à un bassin de décantation (digue à stérile), situé au Nord de la laverie, dans la partie amont du ruisseau d'Aiguesmortes.

Le principe de la constitution de la digue est illustré à la page suivante. Un cyclone est placé en tête de digue et sépare les éléments grossiers en sousverse des éléments fins en surverse. Les fines se décantent dans le bassin ainsi constitué derrière la masse des grossiers qui forme barrage. Les eaux clarifiées à l'extrémité du bassin se déversent dans une tuyauterie passant sous la digue. Les eaux de surverse rejoignent ainsi le ruisseau d'Aiguesmortes.

Le cyclone et la bouche d'exhaure sont progressivement surélevés en fonction de l'élaboration du dépôt.

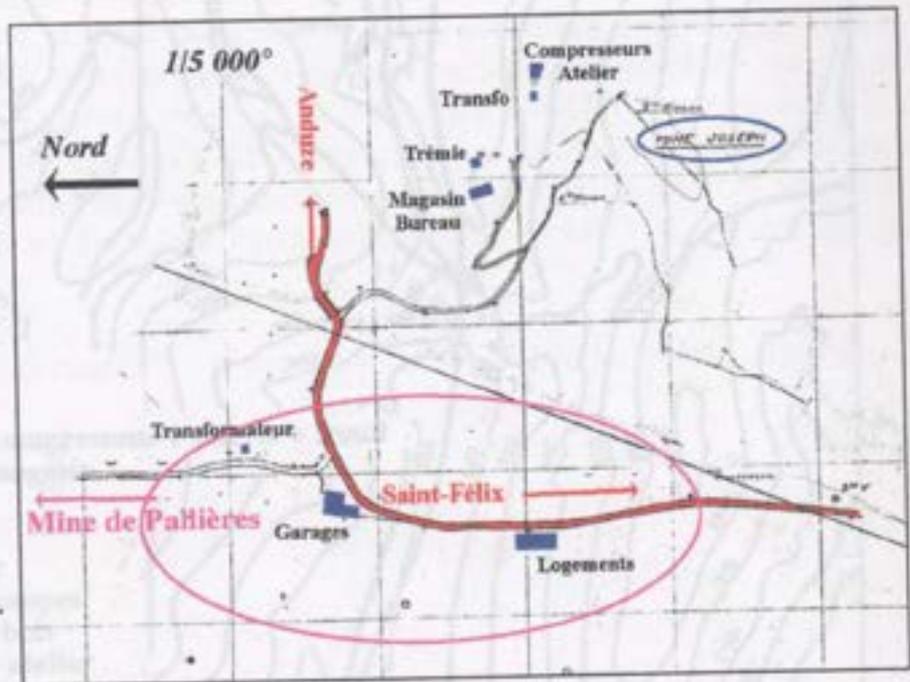


Les stériles se présentent sous forme d'un sable carbonaté très fin (0 à 200 μm), gris et homogène.

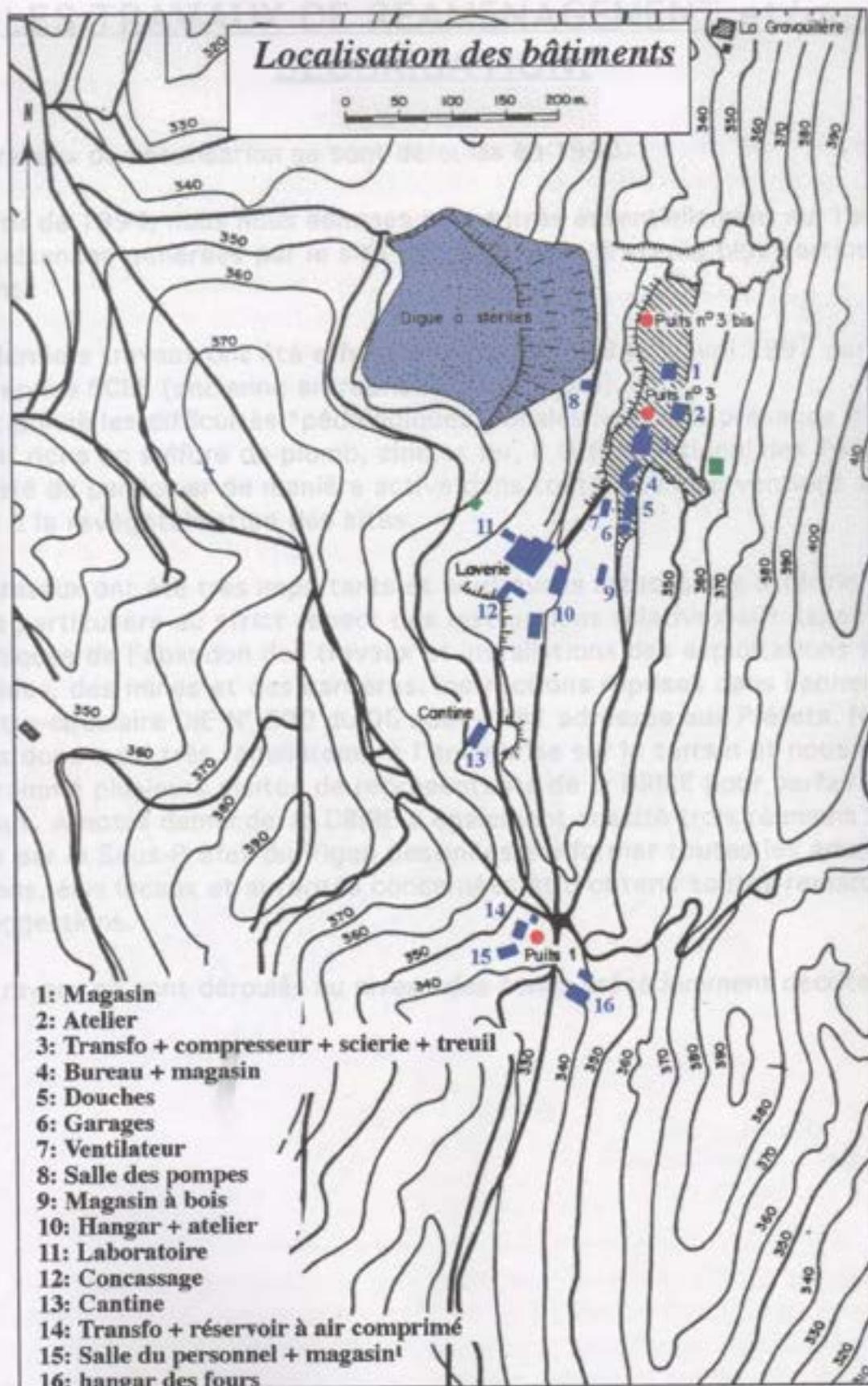
3.4 LES EQUIPEMENTS ET LE PERSONNEL.

La mine Joseph (conf. figure ci-dessous) était sommairement équipée en bâtiments.

La mine de Pallières par contre possédait de très nombreux locaux d'équipement bâtis en surface sur le carreau d'exploitation (conf. figure de la page suivante): laboratoires, hangars, ateliers, cantines, logements, transformateurs, chevalement, magasins, bureaux etc...



La Vieille Montagne employait environ 130 personnes en période d'activité normale du chantier de la mine et de la laverie.



4. LES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT et/ou DE SECURISATION.

Les travaux de sécurisation se sont déroulés en 1990.

A partir de 1994, nous nous sommes concentrés essentiellement sur l'aspect des nuisances générées par le site et par la digue à stérile plus particulièrement.

Les derniers travaux ont été effectués entre fin 1994 et avril 1997 par l'entreprise SCEE (ancienne entreprise Robert RUAS).

Etant donné les difficultés "pédologiques" locales liées à la présence d'un massif riche en sulfure de plomb, zinc et fer, l'Office National des Forêts a accepté de participer de manière active dans toutes les interventions associées à la revégétalisation des sites.

Ces travaux ont été très importants et nous avons attaché une attention toute particulière au strict respect des instructions relatives aux aspects techniques de l'abandon des travaux et installations des exploitations souterraines, des mines et des carrières. Instructions reprises dans l'annexe à la lettre-circulaire DIE N° 200 du 06 août 1991 adressée aux Préfets. Nous avons donc suivi très régulièrement l'entreprise sur le terrain et nous avons programmé plusieurs visites de représentants de la DRIRE pour parfaire les travaux. A notre demande, la DRIRE a également suscité trois réunions animées par le Sous-Préfet du Vigan destinées à informer toutes les administrations, élus locaux et autorités concernées et d'obtenir toutes remarques et suggestions.

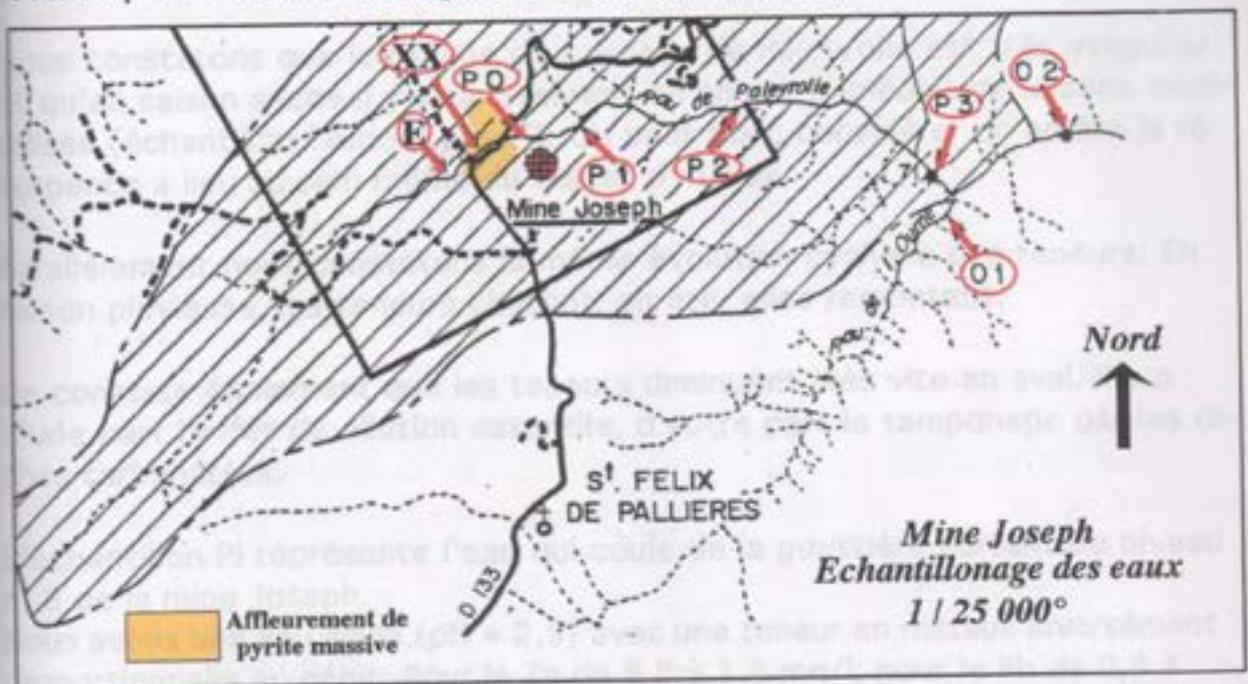
Les travaux se sont déroulés au niveau des zones précédemment décrites.

4.1. LA MINE JOSEPH.

Les bâtiments en ruine ont été rasés en 1990.

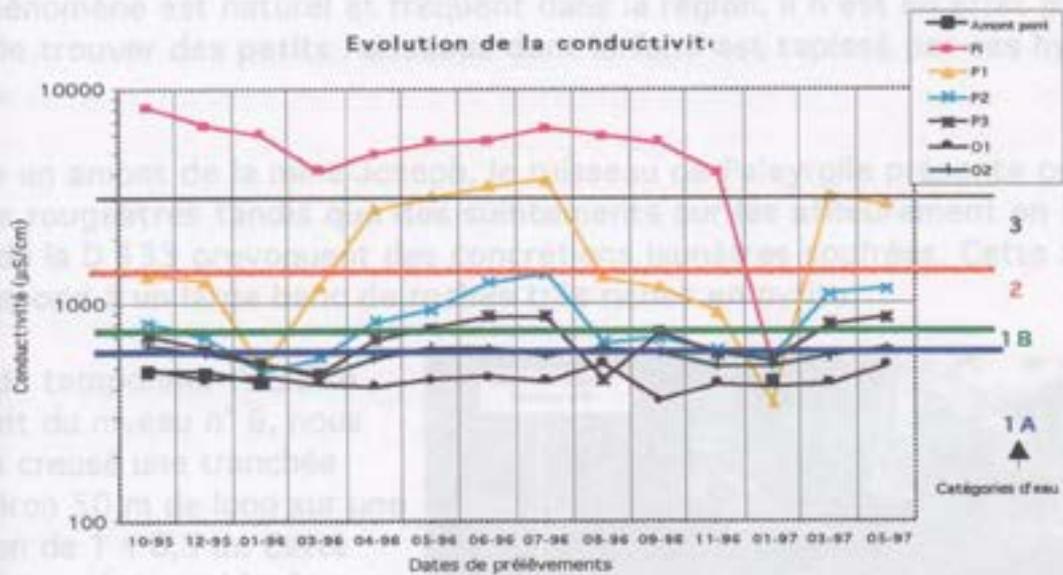
A la même époque tous les accès aux travaux souterrains ont été effondrés et nivellés au bull et à la pelle mécanique. La végétalisation naturelle du site est bien amorcée.

Jusqu'à fin 1996, seule subsistait une petite gouttière servant à évacuer les eaux de la galerie du niveau n° 6. Cet écoulement était de faible débit (suivant la saison il variait de qlq litres par heure à une centaine de litres par heure). Nous avons fait un suivi qualitatif de cette eau - et de son impact sur le ruisseau de Paleyrolle - de novembre 1995 à mai 1997. Les prélèvements et analyses ont été effectués par le Laboratoire agréé Europe Sols (Nîmes).



Pour illustrer l'interprétation de ces analyses, nous présentons ci-après le graphique de l'évolution de la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ en fonction du temps pour chaque point d'échantillonnage. Les autres graphiques pour le Zinc, le Plomb, le Cadmium et le Fer sont reportés en annexe. Il en est de même pour les résultats bruts et les normes définissant les critères d'appréciation de

la qualité générale de l'eau appliqués par l'Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.



Le ruisseau de Paleyrolle traverse un massif de roches pyriteuses en amont immédiat et au droit de la mine Joseph.

Nous constatons que le régime du ruisseau de Paleyrolle est très irrégulier et qu'en saison sèche il y a tarissement en amont immédiat de la zone minéralisée (échantillon "Amont pont"). On peut donc considérer qu'en été la réurgence a lieu au sein même du massif pyriteux.

Parallèlement nous constatons la même évolution cyclique des teneurs: En saison pluvieuse, les teneurs chutent, en été, elles remontent.

On constate également que les teneurs diminuent très vite en aval. Il y a d'une part l'effet de dilution naturelle, d'autre part le tamponnage par les roches carbonatées.

L'échantillon Pi représente l'eau qui coule de la gouttière sortant du niveau n° 6 de la mine Joseph.

Nous avons une eau acide ($\text{pH} = 2,5$) avec une teneur en métaux inversement proportionnelle au débit. Pour le Zn de 9,8 à 1,8 mg/l; pour le Pb de 0,8 à 0,55 mg/l; pour le Cd de 0,11 à < 0,001 mg/l. Cette eau a toutes les caractéristiques d'un lixiviat percolant au travers d'un sol contenant des sulfures et de la pyrite en particulier. Au contact de l'eau et de l'oxygène, les sulfures s'oxydent et font baisser le pH. Cette acidité favorise la dissolution des métaux. Dès que le pH remonte, ce qui est le cas dans notre environnement

carbonaté, les métaux précipitent. La marque la plus visible de cette précipitation étant la couleur rouge de l'hydroxydes de fer.

Ce phénomène est naturel et fréquent dans la région. il n'est en effet pas rare de trouver des petits ruisseaux dont le fond est tapissé par ces hydroxydes.

Même en amont de la mine Joseph, le ruisseau de Paleyrolle présente ces traces rougeâtres tandis que des suintements sur les affleurement en bordure de la D 133 provoquent des concrétions jaunâtres soufrées. Cette zone correspond à un large banc de roches très riches en pyrite.

Afin de tamponner l'acidité sortant du niveau n° 6, nous avons creusé une tranchée d'environ 50 m de long sur une section de 1 x 0,5 m. Cette tranchée a été remblayée par du granulats calcaire (granulométrie 5-8 cm) puis recouverte de terre arabe. Cette tranchée drainante a pleinement joué son rôle puisqu'à sa résurgence le 13/1/1997, nous avons :

- 0,26 mg/l pour le Zn (qualité 1A)
- 0,018 mg/l pour le Pb (qualité 1A)
- 0,003 mg/l pour le Cd (qualité 1A)
- Conductivité de 540 μ S/cm (qualité 1B)

Les analyses montrent qu'il n'y a pas d'influence directe de la mine sur la minéralisation de l'eau du Paleyrolle :

- Le cycle des teneurs se maintient même après neutralisation du Pi
- C'est la géochimie locale, de par la nature géologique et gîtologique du site qui influence la minéralisation très localisée du ruisseau.

4.2 LE Puits HUGUET, LE Puits PASTRE, LE Puits DE L'ISSART, LA VIEILLE GALERIE, LE Puits n° 0.

Tous ces travaux ont été remblayés par les anciens et nous avons parfait le remblayage de la vieille galerie. Il n'en reste plus aucune trace.



4.3 LE PUITIS n° 1.

Ce puits de 140 m de profondeur a été remblayé en 1990.

En 1995, à notre demande, l'Office National des Forêt a planté plus de 300 pins laricio de Calabre ou de Corse après reprofilage et sous-solage des haldes entourant le puits. Ces pins sont encore petits mais ils ont bien résistés à trois étés. On constate une accélération de la croissance

4.4 LA CANTINE ET LE PUITIS n° 2.

Ce site a été abandonné et remblayé en 1911. Nous avons complété le remblayage de la Cantine. Il n'en reste plus aucune trace.

4.5 LA GRAVOUILLERE AVEC LES PUITIS 3 ET 3bis.

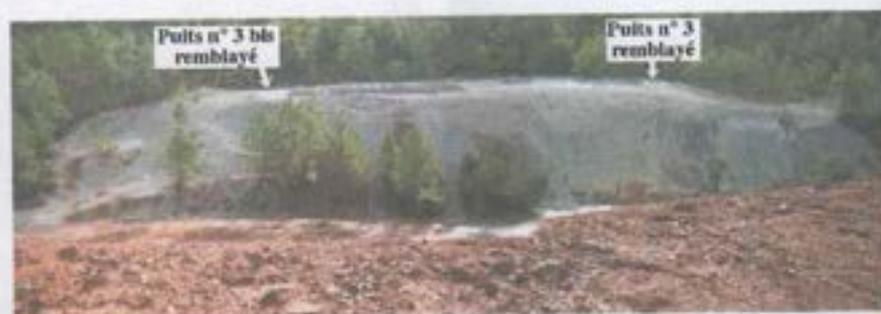
Le puits n° 3 bis avait déjà été remblayé à la fin de l'exploitation.

Le puits n° 3 a été remblayé en 1990 après démolition de la dalle de couverture.

Il ne subsiste rien de ce site et de l'ancien carreau de la mine situé sur une plateforme de stérile.



Puits n° 3 et magasin avant travaux 1990



4.6 LA FERRIERE.

Le site de la Ferrière est très ancien. Il ne subsiste plus que deux galeries qui sont progressivement absorbées par le développement de l'exploitation de la carrière de calcaire RUAS.

4.7 LE PUIS DE LA VIERGE.

Il ne subsiste plus rien de ces travaux très anciens.

4.8 LES BATIMENTS ET EQUIPEMENTS DE SURFACE.

En dehors des garages et des logements figurants à la page 20, toutes ces infrastructures ont été rasées. Seules quelques dalles de fondation subsistent. Elles ne présentent absolument aucun danger, de plus des personnes ayant connus le site en exploitation souhaitent les garder en souvenir du passé.



Les haldes situées entre le laboratoire et la laverie ont été remodelées, sous-solées et plantées (650 pins).

le voisinage jusqu'au hameau de Saint Felix. Enfin, ce dépôt de stériles -où aucune végétation n'a pu s'y développer spontanément- conférerait au site un caractère de désolation assez marqué.

4.9.2 Etudes préliminaires.

- mars 1994: levé topographique de la digue.
- juillet 1994: forage d'un piézomètre sur le plateau de la digue. Ce piézomètre a 26 m de profondeur et a atteint le sol naturel à une profondeur de 23,5 m. Un échantillon de stérile a été prélevé tous les mètres pour analyses.
- campagne d'analyses (voir annexe) pour caractériser le matériau de la digue afin d'orienter le choix du type de végétaux à adopter. Ces analyses confirment bien les teneurs importantes en métaux lourds de même que la salinité (nécessité de choisir des plantes halophiles).

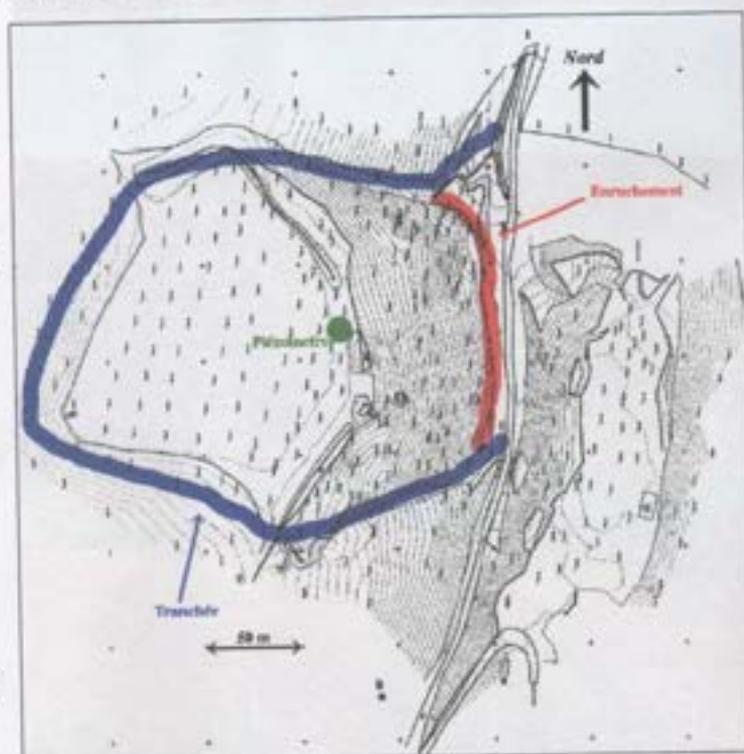
4.9.3 Méthodologie proposée pour l'aménagement de la digue.

(Conf. en annexe le PV de la réunion d'information animée par Mme le Sous-Préfet du Vigan).

Etant donné la présence de métaux lourds dans les matériaux constituant la digue, il était impératif de limiter au maximum la percolation des eaux au travers de celle-ci.

Percolation favorisant la mobilisation des métaux et leur dispersion dans la nature par le ruisseau situé en aval de la digue.

1. Il faut éviter que les eaux de ruissellement des flancs du petit talweg en amont de la digue, n'atteignent celle-ci. Pour ce faire, ces eaux seront collectées par un fossé à construire à l'intersection de la



digue et du terrain naturel. Ces drains seront profilés de manière à évacuer ces eaux vers l'aval de la digue.

2. Il faut éviter la percolation des précipitations atteignant la digue elle-même. Au niveau du plateau, le reprofilage permettra d'éliminer

les eaux vers l'ancienne buse d'évacuation. De plus, l'ensemble de la digue sera recouverte d'une couche de 30 à 50 cm d'épaisseur de terres argileuses relativement peu perméable et des végétaux adaptés seront plantés. L'ensemble sera également ensemencé par des graminées et des légumineuses. Cette végétalisation, une fois développée, captera les eaux de précipitation et en limitera très fortement la percolation.

4.9.4 Première phase des travaux (début 1995)

- Débroussaillage d'une parcelle appartenant à Union Minière pour exploiter la terre argileuse devant recouvrir la digue;
- Création de la tranchée drainante autour de la digue (580 m de long);
- Mise en place de 150 tonnes de blocs pour l'enrochement devant bloquer le pied Est de la digue;
- Création d'un voie à l'Ouest de la digue pour dévier la circulation des véhicules qui empruntaient le site;
- Reprofilage du plateau de la digue, amenée de 15 000 m³ de terre et leur épandage sur toute la digue (épaisseur de 30 à 50 cm).
- Plantation d'arbres de haut jet, d'arbres de cépées et d'arbustes sur 60 ares en partie plane et 40 ares sur le talus. La densité de plantation est de 2 500 plants/ha.
- Ensemencement général de la digue (graminées



Ensemencement



légumineuses et divers vivaces)

- A la demande du "Club Cévenol d'aéromodélisme", nous avons aménagé sur la digue une piste pour les avions et adapté les plantations pour ne pas gêner leurs évolutions.

4.9.5. Deuxième phase des travaux (1996).

Après un été exceptionnellement sec nous avons subi un hiver 95-96 exceptionnellement pluvieux et caractérisés par de nombreux orages d'une rare violence (signalons pour mémoire l'orage du 4 octobre avec 400 mm de pluie en 6 heures).

Ces conditions climatiques particulièrement défavorables ont pénalisé la bonne implantation de la végétation avant les périodes orageuses de l'automne. D'importants ravinements sont ainsi apparus.

Les dégâts ne concernaient que les flancs de la digue. La partie supérieure, plane, a été bien profilée et a bien joué son rôle en drainant les eaux de précipitation vers la buse d'évacuation. Les fossés creusés sur le pourtour ont également bien rempli leur fonction de dévier les eaux de ruissellement.



Nous avons dû étudier différentes possibilités pour mieux adapter l'aménagement du site au climat local caractérisé par des orages violents et des périodes de sécheresse prolongées. Le dispositif sélectionné pour combattre l'érosion avant végétalisation suffisante est la pose d'un tapis

biodégradable constitué de 10 couches de fibres de bois, chacune préensemencée. L'ensemble est protégé par un filet de jute et fixé sur le sol au moyen de deux agrafes en U par m² au moins. Outre la protection des graines, ce biojute stocke l'eau (80 l/m²) et constitue un paillage organique protégeant la terre et fournissant, à terme une couche d'humus. Les semences ont été choisies en raison de leur adaptabilité au sol minier, de leur vitesse de croissance élevée et de leur inflammabilité réduite en saison sèche.

Au courant de cette dernière phase des travaux, nous avons réalisé:

- l'apport et la mise en place de 7 000 m³ de terre pour combler les ravines.
- la mise en place de 16.850 m² de biojute préensemencé sur tous les flancs de la digue.
- plantation du restant de la digue toujours à une densité de 2 500 plants à l'ha. Au droit des ravines nous avons choisi des cèdres de l'Atlas à racines pivotantes
- le fascinage et la plantation d'aulnes de Corse de trois zones présentant un risque de ravinement.
- l'installation d'un compteur d'eau en pied de digue pour parer à tout risque en cas de sécheresse estival. Grâce à un été relativement pluvieux ce compteur n'a jamais été utilisé.

Biojute en cours de pose



Démarrage de l'engazonnement du biojute

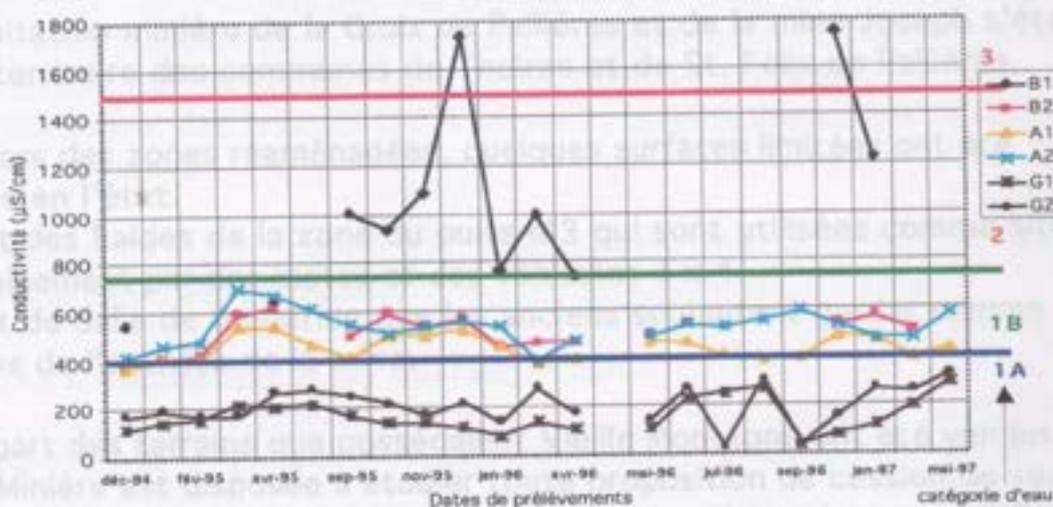


Une deuxième réunion animée par Mr. le Sous-Préfet du Vigan a fait le point de la situation le 11 juin 1996.

En dehors de ces travaux de réaménagement, nous avons suivi le niveau de l'eau dans le piézomètre. Avant les travaux, le niveau était à 5 m au dessus du socle en fin de saison sèche. Le niveau est ensuite progressivement descendu à +/- 15 cm après la fin des travaux et même en période d'orage. La couverture argileuse et le démarrage de la végétation semblent bien jouer le rôle de confinement attendu.

Nous avons également effectué un suivi régulier de la qualité des eaux du ruisseau Aiguesmortes de décembre 1994 à mai 1997. Les prélèvements d'échantillons d'eau et les analyses ont été effectués par le laboratoire

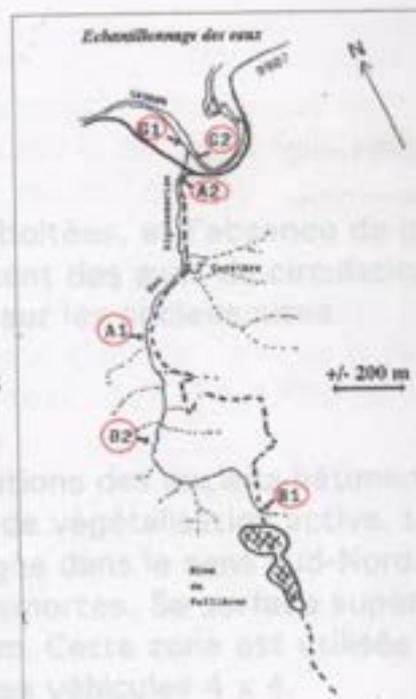
Evolution de la conductivité



agréé Europe Sols.

Pour illustrer l'interprétation de ces analyses, nous présentons ci-dessus le graphique de l'évolution de la conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ en fonction du temps pour chaque point d'échantillonnage. Les autres graphiques pour le zinc, le plomb et le cadmium sont reportés en annexe. Il en est de même pour les résultats bruts et les normes définissant les critères d'appréciation de la qualité générale de l'eau appliqués par l'Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Le graphique montre qu'il y a peu d'évolution de la qualité de l'eau en fonction des saisons. Nous noterons que le Gardon peut être classé



ANNEXE 1
Normes appliquées par l'Agence
Financière de Bassin Rhône-
Méditerranée-Corse.

La règle qui préside à l'évaluation de la qualité d'une eau est la suivante : pour chaque point, on admet que la classe est obtenue par le ou les paramètres les plus défavorables et cette classe est celle qui, d'après les valeurs est atteinte par au moins 10 % des plus mauvaises mesures de ce paramètre.

Les publications donnent ainsi la répartition des points par classe de qualité et permettent d'en suivre l'évolution non plus par paramètre mais de manière plus ou moins agrégée : pour les paramètres "classiques", pour les micropolluants, tous paramètres confondus.

DEFINITIONS

Classe 1 A

Elle caractérise les eaux exemptes de pollution.

Classe 1 B

D'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

Classe 2

La qualité est passable : suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

Classe 3

La qualité est médiocre : juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures par exemple.

Hors classe

Eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptées à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

T A B L E A U 3

CRITERES D'APPRECIATION DE LA QUALITE GENERALE DE L'EAU

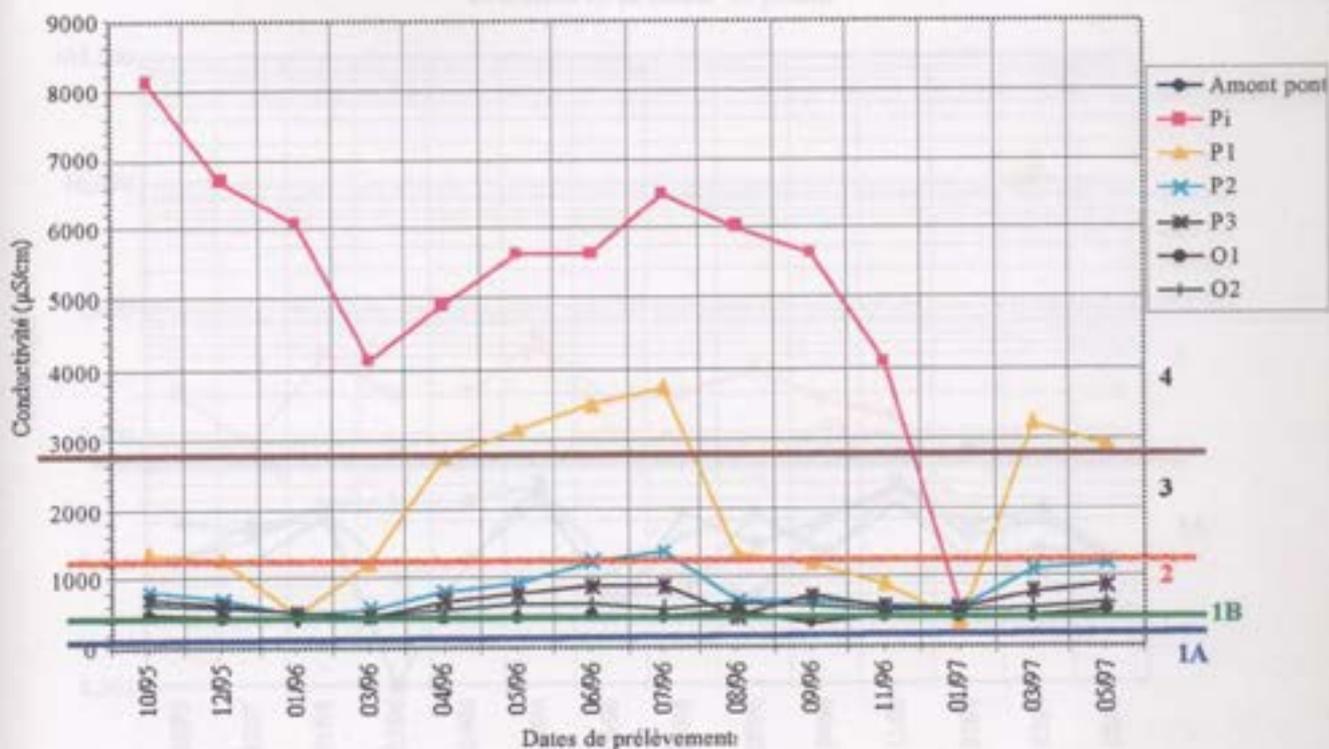
Paramètres	Classe	1A	1B	2	3	4 ou HC
Température °C		< 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30	> 30
PH		6,5 à 8,5				< 5,5 ou > 9,5
DBO ₅	mg/l	3	3 à 5	5 à 10	5,5 à 9,5	> 25
DCO	mg/l	20	20 à 25	25 à 40	40 à 80	> 80
Oxydabilité	mg/l	3	3 à 5	5 à 8	> 8	
O ₂ dissous	mg/l	7	5 à 7	3 à 5	< 3	
Taux de saturation %		90	70 à 90	50 à 70	< 50	
Mat. en suspension	mg/l	30				30 à 70
TH ₄	mg/l	0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8	> 8
NO ₃	mg/l	44		44	44 à 100	> 100
SE C.	mg/l	0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1	
Composés phénoliques	mg/l	0,001		0,001 à 0,05	0,05 à 0,5	> 0,5
Fluor	mg/l	1,5	> 1,5			
Fer	mg/l	0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	> 1,5	
Manganèse	mg/l	0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,5	> 0,5	
Arsenic	mg/l	0,05		0,05 à 0,1	> 0,1	
Cadmium	mg/l	0,005			> 0,005	
Chrome total	mg/l	0,05			> 0,05	
Cuivre	mg/l	0,01		> 0,01		
Mercur	mg/l	0,001			> 0,001	
Plomb	mg/l	0,05			> 0,05	
Selenium	mg/l	0,01			> 0,01	
Zinc	mg/l	0,3	0,3 à 1	> 1		
Cyanure	mg/l	0,05			> 0,05	
Classe de salinité		S0	S1	S2	S3	S4
Conductivité à 20° C	S 5/cm	0 à 400	400 à 750	750 à 1500	1500 à 3000	> 3000
Durété	°F	< 15	15 à 30	30 à 50	50 à 100	> 100
CF	mg/l	< 100	100 à 200	200 à 400	400 à 1000	> 1000

[Source : Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse]

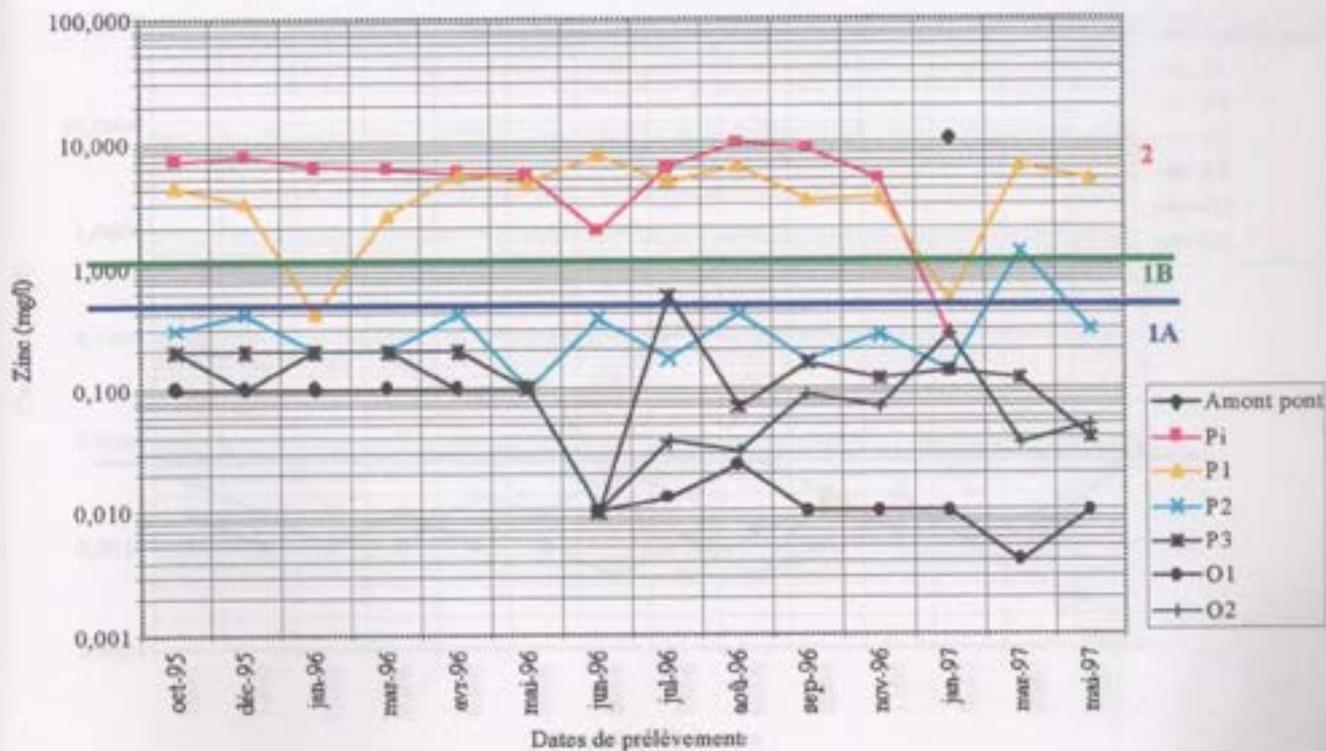
ANNEXE 2
Analyses chimiques des eaux de
Palayrolle

Analyses chimiques effectuées sur les eaux du ruisseau Palleyrolle

Evolution de la conductivité

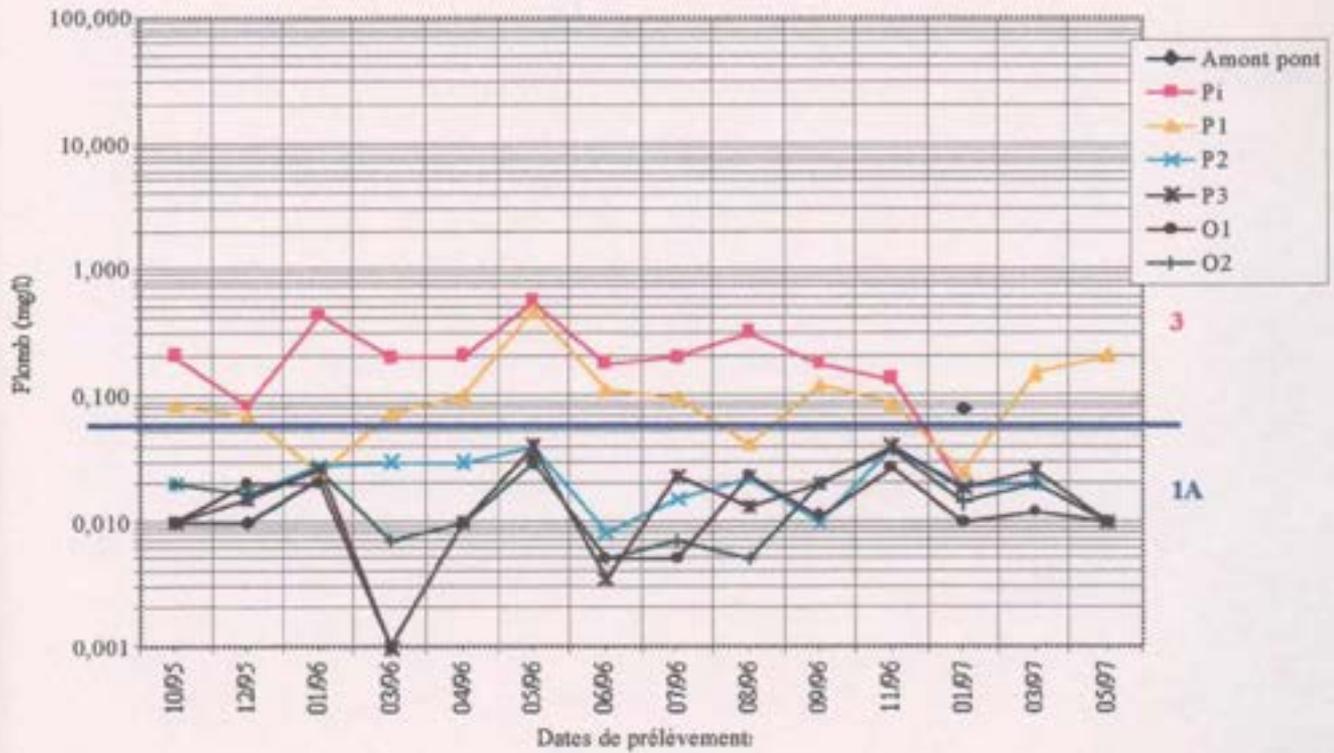


Evolution de la teneur en Zinc

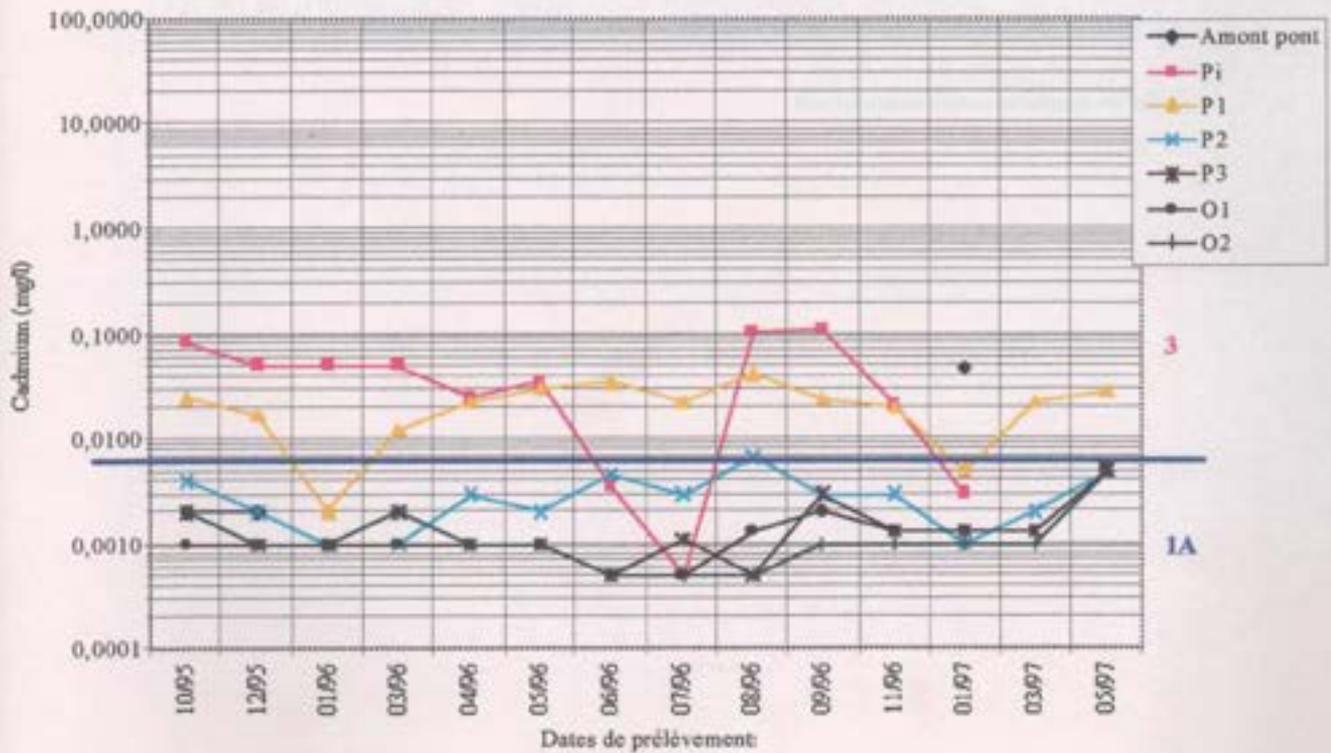


Analyses chimiques effectuées sur les eaux du ruisseau Palleyrolle

Evolution de la teneur en plomb



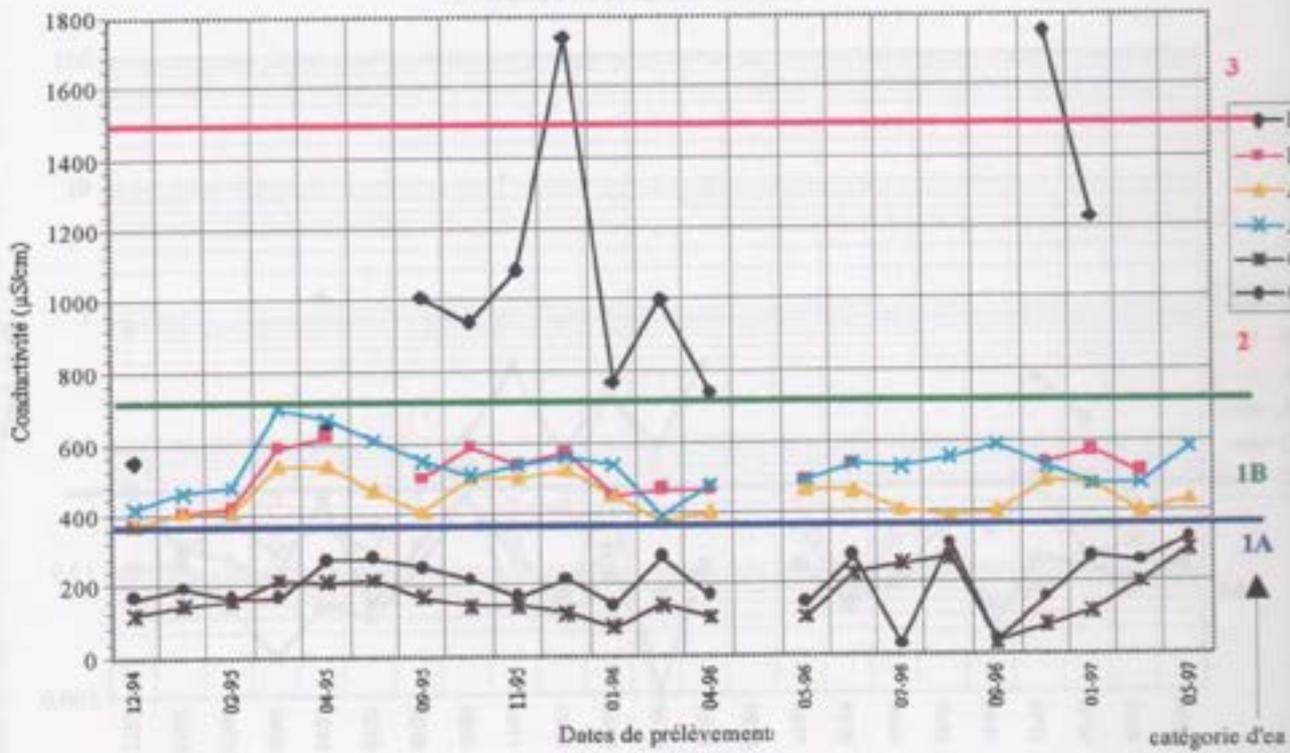
Evolution de la teneur en cadmium



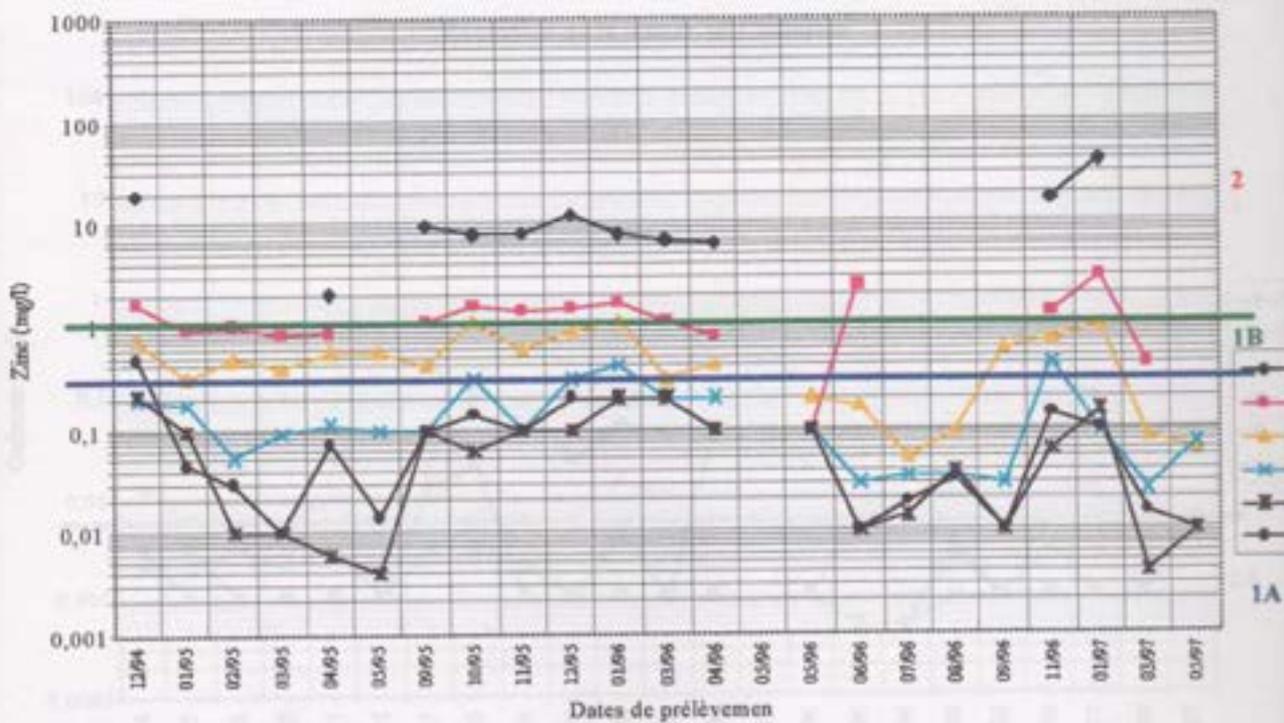
ANNEXE 3
Analyses chimiques des eaux de
Aiguesmortes

Analyses chimiques effectuées sur les eaux du ruisseau Aygesmortes

Evolution de la conductivité

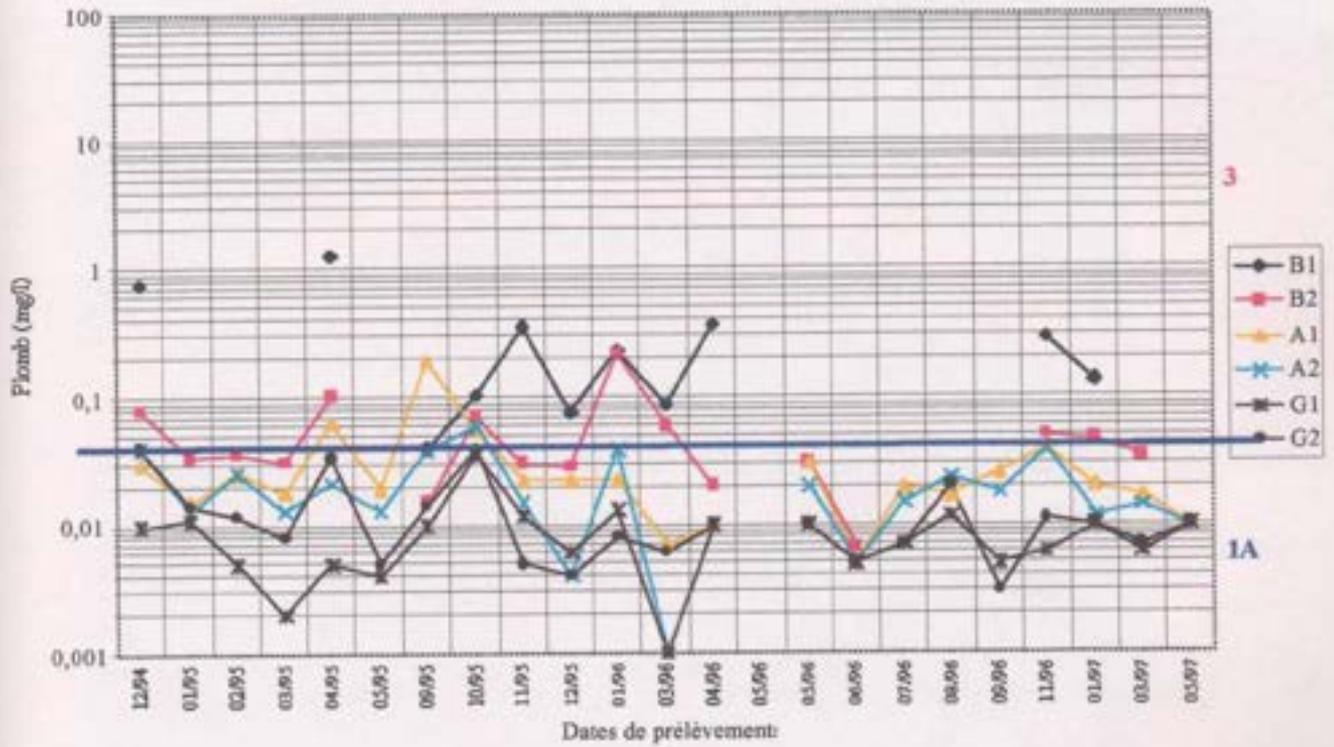


Evolution de la teneur en zinc

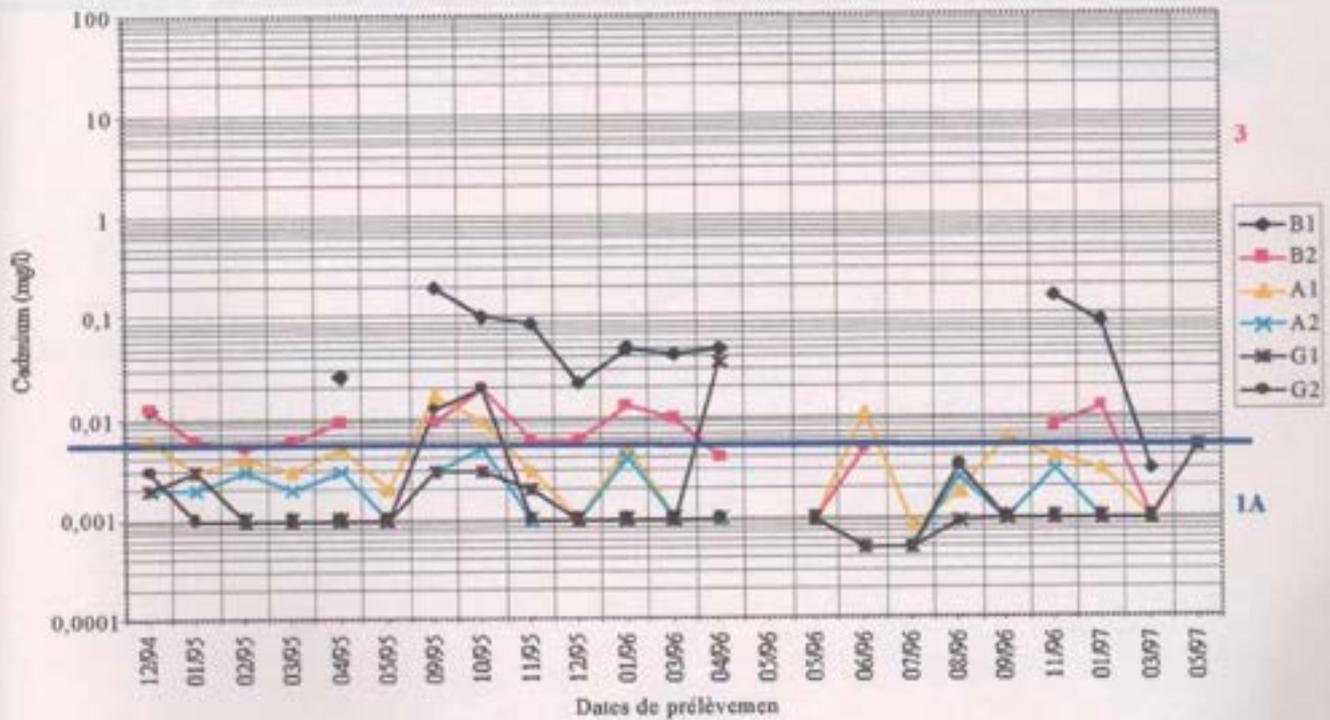


Analyses chimiques effectuées sur les eaux du ruisseau Aygesmortes

Evolution de la teneur en Plomb



Evolution de la teneur en Cadmium



ANNEXE 4
Analyses chimiques des stériles de la
digue.

DIGUE DES FRUITS DE MALDEN

Page 4

ANALYSE CHIMIQUE
ETAT DE LA Digue

EUROPE
SOLS





DIGUE DE St FELIX DE PALLIERES

Rapports:

- VISITE PRELIMINAIRE
- ETUDE PRELIMINAIRE



EUROPE SOLS



Céline LEFEVRE
Bernard GUIGOU
Frédéric MERELLE

La performance par l'analyse.

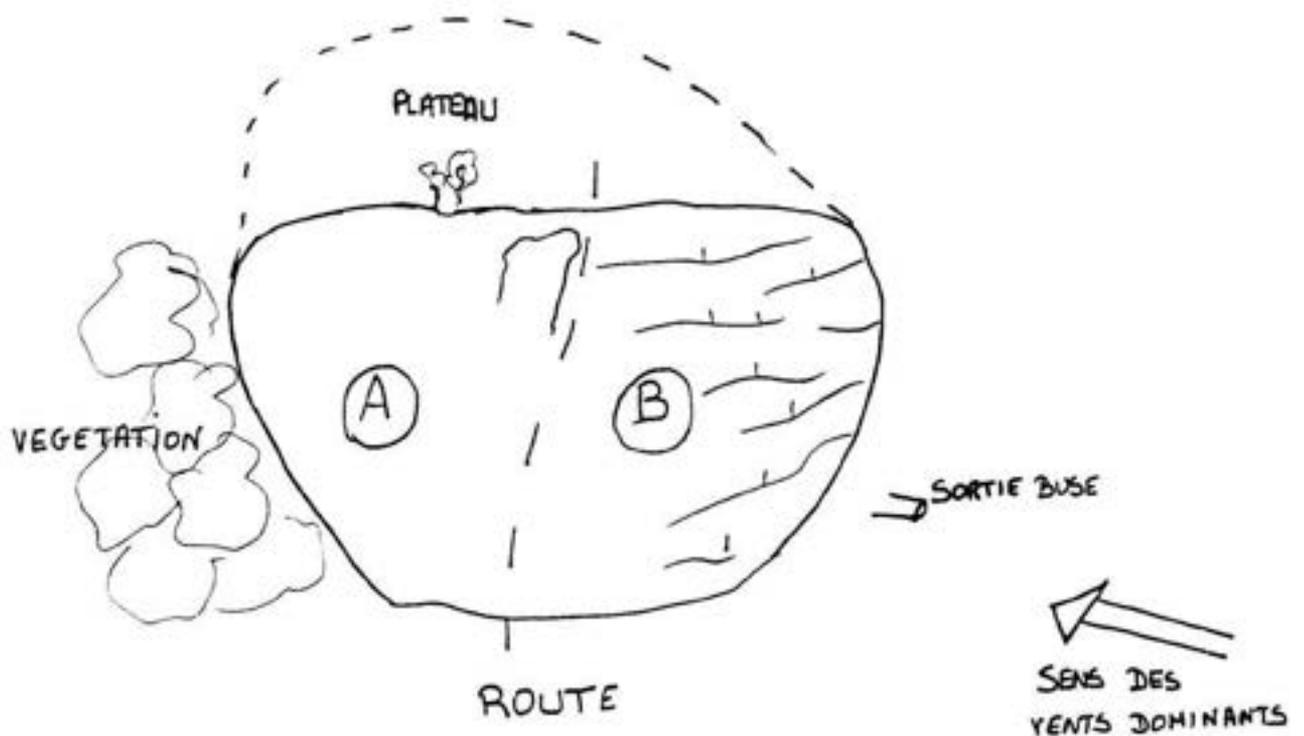
VISITE PRELIMINAIRE

Elle a été réalisée le 12 Juillet 1994. Toutes les zones du plan ci-joint sont visitées.

2) DESCRIPTION DU SITE

La zone 1: c'est une sortie du puit.
Le sol est tassé et on a une forte pente qui descend sur la route. C'est un terrain propice aux véhicules tout terrain. De plus, on observe des passages de ce type de véhicule. On remarque aussi des prélèvements de graviers au pied de cette butte. Au niveau du sol, le plateau semble homogène. Cette partie est bien dégagée de la végétation, le ruissellement lors de la pluie doit y être important.

La zone 2: c'est la digue.
Au niveau du plateau, le sol paraît homogène.
Mais on observe en de nombreux endroits, une croûte blanche.
Au niveau de la pente, l'érosion est importante.
On peut distinguer alors deux parties décrites sur le schéma suivant.



VUE FACE A LA DIGUE

La partie A présente une importante accumulation de particules fines prises. Ceci est dû à l'érosion éolienne des vents dominants.
La partie B montre une érosion hydraulique d'où une mise à fleur des couches sableuses de la digue.
L'eau a formé de profondes marques de ruissellement.
Le sol de cette partie est la même que celui qui est extrait par le forage.
Sur cette pente, on observe aussi des traces de passage de véhicules.

La zone 3: c'est une ancienne zone d'habitation et l'endroit de la laverie. Celles-ci ont été détruites.
Cette zone présente des stériles.

La zone 4: C'est une sortie de puit et une ancienne zone d'habitation. Cette partie est semblable à la zone 1. On remarque des prélèvements de graviers; ceux-ci sont faits par la municipalité.

La zone 5: C'est une partie mise à découvert par l'exploitateur forestière. Est-ce des stériles ou des graviers de la route?

2) HYPOTHESES DE PRELEVEMENT

La zone 1: un échantillon doit être réalisé afin d'estimer les risques lors de ruissellement.
De plus si les personnes continuent à prélever du gavier et les véhicules tout terrain à passer, il faut regarder à la stabilité de cet endroit.

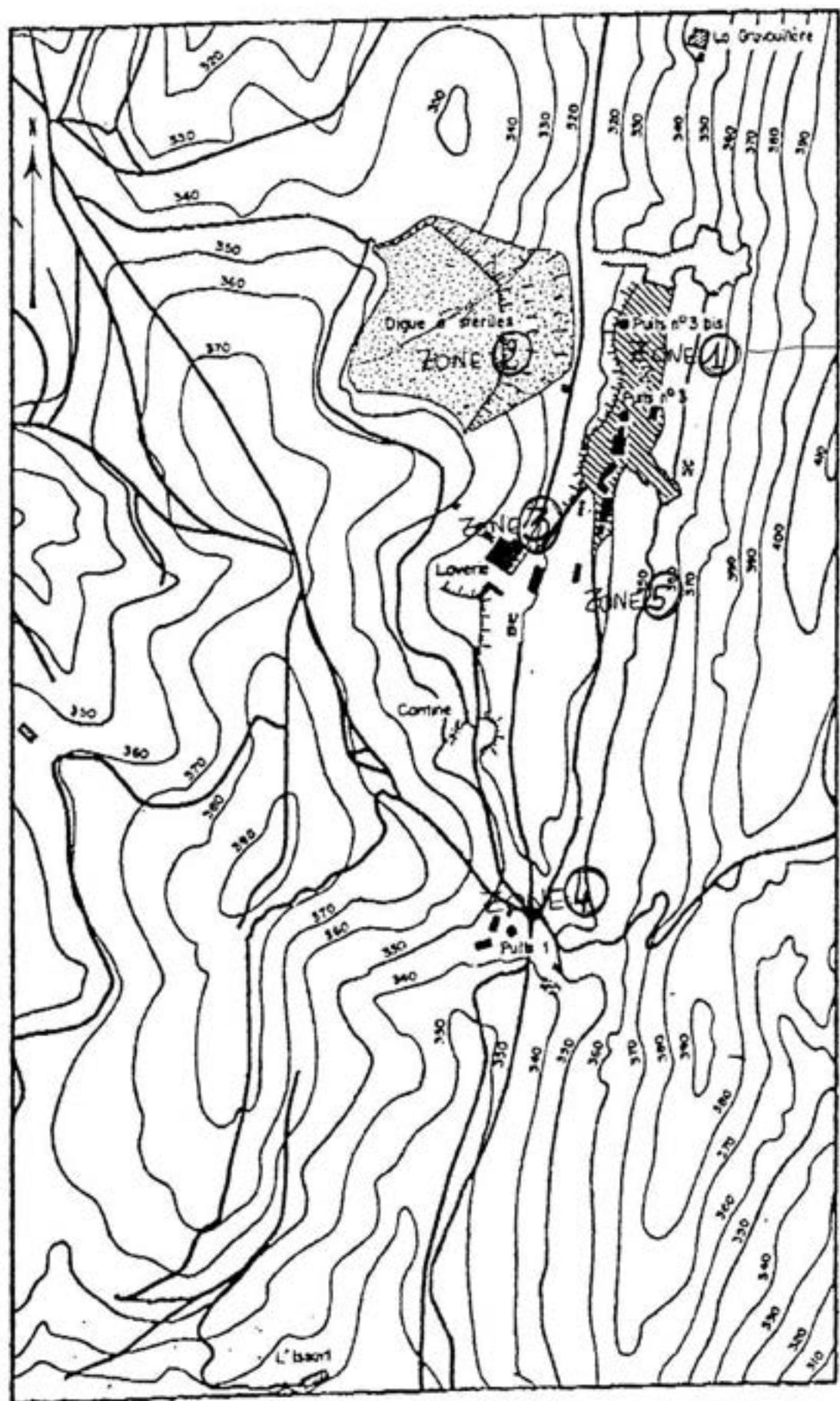
La zone 2: un forage est réalisé pour regarder l'homogénéité selon le plan z.
Un prélèvement des particules fines de la partie A de la pente est à effectuer.
Un échantillonnage du plateau est à faire à deux profondeurs.
L'analyse de la croûte blanche est à réaliser.

La zone 3 et 4 sont considérées homogènes à la zone 1.

La zone 5 est à analyser pour déterminer son origine.

Un prélèvement pour observer le bruit de fond géologique doit être réalisé dans la végétation, en amont de la digue.

PLAN DU SITE



Carte n° 7 4 10/11

- | | | |
|------------|------------------|-------------------------|
| ● Puits | ⊗ Bâtiment ruiné | ▨ Stériles de laverie |
| ■ Bâtiment | ▩ Bâtiment rose | ▨ Haldes d'exploitation |

ETUDE PRELIMINAIRE

PLAN

I) LES PRELEVEMENTS

II) LES ANALYSES REALISEES

III) LES RESULTATS ANALYTIQUES

3.1 L'interprétation des teneurs

3.1.1 La granulométrie et les paramètres physico-chimiques
simples

3.1.2 Les bases solubles / les bases totales

3.1.3 Les éléments traces

3.1.3.1 Leur répartition dans le digue

3.1.3.2 L'importance du problème

3.1.3.3 Le comportement des éléments traces

a) conditions d'environnement

b) dissolution et mobilisation

c) adsorption et absorption

e) interaction

f) microorganismes

3.2 L'homogénéité spatiale

IV) QUELS SONT LES RISQUES?

V) CONCLUSIONS PARTIELLES

5.1 Contaminations détectées

5.1.1 En terme de stock réel

5.1.2 En terme de biodisponibilité sur végétaux

5.1.3 En terme de pertes par lessivage

5.2 Propositions

- 5.2.1 Réductions des phénomènes de lessivage
- 5.2.2 Etudes complémentaires sur les impacts liés
à la pluviométrie
- 5.2.3 Revégétalisation

La procédure d'investigation et d'échantillonnage ayant pour but la caractérisation d'une zone contaminée, comporte une étude préliminaire. Celle-ci reprend les hypothèses formulées en visite préliminaire, confirme ou infirme ces hypothèses et prépare la campagne principale d'investigation et d'échantillonnage.

1) LES PRELEVEMENTS

Suite à la visite préliminaire, différents prélèvements sont réalisés. Les zones citées correspondent à celles de la carte de la visite préliminaire.

- * un forage au niveau de la crête de la dige (zone 2) est réalisé le 18 Juillet 1994. Un prélèvement est effectué tous les mètres; de 2 à 26 mètres de profondeur.
- * un prélèvement à 1 mètre dans la crête est effectué à la tarière le 28 Juillet.
- * un prélèvement de la croûte blanche est fait sur le plateau de la zone 2, le 15 Juillet.
- * des prélèvements sur le plateau de la zone 2 sont réalisés à la tarière, le 15 Juillet; un à 0-50 cm, l'autre à 60-80 cm de profondeur.
- * un prélèvement du sable gris de la partie A de la pente de la dige est fait à la tarière à 0-40 cm de profondeur, le 15 Juillet.
- * un prélèvement sur la zone 1 est réalisé à la tarière, à 1 mètre de profondeur, le 15 Juillet. C'est la sortie puit.
- * un prélèvement sur la zone 5 est fait à la tarière, à 0-60 cm de profondeur, le 15 Juillet. C'est la route.
- * le bruit de fond géologique est pris près du GR dans une végétation de thym et d'arbusiers, à 0-60 cm de profondeur, le 15 Juillet.

II) LES ANALYSES REALISEES

Sur tous les échantillons (33), ont été réalisés:

- * une détermination de la granulométrie et de paramètres physico-chimiques simples: pH, conductivité, carbone organique, bases échangeables, CEC, phosphore, calcaires total et actif, bore, cuivre acétique, manganèse échangeable. Norme NFU X31-n
- * une détermination des oligo-éléments: cuivre zinc, fer, manganèse, biodisponibles. Norme AFNOR X31-121
- * un extrait à l'eau au 1/5
- * une détermination des éléments traces totaux suivants: Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd, Se, Hg, Fe, Mn. Norme NFU 044-41

III) LES RESULTATS ANALYTIQUES

Les tableaux 1 à 7 présentent les différents résultats.
Les graphiques 1 à 7 montrent le profil de certains éléments au niveau du forage dans la digue.

3.1 L'interprétation des teneurs

3.1.1 La granulométrie et les paramètres

physico-chimiques simples. Normes NFU X31-r
La texture: au niveau du tableau 1,

S signifie une texture grossière sableuse

SS est une texture très grossière de sable.

Le profil est homogène, il présente une texture très stable à toutes les profondeurs.

La matière organique ici n'est pas du carbone organique mais du carbone minéral (charbon). Il y en a en quantité assez importante dans le profil mais il ne présente pas de valeur agronomique. (graphique 1)

Le calcaire total qui représente en fait la quantité de carbonates totaux du sol, est très bien représenté dans la digue et sa répartition est homogène. (graphique 2)

Le calcaire actif correspondant aux particules calcaires les plus fines est en quantité importante dans le profil. Ceci est plutôt un atout sur ce site car une teneur importante en calcaire actif peut amener ces phénomènes de blocages sur certains éléments. (c'est à dire des risques moindre de lessivage) (graphique 3)

Le pH eau est supérieur à 7 tout au long du profil. Le sol est basique, calcaire.

La résistivité exprime la quantité de sels minéraux dissout dans une solution terre-eau. Au niveau du profil, la résistivité est trop faible. La salinité est donc trop élevée et phytotoxique.

La capacité d'échange cationique ou CEC présente des valeurs faibles tout au long du profil.

Les bases échangeables

Le potassium est en faible quantité dans la digue.

Le magnésium présente des teneurs très élevées.

Le sodium est en quantité élevée à très élevée.

Le calcium est en forte proportion car on est souvent à saturation.

Le bore est extrait à l'eau chaude additionnée d'un sel léger. Au niveau du profil, les teneurs sont faibles à normales. (graphique 4)

Le chlore analysé dans l'extrait à l'eau, est en quantité très élevée dans la digue. (cf. résistivité) (graphique 21)

Toutes ces interprétations s'appliquent aussi aux prélèvements autres que le forage car tous les échantillons sont très semblables analytiquement.

La procédure d'investigation et d'échantillonnage ayant pour but la caractérisation d'une zone contaminée, comporte une étude préliminaire. Celle-ci reprend les hypothèses formulées en visite préliminaire, confirme ou infirme ces hypothèses et prépare la campagne principale d'investigation et d'échantillonnage.

I) LES PRELEVEMENTS

Suite à la visite préliminaire, différents prélèvements sont réalisés. Les zones citées correspondent à celles de la carte de la visite préliminaire.

- * un forage au niveau de la crête de la dige (zone 2) est réalisé le 18 Juillet 1994. Un prélèvement est effectué tous les mètres: de 2 à 26 mètres de profondeur.
- * un prélèvement à 1 mètre dans la crête est effectué à la tarière le 28 Juillet.
- * un prélèvement de la croûte blanche est fait sur le plateau de la zone 2, le 15 Juillet.
- * des prélèvements sur le plateau de la zone 2 sont réalisés à la tarière, le 15 Juillet; un à 0-50 cm, l'autre à 60-80 cm de profondeur.
- * un prélèvement du sable gris de la partie A de la pente de la digue est fait à la tarière à 0-40 cm de profondeur, le 15 Juillet.
- * un prélèvement sur la zone 1 est réalisé à la tarière, à 1 mètre de profondeur, le 15 Juillet. C'est la sortie puit.
- * un prélèvement sur la zone 5 est fait à la tarière, à 0-60 cm de profondeur, le 15 Juillet. C'est la route.
- * le bruit de fond géologique est pris près du GR dans une végétation de thym et d'arbusiers, à 0-60 cm de profondeur, le 15 Juillet.

II) LES ANALYSES REALISEES

Sur tous les échantillons (33), ont été réalisés:

- * une détermination de la granulométrie et de paramètres physico-chimiques simples: pH, conductivité, carbone organique, bases échangeables, CEC, phosphore, calcaires total et actif, bore, cuivre acétique, manganèse échangeable. Norme NFU X31-n
- * une détermination des oligo-éléments: cuivre zinc, fer, manganèse, biodisponibles. Norme AFNOR X31-121
- * un extrait à l'eau au 1/5
- * une détermination des éléments traces totaux suivants: Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd, Se, Hg, Fe, Mn. Norme NFU 044-41

16/1/94 51.55.00

La méthode NFU 044-41

IV) QUELS SONT LES RISQUES?

Les risques les plus graves viennent des éléments traces. D. comportement des éléments traces nous déduisons que dans la mesure où la butte reste basique et réductrice, il y a peu de risques de mobilité. Ceci dans la mesure où l'eau extérieure à la butte est maîtrisée ainsi que les entraînements par ravinement.

Le risque viendra de la dissolution et l'entraînement des éléments par l'eau qui traversera la butte. Il convient de mieux apprécier ce problème.

V) CONCLUSIONS PARTIELLES

Conclusion de la campagne de prélèvements et d'analyses en accord avec les objectifs définis par la norme ISO 10381-5 et le "projet d'investigation de la digue de St Félix de Pallières" du 28 Juillet 94.

5.1 Contaminations détectées

5.1.1 En terme de stock réel (analyse des éléments totaux)

- * Pb, Zn, Cd sont à des niveaux très élevés et supérieurs à la norme AFNOR 44-041 qui fixe les teneurs admissibles pour épandage agricole.
- * Tests en cours sur quelques échantillons et portant sur les éléments: As, Co, Al, Sb, V (particulièrement contaminants).

5.1.2 En terme de biodisponibilité sur végétaux (analyse des éléments échangeables)

- * Cl, S, Zn sont à des niveaux très élevés et vraisemblablement phytotoxiques.
- * Analyses en cours sur quelques échantillons et portant sur Pb, Zn, Cd.

5.1.3 En terme de pertes par lessivage (analyse des éléments lessivables)

- * Cl, Na dans une moindre mesure sont à des niveaux très élevés, entraînant une salinité intense pouvant poser problème au développement normal du végétaux.
- * Des analyses sur lixiviat devront être réalisées, permettant de mieux préciser les risques de lessivage Pb, Zn, Cd, en liaison avec un matériau fortement basique (présence de calcaire actif).

5.2 Propositions

5.2.1 Réductions des phénomènes de lessivage

- * stabiliser la digue
- * éviter toute arrivée d'eau extérieure à l'aire de la digue
- * favoriser la circulation de l'eau sur la digue (évacuation rapide, pas de stagnation)
- * éviter les phénomènes d'érosion (interdiction à toute circulation)

5.2.2 Etudes complémentaires sur les impacts liés à la pluviométrie

- * vérifier en aval, selon différentes pluviométries, l'impact dans l'eau du ruisseau et dans le Gardon.
- * vérifier dans les sédiments du ruisseau et du Gardon les impacts passés.

5.2.3 Revégétalisation

- * recouvrir la digue d'un sol calcaire plutôt qu'acide ou neutre
- * les quantités d'éléments traces présentes et leur biodisponibilité sont importantes et toxiques pour beaucoup de végétaux. Les salinités (chlore essentiellement) sont également très importantes. L'épaisseur de terre rapportée devra donc suffire à l'environnement et au développement des racines des plantations. Plusieurs essais seront à conduire.
- * suivi par des analyses de terre, eau et feuilles, l'essai de plantation de l'ONF.
- * proposer selon le cas une zone de décantation à entretenir en sortie de la buse de la digue. Si l'eau s'est acidifiée, il sera nécessaire de l'alcaliniser rapidement en la faisant circuler dans une zone basique.
- * la zone 1 également contaminée serait aussi à revégétaliser.

RESULTATS

TABLE DES TABLEAUX

Page 1 à 5: résultats du forage

Page 6 à 8: résultats des autres prélèvements

200 à 1m 50-200

20-50
2-20g 0-2%10/10
✓

PROFONDEUR en mètre	TEXTURE	SABLES GROSSIERS g/kg	SABLES FINS g/kg	SABLES TRES FINS g/kg	LIMON g/kg	ARGILE g/kg	CARBONE ORGANIQUE g/kg	CALCAIRE TOTAL g/kg	CALCAIRE ACTIF g/kg	pH EAU	RESISTIVITE OHm.cm
1	S	59	255	349	214	80	25	758	19	7.8	5949
2	S	79	286	308	200	82	25.6	786	14	7.6	883
3	SS	204	296	249	147	60	25	879	26	7.6	807
4	SS	351	221	197	128	63	23.2	887	26	7.7	712
5	S	232	227	240	170	86	26.2	877	25	7.6	852
6	SS	304	248	200	132	70	24.7	874	25	7.5	530
7	S	122	281	281	176	78	35.4	856	25	7.5	584
8	S	67	270	297	211	92	36.6	829	28	7.6	619
9	S	49	238	315	235	92	41.8	817	21	7.4	743
10	S	47	245	317	225	91	43.6	814	27	7.6	877
11	S	39	286	267	224	105	45.9	826	28	7.6	834
12	S	291	303	136	145	80	26.1	736	22	7.4	618
13	SS	286	570	28	43	44	16.3	816	6	7.5	532
14	SS	162	603	82	59	60	18.6	833	19	7.6	866
15	SS	178	548	133	46	58	21.5	838	20	7.8	579
16	S	150	332	182	172	106	33.1	750	21	7.7	1003
17	S	125	426	170	144	81	31.4	714	16	7.7	749
18	S	101	384	223	149	89	31.4	700	20	7.5	783
19	S	122	389	194	153	88	30.8	706	19	7.6	653
20	S	85	394	210	168	86	32.5	690	20	7.6	874
21	S	79	352	223	184	92	40.7	693	22	7.7	660
22	SS	41	289	251	243	116	34.9	665	23	7.9	702
23	SS	41	210	239	293	197	11.6	639	20	7.7	825
24	S	174	327	186	172	130	6.4	845	19	8.1	1773
25	S	352	248	147	134	108	6.4	808	14	8.2	1123
26	S	377	230	144	133	107	5.8	828	21	8.3	3571

de 15 septembre 1994

SOLAIGRE
Laboratoire National
1105, Avenue de Mende-France
30001 NIMES

PROFONDEUR en mètre	PHOSPHORE JOREY HEBERT mg/kg	PHOSPHORE TRUOC mg/kg	MANGANESE ECHANGEABLE mg/kg	CUIVRE ACETIQUE mg/kg	ANHYDRIDE SULFURIQUE mg/kg	BORE mg/kg	CUIVRE mg/kg	OTPA		
								ZINC mg/kg	FER mg/kg	MANGANESE mg/kg
1	27	40	23.2	10.48		0.62	9.70	302	16	7.4
2	4	25	23.3	13.02	1975	0.29	17.90	682	24	5.7
3	3	21	16.6	9.56	1644	0.29	11.1	466	36	4.5
4	3	22	13.4	7.18	1957	0.47	8.50	418	66	3.9
5	3	25	14.9	7.58	2334	0.34	9.30	522	30	3.9
6	3	28	15.7	7.86	2700	0.34	9.10	516	43	4.9
7	2	27	18.7	10.05	2957	0.28	12.50	628	25	5.4
8	2	23	29	16.30	2470	0.35	13.70	602	8	4.2
9	4	27	22.3	13.33	3086	0.44	7.90	684	7	2.7
10	9	34	29	21.61	2832	0.34	12.20	636	7	3.5
11	9	29	23.4	40.67	1975	0.53	26.60	648	10	1.8
12	9	30	10.6	14.88	3064	0.30	12.20	670	4	1.7
13	9	27	8.9	8.21	2509	0.27	9.30	314	51	2.1
14	10	27	11.4	9.67	2777	0.32	10.60	412	61	2.9
15	9	24	15.1	9.02	1717	0.29	9.70	542	72	4.3
16	17	35	22.3	24.32	2489	0.33	26.60	524	16	4.8
17	4	26	24.7	26.92	1607	0.32	28.30	514	32	6.6
18	3	22	21.3	23.07	2529	0.29	22.40	524	20	7.3
19	3	29	22.6	23.81	2315	0.29	19.90	480	12	5.3
20	3	26	26.9	24.44	2031	0.31	19	496	11	6.5
21	11	29	31	33.66	1791	0.32	28.10	492	20	5.5
22	11	31	45.6	50.36	2125	0.32	30.90	464	11	5.3
23	12	32	101.1	49.56	1938	0.34	39.80	526	10	23.6
24	9	29	77.9	14.16	1298	0.33	17.90	294	98	19
25	8	27	54.9	4.68	819	0.28	5.50	116	45	14.1
26	6	29	51.8	4.11	748	0.31	4.40	108	42	14.7

le 15 septembre 1994

SOLMIGIE
Laboratoire Régional
1105, Avenue de l'Industrie-France
30001 NIMES

PROFONDEUR en mètre	CHROME mg/kg	PLOMB mg/kg	CUIVRE mg/kg	ZINC mg/kg	NICKEL mg/kg	CADMIUM mg/kg	SELENIUM mg/kg	MERCURE mg/kg
1								
2	10.3	1524	44	10260	18.9	54.3	0.007	0.98
3	8.8	2928	35	8860	18	45.1	0.008	1.15
4	7.8	2584	25	8540	24.7	45	0.010	1.32
5	7.4	2856	25	7100	15.84	36.8	0.008	1.12
6	10.6	2272	28	5880	17.7	30.4	0.008	1.22
7	6.7	2244	39	7000	18.5	34.6	0.090	1.17
8	9.8	2040	64	8600	19.2	41.8	0.095	1.12
9	9.4	3580	85	11020	25.7	70.8	0.099	1.38
10	9.3	4328	101	10100	24.7	55.6	0.105	1.51
11	8.6	2180	148	10040	25.6	54.3	0.100	1.48
12	6.6	3244	82	8240	16.3	45.5	0.098	1.36
13	5.0	1660	71	6380	17.7	31.5	0.091	1.22
14	5.9	1790	61	5840	23.3	28.5	0.091	1.35
15	5.8	1574	42	8160	15	41	0.005	1.47
16	7.0	2056	105	8100	21	46	0.009	1.41
17	7.4	3412	153	9560	38.7	50.5	0.081	1.37
18	6.2	2280	139	8660	48.4	41.8	0.075	1.22
19	5.4	2116	127	8840	26.1	43	0.095	1.19
20	5.2	3700	123	8520	30.8	35.8	0.075	1.22
21	7.3	2964	122	8340	25.8	38.3	0.075	1.42
22	6.6	1568	114	8760	24.6	39.5	0.082	1.15
23	9.1	1942	115	7900	27.6	32	0.068	0.92
24	13.5	1474	34	2120	18.5	11.6	0.042	0.51
25	15.7	480	14	760	22.2	6.2	0.037	0.21
26	10.9	514	14	560	18.6	5.4	0.043	0.36

de 15 septembre 1994

SOLUSIUE
Laboratoire Régional
1105, Avenue de la République
30001 NIMES

éch. p. 06 /

100000 /

éch. p. 06

EXTRAIT A L'EAU AU 1/5

PROFONDEUR	C.E.C.	CALCIUM	MAGNESIUM	POTASSIUM	SODIUM	CALCIUM	MAGNESIUM	POTASSIUM	SODIUM	CHLORE
en mètre	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	95.4	2930	279	29.0	8.88	1562	137.7	12.5	14.8	40.7
2	98	3005	285.6	21.6	8.14	1499.9	98.4	7.1	14.1	146.9
3	89.6	2512	331.8	13.3	8.88	1109.4	138.6	5.4	17.6	138.1
4	86.8	2243	349.8	14.1	8.88	833.2	147	6.2	15.9	138.1
5	99.8	2152	412.2	19.9	10.36	1055.7	204.6	9.5	18.9	143.4
6	95.9	2077	486	19.1	7.4	1423.5	215.4	10.8	14.8	132.8
7	102.8	2150	547.2	24.9	8.88	1475	254.4	10.4	15.5	134.5
8	106.4	2076	405.6	23.2	2.96	1155.5	165.3	8.7	11.8	138.1
9	107.2	2217	367.2	19.1	5.18	1480.4	174.9	8.3	11.1	141.6
10	106.6	2091	406.2	25.7	4.44	1462.6	213.9	10.0	10.7	145.1
11	109.7	2663	275.4	21.6	3.7	852	118.8	8.7	10	161.1
12	99	1580	439.2	48.9	11.84	1601	234.3	25.3	18.5	145.1
13	70.9	1357	481.2	39.8	14.8	1421.8	233.1	19.1	20.4	143.4
14	79.3	1587	465.6	37.3	13.32	1423.5	245.1	21.6	24.1	161.1
15	81.7	1281	524.4	55.6	19.24	653.6	244.5	30.7	25.5	155.8
16	109.6	1948	483	69.7	12.58	1412.9	257.4	32.4	21.1	146.9
17	102.9	1409	402	52.3	8.88	640.1	222.6	21.6	14.4	138.1
18	106.4	1335	391.8	55.6	10.36	948.6	295.8	26.6	18.1	136.3
19	105.3	1467	402.6	52.3	8.14	806.9	241.5	21.6	14.1	132.8
20	105	1507	413.4	53.1	7.4	933.6	275.1	24.1	15.2	143.4
21	105.9	1612	429	55.6	8.14	821.1	255	26.1	16.7	146.9
22	111	1832	419.4	51.5	5.18	865.8	241.5	25.7	12.2	157.5
23	109.4	2146	583.2	117.8	10.36	1018.9	322.8	54.8	18.1	189.4
24	78.8	1472	638.4	68.9	16.28	454.8	266.1	29.1	24.8	184.1
25	71.6	2226	478.2	58.9	11.1	282.2	202.2	25.3	21.8	171.7
26	69.8	3222	541.8	63.9	14.06	256.7	178.5	19.1	22.2	161.1

→ do sol sec
p. 06 salinité

de 15 septembre 1994

SOLMA G U E
Laboratoire Régional
1105, Avenue de la
30001 STINES - FRANCE

PROFONDEUR en mètre	% EXTRAIT A L'EAU SUR TERRE			
	CALCIUM	MAGNESIUM	POTASSIUM	SODIUM
1	53.3	49.3	41.8	100
2	49.9	34	32.8	100
3	44.1	41.8	40.6	100
4	37.1	42	44	100
5	49.5	49.6	47.7	100
6	68.5	44.3	56.5	10
7	68.6	46.5	41.7	100
8	55.7	40.7	37.5	100
9	66.7	47.6	43.4	100
10	69.9	52.6	38.9	100
11	32	43.1	40.3	100
12	100	53.3	51.7	100
13	100	48.4	48	100
14	89.7	53.6	57.9	100
15	51	46.6	55.2	100
16	72.5	53.3	46.5	100
17	45.4	55.4	41.3	100
18	71	75.5	47.8	100
19	55	60	41.3	100
20	61.9	66.5	45.4	100
21	50.9	59.4	46.9	100
22	47.2	57.6	49.9	100
23	47.4	55.3	46.5	100
24	30.9	41.7	42.2	100
25	12.6	42.3	42.9	100
26	7.9	32.9	29.9	100

le 15 septembre 1994

SOL M 6 UTE
Laboratoire Regional
1105, Avenue de la République
30001 NIMES
NIMES-France

REFERENCES	TEXTURE	SABLES GROSSIERS g/kg	SABLES FINS g/kg	SABLES TRES FINS g/kg	LIMON g/kg	ARGILE g/kg	CARBONE ORGANIQUE g/kg	CALCAIRE TOTAL g/kg	CACAIRE ACTIF g/kg	pH EAU	RESISTIVITE OHm.s.cm
TEMOIN	S	213	434	118	103	87	26.2	744	22	7.5	910
PLATEAU 0-50 cm	SS	32	528	262	109	43	15.1	902	24	7.5	1319
PLATEAU 60-80 cm	S	5	294	353	215	93	23.2	852	25	7.6	1012
SABLE GRIS A	SS	285	541	68	47	28	17.4	890	16	7.5	2084
CROUTE BLANCHE	ALS	20	20	167	349	425	11	698	28	8	7999
ZONE 1	SS	371	231	165	130	41	36	781	20	7.6	452
Zone 5	SS	362	356	118	78	34	30.8	626	23	7.5	1377

ALS: Texture fine d'argile limono-sableux

REFERENCES	C.E.C. mé/kg	CALCIUM ng/kg	MAGNESIUM ng/kg	POTASSIUM mg/kg	SODIUM mg/kg	EXTRAIT A L'EAU AU 1/5				
						CALCIUM mg/kg	MAGNESIUM ng/kg	POTASSIUM mg/kg	SODIUM mg/kg	CHLORE mg/kg
TEMOIN	100.8	909	296.4	59.8	2.22	213.4	09.1	9.1	11.1	125.7
PLATEAU 0-50 cm	67.8	2906	180	9.13	1.48	2316.4	52.5	2.1	9.3	118.6
PLATEAU 60-80 cm	97.4	2915	241.2	14.9	2.96	1157.3	5.4	5.4	10	79.8
SABLE GRIS A	67.2	1326.3	424.8	10.8	5.2	1393.4	15.9	3.3	10	123.9
CROUTE BLANCHE	188.2	1877.9	1055.4	71.4	125.8	1430.6	1909.5	33.2	113.6	346.9
ZONE 1	90.2	766.8	225	10.8	7.4	344	132	3.3	14.1	130.8
ZONE 5	88.5	1332.7	148.8	38.2	5.92	2238.3	118.2	14.5	10.7	120.4

SOLAMISSE
Laboratoire Régional
1105, Avenue des Mandales-France
30001 NIMES

de 15 septembre 1994

REFERENCES	PHOSPHORE JORET HEBERT mg/kg	PHOSPHORE TRUOG mg/kg	MANGANESE ECHANGEABLE mg/kg	CUIVRE ACETIQUE mg/kg	ANHYDRIDE SULFURIQUE mg/kg	BORE ng/kg	DTPA			
							CUIVRE mg/kg	ZINC mg/kg	FER mg/kg	MANGANESE mg/kg
TENOIN	10	13	20.8	2.68	808	0.80	3.30	780	20	15.3
PLATEAU 0-50 cm	5	23	8.7	10.55	1644	0.33	6.3	702	2	0.9
PLATEAU 60-80 cm	3	23	20.2	11.82	1461	0.29	18.6	620	18	4.5
SABLE CRIS A	5	23	4.2	8.09	2257	0.21	1.5	758	2	1
CRUTE BLANCHE	13	31	9.3	108.9	15524	0.75	28.20	814	5	1.3
ZONE 1	14	17	10.6	3.2	1222	0.25	1.80	678	2	1.4
ZONE 5	8	23	9.8	10.83	11849	0.44	10.40	654	2	1.7

REFERENCES	CHROME mg/kg	PLOMB mg/kg	CUIVRE mg/kg	ZINC mg/kg	NICKEL mg/kg	CADMIUM mg/kg	SELENIUM mg/kg	MERCURE mg/kg
TENOIN	10	1150	15	4680	17.04	19.8	0.09	0.68
PLATEAU 0-50 cm	10	1048	27	9400	16.2	47.3	0.099	0.99
PLATEAU 69-80 cm	10.1	1790	54	10580	20	54	0.099	1.20
SABLE CRIS A	8.4	1132	12	10600	12.7	55.8	0.095	1.12
CRUTE BLANCHE	16.9	1494	169	10400	14.2	41.7	0.094	0.72
ZONE 1	7.4	5310	25	11080	15.6	63	0.101	1.00
ZONE 5	7.1	2388	90	9460	20.8	53.9	0.008	0.95

22 15 septembre 1994

SOLADRIE
Laboratoire Régional
1105, Avenue de Méridès-France
30001 NIMES

Handwritten notes:
1. v. b.
2. v. b.
3. v. b.

REFERENCES	% EXTRAIT A L'EAU SUR TERRE			
	CALCIUM	MAGNESIUM	POTASSIUM	SODIUM
TENDIN	23.5	30	15	100
PLATEAU 0-50 cm	80	29	23	100
PLATEAU 60-80 cm	39.7	2.2	36	100
SABLE GRIS A	100	3.7	30.6	100
CROUTE BLANCHE	100	100	100	100
ZONE 1	44.8	58.7	30.6	100
ZONE 5	67	79.4	38	100

-2-

Handwritten: de 15 septembre 1994

SOLIGUE
Laboratoire Regional
1105, Boulevard de l'Atlantique
30001 NIMES

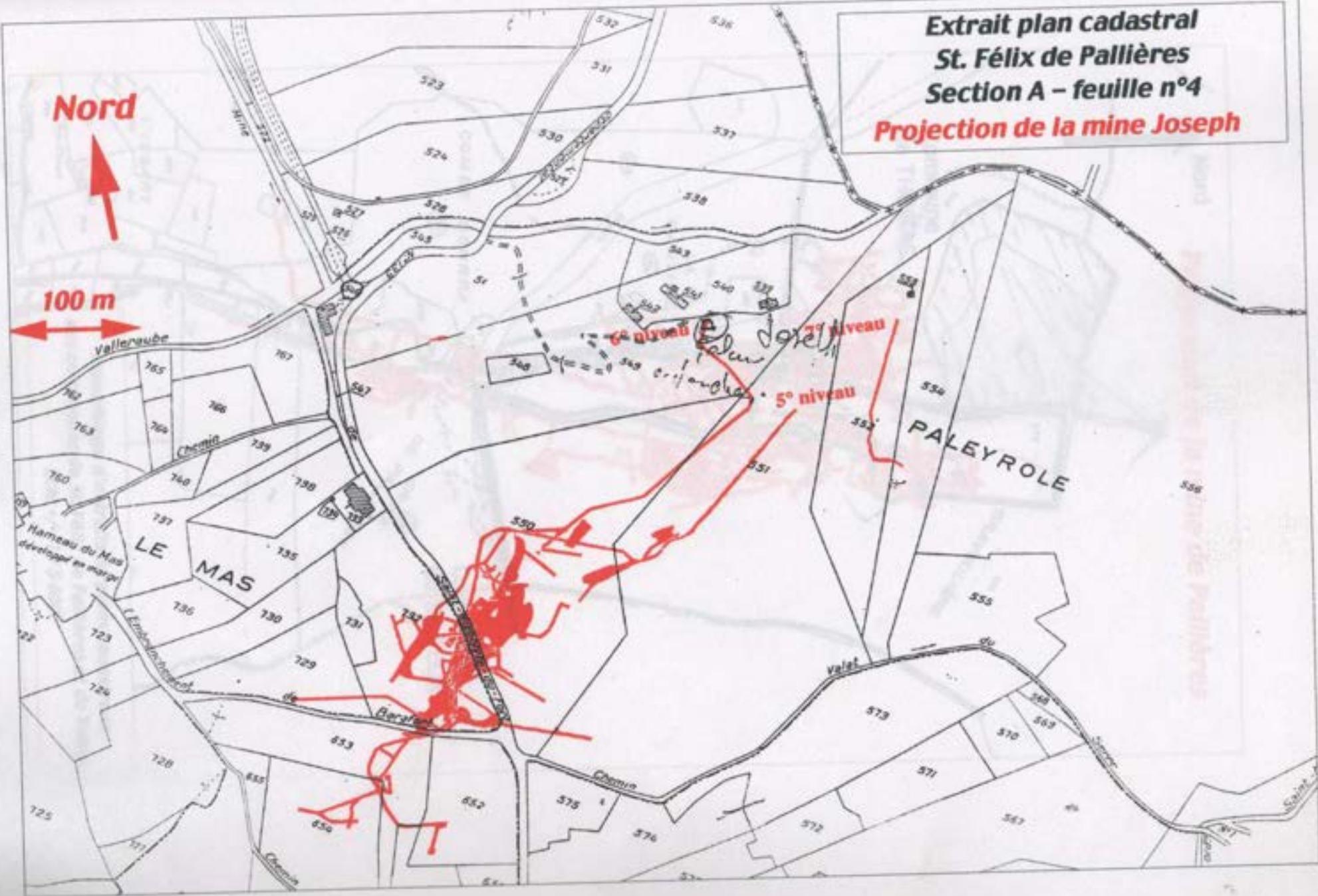
ANNEXE 6
Projection des travaux souterrains
sur les extraits de plans cadastraux.

**Extrait plan cadastral
St. Félix de Pallières
Section A - feuille n°4
Projection de la mine Joseph**

Nord

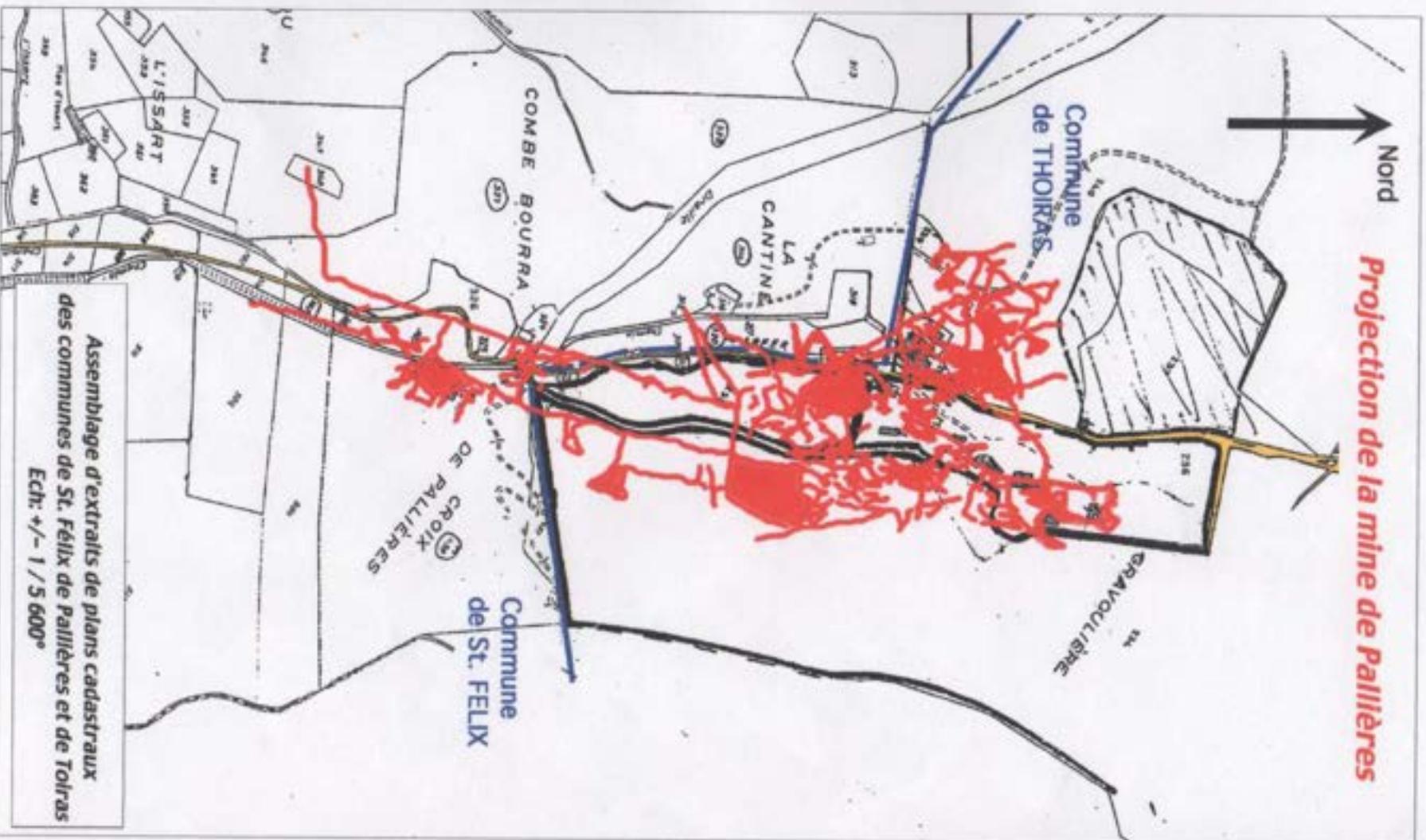


100 m



Projection de la mine de Pallières

Nord



Assemblage d'extraits de plans cadastraux
des communes de St. Félix de Pallières et de Thoiras
Ech: +/- 1 / 5 600°