

AGENCE NATIONALE POUR LA RECUPERATION  
ET L'ELIMINATION DES DECHETS

# CONSTAT D'IMPACT DE DEUX ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIERES

## 1) LE CAS DE LA MINE DE LA CROIX-DE-PALLIERES (GARD)

par  
F. MAUBERT



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

Mission Environnement

B.P. 6009 - 45060 Orléans cedex

Tél. (38) 63-80-01

CONSTAT D'IMPACT DE DEUX ANCIENNES  
EXPLOITATIONS MINIERES

1 - Le cas de la mine de la Croix-de-Pallières  
(Gard)

par

F. MAUBERT

83 SGN 583 ENV

Octobre 1983

R E S U M E

=====

L'Agence Nationale pour la Récupération et l'Élimination des Déchets (A.N.R.E.D.) a confié au B.R.G.M., Service Géologique National, l'analyse des impacts résiduels de deux anciennes exploitations minières :

- la mine polymétallique de la Croix-de-Pallières (Gard),
- et la mine d'or de Cheni (Haute Vienne).

Le présent rapport rend compte des impacts constatés sur la mine de la Croix-de-Pallières.

La mine, fermée depuis 1971, a été exploitée pour la pyrite, le plomb, le zinc et l'argent.

Les terrains miniers appartiennent actuellement à la Société des Mines et Fonderies de la Vieille Montagne, qui détient une concession minière.

Les principaux risques pour l'environnement sont essentiellement liés à la présence de déchets d'extraction sulfurés (risque de pollution des eaux par lixiviation naturelle des stocks résiduels) et de stériles fins issus du traitement du minerai (risques d'érosion et de destabilisation de la digue à stériles).

# S O M M A I R E

---

	<u>Pages</u>
1 - INTRODUCTION - OBJECTIF DE L'ETUDE .....	1
2 - ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE .....	4
2.1 - Situation géographique et accès .....	4
2.2 - Paysage et topographie .....	4
2.3 - Le climat .....	6
2.4 - Géologie .....	7
2.4.1 - Contexte géologique .....	7
2.4.2 - Le gîte et la minéralisation .....	7
2.5 - Hydrologie .....	9
2.6 - Hydrogéologie .....	10
2.7 - Le milieu naturel .....	11
2.7.1 - La flore .....	11
2.7.2 - La faune .....	11
2.8 - Le milieu humain .....	12
2.8.1 - Population .....	12
2.8.2 - Tourisme .....	12
2.9 - Sources de pollution .....	13
3 - L'EXPLOITATION MINIERE .....	15
3.1 - Historique .....	15
3.2 - Les méthodes d'exploitation .....	19
3.3 - Le traitement .....	20
3.4 - Les déchets .....	22
3.5 - Les équipements et le personnel .....	24

4 - ANALYSE DES IMPACTS RECENSES .....	25
4.1 - L'IMPACT FONCIER .....	25
4.2 - L'IMPACT PAYSAGER .....	26
4.2.1 - Perception visuelle éloignée .....	26
4.2.2 - Perception visuelle rapprochée .....	26
4.3 - Risques et impacts géotechniques .....	31
4.3.1 - Les travaux souterrains .....	31
4.3.2 - Les équipements et stocks aériens .....	31
4.4 - Impacts sur les eaux .....	33
4.4.1 - Les impacts historiques .....	33
4.4.2 - Les impacts constatés .....	33
4.4.3 - Etudes complémentaires .....	43
4.5 - Impact sur le milieu naturel .....	47
4.5.1 - La flore .....	47
4.5.2 - La faune .....	48
4.6 - Impacts et dangers pour le voisinage .....	51
4.6.1 - Accessibilité des travaux miniers .....	51
4.6.2 - La fréquentation .....	51
4.7 - Les impacts psychologiques .....	52
 5 - PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS .....	 54
 PRINCIPAUX DOCUMENTS CONSULTES .....	 55

## 1 - INTRODUCTION - OBJECTIF DE L'ETUDE

---

A l'issue de l'activité d'une exploitation minière subsistent souvent des excavations, des dépôts, des équipements ou des rejets susceptibles de provoquer des nuisances ou des dangers.

Depuis 1980, le B.R.G.M. réalise l'inventaire des mines abandonnées en France et dresse des constats sur l'environnement des anciens chantiers miniers.

Toutefois, les enquêtes réalisées sommairement et transcrites sous la forme de fiches techniques ne permettent généralement pas d'apprécier quantitativement l'importance de certaines nuisances résiduelles : toxicité des déchets ou état de pollution des eaux d'exhaure notamment, et leur influence sur le milieu naturel et humain.

Dans le cadre d'un contrat avec l'Agence Nationale pour la Récupération et l'Elimination des Déchets, deux anciens sites miniers ont fait l'objet d'un constat d'impact plus approfondi :

- 1 - La mine de Plomb-Zinc de la Croix-de-Pallières (Gard),
- 2 - La mine d'Or de Cheni (Haute-Vienne).

Les études de ces cas ont été notamment réalisées à partir :

- de recherches documentaires,
- de la consultation des anciens exploitants et des propriétaires des terrains,
- d'enquêtes auprès de l'Administration, des élus locaux, des Services Géologiques Régionaux ou des Divisions Minières du B.R.G.M. intéressés et de riverains des chantiers miniers.

Enfin, pendant une année environ, les sites ont fait l'objet de visites périodiques qui ont permis le prélèvement d'échantillons en vue d'analyse et du contrôle régulier des impacts susceptibles d'être affectés par des variations saisonnières.

Le présent rapport présente les résultats des travaux d'étude qui ont été réalisés sur le site minier de la Croix-de-Pallières.

# LOCALISATION DU SITE

D'après carte touristique IGN 1/100 000 Parc National des Cévennes



## 2 - ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

---

### 2.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ACCES

Le gîte métallifère dit de la Croix-de-Pallières, est situé sur les communes de Thoiras et de St Félix-de-Pallières, à environ 15 km au Sud-Ouest d'Alès et à 7 km de la petite ville d'Anduze.

Les coordonnées moyennes du site dans le système Lambert sont les suivantes :  $x = 728,4$  ;  $y = 195,1$  (zone 3) (feuille topographique IGN 1/25 000 : Le Vigan n° 4).

Le CD.133 qui relie Anduze au hameau de St Félix-de-Pallières divise le secteur des anciens travaux miniers en deux zones :

Au Nord du CD., la zone de la mine de Pallières et des anciennes installations de traitement; au Sud, le secteur de la petite mine Joseph.

Depuis St Félix, après 1 km de route sur le CD.133, on atteint les travaux miniers de Pallières en empruntant sur la gauche le chemin goudronné de la mine, cette voie est parallèle au chemin de terre communal souvent peu carrossable. La mine Joseph est accessible grâce à un petit chemin empierré qui part à droite du CD.133 juste avant le pont qui enjambe le ruisseau de Paleyrolle.

### 2.2 - PAYSAGE ET TOPOGRAPHIE

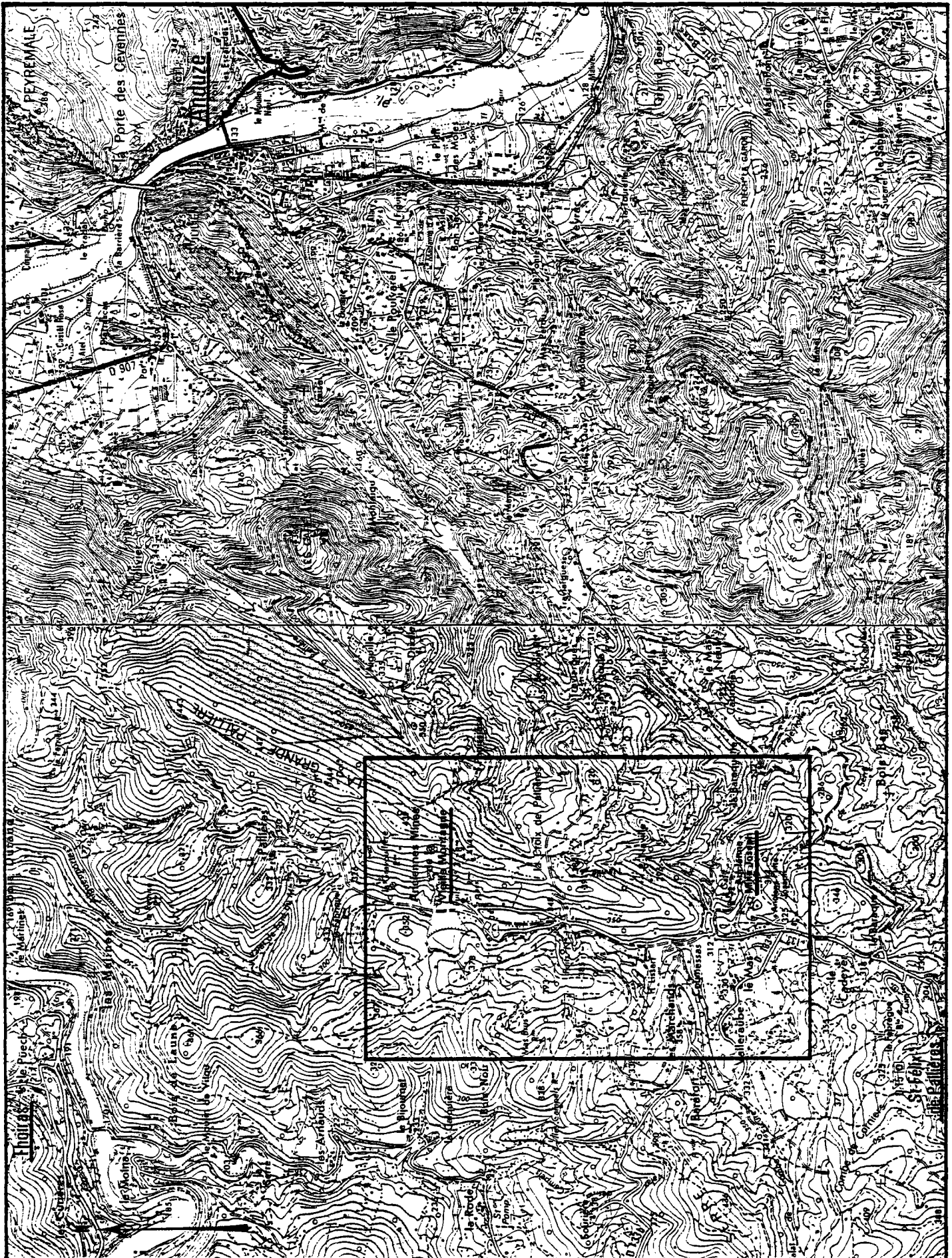
La région est adossée au massif des Cevennes dont Anduze forme l'une des portes méridionales.

Le secteur de la mine s'inscrit dans les dernières collines cévenoles avant la grande plaine languedocienne.



# LOCALISATION DU SITE

Extrait des cartes 1/25 000 IGN S<sup>t</sup>. Hippolyte-du-Fort et Anduze



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

Autour de St Félix, les altitudes varient entre 483 m (sommet du Bois de Bane) et environ 140 m (secteur de la vallée du Gardon de St Jean).

Dans la zone des anciens travaux miniers, les altitudes sont approximativement comprises entre +330 et 400 m.

Le recouvrement végétal est très important et confère au paysage un caractère particulièrement verdoyant ; tout ce secteur est recouvert par des espaces boisés en châtaigniers et pins, et par des zones de garrigues où dominent le chêne vert et une strate arbustive et buissonnante dense. Vers Anduze, la forêt fait place à la vigne et aux vergers.

### 2.3 - LE CLIMAT

L'ensemble du département du Gard est soumis à l'influence du climat méditerranéen mais les conditions de climat du département varient avec l'altitude, et le secteur des Cévennes subit également l'influence d'un climat continental.

Dans les zones des collines sous cévenoles qui nous intéressent, la pluviométrie annuelle est de l'ordre de 1 300 mm (observation sur 20 ans). Les précipitations sont très irrégulièrement réparties dans l'année, et s'expriment souvent sous la forme de pluies de courte durée, mais violentes. La période la plus humide s'étale en général de septembre à avril.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 12°C.

Les vents dominants qui soufflent du Nord, Nord-Ouest et Nord-Est sont secs, froids et parfois violents (mistral). Les vents de secteur sud sont plus chauds, humides, et peuvent être également violents.

## 2.4 - GEOLOGIE

### 2.4.1 - Contexte géologique

La région s'inscrit dans la bordure sédimentaire sous cévenole du Massif des Cevennes.

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.SW et 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.

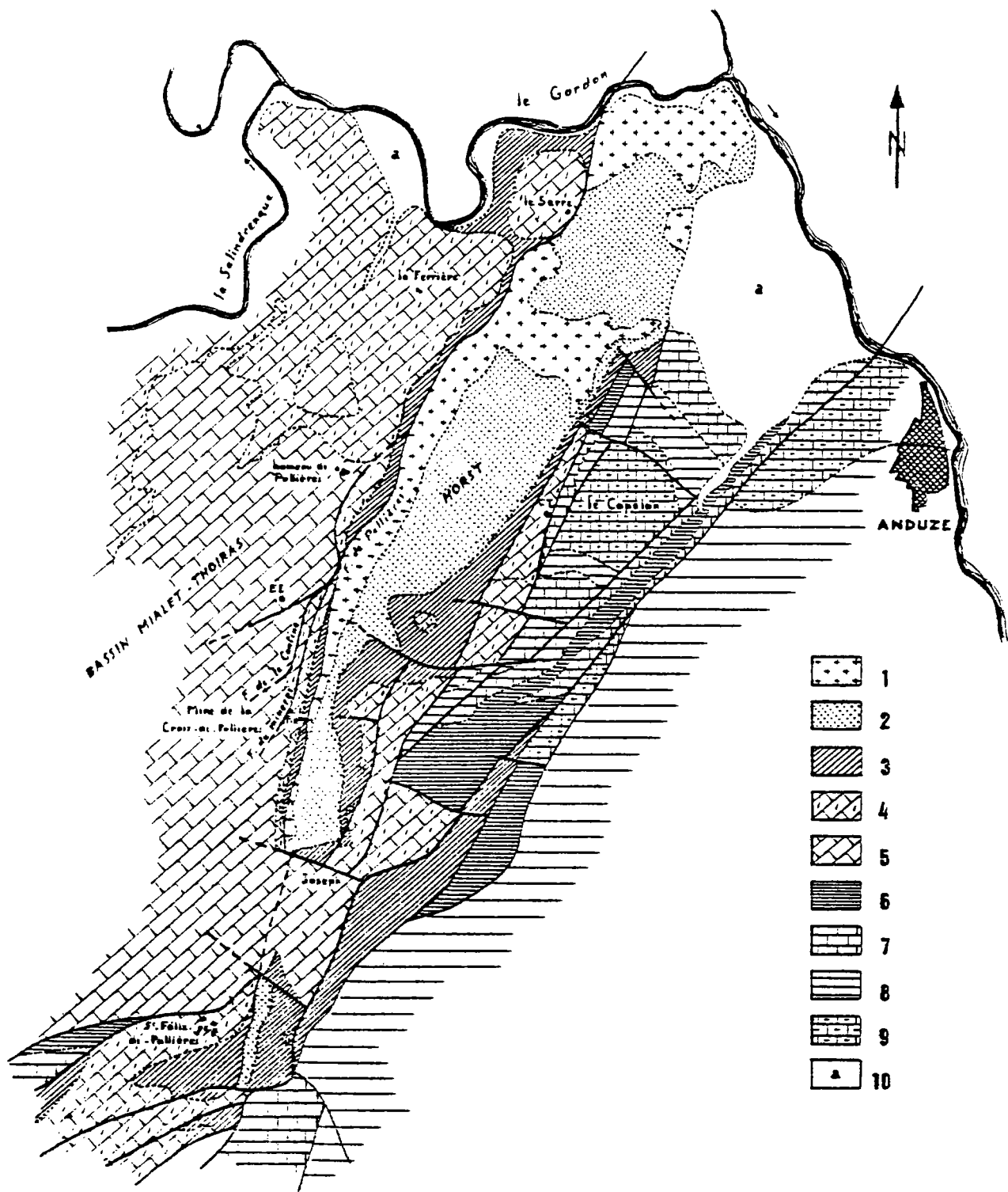
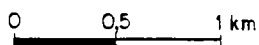
### 2.4.2 - Le gîte et la minéralisation

Le gisement de Pallières est de type sulfuré P.B.G. et stratiforme. La minéralisation est surtout concentrée dans les dolomies hettangiennes qui se présentent sous la forme d'une roche grise. Les lentilles exploitées se répartissent dans cinq niveaux stratigraphiques de l'Hettangien, 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 largement majoritaire (Zn/Pb = 4), elle est assez ferrifère (14 % Fe), et contient 200 g d'argent, 6,5 kg de cadmium et 350 g de germanium par tonne de zinc métal. La galène est peu argentifère, 300 g d'argent par tonne de métal.

# CARTE GEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE

D'après R. LEENHARDT 1972



-  1
-  2
-  3
-  4
-  5
-  6
-  7
-  8
-  9
-  10

1 Granite — 2 Trias inférieur : grès arkosiques — 3. Trias supérieur et Rhéven : argile noire, dolomie, argile à anhydrite, marnes bariolées, bancs grés-colemnitiques — 4. Henangien : dolomie brune cristalline — 5. Sinémurien : calcaire gris nodulaire — 6 Lias supérieur : calcaire à entroques, oolitique ou graveleux avec chailles, schistes cartons — 7. Bajocien : calcaire gris à fucoïdes — 8. Bethonien : dolomie cristalline vacuoïde — 9. Rauracien-Sequanien : calcaire subthorgraphique en petits bancs — 10. Alluvions -

L'association minérale est complétée par la pyrite, la marcassite et la dolomie.

Le minerai et l'encaissant immédiat, contiennent également des traces de Co, Ti, As, Tl, Sb, Hb, qui s'expriment sous forme chimique ou minérale.

Hg!

## 2.5 - HYDROLOGIE

La région est située dans le bassin versant du Gard.

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

Dans le secteur minier de La Croix-de-Pallières, deux cours d'eau sont directement concernés par l'ancienne exploitation : le ruisseau d'Aigue-Morte au Nord d'une part, et le ruisseau de Paleyrolle au Sud d'autre part.

Le ruisseau d'Aigue-Morte prend naissance juste en aval des anciennes installations minières de Pallières. Il coule du Sud vers le Nord le plus souvent directement sur le bed-rock (dolomies hettangiennes), sa pente est de l'ordre de 5 %. Son bassin versant est de l'ordre de 4 km<sup>2</sup>. Long d'environ 3 500 m, il rejoint le Gardon de St Jean. Celui-ci se mêle aux eaux du Gardon Mialet pour former le Gardon d'Anduze qui traverse cette localité.

Le ruisseau d'Aigue-Morte fait l'objet de prélèvements pour les besoins de l'installation de traitement d'une exploitation de granulats située juste avant la confluence du ruisseau avec le Gardon.

Le tracé du petit ruisseau de Paleyrolle est d'orientation sensiblement Ouest-Est. Il passe au pied de la mine Joseph puis se jette au bout de 700 m dans le ruisseau de l'Ourne, affluent du Gardon d'Anduze.

Les ruisseaux d'Aigue-Morte et de Paleyrolle connaissent des débits de très faible importance durant toute l'année, compte-tenu notamment de la nature perméable du substrat carbonaté qui donne lieu à des pertes, dont les écoulements souterrains sont mal connus. Les débits observables sont de l'ordre de quelques litres par seconde, mais les pluies brutales caractéristiques de la région transforment en quelques instants les filets d'eau en torrents.

Toutefois, ces ruisseaux influencent peu les débits des Gardons.

Les données disponibles sur les Gardons montrent en effet dans le secteur d'Anduze des débits de crue de 500 à 1 600 fois plus grands qu'en période d'étiage.

Lors d'orage important en amont, la crue du Gardon est connue pour déferler "comme une vague", dans son lit. Du point de vue qualitatif, le Gardon de Saint Jean et le Gardon d'Anduze sont classés en deuxième catégorie piscicole dans ce secteur.

## 2.6 - HYDROGEOLOGIE

Compte-tenu des caractéristiques locales du sous-sol, l'hydrogéologie est dominée par la présence d'aquifères de type karstique. Les dolomies et calcaires jurassiques forment des réservoirs karstiques à surface libre, très compartimentés, en relation avec les cours d'eau. Ainsi, le débit moyen annuel du Gardon est plus important à la station de jaugeage de Corbes qu'à celle d'Anduze, située plus en aval en raison des pertes subies par le cours d'eau dans ce secteur.

A proximité de la mine, des sources dont certaines sont liées à d'anciens travaux miniers (forages de reconnaissance), coulent avec des débits souvent inférieurs à 1 l/s.

Les communes de Thoiras et de St Félix-de-Pallières sont alimentées en eau potable par la source d'un syndicat intercommunal qui regroupe également les communes de Lasalle, St Bonnet-de-Salendrinque et Vabres.

Le captage est situé sur la commune de Thoiras, en bordure du Gardon de St Jean, rive droite, à 250 m en aval de la confluence avec le Salendrinque.

Les eaux de ce captage nécessitent un traitement chloré en raison de la variabilité de leur qualité bactériologique.

Certains hameaux isolés ne sont pas desservis par le réseau d'adduction intercommunal.

A proximité de la mine, le hameau de Pallières capte trois sources proches des habitations.

La commune d'Anduze est alimentée par des pompages dans les alluvions du Gardon et un captage sur la rivière l'Avène.

## 2.7 - LE MILIEU NATUREL

### 2.7.1 - La flore

La végétation qui couvre le secteur des anciens travaux miniers se développe sur les substrats calcaires du Jurassique et les sols siliceux du Trias et du socle, la flore observée est commune à la région. Dans la partie méridionale de la mine de Pallières, les terrains sont plantés de conifères et de feuillus : pins, châtaigniers, robiniers, bouleaux...

Dans le secteur nord se développe une végétation arbustive ou dominant le chêne vert et pubescent, le gênevrier, le buis...

Tout le secteur est colonisé par un ensemble d'espèces banales et souvent constituées d'épineux (pruneliers, églantiers, houx, noisetiers, sureaux, fougères, thym, calune, etc...).

Dans les zones plus humides (bordure des ruisseaux d'Aigue-Morte et de Paleyrolle), on observe des espèces caractéristiques de ce milieu : aulne glutineux, jonc, phragmite, molinie, etc...

### 2.7.2 - La faune

Elle ne semble pas présenter d'intérêt particulier. Les observations réalisées, confirmées par les riverains de la mine, montrent que la faune est pauvre dans toute cette région. Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont le sanglier (nombreuses traces), le renard, le lièvre et le lapin.

## 2.8 - LE MILIEU HUMAIN

### 2.8.1 - Population

La population de St Félix-de-Pallières (200 habitants), et de Thoiras (300 habitants), est essentiellement composée d'agriculteurs qui élèvent des moutons, et d'anciens mineurs.

L'habitat est très dispersé en petits hameaux et mas isolés. Dans la partie occidentale de la commune de St Félix, une communauté belge projette la construction d'un nouveau lotissement à 2,5 km à l'Ouest de l'ancienne mine de la Vieille Montagne. Il n'y a pas d'habitation à proximité immédiate des travaux miniers. Sur le territoire de la commune de Thoiras, à 700 m au Nord de l'ancienne mine, le hameau de Pallières est en cours d'aménagement par quatre familles d'éducateurs pour l'implantation d'un centre d'accueil de 40 jeunes (classe verte, canoë, etc...).

### 2.8.2 - Tourisme

La position géographique d'Anduze, porte des Cévennes, et de son Parc National, confère à cette localité et à ses environs, une situation touristique privilégiée.

La population d'Anduze passe de 2 800 habitants hors saison à 15 000 habitants entre juillet et septembre, sous l'influence touristique.

Les attractions touristiques sont nombreuses et variées dans tout ce secteur :

- art roman,
- musée camisard,
- phénomènes karstiques et spéologie,
- randonnées et excursions diverses à travers la région.



A proximité de l'ancienne mine de Pallières, on peut noter l'existence de plusieurs pôles d'intérêt touristique :

- chapelle romane de St Félix-de-Pallières, monument restauré à l'initiative d'un ingénieur de la Société des Mines de la Vieille Montagne et classé monument historique ;
- plusieurs dolmens implantés au Nord-Est des anciennes installations minières ;
- le GR 6, qui relie St Félix à Anduze ;
- un sentier pédestre qui traverse le carreau de l'ancienne mine indiqué sur les prospectus touristiques de la région.

## 2.9 - SOURCES DE POLLUTION

Un recensement des sources de pollution potentielle susceptible d'influencer les caractéristiques de l'environnement de l'ancienne mine a été réalisé pour les besoins de l'étude.

La commune de St Félix-de-Pallières ne dispose d'aucune industrie susceptible de provoquer des pollutions dans ce secteur.

Sur le territoire de la commune de Thoiras, en rive droite du ruisseau d'Aigue-Morte, à 2 km au Nord de l'ancienne mine, une société de carrière extrait et traite les dolomies hettangiennes pour produire des granulats.

Cette industrie peut présenter les risques de nuisances liés à ce type d'activité (pollution des eaux par les rejets de lavage, poussières, bruits, vibrations, ...). En particulier, les retenues réalisées dans ce ruisseau pour les besoins en eau des installations, modifient l'écosystème aquatique dans ce secteur et des plages de produits fins sont visibles dans le cours d'eau en aval de l'exploitation.

Sur la commune de Tornac, à proximité du Pic de Lacant (424 m), à environ 2 000 m à l'Est de la mine Joseph, une décharge publique a été implantée. Elle se situe dans le bassin versant de l'Ourne. L'enquête réalisée auprès des riverains de ce secteur, indique une dégradation des possibilités piscicoles dans l'Ourne, depuis l'ouverture de cette décharge.

### 3 - L'EXPLOITATION MINIERE

---

#### 3.1 - HISTORIQUE

Les richesses minières de la province métallifère sous cévenole ont fait l'objet de travaux d'exploitation 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, les blendes, calamines et pyrites restant sur le carreau des exploitations.

La mine ne semble pas avoir été touchée entre l'époque romaine et le milieu du 19ème siècle.

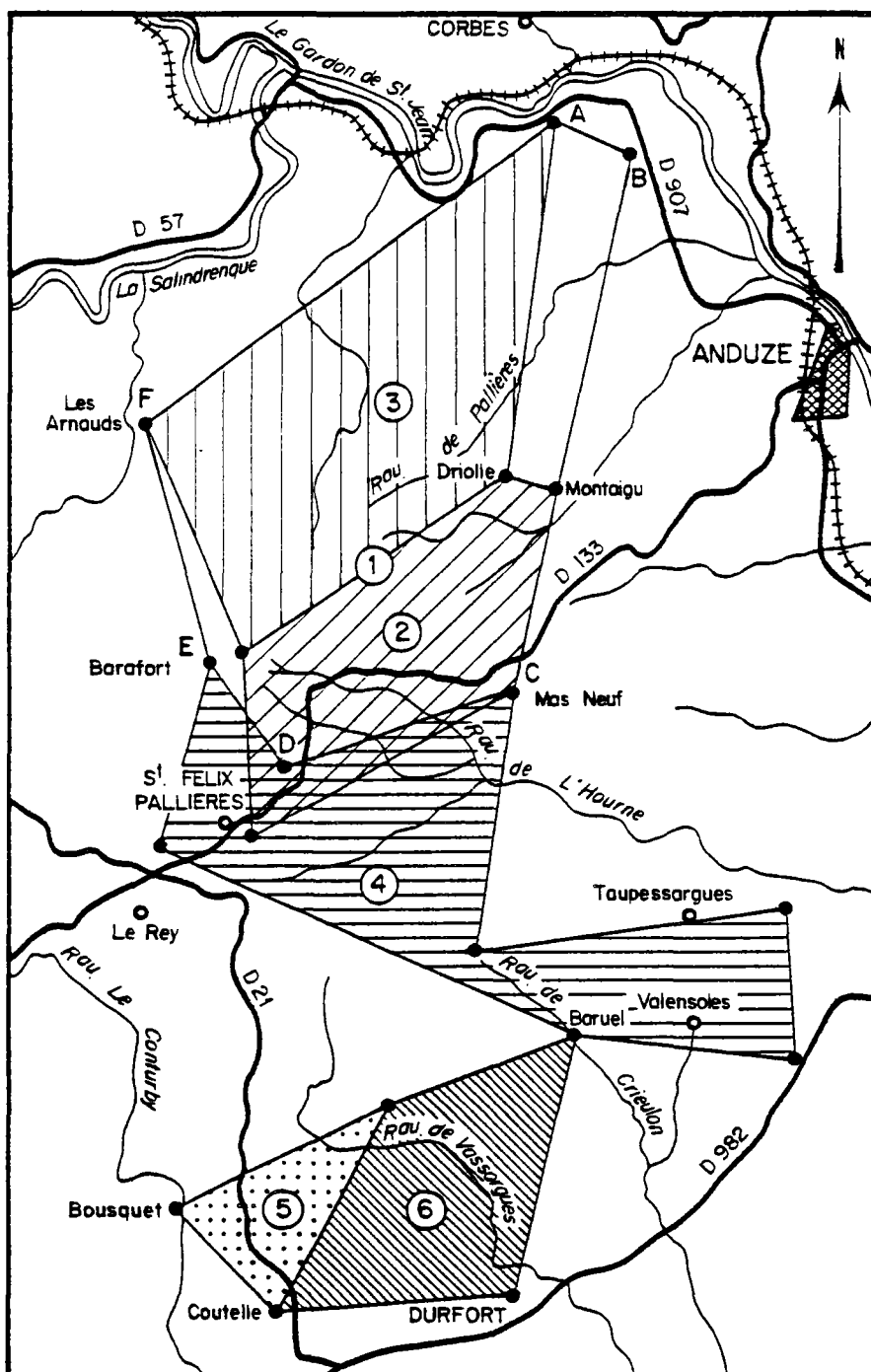
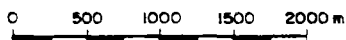
Les minéralisations zincifères de Pallières sont découvertes en 1844, et les premiers travaux de déboufrage des anciens travaux de la mine Joseph sont entrepris dès 1845.

La Société de la Croix-de-Pallières est créée et devient propriétaire de la concession de la Croix-de-Pallières en 1848. La concession de 1 048 ha est accordée pour le plomb, le zinc, l'argent et métaux connexes, le fer excepté. Des travaux importants sont entrepris : fonçage du puits de la Croix-de-Pallières jusqu'à 50 m (Puits n° 1), déboufrages de la mine Joseph. La Société obtient parallèlement d'autres concessions dans le secteur de Durfort et de Valensoles (concessions de "La Grande Vernissière", de "La Coste", et de "Valensoles").

En 1854, la Société de la Croix-de-Pallières est transformée en Société des Mines et Usines de Pallières.

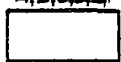
# LES CONCESSIONS METALLIFERES DU GROUPE DE SAINT-FELIX DE PALLIERES ET DE DURFORT

ECHELLE : 1/50 000



D'après A. BERNARD 1958

A,B,C,D,E,F



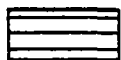
① La Croix de Pallières



② Valleraube



③ Pallières et La Gravouillère



④ Valensoles



⑤ La Grande Vernissière



⑥ Lacoste

En 1865, la concession de Valleraube (326 ha), est instituée pour pyrite de fer au bénéfice de la même société. Cette concession recouvre pour 4/5 une surface déjà concédée pour les métaux non ferreux cités plus haut.

A partir de 1870, la S.M.U.P. a amodié systématiquement ses concessions à des exploitants plus entreprenants et en particulier pour le secteur de la Croix-de-Pallières :

- 1875-1878 : à la Société des Zincs du Midi qui travaille essentiellement sur les indices de la mine Joseph et exploite les amas calaminaires de la cantine (12 000 t environ de calamine) ;
- 1884-1888 : à la Société de la Vieille Montagne qui reprend les mêmes travaux pendant cette période et épuise le gisement de la cantine (quelques centaines de tonnes) ;

De 1888 à 1900, la S.M.U.P. reprend momentanément les recherches à la mine Joseph, en concentrant ses efforts sur le traitement des minerais (récupération du plomb et du zinc des mixtes pyriteux). Les résultats des essais de traitement (laverie Joseph), déterminent la recherche de nouveaux indices. L'absence de résultat intéressant conduit à l'abandon des travaux dans toutes les concessions jusqu'en 1910.

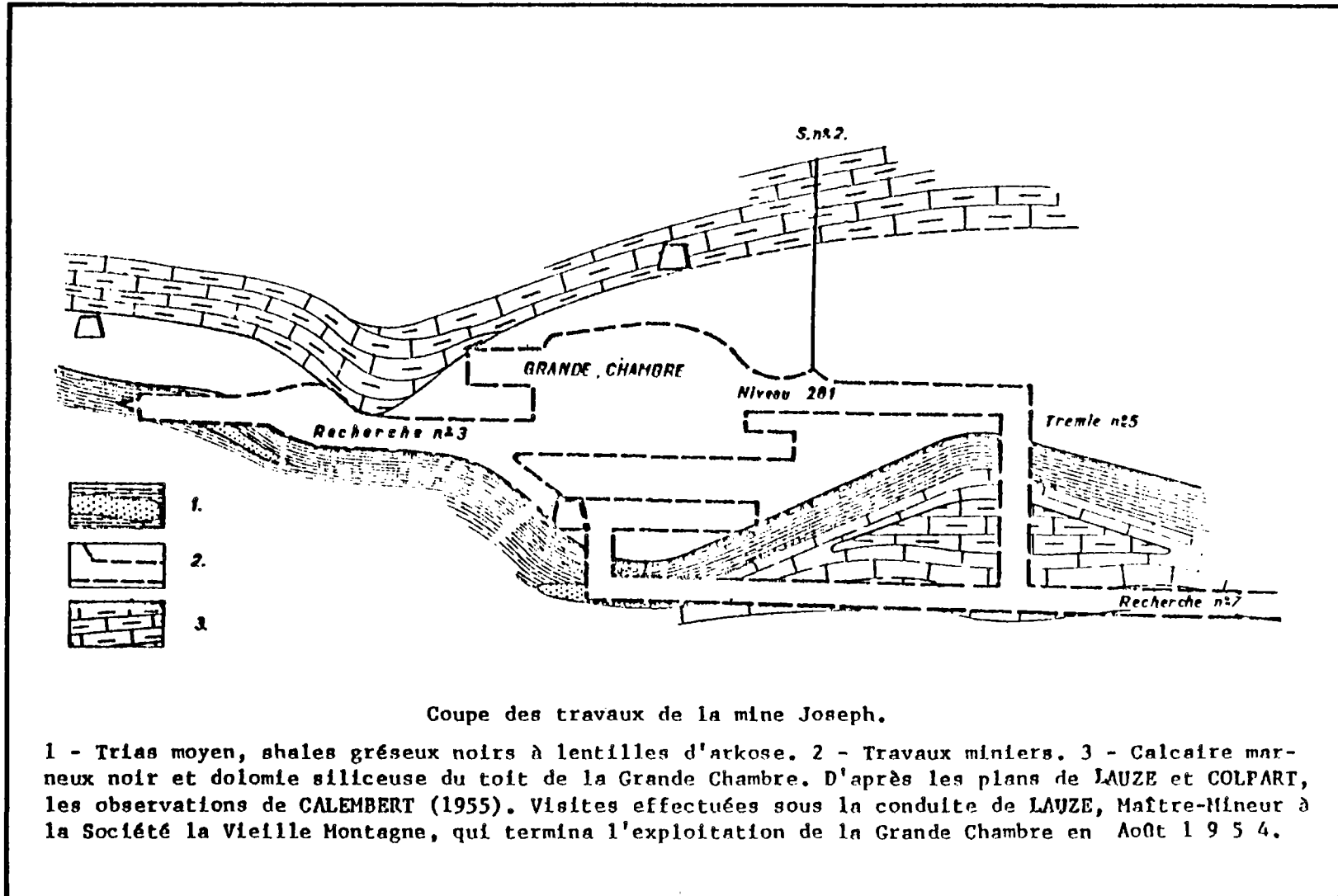
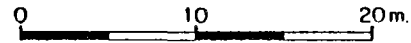
En 1910, la concession est amodiée à un propriétaire des terrains de surface, M. CHAUVET, qui exploite les chapeaux de fer de la Gravouillère d'une manière artisanale. Ces travaux conduisent à décaper les lentilles plombo-zincifères du gîte principal de la Gravouillère (zone du puits n° 3).

Dès 1911, la Société de la Vieille Montagne s'intéresse à cette découverte. Elle rachète alors les droits de M. CHAUVET et amodie les concessions de Valleraube et de Valensoles.

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

# COUPE DANS LA MINE JOSEPH

D'après A. BERNARD 1958



Coupe des travaux de la mine Joseph.

1 - Trias moyen, shales gréseux noirs à lentilles d'arkose. 2 - Travaux miniers. 3 - Calcaire marneux noir et dolomie siliceuse du toit de la Grande Chambre. D'après les plans de LAUZE et COLPART, les observations de CALEMBERT (1955). Visites effectuées sous la conduite de LAUZE, Maître-Mineur à la Société la Vieille Montagne, qui termina l'exploitation de la Grande Chambre en Août 1954.

L'exploitation reprend activement après la deuxième guerre mondiale, 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 abandonnée après avoir fait l'objet d'une ultime tentative de reconnaissance. L'exploitation de la mine de Pallières par la Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne, s'achève en 1971.

Enfin, entre 1975 et 1980, une campagne de 12 forages, dont le plus profond a atteint 375 m, a été réalisée par le B.R.G.M. dans le prolongement sud du horst. Les sondages n'ont pas permis de mettre en évidence des minéralisations actuellement exploitables.

### 3.2 - LES METHODES D'EXPLOITATION

Le gisement se présente sous diverses formes : minéralisation concentrée en lentilles, couches plus ou moins imprégnées, zone minéralisée bréchique. L'allure et la disposition des amas sont 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.

La Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne a employé 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 - LE TRAITEMENT

L'installation de la laverie de l'époque "moderne", date de 1948. Elle a été édifiée 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 la Croix-de-Pallières et d'autre part de la mine de Durfort (concession de La Coste).

La maille de libération des sulfures était de 200 µm. Le concassage était extérieur à la laverie.

La laverie comprenait trois étages (cf. schéma) :

- 1er étage : broyeurs, filtres, cônes, décanteurs, pompes à vide, pompes stériles
- 2ème étage : cellule de flottation
- 3ème étage : réactifs et alimentation de trémies.

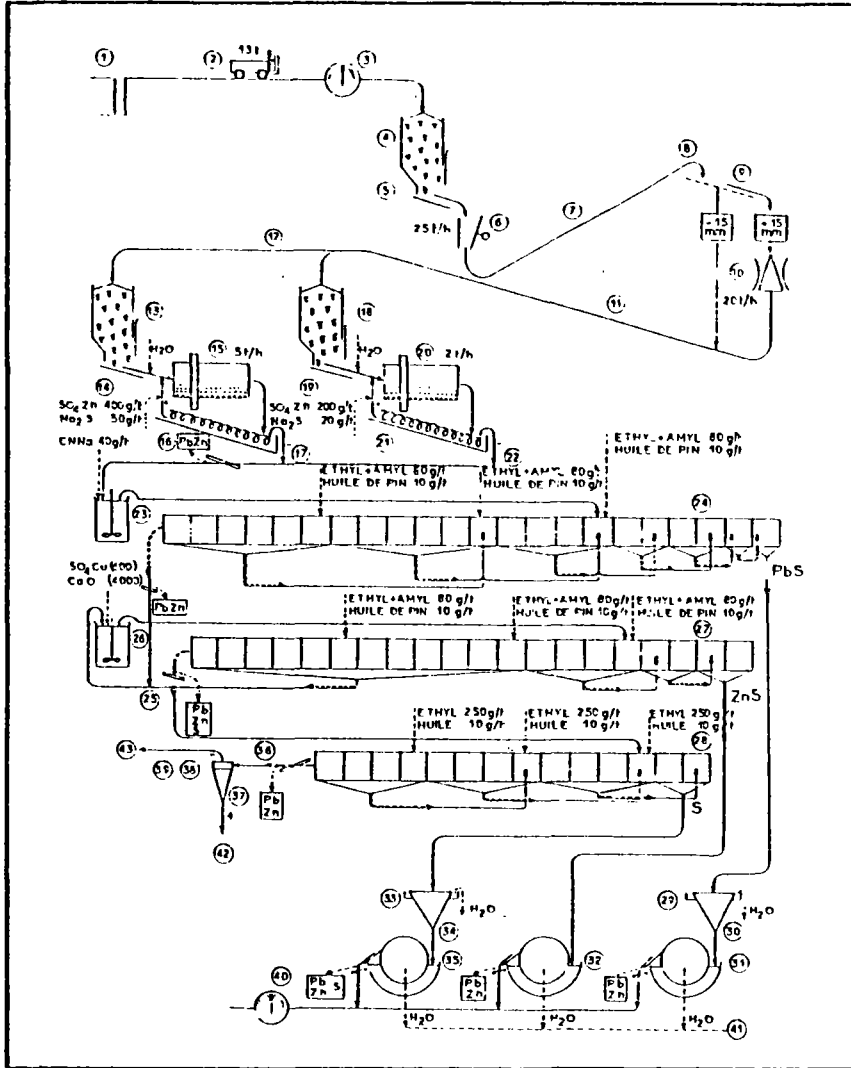
Les réactifs utilisés étaient les suivants (par tonne de minerai en moyenne) :

- Cyanure de sodium.....	40 g
- Sulfate de zinc.....	620 g
- Chaux.....	1 300 g
- Sulfate de cuivre.....	620 g
- Ethylxanthate de potassium.....	580 g
- Amylxanthate de potassium.....	210 g
- Huile de pin.....	90 g
- Sulfure de sodium.....	70 g.



# SCHEMA DE LA LAVERIE

D'après J BROUGFRE 1953



N° du schéma	Nombre d'appareils	Nom de l'appareil	Marque	Type	Dimensions (mm)	Capacité	Pression (kg)	Vitesse
1	1	Chevalement Puits I	Venot			25 x 4		
2	1	Canion	Sociem	H 20		14		
3	1	Pont bascule	Voiron			30 t		
4	1	Trémie en béton	V.M.			60 t		
5	1	Distributeur à tiroir	V.M.				4	6 tr/min
6	1	Compresseur à mâchoires	Dragon	MHC 30	300 x 500	25 x 4	75	290 tr/min
7	1	Bande transporteuse	M.A.A.		500	40 x 4	1	1,6 m/s
8	1	Poulie magnétique						
9	1	Tamis vibrant	Vernay		1 500 x 600			
10	1	Compresseur pistons	Symons et Co	22"		20 x 4	31	
11	1	Bande transporteuse	M.A.A.		500	25 x 4	7	2 m/s
12	1	Bande transporteuse	V.M.		100	25 x 4	1	2 m/s
13	1	Trémie en fer	R. Duran			90 t		
14	1	Distributeur à tiroir	V.M.				3	13 tr/min
15	1	Brasseur à boudets	Harding		6' x 16"	5 x 4	26	26 tr/min
16	1	Classificateur à vis	Fives-Lille				1	7 tr/min
17	1	Pompe à pulpe	Schabaver	PDMC		25 m <sup>3</sup> h	5	1 500 tr/min
18	1	Trémie en bois	V.M.			60 t		
19	1	Distributeur à tiroir	V.M.				3	13 tr/min
20	1	Brasseur à boudets	Humboldt		1' x 2'	2 x 4	15	25 tr/min
21	1	Classificateur à vis	Fives-Lille				1	7 tr/min
22	1	Pompe à pulpe	Schabaver	PDM		25 m <sup>3</sup> h		1 500 tr/min
23	1	Conditionneur galène	V.M.		1 000 x 1 000	750 l	7	120 tr/min
24	20	Cellules galène	Mimmet	H 200		500 l	7	120 tr/min
25	1	Cellules galène	Mimmet	A 600		400 l	5	120 tr/min
26	1	Conditionneur blends	V.M.		1 000 x 1 000	750 l	7	120 tr/min
27	20	Cellules blends	Mimmet	H 200		500 l	7	120 tr/min
28	16	Cellules pyrite	Mimmet	H 200		500 l	7	120 tr/min
29	1	Cône décanter galène	Sabatier			1 500 l		
30	1	Pompe à diaphragme					2	
31	1	Filtre galène	Vernay		1 m <sup>2</sup>		0,75	
32	1	Filtre blends	Vernay		6 m <sup>2</sup>		1,5	
33	1	Cône décanter pyrite	Sabatier			1 800 l		
34	1	Pompe à diaphragme					2	
35	1	Filtre pyrite	Vernay		6 m <sup>2</sup>		1,5	
36	1	Pompe à pulpe	Schabaver	PDM		25 m <sup>3</sup> h	5	1 500 tr/min
37	1	Cyclone	V.M.					
38	1	Pompe à pulpe	Schabaver	PDM		35 m <sup>3</sup> h	11	1 500 tr/min
39	1	Pompe à pulpe	Schabaver	PDM		30 m <sup>3</sup> h	5	1 500 tr/min
40	1	Pont bascule concentrés	Voiron			3 t		
41	1	Pompe à vide	Spiras	12		290 m <sup>3</sup> h	11	500 tr/min
42	-	Remblayage hydraulique mine						
43	-	Basins de décanation stériles						

L'eau utilisée pour le traitement du minerai provenait de l'exhaure de la mine (180 m<sup>3</sup>/h).

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.

La mine a produit les métaux suivants :

- 80 000 t de Zn
- 34 000 t de Pb
- 30 t d' Ag
- 520 t de Cd
- 28 t de Ge.

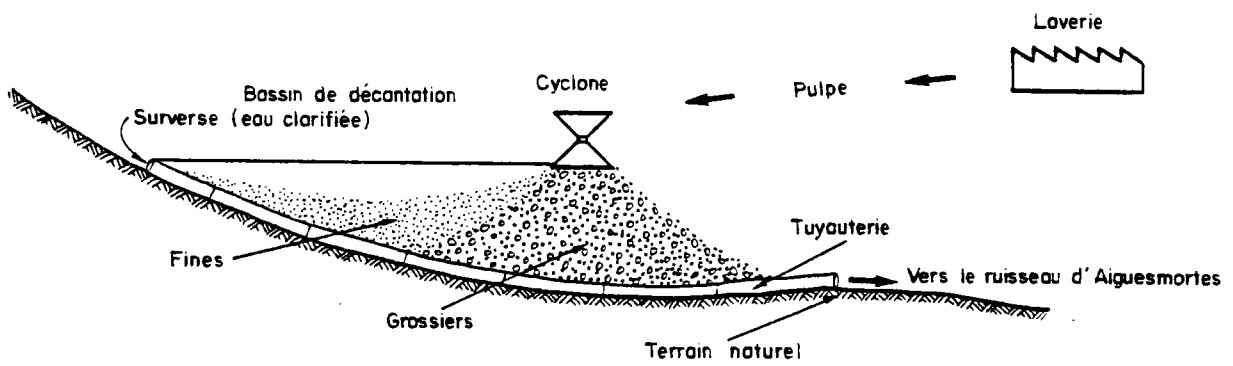
Le minerai de Durfort, traité à Pallières, a fourni 20 000 t de Zn.

### 3.4 - LES DECHETS

L'usine de traitement a produit près d'un million de tonnes de déchets de laverie.

Les stériles de laverie étaient évacués par voie hydraulique grâce à une pompe à pulpe et une tuyauterie jusqu'à un bassin de décantation (digue à stérile), située au Nord de la laverie, dans la partie amont du ruisseau de Paleyrolles (cf. schéma).

## PRINCIPE DE LA DIGUE A STERILE



Le principe de la constitution de la digue est le suivant : un cyclone, placé en tête de digue sépare les éléments grossiers, qui se déposent sous lui, de la pulpe contenant les fines. La pulpe se décante dans le bassin constitué derrière la masse des grossiers qui forment un barrage. Les eaux clarifiées à l'extrémité du bassin se déversent dans une tuyauterie passant sous la digue. Les eaux de surverse rejoignent le ruisseau de Paleyrolles.

Le cyclone et la bouche d'exhaure sont progressivement surélevés parallèlement à la constitution du dépôt.

Les stériles se présentent sous la forme d'un sable fin (0 - 200  $\mu$ m), gris et homogène. Une analyse quantitative des principaux métaux lourds a été réalisée par l'I.R.H. Nancy pour les besoins de l'étude. Elle a donné les résultats suivants :

(Résultats exprimés en g/kg de matière sèche)

Fer	105*
Magnésium	88
Zinc	76*
Calcium	69
Plomb	8,75*
Chrome	0,32
Manganèse	0,16
Cuivre	0,12
Cadmium	0,10
Nickel	0,05
Cobalt	0,01.

### 3.5 - LES EQUIPEMENTS ET LE PERSONNEL

La mine de Pallières possédait de très nombreux locaux d'équipement bâtis en surface sur le carreau de l'exploitation : laboratoires, hangars, ateliers, cantines, logements, transformateurs, chevalements, etc...

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

---

\* Selon la Société des Produits Chimiques de Viviez, ces valeurs seraient exagérées et non représentatives de la qualité moyenne du stock.

## 4 - ANALYSE DES IMPACTS RECENSES

---

### 4.1 - L'IMPACT FONCIER

L'exploitation minière de La Croix-de-Pallières s'étend sur le territoire des communes de Thoiras et de St Félix-de-Pallières.

La Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne, Société Anonyme Belge est propriétaire d'environ 130 ha dans le périmètre de la concession (25 % sur St Félix et 75 % sur Thoiras).

La surface occupée au sol par les vestiges de la mine (aire de viabilité, anciens bâtiments, haldes, etc...) est de l'ordre d'une vingtaine d'hectares, le reste est occupé par des espaces boisés ou de la garrigue typique de la région.

La surface stérilisée par l'exploitation minière reste de ce fait limitée, mais les terrains de la Vieille Montagne ne font l'objet d'aucune mesure de valorisation particulière agricole ou sylvicole. Le secteur inutilisé pourrait notamment offrir des possibilités pastorales (200 moutons environ pourraient pâturer sur le secteur intéressé).

La Société de la Vieille Montagne, n'envisageant pas de reprendre une activité minière à Pallières, est disposée à étudier toute proposition de cession de ses propriétés foncières.

## 4.2 - L'IMPACT PAYSAGER

### 4.2.1 - Perception visuelle éloignée

#### . La mine Joseph

Les vestiges de la petite mine Joseph sont visibles depuis le CD.133, au niveau d'un point situé juste en aval du pont qui franchit le ruisseau de Paleyrolles.

Depuis ce point, on peut distinguer à une distance d'environ 100 m, quelques bâtiments ruinés à crépis clair, qui dominent la rive droite du ruisseau.

En arrière plan de ces installations, on perçoit entre les pins, le profil caractéristique des terrils miniers pentus et étagés. Toutefois, leur couleur minérale foncée s'intègre relativement bien dans le paysage rocheux des flancs du ruisseau de Paleyrolles, qui forme de véritables petites gorges dans cette partie de son cours.

#### . La mine de Pallières

La forme du relief (le profil ondulé des collines emboîtées, et l'absence de point haut), la couverture végétale dense, l'éloignement du carreau des axes de circulation, interdisant toute perception visuelle éloignée sur les vestiges de l'exploitation de Pallières, ceux-ci ne sont visibles que par un observateur évoluant sur le chantier même (cf. § 4.2.2).

### 4.2.2 - Perception visuelle rapprochée

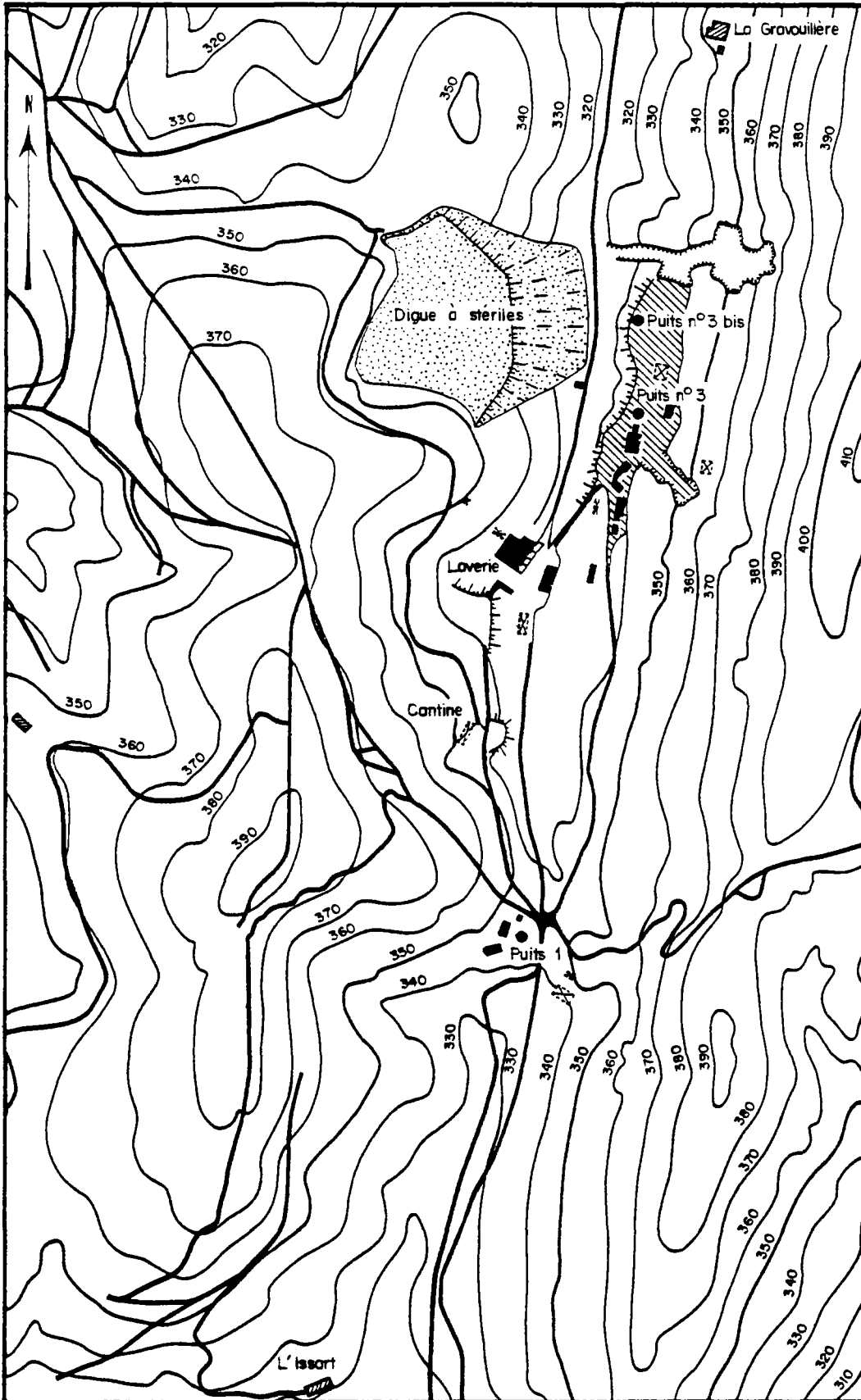
#### . La mine Joseph

La visite du site de la mine Joseph permet de préciser les éléments perceptibles depuis le CD.133. Sur le carreau on peut notamment observer :

- deux anciens bâtiments dont il ne subsiste du plus grand, que ses murs de brique ;

# PLAN DU SITE

0 50 100 150 200m.



- |            |                  |                         |
|------------|------------------|-------------------------|
| ● Puits    | ⊗ Bâtiment ruiné | ▨ Stériles de laverie   |
| ▨ Bâtiment | ■ Bâtiment rasé  | ▧ Holdes d'exploitation |

- une trémie en béton et son escalier d'accès ;
- des vestiges de fondation et quelques fragments de matériel métallique qui parsèment les alentours des bâtiments.

Des entrées de galeries ou de travers-bancs, parfois dissimulées dans les fourrés, rappellent l'existence de travaux souterrains.

Les déblais miniers s'étagent jusqu'au ruisseau de Paleyrolles, avec des pentes comprises entre 30 et 45°, et sont parfois creusés de ravines. Ils sont constitués de shales gréseux noirs et de dolomies sombres, certains blocs sont injectés de pyrite.

La végétation qui tend à envahir peu à peu la zone des bâtiments, s'implante plus difficilement sur les anciens stocks.

En contrebas des stériles miniers, les eaux du ruisseau de Paleyrolles sont colorées en orange vif et des dépôts rouilles, d'oxydes, peuvent être observés dans le fond du ruisseau sur plusieurs kilomètres de long, jusqu'à sa confluence avec l'Ourne. Ces dépôts s'expriment dans la partie amont sous la forme d'une boue et dans la partie aval par une simple coloration de la roche (cf. impact sur les eaux de surface).

#### . La mine de Pallières

Les nombreux vestiges de la mine de Pallières s'étalent de part et d'autre du chemin qui relie les CD.133 et 903, sur près de 1 000 m de long.

On peut notamment observer des entrées de galeries ou de travers-bancs, les restes des anciens bâtiments et installations, les haldes et stériles miniers (cf. plan).

Les éléments résiduels les plus spectaculaires sont constitués par les ruines des bâtiments et les anciens stocks.



. Les bâtiments

Les archives de la mine montrent qu'une vingtaine de bâtiments avaient été édifiés au cours des différentes périodes d'exploitation, pour les besoins de l'activité minière.

Les modes de construction adaptés aux utilisations (laverie, laboratoires, bureaux, ateliers, etc...) ont également variés dans le temps avec l'évolution des techniques (pierres de taille, briques, béton, etc...).

Toutes les constructions sont à l'état de ruine. Depuis la fermeture de la mine en 1971, les constructions ont été rasés au niveau du sol. Quatre bâtiments qui avaient été laissés en bon état à la fermeture de la mine ont été depuis détruits par vandalisme.

Les sept ou huit bâtiments encore debouts ne possèdent plus ni toiture, ni charpente, ni huisserie. Autour des ruines, des débris divers jonchent le sol de l'ancien carreau : cables, tôles, boulons, bidons, tuyauteries, fragments de carottes de sondages, etc... Tous les objets métalliques sont rongés par l'oxydation.

. Les stocks

Plusieurs types de déchets miniers résultent de l'activité minière dans ce secteur.

a) Des déchets provenant de travaux anciens de recherche ou d'exploitation de minerais pyriteux. Ces haldes sont constitués de cailloutis mêlés de terre rouge. Ces stocks sont de volumes restreints qui forment de petits monticules peu à peu recouverts par la végétation. Leur présence n'est parfois décelable qu'à l'occasion d'un ravinement intense sur une pente trop raide qui met en évidence le caractère artificiel du relief. De tels stocks peuvent être observés jusqu'au hameau de Pallières au milieu des bois.

b) Les déblais miniers liés à l'exploitation du gisement plombo-zincifère. Ces déblais d'extraction ont généralement été laissés au fond des galeries comme remblais des excavations. La majorité de ces déblais stockés au jour, proviennent du fonçage des puits de mine et sont localisés autour de ceux-ci. Ces stocks sont essentiellement situés autour des puits n° 1 et n° 3.

Le plus important provient des travaux du puits n° 3 et constitue un terril allongé dans le sens Sud-Nord, sur plus de 100 m. Il s'appuie sur le flanc est du vallon du ruisseau d'Aigue-Morte. Sa surface supérieure constitue une plate-forme d'environ 25 x 150 m, sur laquelle subsistent quelques bâtiments.

Ces matériaux de nature calcaire et dolomitique, de couleur grise, sont de granulométrie grossière (graviers et cailloux entre 2 et 7 cm). Ils constituent des stocks dont le volume peu être estimé à environ 50 000 m<sup>3</sup>.

c) Les stériles de laverie proviennent du traitement des minerais de la Croix-de-Pallières et de Durfort. Ils ont été stockés en partie en souterrain (100 à 200 000 t) pour le remblayage hydraulique de certaines galeries (fraction 100 - 200 µm).

La majorité des produits 0 - 200 µm ont été stockés en dépôt aérien, face au puits n° 3 sous la forme d'une digue à stérile. Localisée au droit d'une légère dépression naturelle, la digue s'étend sur environ 3 ha, elle forme un demi cercle planté de piquets de stabilisation en bois, tournant sa convexité vers l'Est. Elle retient à l'amont un bassin constitué de fines. La masse stockée est de l'ordre de 800 à 900 000 t. Ces stériles forment un immense dépôt de produits fins et gris, localement raviné et dépourvu de toute végétation.

L'ensemble des dépôts et des bâtiments ruinés confère au site un caractère de désolation très marqué.

#### 4.3 - RISQUES ET IMPACTS GEOTECHNIQUES

##### 4.3.1 - Les travaux souterrains

Les travaux miniers de Pallières les plus importants, axés sur l'exploitation du plomb et du zinc, s'inscrivent dans un prisme droit à base carrée de 300 m de coté et de 120 m de haut, situé à l'Ouest de la faille du horst et au Nord du puits n° 1. L'exploitation de la mine Joseph est limitée à une chambre de quelques dizaines de mètres de long.

En réalité, l'ensemble des travaux de recherche et d'exploitation minières (sondages, galeries de reconnaissance et exploitation de pyrite), intéresse un secteur beaucoup plus vaste.

Nos investigations, limitées au secteur immédiat du carreau minier ne nous ont pas permis de constater des mouvements de terrain particuliers. L'exploitation par tranche remblayée a été réalisée à partir des années 1960. Sur le site, un panneau situé au niveau du puits n° 1 évoque des dangers d'effondrement de la chaussée.

##### 4.3.2 - Les équipements et stocks aériens

###### . Les bâtiments

Les édifices qui subsistent encore à l'état de ruine sur le carreau du chantier ne semblent pas, d'une façon générale, poser de problème de stabilité en raison de la solidité des bâtiments construits, mais la destruction systématique des toitures ne peut que compromettre la tenue des bâtiments résiduels à plus ou moins long terme.

###### . Les haldes

Les haldes d'exploitation de la mine de Pallières constitués pour l'essentiel de matériaux de granulométrie grossière, drainés et compactés par l'évolution des engins autour du puits, sont stabilisés et ne semblent pas présenter de risque de mouvements particuliers, autres que ceux liés aux dangers d'effondrement souterrain.

Les déblais miniers de la mine Joseph, situés en rive droite du ruisseau d'Aigue-Morte, sont constitués par un mélange de cailloux, de sable et d'argile, leur pente peut excéder 50 % à la base. Ces facteurs, auxquels il convient d'ajouter les conditions d'eau (suintements observables), et le travail de sape du cours d'eau, notamment lors des crues, contribuent à destabiliser la partie inférieure de ces haldes. Le risque de glissement de ces déchets miniers dans le lit du cours d'eau reste donc très important.

### . Les stériles

Le stock des stériles de laverie a été édifié par élévation progressive d'une digue en résidus grossiers, derrière laquelle se sont décantées les eaux chargées en éléments plus fins. L'eau clarifiée dans le bassin de décantation était évacuée par une tuyauterie (buse), pour éviter le débordement du bassin ou une destabilisation de la digue sous la poussée des eaux. Depuis la fermeture de la mine, les eaux météoriques reçues dans le bassin, s'évacuent par le système de buse. Ainsi, la stabilité de l'ouvrage fixée par les conditions drainage reste liée au maintien du système d'évacuation des eaux pluviales dans le bassin. La Société de la Vieille Montagne procède à la surveillance régulière de l'état de ces canalisations.

Par ailleurs, le terril est soumis aux intempéries locales parfois violentes (pluies et vents), qui contribuent à éroder le terril minier.

On peut observer des figures d'érosion sur les stériles : ravinements sur les pentes, reliefs ruiniformes, créés par le dégagement des couches plus résistantes à l'érosion (sédiment plus grossier ou croûte d'oxydation).

Au Nord du terril, le chemin qui mène à Pallières est recouvert d'une couche de fines de 1 à 2 cm d'épaisseur, sur une longueur d'environ 200 m. Il est probable que ces matériaux proviennent de l'érosion du terril lors des pluies d'orage qui transforment parfois le chemin en ruisseau.

L'érosion du terril est également favorisée par l'activité humaine. En effet, la dune formée par l'immense dépôt est utilisée régulièrement comme circuit de motocyclettes et de voitures tout-terrain. L'évolution des véhicules sur les pentes contribue ainsi à détruire mécaniquement la cohésion superficielle du dépôt liée au tassement des sédiments et à la formation de croûtes. L'érosion par les intempéries est ainsi favorisée.

#### 4.4 - IMPACTS SUR LES EAUX

##### 4.4.1 - Les impacts historiques

La dernière période d'activité minière (1945-71) a été marquée par plusieurs incidents d'exploitation qui ont affecté les eaux souterraines et de surface de ce secteur.

###### . Eaux souterraines

Les réservoirs aquifères de la région de St Félix-de-Pallières sont très compartimentés par la tectonique locale. Lors de travaux d'exploitation, les mineurs ont rencontré un réservoir aquifère jurassique. Son percement a entraîné l'ennoiement de certains niveaux de la mine et plusieurs sources se sont trouvées asséchées. La Société de la Vieille Montagne a dû procéder à des pompages pendant plusieurs semaines au rythme de 800 m<sup>3</sup>/h, avant de pouvoir procéder aux travaux de colmatage de la brèche. Les sources ont retrouvé leur débit normal.

Il convient également de signaler que certains travaux de reconnaissance minière ayant rencontrés des niveaux d'eau en charge, ont donné naissance à des sources. Le hameau de Pallières est partiellement alimenté en eau potable par une source issue d'un ancien forage minier.

###### . Eaux de surface

Selon un élu local, à la suite de rejets d'eau boueuse, chargée de fines de laverie, dans le ruisseau d'Aigue-Morte, une pollution a été observée dans le Gardon et les boues ont entraîné la stérilisation d'un prés en bordure de la rivière.

##### 4.4.2 - Les impacts constatés

###### . Les eaux souterraines

La complexité des réseaux aquifères locaux (réservoirs compartimentés et circulation karstique), et l'absence de données de références antérieures à l'exploitation minière rend délicate l'interprétation des résultats analytiques dans un secteur où les eaux souterraines peuvent présenter un fond géochimique important (présence de fer notamment) (cf. analyses ci-après).

Les travaux souterrains nécessitaient pendant l'exploitation un débit d'exhaure de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/h. Ces travaux sont actuellement noyés et constituent un aquifère à grande perméabilité, mais il ne nous a pas été possible de trouver un exhaure naturel à ce réservoir pour analyse.

Le captage du Syndicat Intercommunal présente des qualités bactériologiques variables, sans que l'on puisse préciser l'origine de cette variabilité.

Il existe dans le périmètre de la concession, à 500 m au Nord-Est du puits n° 3, en bordure du chemin communal qui mène au hameau de Pallières, une source de faible débit (0,25 l à 1 l/s), mais perenne (point S).

La source semble en relation avec d'anciens travaux miniers et a fait l'objet d'un petit aménagement (réservoir en béton). Elle n'est pas utilisée

Un prélèvement a été réalisé le 9 mars 1983 pour analyse. Celle-ci a donné les résultats suivants :

- au prélèvement :            T° = 8°C  
                                      pH = 6,7  
                                      Conductivité (pour 20°C) = 1 250 µS/cm.

- au laboratoire :

pH .....	6,8	Ca .....	172,8
Conductivité <sup>-1</sup> µS/cm à 20°...	1099	Mg .....	74,0
M.E.S. (mg/l).....	24	Na .....	5,2
Turbidité (gouttes de mastic).	< 5	K .....	3,3
T.A .....	néant	Fe .....	11,0
T.A.C. ....	7°00	Cd .....	≤ 0,01
T H .....	74°03	Pb .....	≤ 0,10
CO <sub>3</sub> (mg/l) .....	néant	Ni .....	0,12
HCO <sub>3</sub> .....	85	Co .....	< 0,10
Cl .....	6,1	Cu .....	0,02
SO <sub>4</sub> .....	720	Zn .....	1,10
NO <sub>3</sub> .....	3,2	As .....	≤ 0,5
NH <sub>4</sub> .....	<0,1	SiO <sub>2</sub> .....	27
F .....	<0,1		

Bilan

HCO <sub>3</sub> .....	1,39	Ca .....	8,62
Cl .....	0,17	Mg .....	6,09
SO <sub>4</sub> .....	14,99	Na .....	0,23
NO <sub>3</sub> .....	0,05	K .....	0,08
Total Anions mé	<u>16,60</u>	Total Cations mé	<u>15,02</u>

ce sont des eaux sulfatées calciques et magnésiennes très ferrugineuses.

Il conviendra également de rappeler que compte-tenu du caractère karstique des formations géologiques locales, toute pollution des eaux superficielles peut contaminer les réservoirs aquifères à grande perméabilité.

. Les eaux de surface

Deux rivières drainent le secteur minier : le ruisseau d'Aigue-Morte pour la mine de Pallières et le ruisseau de Paleyrolles pour la mine Joseph. Ces deux cours d'eau ont ainsi été étudiés séparément.

Ces ruisseaux ont fait l'objet de trois campagnes de prélèvement. La campagne n° I s'est déroulée le 3 novembre 1982 et a permis d'orienter les analyses des campagnes suivantes :

n° II le 09 mars 1983,

n° III le 24 juin 1983.

Le ruisseau d'Aigue-Morte

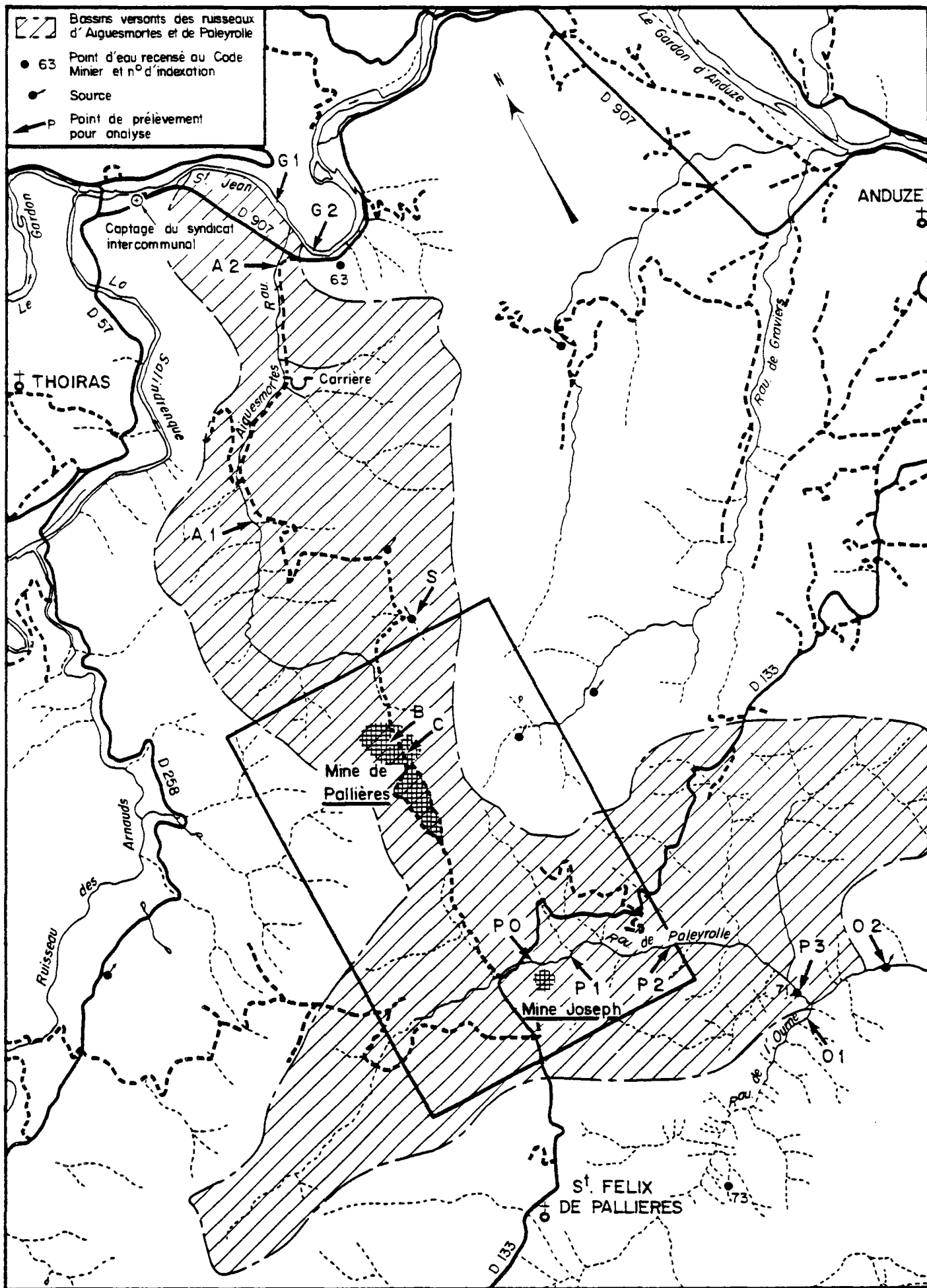
Les prélèvements d'eau dans le ruisseau ont été réalisés :

- Au point A<sub>1</sub> (2 km en aval du terril minier) par les campagnes I, II et III.

- Au point A<sub>2</sub>, juste en amont de la confluence du ruisseau avec le Gardon de St-Jean (campagne n° I).

# LES EAUX SUPERFICIELLES

D'après les cartes 1/25 000 IGN St. Hippolyte-du-Fort et Anduze





Les eaux du ruisseau étant à ce niveau perturbées par l'exploitation de granulats, il n'a pas été jugé nécessaire de réaliser des prélèvements en ce point, au cours des campagnes II et III.

Lors de cette campagne n° I, des prélèvements ont également été réalisés dans le Gardon, en amont et en aval du ruisseau d'Aigue-Morte. Comme pour le point A<sub>2</sub>, les prélèvements n'ont pas été répétés lors des autres campagnes.

- Au point B. Ce point se situe au niveau de la buse qui draine le terril minier et le carreau de l'exploitation. Ce point avait été trouvé à sec lors des trois campagnes de prélèvement dans le ruisseau d'Aigue-Morte, lorsque dans la soirée du 24 juin 1983 (fin de la troisième campagne), un important orage s'est abattu sur le secteur minier. En quelques instants, le carreau et le chemin miniers ont été transformés en torrent et un débit d'environ 4 l/s a pu être observé à la sortie de la buse, où un échantillon a pu être prélevé.

- Au point C. Lors de la visite de la mine, il avait été observé ponctuellement à la base des stériles, des cristallisations salines jaunes et rouille, provenant certainement de niveaux plus sulfurés. Un échantillon d'eau de lessivage de ces secteurs (point C), situés plus en amont que le point B, a été également prélevé pendant l'orage du 24 juin pour analyse.

Les résultats des analyses sont consignés dans le tableau 1.

Les analyses réalisés au point A<sub>1</sub> montrent une qualité chimique des eaux constante en dehors des périodes de crue. Aucune pollution métallique significative n'a été décelée par l'analyse.

L'analyse des eaux aux points B et C montre qu'en période d'orage le lessivage du carreau de la mine et des stériles peut aboutir à la création de solutions acides minéralisées et chargées en métaux, susceptibles d'atteindre des taux spectaculaires dans certaines zones de ruissellement, très localisées (cf. point C). Les saumures semblent se diluer très rapidement vers l'aval.

TABLEAU N° 1

	CAMPAGNE N° I				CAMPAGNE N° II	CAMPAGNE N° III		
	A <sub>1</sub> Rau Aigue Morte	A <sub>2</sub> Rau Aigue Morte	G <sub>1</sub> Gardon amont	G <sub>2</sub> Gardon aval	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	B	C
Conductivité µS/cm à 20°C	482	616	169	166	455	454	1 152	20 205
pH	8,3	8,4	8,5	8,6	8,4	8,1	6,6	1,8
M.E.S. (mg/l)	1	1	1	1	< 1	≤ 1	4 000	8 600
Ca	96	110	25	25,2	81,8	73,6	200,8	350,0
Mg	26,5	55,0	9,0	9,0	27,4	32,0	46,5	1 920
Na	5,0	6,5	5,1	5,1	3,3	3,6	1,8	1,6
K	0,6	1,2	1,7	1,0	0,2	0,5	3,9	0,1
CO <sub>3</sub>	12	15	9	9	6	néant	néant	néant
HCO <sub>3</sub>	299	271	70	70	329	345	46	néant
Cl	7,0	12,8	7,8	7,0	6,3	8,5	4,6	< 1
SO <sub>4</sub>	88	230	32	32	40	38	680	39 000
NO <sub>3</sub>	3,8	5,2	3,1	2,9	3,5	7,4	6,3	19,0
NO <sub>2</sub>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-
NH <sub>4</sub>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	1,5	0,9
Fe	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,1	< 0,1	4 530
Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,07 ppb	350 ppb	51
Ag	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	< 10 ppb	< 10 ppb	50 ppb
Pb	< 0,05	0,05	0,05	0,05	< 0,10	2,5 ppb	772 ppb	191 ppb
Ni	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,10	< 0,1 ppb	18 ppb	8,5
Co	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,10	0,1 ppb	23,4 ppb	4,8
Cu	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2 ppb	18,5 ppb	204
Au	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
Zn	1,36	0,43	< 0,01	< 0,01	< 0,05	300	73	10 700
As	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,5 ppb	< 0,5 ppb	92
SiO <sub>2</sub>	10	10	4	4	6	-	-	-
T A	1°00	1°25	0°75	0°75	0°50	-	-	-
T A C	24°50	22°25	5°75	5°75	27°00	-	-	-
T H	35°40	50°07	10°00	10°05	31°87	-	-	-

Nb : sauf précision, les résultats sont donnés en mg/l.

BILAN

CAMPAGNE N° I

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>
CO <sub>3</sub>	0,40	0,50	0,30	0,30
HCO <sub>3</sub>	4,90	4,44	1,15	1,15
Cl	0,20	0,36	0,22	0,20
SO <sub>4</sub>	1,83	4,79	0,67	0,67
NO <sub>3</sub>	0,06	0,08	0,05	0,05
<hr/>				
Total Anions mé	7,39	10,17	2,39	2,37
Ca	4,79	5,49	1,25	1,26
Mg	2,18	4,52	0,74	0,74
Na	0,22	0,28	0,22	0,22
K	0,02	0,03	0,04	0,03
<hr/>				
Total Cations mé	7,21	10,32	2,25	2,25

. Le ruisseau de Paleyrolles

Des prélèvements d'eau ont été réalisés dans le ruisseau de Paleyrolles et dans l'Ourne, qu'il alimente, dans les conditions suivantes :

Point	Localisation	Date prélev. (campagne)	Observations
P <sub>0</sub> Paleyrolles	En amont de la mine Joseph (pont du CD 133)	I	Cours d'eau à sec à ce niveau (pas de prélèvement)
		II	Débit ~ 1 l/s
		III	Quelques minutes après l'orage du 24 juin
P <sub>1</sub> Paleyrolles	En aval de la mine Joseph	I	Q < 1 l/s (suintement venant des déchets miniers)
		II	Q ~ 2 l/s
		III	Quelques minutes après l'orage
P <sub>2</sub> Paleyrolles	1 km en aval de la mine Joseph	I	-
P <sub>3</sub> Paleyrolles	2 km en aval de la mine Joseph, en amont de la confluence avec l'Ourne	I	-
		III	Une heure après l'orage
P <sub>4</sub> Paleyrolles	Eau interstitielle des sédiments du Point 1	I	-
O <sub>1</sub> Ourne	Quelques mètres en amont de la confluence avec le ruisseau de Paleyrolles	II	-
O <sub>2</sub>	200 m en aval de la confluence avec le ruisseau de Paleyrolles	II	-

Les résultats des analyses sont consignés dans le tableau n° 2.

TABLEAU N° 2

	CAMPAGNE N° I				CAMPAGNE N° II				CAMPAGNE N° III		
	P <sub>1</sub> Rau Pa- leyrolles aval	P <sub>2</sub> Rau Pa- leyrolles aval	P <sub>3</sub> Rau Pa- leyrolles aval	P <sub>4</sub> eau inter. sédiments Paleyrolles (P <sub>1</sub> )	P <sub>0</sub> Rau Pa- leyrolles amont	P <sub>1</sub> Rau Pa- leyrolles aval	O <sub>1</sub> Ourne amont	O <sub>2</sub> Ourne amont	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>
Conductivité µS/cm à 20°C	3 010	838	542	-	471	2 339	512	512	374	1 909	525
pH	2,5	7,6	8,3	2,4	8,3	2,5	8,2	8,2	7,3	8,5	8,0
H E S (mg/l)	9	1	1	-	6	74	≤ 1	≤ 1	114	304	≤ 1
Ca	320	145,6	103,4	-	84,4	207,2	76,6	78,2	62,6	134,0	90,0
Hg	300	82,0	40,0	-	11,6	148	29,9	32,5	9,7	30,1	37,3
Na	4,2	4,2	3,3	-	6,9	4,3	3,2	3,5	6,7	3,4	3,4
K	2,9	3,7	1,4	-	1,5	2,9	0,7	0,7	3,2	2,6	0,8
CO <sub>3</sub>	néant	néant	12	-	néant	néant	néant	néant	néant	néant	néant
HCO <sub>3</sub>	néant	143	271	-	153	néant	281	262	140	néant	302
Cl	5,7	9,4	8,4	-	21,6	3,7	7,0	7,2	17,1	2,7	7,7
SO <sub>4</sub>	3 000	590	164	-	124	1 600	88	108	80	960	136
NO <sub>3</sub>	2,2	3,6	3,1	-	3,3	1,8	2,6	3,1	6,0	5,6	5,3
NO <sub>2</sub>	< 0,01										
NH <sub>4</sub>	0,3	0,1			≤ 0,1	0,2	≤ 0,1	≤ 0,01	≤ 0,1	0,6	≤ 0,1
Fe	220	0,10	0,02	210	1,90	180	≤ 0,10	≤ 0,10	0,2	30,1	≤ 0,1
Cd	0,06	< 0,01	< 0,01	0,06	≤ 0,01	0,05	≤ 0,01	≤ 0,01	3,8 ppb	33 ppb	0,07 ppb
Ag	< 0,01						≤ 0,10	≤ 0,10	< 10 ppb	< 10 ppb	< 10 ppb
Pb	0,30	< 0,05	< 0,05	0,60	< 0,10	0,20			8,6 ppb	430 ppb	0,7 ppb
Mn	0,10	< 0,01	< 0,01	0,11	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,10	< 0,1 ppb	45 ppb	< 0,1 ppb
Co	0,25	< 0,01	< 0,01	0,25	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,10	1,0 ppb	89,2 ppb	0,1 ppb
Cu	0,80	< 0,01	< 0,01	0,88	< 0,01	0,45	≤ 0,01	≤ 0,01	10,8 ppb	294 ppb	0,25 ppb
Au	< 0,05							≤ 0,01			
Zn	11,00	0,65	0,10	11,00	< 0,01	0,45	≤ 0,01		< 100 ppb	5 400 ppb	10,5 ppb
As	< 0,05				≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	< 10 ppb	< 10 ppb	< 10 ppb
SiO <sub>2</sub>	54	12	4		8	32	4	4			
Γ A	néant	néant	1200		néant	néant	néant	néant			
Γ A C	néant	1127	2225		12050	néant	23200	21050			
Γ II	205206	70200	2252		25293	113047	31261	11009			

BILAN

CAMPAGNE N° I

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
CO <sub>3</sub>	x	x	0,40	Ca	15,97	7,27	5,16
HCO <sub>3</sub>	x	2,34	4,44	Mg	24,67	6,74	3,29
Cl	0,16	0,27	0,24	Na	0,18	0,18	0,14
SO <sub>4</sub>	62,46	12,28	3,41	K	0,07	0,09	0,04
NO <sub>3</sub>	0,04	0,06	0,05	Total			
Total Anions mé	62,66	14,95	8,54	Cations mé	40,89	14,28	8,63

CAMPAGNE N° II

	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
CO <sub>3</sub>	x	x	x	x	Ca	4,21	10,34	3,82	3,90
HCO <sub>3</sub>	2,51	x	4,61	4,29	Mg	0,95	12,17	2,46	2,67
Cl	0,61	0,10	0,20	0,20	Na	0,30	0,19	0,14	0,15
SO <sub>4</sub>	2,58	33,31	1,83	2,25	K	0,04	0,07	0,02	0,02
NO <sub>3</sub>	0,05	0,03	0,04	0,05	Total				
Total Anions mé	5,75	33,44	6,68	6,75	Cations mé	5,50	22,77	6,44	6,74

CAMPAGNE N° III

	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>
CO <sub>3</sub>	x		x	Ca	3,12		4,49
HCO <sub>3</sub>	2,29		4,95	Mg	0,80		3,07
Cl	0,48		0,22	Na	0,29		0,15
SO <sub>4</sub>	1,67		2,83	K	0,08		0,02
NO <sub>3</sub>	0,10		0,09	Total			
Total Anions mé	4,54		8,09	Cations mé	4,29		7,73

#### 4.4.3 - Etudes complémentaires

De manière à appréhender les potentialités de pollution sur les eaux de surface ou souterraines, liées au terril minier de Pallières, un test de lixiviation a été réalisé sur un échantillon de sédiment fin prélevé dans les stériles de laverie. Afin d'obtenir un échantillon représentatif, celui-ci a été réalisé par prélèvement sur plusieurs niveaux de pente du terril et quartage (cf. caractéristiques des déchets au paragraphe 3.4).

Le test de lixiviation total de type INSA, a été confié à l'Institut de Recherche Hydrologique.

##### . Principe du test

Ce test est destiné à déterminer quelle est la fraction de la pollution du déchet directement soluble dans l'eau et par conséquent susceptible de contaminer l'environnement de façon immédiate.

Le principe consiste à réaliser sous agitation mécanique continue, trois extractions successives pendant 15 heures sur 100 g de déchet brut à l'aide d'une eau déminéralisée saturée en CO<sub>2</sub>, en air, à une température comprise entre 18 et 25°C.

Les phases liquides obtenues au terme de chacune des extractions et après séparation totale des matières solides, sont soumises à analyse pour la détermination des paramètres jugés représentatifs à la pollution éventuellement dissoute.

A titre indicatif :

Conductivité .....	NF T 90 031
pH .....	NF T 90 008
D.C.O. ....	NF T 90 101
Métaux lourds .....	NF T 90 027
Cr <sup>6+</sup> .....	NF T 90 112
Cd .....	NF T 90 112

CN<sup>-</sup> totaux ..... NF T 90 107  
 F<sup>-</sup> ..... NF T 90 004  
 Phénol ..... NF T 90 204  
 Hydrocarbures ..... NF T 90 203  
 Carbone organique ..... non normalisée.

Les résultats analytiques obtenus sur les phases liquides résultant d'extraction successives permettent d'établir un bilan des éléments dissous et de rapporter les résultats à l'unité de masse du déchet brut initial.

Par ailleurs, il est possible d'en déduire le comportement de solubilisation du déchet en distinguant les cas de dissolution totale, de saturation correspondant à un équilibre de solubilité et les cas intermédiaires.

. Résultats obtenus

Suivi analytique des extractions			
Paramètre contrôlé	1ère extraction	2ème extraction	3ème extraction
Odeur	inodore	inodore	inodore
Couleur	incolore	incolore	incolore
pH	6,2	5,9	5,9
$\rho$ (ohm.cm)	562	1913	2531
D.B.O. mg/l O <sub>2</sub>	< 5	< 5	< 5
D.C.O. mg/l O <sub>2</sub>	4	4	4
C.O.T. mg/l C	< 5	< 5	< 5



Quantités extraites				
Eléments	Quantité extraite à la première extraction (mg/l)	Quantité extraite à la deuxième extraction (mg/l)	Quantité extraite à la troisième extraction (mg/l)	Quantité totale extraite par kg de déchet brut (mg/kg)
Antimoine	*	*	*	
Baryum	*	*	*	
Cadmium	1,0	0,71	0,40	21,1
Calcium	600	87	56	7430
Chrome total	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Chrome VI	< 0,02	< 0,02	< 0,02	
Cobalt	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Cuivre	0,08	0,04	0,02	1,4
Etain	*	*	*	
Fer	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Fluorures	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Mercure	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	
Magnésium	21	17,5	12,5	510
Manganèse	0,74	1,38	1,26	33,8
Molybdène	*	*	*	
Nickel	0,10	0,05	0,05	2,0
Plomb	0,95	0,60	0,45	20
Thallium	*	*	*	
Titane	*	*	*	
Vanadium	*	*	*	
Zinc	165	55	32	2520
Phénols	0	0	0	
Sulfures (S)	0	0	0	
Cyanures totaux	0	0	0	

Test Daphnies réalisé sur le premier extrait : 4 équitox/m3

\* Absence dans le déchet mise en évidence par spectrographie d'émission.

Comportement à la solubilisation				
Eléments	Comportement		Quantités solubilisables en mg par kg de déchet	
	Dissolution totale	Intermédiaire entre dissolution totale et saturation	Dans les conditions du test	Potentiellement solubilisables (concentration totale dans le déchet)
Calcium	*		7430	59 000
Zinc	*		2520	76 000
Magnésium	*		510	88 000
Manganèse		*	33,8	164
Cadmium	*		21,1	100
Plomb	*		20,0	3750

. Conclusion

Le test met en évidence une dissolution relativement importante de calcium, zinc et magnésium et à un degré nettement moindre, du cadmium plomb et manganèse. L'effet de ces métaux est négligeable dans les conditions du test : la toxicité du premier extrait n'est que de 4 équitox/m<sup>3</sup> ce qui correspond à une eau de rivière très légèrement polluée.

Toutefois, il convient de signaler que le test, réalisé sur 15 h, ne prend pas en considération les phénomènes bactériens qui font intervenir des réactions cinétiques plus lentes.

Par ailleurs, les analyses qui ont été réalisés in situ sur des échantillons d'eau de lessivage des stériles prélevés, durant l'orage du 24 juin 1983, montrent qu'il peut exister très localement au sein du terril des zones à caractère plus toxique (zones pyriteuses notamment).

#### 4.5 - IMPACT SUR LE MILIEU NATUREL

##### 4.5.1 - La flore

Des observations botaniques ont été réalisées sur les secteurs de la mine Joseph et de la mine de Pallières.

Les installations minières, le carreau, les bâtiments, les zones de viabilité couvrent une surface d'environ 15 ha, où la flore montre des difficultés ou des impossibilités de recolonisation.

##### . La mine Joseph

Abandonnée depuis près de 30 ans, les déblais et les zones des bâtiments de la mine Joseph ont lentement été colonisés par diverses espèces arborescentes : pin, charme, chêne vert, chêne pubescent, fresne, bouleau...

L'espèce dominante et qui semble la mieux adaptée aux terrains est le pin. La strate herbacée est peu représentée à l'exception d'espèces rampantes telles que les ronces et le chèvrefeuille. Certaines zones de déblais sont stériles de toute végétation formant une limite nette avec les zones végétalisées. Dans le fond du ruisseau de Paleyrolles, immédiatement en contrebas des déblais miniers, certaines espèces qui avaient réussi à s'implanter (bouleau, aulnes, ...) n'ont pu résister à l'acidité du milieu (le pH des eaux de ce secteur étant de l'ordre de 2,5).

Les déblais miniers de la mine de Pallières se caractérisent par une absence quasi-totale de recolonisation végétale. L'absence de sol, les vents et la faible humidité à la surface des terrils, défavorisent la vie végétale.

Seuls quelques jeunes chênes ont actuellement réussi à s'implanter sur ce terril.

A la base du terril de déchets de laverie, en contrebas de la buse d'exhaure, cette zone plus humide a permis la croissance d'une touffe de phragmite.

À proximité du carreau et des déchets, les espaces boisés et la ripisylve du ruisseau d'Aigue-Morte ne semblent pas souffrir de la présence de l'ancienne exploitation.

#### 4.5.2 - La faune

La faune locale susceptible d'évoluer dans l'environnement terrestre ou aérien de la mine, est pauvre et ne devrait pas être perturbée par l'ancienne exploitation. En particulier, les nombreuses traces de sangliers tout autour du carreau montrent la fréquentation régulière des terrains par les suidés. Le secteur constitue un territoire de chasse pour les habitants de la région.

La faune aquatique n'a pu être étudiée dans les ruisseaux d'Aigue-Morte et de Paleyrolles, compte-tenu des faibles quantités d'eau dans les parties amont lors de nos visites et des perturbations que subissent par ailleurs les cours d'eau en aval (barrage de la carrière sur le ruisseau d'Aigue-Morte, existence d'une décharge proche du ruisseau de Paleyrolles).

Toutefois à titre indicatif, un prélèvement hydrobiologique a été effectué le 4 novembre 1982 dans le Gardon de St Jean, juste en aval de la confluence avec le ruisseau d'Aigue-Morte, afin d'étudier les caractéristiques biotiques du Gardon à ce niveau. L'étude a porté sur la faune benthique en faciès lothique.

Les techniques utilisées sont basées sur la méthode des indices biotiques et la méthode des indices de qualité biologique globale dont les principes généraux sont résumés en annexe.

#### - Qualité biologique des eaux

La qualité biogénique des eaux du Gardon a été évaluée à l'aide de l'analyse faunistique. La composition faunistique (cf. tableau), appelle les remarques suivantes :

- nombre limité d'unités systématiques dans ce cours d'eau, situation normale pour une rivière montagnarde. La faune observée est de type réophile, adaptée aux courants forts et à des substrats rocheux ;
- les genres observés dans les différents groupes appartiennent à des populations vivant dans des cours d'eau de bonne qualité peu ou pas pollués et bien oxygénés.

- Liste faunistique

ORDRE	FAMILLE	GENRE	Abondance relative
PLECOPTERES	Taeniopterygidae	Taeniopteryx	p
	Leuctridae	Leuctra	1
TRICHOPTERES	Philopotamidae	Philopotamus	3
	Rhyacophilidae	Rhyacophila	2
	Hydropsychidae	Hydropsyche	5
		Cheumatopsyche	4
Polycentropidae	Polycentropus	p	
EPHEMEROPTERES	Heptageniidae	Ecdyonurus	p
	Caenidae	Caenis	1
	Baetidae	Baetis	2
COLEOPTERES	Elmidae	Elmis	2
		Limnius	4
		Oulimnius	3
		stenelmis	1
ODONATES	Gomphidae	Onychogomphus	p
DIPTERES	Chironomidae		2
	Simuliidae		2
	Tipulidae		p
	Athericidae		+
-CRUSTACES	Gammaridae		+
OLIGOCHETES			2

- Abondance relative

+	: 1 individu	3	: 51 à 100 individus
P	: 2 individus	4	: 101 à 200 individus
1	: 3 à 10 individus	5	: > 200 individus
2	: 11 à 50 individus		

- Indice biotique

Les résultats donnés par la méthode des indices biotiques montrent une qualité très bonne pour les eaux du Gardon (indice de 10).

L'indice observé est dû à la présence d'espèces de trois ordres (Plécoptères, Trichoptères, Ephéméroptères), généralement caractéristiques des cours d'eau peu pollués.

- Indice de la qualité biologique globale

Cette méthode qui constitue une amélioration de celle des indices biotiques, est plus sensible et plus fidèle.

L'IQBG de 17 indique que le cours d'eau possède des potentialités élevées pour la faune aquatique, mais qu'une perturbation du biotope (substrat, qualité de l'eau), ne lui permet pas de s'exprimer complètement.

- Peuplement faunistique

On notera le développement particulier des Trichoptères dont cinq genres ont été recensés. Les Hydropsychidae, famille herbivore, sont particulièrement abondants (plus de 200 individus). Les Plécoptères et les Ephéméroptères, généralement rhéophiles et polluo-sensibles, sont présents en beaucoup plus faible quantité (2 à 10 individus en général).

· Résultats des analyses (S.R.A.E. Centre)

- Résultats des indices biotiques

Nombre d'unités systématiques.....	21
Indice biotique.....	10
IQBG.....	17

#### 4.6 - IMPACTS ET DANGERS POUR LE VOISINAGE

Aucun accident de personnel n'a été recensé sur l'ancien chantier minier, toutefois l'accessibilité aisée du secteur qui permet la fréquentation du site, induit une potentialité d'accident.

##### 4.6.1 - Accessibilité des travaux miniers

A la fermeture de l'exploitation minière, un certain nombre de mesures ont été prises par la société exploitante afin d'interdire l'accès du chantier au public :

- pose de panneaux d'interdiction et de danger,
- condamnation des puits n° 1 et 3 à l'aide de dalles bétonnées et mise en place de grilles à certaines entrées de galerie.

Toutefois, l'accès au secteur des installations et des travaux miniers, ne peut être protégé en raison de l'existence du chemin communal, parallèle au chemin de la mine qui traverse le carreau du Nord au Sud et qui constitue le plus court chemin entre St Félix-de-Pallières et Thoiras. De plus, certains travaux souterrains sont accessibles du fait de l'absence (ou de la destruction) des moyens de fermeture.

##### 4.6.2 - La fréquentation

Le secteur du site minier ou son voisinage immédiat constituent un pôle d'attraction pour différentes catégories d'intéressés :

- Pour les utilisateurs du chemin précédemment cité. En plus de l'aspect strictement utilitaire de ce chemin pour les habitants de la région, ce chemin est cité comme circuit de randonnée touristique autour d'Anduze, ce qui favorise son utilisation par de nombreux estivants. L'attrait de ce circuit est renforcé par la perspective de la visite d'une mine abandonnée ayant fourni notamment du minerai argentifère.

- Pour les chasseurs de la région qui traquent notamment les sangliers, nombreux dans ce secteur de garrigue et de châtaigniers.

- Pour les amateurs de préhistoire compte tenu de la proximité des dolmens de la Croix-de-Pallières.

- Pour les spéléologues susceptibles d'être attirés par la cavité que représentent les anciens travaux souterrains.

- Pour les chercheurs d'échantillons minéralogiques. De nombreux blocs de minerais ou de haldes fraîchement cassés, confirment la fréquentation des collectionneurs de minéraux.

- Pour les amateurs de moto et auto-cross, qui trouvent parmi les stériles un circuit d'entraînement approprié.

- Pour les "récupérateurs" de matériaux de construction susceptibles d'être intéressés par les vestiges de la mine.

- Pour les enfants des environs ou du centre aéré voisin, pour lesquels l'ancienne mine peut constituer avec ses ruines, ses galeries et ses terrils, un immense terrain d'aventures.

#### 4.7 - LES IMPACTS PSYCHOLOGIQUES

Une enquête a été réalisée auprès des populations locales (élus, commerçants, retraités, etc...) afin d'appréhender les répercussions psychologiques liées à l'abandon de la mine de la Croix-de-Pallières.

L'enquête permet de constater que les habitants des villages qui ont été directement concernés par l'activité minière, entretiennent à l'égard de la vieille mine, deux principaux types de sentiments.





## 5 - PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

---

Compte-tenu des connaissances géologiques dont nous disposons sur le gisement de la Croix-de-Pallières, aucune reprise de l'activité minière n'est envisagée sur cette zone.

Le principal risque pour l'environnement lié à la mine, réside dans l'existence des 800 000 t de stériles de laverie qui nécessitent une surveillance constante de la part de la Société des Mines et Fonderies de la Vieille Montagne, de manière à contrôler sa stabilité. Cependant, le terril est le siège d'une érosion importante pouvant se révéler dangereuse.

En 1982, la Société des Ciments Français a étudié la possibilité de réutiliser les stériles miniers de Pallières pour l'industrie cimentière, mais cette étude n'a pas abouti.

Dans la mesure où aucune possibilité de valorisation des déchets ne pourrait être trouvée, la Société de la Vieille Montagne envisage à terme d'éliminer une partie du stock par remblayage d'anciennes galeries. Cette solution permettrait de réduire de façon notable les risques de pollutions mécaniques des eaux par les stériles tout en limitant les dangers liés à l'existence des vides souterrains.

En ce qui concerne les risques de pollutions chimiques des eaux de surface par les déchets miniers, ceux-ci semblent peu importants compte tenu du régime hydrologique local, qui permet une dilution rapide des eaux acides et métalliques qui s'accumulent et se concentrent en période sèche. Toutefois, on peut craindre que les pluies de moyenne intensité soient insuffisantes pour permettre une dilution satisfaisante des concentrations minéralisées.

Des solutions devraient être recherchées pour permettre l'élimination des déchets sulfurés (notamment ceux de la mine Joseph), des pollutions ayant été constatées ponctuellement.

PRINCIPAUX DOCUMENTS CONSULTÉS

---

Annuaire National des débits des cours d'eau (1978) - Vol. 4, Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

AUBAGUE M., L'HOMER A., SUREAU J.F. (1982) - Gites Pb-Zn liés aux strates en environnement dolomitique (Bois-Madame, La Croix-de-Pallières, Figeac). Chronique de la Recherche Minière, n° 466.

BERNARD A. (1958) - Contribution à l'étude de la province métallifère sous cévenole. Thèse Univ. Nancy.

B.R.G.M. (1977) - Atlas des eaux souterraines - Gard.

BROUGERE J. (1963) - Usine de la Croix-de-Pallières. N° Spécial. Revue de l'Industrie Minérale.

LEENHARDT R. (1972) - Le gîte plombo-zincifère de la Croix-de-Pallières. Bull. B.R.G.M. (2) Sn II. N° 3.

MAUBERT F., SAUTER M. (1983) - Impacts résiduels d'anciennes mines. B.R.G.M., n° 83 SGN 249 ENV.

Communication orale de M. LEENHARDT - Société des Produits Chimiques de Viviez.

## ANNEXE 1

### PRINCIPE DES METHODES D'ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES

### Méthode des indices biotiques

La qualité biologique de l'eau est calculée conformément à la méthode des indices biotiques de C. TUFFERY et J. VERNEAUX (1967).

Cette méthode globale mais non fondamentale, a pour bases écologiques :

- la structure des écosystèmes d'eau courante,
- l'aptitude des groupes faunistiques à résister aux pollutions,
- l'effet pollution en tant que réducteur des biocénoses.

La contamination d'un cours d'eau se traduit par la disparition d'un nombre plus ou moins grand d'espèces de la biocénose caractéristique et par l'apparition éventuelle d'espèces nouvelles adaptées à la nouvelle situation (pollution par exemple).

Cette méthode permet d'évaluer l'aptitude biologique d'un cours d'eau en se basant sur la diversité et la nature globale du peuplement en macro-invertébrés benthiques. Elle a un but essentiellement pratique en basant son principe sur la détermination des macro-invertébrés benthiques et en exprimant la qualité biologique globale de l'eau par l'indice biotique (valeur conventionnelle de 1 à 10), calculé en fonction de la variété de la faune benthique et de la nature de ses groupements.

Après avoir trié les macro-invertébrés, la détermination est effectuée jusqu'à une limite taxonomique : l'unité systématique qui a été fixée en fonction des difficultés de détermination et de leur répartition dans la faune de notre pays.

Le calcul de l'indice biotique s'effectue à l'aide du tableau standard de détermination des indices biotiques, qui établit une compensation entre la succession des groupes faunistiques de sensibilité décroissante et l'augmentation du nombre d'unités systématiques dénombrées que l'on observe de l'amont vers l'aval avec l'eutrophisation du milieu.

## Indice de qualité biologique globale (IQBG)

La méthode des IQBG a été mise au point par VERNEAUX et FAESSEL (1976). Ils sont plus sensibles, plus fidèles, que les indices biotiques et donnent des résultats plus étroitement liés aux diversités des conditions mésologiques concourant à la définition de la qualité des eaux.

A partir du prélèvement provenant de la prospection des différents habitats de la station, l'IQBG permet de définir l'aptitude du secteur au développement de la faune benthique.

Tout en conservant les modalités de l'ancienne méthode (IB), un nouveau tableau des correspondances a été établi.

Bien que l'analyse faunistique reste dans les limites taxonomiques existantes, la classification des taxons en fonction de leur polluo-sensibilité a été affinée, ce qui a permis d'obtenir une gamme plus large d'appréciation d'où une sensibilité plus grande.

ANNEXE 2

VUES PHOTOGRAPHIQUES



LA MINE JOSEPH

① Vue depuis le CD 133

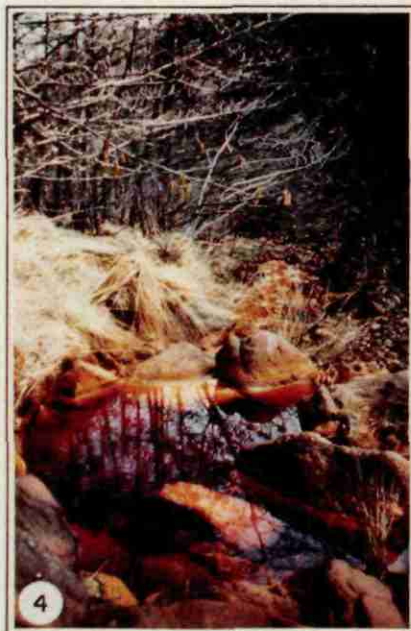


② Les haldes ravinées

③ Une entrée de galerie



④ Le ruisseau de Paleyrolles  
au niveau de la Mine Joseph



⑤ Déblais pyriteux  
et ruisseau de Paleyrolles





MINE DE PALLIERES

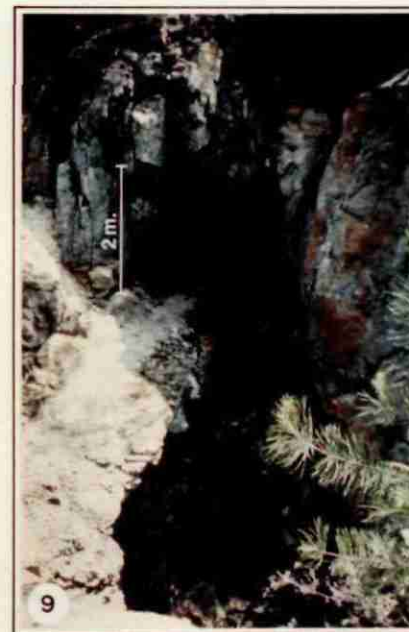
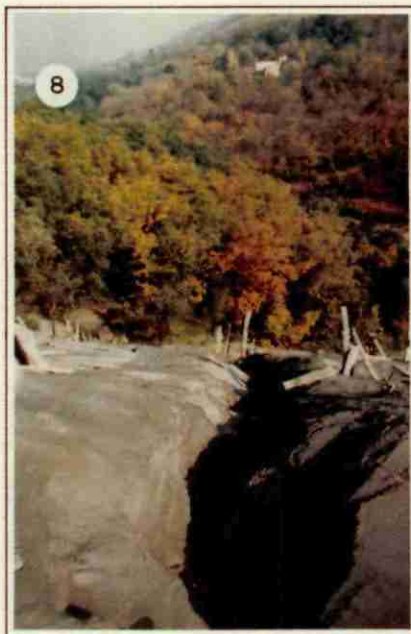
⑥ La digue à stériles et les déblais du puits n° 3



⑦ La digue à stériles (Parement amont)



⑧ Ravinement de la digue à stériles



⑨ Une entrée d'anciens travaux



⑩ La cantine