

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

CONFIDENTIEL

FICHES SIGNALÉTIQUES DE DIGUES A STÉRILES CONCERNANT QUELQUES EXPLOITATIONS MINIÈRES FRANÇAISES

DOCUMENTS RASSEMBLÉS PAR :

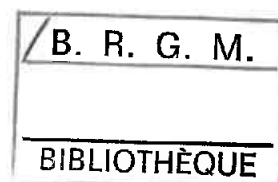
Y. ATLAN - J. LANDRY - J.M. VAGNERON

(avec la collaboration de M. BARRES, G. BROSSIER et R. CARLY)



Département génie géologique

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01



80 SGN 433 GEG

Juin 1980

S O M M A I R E

CHAPITRE 1 - EXPLOITATION D'ESCARO - USINE DE TRAITEMENT DE LA BASTIDE

1 - Généralités	1
2 - Description du gisement	1
2.1 - Situation géographique	1
2.2 - Contexte géologique	2
2.3 - Exploitation	2
2.4 - Le minerai	2
2.5 - Effectifs	2
3 - La laverie	2
3.1- Concassage	2
3.2 - Broyage et flottation	2
3.3 - Réactifs utilisés	3
4 - Stériles de laverie	3
4.1 - Mode d'évacuation	3
4.2 - Déchets solides	3
4.3 - Eaux rejetées	4
4.4 - Mode de stockage	4
5 - Impact sur l'environnement	10
5.1 - Aménagement avant dépôt	10
5.2 - La vue	11
5.3 - Le bruit	11
5.4 - Les poussières	11
5.5 - Stabilité	11
5.6 - Rejet des effluents	11
6 - Stériles de carrière	11
7 - Sources d'information ayant servi a l'établissement de la fiche	13

CHAPITRE 2 - EXPLOITATION DE MONTROC

1 - Généralités	14
2 - Description du gisement	14
2.1 - Situation géographique	14
2.2 - Contexte géologique	15
2.3 - L'exploitation	15
2.4 - Production - Réserves - Effectifs	15
3 - La laverie	15
3.1 - Concassage - Broyage	15
3.2 - Flottation	15
3.3 - Réactifs utilisés	15
4 - Stériles de laverie	16
4.1 - Mode d'évacuation	16
4.2 - Caractéristiques des déchets solides	16
5 - Mode stockage des stériles	16
5.1 - Stériles de carrière	16
5.2 - Stériles de laverie	18
6 - Impact sur l'environnement	19
6.1 - La vue	19
6.2 - Les poussières	19
6.3 - Pollution des eaux	20

7 - Réaménagement.....	20
7.1 - Curage du bassin de décantation.....	20
7.2 - Curage total.....	20
8 - Documentation ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	21

CHAPITRE 3 - EXPLOITATION DE SALAU

1 - Généralités.....	22
2 - Description du gisement	22
2.1 - Situation géographique.....	22
2.2 - Contexte géologique.....	23
2.3 - L'exploitation.....	23
2.4 - Le minerai.....	24
2.5 - Effectif	24
3 - La laverie	24
3.1 - Concassage.....	24
3.2 - Broyage et flottation.....	24
3.3 - Réactifs utilisés	24
4 - Stériles de laverie.....	24
4.1 - Déchets solides.....	24
4.2 - Les eaux rejetées.....	24
5 - Mode de stockage des stériles de laverie.....	26
5.1 - Aire de dépôt.....	26
5.2 - Le dépôt.....	28
5.3 - Problème de stabilité.....	31
5.4 - Nouveau site de stockage.....	32
5.5 - Incidents survenus à la digue actuelle	34
5.6 - Source d'information ayant servi à l'établissement de la fiche.....	35

CHAPITRE 4 - EXPLOITATION DE SAINT-SALVY

1 - Généralités	36
2 - Description du gisement.....	36
2.1 - Situation géographique.....	36
2.2 - Contexte géologique.....	37
2.3 - L'exploitation	37
2.4 - Production et réserves.....	37
3 - La laverie	37
3.1 - Broyage et flottation.....	37
3.2 - Réactifs utilisés	38
4 - Les stériles de laverie	38
4.1 - Les déchets solides	38
4.2 - Les eaux rejetées	38
5 - Stockage des stériles de laverie.....	39
5.1 - Le bassin de décantation.....	39
5.2 - Evacuation des eaux clarifiées.....	41
5.3 - La digue	41
5.4 - Problèmes de stabilité.....	45
6 - Impact sur l'environnement	46
6.1 - La vue	46
6.2 - Le bruit.....	46
6.3 - Les poussières.....	47
6.4 - Pollution des eaux.....	47
6.5 - Stabilité	47
6.6 - Travaux de réaménagement prévus.....	48
7 - Documentation ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	48

CHAPITRE 5 - EXPLOITATION DES MALINES

1 - Généralités.....	49
2 - Description du gisement.....	49
2.1 - Situation géographique.....	49
2.2 - Contexte géologique.....	50
2.3 - Type de gisement - Minéralisation - Exploitation.....	50
2.4 - Production - Réserves.....	50
3 - La laverie.....	50
3.1 - Concassage - broyage.....	50
3.2 - Flottation.....	50
3.3 - Réactifs utilisés.....	51
4 - Stériles de laverie.....	51
4.1 - Caractéristiques des déchets solides.....	51
4.2 - Caractéristiques des eaux rejetées.....	52
5 - Mode de stockage des stériles	52
5.1 - De la mine	52
5.2 - De la laverie.....	52
6 - Impact sur l'environnement	57
6.1 - Problème de stabilité.....	57
6.2 - Erosion du talus de la digue.....	58
6.3 - Aménagements prévus	59
7 - Documents ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	59

CHAPITRE 6 - EXPLOITATION DE L'ARGENTIERE

1 - Généralités.....	60
2 - Description du gisement.....	60
2.1 - Situation géographique.....	60
2.2 - Contexte géologique.....	61
2.3 - Minéralisation - Type d'exploitation.....	61
2.4 - Production	61
3 - La laverie	61
3.1 - Concassage - broyage.....	61
3.2 - Flottation.....	61
3.3 - Réactifs utilisés.....	62
4 - Stériles de laverie	62
4.1 - Mode d'évacuation.....	62
4.2 - Caractéristiques des résidus solides.....	62
4.3 - Caractéristiques des eaux rejetées.....	62
5 - Mode de stockage des stériles.....	63
5.1 - Bassin de décantation	63
5.2 - Aménagement avant dépôt.....	65
5.3 - Evacuation des eaux de l'aire d'épandage.....	67
5.4 - La digue aval	68
6 - Impact sur l'environnement.....	70
6.1 - La vue.....	70
6.2 - Pollution des eaux résiduaires.....	71
7 - Documents ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	71

CHAPITRE 7 - EXPLOITATION DE LA LOUBATIERE

1 - Généralités.....	73
2 - Description du gisement	73
2.1 - Situation géographique.....	73
2.2 - Contexte géologique.....	74
2.3 - Minéralisation - Exploitation.....	74
2.4 - Production - Réserves.....	74

3 - La laverie	74
3.1 - Concassage - Broyage.....	74
3.2 - Flottation.....	74
3.3 - Réactifs utilisés.....	75
4 - Stériles de laverie.....	75
4.1 - Caractéristiques des déchets solides	75
4.2 - Caractéristiques des eaux utilisées à la laverie.....	75
5 - Mode de stockage des stériles.....	76
5.1 - Stériles de mine.....	76
5.2 - Stériles de laverie	76
6 - Impact sur l'environnement	79
6.1 - La vue	79
6.2 - Stabilité des talus des digues.....	82
6.3 - Pollution du linon	84
7 - Documents ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	85

CHAPITRE 8 - EXPLOITATION DE PEYREBRUNE

1 - Généralités.....	86
2 - Description du gisement	86
2.1 - Situation géographique.....	86
2.2 - Contexte géologique	87
2.3 - L'exploitation.....	87
2.4 - Production.....	87
3 - La laverie	87
3.1 - Concassage, broyage, flottation.....	87
3.2 - Réactifs utilisés.....	88
4 - Stériles de laverie	88
4.1 - Mode d'évacuation	88
4.2 - Caractéristiques des déchets solides.....	89
4.3 - Depuis l'abandon de la mine, il n'y a plus de rejets.....	89
décantés	
5 - Mode de stockage des stériles de laverie.....	89
5.1 - Bassins de décantation.....	89
5.2 - Evacuation des eaux.....	90
5.3 - Les digues	90
6 - Impact sur l'environnement.....	94
6.1 - La vue	94
6.2 - Les poussières.....	94
6.3 - La pollution des eaux du Dadou.....	95
7 - Documentation ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	95

CHAPITRE 9 - EXPLOITATION DE FIGEAC

1 - Généralités.....	96
2 - Description du gisement.....	96
2.1 - Situation géographique.....	96
2.2 - Contexte géologique.....	97
2.3 - Minéralisation - Exploitation - Production.....	97
3 - La laverie	97
4 - Résidus de laverie.....	97
5 - Mode de stockage des stériles.....	97
5.1 - Incident de 1967.....	98
5.2 - Réaménagement.....	99
6 - Documents ayant servi à l'établissement de cette fiche.....	100

CHAPITRE 10 - EXPLOITATION DE SALSIGNE

1 - Généralités	102
2 - Description du gisement.....	102
2.1 - Situation géographique.....	102
2.2 - Contexte géologique.....	103
2.3 - Exploitation.....	103
2.4 - Le minerai.....	103
2.5 - Effectifs.....	103
3 - La laverie.....	103
3.1 - Concassage.....	103
3.2 - Broyage - flottation.....	103
3.3 - Fonderie	104
3.4 - Réactifs utilisés.....	104
4 - Stériles de laverie.....	104
5 - Mode de stockage	105
5.1 - Bassins de décantation	105
5.2 - Les digues	107
5.3 - Problèmes de stabilité.....	109
5.4 - Evacuation des eaux	110
6 - Impact sur l'environnement	113
6.1 - La vue	113
6.2 - Les poussières	114
6.3 - Recyclage des eaux	114
7 - Sources d'information ayant servi à l'établissement de la fiche....	116

CHAPITRE 11 - EXPLOITATION DES FARGES

1 - Généralités	117
2 - Description du gisement.....	117
2.1 - Situation géographique.....	117
2.2 - Contexte géologique	117
2.3 - Exploitation.....	117
2.4 - Production.....	117
2.5 - Effectifs.....	120
3 - La laverie.....	120
3.1 - Concassage - Broyage	120
3.2 - Flottation.....	120
3.3 - Réactifs utilisés.....	120
4 - Stériles.....	120
4.1 - Déchets de galerie.....	120
4.2 - Déchets solides de laverie.....	120
4.3 - Evacuation et stockage des déchets de laverie.....	122
4.4 - Gestion de l'eau	125
4.5 - Impact sur l'environnement.....	126
5 - Sources d'information ayant servi à l'établissement de la fiche....	127
5.1 - Renseignements oraux obtenus en Juin 1979 à la mine des Farges	127
5.2 - Note technique : Mine des Farges : Bassin à rejets.....	127
5.3 - Rapport BRGM 78 SGN 93 MIN.....	127

CHAPITRE 12 - EXPLOITATION DES PORRES

1 - Généralités.....	128
2 - Description du gisement.....	128
2.1 - Situation géographique.....	128
2.2 - Contexte géologique.....	128
2.3 - Type de gisement et d'exploitation - Minéralisation.....	129
2.4 - Production - Réserves.....	129

3 - La laverie	129
4 - Résidus de laverie	129
5 - Impact sur l'environnement	130
6 - Sources d'information ayant servi à l'établissement de cette fiche	130

R E S U M E

Réalisée sur fonds propres du département Génie géologique (crédits du Ministère de l'industrie), cette étude documentaire porte sur les digues à stériles de quelques exploitations minières françaises. Elle constitue la suite d'un travail méthodologique sur la gestion des déchets miniers dont la première phase a fait l'objet du rapport 78 SGN 570 GEG.

Les informations présentées dans ce rapport proviennent d'une part de la documentation existante (monographies, études géotechniques...), d'autre part de visites de sites de stockage et d'enquêtes auprès des responsables chargés de la gestion de ces stocks (1).

Les sites visités concernent les exploitations minières de fluor à Olette (Pyrénées orientales) et Montroc (Tarn), celle de tungstène à Salau (Ariège), celles de plomb-zinc à St Salvy (Tarn), aux Malines (Gard), à Largentière (Ardèche), à la Loubatière (Aude), à Peyrebrune (Tarn) et à Figeac (Lot), celle d'or à Salsigne (Aude), celles de barytine aux Farges (Corrèze) et aux Arcs (Var).

L'étude a porté essentiellement sur le stockage des résidus de laverie et non sur celui des stériles provenant de l'extraction. Chaque dépôt fait l'objet d'une fiche signalétique qui comporte :

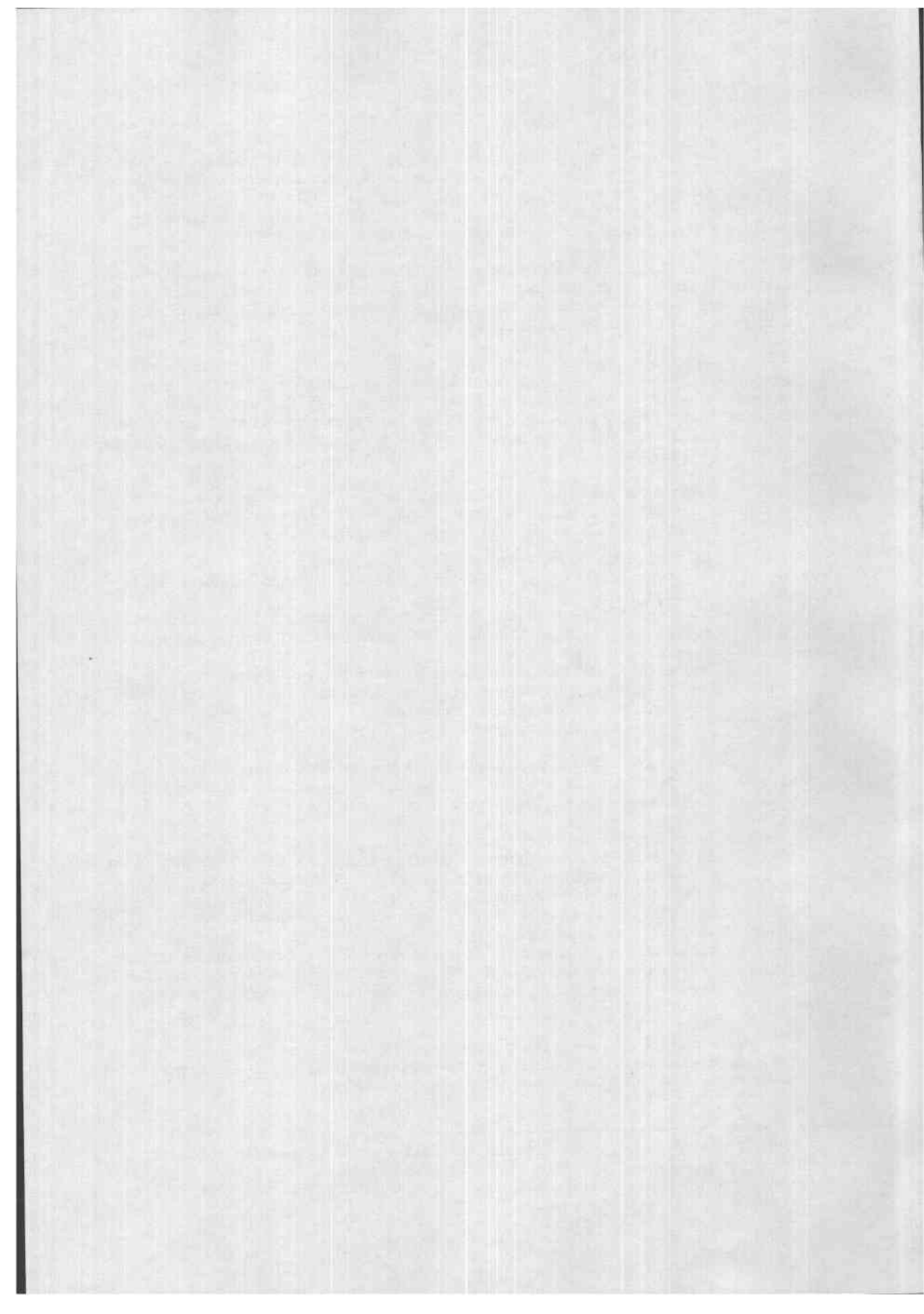
- un rappel du contexte géologique et minéralogique ;
- un aperçu sur le type d'exploitation et le fonctionnement de la laverie ;
- la description du dépôt (bassin de décantation, digue, caractéristiques des résidus solides et des eaux, mode d'évacuation des eaux clarifiées...) ;
- les effets sur l'environnement (insertion dans le paysage, pollution de l'air et des eaux souterraines, problèmes de stabilité...) et éventuellement les remèdes apportés ;
- la documentation consultée.

Il ressort de cette enquête qu'en raison de l'augmentation constante des quantités de déchets à stocker, les exploitants miniers attachent de plus en plus d'importance aujourd'hui aux domaines tels que :

- la recherche de sites favorables ;
- la méthode de construction des digues dont la plus utilisée et la plus fiable semble être la méthode "aval" (emploi de la sousverse du cyclonage par déversements successifs vers l'aval) ;
- la prise en compte de l'effet des tremblements de terre sur la stabilité de la digue ;
- enfin la protection de l'environnement et la lutte contre la pollution grâce à des mesures telles que l'arrosage des digues, la remise en végétation du dépôt, le recyclage intégral des eaux décantées etc...

A partir des exemples précédents, il serait intéressant de pour - suivre ce travail méthodologique par la rédaction d'un guide des études à entreprendre par les concepteurs de projet de dépôt.

(1) Nous tenons à remercier ici très vivement les directeurs locaux des sociétés Penarroja, Mines et Produits chimiques de Salsigne, S.M.A., Comifluor, Sogérem, Mines de Corrèze et Mines de Garrot pour l'accueil qu'ils nous ont réservé lors des visites de leurs installations.



CHAPITRE I

EXPLOITATION D'ESCARO

USINE DE TRAITEMENT DE LA BASTIDE

USINE DE TRAITEMENT DE LA BASTIDE

. Usine de traitement de la Bastide : COMIFLUOR - 66360 OLETTE.

2.1 - Situation géographique (fig. 1)

La carrière se trouve près du village d'Escaro (altitude 950 m) à environ 3 km à vol d'oiseau au sud-est d'Olette ; l'usine de traitement du minerai est située dans la vallée de la Têt à 2 km à l'est d'Olette ; elle a été ouverte en 1961.

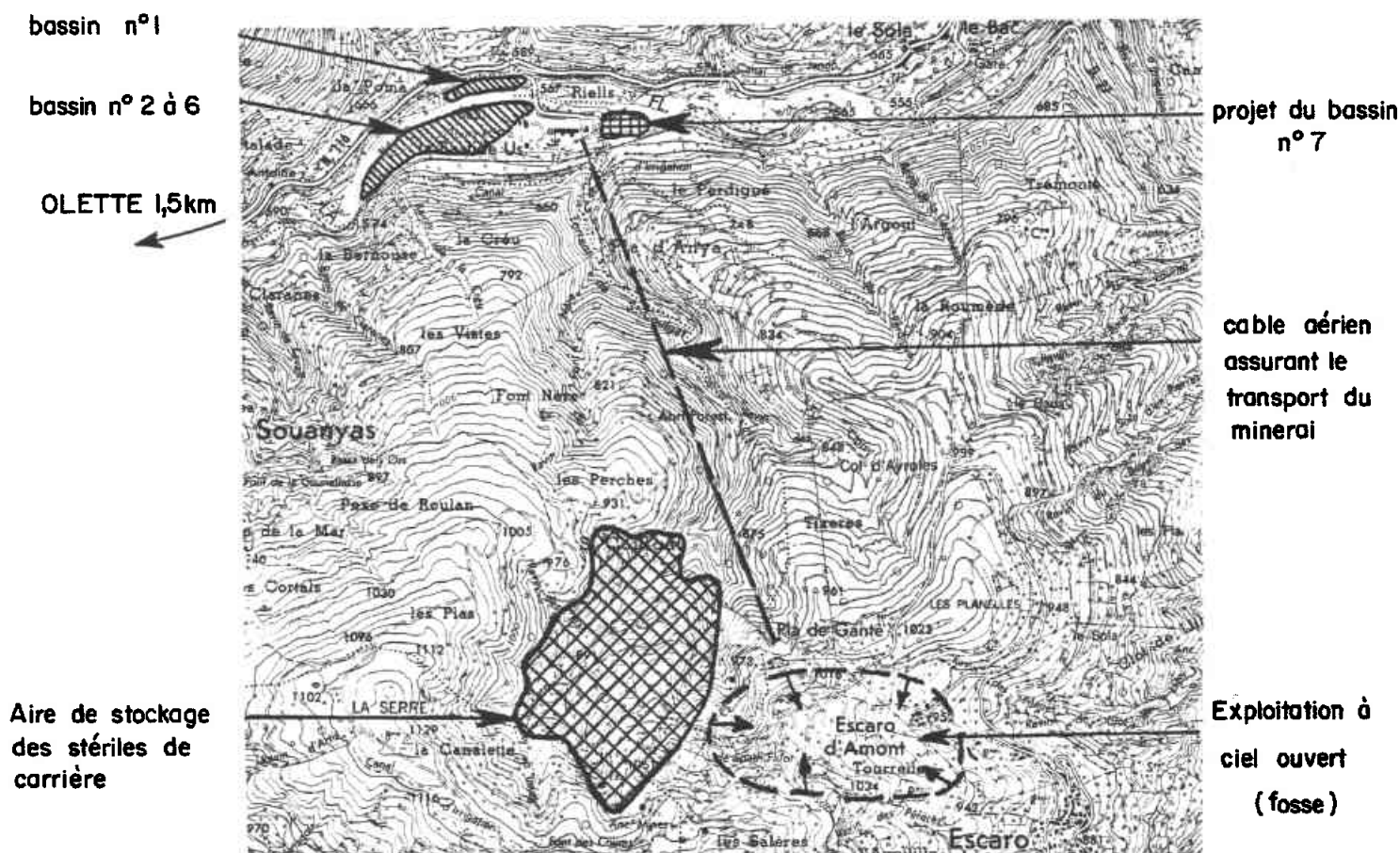


Fig. 1 - Carte IGN Prades n° 5-6 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

Le gisement est situé sur le flanc nord du Canigou dans la série cambrienne de Canaveilles qui est constituée de micaschistes à biotite avec intercalations de calcaires dolomitiques. Dans la région d'Escaro, cette écaille de micaschistes a glissé sur une série plus récente (ordovicienne) composée de schistes et quartzites (série de Jujols) pour venir buter sur le matelas de dépôts détritiques pliocènes situés plus au Nord. Le pendage général des couches est N 40° à N 60°. Cette disposition explique la forme tourmentée des amas, l'intense fracturation de la roche et l'aspect pulvérulent de la fluorine.

2.3 - Exploitation (démarrage en 1959)

L'exploitation du filon qui a une direction générale est-ouest a nécessité la démolition, en 1974, du hameau d'Escaro d'amont. Elle exigera dans l'avenir la démolition d'une partie du village d'Escaro. La carrière est à ciel ouvert et a nécessité le creusement d'une fosse profonde de plus de 50 m et de 50 ha de superficie. Les talus sont en gradins.

Les stériles de carrière sont déposés dans le ravin de St Coulgat qui rejoint la rivière La Têt, 400 m plus bas. Ce ravin est actuellement complètement barré par les dépôts de stériles de carrière qui occupent également une superficie de 50 ha.

2.4 - Le minerai

Le minerai est acheminé à l'usine de la Bastide au moyen d'un câble aérien transportant des wagonnets. Ce minerai contient 57 à 61 % de CaF_2 , 12 à 14 % de SiO_2 , 18 à 20 % d'hématite et goethite et des traces de sidérose galène, cérusite, pyrolusite.

Les réserves (qui comprennent également un stock de minerai à Sahorre amené par camions à la Bastide) peuvent alimenter l'usine pendant 10 à 12 ans. La production annuelle de concentrés (à 97,5 % de CaF_2) est de 55 000 t.

2.5 - Effectifs

Usine de la Bastide : 47 personnes

Carrière d'Escaro : 30 personnes environ.

3 - LA LAVERIE

3.1 - Concassage

Le tout-venant arrive à la maille de 0-200 mm. Un premier concasseur à mâchoires donne du 50-60 mm ; un deuxième concasseur (giratoire) donne du 10-12 mm.

3.2 - Broyage et flottation

Un broyeur primaire avec classificateur à rateaux ; le concentré du 2ème relavage faisant suite au dégrossissage passe dans un broyeur secondaire à cyclone classificateur. La pulpe qui en sort subit 3 lavages complémentaires et donne concentré et rejet.

Les mixtes sont reprises dans un autre circuit et donne concentré et rejet distincts.

3.3 - Réactifs utilisés

Oléine	1 300 g/t
Amidon	420 g/t
Silicate Na	120 g/t

Les réactifs sont dégradables et non agressifs. Le ph de la pulpe flottée est de 9 à 9,5.

4 - STERILES DE LAVERIE

4.1 - Mode d'évacuation

Transport hydraulique au moyen de tuyauteries depuis la laverie jusqu'au cyclones situés le long des bassins de décantation (côté voie SNCF).

4.2 - Déchets solides

Ils sont constitués de 8 à 10 % de CaF_2 , 32 % de SiO_2 , 40 % d'hématite et de 0,1 à 0,2 % de plomb. Leur production annuelle est d'environ 50 000 t. La coupure granulométrique des cyclones se fait à 40 μ .

La granulométrie des déchets est fine ($d_{80} = 50 \mu$) par rapport aux autres laveries qui traitent la fluorine en France (fig. 2).

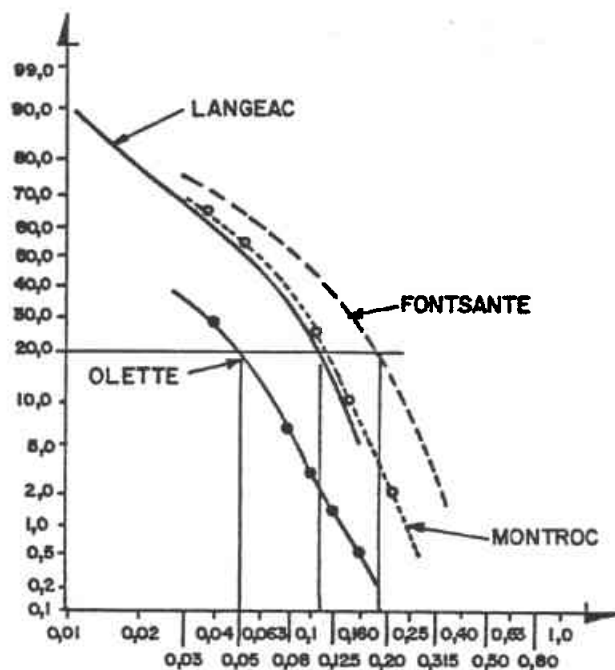


Fig. 2 - Décomposition granulométrique des concentrés
(d'après R. BEZOMBES, J. CHARRIER, M. MEHOIS,
M. PONCHON, R. TARBOURIECH)

La pulpe a une densité voisine de 1 (26 g/l de matière sèche). La sédimentation est rapide puisqu'elle est obtenue en 24 heures pour l'essentiel. Le sulfate d'ammonium permet d'accélérer la sédimentation en laissant une eau décantée claire (essai Sol-Expert International).

4.3 - Eaux rejetées

Le pH est de 7 à 7,5. Toutes les eaux décantées sont recyclées à leur sortie à l'aval des bassins (station de pompage).

Des analyses chimiques de l'eau sont effectuées mensuellement à partir de 4 points de prélèvement dans la rivière la Têt (dont 1 en aval du confluent avec le ruisseau de St Coulgat).

Les résultats de mesures et d'analyses effectuées lors de la visite sur le site le 23.11.79 sont les suivants :

	pH	Ca mg/l	Fe mg/l	SO ₄ ⁻⁻ mg/l	F mg/l	PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l
eau de sousverse	7,1	3,00	2,97	180	24,4	≤ 0,1
eau de reprise de surverse	6,8	8,00	0,30	210	18,5	≤ 0,1

4.4 - Mode de stockage

4.41 - Les bassins (photo n° 1) sont situés dans le fond de la vallée en amont de l'usine entre la rivière la Têt et la voie SNCF. Un bassin abandonné en rive gauche, 5 en rive droite ; un 7ème bassin est en projet en aval de l'usine.



Photo 1 : Vue générale des bassins de décantation de stériles de laverie de La Bastide

La surface des dépôts actuels est d'environ 450 x 100 m, la hauteur de 10 à 12 m en moyenne ; celle-ci pourrait atteindre 20 m lorsque les bassins 3 et 4 seront réunis en un seul. Le remplissage se fait par l'intermédiaire de 2 cyclones situés en bordure sud de la vallée et fournissant la sousverse à granulométrie grossière (photo n° 2) (coupure à 40 μ) pour la construction des digues et la surverse envoyée au centre des bassins. Deux puits filtrants (photo n° 3) (tubes en fonte de 250 mm) écrèment l'eau décantée dans les bassins 3 et 4 actuellement en fonctionnement ; une conduite d'évacuation relie la base de ces puits à une station de pompage à l'aval en passant sous la digue transversale.



Photo 2 : Sousverse (partie droite de la photo) provenant du cyclonage des stériles de laverie et destinée à la construction de la digue transversale (à l'arrière-plan). Tuyauterie de la surverse.

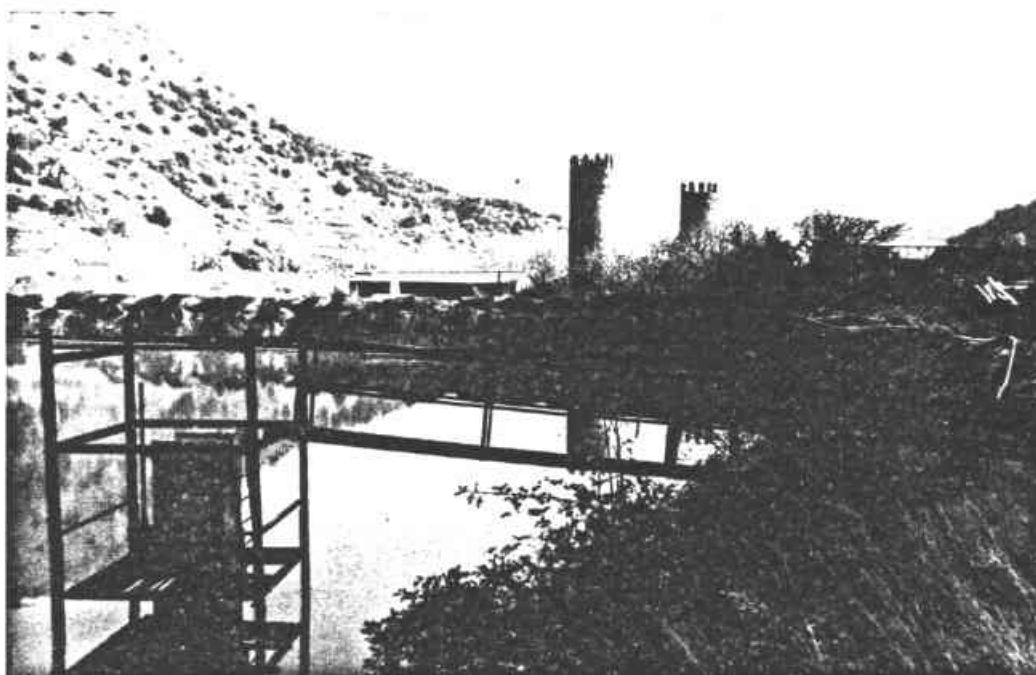


Photo 3 : Bassin de décantation n° 4. Digue transversale et puits d'évacuation des eaux décantées.

Un canal (destiné à l'arrosage) longe le pied du versant sud de la vallée et récupère les eaux de ruissellement de ce versant.

4.42 - Les digues

Les digues anciennes (bassins n° 1, 2, 3, 4, 5) ont été construites à l'aide de terre végétale et d'alluvions provenant des décapages exécutés lors de l'implantation de l'usine : elles se situent en retrait de la berge de la Têt et leurs bases sont protégées par une ligne de gabions (photo n° 4).

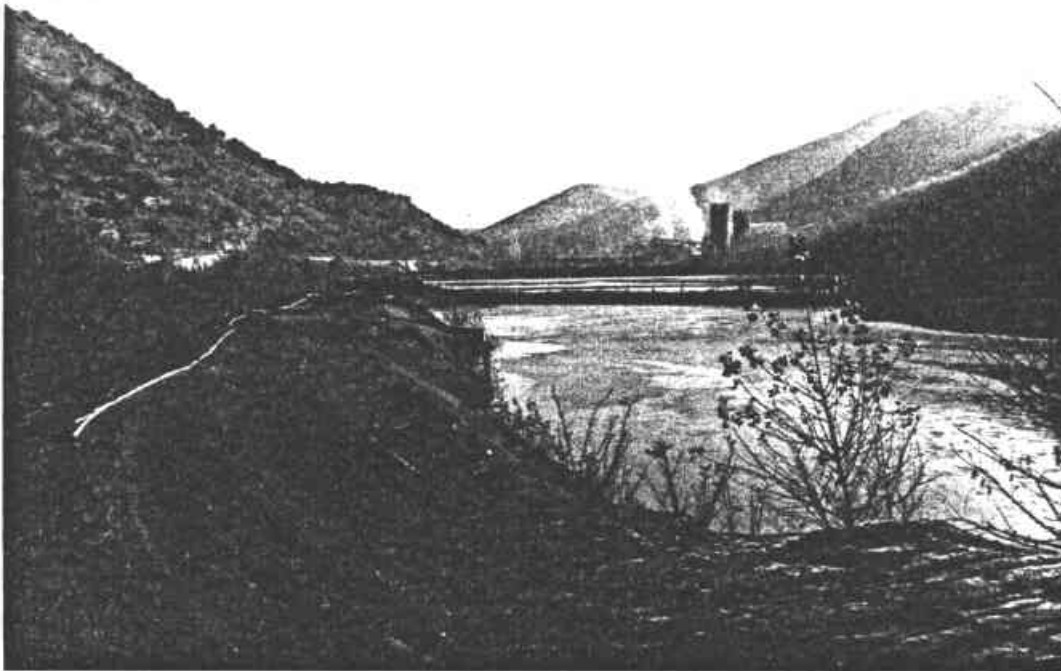
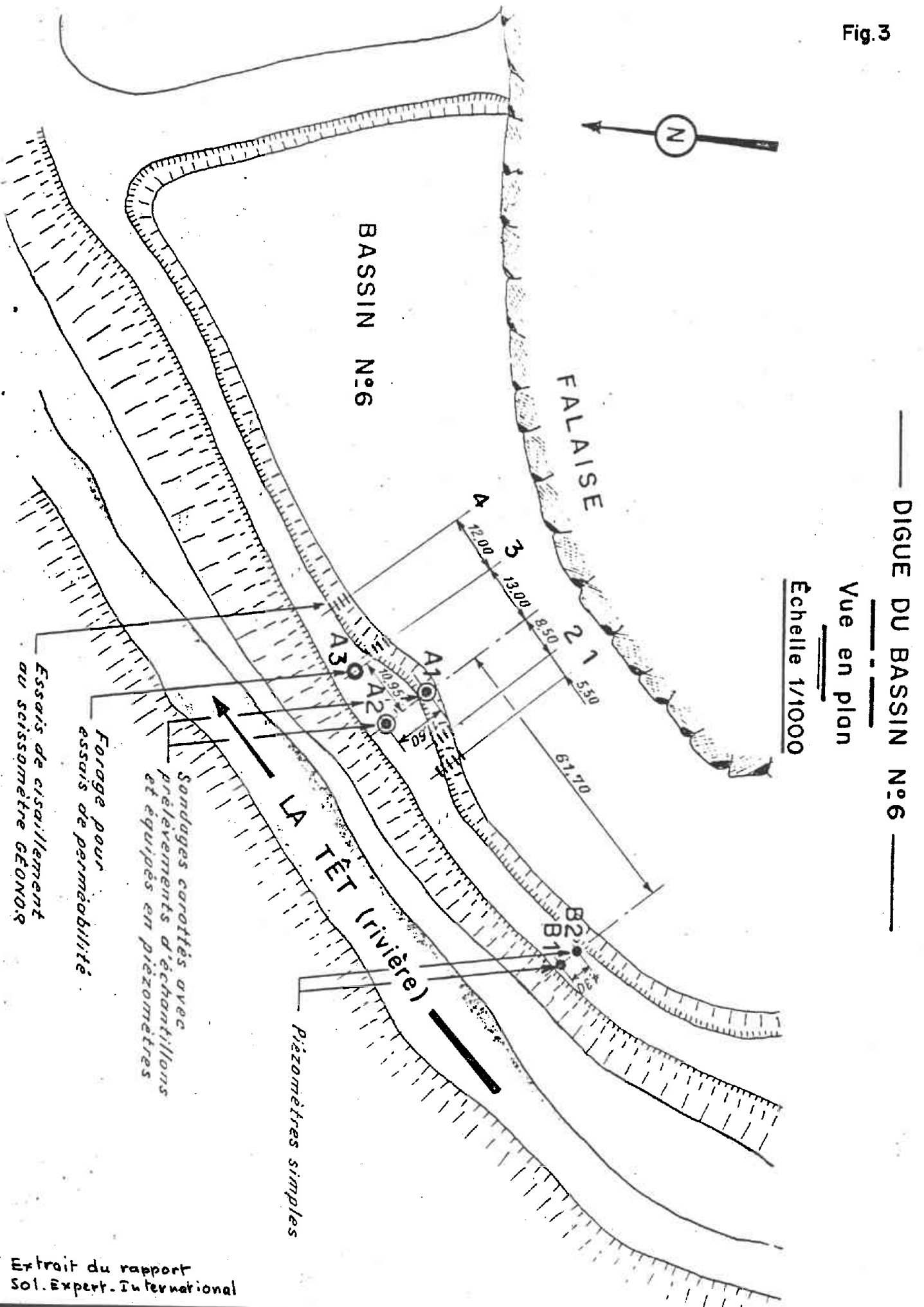


Photo 4 : Digue longitudinale séparant les bassins de décantation de la rivière La Têt (sur la gauche de la photo).

La digue n° 6 (fig. 3) qui a fait l'objet d'une étude géotechnique par Sol-Expert International est constituée uniquement de produits de sous-verse de cyclonage. Actuellement, on rehausse les digues n° 3 et 4 (en attendant la construction du bassin n° 7). Le long de La Têt, la nouvelle digue est en retrait par rapport aux anciennes, la digue transversale peut atteindre 50 m de largeur à sa base et elle est constituée des produits de sous-verse amenés par camions (photo n° 5).

Fig.3



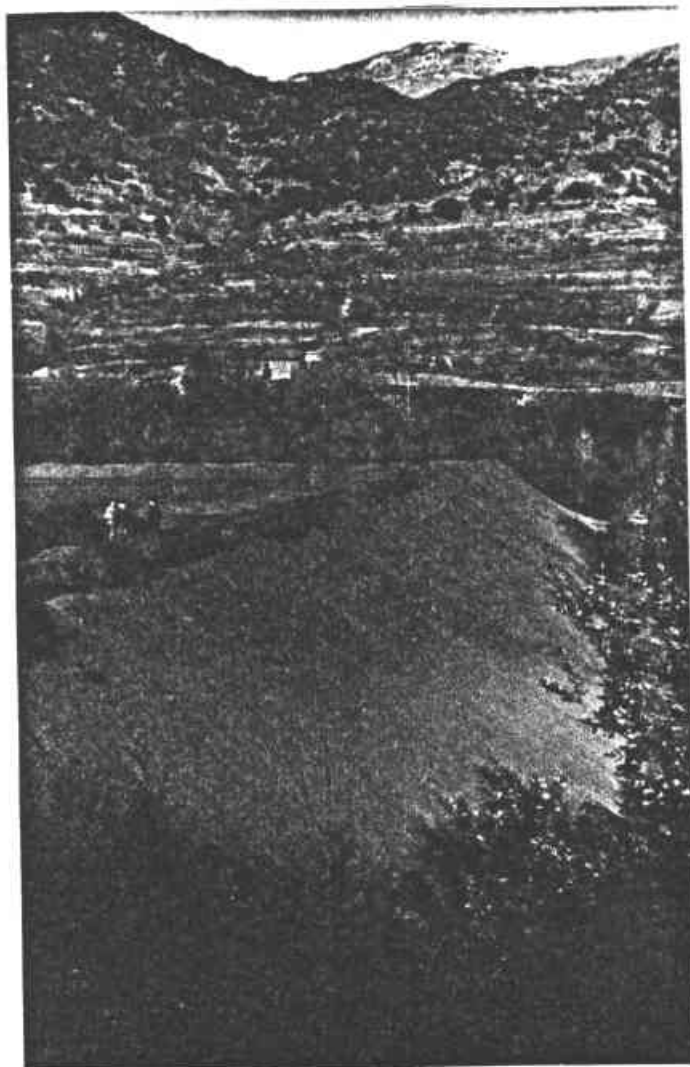


Photo 5 : Digue transversale du bassin n° 4 : parement aval

Etude de la digue n° 6 (en 1971) (fig. 4)

Cette étude comportait une reconnaissance par sondage avec prélèvements et essais *in situ*, des essais de laboratoire, un rassemblement des données climatiques. Les résultats montrent :

- une granulométrie de sables très fins légèrement silteux avec une fraction importante de la tranche 100 - 400 μ . Le coefficient d'uniformité d_{60}/d_{10} est égal à 5 ;
- densité apparente sèche γ_d varie de 1,5 à 1,81, la densité critique de 1,56 à 1,64, la densité minimale de 0,77 à 0,81 pour une teneur en eau de 20 %, la densité maximale de 1,86 pour une teneur en eau de 16 % ;
- la teneur en eau, à la sortie de la sousverse est de 18 % et diminue avec la profondeur ;
- la résistance au cisaillement φ
 - varie de 32 à 35° pour un essai non consolidé rapide ($W = 14$ %)
 - varie de 33 à 35° pour un essai consolidé rapide ($W = 14$ %)
 - est égale à 37° pour un essai consolidé sur matériau saturé ;
- la perméabilité est de l'ordre de 10^{-5} m/s à 10^{-6} m/s ;
- les piézomètres sont toujours restés secs ;

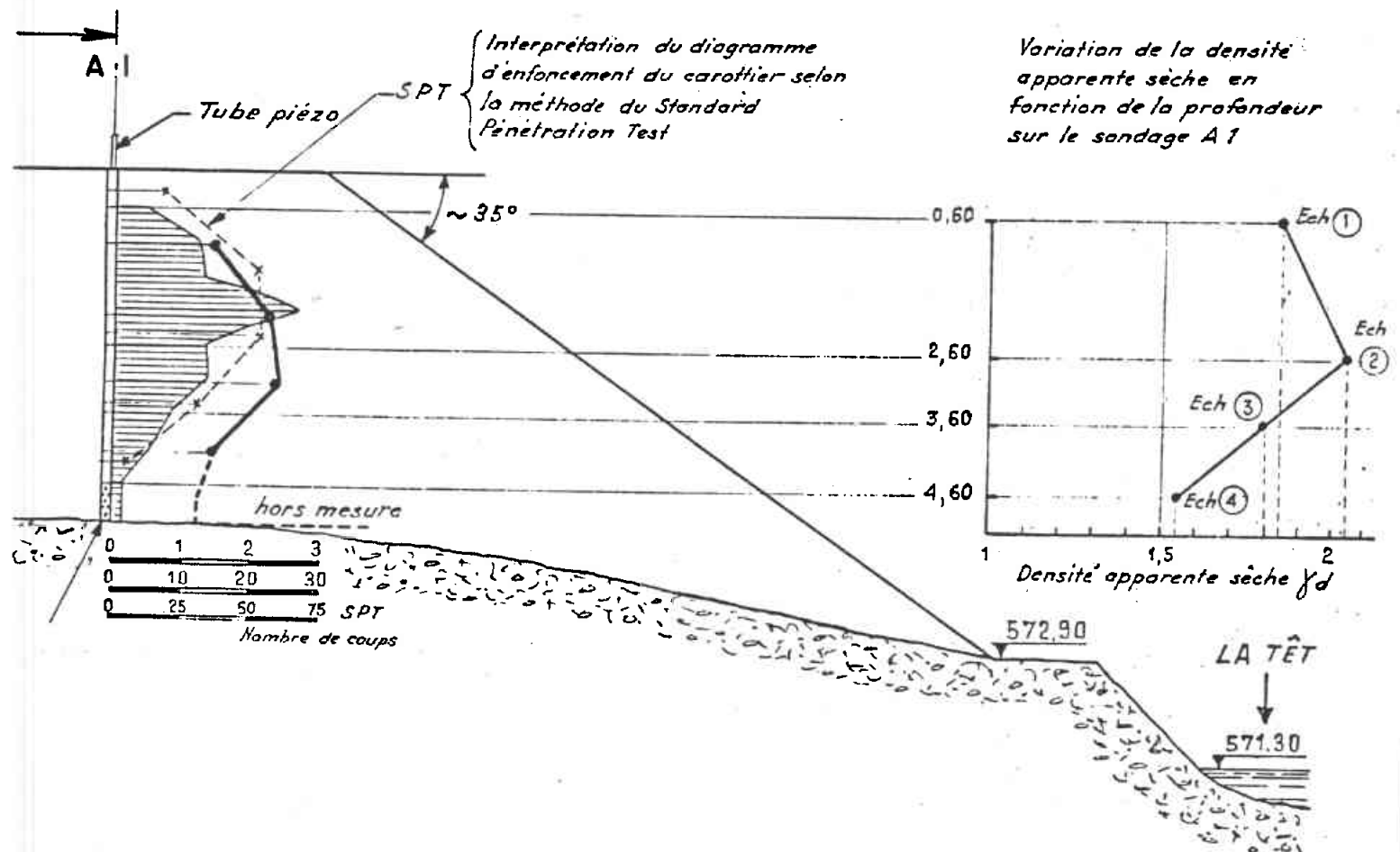
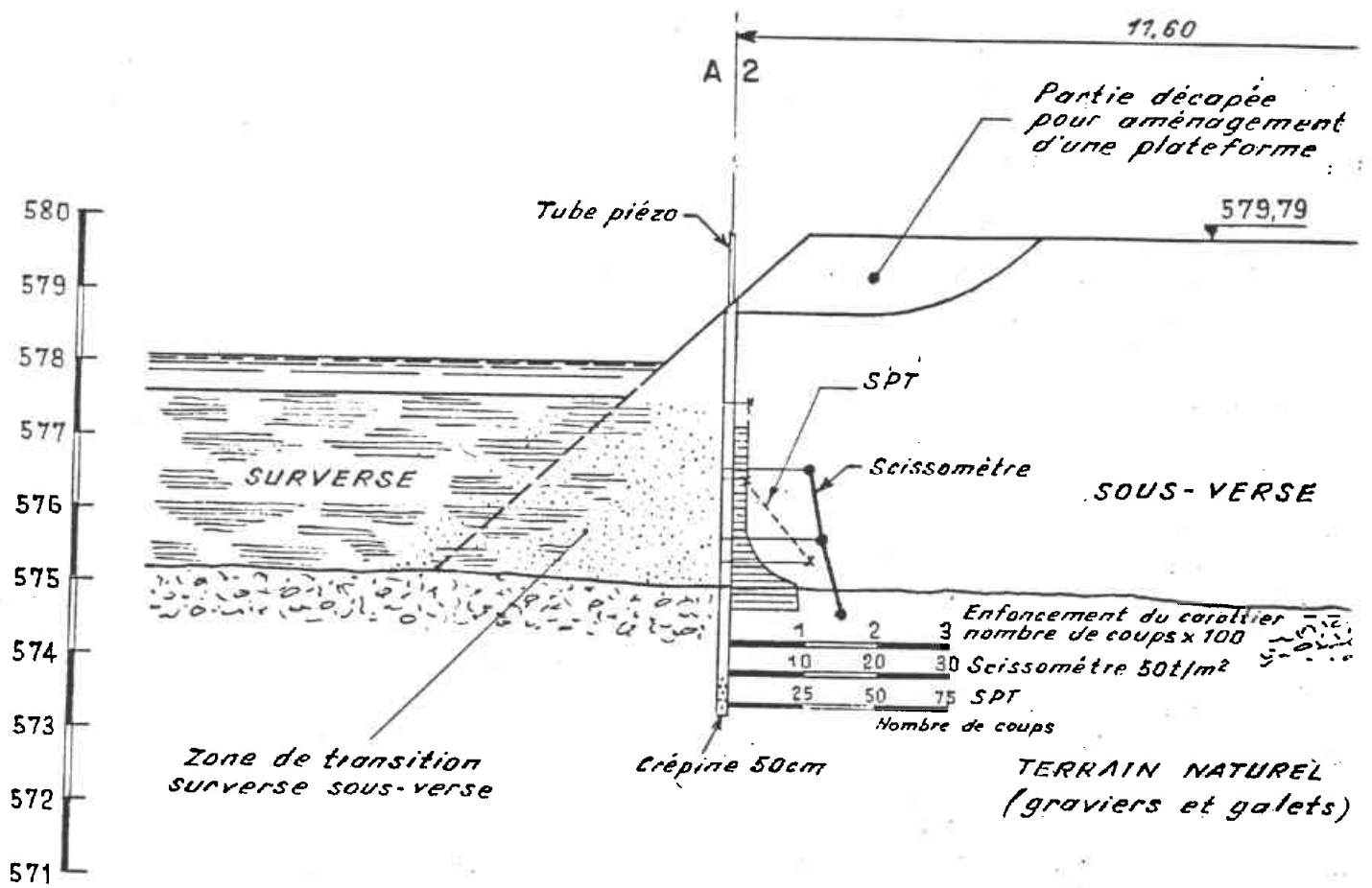


Fig 4 : Digue du bassin n° 6 - Profil A - Ech 1/100
(Extrait du rapport sol - Expert- International)

- les données pluviométriques
 - . intensité maximale de pluie (centenaire) 3,5 mm/minute : le déversoir peut absorber 2 mm/minute mais la revanche entre le déversoir et la digue est au moins de 50 cm,
 - . le niveau de la Têt a monté de 1,5 m lors de la plus importante crue depuis 10 ans ;
- nature du substratum sous le bassin : alluvions caillouteuses noyées dans une masse argileuse ;
- inclinaison du talus côté rivière : 35 à 39° ;
- stabilité du talus aval : le passage des camions a pour effet d'augmenter γ et de donner au dépôt une petite cohésion. L'étude montre qu'avec un angle de talus de 40° et une hauteur de 40 m, le coefficient de sécurité est égal à 2 ;
- conclusions
 - . absence de pression de courant dans la digue à cause d'une grande perméabilité ,
 - . stabilité du talus aval même avec une pente de 40° (coef. = 2) ,
 - . pas de risque de déversement de l'eau par dessus la crête ;
 - . pas de risque d'érosion de pied de talus par les eaux de la Têt,
 - . absence d'érosion par ruissellement sur le talus aval.

Il y a eu récemment un essai de curage du bassin n° 6 (photo n° 6) rapidement abandonné par suite des difficultés (eau, embourbage des camions...). La Têt a été canalisée en amont du bassin 6 à la suite de désordres survenus au mur de soutènement de la voie SNCF à cet endroit.



Photo 6 : Bassin de décantation n° 6 (achevé). Début de curage (abandonné). Plantation. Traces d'érosion éolienne.

5 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 - Aménagement avant dépôt

La vallée a été décapée de sa terre végétale jusqu'aux alluvions graveleuses de la Têt avant le dépôt. Les matériaux obtenus ont servi à construire une partie des digues anciennes.

5.2 - La vue

La mise en végétation (entreprise depuis quelques années) des bassins abandonnés joue un double rôle : elle masque les dépôts et empêche l'érosion éolienne et la formation de poussière. En outre, elle fixe les particules fines des talus, elle diminue le ravinement de ceux-ci par les eaux pluviales.

Les principales espèces plantées sont les aulnes, les acacias et les peupliers. Un apport de terre végétale a été nécessaire au pied de chaque plant dans le bassin n° 6. Une végétation arbustive masque le talus de la digue qui borde la Têt. L'ancien bassin n° 1 est envahi par la végétation.

5.3 - Le bruit

Il est causé essentiellement par les broyeurs de la laverie.

5.4 - Les poussières

Pour obtenir une bonne récupération de la fluorine il faut broyer le minerai très finement ($d_{80} = 50 \mu$). Inversement, plus le concentré est fin, plus la formation de poussières est importante :

- au niveau du séchage des concentrés où les dépoussiéreurs actuels (filtres à manches d'une capacité totale de 460 m^2) ne sont pas très efficaces. L'installation d'un filtre électrostatique étant trop onéreuse, une solution par barbotage est à l'étude ;
- au niveau des bassins de décantation actuels : l'arrosage des digues par tourniquets est mis en route en période de vents forts.

5.5 - Stabilité

Les plantations sur la digue longeant la Têt contribuent à la stabilité en fixant les particules du dépôt.

5.6 - Rejet des effluents

En principe toutes les eaux décantées sont claires. Elles sont recyclées intégralement d'ailleurs après ajout d'eau neuve pour compenser les pertes par infiltration et évaporation. Le bac tampon (100 m^3) de recyclage peut néanmoins déborder en cas d'arrêt de la laverie.

6 - STERILES DE CARRIERE

Les stériles de carrière sont des micaschistes pour 95 % d'entre eux (il y a 5 % d'ankérites). Après concassage à 0-350 mm (ce qui fournit 90 % de produits inférieurs à 100 mm dont 25 % inférieurs à 100μ) les stériles sont chargés sur les convoyeurs et déversés dans la vallée du torrent de St Coulgat situé à l'ouest de la fosse d'extraction (photo n° 7), $9\,000 \text{ m}^3$ sont foisonnés par jour. Actuellement $25\,000\,000 \text{ m}^3$ sont déjà stockés dans le ravin ; le talus aval du tas a une dénivelée totale de 150 m.

Le ruisseau des Canalettes qui borde à l'Ouest le dépôt n'a pas d'eau en permanence ; il est progressivement repoussé vers l'Ouest au fur et à mesure des dépôts (photo n° 8).

Une partie des eaux de pluie s'accumule derrière le dépôt actuel, l'autre partie s'infiltre dans le tas et réapparaît en aval de celui-ci dans le ravin de St Coulgat.



Photo 7 : Mine d'Escaro : exploitation à ciel ouvert.
Talutage de la fosse en gradins.



Photo 8 : Stériles de la carrière déversés dans
le ravin de la Canalette.

Le talus aval (photo n° 9) n'est pas consolidé et présente de petits indices de tassement. Sa stabilisation est en cours grâce à une plantation de robiniers partiellement réalisée.

Après avoir percolé à travers le dépôt, les eaux qui ressortent à l'aval se troublent par temps d'orages violents et cette coloration est ressentie comme une nuisance pour la pêche.



Photo 9 : Dépôt de stériles de la carrière d'Escaro : talus aval barrant le ravin de la Canalette.

7 - SOURCES D'INFORMATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE LA FICHE

- 7.1 - Enquête orale auprès de M. PONCHON, directeur de l'usine.
- 7.2 - "Etude de stabilité des massifs de stériles" réalisée en 1971 par Sol-Expert International pour le bassin n° 6.
- 7.3 - Revue de l'industrie minière, minéralurgie de Fév. 79 (p. 69-79)
"Concentration de la fluorine dans 4 laveries françaises par MM. BIZOMBES, CHARRIER, MEHOIS, PONCHON et TARBOURIECH.

CHAPITRE 2

EXPLOITATION DE MONTROC

EXPLOITATION DE MONTROC

1 - GENERALITES

Département : Tarn

Commune : Mont-Roc

Raison sociale : SOGEREM. Mine de MontRoc Teillet 81120 REALMONT

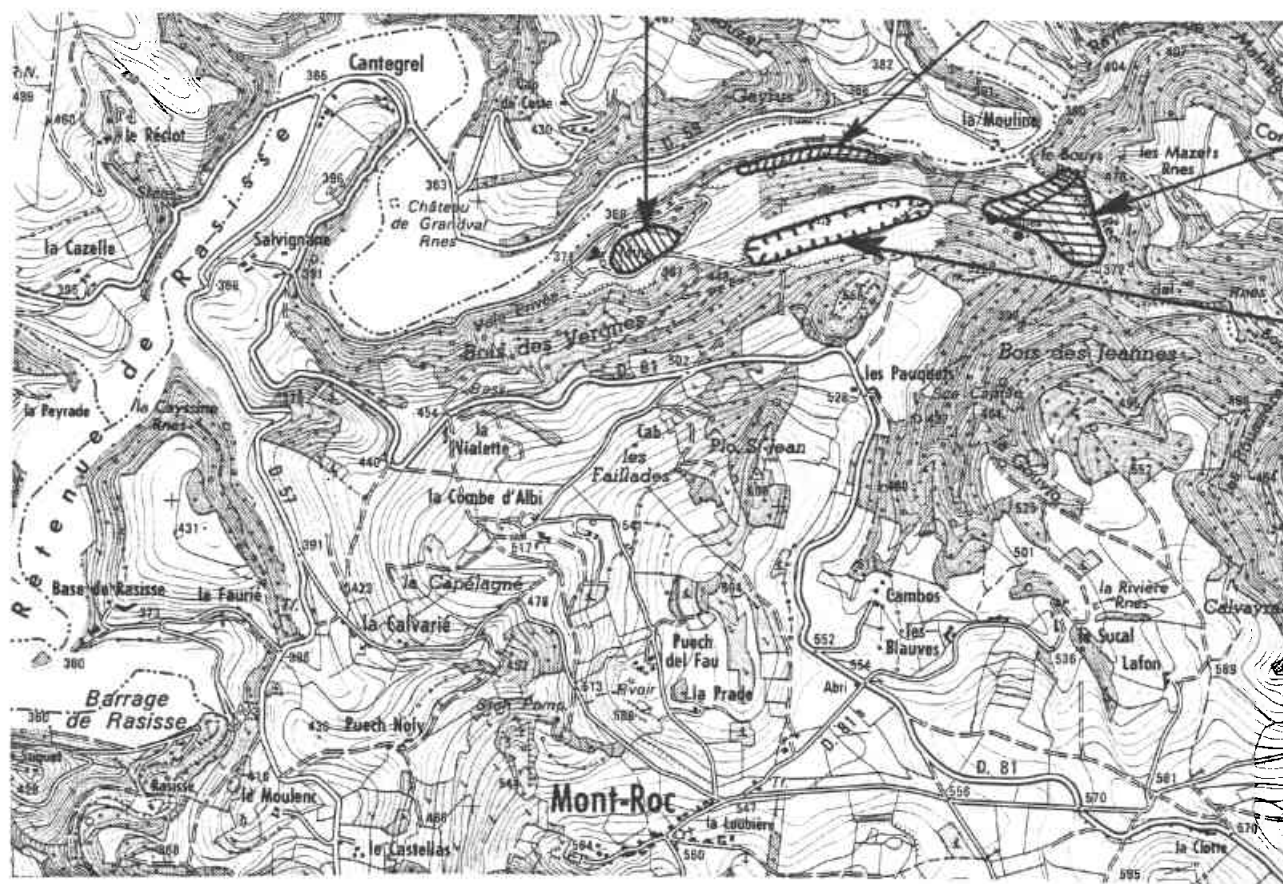
2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig. 1)

Le gisement de fluorine de MontRoc se situe à une trentaine de kilomètres à l'ESE d'Albi, en amont de la retenue d'eau de RASISSE qui barre la rivière de Dadou.

stériles de laverie

stériles de carrière



stériles de
carrière

exploitation
à ciel ouvert

Fig. 1 - Carte IGN de Réalmont n° 7-8 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

Le filon de fluorine se trouve dans une formation anticlinale siluro-cambrienne constituée de schistes ardoisiers silicifiés et de grès quartzeux contenant de 80 à 85% de silice. Le filon est orienté grossièrement E.W.

2.3 - L'exploitation

Le recouvrement initial du gisement était un "chapeau de fer" exploité pendant la dernière guerre mondiale. Après un essai d'exploitation souterraine en 1971, l'extraction se fait aujourd'hui à ciel ouvert (fosse en gradins) avec une extension prévue en direction de la digue à stériles actuelle.

Le filon de fluorine, orienté E.W., a en moyenne 7 à 8 m de puissance (parfois 15 m) et il est incliné vers le nord.

Le tout-venant fluoré contient 55 à 60% de CaF_2 , 33 à 37% de SiO_2 et 6 à 8% d'argiles et d'oxydes divers. La gangue contient 80 à 85% de silice avec de très faibles quantités de pyrite, chalcoppyrite, coveline, goethite, sidérose et des traces de pyrolusite. Le rapport volume gangue/volume de minerai est de 17.

2.4 - Production - Réserves - Effectifs

La production annuelle de concentré à 97,6% de CaF_2 est de l'ordre de 39 000 T (données de 1976 et 1977). Les réserves sont estimées à plus de 10 ans. L'effectif de la laverie est de 30 à 35 personnes organisées en 3 postes (6 j./semaine).

3 - LA LAVERIE

Le tout-venant 0-400 mm est amené par camions dans la trémie en stockage (25 m³).

3.1 - Concassage - Broyage

A l'issue du concassage (2 concasseurs à mâchoires, un concasseur à cylindres) une première coupure se fait à 40 mm, puis une deuxième à 15 mm. La fraction 15-40 mm subit un broyage humide en circuit fermé avec cyclonage et coupe à 150 μ .

3.2 - Flottation

Le circuit de flottation comporte 3 relavages après le dégrossissage et l'épuisement. La pulpe de concentré est filtrée pour donner un gâteau dont l'humidité est de 8% et qui est ensuite séché au four rotatif (humidité = 0,03%)

3.3 - Réactifs utilisés

Oléine	600 - 900 g/t
Silicate de soude	250 - 800 g/t
Amidon	50 - 300 g/t
Le pH est régulé entre 8,5 et 11.	

4 - STERILES DE LAVERIE

4.1 - Mode d'évacuation

A la sortie de la flottation, les stériles sont cyclonés dans un hydrocyclone épaisseur dont la sousverse (grains supérieurs à 50 μ) est essorée (15% d'eau) puis transportée par camions au dépôt de stériles de carrière du ravin de Méjanès.

La surverse (particules $< 50 \mu$) est envoyée dans un décanteur après ajout de chlorure de fer, de chaux et d'un flocculant. Les boues flocculées sont alors envoyées au bassin de décantation par pompage.

4.2 - Caractéristiques des déchets solides

La granulométrie des stériles du bassin de décantation est inférieure à 50 μ .

5 - MODE STOCKAGE DES STERILES

5.1 - Stériles de carrière

Les stériles de l'excavation sont stockés :

- . en bordure du Dadou (1 800 000 m³ déposés)
- . dans le vallon de Méjanès à l'est du site (cf fig 1) où le dépôt est en cours (2 500 000 m³) (photo n° 1)
- . dans l'excavation elle même (remblaiement de 4 460 000 m³ à réaliser)



Photo 1 : Stockage des déchets miniers (exploitation à ciel ouvert). Talus aval du dépôt remis en végétation

Le site de Méjanes a nécessité la canalisation du ruisseau (photo 2) existant avant dépôt par des buses ARMCO de 1,52 m de diamètre pouvant supporter 60 m de dépôt. Celui-ci contient également les sables de sousverse de l'hydrocyclone et les produits de curage annuel du bassin de décantation.



Photo 2 : Canalisation du ruisseau de Méjanes sous le dépôt de stériles de mine.

5.2 - Stériles de laverie (fig.2)

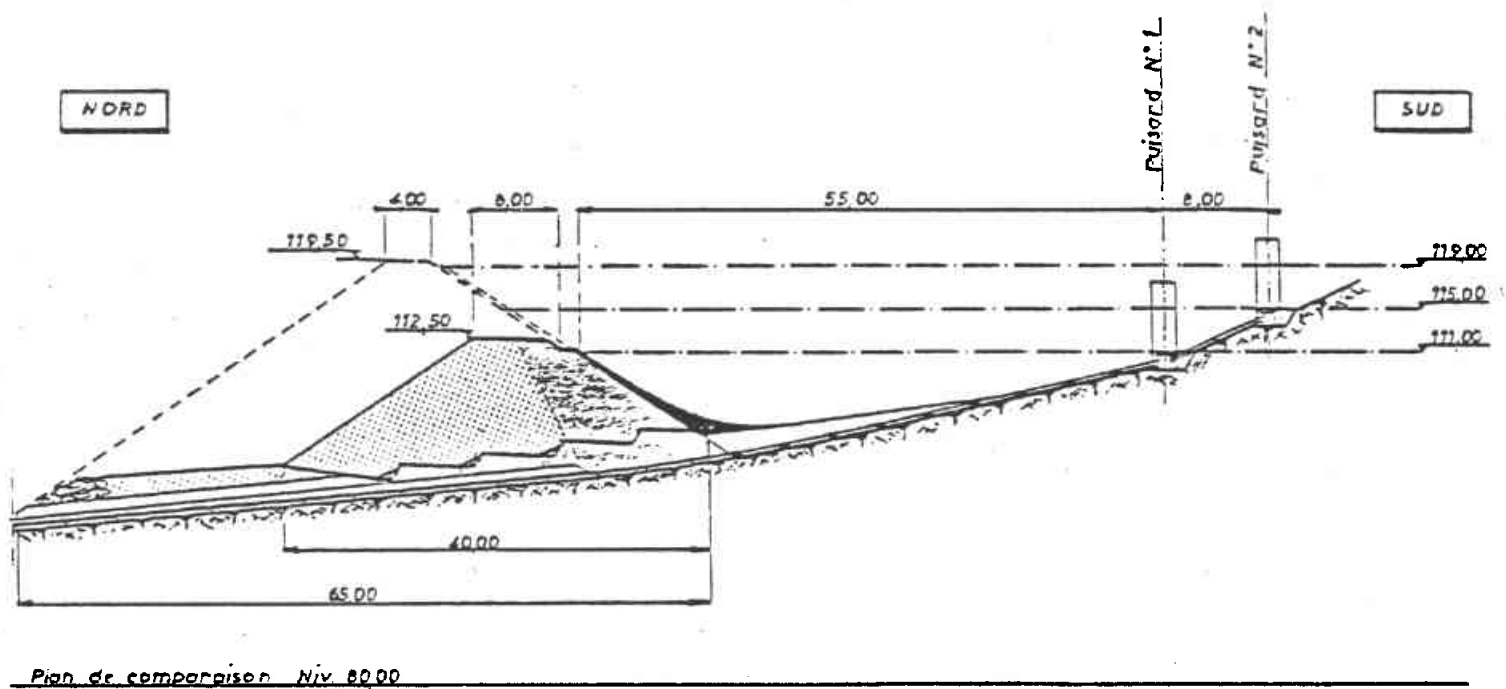


Fig. 2 - Bassin de décantation et digue de retenue. *

- Le bassin de décantation, situé en bordure du lac de Rasisse, a une superficie de 1 ha, 40 (photo 3). Il domine la laverie dont les effluents doivent être pompés pour arriver au bassin dont la contenance est de 100 000 m³. Ce dépôt est adossé au versant et retenu au nord par une digue semi-circulaire de 25 m de hauteur.

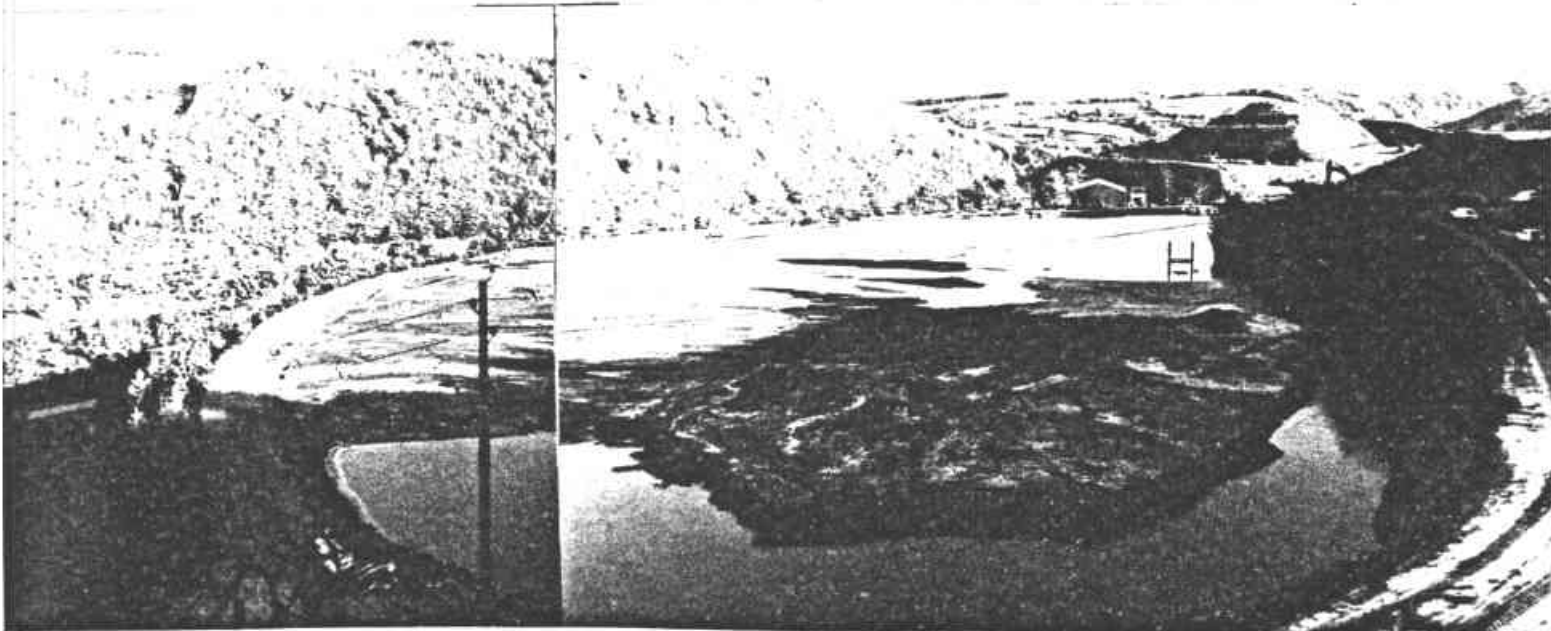


Photo 3 : Vue d'ensemble du bassin de décantation des effluents de laverie. Au premier plan, la partie curée (en eau). A droite, le puisard d'évacuation des eaux claires.

- . L'évacuation des eaux s'effectue par l'intermédiaire d'un puisard vers lequel les eaux claires s'écoulent et sont "écremées". Le puisard repose sur une conduite d'évacuation qui passe sous la digue et envoie ces eaux claires dans un bassin à l'aval d'où elles sont recyclées.
- . La digue est en remblais compactés de forme semi-circulaire. C'est en raison du manque de place que l'on a adapté cette solution permettant d'avoir une pente de talus assez forte. La digue se comporte comme un véritable barrage. Elle a été construite en deux phases :
 - . avant le démarrage de la laverie, une première digue a été construite en compactant des stériles de carrière et de la terre. Une couche d'argile compactée recouvre le fond et les parois intérieures de la digue et assure l'étanchéité.
 - . un rehaussement de 5 à 6 m a été effectué ensuite après les premiers dépôts. Ceux-ci ne sont que des fines, inférieures à 50µ.

- . Problèmes de stabilité

La digue se comporte ici comme un véritable barrage et toute l'eau contenue dans les schlamms est retenue prisonnière derrière la digue.

Le parement aval de celle-ci a été mis en végétation, après recouvrement de terre arable ou relativement fertile comme la blaviérite, sous le contrôle et avec l'aide de l'O.N.F., ce qui stabilise le talus et évite son ravinement.

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

Un effort particulier de reboisement a été accompli à Mont Roc en suivant un plan directeur de reconstitution des sols ce qui assure une protection à la fois contre la vue et le ravinement des talus. A la fin de 1975, 16 000 arbres avaient été replantés sur les talus de la digue à stériles et des dépôts de carrière.

Les principales essences essayées sont les feuillus (aulnes, bouleaux, robiniers, cytises), les conifères (pins et sapins), les semis d'arbres (robiniers, bouleaux, ailantes) les semis d'herbage (ray grass, trèfle).

6.2 - Les poussières

Le four rotatif de séchage est équipé d'un dépoussiéreur (filtres à poches).

6.3 - Pollution des eaux

En raison de la proximité du lac de Rasisse qui sert de réservoir d'eau potable pour les villages voisins, la totalité des eaux clarifiées est recyclée dans la laverie (après ajout de flocculant Fe Cl_3).

En cas de besoin, les eaux d'exhaure de la mine peuvent être utilisées pour la laverie. De l'eau neuve (captage de source) est également envoyée dans le circuit pour compenser les pertes (évaporation, infiltration).

Des analyses physico-chimiques effectuées sur des échantillons d'eau prélevés en divers points du site (écoulement sous le remblai de Méjanès, exhaure de mine, lac de Rasisse, eau de source...) permettent de suivre l'évolution des teneurs en fluor, sulfates, Cu, Na et Fe.

7 - REAMENAGEMENT

7.1 - Curage du bassin de décantation (photo 3)

L'exiguïté du bassin de décantation oblige l'exploitant à effectuer un curage partiel de 15 à 20 000 m³ de fines décantées chaque année lors des congés annuels. Après pompage de l'eau à la surface du bassin, les bords de ce dernier sont curés avec une pelle mécanique et les produits envoyés sur le dépôt de stériles miniers.

7.2 - Curage total

A la suite de la découverte d'un prolongement du filon sous le bassin de décantation, un curage total du bassin est prévu. Il s'effectuera en deux étapes :

- . curage de la partie sud du bassin (située au droit du filon) après déplacement du puisard actuel vers le nord. Ce curage permettra de poursuivre l'exploitation.
- . en même temps, construction d'un petit bassin de décantation provisoire pour ne pas avoir à arrêter la laverie. Cette solution permettra d'attendre les résultats d'une étude en cours concernant la centrifugation (cette méthode qui exige un broyage plus fin à 30µ et qui, en raison de la teneur en silice, use les matériels, aurait l'avantage de supprimer le bassin de décantation).

Le curage se fera d'abord par l'enlèvement de la tranche sèche de surface. Des arrivées d'eau provoquant de petits éboulements des schlamms sont à craindre ensuite et rendront le curage difficile.

8 - DOCUMENTATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Enquête orale auprès de M. LEGROS, directeur local de SOGEREM
- . Compte rendu de la visite effectuée en juillet 79. Note confidentielle SGN/MIN n° 1241 CB par M. BARRES, G. BROSSIER et R. CARLY.
- . 1959 J.P. CONTRI - Etude géol. et métallogénique des environs de Peyrebrune et de Mont Roc près Réalmont - Thèse 3ème cycle Fac. Sc. Univ. de PARIS.
- . Mine de Mont Roc, traitement des effluents de laverie par J.F. Barbier et R. Charolles. Soc. de l'industrie minérale - Section de minéralurgie.
- . 1979 Concentration de la fluorine dans quatre laveries françaises par R. BEZOMBES (SECHE), J. CHARRIER (RPI), M. MEHOIS (SOGEREM), M. PONCHON (COMIFLUOR), R. TARBOURIECH (SECHE). Industrie minérale
- . Rapport BRGM 78 SGN 282 HPY - Etude de la stabilité du flanc nord de la fosse de l'exploitation de fluorine de Mont Roc (Tarn) par M. DESURMONT et J. VIDAL.

CHAPITRE 3

EXPLOITATION DE SALAU

EXPLOITATION DE SALAU

1 - GENERALITES

Département : Ariège

Commune : Salau - Couflens

Raison sociale : Société des Mines d'Anglade (SMA)
Salau - Couflens 09140 SEIX

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig. 1)

Le gisement est situé à 30 km au sud de St Giron, près des sources du Salat et de la frontière espagnole. Les affleurements minéralisés sont étalés entre 1 200 et 1 900 m d'altitude. Sa découverte date de 1961, son exploitation de 1971.



Fig. 1 - Carte IGN AULUS n° 5-6 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

Le gisement est situé sur le flanc sud du massif circonscrit (1 km²) de la Fourque constitué par un granite calcoalcalin et une granodiorite. Cette intrusion a recoupé et métamorphisé une série carbonatée d'âge ordovicien (en donnant naissance à des cipolins et à des skarns). Plus tard, l'altération hydrothermale des skarns a conduit à des concentrations de WO₄ Ca exploitable associée à la pyrrhotite.

2.3 - L'exploitation

La minéralisation en scheelite se limite aux zones de skarns, c'est-à-dire sur une largeur ne dépassant pas 25 m à partir du contact avec la granodiorite. Les corps minéralisés ont une forme en lentilles ou en colonnes contrôlées par les irrégularités des bordures de la granodiorite.

L'exploitation est souterraine ; le minerai est extrait, sous-niveaux par sous-niveaux sur une hauteur de 400 m (1 250 à 1 640 m). Une partie des chambres est remblayée avec les stériles de mines. La laverie est souterraine. (photo 1)

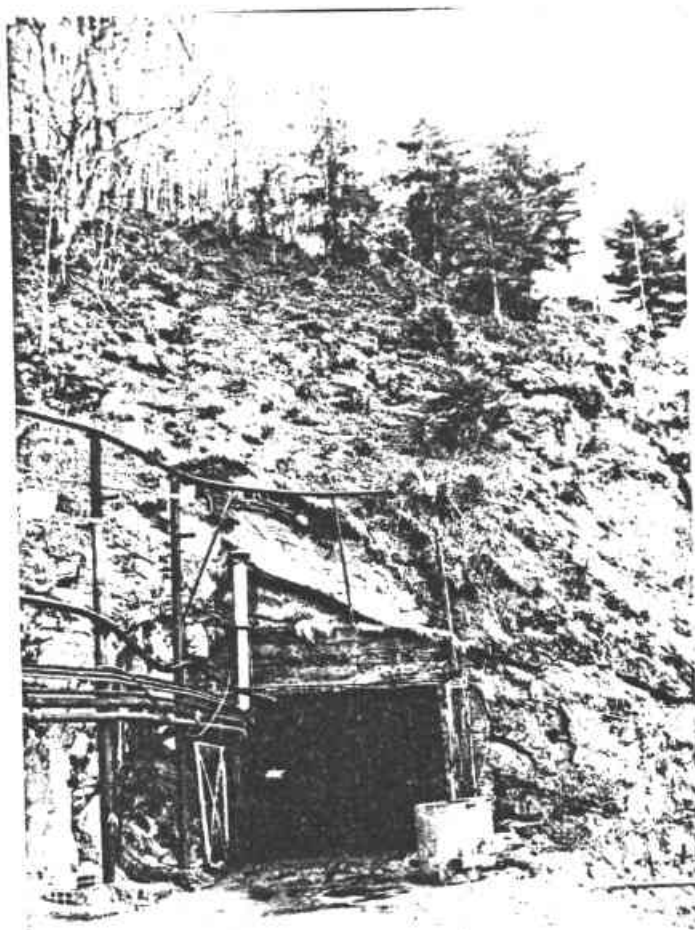


Photo 1 : Entrée de la laverie (souterraine)

2.4 - Le minerai

Le minerai est formé principalement de WO_4Ca , de sulfures (pyrrhotite, chalcopryrite, mispickel de chlorite ferrifère. La teneur moyenne varie de 1 à 2 % en WO_3 .

Les réserves actuelles estimées à 6 000 T de WO_3 à une teneur moyenne de 1,6 %. Depuis 1971 à 1978, 6 700 T de WO_3 à 1,25 % ont été extraites.

2.5 - Effectif

Environ 150 personnes.

3 - LA LAVERIE

3.1 - Concassage

Jusqu'en 1970 la maille de libération admise était de 300 μ . On s'est aperçu depuis qu'une nouvelle maille de 60-70 μ nécessitait une flottation qui n'existait pas jusqu'alors (séparation par gravité au moyen de tables à secousses).

Depuis 1971, la méthode est mixte : le minerai extrait (0-400 mm) entre dans un premier concasseur qui donne du 100 mm. Un premier concasseur giratoire l'amène à 25 mm un deuxième concasseur giratoire l'amène à 8 mm.

3.2 - Broyage et flottation

L'"entrée" laverie à 8 mm est broyée à 500 μ dans un broyeur à barres qui alimente les tables à secousses. Le refus des tables est broyé à 70 μ dans un broyeur à boulets qui alimente le circuit flottation.

Les concentrés de tablage (teneur en WO_3 de l'ordre de 40 %) après passage au four sécheur vont dans une séparatrice magnétique qui élimine les sulfures; à la sortie les concentrés titrent plus de 70 % en WO_3 .

Les concentrés de flottation titrent de l'ordre de 40 % en WO_3 ; leur teneur en phosphore (0,5 à 2 %) nécessite une lixiviation nitrique réalisée à façon dans un atelier extérieur. Après lixiviation leur teneur (amenée entre 45 et 60 % par disparition du phosphore et des carbonates) permet leur commercialisation sous forme de semi-concentrés.

3.3 - Réactifs utilisés

Amyl-xanthate Na 260 Kg/T, sulfate de Cu, CO_3Na 1 kg/T et MIBC 50 g/T pour la précipitation des sulfures ; silicate Na (3 Kg/T), Quebracko (50 g/T), Pamak (50 g/T) pour flotter la scheelite ; sulfate Al + Séparan dans le décanteur pour amener à ph = 7.

4 - STERILES DE LAVERIE

Ils sont amenés depuis la laverie par bande transporteuse puis déversés sur le sommet de la décharge.

4.1 - Déchets solides (cf rapport 78 SGN 326 MPY).

La teneur en eau varie de 16 à 17 %, la densité sèche de 1,64 à 2,13 (variation due au pourcentage relatif entre calcaire et sulfures). Le dépôt

correspond à un sable fin limoneux, de granulométrie serrée, dont le pourcentage inférieur à 2μ n'excède pas 10%. Le matériau n'est pas plastique, peu compressible et se consolidant rapidement. Les parties oxydées présentent une nette augmentation de la cohésion. La plupart des valeurs de l'angle de frottement interne sont comprises entre 40 et 45°.

4.2 - Les eaux rejetées

Un contrôle de la qualité des eaux à la sortie de la laverie (photo 2) et à l'aval de la décharge est effectué par le Service des Mines.

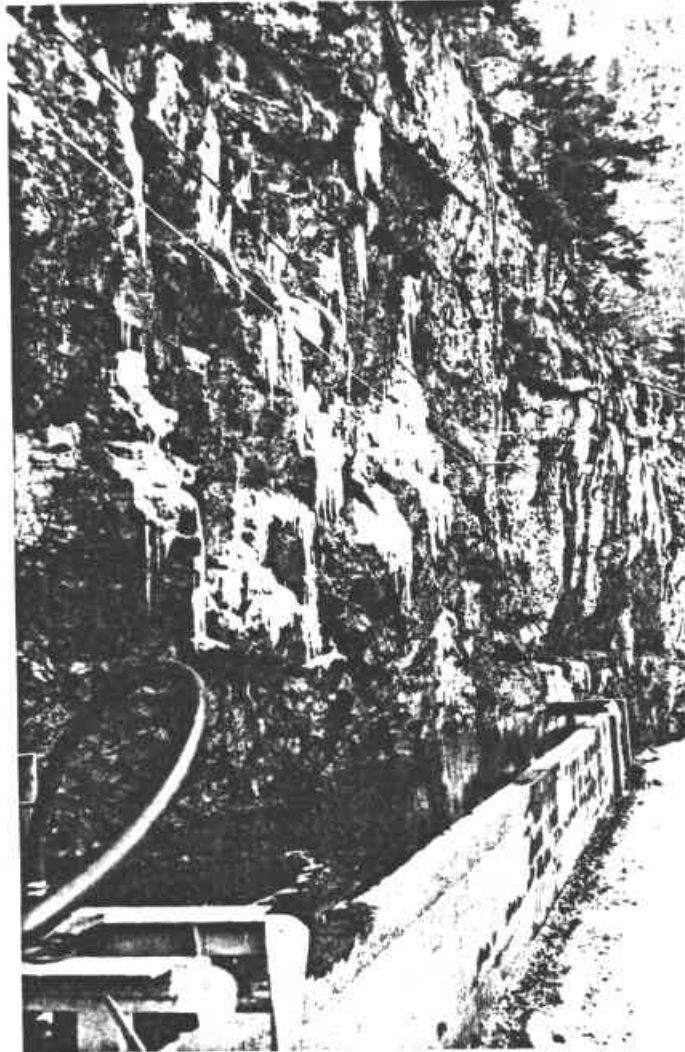


Photo 2 : Bassin de décantation des effluents de la laverie.

5 - MODE DE STOCKAGE DES STERILES DE LAVERIE

5.1 - Aire de dépôt (photo 3 et fig. 2)

L'emplacement de la verse actuelle est le seul disponible à proximité immédiate du carreau de la mine : il est situé à flanc de montagne entre le ravin de la Baume (cougnets) et celui de la Fourque. Le substratum rocheux est calcaire, caractérisé par des circulations karstiques (pertes de la Baume, résurgence dans le ravin de la Fourque) et par une couverture d'éboulis réduite. Le pendage des calcaires vers le NE est fort (80°).



Photo 3 : Vue générale des dépôts de stériles de laverie

CARTE GÉOLOGIQUE

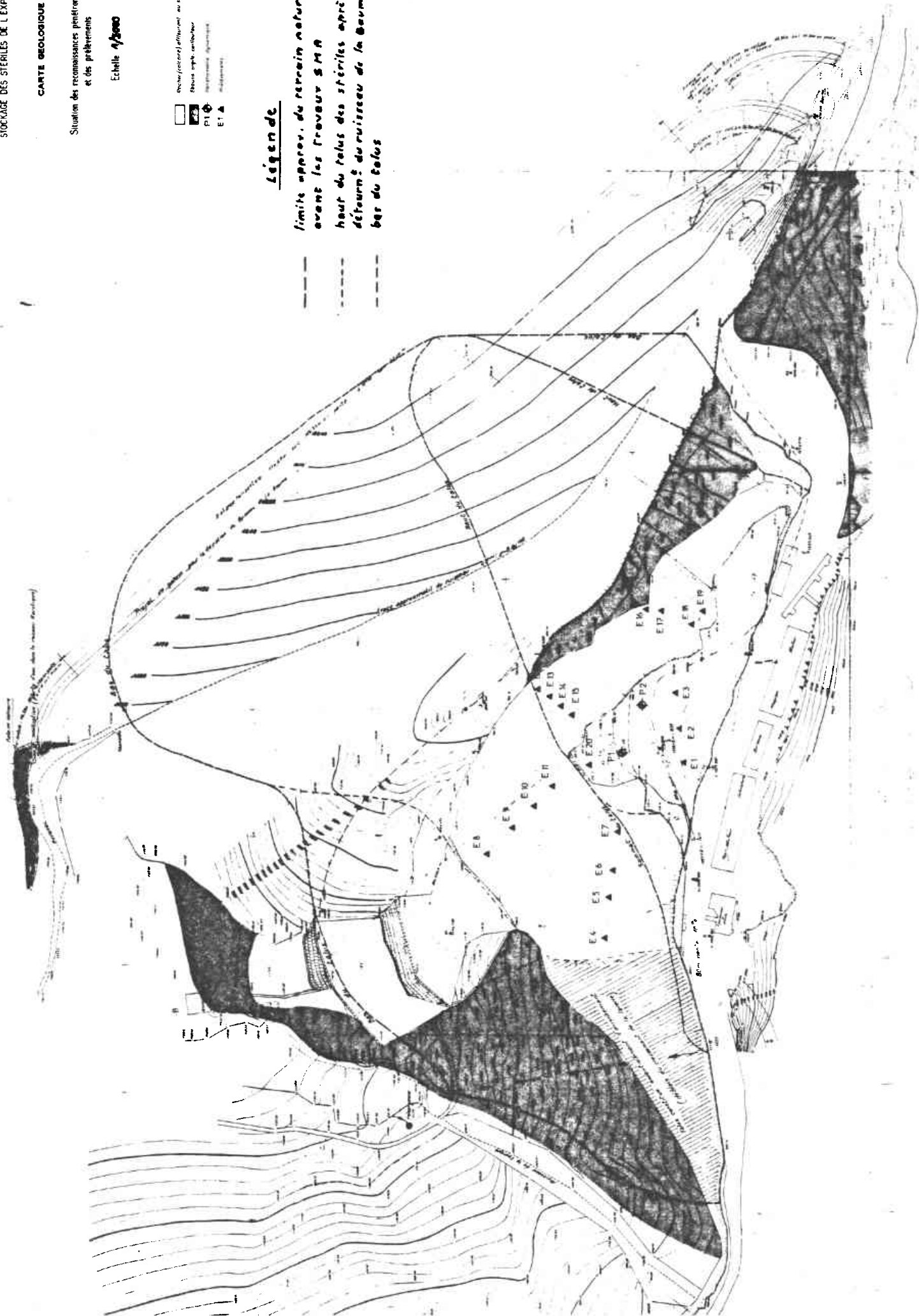
Situation des reconnaissances pénétrométriques
et des prélèvements

Echelle 1/5000

- Formation (alluvions) au substratum
- Rives, argile, calcaire
- P1
- E1
- E2
- E3
- E4
- E5
- E6
- E7
- E8
- E9
- E10
- E11
- E12
- E13
- E14
- E15
- E16
- E17
- E18
- E19
- E20
- E21
- E22
- E23
- E24
- E25
- E26
- E27
- E28
- E29
- E30
- E31
- E32
- E33
- E34
- E35
- E36
- E37
- E38
- E39
- E40
- E41
- E42
- E43
- E44
- E45
- E46
- E47
- E48
- E49
- E50
- E51
- E52
- E53
- E54
- E55
- E56
- E57
- E58
- E59
- E60
- E61
- E62
- E63
- E64
- E65
- E66
- E67
- E68
- E69
- E70
- E71
- E72
- E73
- E74
- E75
- E76
- E77
- E78
- E79
- E80
- E81
- E82
- E83
- E84
- E85
- E86
- E87
- E88
- E89
- E90
- E91
- E92
- E93
- E94
- E95
- E96
- E97
- E98
- E99
- E100

Légende

limite approx. du terrain naturel
avant les travaux S.M.A.
haut du talus des stériles après
déroulement du ruisseau de la Baume
bas du talus



5.2 - Le dépôt (fig. 3 et fig. 3 bis)

COUPE : 1/20^e

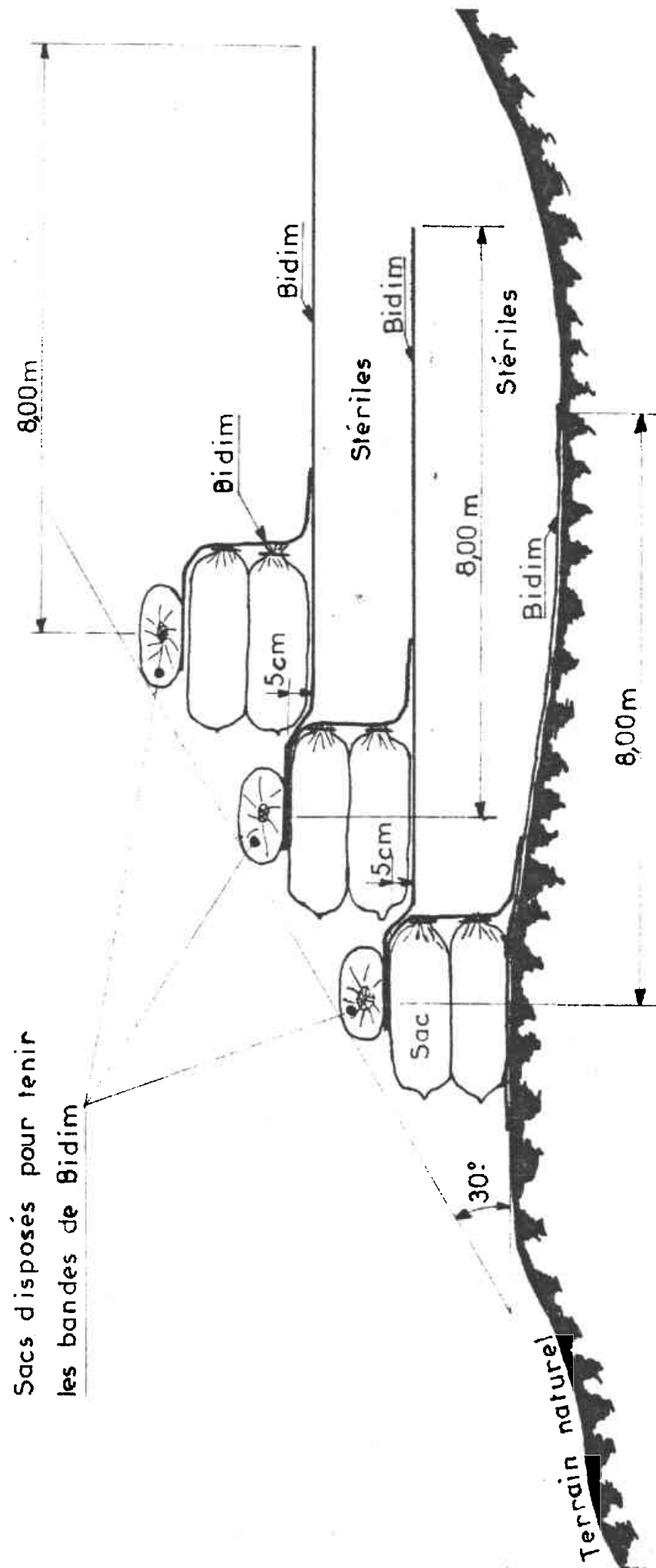


Fig 3 : Principe de construction des digues de retenue des stériles de laverie (plan SMA)

Sacs disposés pour tenir
les bandes de Bidim

VUE EN PLAN

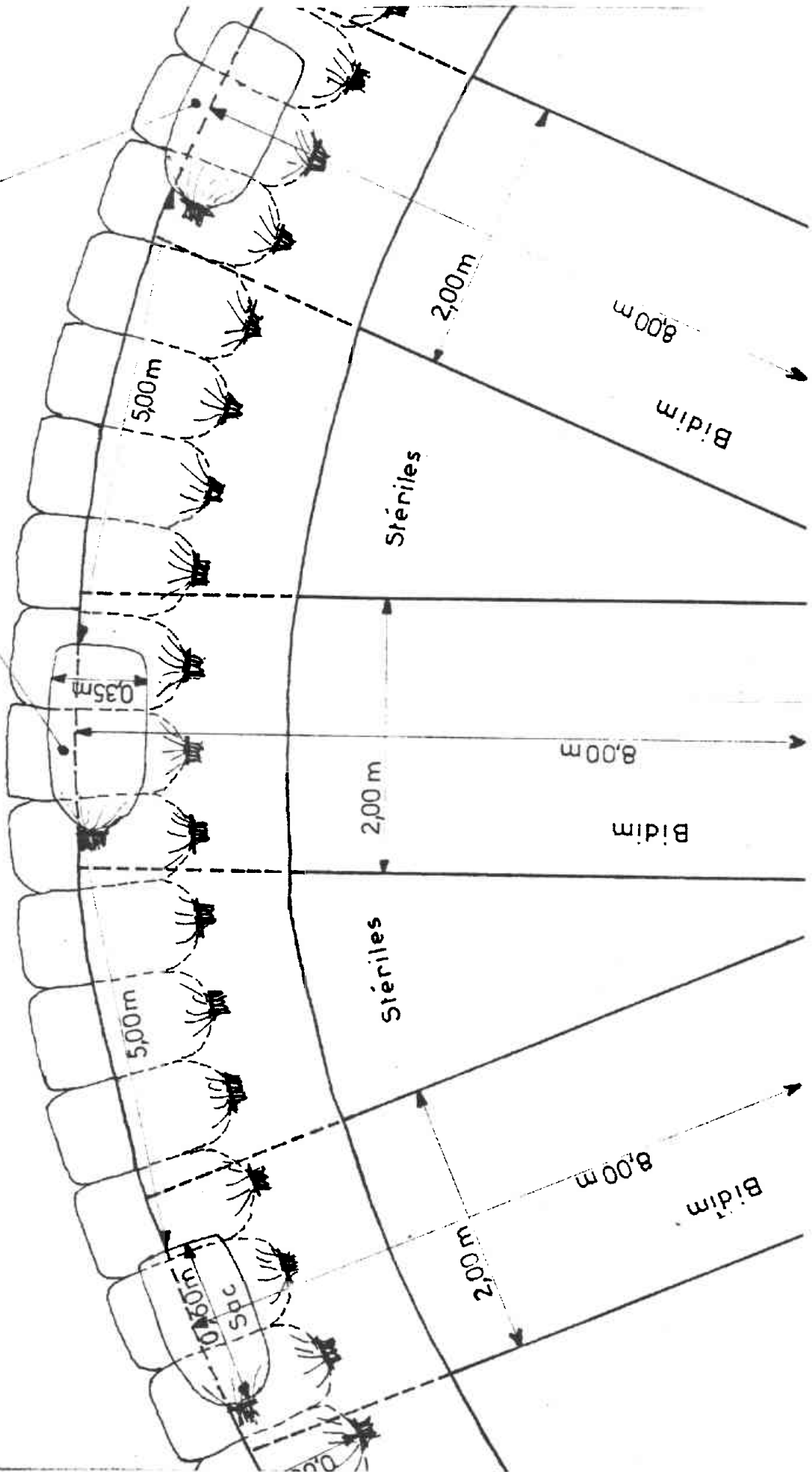


Fig 3 bis Vue en plan de la digue (plan fourni par SMA)

Depuis le début de l'exploitation, 500 000 T de stériles ont été déposés (250-300 T/jour). En conservant un talus à 30° et en arrêtant les digues de pieds à 10 m de la Baume et de la Fourque, le volume disponible permet un an de fonctionnement.

Les digues de retenue en pieds de talus sont réalisées en sacs plastiques remplis des stériles de la verse (photos 4 et 5). Chaque lit successif de sacs repose sur une cloison de bidim C 20 qui assure le drainage. La première de ces digues est actuellement noyée sous le dépôt.



Photo 4 : Talus aval du dépôt et digues de pied



Photo 5 : Dignes de pied de talus (sacs de steriles disposés en lits successifs avec intercalation de couches de bidim).

5.3 - Problème de stabilité (cf. rapport 78 SGN 326 MPY)

L'intensité maximale de la **sismicité** au niveau du site est de VII dans l'échelle MSK (séisme de 1923). La granulométrie des stériles les rend sensibles à la liquéfaction. Dans ces conditions, la stabilité de la décharge est caractérisée par un coefficient de sécurité de 0,8 dans les conditions les plus défavorables et de 1 dans des conditions moyennes.

Le premier projet d'extension de la décharge actuelle prévoyait de combler totalement le ravin de la Baume après détournement de ce torrent en galerie souterraine. L'entrée de la galerie projetée est située malencontreusement dans l'axe d'un couloir d'avalanche important (photo 6) mais d'occurrence exceptionnelle ce qui risque d'obstruer l'entrée de la galerie. Ce projet a été refusé par D.D.A.

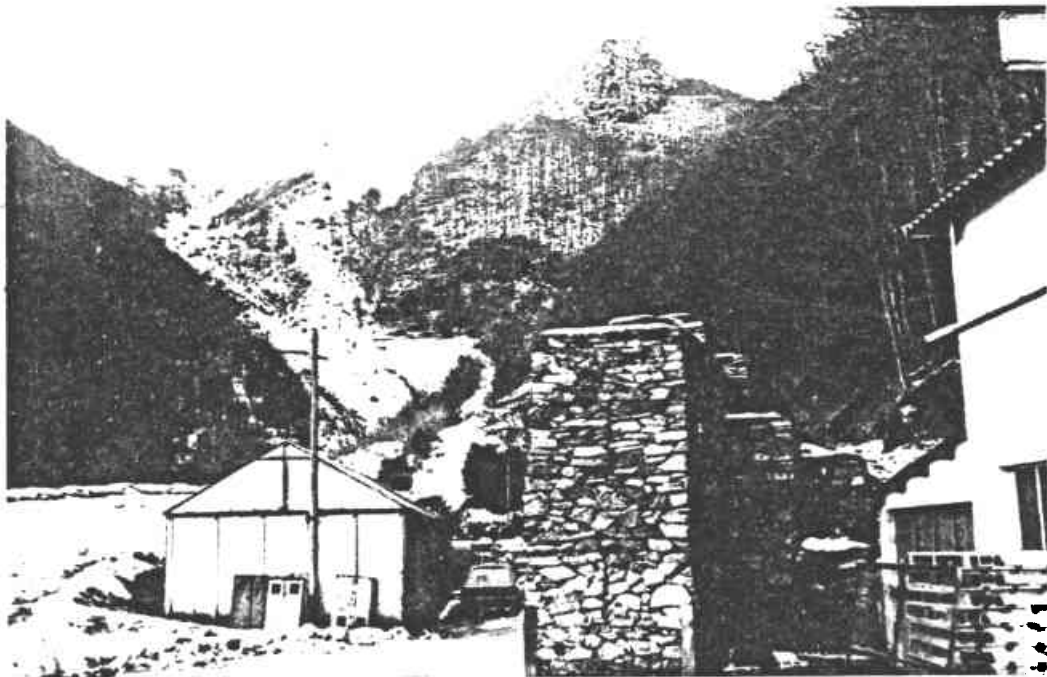


Photo 6 : Mur pare-avalanche construit en amont des bâtiments de la mine et au pied du couloir d'avalanche (enneigé)

5.4 - Nouveau site de stockage (photo 7 et fig. 4)

Un premier projet a été envisagé au lieu-dit la Plagne à 4 km,5 de la décharge actuelle, en dessous des sources du Salat. L'éloignement, l'existence de couloirs d'avalanches, la difficulté d'accès ont conduit l'entreprise à rechercher un site intermédiaire.

Ce site, en cours de réalisation, devrait être achevé début 1980. Il se situe au lieu-dit le "Plats des Pommiers" à 700 m en aval de la décharge actuelle avec une possibilité de 700 000 T de dépôt, ce qui assure 15 ans de fonctionnement. L'emprise est de 5 hectares.

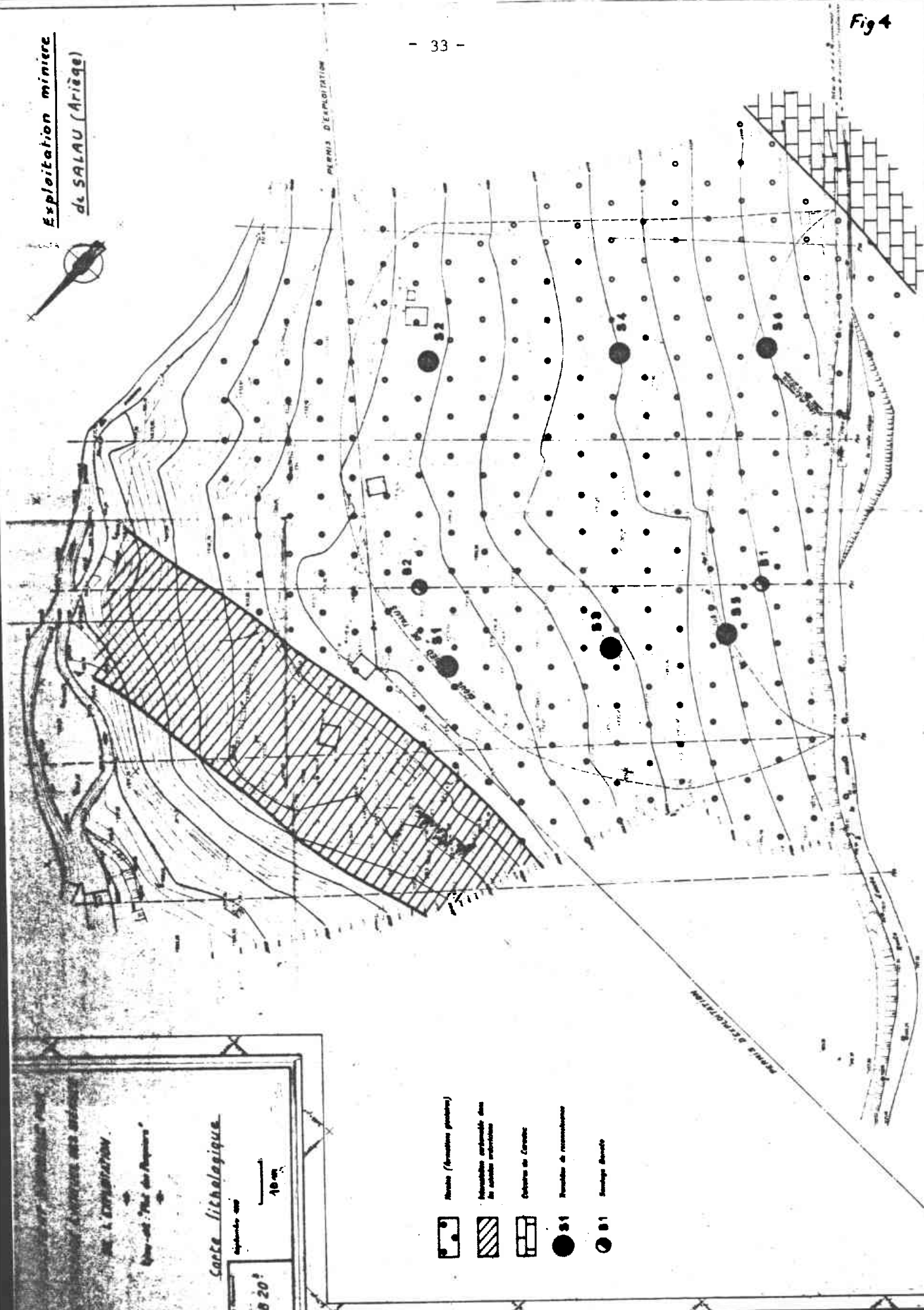


Photo 7 : Emplacement futur du nouveau dépôt de stériles de laverie au lieu-dit le "Plats des Pommiers".

L'étude d'impact (rapport 79 SGN 285 MPY) a montré que le substratum du site est constitué de schistes gréseux avec passées de calcaires dolomitiques (pendage de 70-80° sud). Des dépôts morainiques (galets, blocs dans une matrice sableuse) recouvrent le substratum sur une épaisseur de 5 m, sans niveaux argileux et sans venue d'eau. La stabilité du dépôt paraît assurée (coefficient de sécurité varie de 1,8 avec présence d'eau, à 2,1 dans le cas contraire).

Les travaux de décapage du versant sont en cours et la décharge sera réalisée sur le même principe que l'actuelle : digues de retenue de pieds de talus avec cloison de bidim, caniveau étanche à l'amont du tas déviant le ruissellement venant de l'amont, écran paysager autour du dépôt avec des bouquets de résineux, et en phase finale, régalage sur le dépôt de la terre végétale décapée initialement.

Exploitation minière
de SALAU (Ariège)



Carte lithologique

10 km

- Ruisseau (formation granule)
- Formation granuleuse des
- Calcaire de Carrière
- Ruisseau de reconnaissance
- Sondage Borelli

Il a été prévu enfin de ne pas utiliser l'extrême pointe sud du site (calcaires karstifiés du Caradoc) en vue de protéger la nappe aquifère profonde. Le talus situé à l'amont du futur dépôt a été stabilisé (photo 8).

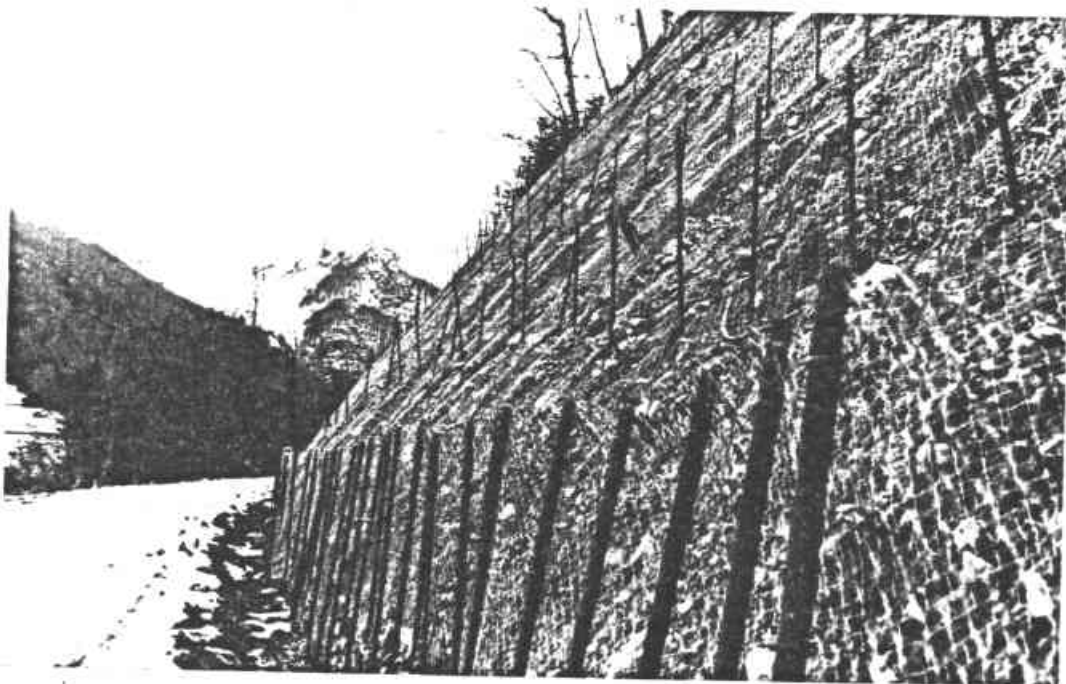


Photo 8 : Stabilisation du talus situé à l'amont du futur dépôt.

5.5 - Incidents survenus à la digue actuelle

Une surveillance permanente du dépôt est assurée de manière à éviter le développement incontrôlé des érosions dû au ruissellement en bordure du tas ou à la formation de petits renards (photo 9) en tête ou en pieds de dépôt (colmatage).

En cas d'orages violents, les digues de pieds de talus jouent leur rôle de retenue des produits de ravinement ou de glissement, sauf parfois en bordure ouest du dépôt où ils se déversent directement dans le ravin de la Fourque.

En tête du dépôt, l'écoulement superficiel est dévié par un canal dans le ravin du la Baume.



Photo 9 : Glissements de plaques sur le talus aval du dépôt
et ravinements (dûs à l'écoulement des eaux de pluies
lors des précipitations orageuses)

5.6 - Source d'information ayant servi à l'établissement de la fiche.

- 5.1 Renseignements oraux de M. FAURE et de M. GROS
- 5.2 Rapport BRGM 78 SGN 326 MPY sur étude du projet d'extension du dépôt actuel.
- 5.3 Rapport BRGM 79 SGN 285 MPY : étude d'impact du nouveau site de stockage
- 5.4 Rapport BRGM 79 MPY 18 : complément au rapport 79 SGN 285 MPY.
- 5.5 Mémoire explicatif du projet d'extension de la décharge dans la zone du Plats des Pommiers - par M. FAURE - février 1979.
- 5.6 Chronique de la recherche minière - GEGM - juillet-août 79 n° 450 : le gisement de scheelite de Salau Ariège par Colette DERRE.

CHAPITRE 4

EXPLOITATION DE SAINT-SALVY

EXPLOITATION DE SAINT-SALVY

1 - GENERALITES

Département : Tarn

Communes : Noailhac - St Salvy

Raison sociale : Société minière et métallurgique de PENAROYA -
Mine de Noailhac - St Salvy 81100 CASTRES

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

L'ensemble minier de Noailhac - St Salvy est situé dans la région des Monts de Lacaune, à mi chemin entre Toulouse et Béziers, à environ 12 km à l'est de la ville de Castres.

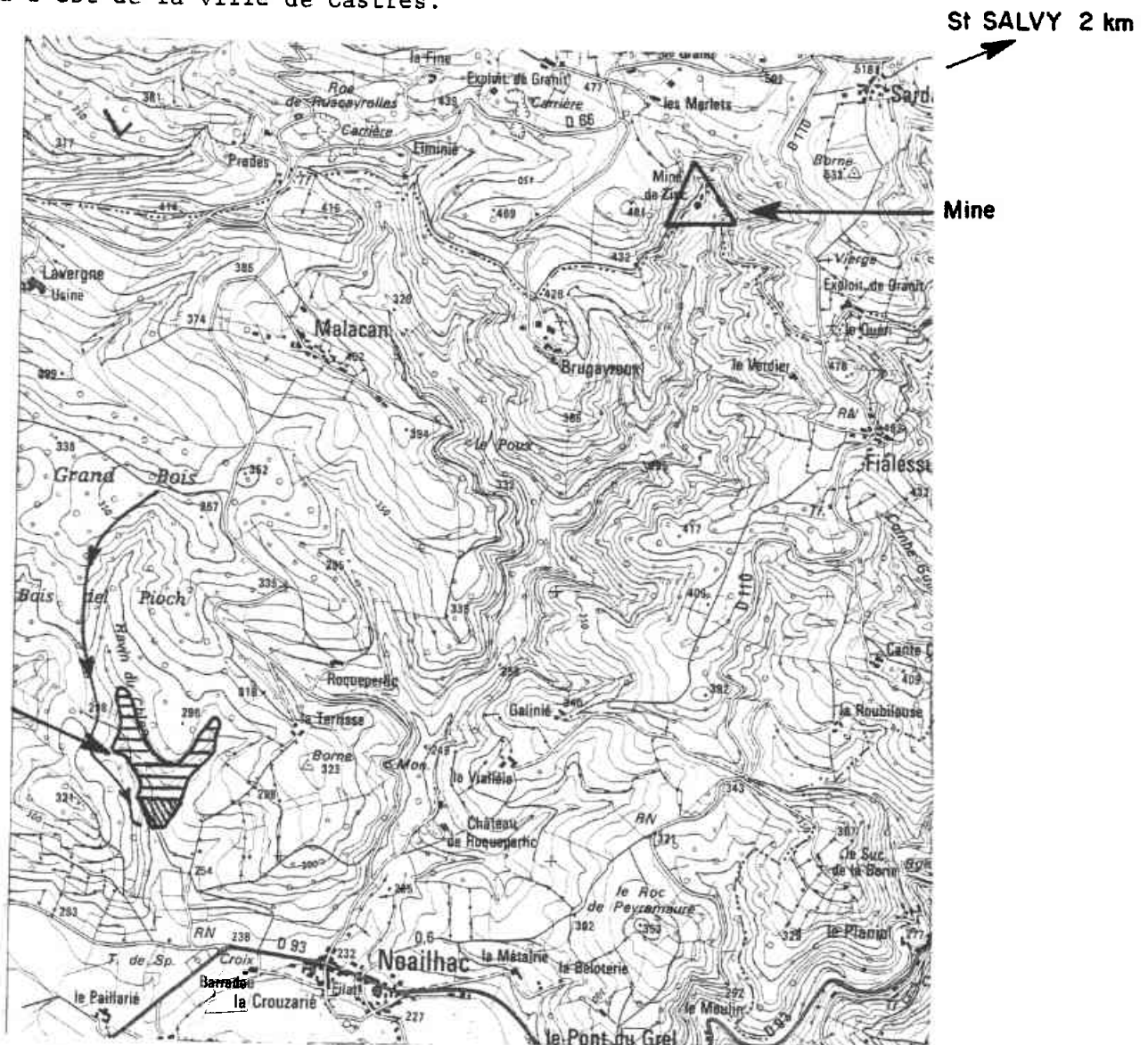


Fig 1. Carte IGN n° 78 à 1/25.000

Les premiers indices ont été découverts par le BRGM en 1965 ; un syndicat de recherche Penarroya - BRGM se crée de 1968 à 1973. Depuis cette date Penarroya poursuit seule l'exploitation ; la mine n'entre en production qu'en décembre 1975.

2.2 - Contexte géologique

La minéralisation se trouve dans une série schisto-gréseuse primaire, très plissée, recouverte à l'ouest par les formations tertiaires d'argiles à graviers et les alluvions quaternaires, limitée au nord par le massif granitique du Sidobre, au sud et au sud-ouest par les massifs granito-gneissiques des Monts de Lacagne et de la Montagne Noire.

2.3 - L'exploitation

Elle concerne un filon de pendage 75° sud, de 1 200 m de longueur, de 500 m de hauteur et de puissance minéralisée de 3 m en moyenne. La minéralisation est constituée par de la blende (9 %) argentifère (80 g/T) avec des traces de cadmium et de germanium, associée à de la sidérose, de la galène (0,5 %), de la pyrite, du quartz, de la limonite et de la goëthite dans les zones oxydées. L'exploitation est souterraine ; une descenderie s'ouvre dans la montagne et permet l'accès à l'exploitation qui se fait par tranches descendantes avec remblayage partiel en béton.

2.4 - Production et réserves

En 1977, la production annuelle brute a été de 225 000 T à 12 % de Zn. Les réserves probables sont estimées à 4,2 millions de T de tout-venant à 9 %. L'effectif était de 226 personnes en 1977.

3 - LA LAVERIE

Le minerai, remonté au jour par des convoyeurs à bande, est stocké près de l'usine de traitement puis repris par un chargeur et amené au circuit broyage.

3.1 - Broyage et flottation

Un premier broyeur fait passer le minerai de 300 mm à 10 mm, un deuxième donne une coupure à 200 μ (broyeur à boulets). La pulpe obtenue passe dans un conditionneur, puis dans des cellules de flottation qui ont pour rôle de séparer le concentré du stérile.

3.2 - Réactifs utilisés

amylxanthate de K	240 g/t
sulfate de cuivre	475 g/t
éthylxanthate de K	85 g/t
alcool hexylique	30 g/t

Ces réactifs sont biodégradables et se retrouvent surtout dans les concentrés.

4 - LES STÉRILES DE LAVERIE

Notons que les stériles de mine ont une granulométrie variant de 10 à 100 cm. Ils sont stockés dans une vallée proche de la mine (talus de 20 à 30 m de haut) et sont constitués essentiellement de schistes et de granite. Pas de problèmes de stabilité bien que la pente du talus avoisine 45°.

Les résidus stériles de laverie (700 T par jour) sont pompés jusqu'au dépôt dans une petite vallée à 4 km de la mine, en amont du village de Noailhac. La tuyauterie d'amenée est en caoutchouc.

4.1 - Les déchets solides (matériaux destinés à constituer la digue de retenue)

Les caractéristiques moyennes (étude CEBTP de 1974) sont les suivantes: granulométrie : sable moyen à fin dont les éléments sont relativement anguleux.

poids spécifique des grains solides :	2,83
densité apparente sèche :	1,54
angle de frottement interne :	34° à 37°
cohésion apparente :	# 0
coefficient de perméabilité :	10 ⁻⁴ cm/s
sable peu compressible.	

4.2 - Les eaux rejetées (cf. rapport 79 SGN 662 HYD)

Après décantation, les eaux clarifiées sont recyclées vers l'usine de traitement. Ces eaux sont basiques (ph > 7), de faible résistivité et minéralisées (sulfate, zinc, manganèse, fer et fluor).

Lorsqu'elles ne sont pas entièrement recyclées (parfois en fin de semaine), les eaux rejetées par le trop-plein des bassins de décantation dans le ruisseau du "ravin du chien" modifient le débit et la nature des eaux de ce ruisseau en restant toutefois en dessous des seuils légaux admissibles. Les infiltrations d'effluents dans le sous-sol, au droit du dépôt, sont très réduites et n'altèrent pas de façon significative la qualité des eaux souterraines locales.

5 - STOCKAGE DES STERILES DE LAVERIE

5.1 - Le bassin de décantation (fig. 2)

Il est constitué par une petite vallée (ravin du chien) à deux branches barrée à l'amont du village de Noailhac par une digue. Le sous-sol de ce bassin est constitué de limons et d'argiles (1 à 2 m) reposant sur des "argiles à graviers" tertiaires de plus de 20 m d'épaisseur.

Un décapage de la terre végétale et de la végétation a été effectué avant dépôt notamment à l'aplomb de la future digue (plusieurs mètres de décapage).

En outre, des drains en épis ont été réalisés à l'aval(photo 1) et à l'amont (photo 2) de la digue : certains d'entre eux sont actuellement recouverts par le dépôt de la sousverse dont ils évitent la saturation en eau.

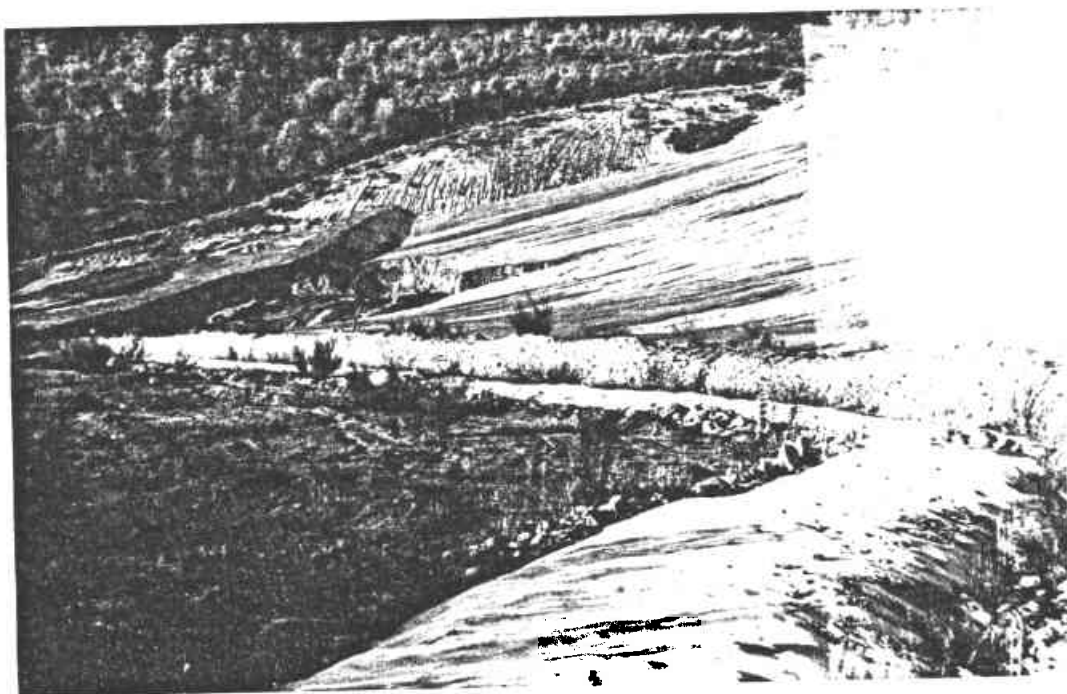
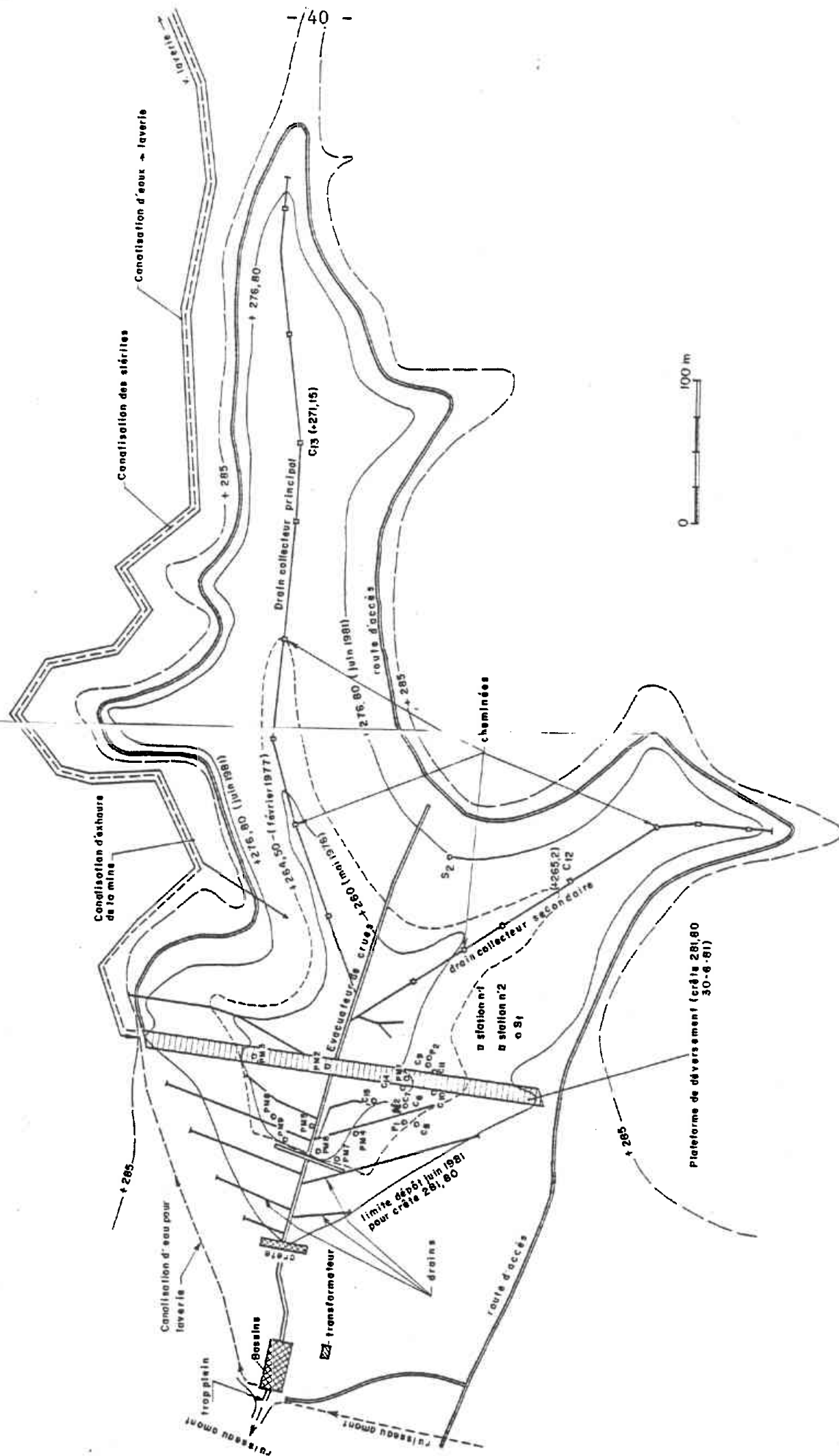


Photo 1 : Drains en épis (installés avant dépôt) sur les flancs de la vallée, en aval de la digue. Recouvrement des drains par une couche de bidim.

fig.2 Schéma de la digue à stériles de Noailhac St Salvy (d'après plan de la SMMP à 1/500)
(extrait du rapport 73 SGN 266 HYD)

NORD



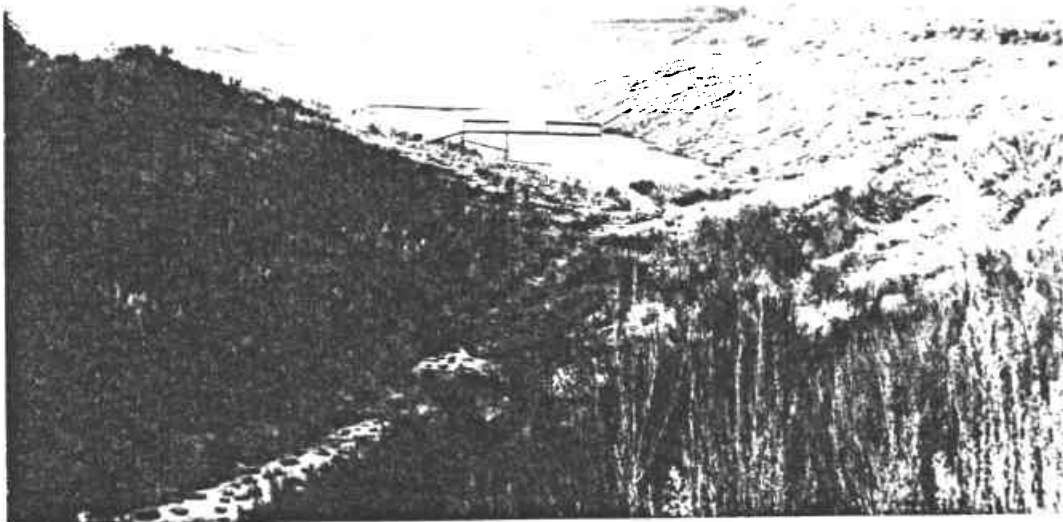


Photo 2 : Drain dans l'axe de la vallée secondaire (affluent de la vallée du chien).

5.2 - Evacuation des eaux clarifiées

L'eau clarifiée est récupérée par des cheminées métalliques reposant sur un socle en béton placé lui-même sur un drain constitué à la base de galets de rivière 100-300 mm, puis de galets 30-60 mm puis de graviers ; un tissu de bidim recouvre le drain.

Deux drains suivent chacun l'axe des 2 vallons et sont reliés à un évacuateur de crue en béton armé de 0,875 m² qui passe sous la digue. Les eaux sont récupérées dans un bassin de décantation puis recyclées vers l'usine.

5.3 - La digue

La digue barre la vallée du ruisseau du Chien à l'aval d'un petit affluent. Actuellement sa longueur est d'environ 200 m et sa hauteur d'une vingtaine de mètres ; en fin d'exploitation, elle atteindra 300 m de longueur et 35 m de hauteur minimale.

La méthode de construction utilisée ici est la méthode aval : après décapage du terrain sur plusieurs mètres au droit de l'ouvrage, une amorce de la digue a été construite avec des déblais grossiers de mine. Cette amorce a été ensuite recouverte par les produits de sousverse (sables moyens à fins) des cyclones, (photo 3), la surverse (photo 4) s'écoulant vers le centre du bassin où elle décante librement.

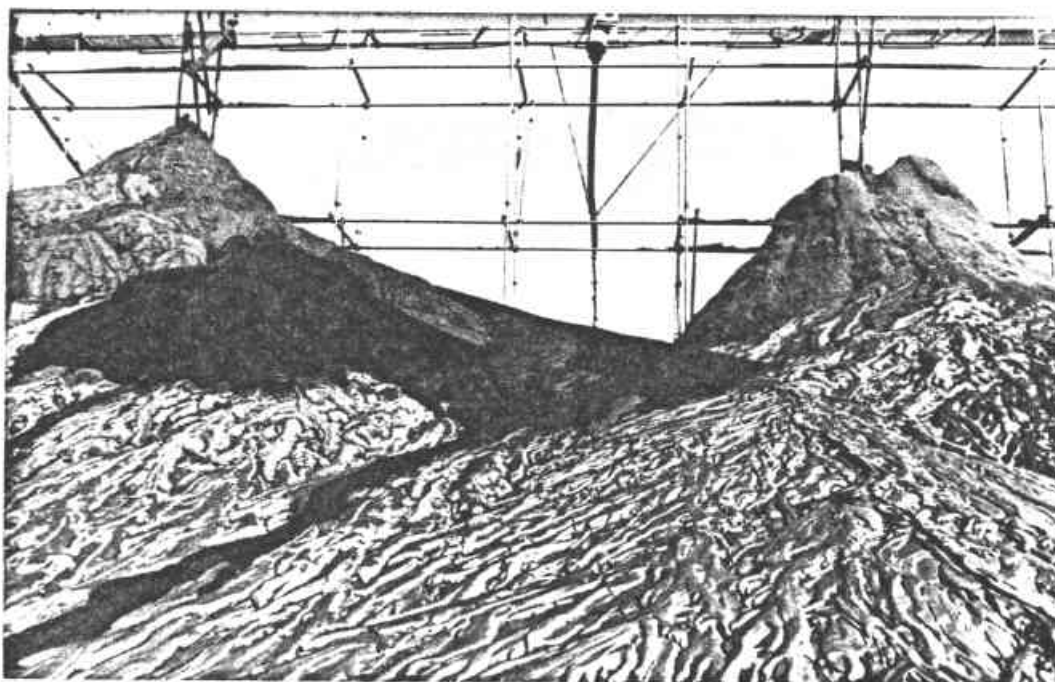


Photo 3 : Talus aval de la digue (sousverse)

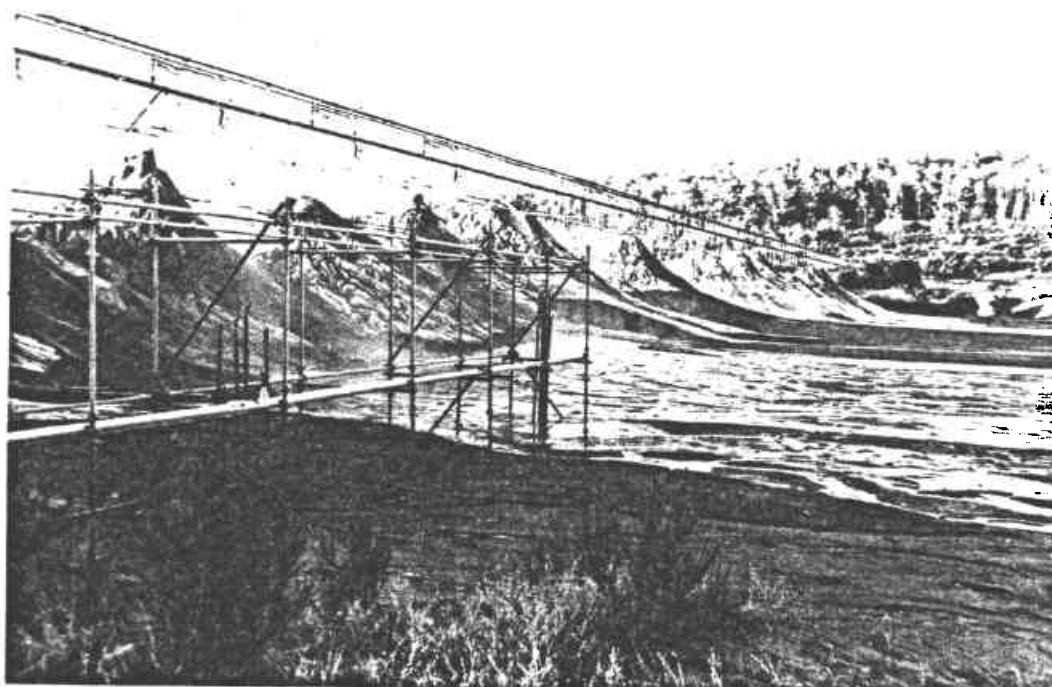


Photo 4 : Installation de cyclonage au droit de la digue (vue côté amont). Station de mesures n° 1 et 2 au premier plan.

Le parement aval de la digue a une pente de 5 pour 1 (fig 3)

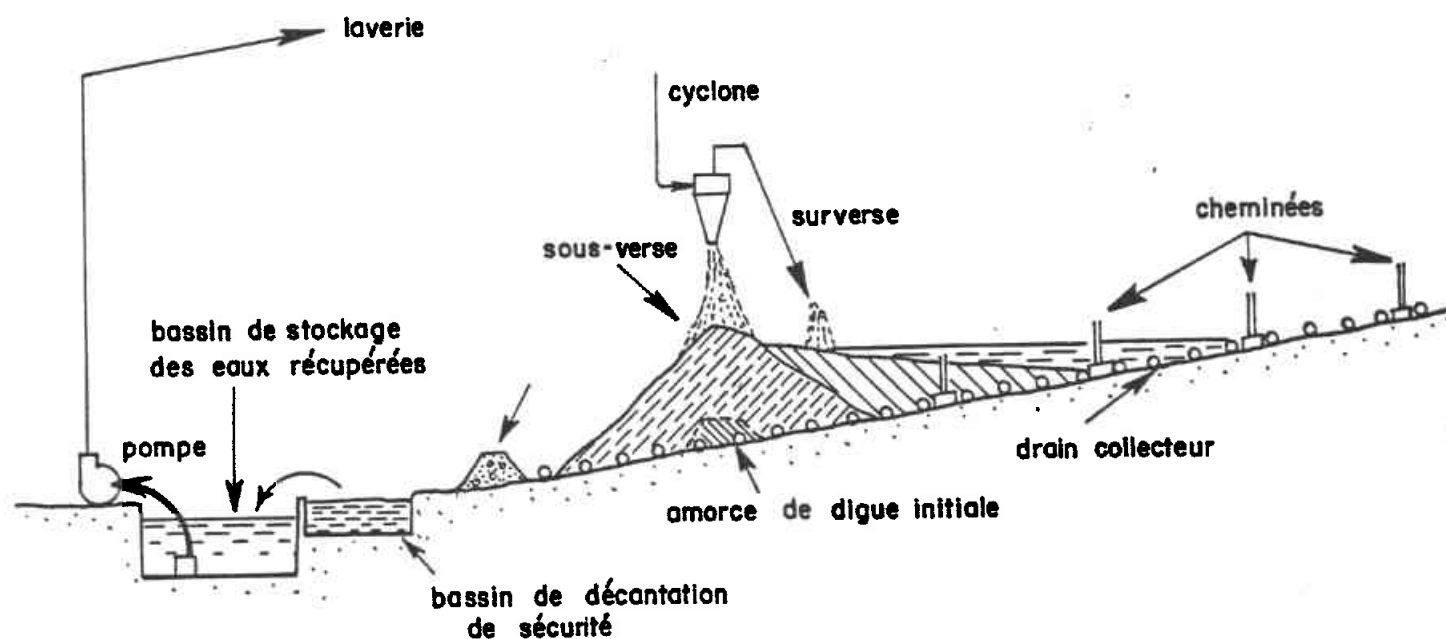


Fig.3. Schéma de dépôt des résidus de laverie

(extrait du rapport 79 SGN 662 HYD)

Des murs d'arrêt filtrants en sable (photo 5) et en galets (photo 6) ont été construits à l'aval du pied de la digue pour stopper les coulées de sables provenant du ravinement de la digue en temps d'orages.

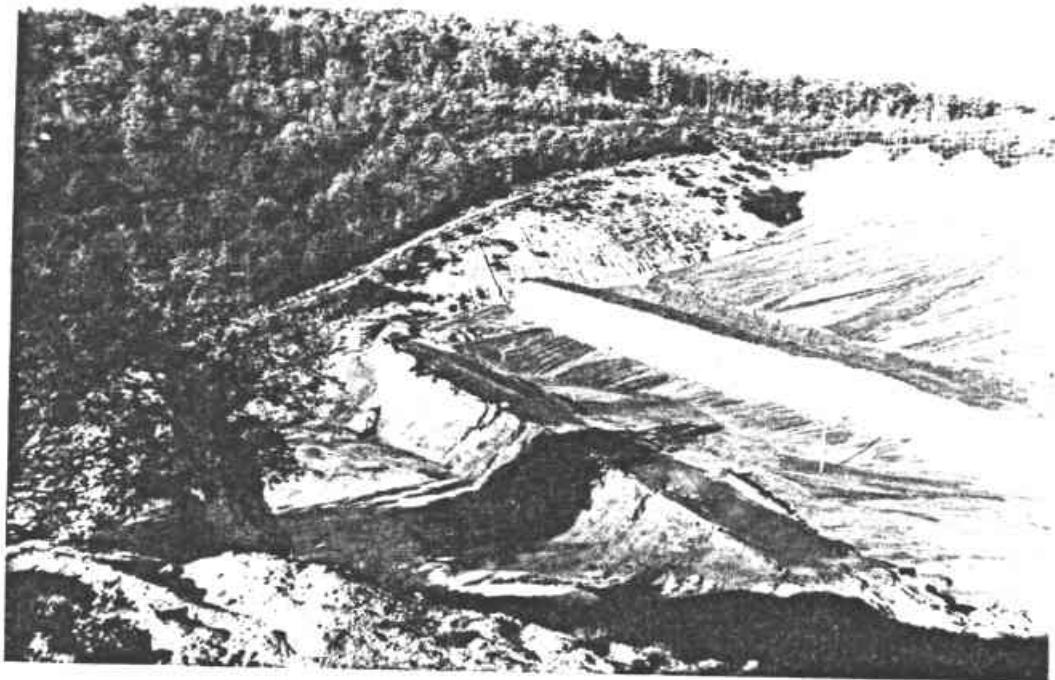


Photo 5 : Murs d'arrêt en sable au pied du talus aval de la digue.

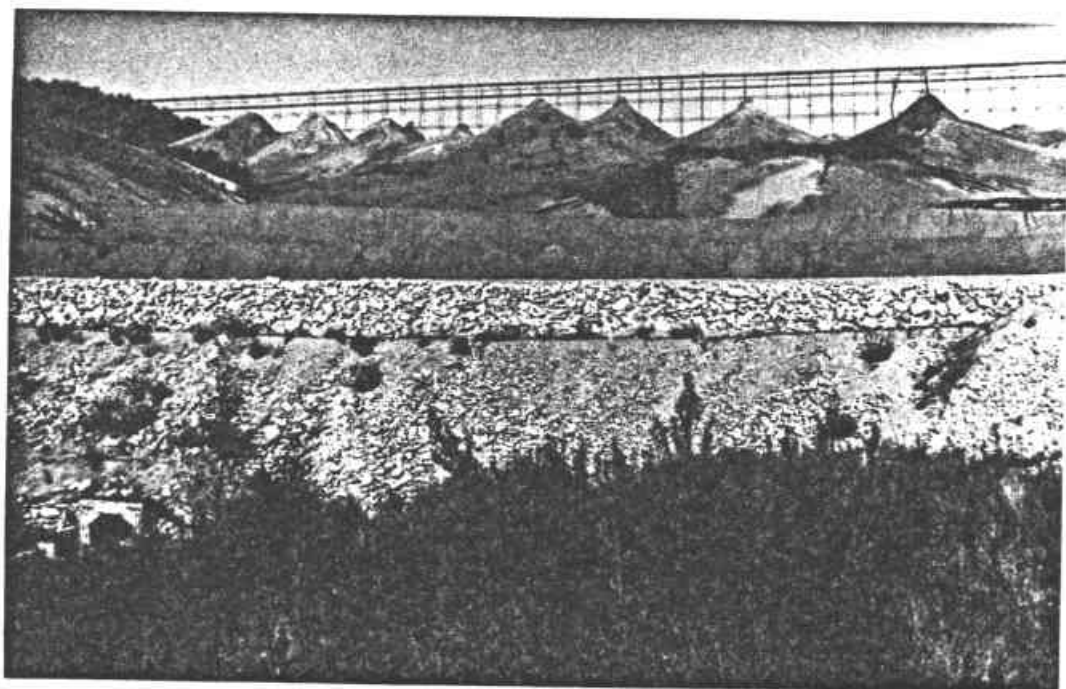


Photo 6 : Mur d'arrêt (en blocs et galets) le plus aval ; débouché de l'évacuateur de crues.

De nombreux appareils de mesures in situ (piézomètres, teneurs en eau, perméabilité) permettant des prélèvements (déchets, eau) sont installés sur les parements amont et aval de la digue.

5.4 - Problèmes de stabilité

Il ne se pose pas actuellement de problèmes de stabilité de la digue : la méthode de construction utilisée, la perméabilité du massif, le drainage du sol sous dépôt, l'existence d'un évacuateur de crues (photos 7 et 8), la pente 5/1 donnée au talus aval, les résultats des mesures piézométriques, la protection contre le ravinement de la digue etc... assurent de façon satisfaisante la stabilité de la digue.

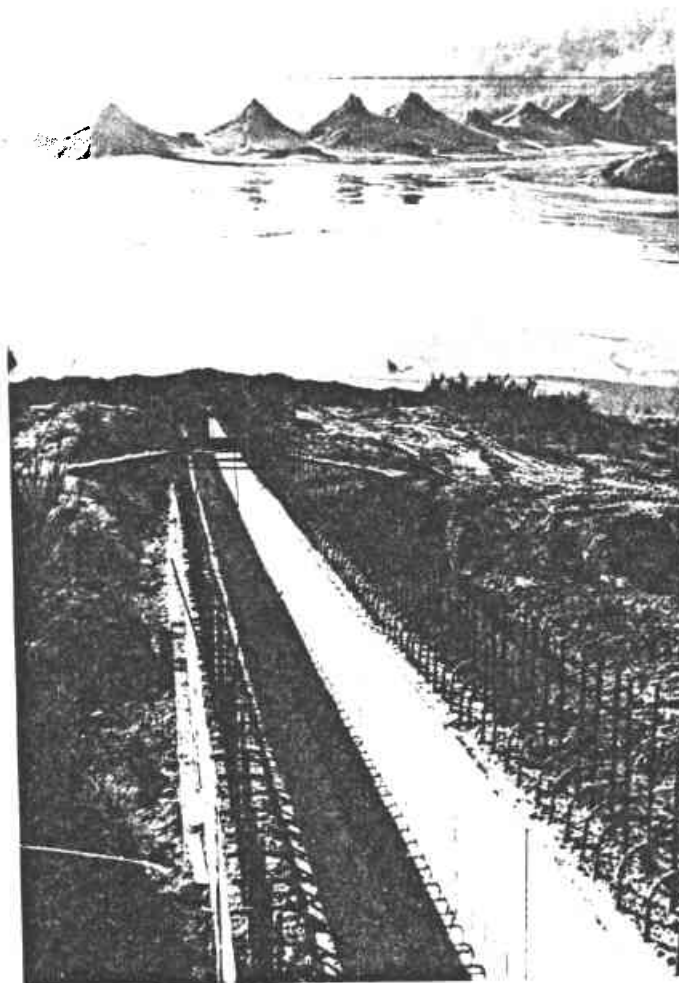


Photo 7. : Evacuateur de crues (sur la butte séparant les 2 fourches de la vallée).

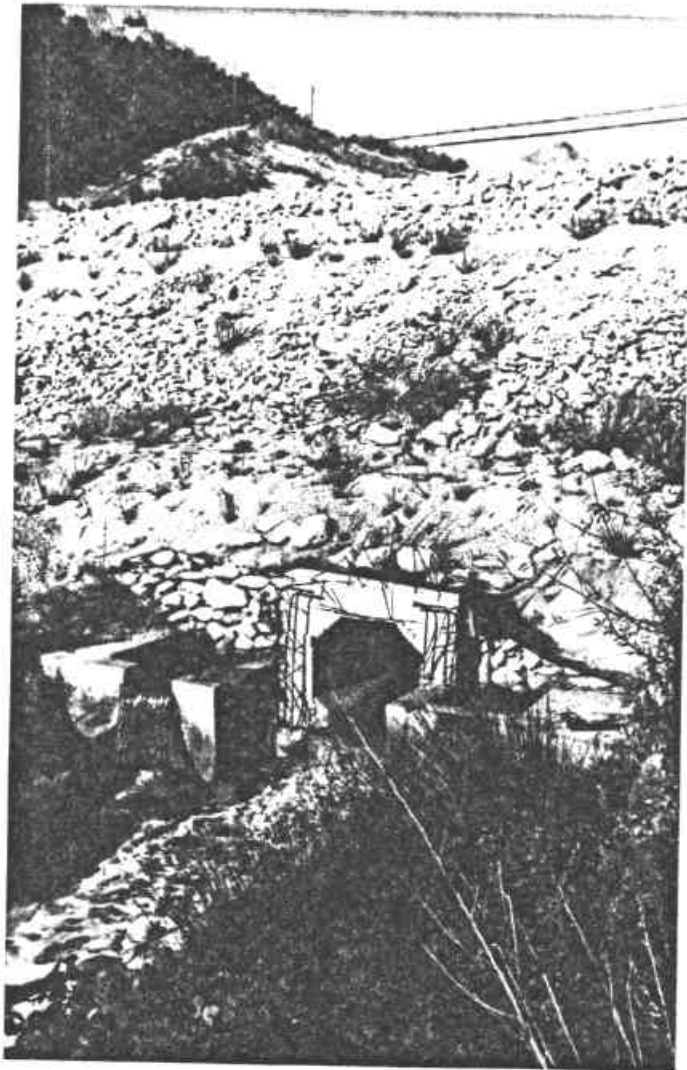


Photo 8. : Mur d'arrêt en aval du pied de la digue (blocs et galets) -
Débouché de l'évacuateur de crues et des drains.

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

La terre végétale provenant du décapage initial a été stockée ; elle servira à recouvrir et à mettre en végétation le talus aval de la digue en fin d'exploitation.

6.2 - Le bruit

L'atelier de broyage du minerai est phoniquement isolé d'une manière très poussée.

6.3 - Les poussières

La formation des poussières, lorsque souffle le vent d'Autan (S-SE) est gênante pour les propriétés avoisinantes. Un projet d'arrosage automatique (en fonction de la teneur en eau de la digue) est actuellement à l'étude.

6.4 - Pollution des eaux

L'eau de traitement du minerai ainsi que l'eau d'exhaure de mine sont en principe recyclées entièrement, les pertes par évaporation ou infiltration étant compensées par un prélèvement dans la rivière Durenque. Cependant il est difficile d'éviter certains rejets temporaires lorsqu'il y a arrêt de la laverie.

C'est pourquoi les divers essais in situ et analyses en laboratoire continuent à être effectués périodiquement.

6.5 - Stabilité

Un petit glissement superficiel (photo 9) s'est produit à l'amont du bassin de décantation dans les argiles à graviers qui tapissent ses flancs. Il est dû probablement à l'entaille du terrain nécessitée par la construction de la route d'accès à la digue.



Photo 9 : petits glissements de terrain en amont de la vallée du chien (dans les argiles à graviers)

6.6 - Travaux de réaménagement prévus

- . reboisement
- . arrosage de la digue.

7 - DOCUMENTATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Enquête verbale auprès de Messieurs GISTAU et MILLAU de la Société Penarroya
- . Rapports (n° 2 et 3) de l'étude géotechnique réalisée par le CEBTP en 1974.
- . Rapport BRGM (en cours) 79 SGN 662 HYD par M. BARRES et coll. sur le comportement hydrodynamique et l'évolution chimique des déchets miniers fins en décharge à St Salvy.
- . Recensement des points d'eau (avant dépôt) au droit du bassin de décantation effectué par SGR/MPY.

CHAPITRE 5

EXPLOITATION DES MALINES

2.2 - Contexte géologique

Le trait fondamental de la région est la présence du "horst" de St Bresson encadré par 2 séries de failles : les unes E.W (Malines, Fontbonne), les autres de direction cévenole N 20 E, toutes avec un rejet de l'ordre de 200 m.

Au point de vue lithologique, les terrains encaissants sont constitués par les dolomies primaires du horst, surmontées des grès et des marnes du trias, puis des dolomies hettangiennes et enfin des dolomies eaverneuses du bathonien.

2.3 - Type de gisement - Minéralisation - Exploitation

Le gisement se présente soit en amas dans la dolomie bathonienne et sous les marnes triasiques, soit en couches dans les niveaux dolomitiques des marnes triasiques. Le minerai est de type B.P.G., la gangue essentiellement dolomitique avec un peu de barytine, de quartz, de calcite et d'argiles.

L'exploitation est souterraine.

2.4 - Production - Réserves

La production en 1976 a été de 2 700t de concentrés Pb et de 19 210t de concentrés Zn. Les réserves sont difficiles à estimer.

3 - LA LAVERIE

3.1 - Concassage - broyage

A partir de 1974, la capacité de la laverie a été portée à 1 200t/jour (250 t/jour en 1949). Un concasseur primaire réduit le minerai à 0-100 mm qui passe sur un crible à 2 grilles : 8 et 22 mm. Les fractions 8-22 mm et > 22 mm passent dans des concasseurs giratoires, le produit final de concassage étant le 0-8 mm.

Un broyeur primaire à boulets donne un produit < 800 μ . Ce produit est hydrocyclonné, la surverse (inférieure à 210 μ) va en flottation, la sousverse dans un broyeur secondaire.

3.2 - Flottation

La flottation est différentielle : flottation de la galène puis de la blende et rebroyage des mixtes zinc et des mixtes Pb-Zinc pour donner du 50 μ .

3.3 - Réactifs utilisés

Cyanure de sodium	: 7 g/t
Sulfate de cuivre	: 70 g/t
Sulfate de zinc	: 48 g/t
Chaux	: 918 g/t
Amyl xanthate	: 43 g/t
Ethyl xanthate	: 3 g/t
Alcool hexylique	: 40 g/t

Le pH moyen des eaux rejetées dans la Crenze est voisin de 8 (mesures effectuées le 18/12/79 par BRGM).

4 - STERILES DE LAVERIE

La pulpe (stérile) sortant de la laverie est reprise par une pompe qui la refoule dans une bêche alimentant deux cyclones.

4.1 - Caractéristiques des déchets solides

La granulométrie des produits déposés sur la digue est indiquée dans le tableau ci-dessous :

Dimensions en microns	Alimentation cyclones	Sousverse cyclones	Surverse cyclones
	en %	en %	en %
+ 630	0,14	0,25	
+ 315	7,58	13,38	
+ 200	15,64	27,62	
+ 160	8,32	14,32	0,50
+ 80	19,58	25,98	11,20
+ 40	15,68	9,40	23,88
- 40	33,06	9,05	64,42
TOTAL	100,00	100,00	100,00

La densité de la pulpe est de 1,95 pour la sousverse du cyclonage, de 1,24 pour la surverse avec respectivement 74 % de solides dans le 1er cas et 25 % dans le 2ème.

4.2 - Caractéristiques des eaux rejetées

Des analyses physico-chimiques sont effectuées périodiquement par la Société Penarroya et le Service des Mines sur des prélèvements d'eau en divers points du site (dans la Crenze, dans le Brouns, dans le drain central et en rejet total à l'aval de la digue).

5 - MODE DE STOCKAGE DES STERILES

5.1 - De la mine

Des anciens stériles miniers sont stockés sur le versant qui domine la laverie. Certains présentent des signes d'instabilité (petits glissements).

5.2 - De la laverie

. Bassin de décantation (Fig. 2)(photo 1)



Photo 1 : Vue générale du bassin de décantation et du talus aval de la digue.

Les rejets de la laverie sont conduits jusqu'à un bassin de décantation situé dans la vallée de la Crenze 400 m en aval de l'usine. Chaque jour, 1 100 t de stériles sont déposés après cyclonage : les sables de la sousverse servent à l'édification de la digue alors que les schlamms sont envoyés en amont pour décantation. (photo 2)



Photo 2 : Cyclonage des effluents de laverie.

La longueur totale du dépôt (digue + bassin) est de 700 m pour une largeur moyenne de 200 m. Il barre en totalité la vallée de la Crenze ce qui a nécessité la dérivation des 2 affluents principaux de la vallée :

- en rive gauche, dérivation de la Crenze par un tunnel dont la section varie de 4 à 9 m² selon la pente
- en rive droite, dérivation du Brouns par un tunnel dont la section varie également de 4 à 9 m².

Certains secteurs de ces tunnels sont revêtus d'un parement bétonné (passages oxydés et fissurés). Le tunnel du Brouns reçoit l'exhaure de mine.

Plusieurs bassins de décantation successifs ont été aménagés depuis le début de l'exploitation. La digue n° 4 est encore visible ; elle délimite un petit bassin où convergent toutes les eaux claires et celles de ruissellement venant des versants amont. (photo 3)



Photo 3 : Le bassin n° 4 et l'évacuateur des eaux claires (ouvrage bétonné ancré au rocher).

• évacuation des eaux

Les eaux claires s'écoulent à la surface du bassin vers un exutoire unique situé à l'extrémité du bassin 4. Cet ouvrage bétonné envoie directement les eaux dans le tunnel de la Crenze.

Une partie des eaux du bassin 4 est pompée et recyclée en laverie.

Les eaux de sousverse des cyclones sont évacuées par un drain principal de 240 m de longueur (ancien collecteur principal de l'ensemble du bassin) et par des drains secondaires (90 m au total). La capacité du drain principal est de 120 m³/heure.

la digue

La digue n'est pas rectiligne mais de forme brisée, convexe vers l'amont ; elle barre entièrement la vallée. Elle a été construite selon la méthode aval avec une pente de 3,5 pour 1 (photo 4) qui sera portée à 5 pour 1 en fin d'exploitation.



Photo 4 : Talus aval de la digue à stériles. Au premier plan, ravinement du talus de la partie (sombre) non fraîchement recouverte par les produits de sousverse.

Plusieurs murs d'arrêt (en sable et en enrochements de galets) dont certains sont recouverts par les dépôts de sousverse, ont été construits successivement en aval du pied de digue pour retenir les produits de ravinement de la digue à la suite d'orages ou de pluies continues. L'enrochement le plus aval (et probablement définitif) est situé juste avant les sorties des tunnels de dérivation et il est constitué par 700 m³ de galets de rivière de différentes granulométries (photo 5). Le drain central sort à la base de ce mur.

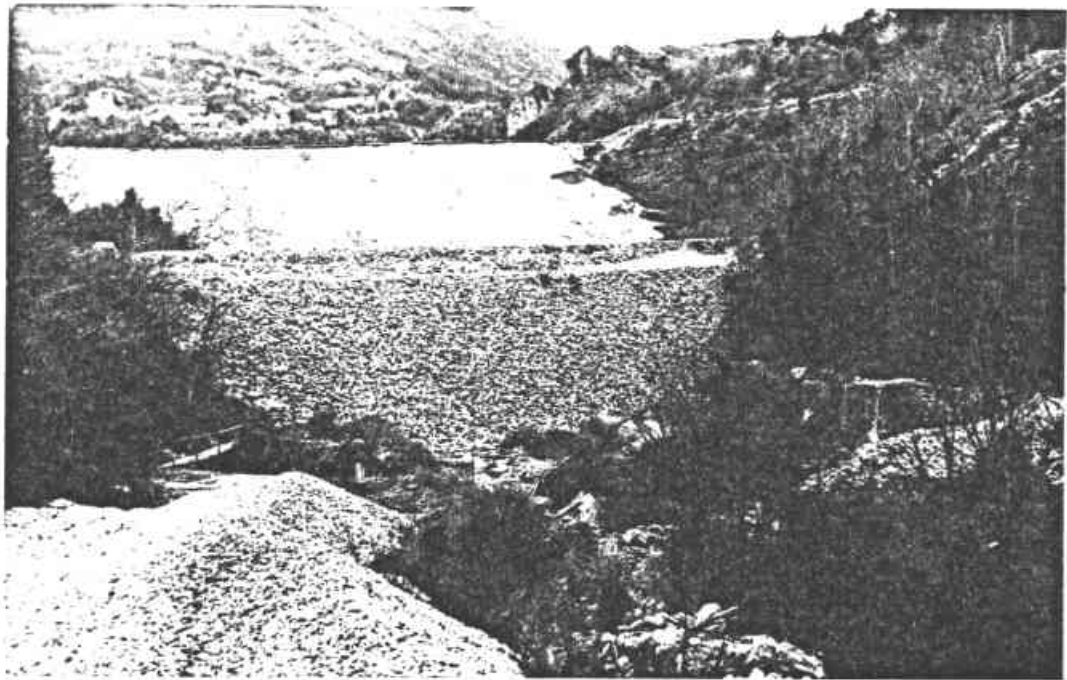


Photo 5 : Talus aval de la digue avec au premier plan, le mur d'arrêt définitif en enrochement (galets et graviers de rivière). A droite, l'exutoire du tunnel de la Crenze.

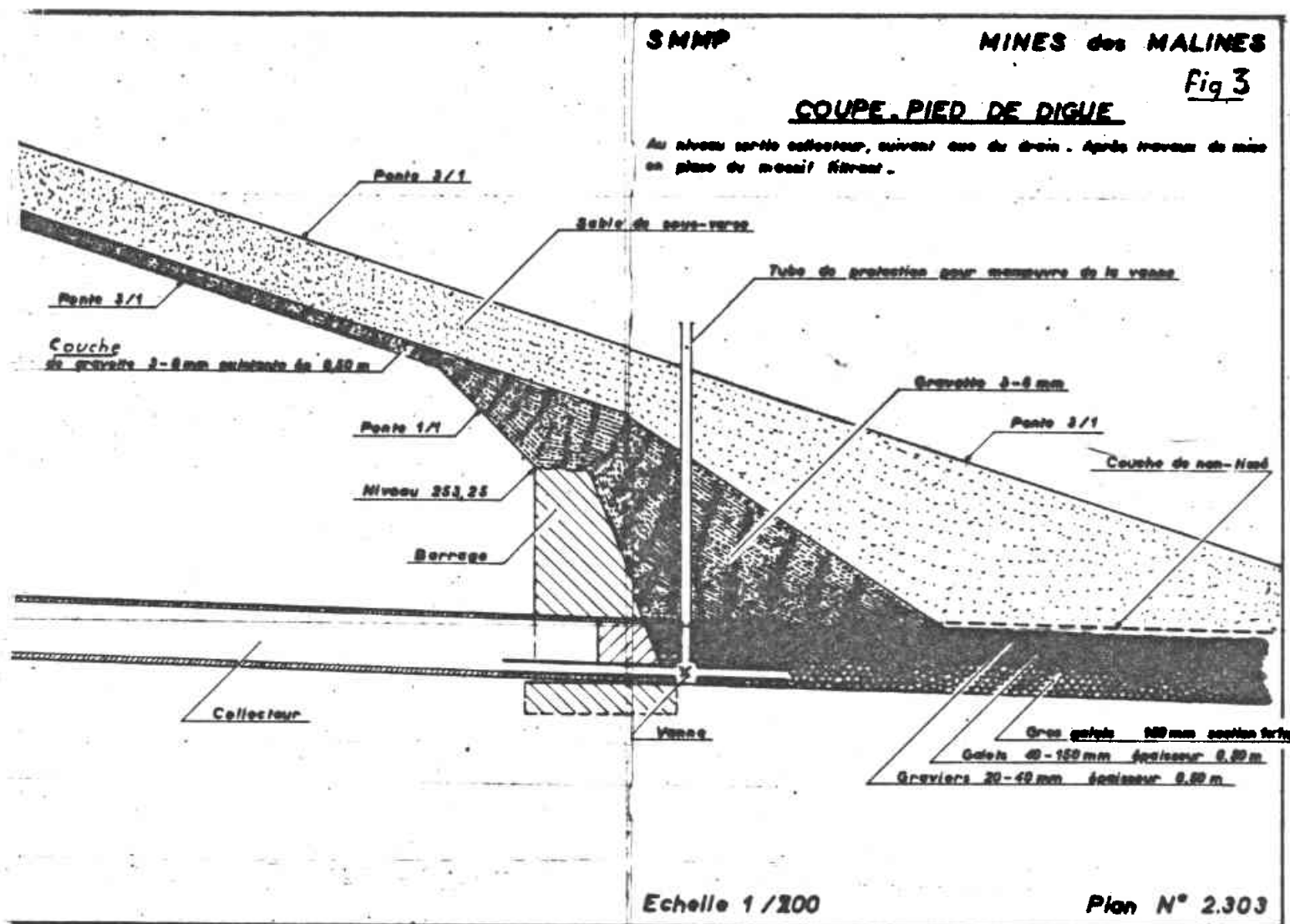
6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - Problèmes de stabilité (fig. 3)

A l'origine l'évacuation des eaux claires du bassin se faisait par des cheminées verticales situées au droit de collecteurs. Le collecteur principal passait sous un barrage (mur bétonné) qui constituait l'ancienne digue.

En amont de ce barrage, plusieurs affaissements successifs du collecteur (en mauvais état) ont provoqué l'apparition de petits cratères à la surface du bassin :

- a) en 1970, le désengorgement du collecteur a été réalisé après congélation à l'aval.
- b) en 1972, le barrage en béton a été mis à nu par le côté aval et recouvert d'un massif de gravette (3-6 mm) filtrant, le collecteur étant transformé en drain à l'aval grâce à l'apport de galets et graviers et une couche de bidim. Actuellement, le drainage des sables de sousverse se fait parfaitement comme le montrent les relevés piézométriques.



6.2 - Erosion du talus de la digue

A la suite d'orages violents ou de pluies continues, une érosion assez intense du parement aval de la digue peut apparaître. En outre des ravines profondes se produisent à la limite du dépôt et du versant naturel, (photo 6), notamment en rive droite. Des travaux de protection sont prévus (réalisés en rive gauche).



Photo 6 : Ravinement en limite de la digue et du versant naturel rive gauche.

6.3 - Aménagements prévus

En fin d'exploitation, la digue sera à la cote + 317,50 m. Il est prévu de construire un tunnel d'évacuation des eaux stagnantes sur le bassin vers la vallée parallèle en rive gauche (Mercadets).

Un nouveau site de dépôt est à l'étude actuellement dans cette vallée des Mercadets.

7 - DOCUMENTS AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Enquête orale auprès de MM. MASANOVIC et GISTAU de la Soc. Penarroya
- . Rapport BRGM 78 SGN 193 MIN. Les ateliers de flottation de minerais plombozincifères en France par G. MORIZOT.
- . Le gisement des Malines (Cévennes). Chronique des Mines d'Outre Mer et de la recherche minière n° 260 Fév. 1958 1p. par F. FOGLIERINI.
- . Construction des aires d'épandage des rejets de laverie de flottation par M. AUDOLI, J.A. CASALIS, H. GISTAU, P. RAFFINOT, Paris. Avril 72.

CHAPITRE 6

EXPLOITATION DE L'ARGENTIERE

EXPLOITATION DE LARGENTIERE

1 - GENERALITES

Département : Ardèche

Commune : Largentière

Raison sociale : Société minière et métallurgique de Penarroya
07110 - LARGENTIERE

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (Fig 1)

L'ensemble industriel de Largentière est situé à 1,5 km à l'Est de cette ville le long de la petite vallée du Bruei. Exploitée depuis le IX^e siècle, la mine a été réétudiée en 1952 par Penarroya puis exploitée en 1964 après confirmation de l'existence de dépôts concentrés par sondages (1958).

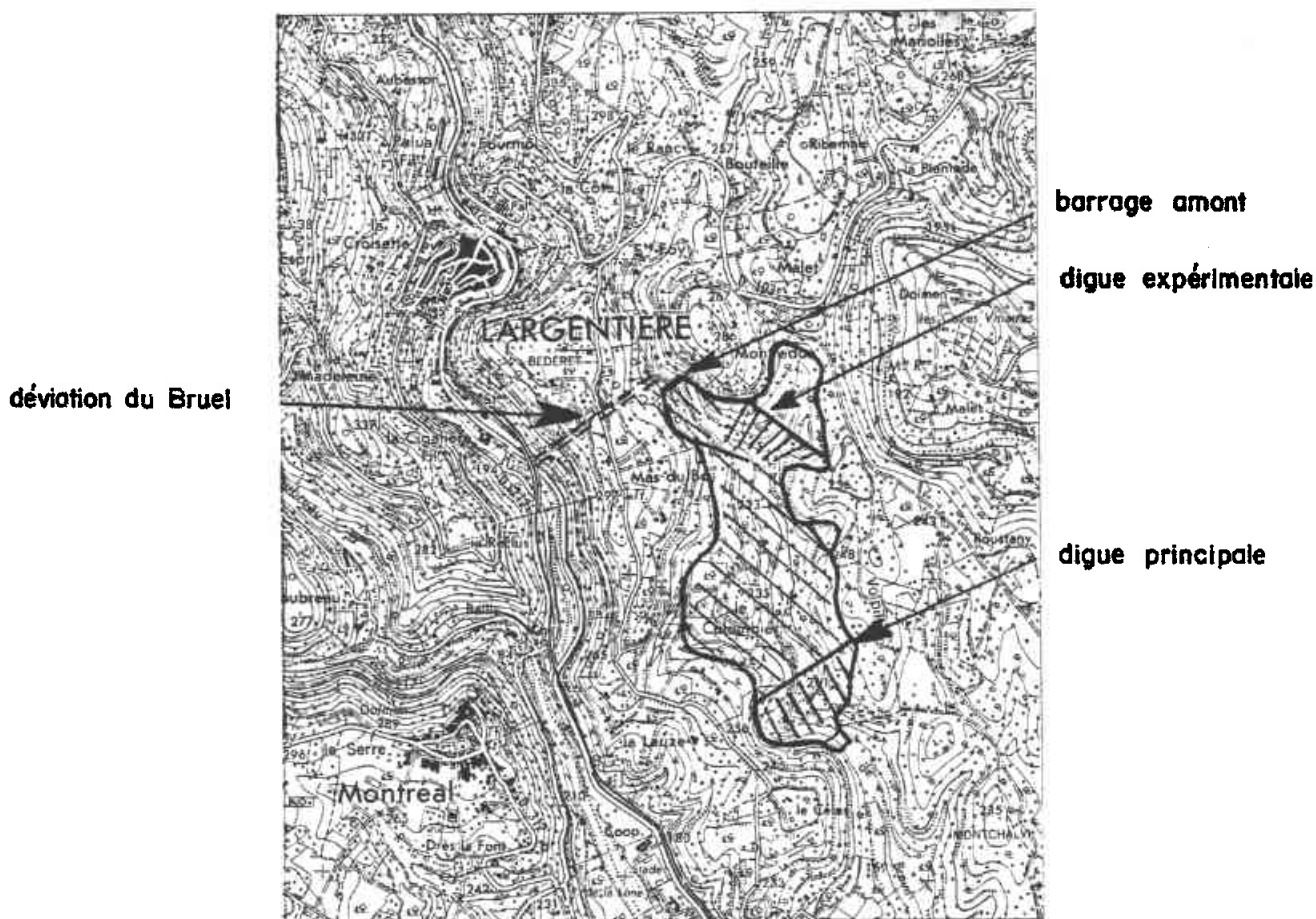


Fig. 1.- Carte IGN Largentière 7-8 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

La région de Largentière est située dans la bordure ardéchoise du Massif Central. Le gisement est contenu dans la formation détritique de la base du Trias, formation qui s'appuie en discordance sur le socle hercynien.

2.3 - Minéralisation - Type d'exploitation

Les minéralisations se présentent soit en imprégnations diffusées dans le ciment (siliceux ou carbonaté) des grès, soit en remplissage de failles et diaclases.

Les principaux minéraux sont la galène et la blende mais on rencontre aussi de la pyrite, de la chalcopryrite, de la freibergite et de la bournonite. Les teneurs moyennes sont de 2 % en Pb et de 0,4 % en Zn dans les couches, de 7 % en Pb et de 1 % en Zn dans les failles.

Deux méthodes d'exploitation souterraines sont utilisées : la méthode par chambres et piliers dans les couches, la méthode sélective avec remblais et boisage dans les failles. Le recouvrement varie de 50 à 300 m.

2.4 - Production

La production annuelle moyenne de la laverie est de 30 000 t de concentrés Pb à 75 % et de 6 000 t de concentrés Zn à 51 %. L'argent métal contenu est de 50 t environ .

3 - LA LAVERIE

La capacité de la laverie est passée de 1 200 t/jour en 1964 à 2 800 t/jour en 1972.

3.1 - Concassage - broyage

Le minerai 0-400 mm est réduit par le concasseur primaire à mâchoires à une granulométrie de 125 mm. Un concasseur secondaire giratoire amène 80 % des produits à une dimension inférieure à 15 mm. Un broyage humide donne un produit dont 80 % des éléments sont inférieurs à 250 μ .

3.2 - Flottation

La flottation comprend 2 circuits parallèles (flottation différentielle de la galène puis de la blende). Les concentrés sont épaissis et filtrés avant d'être stockés puis expédiés en fonderie.

3.3 - Réactifs utilisés

Sulfate de Zn 55 g/t, cyanure de Na 12 g/t, amylxanthate et étylxanthate de potasse 30 g/t, méthylisobutylcarbinol (moussant) 60 g/t, sulfate de cuivre (80 g/t).

4 - STERILES DE LAVERIE

4.1 - Mode d'évacuation

A la sortie de la flottation, la pulpe des résidus à 38 % de solides est envoyée, dans une goulotte semi-circulaire, par gravité et par pompage, jusqu'à une station de cyclonage séparant les sables ($> 40 \mu$) (qui forment la digue) des schlamms ($< 40 \mu$) qui se sédimentent dans le bassin.

4.2 - Caractéristiques des résidus solides

La granulométrie des produits de cyclonage est en moyenne la suivante :

dimensions	sousverse	surverse
+ 630 μ	2,9	
+ 315 "	21,7	
+ 160 "	36,1	
+ 80 "	24,8	0,3
+ 40 "	10,0	10,3
- 40 "	4,5	89,4

La pulpe des résidus contient 38 % de solides, la sousverse 75 % et la surverse 14 %. La densité des solides de sousverse est de 2,56, celle de la surverse de 2,43.

Les sables de la digue aval ont les caractéristiques suivantes

- . humidité (W %) : 6,4 (crête) à 8 (pied de la digue)
- . poids spécifique apparent sec γ_d : 1,45 t/m³
- . poids spécifique absolu γ_s : 2,62 à 2,66 t/m³
- . perméabilité : comprise entre 10^{-6} m/s et 10^{-5} m/s.

4.3 - Caractéristiques des eaux rejetées

Les eaux restituées à l'aval de la digue dans la vallée du Brue (120-150 m³/h) sont analysées mensuellement par l'Institut Pasteur de Lyon et par la Société Penarroya. Les prescriptions de la circulaire du 6 juin 1953 relative au rejet des eaux résiduaires sont respectées comme en témoignent les résultats suivants :

Année	Mois	pH	DBO mg/l	DCO mg/l	Matières en susp. mg/l	Azote mg/l	Phénols mg/l
1972	Février	7,6	5	14	6	4,9	
1972	Avril	7,2	5	28	4	4,9	< 0,005
1972	Juin	7,2	4	6	3	5,6	< 0,005
1972	Août	7,1	1	17	4	2,8	0,020
1972	Octobre	7,1	1	27	8	4,2	< 0,010
1972	Décembre	7,3	1	9	7	5,9	0,014
1973	Février	7,4	1	16	12	2,1	< 0,010
1973	Avril	7,4	1	20	5	5,6	< 0,010
1973	Juin	7,2	1	8	3	9,1	< 0,010

5 - MODE DE STOCKAGE DES STERILES

5.1 - Bassin de décantation (Fig. 2) (photo 1)

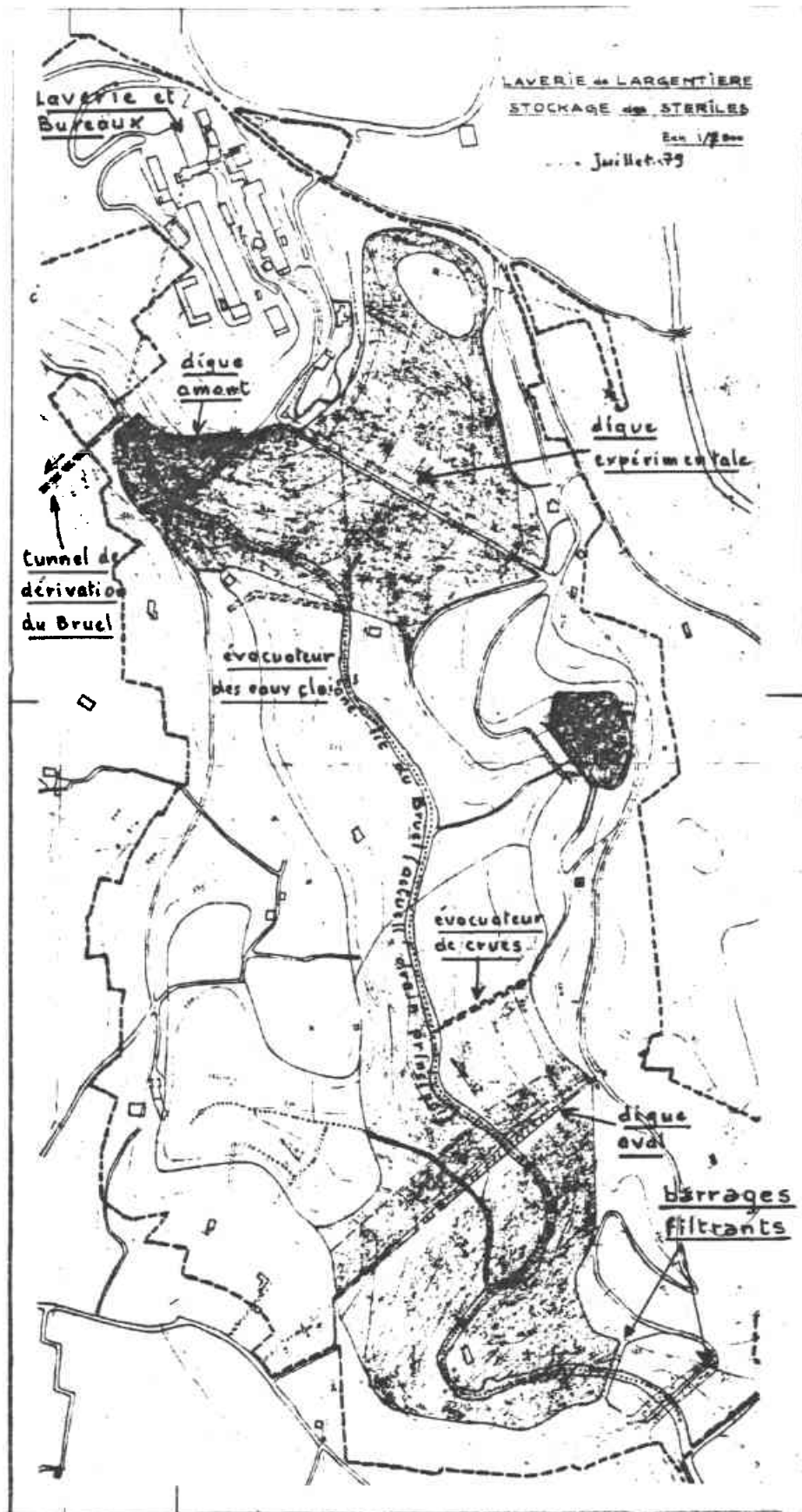


Fig. 2 : Aire d'épandage des résidus de laverie

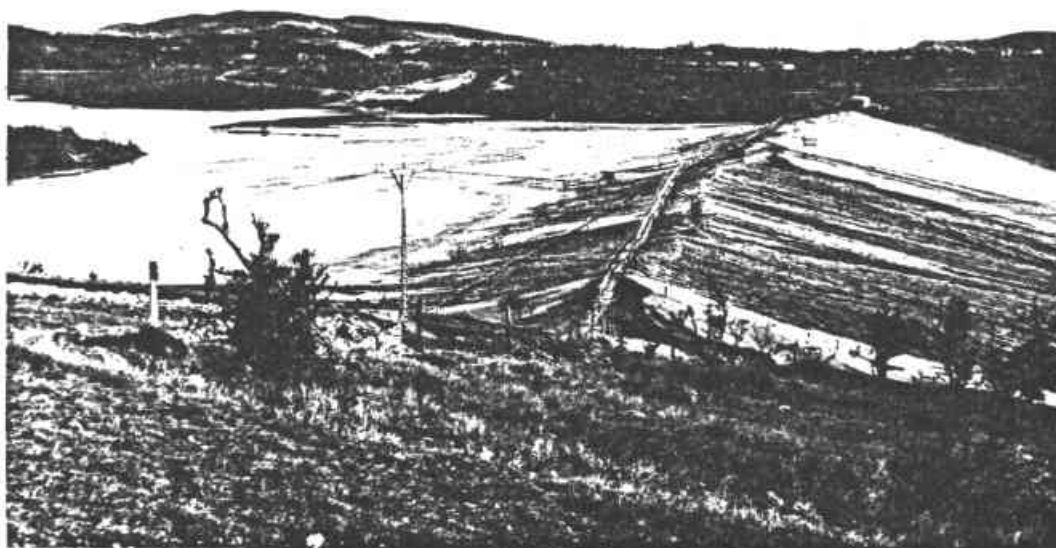


Photo 1 : Vue générale de l'aire d'épandage et de la digue de retenue

L'aire d'épandage des stériles est située au sud de l'usine dans la vallée du Bruel qui présente d'une part un bassin versant très réduit et d'autre part un rétrécissement à l'emplacement du futur barrage en sable. Elle s'étend sur 1 200 m de longueur et sur une largeur moyenne de 300 m. La digue pouvant atteindre 55 m de hauteur en fin d'exploitation, la possibilité de stockage correspondant est de 12 millions de tonnes (7 000 000 t actuellement). La longueur de la digue actuelle est de 400 m.

Des études techniques préalables ont été menées en collaboration avec Solexpert, Sogréah et Mécasol sur une digue expérimentale. Ces études ont permis la construction de la digue principale en 1968.

5.2 - Aménagement avant dépôt

. Digue expérimentale

Construite avec des sables cyclonés et un déplacement vertical de la ligne de crête. La pente du talus aval est de 4 pour 1. La perméabilité de l'ordre de 10^{-5} m/s est suffisante si le massif est bien drainé à sa base. Il a été constaté une homogénéité du talus aval, une cohésion de 200 g/m^2 , une densité en place variant de 1,38 à 1,55, les bons résultats d'essais de compactage.

. Déviations du Bruel

Le Bruel étant situé dans une région de précipitations très importantes, un tunnel de déviation de 15 m^2 de section et de 6 % de pente moyenne a été creusé sur une longueur de 570 m pour amener les eaux dans la vallée de la Ligne. Ce tunnel permettra d'évacuer la crue centenaire ($60 \text{ m}^3/\text{s}$) et, après mise en

charge du tunnel, la crue millénaire ($120 \text{ m}^3/\text{s}$). La Société SOGREAH a réalisé une étude portant sur les caractéristiques et la section du tunnel de déviation du Bruel.

Aménagement du sol

A l'emplacement des digues amont et aval un décapage de la couche d'argile et de terre a été réalisé soit $50\,000 \text{ m}^3$ environ jusqu'au substratum rocheux fissuré et karstifié (photo 2). Un grattage a été effectué sur les flancs de la vallée.

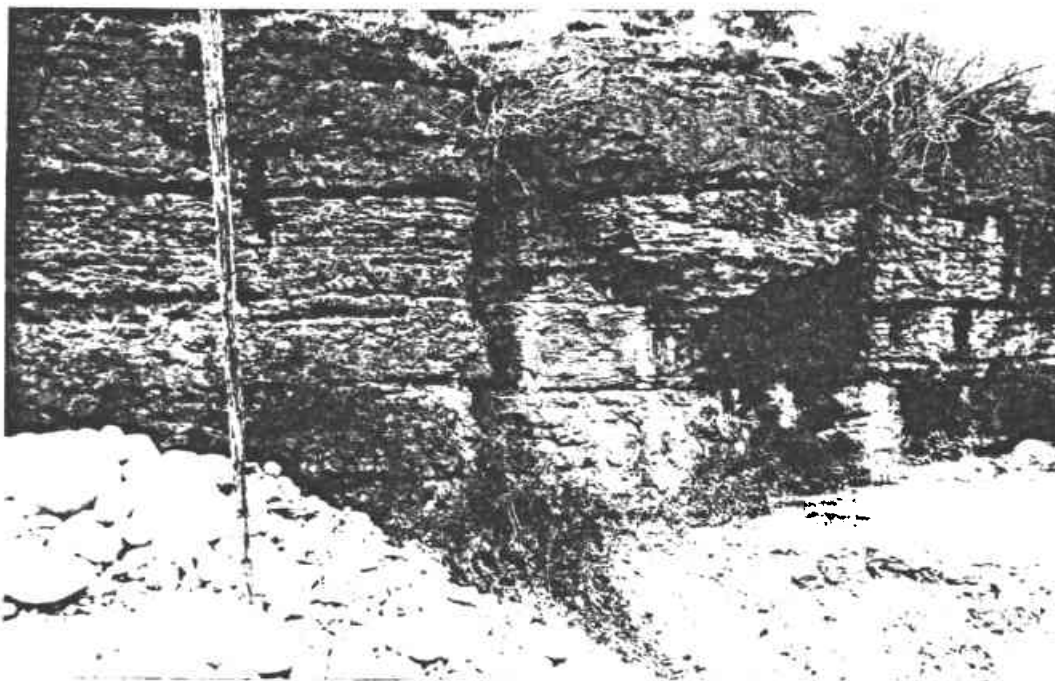


Photo 2 : Substratum rocheux (grès du Trias) fissuré et karstifié formant les flancs de la vallée du Bruel (au niveau de la sortie du drain principal)

Ouvrages drainants

Afin de maintenir à l'aval de la digue, un débit minimal de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'irrigation et permettre l'évacuation des eaux décantées, un drain principal de 2 m^2 de section fut aménagé dans le lit du Bruel de la digue amont à la digue aval soit sur plus d'1 km ; en outre, au droit des futurs emplacements de la digue amont et de la digue aval, un réseau de drains secondaires (1 m^2 de section) reliés au drain principal a été aménagé. Les matériaux constituant les drains sont des galets de rivière de diamètre supérieur à 150 mm à la base, recouverts par des galets de 40 à 150 mm, puis de 20/40 mm puis du tout venant 0-20 mm et enfin de sable cycloné.

• Digue amont

Elle joue à la fois le rôle de retenue d'une éventuelle crue millénaire par son talus amont et celui de retenue du dépôt de schlamms par son talus aval. Elle a été construite uniquement avec du sable provenant de la sousverse des cyclones. La pente du talus amont est de 4 pour 1 ; un petit barrage en béton de 5 m de haut est érigé entre la galerie de dérivation du Bruel et le pied du dépôt.

• Etude hydrogéologique du site-reconnaissance des sols

Un relevé des sources existantes au droit du futur bassin de décantation a été effectué avant dépôt.

Solexpert international, avec la collaboration de Solétanche pour la reconnaissance des sols et de Mécasol pour les essais de laboratoire, a étudié le drainage des sables de la digue expérimentale et l'assise de fondation de la digue aval. Dix-sept sondages ont été effectués à l'amont et à l'aval de la digue aval et équipés en piézomètres. Le substratum calcaire (Trias) a été nettoyé de l'argile de décalcification qui le recouvre sur une faible épaisseur.

5.3 - Evacuation des eaux de l'aire d'épandage

• Eaux de décantation

Les eaux de décantation sont évacuées au moyen de cheminées verticales échelonnées au droit du drain principal. Ce sont des cheminées métalliques à réglettes dont le socle d'assise en béton repose sur le drain. Au fur et à mesure de la montée des schlamms, une nouvelle cheminée est mise en service et celle située plus en aval abandonnée (après bouchage avec du galet).

En outre, au pied de la digue amont, un évacuateur des eaux décantées (en béton) a été construit de manière à fonctionner lorsque toutes les cheminées seront abandonnées. Il suit la pente du terrain et il est encastré dans le rocher. Il communique avec le drain principal.

• Evacuateurs de crue (2 ouvrages identiques : 1 rive droite et 1 rive gauche)

Ils ont été conçus pour vider l'eau accumulée sur la digue lors d'un orage à un débit de 100 l/s ce qui permet l'évacuation de 70 000 m³ d'eau en 8 jours (ce qui correspond à une précipitation de 200 mm en 2 heures). C'est un caniveau en béton de 45 x 45 cm, encastré dans le rocher en suivant la pente du terrain, relié par l'intermédiaire d'un puisard à une tuyauterie de 300 mm posée au fond du drain principal et débouchant en aval de la digue. On le recouvre de dalles en béton au fur et à mesure de la montée des schlamms. La crête de la digue a une revanche de 5 ou 6 m permettant de stocker cette masse d'eau pluviale éventuelle pendant longtemps.

5.4 - La digue aval

Prévue pour atteindre 55 m de hauteur, elle est constituée par le sable de sousverse du cyclonage (photo 3) reposant sur un petit barrage initial édifié avec des matériaux d'apport. Son sommet se déplace, par passes successives, vers l'aval lorsque la tuyauterie d'amenée est elle-même repoussée vers l'aval. La pente du talus aval est de 1 pour 6 (photo 4).

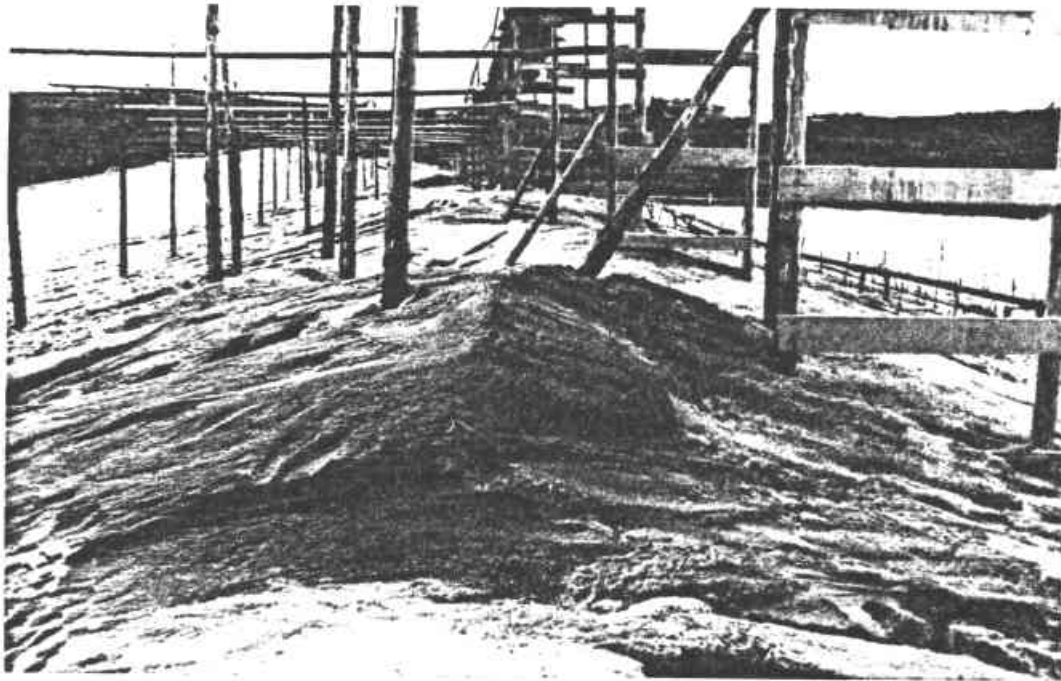


Photo 3 : Crête de la digue aval érodée par le vent



Photo 4 : Talus aval de la digue actuelle (Ravines au premier plan)

La prise en compte du risque sismique a été faite dans cette région de sismicité très faible en supposant un séisme d'intensité VI-VII (moyen à fort). Les calculs montrent que pour une pente de 1 pour 4,3 le coefficient de sécurité de la partie essorée du massif est égale à 2,4 pour un angle de frottement minimal $\varphi = 33^\circ$ et un poids spécifique apparent saturé $\gamma_{hs} = 1,9 \text{ t/m}^3$.

En aval du pied de digue, des barrages filtrants en galets recouverts de sable de rivière sont construits pour retenir les parties sableuses entraînées par ravinement du talus aval lors des orages (photo 5)



Photo 5 : Barrages filtrants successif en aval du pied de digue pour retenir les sables entraînés lors d'orages violents.

Le talus aval de la digue est équipé de plusieurs séries de piézomètres pour contrôler le niveau de la surface phréatique à l'intérieur du barrage. Enfin, pour éviter le ravinement à la limite du talus aval et des versants naturels, des butées en sables ont été aménagées notamment en rive gauche (photo 6).



Photo 6 : Butée en sable protégeant du ravinement les bords du talus aval (rive gauche).

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

Pour intégrer le massif sablonneux dans le cadre existant, des plantations d'espèces végétales capables de se fixer et de se développer dans les sables ont été réalisées : développement de roseaux à massette dans le bassin de décantation de la digue expérimentale, (photo 8) de fétuques sur les schlamms, d'acacias, de fétuques et de lavande sur les sables de la digue et son talus aval. Plantations sur le talus amont de la digue actuelle (photo 7).



Photo 7 : Mise en végétation du talus amont de la digue actuelle. Installation d'arrosage automatique en fonction du degré d'humidité de la digue.



Photo 8 : Mise en végétation de la digue expérimentale. Au premier plan, goulotte amenant par gravité la pulpe des stériles vers la digue aval.

6.2 - Pollution des eaux résiduaires

Il y a restitution de 120 m^3 d'eau chaque heure à la nature dans la vallée du Bruel.

Les mesures prises pour assurer une qualité permanente à ces eaux sont :

- . édification des barrages filtrants en sables et galets en aval du pied de digue.
- . utilisation d'un "turbidiscopes" à déclenchement automatique en cas de trouble de l'eau à la sortie du drain principal.
- . analyses chimiques, biochimiques et toxicologiques mensuelles faites par l'Institut Pasteur de Lyon.
- . arrosage de la digue pour éviter la formation de poussières par érosion éolienne.

L'implantation de la digue dans la vallée du Bruel a eu comme conséquence indirecte d'augmenter et de régulariser le débit de l'eau utilisable en aval et d'y permettre le développement d'une polyculture florissante.

7 - DOCUMENTS AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . "Construction des aires d'épandage de rejets des laveries de flottation par M. AUDOLI, J.A. CASALIS, M. GISTAU, P. RAFFINOT. 1972

- . Rapport BRGM 78 SGN 193 MIN. Les ateliers de flottation de minerais plommo-zincifères en France par G. MORIZOT.
- . Plaquette établie par la direction des Relations Extérieures et de l'Environnement de Penarroya. 1974
- . Enquête orale auprès de MM. BLUA , SAUNIER et GISTAU de la Société Penarroya.
- . Etude SOLETANCHE : campagne de reconnaissance de la digue de LARGENTIERE. 1965
- . Etude SOLEXPERT international sur la stabilité de la digue de LARGENTIERE Février 1965
- . Etude MECASOL Février 1968. Compte rendu d'essais de laboratoire prélevés dans la digue de LARGENTIERE.

CHAPITRE 7

EXPLOITATION DE LA LOUBATIERE

EXPLOITATION DE LA LOUBATIERE

(ABANDONNEE)

1 - GENERALITES

Département : Aude

Commune : Lacombe

Raison sociale : Société minière de La Loubatière de 1940 à 1956 puis Société minière et métallurgique de Penarroya de 1956 à 1962.

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

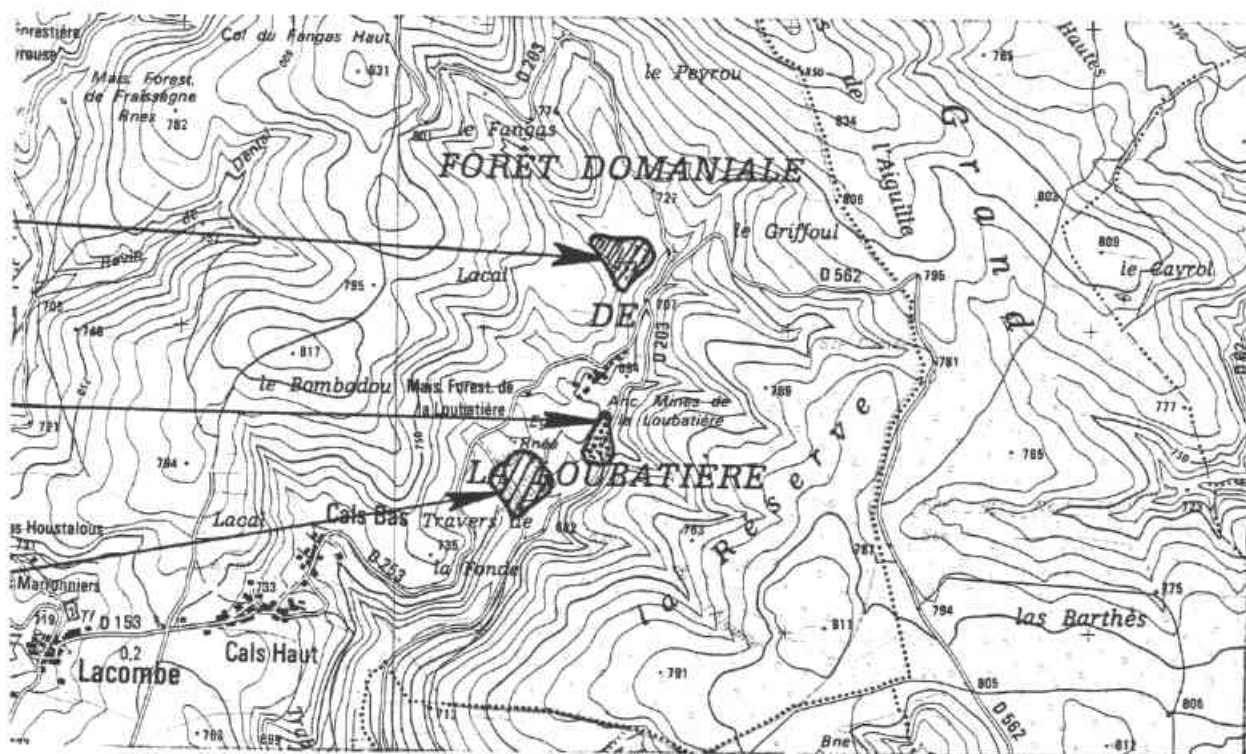


Fig 1 : Carte IGN Mazamet 5-6 à 1/25 000

Le gisement de La Loubatière se trouve dans la forêt domaniale du même nom à 25 km au NNW de Carcassonne le long de la R.D. 203. La mine est située en rive droite du ruisseau de Lignon. Abandonnée depuis 1962, les galeries sont noyées.

2.2 - Contexte géologique

La région est caractérisée par un enlèvement du massif de migmatite axial de la Montagne Noire. Dans la série des schistes (d'allure tranquille et de pendage W ou N-W) qui recouvrent les migmatites est intercalée une importante lentille de cipolins dolomitiques à mica, tourmaline et sphène (60 m de puissance, 500 m de longueur).

2.3 - Minéralisation - Exploitation

La minéralisation BPG est à la base de la lentille calcaire ; sa puissance varie de quelques centimètres à 1 m ; la gangue est essentiellement constituée par des calcaires schisteux. L'association minéralogique est par ordre d'importance la galène faiblement argentifère, la blende brune, la pyrite, la pyrrhotine.

La minéralisation est soit à grain fin, soit à gros grains et liée aux filons. Les diverses analyses du minerai tout venant ont donné la composition moyenne suivante :
Pb = 8 %, Zn = 1,4 %, Cu = 0,02 %, Fe = 3,4 %, S = 6,8 %, CaO = 24,0 à laquelle il faut ajouter un pourcentage en SiO₂ important.

Le gisement est exploité en galeries (distantes de 100 m) à partir d'une descenderie principale et selon une méthode sélective (sous-cavage puis abattage du minerai).

2.4 - Production - Réserves

La production annuelle de concentré était en 1961 de 4 200 t pour le Pb (à 70 %) et de 600 t pour le Zn (à 50 %). Les réserves sont difficiles à estimer aujourd'hui.

3 - LA LAVERIE

Le transport du tout-venant de la mine à la laverie est effectué par rail (170 T/jour).

3.1 - Concassage - Broyage

Un concasseur à mâchoires réduit le minerai à 80 mm et, après criblage à 8 mm, un concasseur giratoire réduit le refus du crible à 8 mm. Le minerai est ensuite broyé (broyeur à boulets) à 150 µ avec 5 % de refus.

3.2 - Flottation

La flottation de la galène comprend 28 cellules, celle de la blende 16. Les concentrés des cellules d'épuisement des 2 circuits sont renvoyés en tête du classificateur après un rebroyage à 60 µ. Les résidus sont envoyés par deux pompes en séries à l'aire d'épandage.

3.3 - Réactifs utilisés (1962)

Cyanure de Na	30 g/Tonne
Sulfate de Zn	92 "
Chaux	535 "
Sulfate de cuivre	111 "
Etylxanthate	113 "
Amylxanthate	19 "
Tricrésol	12 "
Flotol	17 "

4 - STERILES DE LAVERIE

Les résidus sont pompés jusqu'aux aires d'épandage (la digue amont est située 28 m plus haut que la laverie).

4.1 - Caractéristiques des déchets solides

Le résidu final de laverie est constitué essentiellement de carbonate (calcite et dolomie), de chlorites et de micas blancs avec des teneurs en Pb de 0,38 % et en Zn de 0,16 %. La pulpe des résidus contient 27 % de solides.

La granulométrie moyenne du résidu est la suivante :

<u>dimensions</u>	<u>%</u>
+ 315	0,05
+ 200	2,25
+ 160	3,22
+ 80	10,81
+ 40	16,56
- 40	67,11

4.2 - Caractéristiques des eaux utilisées à la laverie

Les eaux utilisées à la laverie (30 m³/h) proviennent de l'exhaure de mine. Leur composition est la suivante :

SO ³	: 0,068 g/l
MgO	: 0,036 "
CaO	: 0,076 "
Cl	: 0,035 "
F	: < 0,0005 "
dureté totale	: 25°
conductibilité	: 3,65 - 10 ⁻⁴ - ohm ⁻¹ - cm ⁻¹
pH	: 7,14

Des analyses effectuées en 1978 et 1979 sur des prélèvements d'eau dans le Linon montrent que, de l'amont des digues vers l'aval des digues, on observe :

- . une augmentation des ions Ca, Mg, CO₃ et SO₄
- . une augmentation de la conductivité
- . une légère augmentation du pH (6,5 à 7)
- . une augmentation de la teneur en ion Zn.

5 - MODE DE STOCKAGE DES STERILES

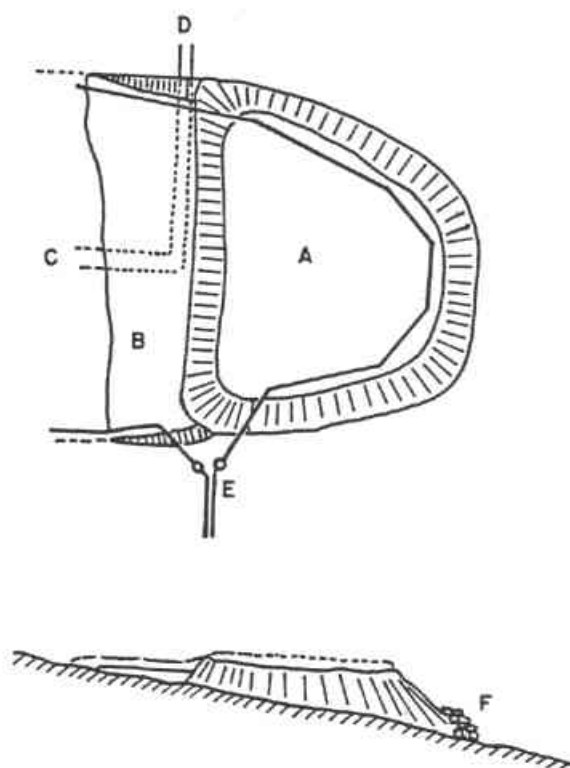
5.1 - Stériles de mine

Un dépôt de stériles de mine à granulométrie très grossière (cailloux, blocs) a été effectué dans la vallée du Linon (rive droite) à 200 m du carreau environ. Une partie du cours du Linon est déportée vers l'est, une partie de l'exhaure filtre à travers ce dépôt. Il n'y a pas de problème de stabilité du tas.

5.2 - Stériles de laverie

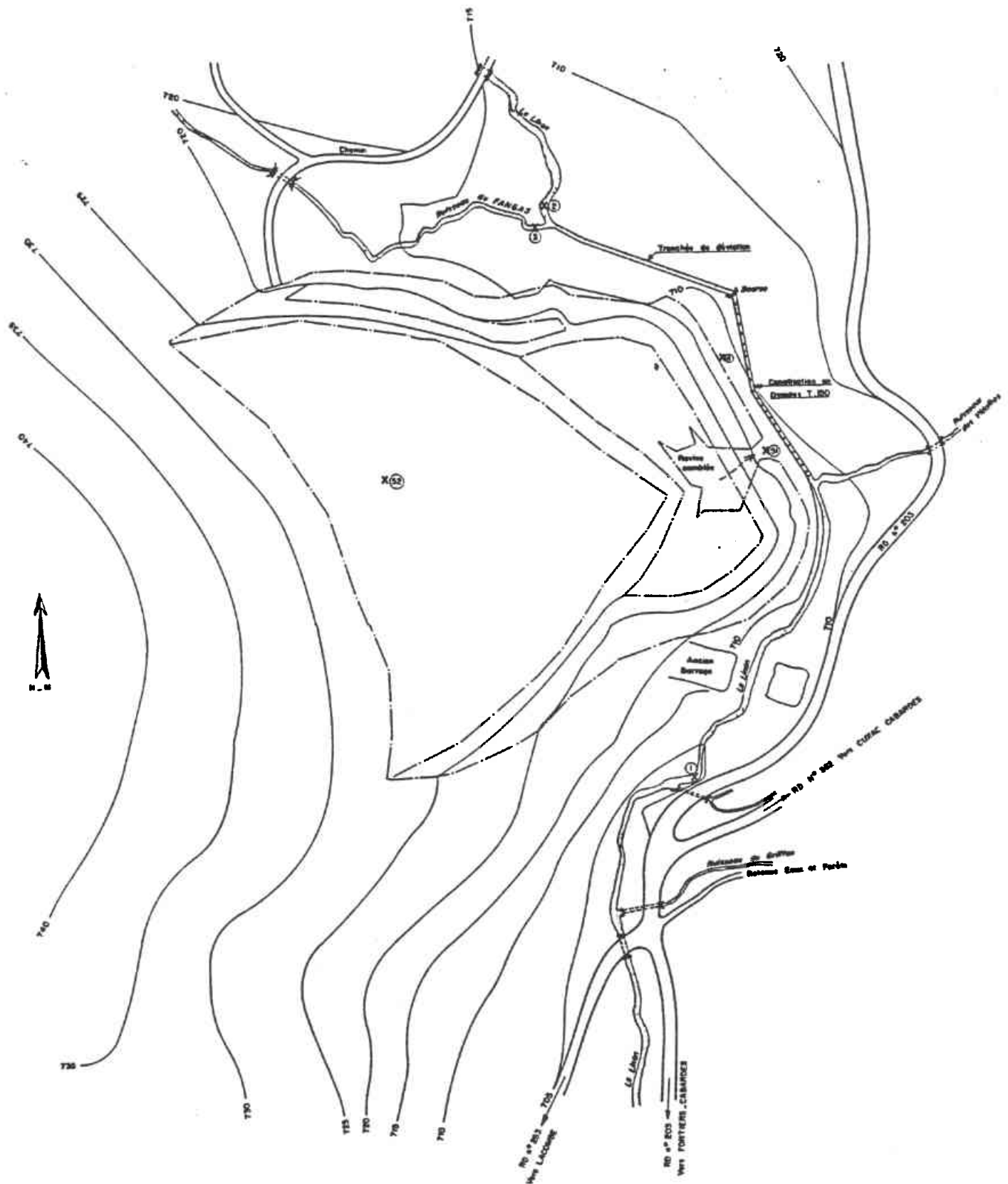
Les résidus de laverie sont stockés dans 2 bassins de décantation, l'un situé en amont de l'usine de traitement, l'autre à l'aval.

Digue amont (fig. 2 et 3)



- A . ancienne digue
- B . nouvelle digue
- C . tuyauterie d'évacuation des eaux claires
- D . sortie des buses en ciment
- E . tuyauterie circulaire des stériles
- F . gabions

Fig 2 : Mode de construction de la digue amont (schéma)



MINE de la LOUBATIERE

Levés de Mars 1973 et Juin 1974 d'après plans fournis par la SMMP

① X Point de prélevement (1978)

Echelle
0 5 10 20 m.

fig 3 Bassin de décantation amont

Elle se trouve à flanc de coteau, à environ 350 m de la laverie, en bordure (rive droite) du Linon, à une altitude supérieure de 28 m à celle de la laverie.

Elle est constituée d'une ancienne digue circulaire de 20 000 m² de surface de base, sur laquelle deux nouvelles digues rectilignes ont été construites. Cet ensemble s'appuie vers l'amont sur le terrain naturel et a une forme semi-circulaire.

La digue elle-même atteint 10 à 12 m de hauteur et son pied est renforcé par des remblais grossiers et des gabions.

Le système d'évacuation des eaux claires de l'ancienne digue était constitué vers 1948 par des portes situées sur le pourtour de la digue. Les résidus étaient déversés par une conduite sur le pourtour de la digue, les eaux claires s'évacuant par les portes opposées aux points successifs de déversement. Il se formait ainsi, à proximité des portes, une alternance de couches grenues et de schlamms qui rendait la digue très fragile.

Les eaux claires de la nouvelle digue, sont à évacuation centrale grâce à un collecteur (tuyaux de fer de 200 mm avec réglettes) dont la base est raccordée à une conduite (buses en ciment de 300 mm de diamètre) enterrée dans le sol avec une pente de 3 %.

La pente du talus aval est voisine de 45 % alors que la pente du terrain naturel est de 9 %. Des filtrations se produisent à travers les gabions dont le rôle est d'établir un drainage artificiel afin de limiter les pressions latérales dues à l'eau contenue à l'intérieur de la décharge. Des ravines importantes affectent ce talus (photo 1) (ravines partiellement comblées avec des stériles miniers (photo 2)).



Photo 1 : Dépôt de stériles de laverie (digue située à l'amont de la mine). Talus de la digue. Plusieurs arbres morts en pied de digue.



Photo 2 : Important ravinement de la digue située en amont de la mine. Comblement de la ravine par des caillasses venant des stériles de mine

Digue aval (Fig 4)

La digue aval est située à 350 m au SW de la mine, également en rive droite du Linon et à flanc de côteau. Sa superficie est d'environ 20 000 m².

La méthode de construction utilisée est la même que pour la digue amont : déversement des stériles par une canalisation suivant le pourtour de la digue et évacuation centrale des eaux clarifiées par un collecteur relié à sa base à une conduite d'évacuation jusqu'au Linon.

Le talus aval de la digue montre, par les ravines qui l'entaillent (photos 3, 4 et 5) une succession de petites couches soit argileuses (humides) soit sableuses (sèches). Sa composition n'est pas homogène, la méthode "amont" de construction a abouti à un talus fortement penté (voisin de 45°) mais peu stable.

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

La vallée du Linon est encaissée et entourée de forêts de telle sorte que les 2 digues sont masquées et ne perturbent pas le paysage environnant.

Des essais de mise en végétation ont été effectués après arrêt d'exploitation : plantation d'herbes et sur la digue aval, semis d'arbres.

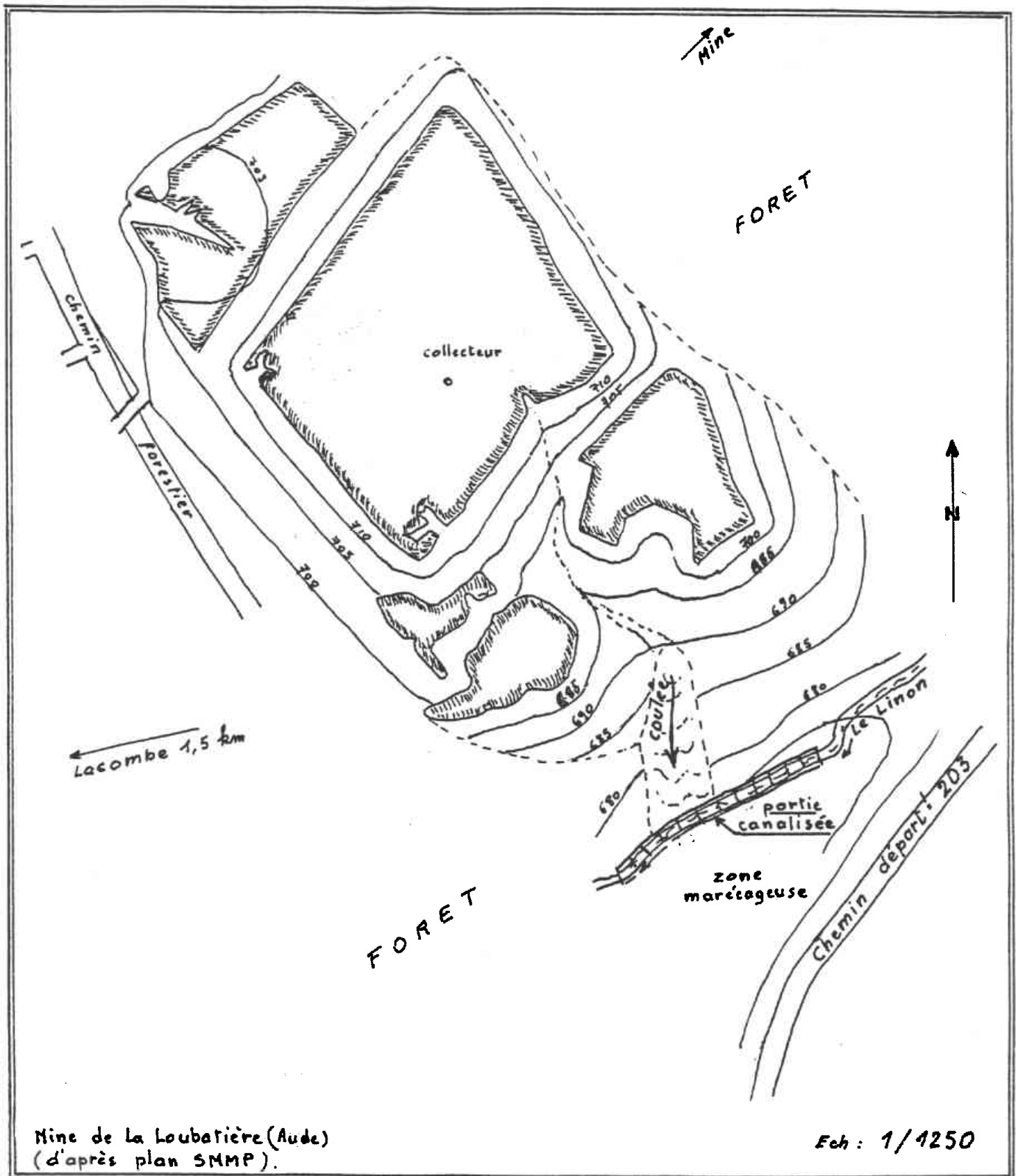


fig 4

Bassin de décantation aval (levé de mars 73)



Photo 3 : Digue située à l'aval de la mine. Légère fixation du dépôt par quelques herbes et mousses.

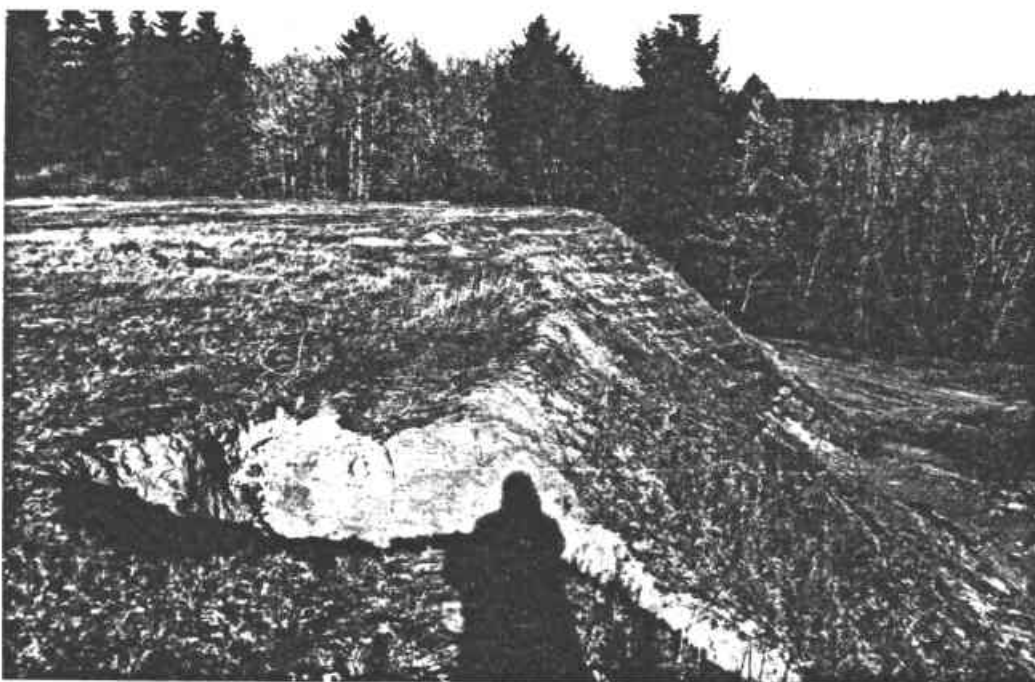


Photo 4 : Digue (aval de la mine) Importante ravine

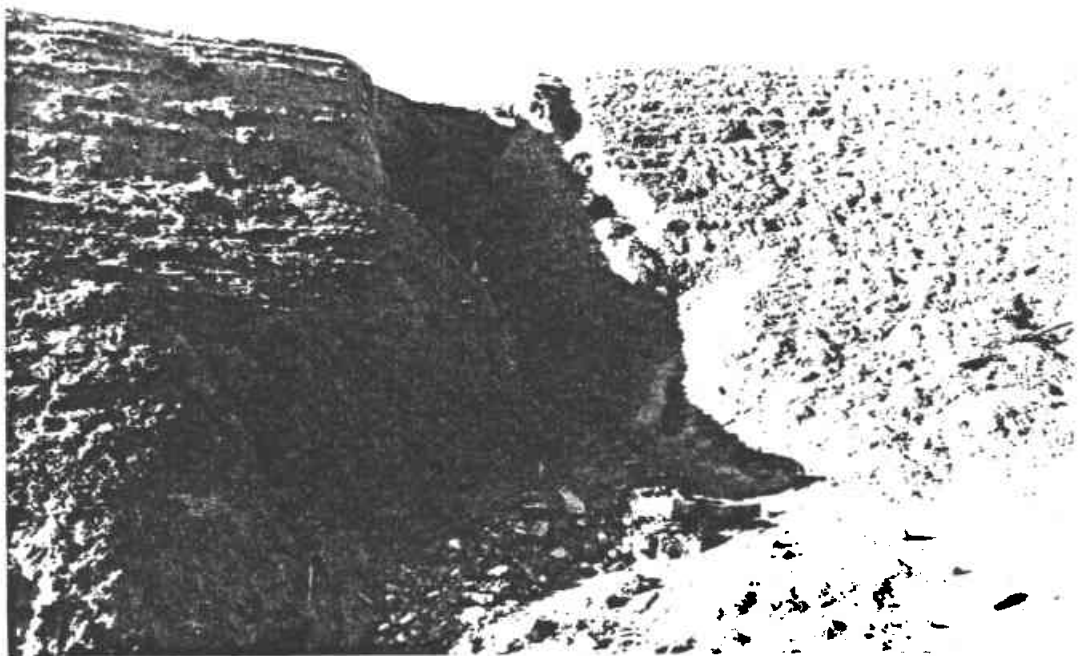


Photo 5 : Digue (aval de la mine). Vue de face de la ravine de la photo n° 5

6.2 - Stabilité des talus des digues

. Incidents :

Plusieurs incidents tels que de profondes ravines et des coulées de stériles ont affecté les digues amont et aval. Du fait de la proximité du ruisseau du Linon, les coulées ont atteint celui-ci.

Les facteurs responsables de ces incidents sont variés

- abandon de la surveillance après arrêt de la mine
- la méthode construction ("amont") elle-même qui conduisait à appuyer le massif sableux de la digue sur les parties argileuses et favorisait la formation de renards et de ravines, voire de coulées
- la pente forte des talus
- l'hétérogénéité du mur des digues avec alternance de lits argileux humides et sableux.

Travaux effectués

Comblement des ravines par des stériles de la mine (blocs, caillasse) revêtement des talus de la digue aval avec des stériles minières, (photo 6) essai de mise en végétation des talus (cf photo 3).

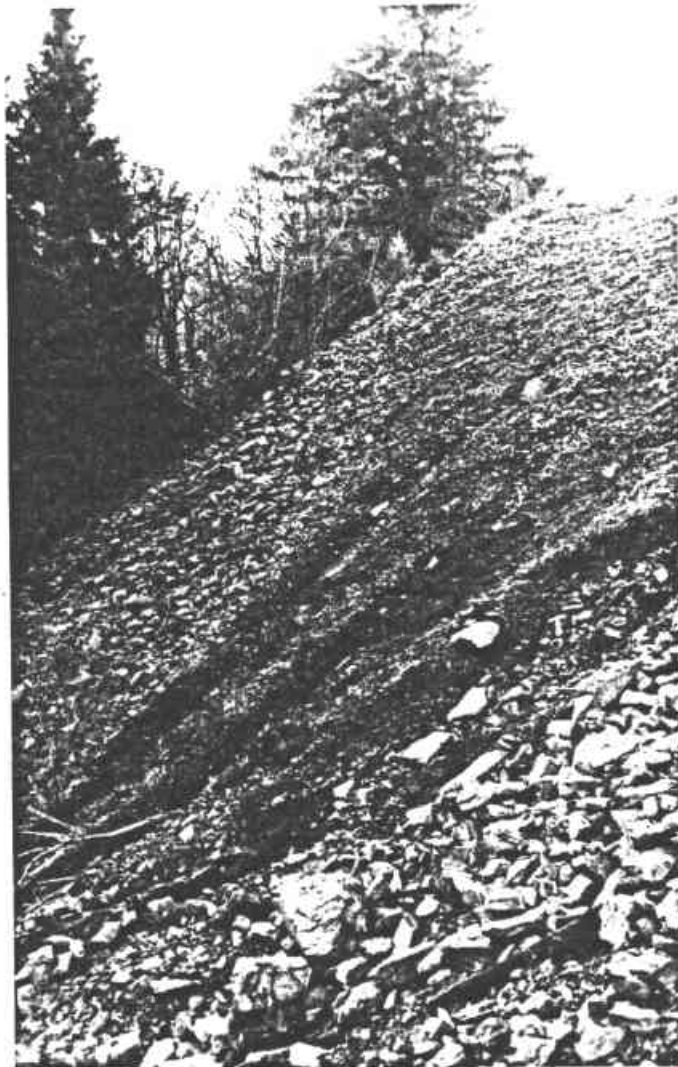


Photo 6 : Digue située à l'aval de la mine. Protection du talus par des caillasses déversées sur la pente. Caillasses proviennent de stériles de la mine (blocs)

6.3 - Pollution du linon

Les ravines et, à plus forte raison, les coulées de stériles (photo 7) ainsi que le lessivage des dépôts constituent des risques de pollution importants et même d'obstruction du ruisseau.

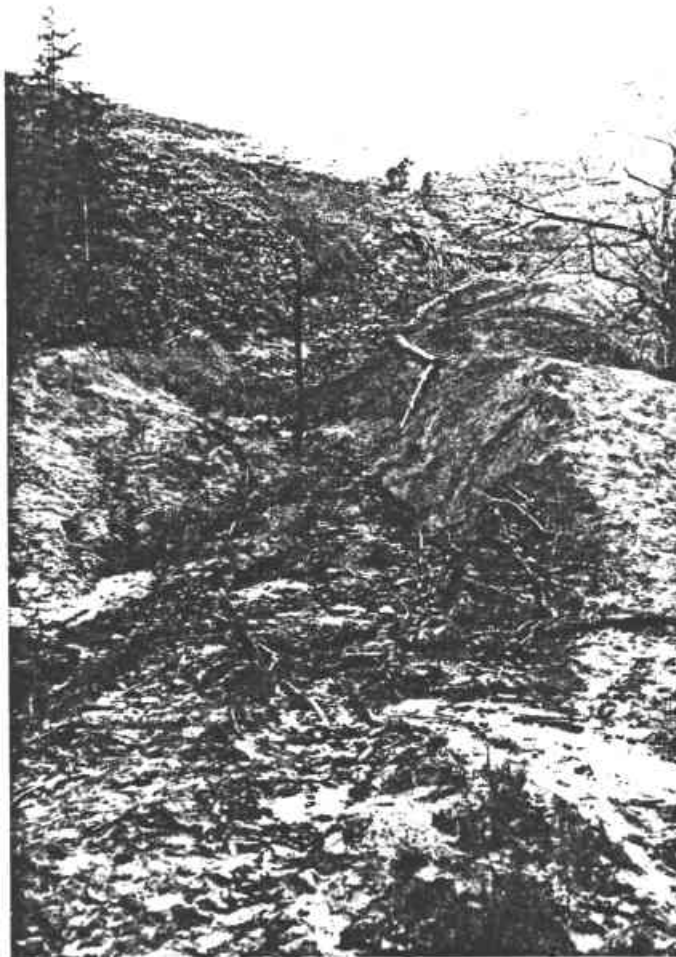


Photo 7 : Ravinement de la digue (aval de la mine) - ancienne coulée ayant entraîné des arbres dans son mouvement.

La SMMP a donc entrepris des travaux de canalisation du ruisseau au droit de chaque digue avec des buses en béton armé (photo 8). Cet aménagement a permis de limiter la pollution des eaux du Linon en sulfates, bicarbonate et zinc et d'éviter un apport brutal de dépôt à la suite d'une coulée éventuelle.

Actuellement les eaux du Linon restent dans les limites légales de potabilité au vu des analyses effectuées.

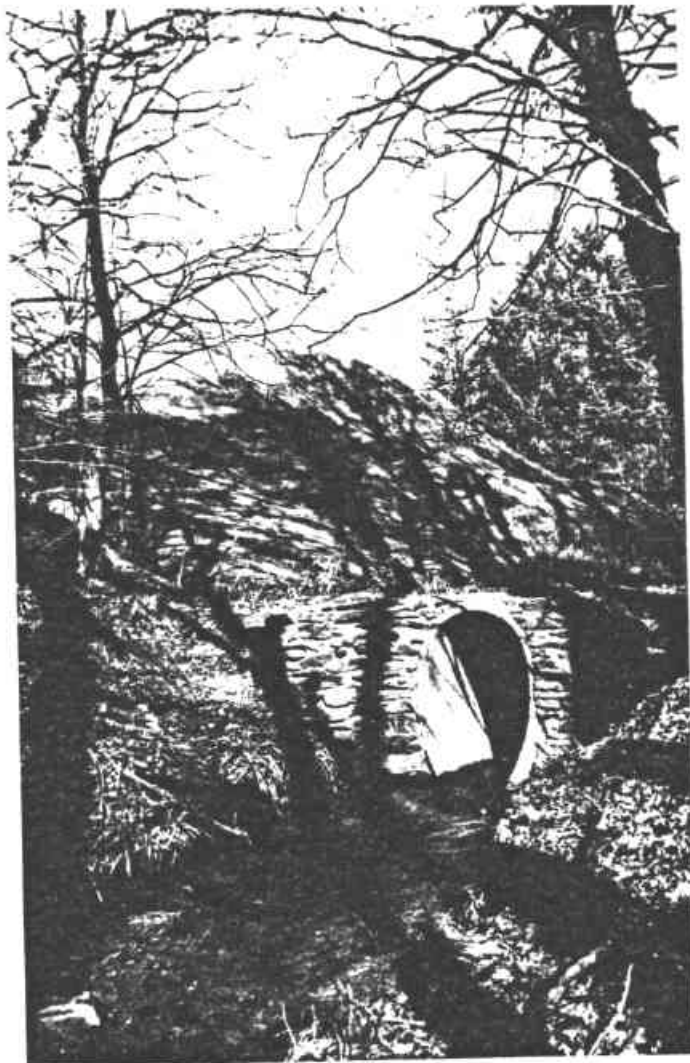


Photo 8 : Canalisation du ruisseau "le Linon" (dont le cours longeait le pied de la digue de stériles) et construction d'un mur en gabions au pied de la digue amont.

7 - DOCUMENTS AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Enquête orale auprès de MM. GISTAU et MAZANOVIC de Penarroya
- . Monographie de la laverie de La Loubatière par M. AUDOLI - Revue de l'Ind. Minérale - Mai 1974.
- . Métallogénie du gisement de La Loubatière par S. Oksengorn. Bull SGF 6ème Série Tome VIII 1958.
- . Le gisement de plomb de La Loubatière par E. RAGUIN et H. VINCENNE. Ann. des mines 1949.

CHAPITRE 8

EXPLOITATION DE PEYREBRUNE

EXPLOITATION DE PEYREBRUNE

(ABANDONNEE)

1 - GENERALITES

Département : Tarn

Commune : Lafenasse

Raison Sociale : anciennement Mines et Usines de Peyrebrune, puis Société minière et métallurgique de Penarroya de 1956 à 1965. Actuellement abandonnée.

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

La concession plombo-argentifère de Peyrebrune est située à 6 km au SE de Réalmont et à 3 km au SE du village de Lafenasse. La mine et l'usine sont installées de part et d'autre de la vallée du Dadou, à hauteur d'un ruisseau affluent : le Lézert.

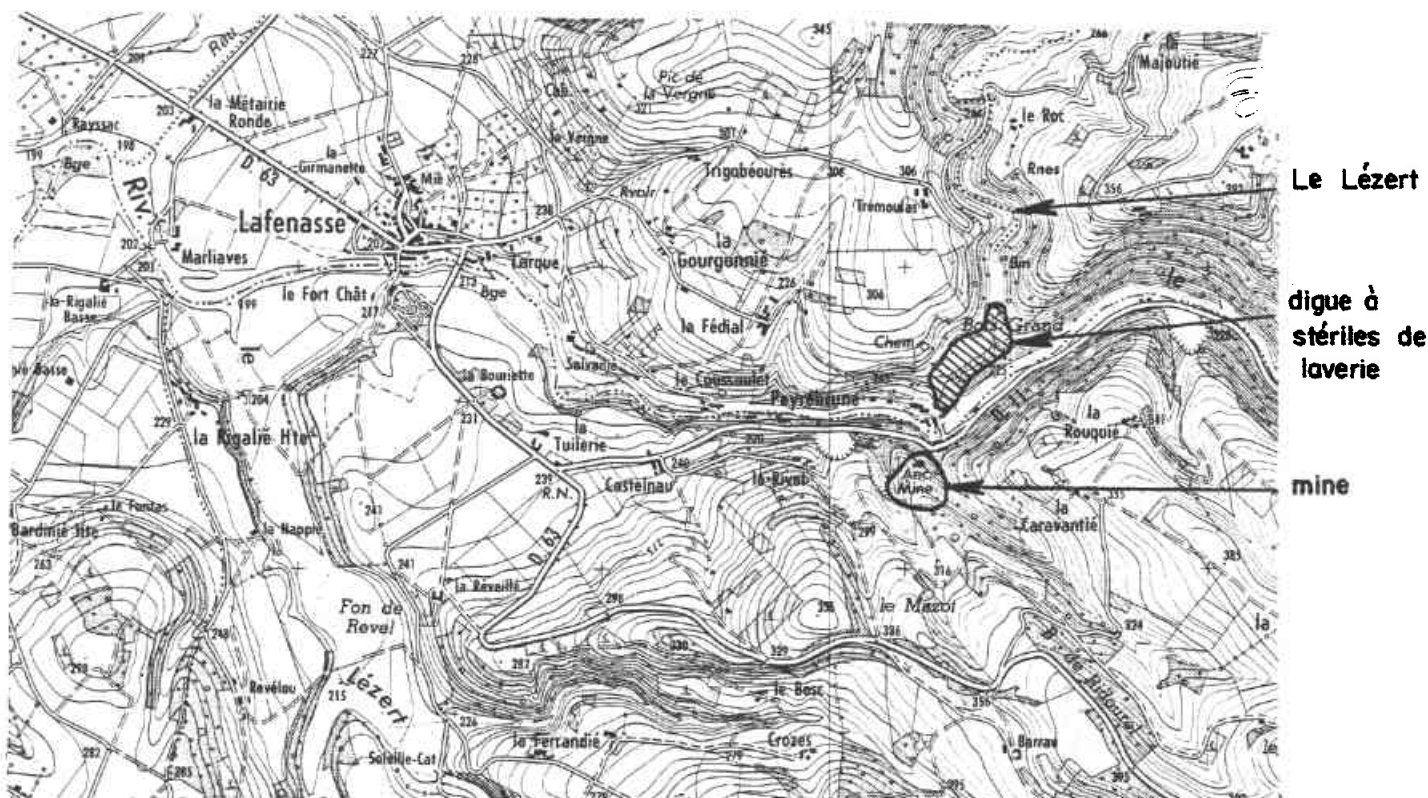


Fig 1 : Carte IGN Réalmont n° 5-6 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

Les roches qui contiennent le filon sont des roches éruptives (dolérites chloritisées) et des schistes d'âge cambrien. La mise en place des intrusions de dolérites serait contemporaine de l'orogénèse hercynienne.

Les formations géologiques présentent 2 directions tectoniques privilégiées NE-SW et ENE-WSW ; les filons de Peyrebrune et de la Prairie sont en concordance avec ces 2 directions mais avec des pendages orthogonaux. Les fractures sont constantes sur 1 000 à 1 500 m et souvent largement ouvertes.

2.3 - L'exploitation

Dans ce gîte filonien exploité en souterrain, le remplissage minéralisé présente des structures rubanées, nougatées, concrétionnées ou bréchoïdes. Sur la dizaine de filons découverts, deux ont été exploités : celui de Peyrebrune et celui des Romains.

La minéralisation est de type BPG classique : blende 3 %, pyrite, galène 2 %, avec des traces de chalcopryrite, pyrrhotine, cuivre gris et de l'argent (1 kg/T de concentré). La gangue est surtout carbonatée : calcite, dolomie, sidérose, fluorine avec présence de quartz, micas et phyllades.

L'exploitation se faisait par tranches horizontales montantes avec remblais. Les galeries tracées en direction dans le filon délimitaient des étages de 20 à 40 m de hauteur. Entre les étages, des panneaux de 60 m à 100 m de longueur sont délimités par des cheminées servant à l'aérage, l'approvisionnement des remblais et au personnel.

2.4 - Production

Entre 1897 et 1961, la production brute est de 1 246 000 T. La production marchande a été de 75 500 T de galène et 19 000 T de blende.

3 - LA LAVERIE

3.1 - Concassage, broyage, flottation

Un transporteur aérien de type à étrier amène le minerai de la mine (rive gauche du Dadou) dans la trémie de 120 T (rive droite du Dadou).

Un concasseur à mâchoires donne du 90 mm qui est ensuite réduit à 18 mm puis à 6 mm par un concasseur giratoire. Le produit est stocké dans une trémie de 200 T.

Le broyeur à boulets donne un coupure à 400 µ.

La flottation comporte 2 circuits distincts : le circuit A (10 cellules) pour la flottation de la galène fournit un concentré à 76-78 %, le circuit B (14 cellules) pour la flottation de la blende fournit un concentré à 53-55 %. Les concentrés sont ensuite envoyés dans des décanteurs pour être épaissis.

3.2 - Réactifs utilisés

Cyanure	15 g/T
Etylxanthate	35 g/T
Alcoll héxyli-	34 g/T
que	
Sulfate de	100 g/T
cuivre	
Ca O	150 g/T
Aéroflat 25	30 g/T
SO ₄ Fe	85 g/T
le pH varie de 7 à 8	

4 - STERILES DE LAVERIE

4.1 - Mode d'évacuation

En raison de la position élevée de la digue à stérile, le transport des résidus est assuré par 2 pompes jumelées PDMC 75 : la répartition du stérile s'effectue à l'aide d'une conduite de 100 mm de diamètre placée tout le long de la bordure extérieure du bassin qui borde la rivière Dadou (cf vue générale : photo 1)



Photo 1 : Vue générale des bâtiments de l'usine de traitement et de la digue à stérile (au sud). Au premier plan, la rivière Le Dadou.

4.2 - Caractéristiques des déchets solides

La teneur en plomb est de 0,3 g/T, celle du zinc de 0,05 g/T. La granulométrie globale des déchets de laverie correspond à celle d'un sable fin composé de 38 % de particules inférieures à 40 μ . Le D 50 est de 80 μ . La partie la plus fine des déchets a des propriétés thixotropiques.

4.3 - Depuis l'abandon de la mine, il n'y a pratiquement plus de rejets décantés dans le Dadou à l'exception de ceux provenant de la percolation des eaux pluviales à travers le dépôt ou du ruissellement sur la digue.

5 - MODE DE STOCKAGE DES STÉRILES DE LAVERIE

5.1 - Bassins de décantation

Le site choisi pour le dépôt des stériles est le vallon du Lézert, petit affluent du Dadou rive droite. A l'origine, le problème de l'évacuation des stériles était d'ailleurs simplifié par le fait qu'une grande partie de ceux-ci était vendue aux Ponts et Chaussées.

Deux bassins de décantation existent dans le vallon du Lézert :

- a - le plus ancien est situé le plus à l'aval, à proximité immédiate des bâtiments de l'usine et adossé au versant ouest du vallon ; la digue de retenue, parallèle au Dadou, est séparée de cette rivière par un petit canal qui assurait l'alimentation en eau de l'usine. (photo 2)

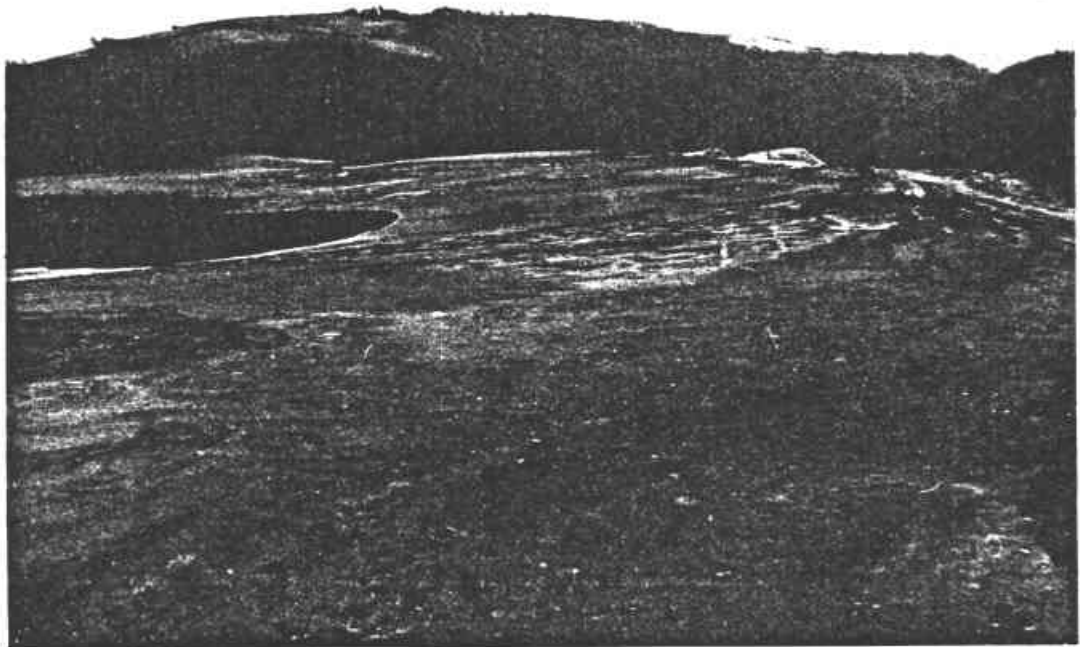


Photo 2 : Sommet du bassin de décantation principal dont le centre est occupé par une petite mare.

Le ruisseau du Lézert a été détourné une première fois à l'amont du bassin de décantation et envoyé au Dadou par un petit tunnel.

Les premiers dépôts étaient constitués par des scories de fonderie qui forment un excellent tapis drainant à la base du dépôt.

- b - Il existe un dépôt plus récent qui barre le vallon du Lézert en amont du premier dépôt ; ce bassin a nécessité une deuxième dérivation du ruisseau par un tunnel de plusieurs centaines de mètres de longueur et de 20 m² de section, libérant ainsi la vallée de toute circulation d'eau.

5.2 - Evacuation des eaux

L'évacuation des eaux de décantation s'effectuait par l'intermédiaire de cheminées placées au point le plus bas de la surface du bassin (2 cheminées pour le bassin aval).

Une partie de ces eaux était recyclée, l'autre envoyée dans le Dadou.

5.3 - Les digues

- a - digue aval (cf photo 3)

Elle est construite à flanc de coteau, son parement ayant la forme d'un arc de cercle. Au SE, elle longe, en la dominant, la rivière Dadou.



Photo 3 : Talus de la digue principale construite selon le principe de la méthode amont. En bas de la digue, le sentier qui supportera le mur en enrochement.(cf paragraphe d)

C'est la méthode "amont" qui a été utilisée pour la construction : en temps normal, un cyclone évacue à l'extérieur du mur, par l'under flow, 60 % du stérile, l'overflow étant renvoyé vers l'intérieur du bassin ; par périodes, lorsque le plan d'eau arrive trop près des murs (5 à 6 m) le cyclone est mis hors service et les grenues sont réparties tout le long de la partie surélevée par des petits piquages faits sur la conduite elle-même.

La digue atteint une trentaine de mètres de haut et la pente du talus aval est de l'ordre de 2,5 pour 1.

b - digue amont (cf photo 4)

Elle barre en totalité et de manière rectiligne le vallon du Lézert. La méthode aval a été utilisée pour sa construction avec cyclonage permanent des stériles : la surverse envoyée côté bassin, la sous-verse (grenue) servant à la construction du mur de la digue. Actuellement, un petit lac occupe la partie centrale du bassin.



Photo 4 : Sommet de la digue secondaire (amont) le centre du bassin de décantation est occupé par un petit lac.

c - problèmes de stabilité

Certains problèmes de stabilité liés à la méthode de construction se posent pour la digue aval. La Société Penarroya a entrepris récemment une étude de ce dépôt. Une quinzaine de sondages carottés ont été réalisés au centre du bassin, sur le talus aval et au pied de digue (fig 2)

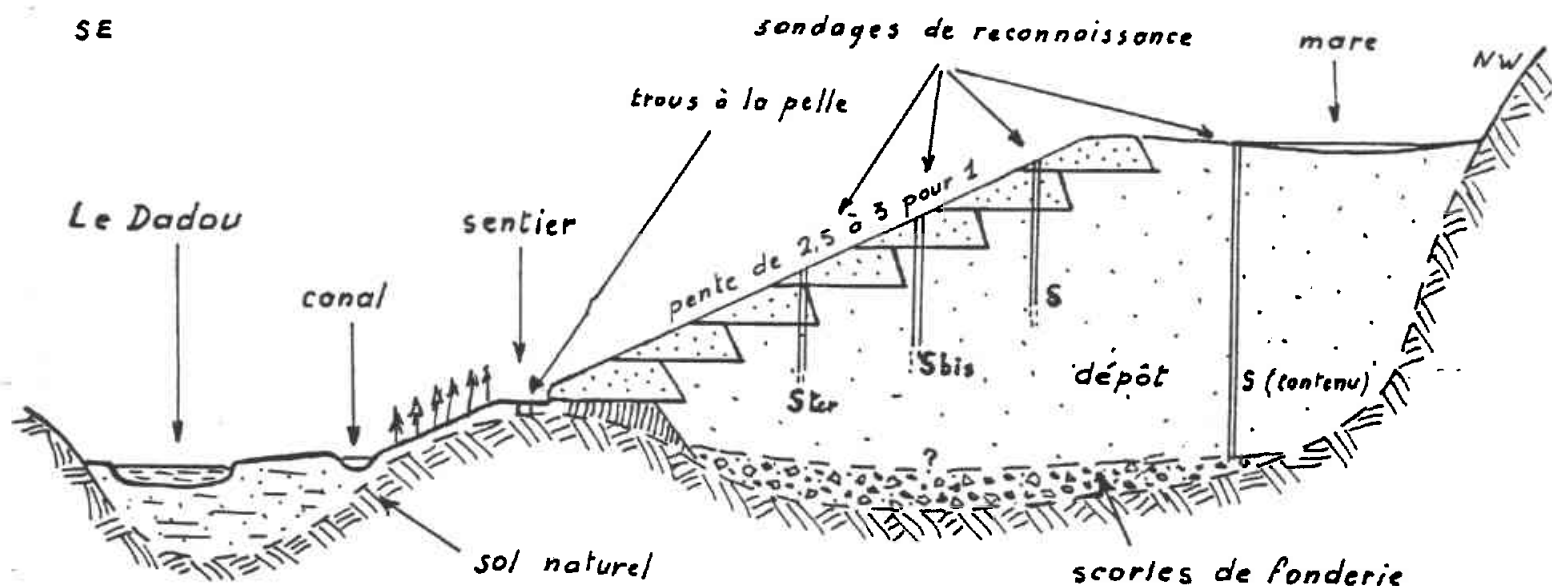


fig 2 Coupe transversale schématique à travers la digue principale

Cette reconnaissance a montré qu'à l'exception du côté Est, le parement de la digue était constitué de 3 m de sable fin et sec reposant sur une boue sableuse, liquide et thixotropique ; le centre du dépôt est formé de schlamms non stabilisés ; enfin le pied de digue est construit sur une butée de terrain naturel.

d - travaux de réaménagement et de stabilisation

La Société Penarroya projette dans les 2 ans à venir :

- de construire un fossé drainant, recouvert de gunite, à la limite des dépôts et du terrain naturel auquel ils sont adossés (cf fig 3). Le fossé, dont l'exutoire emprunterait le 1er tunnel de dérivation du Lézer, drainerait les eaux pluviales ruissellant sur les pentes du vallon et les eaux stagnantes à la surface des bassins.

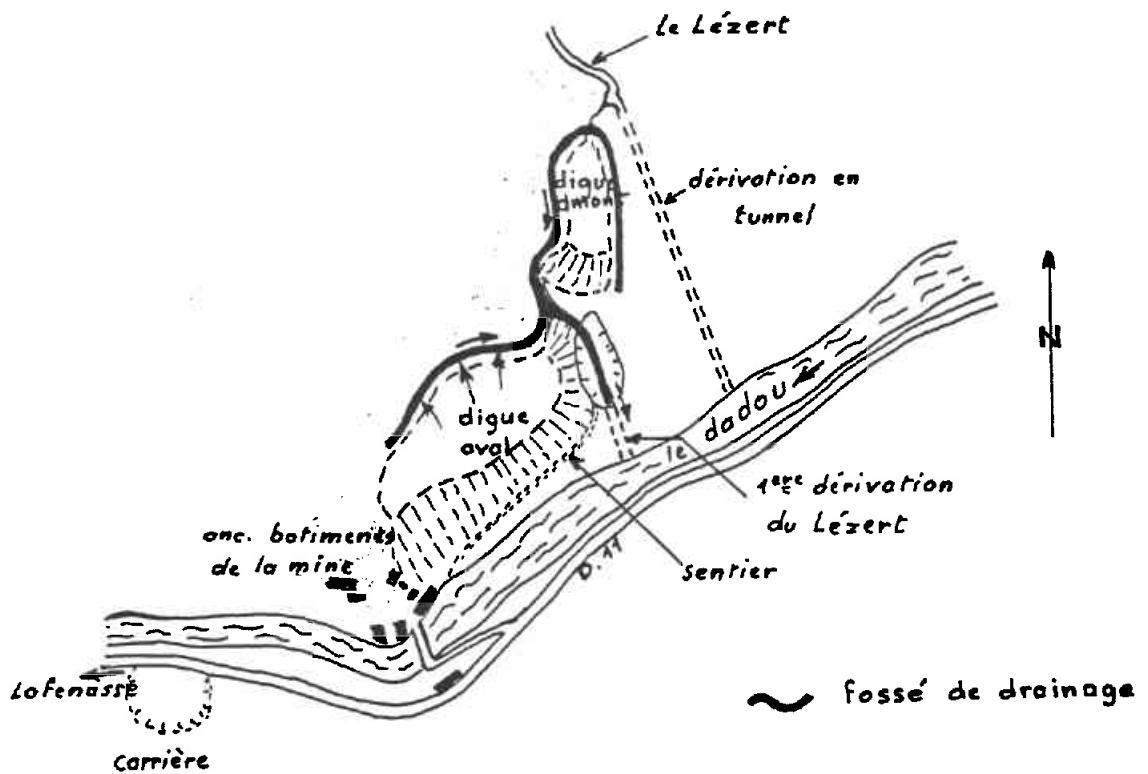


fig 3 Projet de drainage des digues amont et aval (croquis)

. de remblayer le petit vallon séparant les 2 dépôts (cf photo 5)



Photo 5 : Vallon séparant la digue secondaire (au fond) de la digue principale (au 1er plan)

- de construire, sur la face SE de la digue aval et à partir du sentier situé au pied de cette digue (photo 6), un mur en enrochement de protection (fig 4). Un remblaiement en terre derrière ce mur permettrait de ramener la pente de la digue de 2,5 à 4 ou 5 pour 1. A l'extrémité NE de la digue, un simple enrochement suffira.
- de recouvrir de terre la partie supérieure des bassins asséchés pour les mettre ensuite en végétation.



Photo 6 : Sentier tracé au pied de la digue principale (pratiquement sur le terrain naturel) à partir duquel il est prévu de construire un enrochement protégeant le mur de la digue.

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

Les digues sont masquées de la vue par le fait que le vallon du Lé-zert est encaissé et boisé aux alentours. Les anciens bâtiments de la mine sont destinés à être détruits par le propriétaire actuel.

6.2 - Les poussières

L'érosion éolienne est très faible.

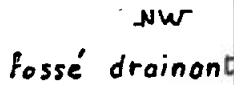


Fig 4. Projet d'aménagement de la digue principale.

6.3 - La pollution des eaux du Dadou

Du fait du projet de drainage sur le pourtour des bassins, l'impluvium sera réduit au minimum (les eaux pluviales tombant sur les dépôts seront elles-mêmes canalisées par le fossé.

7 - DOCUMENTATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Enquête orale auprès de MM. GISTAU et MILLAU de Penarroya.
- . Le gisement plombo-zincifère de Peyrebrune (Tarn) par B. DURAND. Juin 1966. Fac. Sc. de l'univ. de Nancy.
- . Etude géologique et métallogénique des environs de Peyrebrune et de Mont-Roc (Tarn) par J.P. CONTRI 1959. Thèse 3ème cycle Fac. Sc. PARIS.
- . Monographie de la laverie de Peyrebrune par L. DURAND (dir. de la mine) et A. ROUVIER (ingr laverie) 1963.
- . Le gisement plombo-zincifère de Peyrebrune (Tarn) par E. RAGUIN et H. VINCIENNE 1947. Bull de la Soc. fr. de minéralogie Tome LXX.

CHAPITRE 9

EXPLOITATION DE FIGEAC

EXPLOITATION DE FIGEAC

(ABANDONNEE)

1 - GENERALITES

Département : Lot

Commune : Planioles

Raison Sociale : Société de la Vieille Montagne (arrêt de l'exploitation en 1970).

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

Le gisement de Figeac se trouve à 5 km au NNW de la ville, à 200 m à l'ouest de la RN 140, sur la commune de Planioles. La mine et la laverie sont situées sur une colline bordée à l'ouest par le ruisseau du Drauzou.

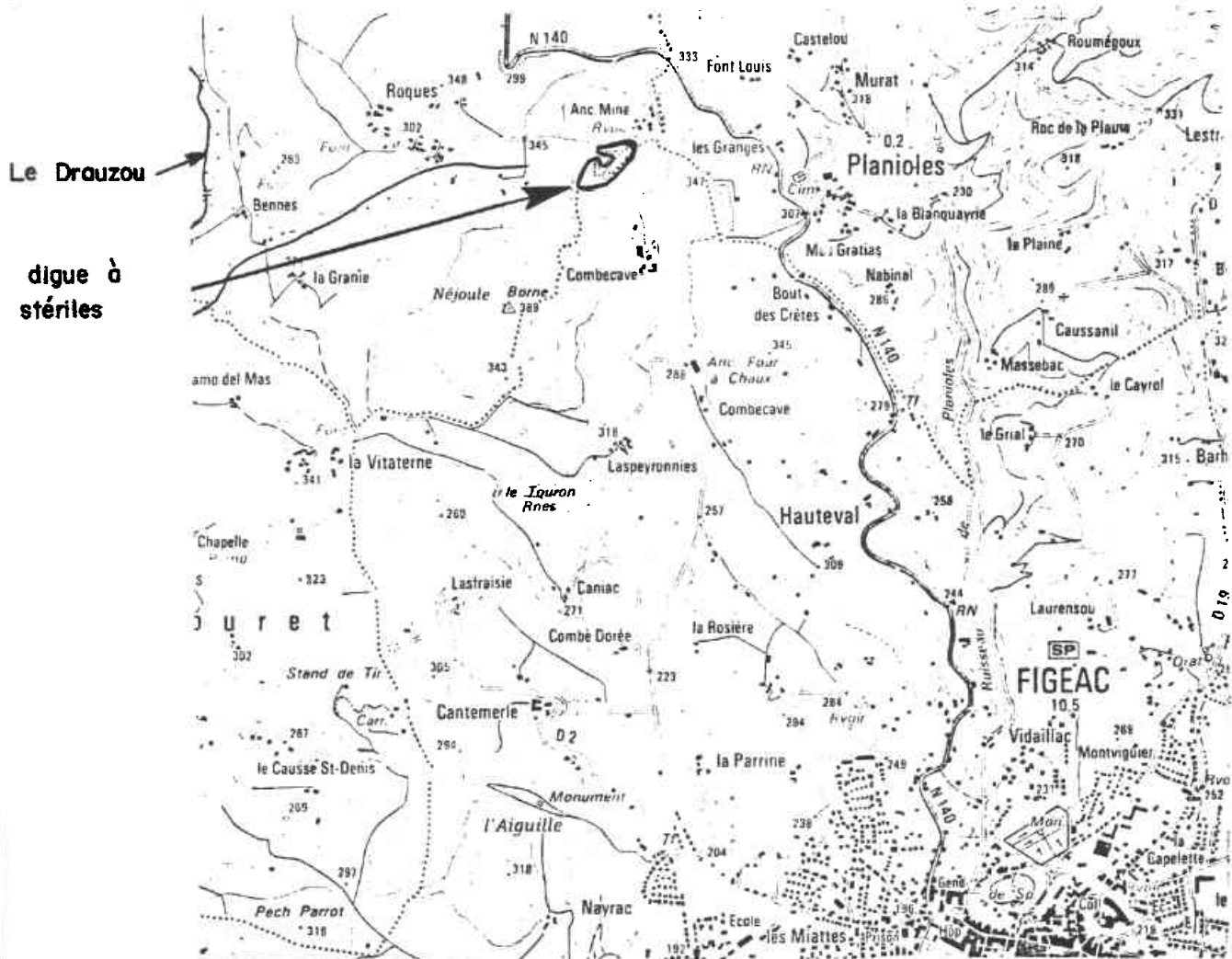


Fig 1 : Carte IGN Figeac 3-4 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

La région de Figeac est située à la limite de la couverture sédimentaire triasico-liasique et du socle granitique du Massif Central. C'est au sommet des dolomies hettangiennes et à la base des calcaires sinémuriens que la minéralisation est concentrée en un gîte stratiforme dont les principales failles ont une direction NW-SE.

2.3 - Minéralisation - Exploitation - Production

La minéralisation est de type BPG avec prédominance de la blende (légerement argentifère). Elle est concentrée dans des faciès bréchiques calcaréodolomitiques dont la puissance est d'une quinzaine de mètres en moyenne. La teneur en Zn est de l'ordre de 5 à 6 % en moyenne.

L'exploitation est souterraine (100 m de profondeur au maximum) et l'extraction se fait par la méthode des chambres et piliers. Ce gîte a fourni 20 000 T de métal.

3 - LA LAVERIE

Après broyage, le traitement se faisait par flottation différentielle (plomb puis zinc). Les résidus de laverie étaient alors acheminés par gravité dans une conduite jusqu'à une aire d'épandage proche de la laverie.

4 - RÉSIDUS DE LAVERIE

Ils sont constitués essentiellement de carbonates de Ca et de Mg avec en quantités beaucoup plus faibles des sulfures (fer) et 19 % d'argiles. La blende et la galène représentent des teneurs de l'ordre de 0,2 à 0,3 %. Une partie des stériles était utilisée pour amender les terres. La granulométrie moyenne est celle d'un sable fin à très fin.

5 - MODE DE STOCKAGE DES STÉRILES

Le bassin de décantation est situé à environ 100 m de la laverie sur un replat de la crête qui se prolonge vers le SW. Elle s'étend sur 25 000 m² environ.

La digue a été édifiée selon la méthode amont avec déversement de la pulpe sur le pourtour du bassin et évacuation des eaux clarifiées au centre par une cheminée. Le talus aval de la digue a une quinzaine de mètres de hauteur (photo 1) et une pente de 45°.

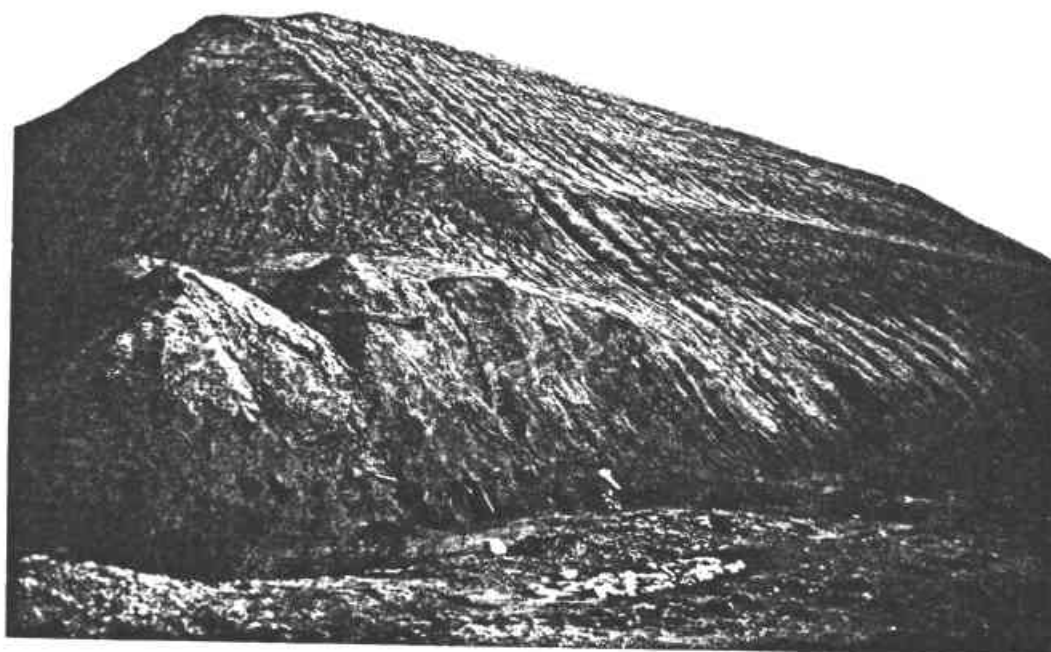


Photo 1 : Talus aval de la digue - Ravinements

5.1 - Incident de 1967

A la suite de fortes pluies et sans doute d'une revanche de digue trop faible, il y a eu débordement des eaux décantées sur le côté NW de la digue, ravinement puis ouverture d'une brèche (photos 2 et 3) qui a libéré brutalement plusieurs dizaines de milliers de m³ d'eau boueuse puis de schlamms. Une grande partie du contenu du bassin s'est étalée au pied de la digue puis a emprunté une petite vallée pour atteindre le ruisseau du Drauzou. L'épaisseur de la lave dépassait 2 mètres par endroits.

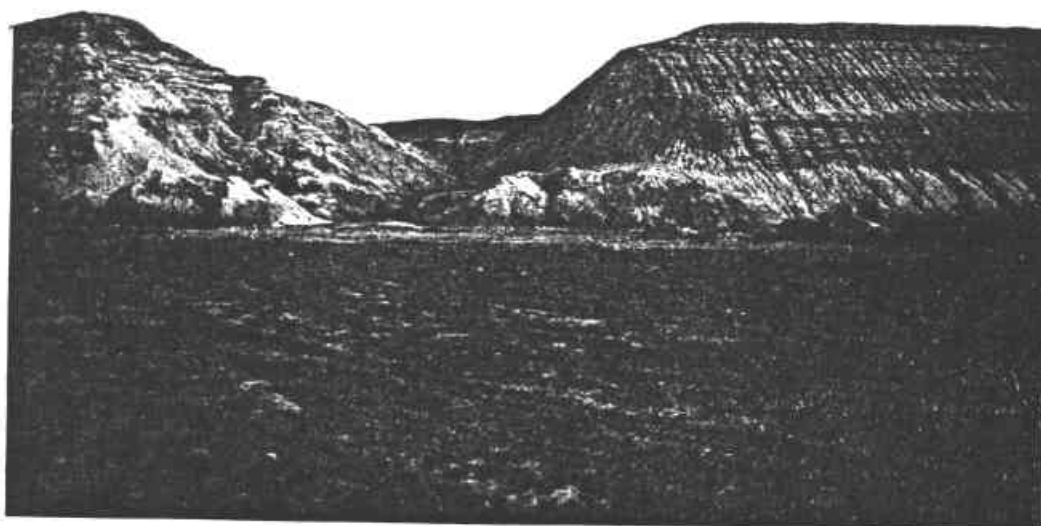


Photo 2 : Brèche créée dans la digue à la suite de la rupture du talus aval.

Au premier plan, mise en cultures sur la coulée préalablement régaliée.

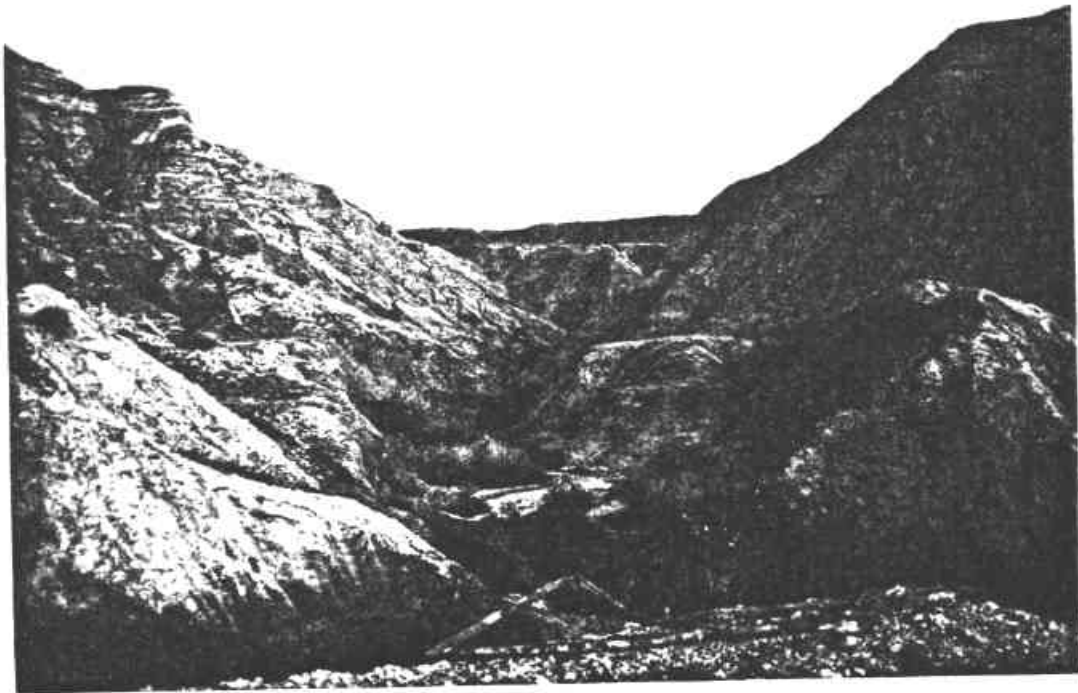


Photo 3 : Brèche vue de près

Le bilan s'est traduit par la destruction d'une cabane à moutons et la pollution du Drauzou sur plusieurs kilomètres.

5.2 - Réaménagement

A la suite de l'arrêt de fonctionnement du bassin de décantation un remblayage hydraulique de certains quartiers abandonnés de la mine a été mis en place.

Ce remblayage a nécessité :

- . la réalisation d'un forage à travers les terrains de couverture (100 m) pour injecter la pulpe des résidus
 - . le cloisonnement des chambres à remblayer par des murs en béton
 - . le cyclonage, au fond, de la pulpe permettant d'assurer un bon drainage du remblai à la base duquel ont été installés des drains. L'eau d'essorage rejoint celle d'exhaure de la mine.
- . Une partie du dépôt du bassin de décantation a été utilisée comme amendement des terres. (photo 4)

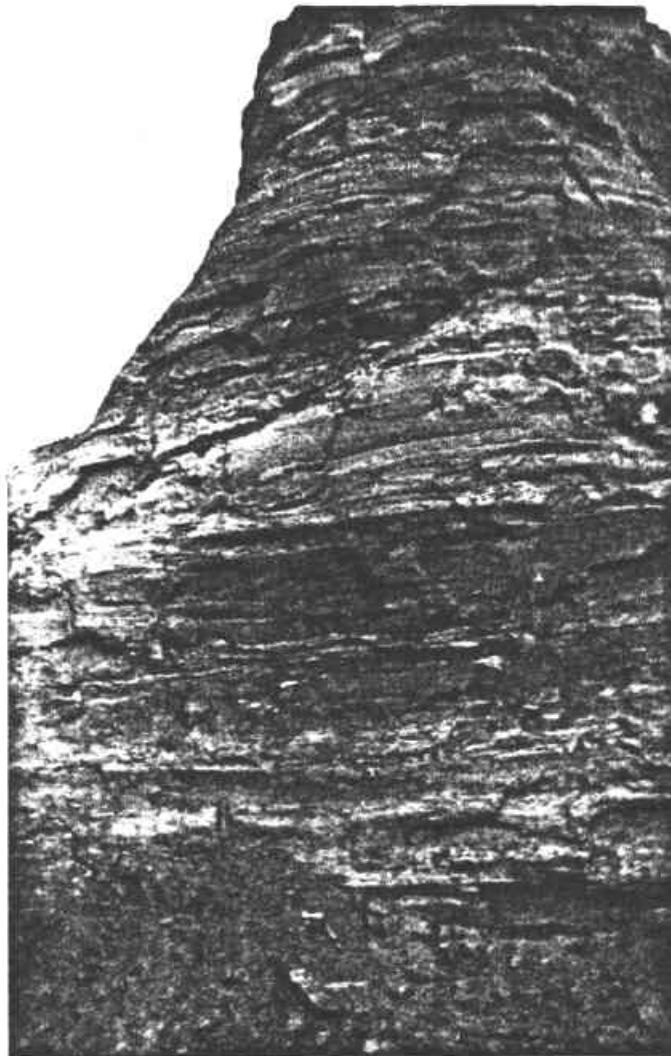


Photo 4 : Petite carrière (pour amendement des terres) montrant une coupe du talus aval de la digue. Alternance de lits sableux très fins et de lits plus grossiers.

- La plus grande partie de ce dépôt est restée en l'état depuis 10 ans. Un canal d'évacuation des eaux pluviales qui ruissellent sur la digue a été réalisé à l'aval du talus. (photo 5)

Aucune végétation naturelle, même pas herbeuse, ne s'est mise en place sur cette digue de plus en plus ravinée et qui, de ce point topographique élevé, s'insère très mal dans le paysage.



Photo 5 : Fossé d'évacuation actuel des eaux pluviales de lessivage de la digue.

- Des cultures ont repris cependant, après régalage de la "lave" en pied de digue de part et d'autre du fossé d'écoulement des eaux pluviales.

6 - DOCUMENTS AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- visite sur place essentiellement.

CHAPITRE 10

EXPLOITATION DE SALSIGNE

EXPLOITATION DE SALSIGNE

1 - GENERALITES

Département : Aude

Commune : La Combe du Saut

Raison Sociale : Société des Mines et Produits Chimiques de Salsigne
BP 2 11600 CONQUES sur ORBEIL.

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

Les installations de traitement du minerai (laverie et usine métallurgique) se trouvent sur la commune de la Combe du Saut à une quinzaine de km au nord de Carcassonne, le long de la rivière Orbeil.

Les différents bassins de décantation des effluents de la laverie ont été construits à l'est de l'usine le long du CD 111.

mine

La mine actuelle est située à environ 4 km au NE.

ancien câble transporteur de minerai



bassin de
décantation

Fig 1 : Carte IGN CARCASSONNE n° 3-4 à 1/25 000

2.2 - Contexte géologique

Le gisement est situé dans les terrains paléozoïques qui forment la retombée méridionale de la Montagne Noire et auxquels sont adossés les formations éocènes doucement inclinées vers le Sud. La roche encaissante est constituée essentiellement par des calcaires dolomitiques, des grès et des calcschistes appartenant au dévonien inférieur et au silurien supérieur.

Le gisement, de type filonien, est constitué de plusieurs amas, décalés par des failles ou des contacts chevauchants.

2.3 - Exploitation

Elle se fait en galerie souterraine, le minerai extrait étant transporté par camions à La Combe du Saut (le transport se faisait autrefois par câble aérien).

2.4 - Le minerai

La minéralisation est dite "de contact". Les minéraux caractéristiques sont : le mispickel aurifère, la pyrite, la chalcoppyrite (+ sulfures d'Ag et de Bi). La teneur varie de 6 à 15 g/T d'or. La nature de la gangue est calcaire, gréseuse, schisteuse. Les réserves sont encore mal connues : on estime actuellement celles-ci à 3 MT de minerai et la durée de vie de la mine à plus de dix ans.

2.5 - Effectifs

On compte environ 430 personnes pour le total des 3 installations (mine, laverie, usine métallurgique).

3 - LA LAVERIE

La laverie traite environ 500 T de minerai par jour.

3.1 - Concassage

Le minerai arrive par camions à la maille de 0 à 200 mm (avec un stock pour le week-end). Le concassage donne une granulométrie de 14 mm.

3.2 - Broyage-flottation

Le premier broyeur fournit 75 % de particules à 74 μ . Il y a cyclonage : la surverse (< 200 mesh) passe en flottation, la sousverse retourne à un deuxième broyeur. Il n'y a qu'une flottation globale pour tous les sulfures. Le concentré contient environ 10 % d'eau au chargement par camions.

3.3 - Fonderie

Des boulets de 400 g, sont envoyés en fonderie où le four (1 300°) effectue une première fonte après ajout de quartz, calcaire et coke. Les mat-
tes obtenues (cuivre, or, Ag) sont acheminées par bateaux à Boliden (Suède)
pour traitement définitif.

3.4 - Réactifs utilisés

Silicate de soude 500 g/t, carbonate de soude 200 g/t, sulfure de
cuivre < 100 g/t, huile de pin 40 g/t, phoso crésol C 40 g/t, amylxanthate de
K : 70 g/t.

4 - STERILES DE LAVERIE

Les stériles sont transportés hydrauliquement par des tuyauteries
en fer jusqu'aux bassins de décantation où ils sont cyclonés (photo 1) ; la
sousverse étant utilisée pour la construction de la digue.

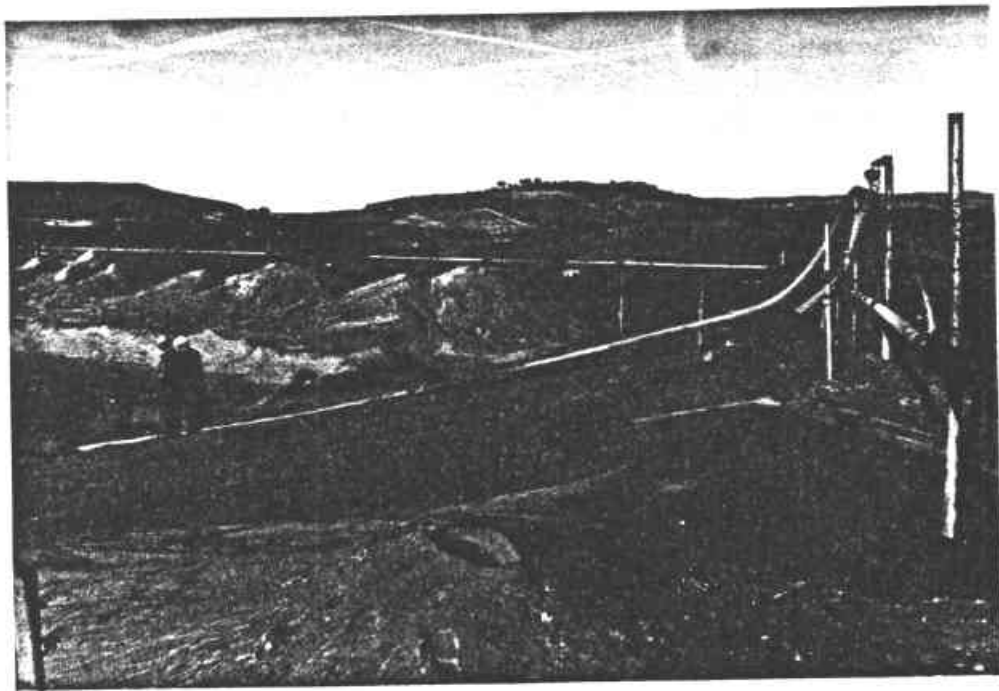


Photo 1 : Construction de la digue du bassin n° 5. Cyclonage des
stériles de laverie : la surverse est acheminée vers l'in-
térieur du bassin, la sousverse (granulométrie plus gros-
sière) constitue le corps de la digue (partie droite de
la photo).

En ce qui concerne la granulométrie des déchets, 90 % des grains
sont inférieurs à 210 μ et 70 % inférieurs à 100 μ (fig 2). La composition chi-
mique moyenne est la suivante : arsenic 6 à 20%, sulfures : 29 à 30%, fer : 35%,
silice, alumine, chaux, magnésie : 10 à 12%.

140 000 t par an de stériles sont déposés dans les bassins.

MINES & PRODUITS CHIMIQUES DE SALSIGNE

FLOTTATION

Granulométrie des stériles

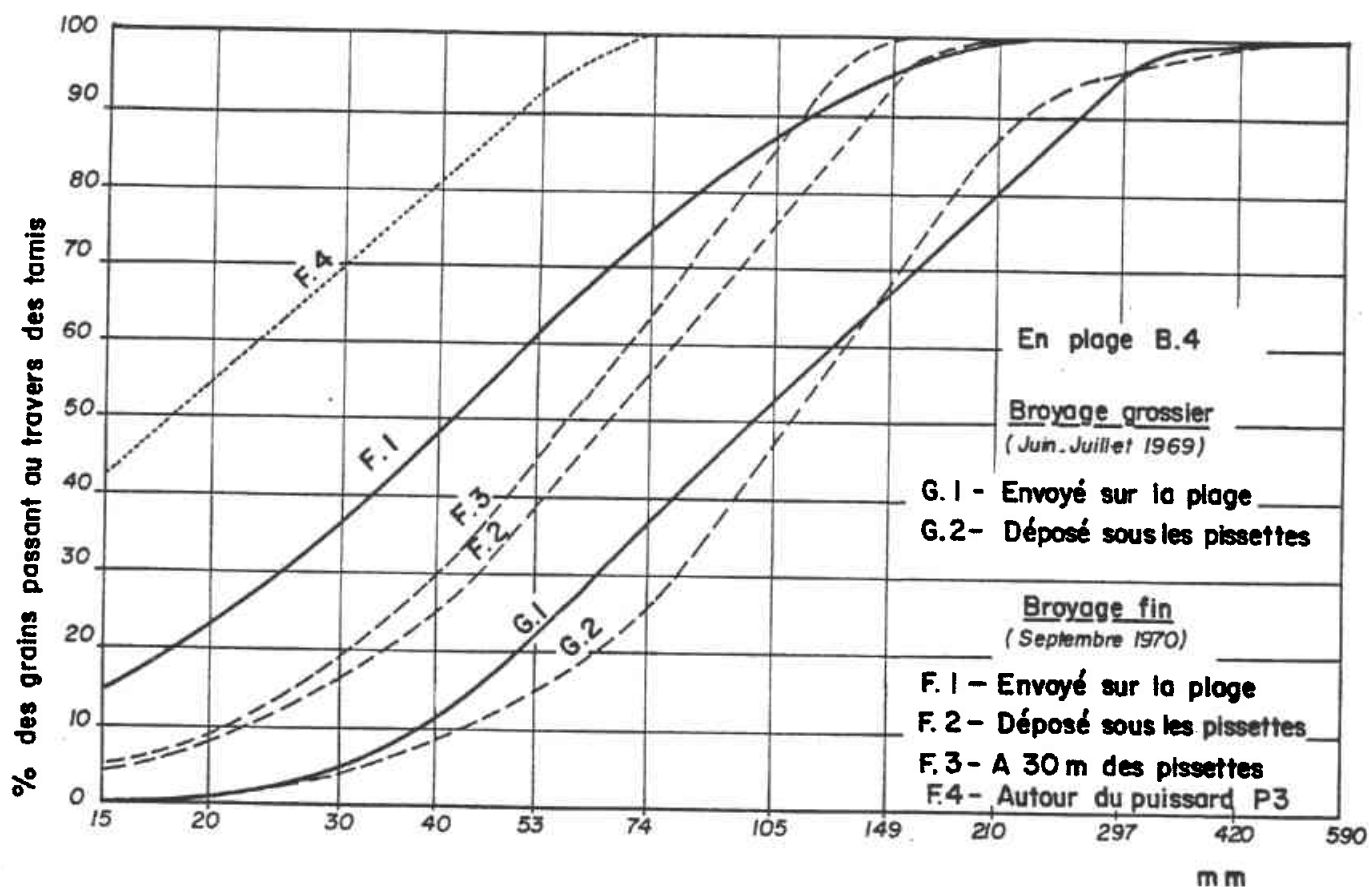


Fig 2 : Granulométrie des stériles de la flottation
(d'après le rapport de G. WEISSER)

5 - MODE DE STOCKAGE

5.1 - Bassins de décantation (= "plages") (Fig 3)

Ils occupent une vallée très évasée, au profil inégal, se raccordant vers l'est à celle de l'Orbeil par l'intermédiaire du ruisseau de Montredon, probablement canalisé lors des premiers dépôts. En 50 ans d'exploitation, les dépôts ont recouvert 25 ha de terrains constitués par une alternance de marnes montien-nes et de calcaires thanétiens. La pente moyenne est de 8 %.

MINES & PRODUITS CHIMIQUES DE SALSIGNE

FLOTTATION

La Plage B4 à fin juillet 1970.

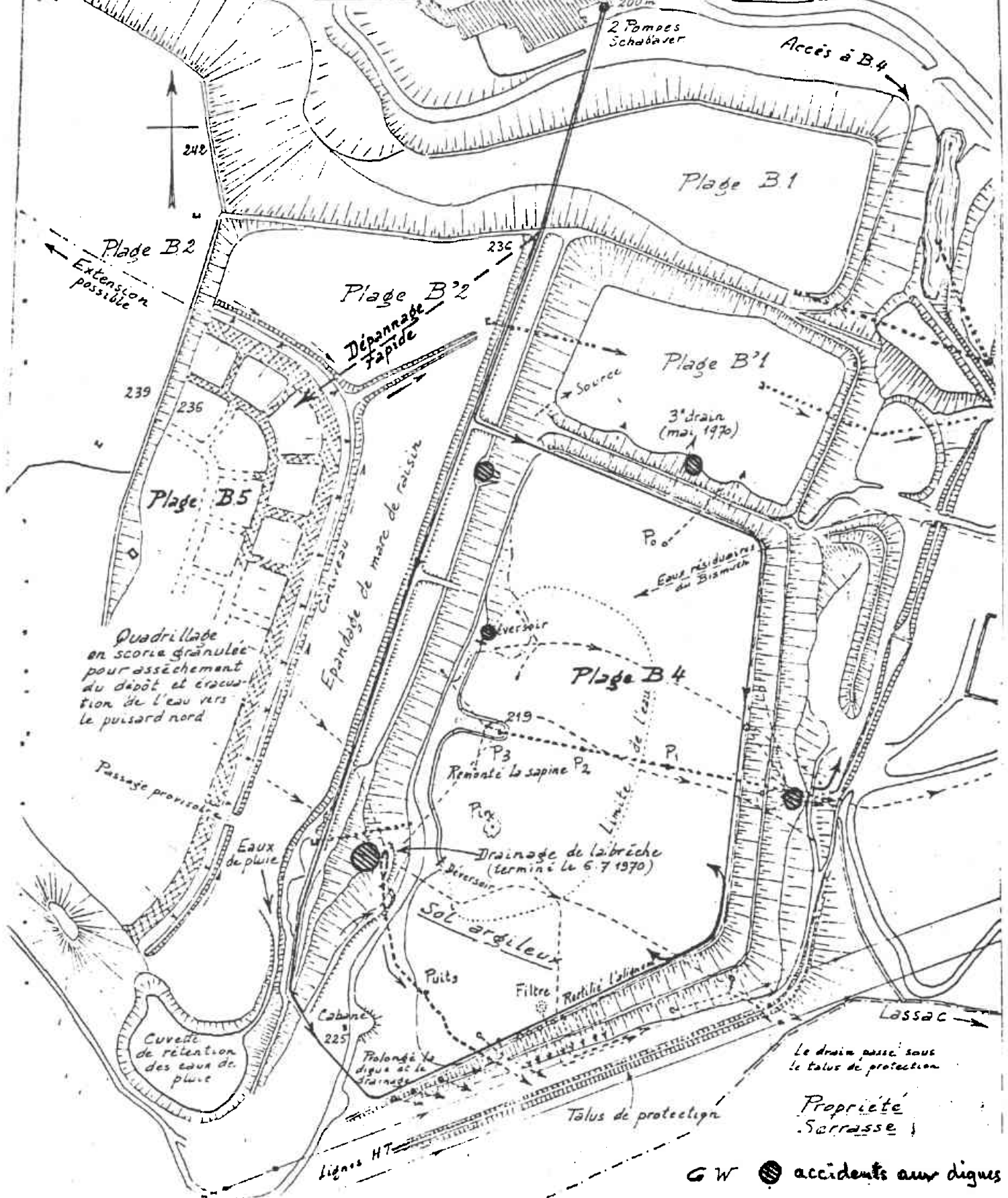


Fig 3 : Vue d'ensemble des plages (d'après G. WEISSER)

5 plages, parfois superposées, ont été successivement aménagées :

- la plage B1

dans le ravin de Montredon ; elle est retenue à l'aval par une digue en scories granulées qui domine l'usine d' H^2SO_4 . La hauteur maximale des dépôts est de 35 m.

- la plage B2

située plus au sud. Digue en scories granulées ; épaisseur maximale du dépôt : 42 m. Mise en végétation pour fixer les fines et s'opposer à la formation de poussières.

- la plage B'2

située à l'est de B2

- la plage B4

située à l'est de B'2 ; construite en 1966 après débroussaillage drains filtrants, canalisation de 150 m ($\emptyset = 0,8$ m) passant sous la digue.

- la plage B5

actuelle, construite sur l'ancienne plage B'2.

Un aménagement des aires de stockage avant le dépôt a été fait pour la plage B4 (débroussaillage, drains....).

L'évacuation des eaux décantées sur les plages B4 et B5 se fait par des puisards verticaux au centre de la plage qui écrèment les eaux décantées (figure 4). A leur base, une conduite en béton armé de 800 mm passant sous la digue évacue les eaux vers l'aval. Des filtres en cailloux et des drains en scories ont été en outre installés aux points sensibles.

5.2 - Les digues

Plusieurs types existent : en travers de ravin pour B1 et B2, à flanc de vallée pour B'2, B4 et B5. La hauteur des digues est variable : 10 à 30 m. La méthode de construction adoptée est la méthode amont où la digue progresse vers l'amont en enterrant les schlamms sous elle : c'est le cas de B4. Un ancrage (par creusement de tranchées remplies de blocs de pierre) a été réalisé à la base de la digue. La digue B5 actuelle est construite sur une partie de B'2 et en retrait d'une soixantaine de mètres : elle est constituée par un cordon de scories granulées de 6 m de largeur. Avant le dépôt, le terrain est cloisonné par un quadrillage en scories. (photo 2)

MINES & PRODUITS CHIMIQUES DE SALSIGNE

FLOTTATION

Plage B.4 - Système de drainage.

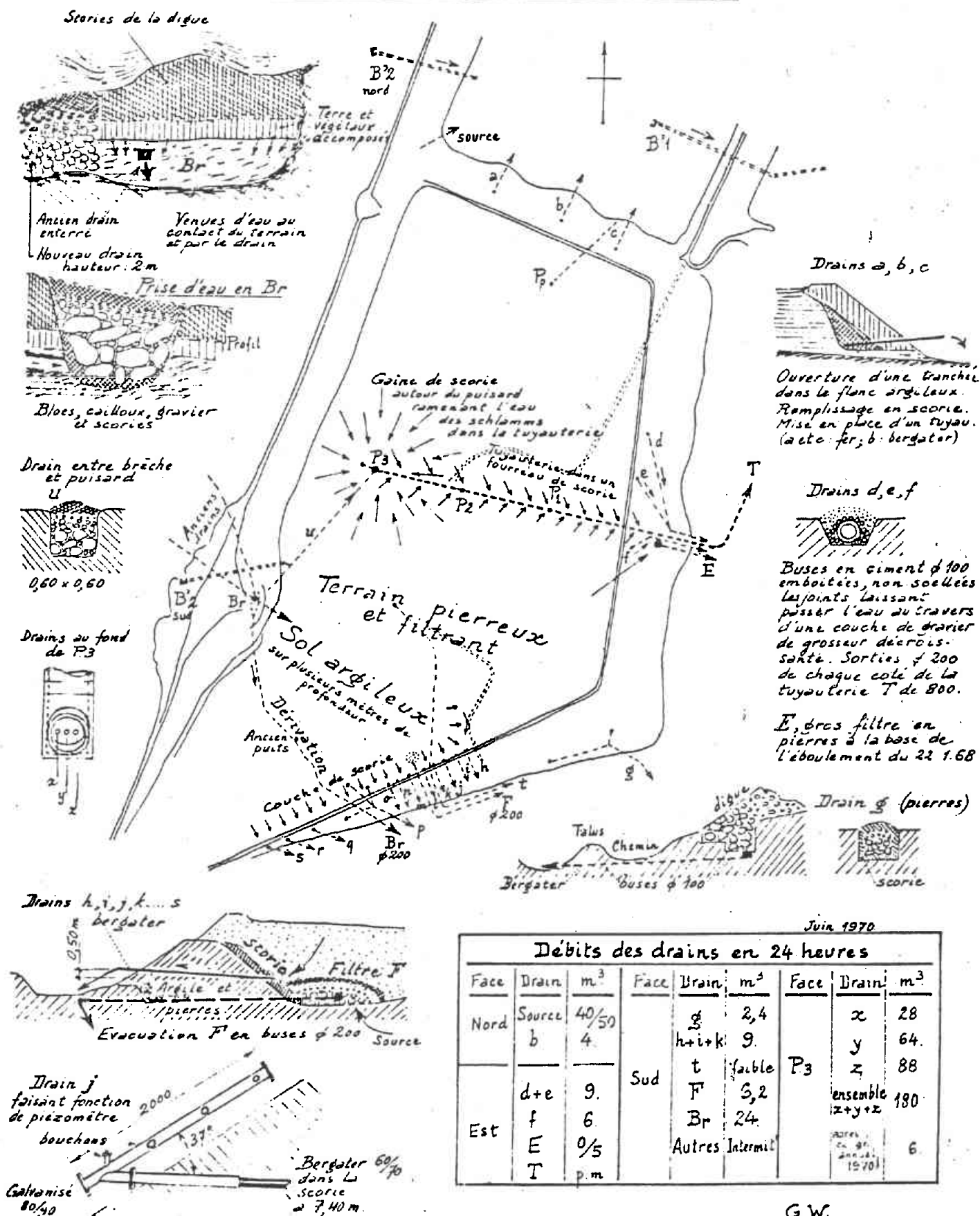


Fig 4 : Système de drainage de la plage B4 (d'après G. WEISSER)

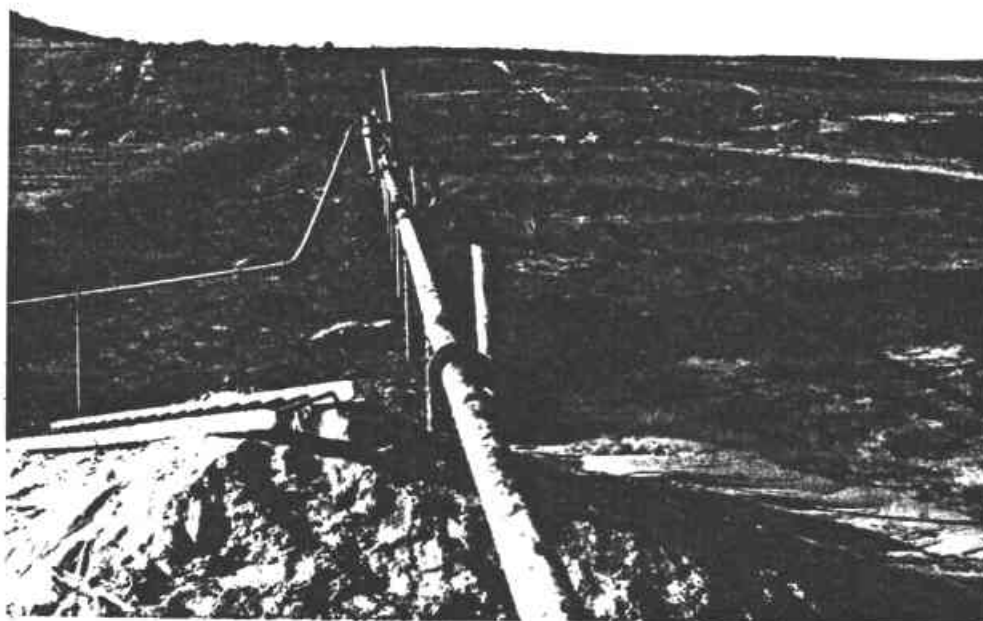


Photo 2 : Construction de la digue du bassin N° 5. Avant dépôt de la sousverse des matériaux filtrants (scories de l'usine à granulométrie très grossière) sont disposés à la base de la digue en 2 séries quadrillées jouant le rôle de drains. Au premier plan, la sousverse actuelle.

5.3 - Problèmes de stabilité

Sans refaire l'historique complet des incidents survenus aux digues depuis 50 ans, on peut citer :

- les inondations de 1930 ayant entraîné la destruction de certaines digues par submersion.
- 1er accident de la plage B'2 en 1965 : affaissements successifs de la digue. Comblement ultérieur par cailloux et terre.
- 2ème accident de la plage B'2 en 1966 : brèche de 100 m qui s'est ouverte dans la partie sud de la digue et qui a provoqué une coulée de boue ayant atteint l'Orbeil après avoir traversé la route de Conques. (photo 3)

Les causes : puisards contre la digue et déversement de la pulpe au fond de la plage

- pas d'enlèvement de la végétation avant dépôt
- pas de captation en pied de digue
- pas d'ancrage du pied de la digue
- scories à la base, terre et cailloux au sommet de la digue.



Photo 3 : Glissement du talus de la digue du bassin n° B'2 (1966)
Désordre dans la lithologie des dépôts à la suite d'une
importante brèche ouverte dans la digue.

- . accident de la plage B4 (fig 5 et 6) : plusieurs affaissements successifs depuis nov. 1967 jusqu'au grand affaissement de Janv. 1968 (photo 4). Comblement avec blocs de pierre en fond de brèche puis scorie granulée et terre. La nouvelle piste construite en retrait de 4 m.

5.4 - Evacuation des eaux

Le puisard de la plage 5 a 1 m de diamètre ainsi que la conduite d'évacuation qui envoie l'eau sur B4. Les dimensions des puisards et des conduites tiennent compte des précipitations maximales enregistrées (64 mm en 15 minutes = 10 000 l/sec).

Le débit total des sources et drains concernant la plage 4 s'élève à 100 m³/jour.

MINES & PRODUITS CHIMIQUES DE SALSIGNE

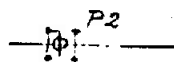
FLOTTATION - PLAGE B4

Signes précurseurs de l'éboulement du 22.1.68

(2)

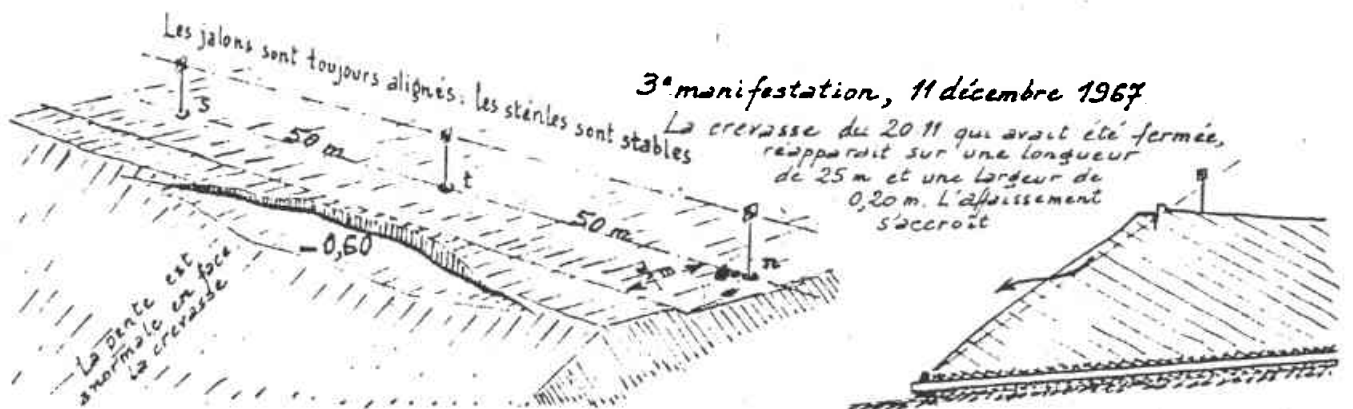


22 novembre 1967
Les images intérieures de la tuyauterie montrent que celle-ci a subi un déplacement



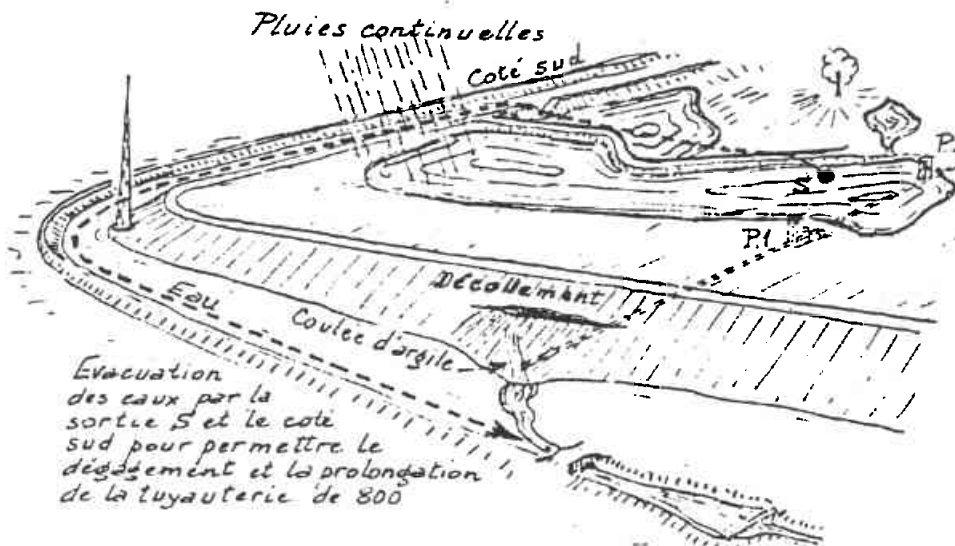
Passerelle
Poussée de la boue

On constate aussi que l'échaffaudage du puits n°1 a effectué une rotation de 2°47'



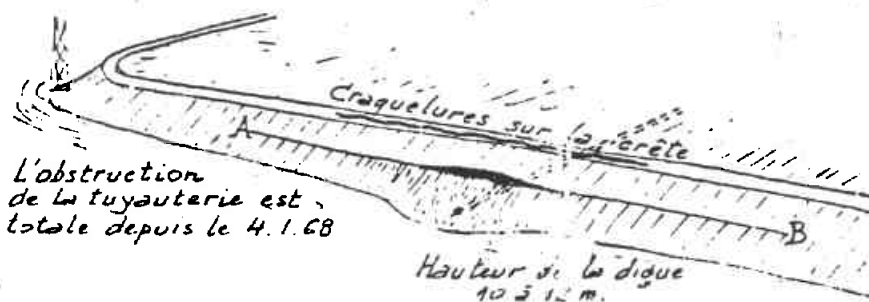
3^e manifestation, 11 décembre 1967

4^e manifestation, Le 17 décembre 1967, l'affaissement mesure 1,00 m.
Le 18 décembre, l'affaissement atteint 1,25 m.



5^e manifestation
25 décembre 1967

Décollement de la paroi et obstruction progressive de la sortie du tuyau de 800 par des coulées d'argile



6^e manifestation
5 janvier 1968

Amorce de décollement entre A et B à mi-hauteur

Fig 5 : Signes précurseurs de l'éboulement de janvier 1968 (plage B4) (d'après G. WEISSER)

MINES & PRODUITS CHIMIQUES DE SALSGNE

FLOTTATION - PLAGE B.4

Signes précurseurs de l'éboulement du 22.1.68

31

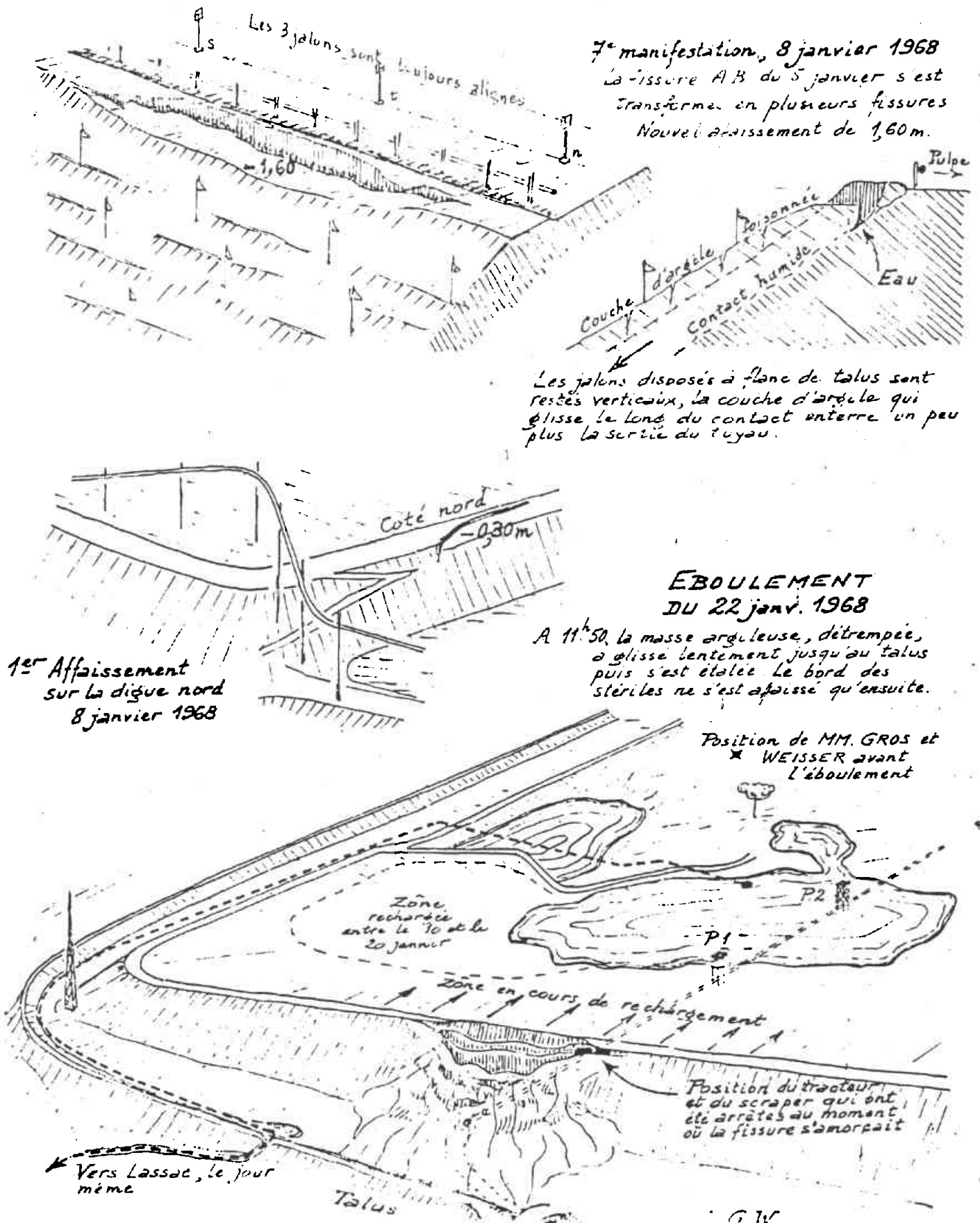


Fig 6 : Eboulement de janvier 1968 à la plage B4

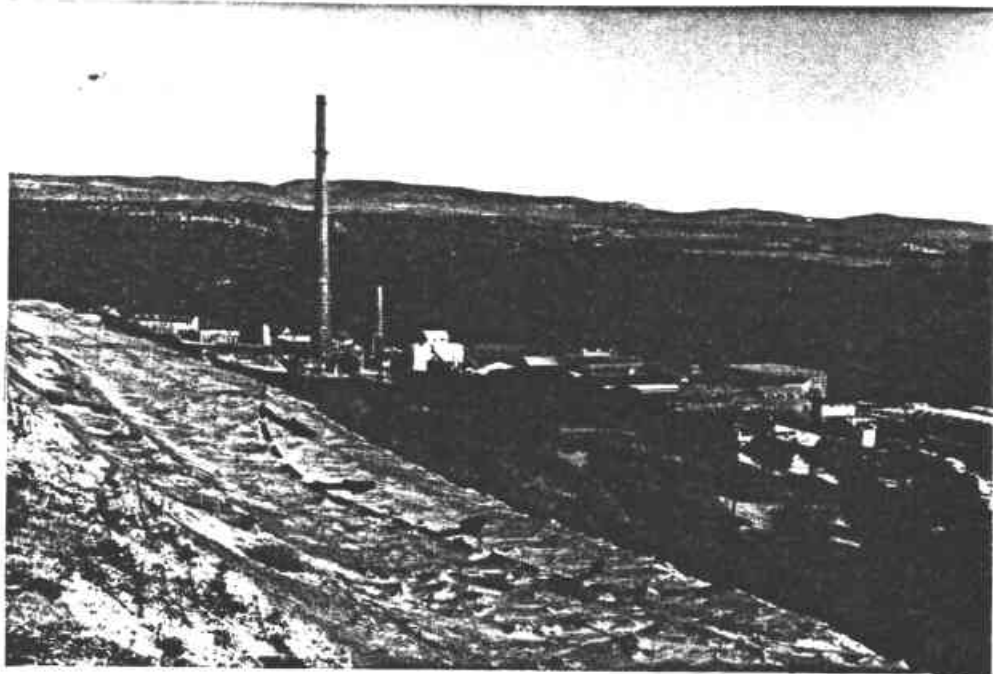


Photo 4 : Glissement de terrain de la digue du bassin 4 (1968)
glissement stabilisé. Plantation.

6 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

6.1 - La vue

Certaines plages sont plantées, les talus recouverts d'une couche de terre ; d'autres plages sont recouvertes de scories où rien ne pousse (photo 5).

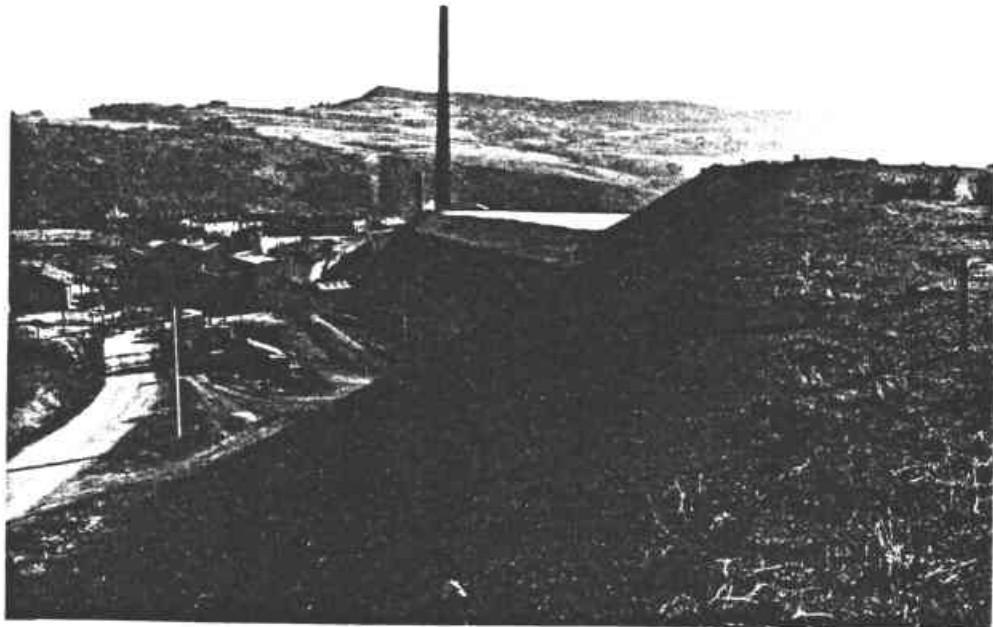


Photo 5 : Recouvrement des talus de digue par une mince couche de scories granulée (usine) en vue d'éliminer la formation de poussières.

6.2 - Les poussières

Par vent violent, l'érosion éolienne des digues est importante (30 cm/jour)(photos 6 et 7). Les zones sous le vent (NW) sont peu habitées. Plusieurs tentatives ont été faites pour lutter contre les poussières.

- . couvertures avec du marc de raisin, de la terre (sur D4)
- . plantations : peupliers du pays, résineux (photos 8 et 9)
- . écrans en tôle
- . procédé Solvay : Ca Cl_2 (500 g/m²) sur le parement aval de B5.

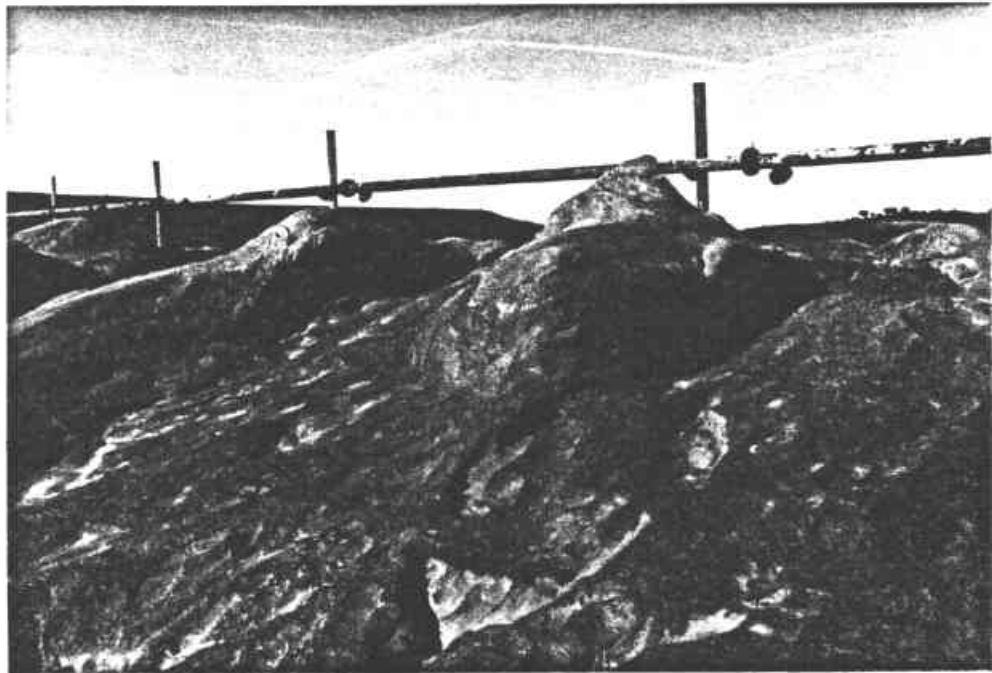


Photo 6 : Erosion éolienne de la digue du bassin n° 5 (en construction)

6.3 - Recyclage des eaux

Les eaux collectées en pied de digues sont d'abord traitées à la chaux. Après stockage des précipités (arsénite de chaux) dans des petits bassins annexes, ces eaux dont la teneur en arsenic est très faible, sont recyclées vers l'atelier de fabrication d'acide sulfurique où elles sont utilisées comme eau de refroidissement.

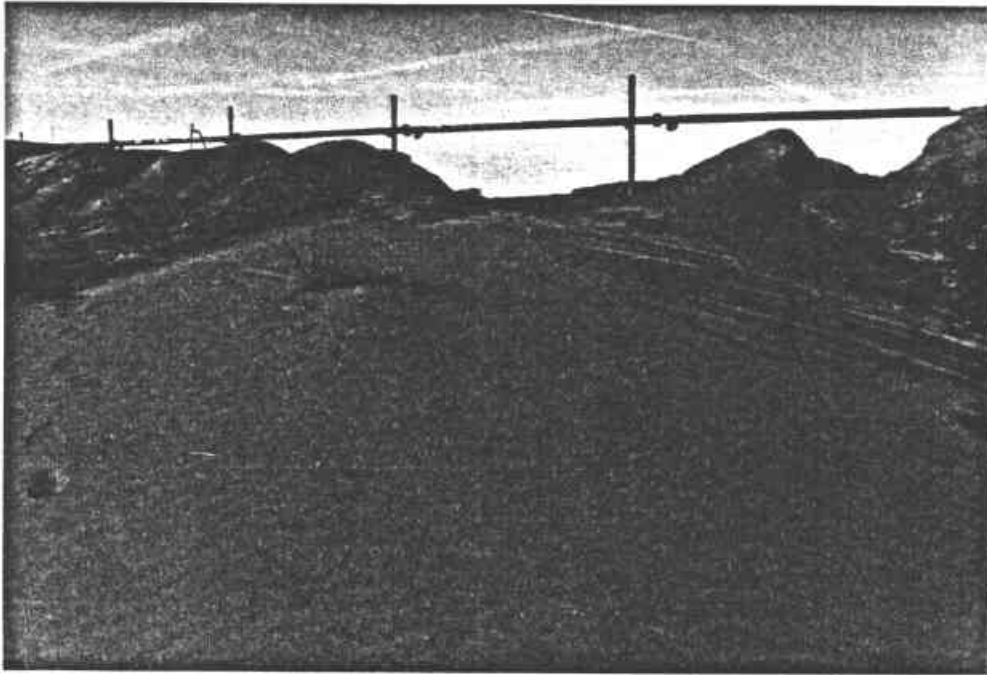


Photo 7 : Erosion éolienne de la digue du bassin n° 5 actuellement en construction.
Petites dunes déposées vers l'intérieur du bassin.



Photo 8 : Plantation sur le bassin N° 4. Certaines espèces (résineux) souffrent des fumées de SO_2 de rejet de l'usine métallurgique.

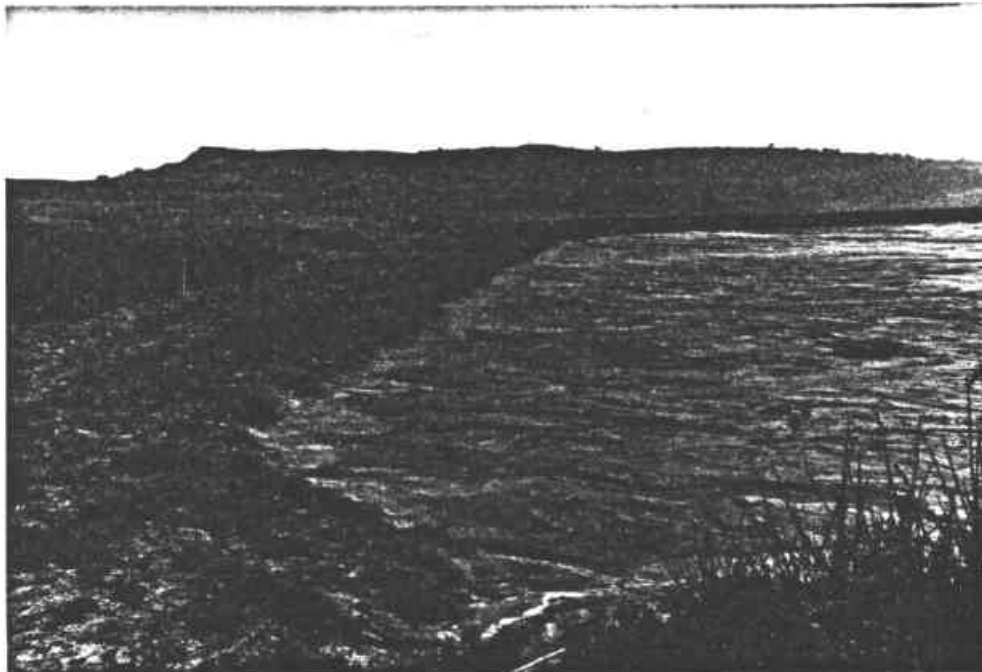


Photo 9 : Bassin de décantation ("plage") n° 4. Plantations sur le sommet de la digue (essai vers l'intérieur de la digue après ajout de terre).

7 - SOURCES D'INFORMATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE LA FICHE

- 7.1 - Enquête orale auprès de Messieurs Richard et Defemme
- 7.2 - Rapport de Monsieur G. Weisser : stockage des résidus de flottation pendant la période 1966-70.

CHAPITRE 11

EXPLOITATION DES FARGES

EXPLOITATION DES FARGES

1 - GENERALITES

Département : Corrèze

Commune : Les Farges

Raison Sociale : Société Minière de Corrèze 19200 USSEL

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique

La mine des Farges est située à environ 5 km à l'Est d'Ussel. Découvert en 1963, le gisement a été mis en exploitation en 1974 pour une durée initialement prévue de 10 ans.

2.2 - Contexte géologique

Le gisement consiste en un filon de barytine et de quartz avec galène argentifère situé dans un massif de granite de 30 km de long et 16 km de large. Le filon a une direction Nord 15° Est et un pendage de 15 à 20° vers l'Ouest.

2.3 - Exploitation

L'exploitation du filon est souterraine. Elle se fait sur une longueur d'environ 800 m et jusqu'à une profondeur de 250 m. La puissance moyenne du filon est de 2,50 m.

La forte altération du granite au voisinage du filon a pour conséquence une mauvaise tenue des épontes et des venues d'eau importantes qui ont obligé à abandonner la méthode d'exploitation montante initialement retenue, au profit d'une exploitation par tranches descendantes avec remblayage par un mélange stérile - ciment.

Le plan des installations au 1/5 000 (puits, stockages de déchets, laverie) est présenté à la figure 2.

2.4 - Production

L'exploitation produit 180.000 tonnes de minerai tout-venant par an. La teneur moyenne en plomb (galène, carbonate, pyromorphite) est de 5 à 5,5 % ; celle de la barytine est de 20 à 25 %.

La production annuelle est de :

30.000 tonnes de concentrés de barytine à 98,5 %,

10.000 tonnes de concentrés de plomb à 70 %,

1,5 kg d'argent par tonne de concentrés de plomb.

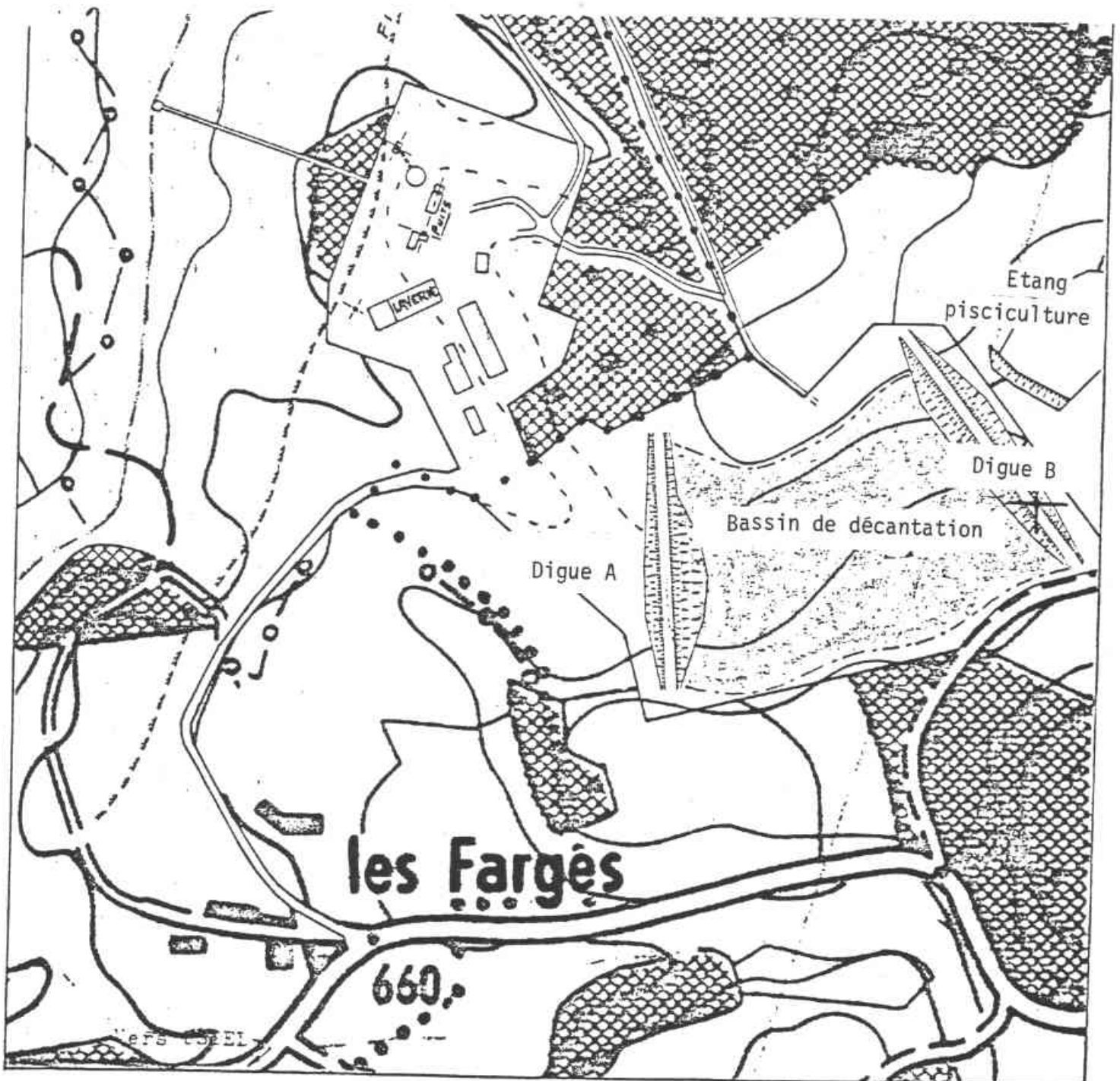


Figure 2 : Plan des installations au 1/5 000

2.5 - Effectifs

La mine des Farges emploie, en 1979, environ 175 personnes dont une centaine au fond.

3 - LAVERIE

3.1 - Concassage - Broyage

Un préconcassage, au fond, est suivi d'un débourbage et d'un concassage en surface pour amener le minerai à la granulométrie 0-25 mm. Le débourbage a été rendu nécessaire en raison de l'importante quantité d'argile présente dans le tout-venant.

Le passage dans deux broyeurs à boulets conduit à la granulométrie 0-315 μ .

3.2 - Flottation

Après broyage, la pulpe passe par deux circuits successifs de flottation pour le plomb et la barytine.

3.3 - Réactifs utilisés

Acide sulfurique
Amylaxanthate
Huile de pin
Carbonate de soude
Silicate et sulfure de sodium
Galoryl MT 508

De tous ces réactifs seule l'huile de pin n'est pas bio-dégradable.

4 - STERILES

La mine produit deux catégories de stériles : les déchets de galerie provenant des épontes et les déchets solides de laverie.

4.1 - Déchets de galerie

Environ 20.000 tonnes de produits de galerie sont extraites chaque année. Ces matériaux grossiers (0-180 mm) sont entreposés sur une aire de stockage à proximité du puits (photo 1).

4.2 - Déchets solides de laverie

La laverie produit 140.000 tonnes de rejets solides par an. Les résultats de l'analyse granulométrique moyenne des déchets de flottation du mois d'Avril 1979 sont présentés au tableau 1.

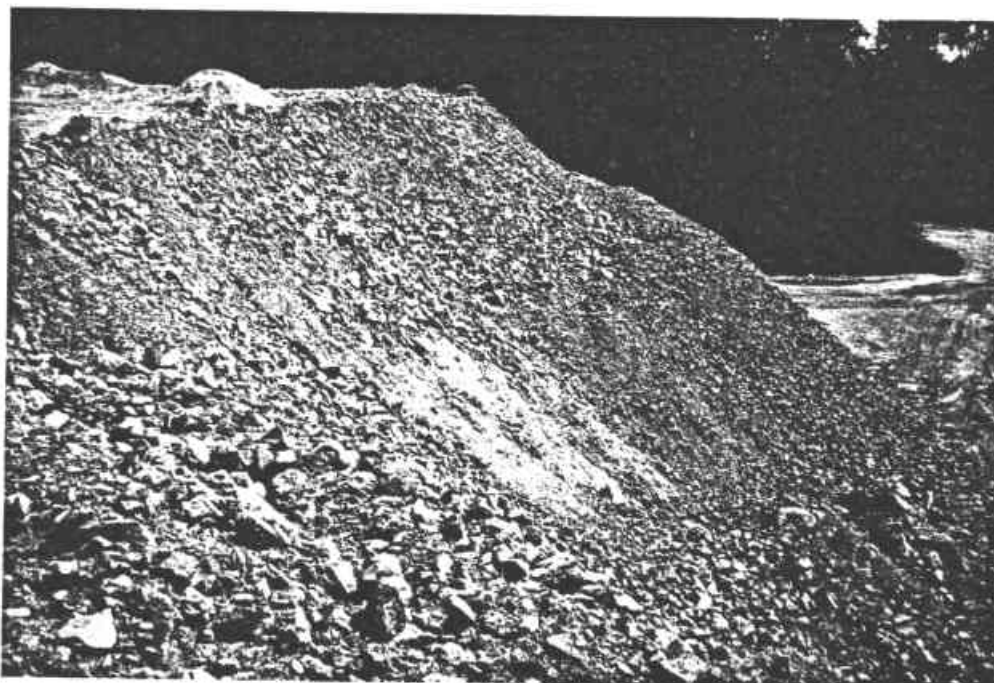


Photo 1 : Stockage des déchets de galerie

Tamis	Refus par tamis		Refus cumulé	
	en g	en %	en g	en %
+ 315 μ	42,0	18,8	42,0	18,8
+ 160 μ	61,5	27,6	103,5	46,4
+ 80 μ	52,5	23,5	156,0	69,9
+ 40 μ	24,5	11,0	180,5	80,9
- 40 μ	42,5	19,1	223,0	100,0

Tableau 1 : Analyse granulométrique des rejets de flottation
(échantillon moyen avril 1979)

On constate que 20 % environ des éléments sont supérieurs à 315 μ et 20 % inférieurs à 40 μ .

A leur sortie de la laverie, les rejets solides sont envoyés aux installations de remblayage du fond ou un cyclonage sépare les éléments inférieurs à 40 μ qui sont transportés au bassin de décantation.

Une partie seulement (40 000 t) des déchets grossiers supérieurs à 40 μ est utilisée après mélange avec du ciment pour le remblayage de la mine. Le reste est rejetée dans le bassin de décantation avec les fines.

Les rejets ont des teneurs d'environ 0,8 % en plomb et de 10 à 12 % en barytine.

4.3 - Evacuation et stockage des déchets de laverie

Les déchets de laverie non utilisés au fond sont transportés hydrauliquement vers le bassin de décantation (photo 2).



Photo 2 : Déversement des déchets de laverie dans le bassin de décantation

Le point de déversement dans le bassin est déplacé périodiquement pour obtenir un remplissage uniforme.

La photo 3 met en évidence le litage horizontal auquel aboutit le dépôt hydraulique des stériles avec pour conséquence une anisotropie des propriétés mécaniques et hydrauliques des déchets.

L'implantation du bassin de décantation est indiquée sur le plan au 1/5.000 de la figure 2. Le bassin a été placé dans un thalweg barré par deux digues. Il couvre une superficie de 6.5 ha pour une capacité maximale de 340.000 m³ (photo 4).



Photo 3 : litage horizontal des dépôts de stériles dans le bassin de décantation.



Photo 4 : vue générale du bassin de décantation.

Les deux digues ont été construites avec des matériaux d'emprunt trouvés sur le site et elles ont été conçues comme de véritables ouvrages de retenue.

Une reconnaissance géotechnique du site a été effectuée par le CEBTP pour déterminer les caractéristiques mécaniques et les quantités de matériaux de construction disponibles.

Les caractéristiques principales des deux ouvrages sont :

ouvrage	hauteur	longueur	largeur en tête	Pentes des parois	
				externes	internes
digue A (aval)	11 m	225 m	4 m	3/5	1.5/5
digue B (aval)	7 m	250 m	5 m	3/5	1.5/5

Les digues ont été réalisées avec un tapis filtrant d'une épaisseur de 80 cm, une clé d'ancrage et une revanche de 1 m.



Photo 5 : vue du parement amont de la digue A (aval)

Les parois externes des deux digues ont étéensemencées pour éviter l'érosion (photo 6).



Photo 6 : végétation sur le parement aval de la digue A (aval) et évacuateur de crue.

4.4 - Gestion de l'eau :

Les eaux que l'exploitation de la mine doit prendre en compte ont trois origines :

- les eaux d'exhaure de la mine,
- les eaux de décantation du bassin,
- les eaux de ruissellement.

L'exhaure naturelle de la mine est de $50 \text{ m}^3/\text{h}$. Cette eau est pompée vers le bassin de décantation.

La laverie est alimentée par l'eau de décantation du bassin. L'excédent neutralisé au ph 7.5/8.0 est filtré et rejeté dans le ruisseau.

Des analyses de l'eau rejetée sont faites périodiquement.

Evacuation des eaux naturelles.

La situation du bassin de décantation barrant un thalweg, la présence d'un étang de pisciculture à l'amont du bassin a rendu nécessaire la conception d'un système d'évacuation des eaux naturelles.

L'évacuation des eaux naturelles en régime normal a été prévue par un système de deux conduites (ϕ 200 mm et ϕ 400 mm) de 350 m passant sous le bassin dans l'axe du thalweg et dimensionné à partir d'un bilan hydrologique du bassin

versant. L'une des deux conduites devait également être utilisée au recyclage des eaux décantées par l'intermédiaire d'un système à seuil réglable branché sur la conduite.

Le système d'évacuation des eaux naturelles n'a jamais fonctionné probablement en raison d'une construction défectueuse. En effet, dès le début de l'exploitation, un cratère est apparu dans le bassin suivi du bouchage des canalisations qui a rendu impossible l'utilisation des deux conduites pour l'évacuation des eaux naturelles.

Depuis lors, les eaux naturelles sont évacuées par pompage à l'amont de la digue B et rejetées dans le bassin de décantation (photo 7).

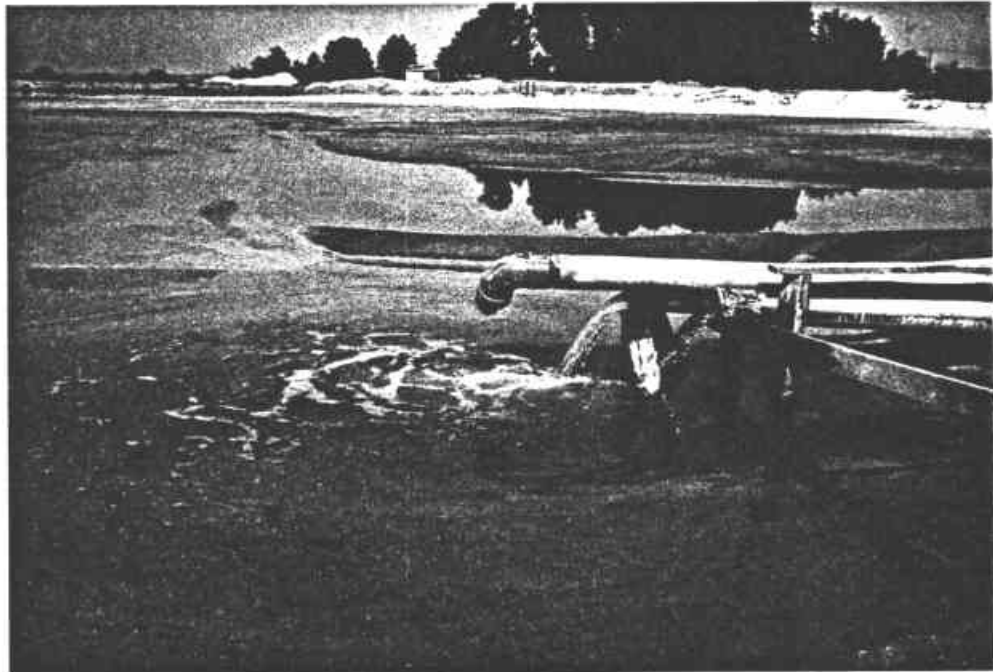


Photo 7 : arrivée des eaux naturelles pompées à l'amont de la digue B.

Le recyclage des eaux de décantation est effectué par syphonage à partir d'un radeau.

Un fossé de protection et un évacuateur de crue non bétonné ont été construits pour faire face à une crue millénaire de $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.5 - Impact sur l'environnement

Les dispositions prises pendant l'exploitation sont telles que l'impact sur l'environnement a été réduit au minimum.

Toutefois, les problèmes de l'évacuation des eaux de ruissellement et de la réhabilitation du bassin de décantation après l'arrêt de l'exploitation n'ont pas encore trouvé de solution.

5 - SOURCES D'INFORMATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE LA FICHE :

5.1 - Renseignements oraux obtenus en Juin 1979 à la mine des Farges

M. CHARAVEL Directeur de la Mine

M. DETTORI Atelier de traitement et entretien

5.2 - Note technique : Mine des Farges : Bassin à rejets - Projet Avril 1974.

5.3 - Rapport BRGM 78 SGN 93 MIN : Les ateliers de flottation de minerais plombo-zincifères en France.

CHAPITRE 12

EXPLOITATION DES PORRES

EXPLOITATION DES PORRES

1 - GENERALITES

Département : Var

Commune : Les Arcs

Raison Sociale : Société des Mines de Garrot

Quartier de la gare B.P. 7 83460 Les Arcs

2 - DESCRIPTION DU GISEMENT

2.1 - Situation géographique (fig 1)

Le gisement des Porres est situé à 7 km au sud des Arcs, l'usine de traitement se trouvant à proximité de la gare SNCF de la ville. La mine est exploitée de façon continue depuis 1946.

2.2 - Contexte géologique

Le filon est encaissé, au revers nord du Massif hercynien provençal des Maures, dans des amphibolites d'âge anté-stéphanien bordées à l'est et à l'ouest par des micaschistes. La foliation a une direction N 25°E et un pendage de 45°W. Une faille de direction E-W affecte micaschistes et amphibolites.

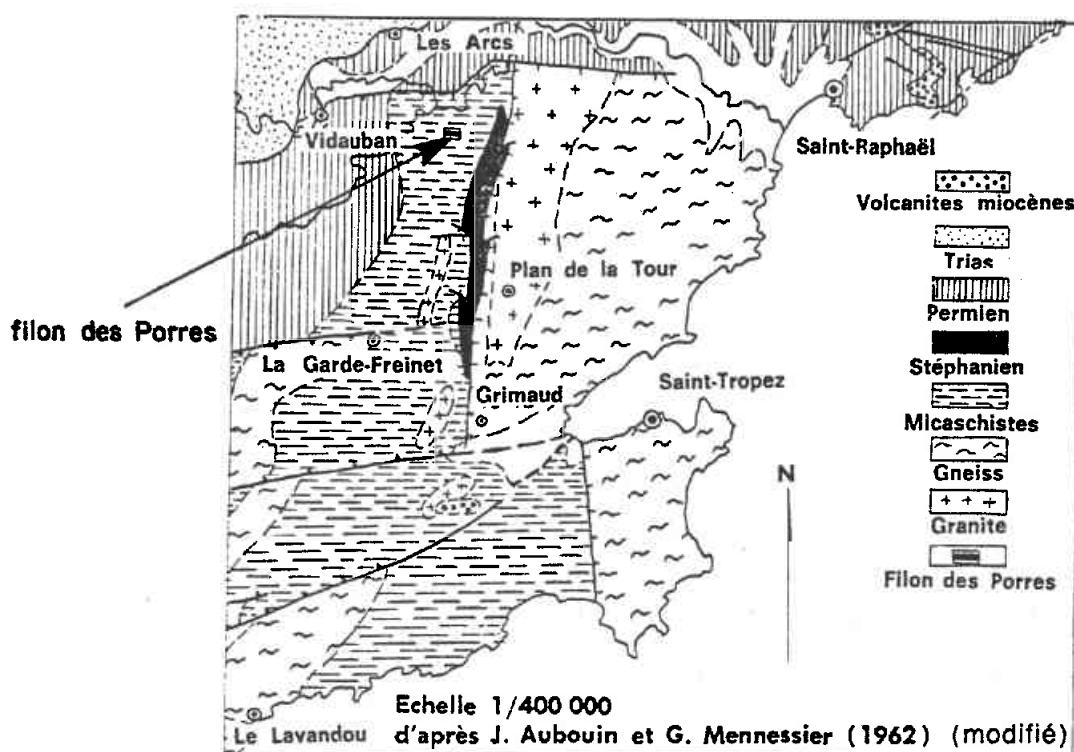


Fig 1 : Cadre géologique et géographique Echelle 1/400 000

2.3 - Type de gisement et d'exploitation - Minéralisation

Le gisement est constitué par un filon de 400 m de longueur, de direction E-W et de pendage 80° N. Sa puissance moyenne est de 2,5 m.

La minéralisation est essentiellement barytique avec un faible pourcentage de fluorine, quartz et calcite. Exceptionnellement, on trouve des oxydes de manganèse aux épontes.

La teneur moyenne du minerai tout-venant est la suivante :

Ba SO ₄	70 - 80 %
Ca F ₂	5 - 10 %
CO ₃ Ca	5 - 10 %
SiO ₂	10 - 15 %
Oxydes Mn	traces

L'exploitation se fait par chambres pleines à partir d'une galerie de stot tracée au-dessus de la galerie de base (modifiée ensuite en adoptant un front de taille incliné à 45°).

2.4 - Production - Réserves

La production annuelle est passée de 11 000 t (1946) à 30 000 t (1972). Actuellement, le tonnage produit est de 3 000 t/mois. Les réserves sont estimées à environ 400 000 t. La durée de vie probable de la mine est de 15 à 20 ans.

3 - LA LAVERIE

Le traitement se fait par un simple broyage et par classifications gravimétriques (bacs à piston, jigs et tables), sans utilisation de réactifs.

Actuellement (1979), les 3 000 t/mois de minerai extrait fournissent :

1 800 t de produits marchands composés de concentrés à 96-98 % de Ba SO₄ et de mixtes à 88 % de Ba SO₄

1 200 t de stériles dont la granulométrie comporte 3 classes principales 4 à 15 mm, 1,5 à 4 mm et 0,75 à 1,5 mm. Les produits sont commercialisés (matériaux de viabilité). Les fines inférieures à 50 µ sont stockées après passage dans un bassin de décantation et séchage. Il est prévu de les retraiter par flottation pour en extraire Ba SO₄.

4 - RESIDUS DE LAVERIE

Les seuls stériles qui doivent être stockés sont les fractions fines. Pour l'instant, ils sont déposés en tas de 5 m de haut et représentent au total 2 500 à 3 000 t. Il n'y a donc pas de problème de stabilité.

Il est difficile de déterminer le tonnage total stocké en fin d'exploitation ; cela dépendra du retraitement éventuel.

La fraction grossière est commercialisée.

5 - IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Les seuls problèmes d'environnement sont liés :

- . d'une part à la consommation d'espace car les stériles vont en s'agrandissant.
- . à la possibilité de formation de poussières. Celles-ci restent cependant peu importantes car il se forme une crôte à la surface des tas empêchant la formation excessive de poussières sous l'effet du vent.

6 - SOURCES D'INFORMATION AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DE CETTE FICHE

- . Visite sur place - Enquête orale auprès de Monsieur BURNOL, directeur de la mine
- . Revue "Riviera scientifique" 4ème trim. 1973 : le filon barytique des Porres (Var) par la Société des Mines de Garrot.

