



Département Mines et Géologie 705

E C O L E N A T I O N A L E P O L Y T E C H N I Q U E

DEPARTEMENT MINES ET METALLURGIE

MINE DE TIMEZRIT  
ETUDE HYDROGEOLOGIQUE  
EXPLOITATION NIVEAU +318

SUJET:

PROPOSE PAR LA SONAREM

DIRIGE PAR M.KUZNIAR

ETUDIE PAR M.BENHAMMOU

## A V A N T - P R O P O S

Je ne saurais présenter cette étude sans exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des professeurs du département Mines et Métallurgie.

Mes remerciements vont particulièrement à Messieurs J.KUZNIAR et DESCHAMPS qui ont bien voulu, que ce soit sur le terrain ou à l'école, me guider dans l'élaboration de cette étude concernant l'hydrogéologie de la mine de Timezrit.

Ma pensée va aussi au personnel de la SONAREM qui m'a bien accueilli lors de mes stages à la mine.

M. BENHAMMOU

# S O M M A I R E

I	Introduction	1
2	Situation géographique de la mine.....	2
3	Historique .....	2
4	Reserves et perspectives.....	3

## PREMIERE PARTIE: ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

I	Géologie régionale	
I-2	Généralités.....	5
I-3	Orogenèse.....	5
I-4	Structure du massif de Timezrit.....	6
I-5	Stratigraphie régionale.....	6
2	GEOLOGIE LOCALE	
2-1	Structure géologique locale.....	9
2-2	" tectonique locale.....	10
2-3	Stratigraphie locale.....	10
2-4	Description des accidents.....	11
2-5	Minéralogie du fer.....	13
3	CLIMAT ET VEGETATION	
3-1	Climat.....	18
3-2	Végétation.....	19
4	LES EAUX SOUTERRAINES	
4-1	Eaux souterraines régionales.....	20
4-2	Eaux souterraines locales.....	21

5	HYDROGEOLOGIE DE LA MINE	
	5-1 Zones hydrogéologiques.....	25
	5-2 Rôle hydrogéologique des fissures.....	29
	5-3 Circulation des eaux souterraines.....	29
	5-4 Venues d'eau à caractères de saison...31	
	5-5 Inondations.....	33
6	MESURES A ENTREPRENDRE CONTRE LES INONDATIONS.	38
7	CONCLUSION.....	43

DEUXIEME PARTIE: EXPLOITATION

I	Essature générale de la mine.....	I
2	Méthode d'exploitation actuelle.....	2
3	Energie de la mine.....	8
4	Indices technico-économiques.....	9
5	Méthode proposée.....	II
6	Conclusion.....	I7

---=ooOoo=---

## 1. INTRODUCTION

Le régime hydrogéologique de la mine de Timezrit présente un aspect propre aux régimes hydrogéologiques karstiques.

Il est caractérisé par de soudaines affluences d'eau à grand débit. Ces affluences durent quelques jours, inondant ainsi la mine et provoquant l'arrêt des travaux d'exploitation

Au bout de quelques jours, après l'afflux, l'eau se trouve évacuée naturellement, sous l'effet de la charge hydrostatique, par des systèmes de fissures.

De telles inondations, la mine en a enregistré deux, la première en 1966, la deuxième en 1968;

Notre étude consistera à déterminer les causes de ces inondations en vue de prévoir des mesures à entreprendre contre ces inondations.

Nous proposerons en fin de cette étude une méthode d'exploitation concernant la partie du gisement situé au dessus de la côte 318.

## 2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA MINE

La mine de Timezrit fait partie de l'arrondissement de Sidi-Aich. Elle est située à 35 km au sud-ouest de Bougie. La station de chemin de fer la plus proche est Il-Matten à 3,5km au nord-est du gisement.

La mine se situe plus exactement sur le flanc nord-ouest du massif de Timezrit qui surplombe de ses 1000 m d'altitude la vallée de la Soummam.

La commune de Timezrit comprend 17000 habitants. La population essentiellement montagnarde vit uniquement de la mine, seule source de travail.

## 3. HISTORIQUE DE LA MINE

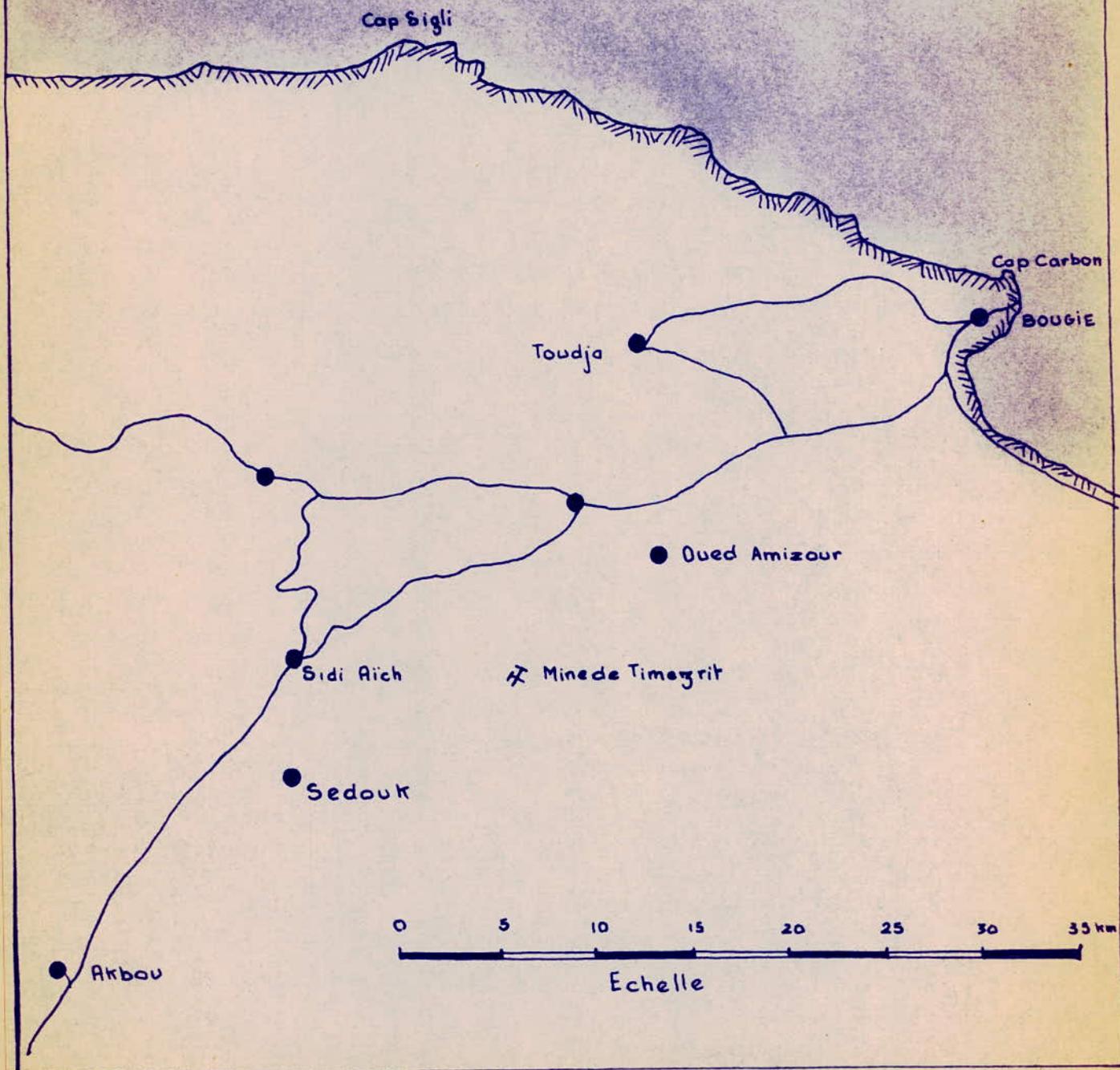
La concession a été établie le 6 septembre 1902. L'exploitation a démarré avec une exploitation à ciel ouvert terminée vers 1911. Depuis 1911 jusqu'en 1962 une exploitation par tranches montantes remblayées a permis d'exploiter 5 120 000 tonnes d'hématite et sidérite. L'accès au gisement se faisait par les plans inclinés existants actuellement. Le 3 mars 1962 la méthode d'exploitation par sous-niveaux foudroyés a supplanté l'ancienne.

La production annuelle pendant ces dernières années a été la suivante:

1963-1964	50.000 tonnes
64-65	105.000 "
65-66	108.000 "
66-67	142.000 "
67-68	137.000 "
68-69	135.000 "
69-70	146.400 "

# SITUATION DES ENVIRONS DE LA MINE DE TIMEZRIT

MER MEDITERRANEE



4-RESERVES

Au début de l'année 1966, la mine de Time-zrit présenta un programme de travaux de recherche à la Sonarem. Ce programme prévoyait une série de sondages en vue d'évaluer les réserves. Ces travaux commencèrent le 25 janvier 1966 et prirent fin le 15 septembre 1966.

Cette série de sondages ( 1396 m. au total ) répartie en 8 stations a donné les résultats suivants.

TABLÉAU DES RESERVES

Ames	Niveau	Reserves certaines	Reserves probables	Reserves possibles
II-18-20	327-322	50.700		
	322-317	43.300		
	317-300	222.900		
	300-275		199.000	
	275-250		167.700	
	250-225		140.000	
	225			348.000
10	338-333	12.800		
	333-317	15.600		
20 bis 1 <sup>ère</sup> lent.	327-322	27.890		
	322-317	18.680		
	317-300	64.280		
	300-265		112.350	
20 bis 2 <sup>e</sup> lentille	327-322	2.330		
	322-317	5.335		
	317-308		7.200	
TOTAL		457.980	626.500	348.000

## PERSPECTIVES

D'après les réserves certaines et la production annuelle (170.000 tonnes), nous voyons que la durée de vie certaine de la mine est de 30 ans.

Les recherches en profondeur faites au dessous du niveau 318 ont permis d'évaluer quelques 630.000 tonnes réserves probables et 350.000 tonnes de réserves possibles, exploitables donc en 5 ou 6 ans. Pour

Pour assurer l'exploitation des nouvelles réserves, la mine a projeté l'abandon de l'implantation actuelle et son remplacement par une infrastructure nouvelle. Il s'agissait de creuser un travers banc ( le creusement se continue de nos jours). Le minerai sera évacué directement par ce travers banc jusqu'à la ligne de chemin de fer.

P R E M I E R E

P A R T I E

H Y D R O G E O L O G I E

## 1. GEOLOGIE REGIONALE

### 1.2 Généralités

A l'est du sillon de la Soummam, jusqu'au massif ancien de la petite Kabylie, s'étend le domaine de la chaîne des Babors. Il comprend la chaîne des Babors proprement dite et quelques massifs isolés qui, dans le prolongement de la chaîne se situent plus à l'ouest. Ces massifs isolés tels que : Timezrit, l'Adrar gueldman, le djebel Trouna... Forment la chaîne tellienne.

### 1.3 Orogénese

Le domaine de la chaîne des Babors dont fait partie le massif de Timezrit a été une région particulièrement instable. Les premiers mouvements orogéniques apparaissent dès la fin du lias.

C'est au miocène, que le style extrusif a affecté le domaine de la chaîne des Babors. Ce style est caractérisé par la sortie brutale des calcaires du jurassique au milieu des schistes du crétacé. Les failles qui limitent les extrusions sont en général sub-verticales, rarement obliques.

Les phénomènes orogéniques accompagnés et suivis de grandes fractures donnèrent naissance au paysage actuel.

L'accumulations de ces phénomènes structuraux suggérés ci-dessus a conduit à de grandes complications locales parfois très grandes, gênantes dans l'étude géologique. Il sera donc très difficile de replacer exactement la formation des minerais dans l'histoire structurale du gîte et surtout des roches hôtes.

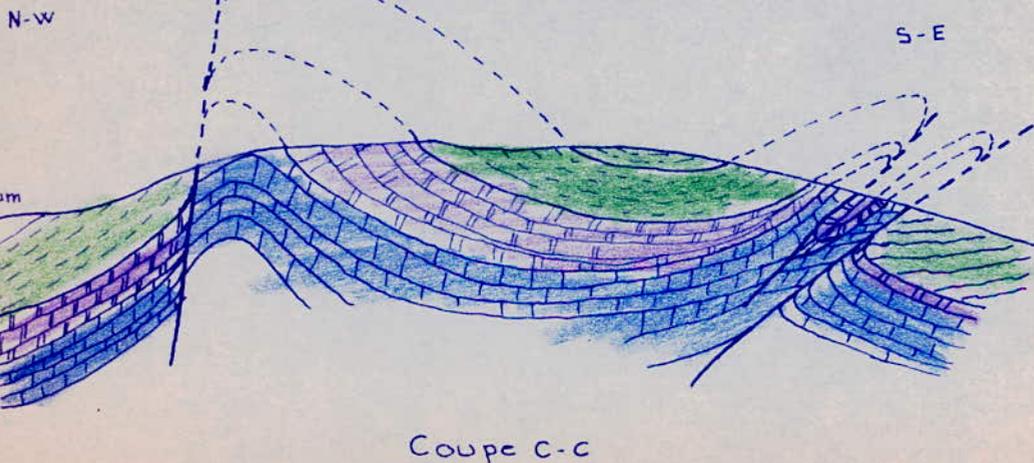
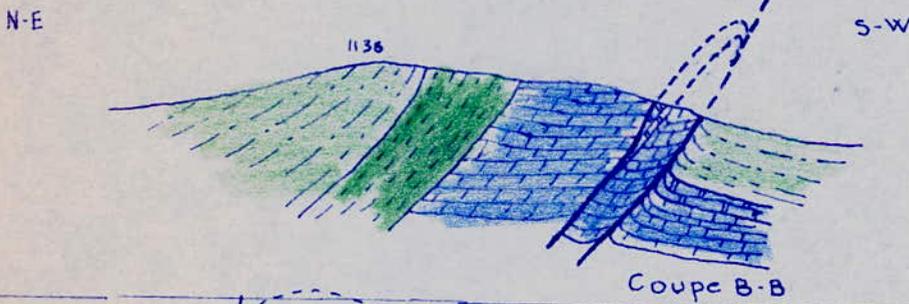
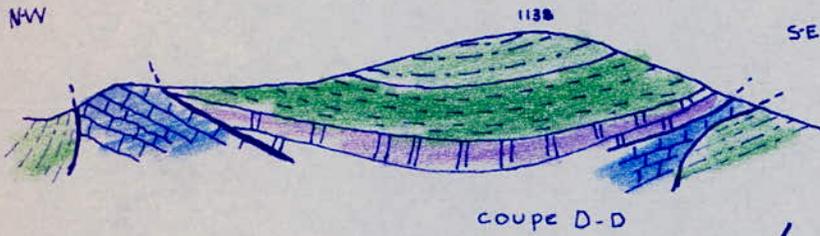
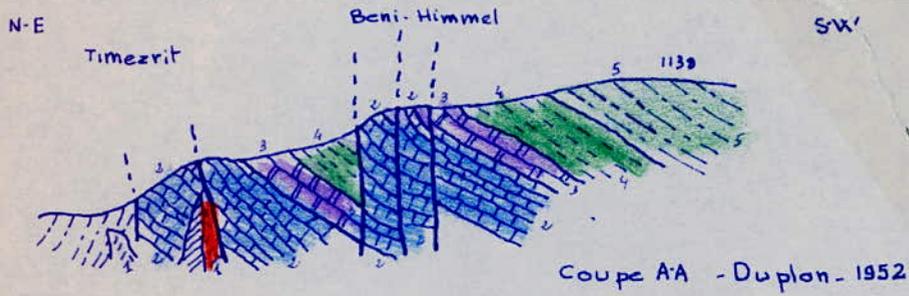
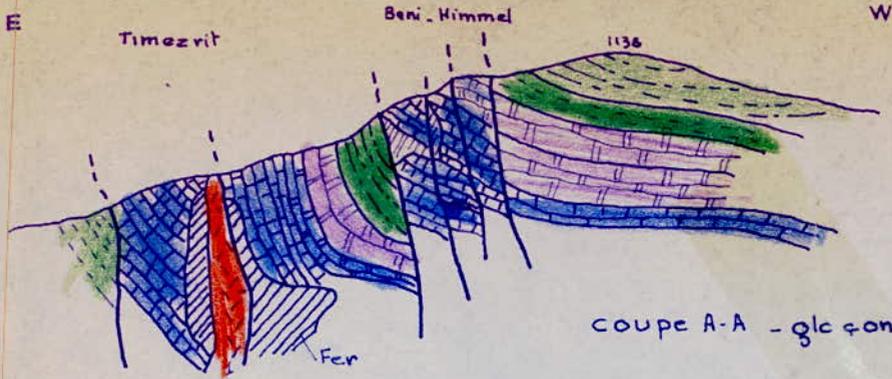
# Carte géologique de la région de Timézzat



- Légende -

- |   |   |
|---|---|
|  Trias       |  crétacé |
|  dias        |  Eocène  |
|  jurassique  |  Miocène |
|  quaternaire |   |

Echelle 1/10000



Echelle 1/50000

#### 1.4 Structure du massif de TIMEZRIT

Le massif de Timezrit est une structure extrusive au milieu du crétacé albo-barremien et du crétacé supérieur. Cette structure représente un synclinal liasique largement développé avec des anticlinaux de bordures au nord et au sud ouest de dimensions réduites en raison des failles qui les affectent. Ces failles transversales découpent la bordure nord en lambeaux discontinus de calcaire liasique décrochés les uns par rapport aux autres (Beni-Himmel)

L'ensemble de cette structure extrusive est limité par des failles sub-verticales en forme de fer à cheval ouvert en direction de l'ouest.

Au nord et à l'est ce sont des failles verticales

Au sud ces failles passent à des chevauchement en direction de l'ouest.

A l'ouest la structure s'ennoie normalement sous l'albo-barremien.

La structure ainsi définie dans ses rapports avec les terrains encaissants forme un repli synclinal dont le cœur est occupé par les schistes du crétacé.

#### 1.5 Stratigraphie

La série stratigraphique ~~de~~ le massif de Timezrit est représentée par les roches suivantes :

TRIAS :

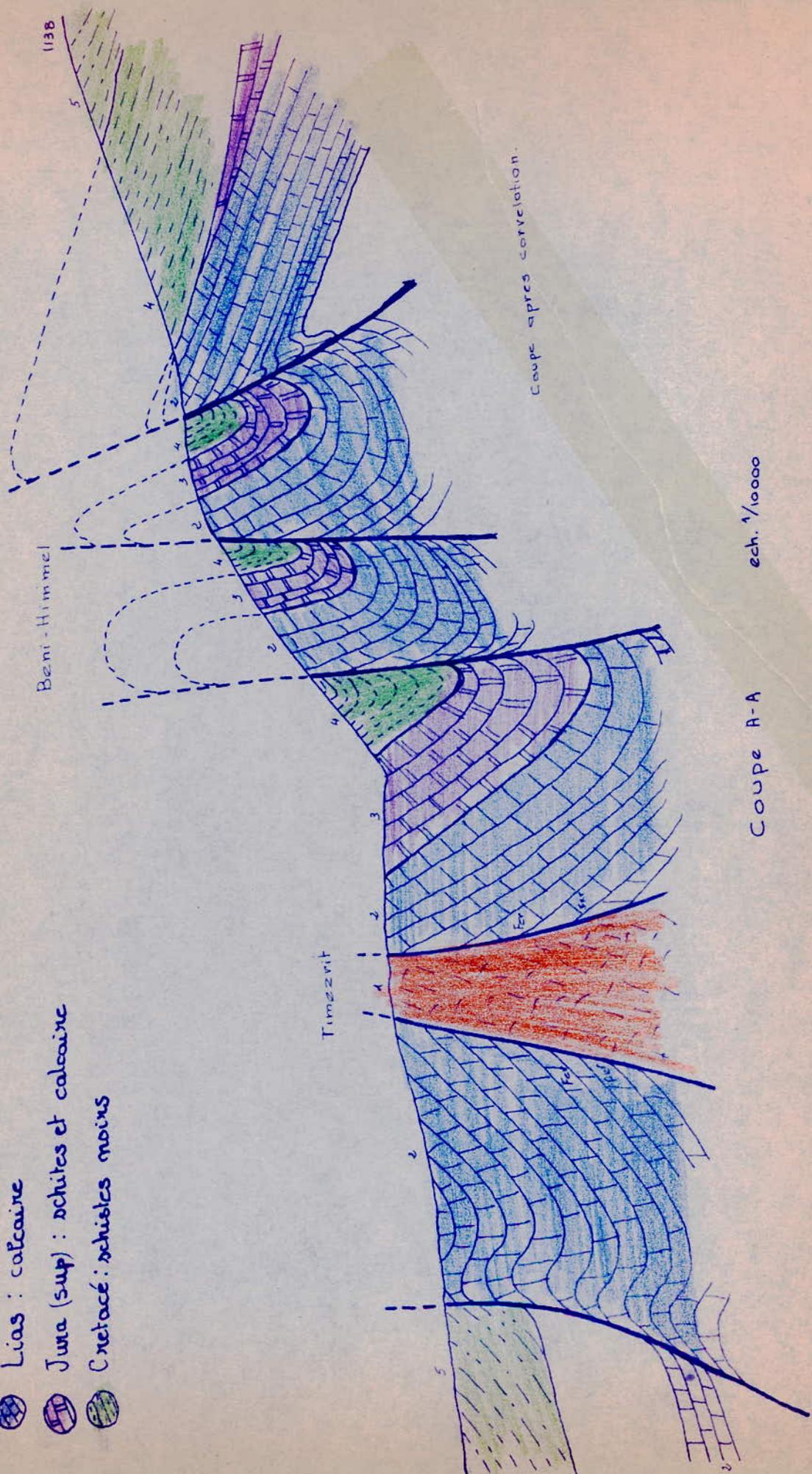
Faciés classique gypso-salin avec cargneules et argiles bariolées, toujours de style diapirique formant quelques pointements isolés remontant souvent de grands blocs de calcaire liasique.

Le trias est représenté par des marnes diapiriques avec des bancs de grés à grains de tailles différentes; Localement des bancs de calcaire dolomitiques de 50 à 60 cm d'épaisseur remplacent les bancs de grés .

S-W

N-E

-  Trias : marne, calc. dolomitique grés
-  Lias : calcaire
-  Jura (sup) : schistes et calcaire
-  Crétacé : schistes noirs



ech. 1/10000

Coupe A-A

## JURASSIQUE

### Jurassique inférieur (lias)

Les différents termes de la série liasique ne sont pas représentés sur la carte. La série, débute tectonisée, est représentée par des calcaires sublithographiques blancs, minéralisés et dolomités à la base prenant en général une teinte jeune chamois. Les calcaires finement lités surmontant les calcaires sublithographiques, peuvent être attribués au lias supérieur. Il existe trois termes dans le lias :

A la base : calcaire gris, bleuté bréchoïde, silicifié avec des grains de quartz et de calcédoine

Au milieu : calcaire blond, jaunâtre, massif à grains grossiers et dans lequel on a décelé 15 % de MgO. C'est ce niveau qui porte la minéralisation.

Au sommet : calcaire à grains fins, gris dans les Beni himmel, blanc sale sublithographique dans la mine, parfois marmoréen.

### Jurassique moyen :

Non caractérisé paléontologiquement. Il peut être représenté par les derniers bancs de calcaire lités à silex qui surmontent les calcaires du lias inférieur.

### Jurassique supérieur :

Il débute par des schistes rouges à la base, verts au sommet, avec des bancs de calcaire oolithique silicifiés et de marnes calcaires noirs. Au sommet, calcaires fins à calpionelles. L'ensemble de la série représente 60 à 80 mètres de puissance.

## CRETACE

### Néocomien :

Représenté par une série de 100 à 150 mètres d'épaisseur il débute à la bordure sud du massif de Timezrit par des marno-calcaires concordant avec le jurassique supérieur et

renfermant des ammonites pyriteuses très mal conservées (néocomites). Sur le revers nord il est représenté par un conglomérat de base à éléments surtout jurassiques supérieur directement transgressif sur le lias.

Le sommet du Néocomien est représenté dans tout le massif par des schistes noirs très esquilleux.

Albo-barrémien :

Il est représenté par des schistes noirs esquilleux, avec quelques rares lentilles de calcaire noir. Faciés monotone de 4 à 500 mètres d'épaisseur reposant sur le Néocomien.

Danien et Maestrichtien :

Il comprend deux faciés : -Marnes schisteuses noires et grises à lentilles de calcaire. Il contient en plus de nombreux bancs conglomératiques à éléments bien roulés calcaire oolithique du jurassique supérieur.

-Marno-calcaire avec marnes noires interstratifiées. A la surface on trouve de grands Inocérames mal conservés.

EOCENE

Il est représenté par des calcaires massifs blancs, bloutés et calcaire jeune chamois à Nummulites. Les dernières assises sont des conglomérats polygéniques à ciment gréseux.

MIOCENE

Représenté par des marnes grises à Ostrea crassissima. On distingue un faciés argileux et un faciés gréseux. Les argiles, à la base de la série, sont vertes et rouges, avec parfois de petits bancs de quartzites ou de marnes schisteuses noires. Les grés sont jaunes, ferrugineux, souvent grossiers. Ces faciés passent rapidement de l'un à l'autre.

QUATERNAIRES

Ces formations sont représentées par des éboulis de pentes non consolidés, des breches de pentes compactes à ciment calc. des alluvions anciennes (limon, sable, cailloutis), des alluvions récentes du lit des oueds.

## 2. GÉOLOGIE LOCALE

### 2.1) Structure géologique locale

Les roches dans lesquelles se trouvent le gisement de fer de Timizrit sont limitées par les coordonnées latérales suivantes:

X	686.050	Y	369.350
	685.650		368.800

La région ainsi limitée représente un anticlinal suivant la direction Nord-Ouest Sud-Est. L'érosion fût telle que cette structure a pris une forme synclinale accentuée certainement par l'enfouissement triassique rendus meubles délitescents par le niveau aquifère existant à leurs bases. Les roches triassiques constituent en effet le cœur de cette structure et représentent une sorte de pilier sur lequel viennent s'appuyer les roches calcaire-dolomitiques du Lias. Ces dernières sont très tectonisées, on observe fréquemment en surface des dislocations dont l'écartement des lèvres peut atteindre 1,5 m. Le clivage de flux se manifeste également suivant des plans subverticaux. Ce qui indique que les roches calcaires liassiques ont subi des déformations par plissements très intenses. Les travaux en carrière dans les roches calcaires ont mis à nu des cavités karstiques. Ces dernières ne semblent avoir aucune direction privilégiée.

Le massif calcaire est criblé de cavités dont le volume varie entre 1 et quelques dizaines de m<sup>3</sup>, elles sont reliées entre elles par des chaînons subverticaux.

Les deux failles de contact géologiques entre le Lias et le Trias recoupent la presque totalité des galeries de la mine (Voir Vue en plan)

## 2-2) Structure tectonique locale

Les travaux d'exploitation souterrains ont permis une connaissance plus approfondie de la tectonique des roches encaissantes.

Nous pouvons classer ces accidents en fissuration contemporaine des dépôts syngénétiques:

- Diaclasses de retrait
- Joints de stratification
- Schistosité

et en fissuration aqueses ou paragénétiques:

- Diaclasses
- Failles
- Zones de broyage.

enfin et surtout les cavités karstiques résultat de l'élargissement des fissures par la corrosion.

## 2-3) Stratigraphie locale

Dans la mine le Trias est représenté par:

-Des calcaires à structure cristalline, dans laquelle on peut observer des dépôts d'argile suivant des plans entrecroisés.

-Des calcaires vermiculés, se déliant en plaquettes

-Des marnes versicolores dont la proportion d'argile est variable ce qui leur confère des teintes allant du brun au jaune clair.

-Des calcaires dolomitiques.

-Localement des bancs de grés, dont la taille des grains est variable, remplacent les bancs de calcaires dolomitiques.

Le Lias est essentiellement représenté par des calcaires à structure massive de couleur brune, grise, grise claire.

#### 2-4) Description des accidents tectoniques

##### Diaclases de retrait.

Ce sont des fissures de quelques cm. de largeur (1 à 50 cm.). Elles affectent les calcaires gris du Lias suivant des directions subverticales, c'est à dire parallèles à la stratification des couches. Ces diaclases sont sèches ou légèrement aquifères. On observe dans ce dernier cas à défaut de gouttelettes d'eau, un mince filet d'eau, ainsi que la présence d'un filonnet de calcite de quelques mm;

##### Joints de stratification

Ils séparent les bancs calcaires du Trias et marquent la stratification. Souvent ils sont soulignés par un enduit argileux ou de minces lits de marnes ou de grés.

##### Schistosité

Tout à fait distincte de la divisibilité parallèle aux plans de stratification; nous avons rencontré dans les roches du Trias représentées par des calcaires marnoux des phénomènes de schistosité (fréquents dans la galerie niveau 350. La schistosité est moins marquée dans les bancs de calcaires plus durs.

##### Diaclases

Ce sont des fissures ouvertes, elles affectent les bancs de calcaires gris et découpent la roche en polyèdres plus ou moins réguliers suivant une direction perpendiculaire à la stratification.

Le creusement de la galerie niveau 350 (près du plan 3) a recoupé une telle diaclase.

Cette diaclase est aquifère, sa largeur varie entre 50 et 80 cm. L'eau qui s'écoule à partir de cette diaclase transporte une grande quantité d'argile surtout en été.

### Failles

La mine est recoupée par deux grandes failles de contact géologique entre le Lias et le Trias.

Dans la masse rocheuse on observe fréquemment des failles de 1 mm à plusieurs cm. Le plus souvent ces failles sont bourrées par une matière argileuse formant un écran imperméable. Elles forment parfois des échelons linéaires suivant des zones où elles peuvent être plus ou moins ramifiées et entrecroisées.

### Zones de broyage

Les zones de broyage sont des accidents importants qui affectent des puissances de terrain relativement grandes si on se réfère à la largeur de ces dernières. En effet une zone de broyage dans la galerie 390 dans les calcaires jaunes n'est pas limitée en profondeur tandis que la largeur atteint facilement 1,50 m.

Dans cette zone de broyage, on peut observer des blocs de dimensions variables (2 à 20 cm.) recouverts d'une matière argileuse, ce qui prouve le broyage auquel ont été soumises ces roches. Cette zone de broyage est sèche comme toutes les autres.

-Cavités karstiques

Les cavités karstiques, les chaînons, les galeries souterraines affectent les roches régulièrement en direction horizontale et verticale. Des grandes cavernes dont le volume varie entre 10 et 3.000 m<sup>3</sup> ont été recoupées par les travaux miniers. Nous avons déjà signalé l'existence de cavités karstiques en surface. La réaction de dissolution du calcaire, dépendante de la température et de la pression (constante d'équilibre k) nous pouvons affirmer que la formation des cavités est plus accentuée en profondeur (gradient géothermique)

## 2-4)Minéralogie du fer

Dans le gisement de fer de Timizrit ,on distingue deux types de minerais:

- Un minerai oxydé           Hématite,Hématito-Coethite
- Un minerai carbonaté           Sidérite

### Premier type:Minerai oxydé

#### Hématite

Ce type de minerai constitue 5 à 7% de toutes les réserves connues. Il est présent dans tous les amas mais avec des proportions variables. La plus grande quantité a été relevée de la troisième lentille (Amas 20 bis).

C'est un minerai à structure massive, sa teinte est rouge sombre. En lames minces , le minerai est légèrement transparent avec coloration orangée.

#### Hématito-Coethite

Ce type de minerai constitue 90% des réserves du gisement . Il est constitué de Goethite, Hématite, limonite ainsi qu'une petite quantité de sidérite , de calcite et de produits de décomposition des silicates.

Dans ce type de minerai on relève tantôt la prédominance de la goethite tantôt celle de l'Hématite. Il se présente sous forme de dentrites, de concrétions et de géodes. C'est un minerai à structure massive fibreuse et concrétionnée, parfois caverneuse, la teinte est brune.

### Deuxième type:Minerai carbonaté

#### Sidérite

Elle est présente dans la partie sud de l'amas 20, au même niveau que les minerais oxydés, et représente 13% des réserves totales.

2-4-1) Propriétés physiques du minerai

- Poids spécifique	3t/m <sup>3</sup>
- Coefficient de foisonnement	1,5
"    "    porosité	10 à 12 %
-    "    de résistance	5 à 6

2-4-2) Propriétés chimiques du minerai

L'analyse effectuée sur un tout venant de 17 kg a donné les résultats suivants.

Substances	Teneurs	Substances	Teneurs
Fe	54	CaC	2,8
Mn	1,3	MgO	1,0
P	0,015	MnO <sub>2</sub>	1,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	77,5	MnO	0,6
SiO <sub>2</sub>	4,8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,75	SO <sub>3</sub>	0,025
TiO <sub>2</sub>	traces	Cu	0,004
BaC	"	Pb	traces

Le minerai de fer de Timezrit est utilisé dans les hauts fourneaux sans enrichissement préalable. Sa basse teneur en SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaC et MgO est favorable à son traitement métallurgique. Le soufre, le phosphore, l'arsenic, l'étain, le manganèse ont des teneurs qui ne dépassent pas les normes admises.

2-4-3) GENESE DU GISEMENT

A) Contrôle de la minéralisation.

Trois formes du point de vue lithologique peuvent être distinguées dans le calcaire qui contient les amas. Ce sont de la base au sommet

- a- Une assise calcaire bréchoïde
- b- " " de calcaires massifs jaunes.
- c- " " " " blancs parfois

marboréens se subdivisant en petits bancs.

Les masses hématites sont presque toujours dans l'assise b à son contact avec l'assise c dans laquelle elles ne pénètrent pas. Elles n'atteignent jamais l'assise a. Cette disposition donne une règle des travaux de recherche.

La minéralisation est donc dans les calcaires jaunes, au contact des calcaires blancs parfois avec des marnes et des schistes, il s'agit alors là du Trias

Les épontes sont nettes lorsqu'elles sont calcaires blancs ou schistes, par contre le contact avec les calcaires jaunes se fait souvent avec transition par calcaires minéralisés. Les contacts du minerai sont le plus souvent marqués par une couche argileuse de quelques centimètres. Celle-ci se rencontre parfois dans le minerai lui-même.

B) Métallogénie

Le minerai de Tinezrit est composé essentiellement d'hématite et goéthite. Il est riche en fer 55 à 57 %. Il présente des formes stalactitiques ceci montre qu'il s'agit là que d'un dépôt de seconde origine, à partir de solutions colloïdales ayant lessivé un minerai primaire

La sidérite se rencontre plus abondante dans les niveaux inférieurs qui sont au dessus du niveau hydrostatique. Les masses sidérite affectent plutôt une disposition verticale en bandes. Cependant on connaît de l'hématite abondante au dessous du niveau hydrostatique.

C) Symposium sur le fer.

Le métasomatose s'est exercée sur des calcaires d'âges différents (Lias et Trias ).

Quand au mécanisme de l'épigénisation il est très de s'en faire une idée en ce sens que l'on rencontre de la sidérite et de l'hématite dans un même niveau.

### 3. CLIMAT ET VEGETATION

#### 3-1) Climat

La région étudiée est soumise au climat méditerranéen typique caractérisé par l'alternance très régulière d'une saison relativement froide et humide avec une saison chaude et sèche.

Au cours de l'année les températures varient entre 3 et 35 °C. La quantité des précipitations atmosphériques oscille entre 600 et 1200 mm d'eau par an.

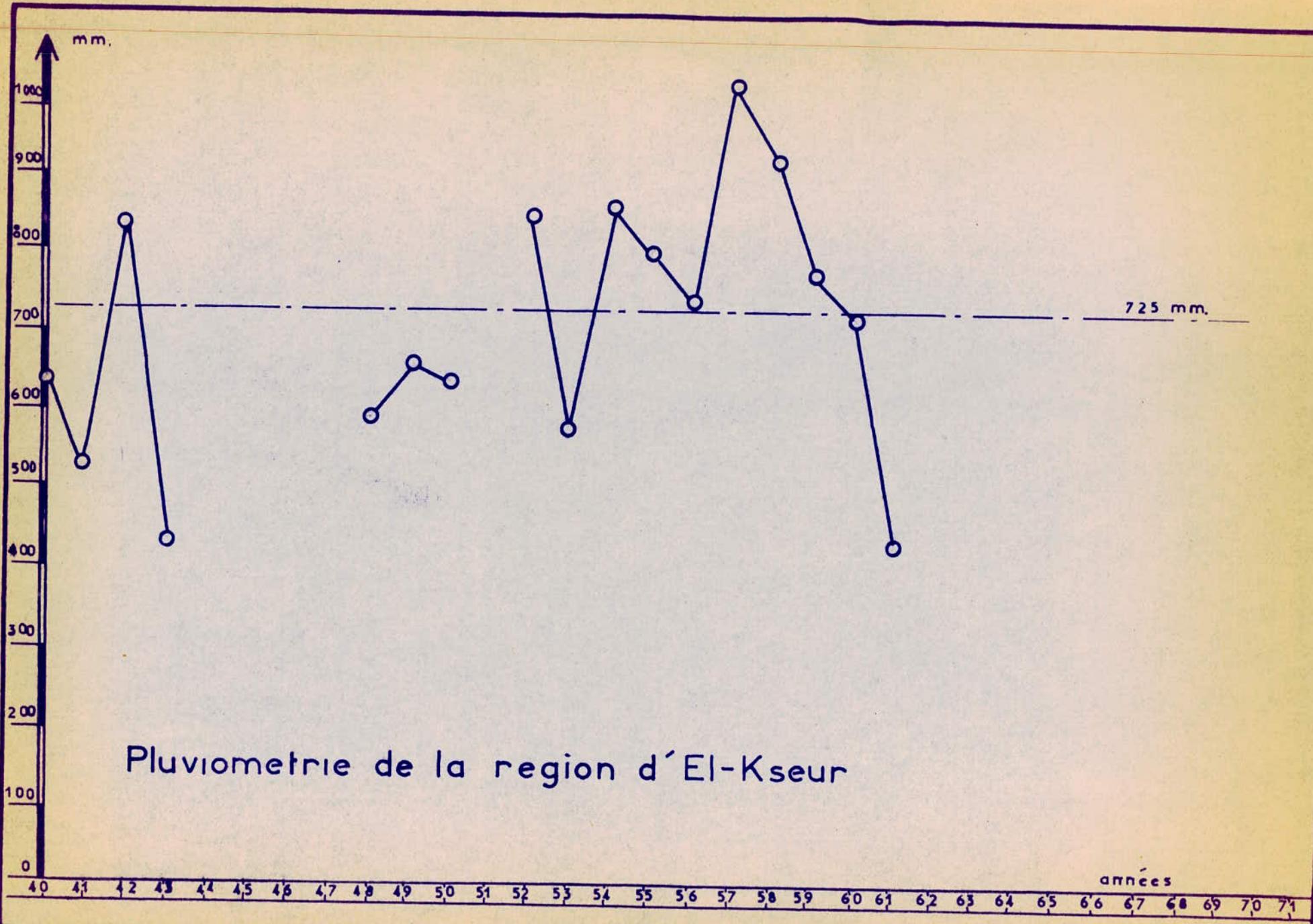
La station météorologique d'El-Ksour située à une dizaine de Km. de la mine a enregistré les précipitations atmosphériques mensuelles et annuelles durant la période 1940-1962.

Nous donnons ci-dessous les quatre plus importants paramètres (calculés sur une période de 20 ans).

- Module pluviométrique annuel:.....725 mm
- Précipitation mensuelle moyenne: Voir graphique.
- Indice de pluviosité:.....0,85 à 1,6
- Coefficient pluviométrique:.....180 à 360mm

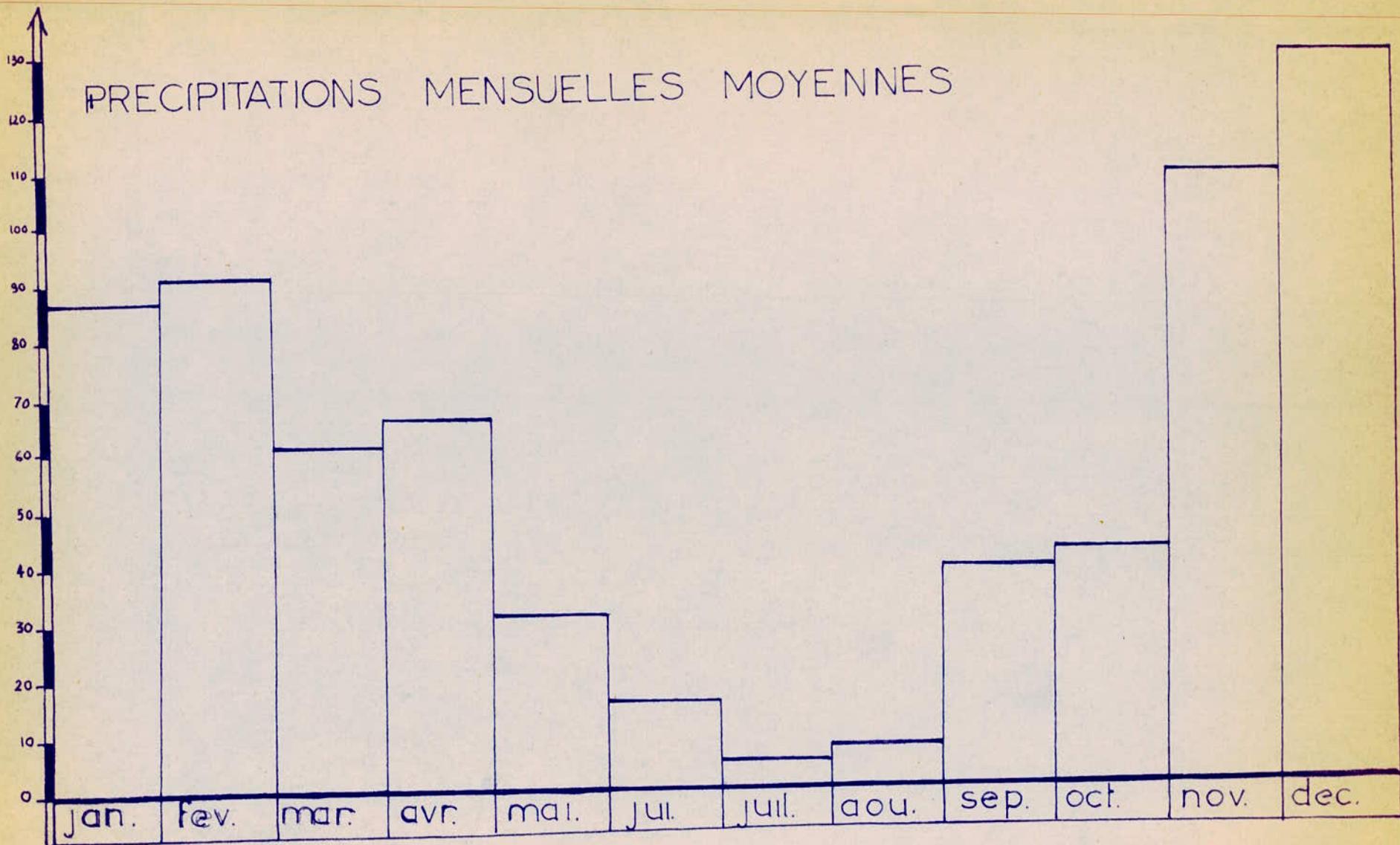
L'indice de pluviosité est le quotient de la hauteur de précipitation annuelle par le module pluviométrique annuel.

En considérant la précipitation annuelle uniformément répartie au cours de l'année. Le coefficient pluviométrique est la hauteur d'eau moyenne mensuelle.



Pluviometrie de la region d'El-Kseur

mm d'eau



### 3-2) Végétation

Le paysage ,montagneux,est raviné par une multitude de petits ruisseaux qui portent le caractère de saison(Merzen,Semia, Taftis...).

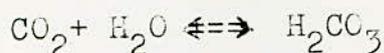
Les résurgences du massif de Timezrit servent à la consommation (eau potable) et à l'irrigation du versant sud du massif.L'enclave de Timezrit appartient à l'étage bioclimatique de végétation méditerranéenne humide.Les sommets ,surtout gréseux sont occupés par des chenaies et de chênes liége.

Sur les massifs calcaires des taillis de chênes verts montent assez haut.Grâce à l'eau abondante la vallée de la Soummam a une végétation particulière.Elle joue encore un rôle important dans la consolidation des berges.Les alluvions sont occupées surtout dans le cours inférieur par de superbes cultures(vignes,oliviers,cultures maraichères diverses.).Les cultures herbacées et l'olivier donnent aujourd'hui au paysage sa physionomie.

#### 4. EAUX SOUTERRAINES REGIONALES

Les eaux souterraines circulent dans la plu part des roches de la région, mais la plus grande partie des eaux est contenue dans les roches calcaire du lias.

Les eaux de précipitation avant de s'infiltrer dans les roches calcaires fissurées se chargent en gaz carbonique selon la réaction d'équilibre :



La proportion d'acide carbonique formée attaque le calcaire en le transformant en bicarbonate de calcium soluble en laissant un dépôt argileux.



La dissolution du calcaire dans l'eau est conditionnée par des facteurs physico-chimiques et biologiques. Lentement mais d'une façon continue, les fissures s'élargissent et finissent par atteindre des dimensions énormes formant ainsi des cavités

Il se présente alors deux cas: ou bien grâce à un système de fissures ou chainons l'eau contenue dans ces cavités est continuellement drainée par une source en surface.

Ou bien il n'existe aucun système de fissures et ces cavités deviennent de véritables réservoirs d'eau.

Les eaux souterraines circulent dans les roches des périodes Crétacé et Miocène (grès et schistes noirs) et ont donné lieu à des sources peu riches en eau, car les marnes interstratifiées empêchent la création de grands réservoirs d'eau.

Nous voyons donc que d'un point de vue hydrogéologique on peut distinguer deux types de bassins.

Type (A) : bassins ayant un drainage contant en surface

Type (B) : bassins n'ayant aucun drainage en surface

Le type (A) se subdivise en deux groupes

- Groupe (A) : bassins formés dans les calcaire liasique

- Groupe (B) : bassins formés dans autres roches que les calcaires

Les eaux des bassins du type (A) ont donné naissance aux sources de la région. Ces sources ont des débits variant entre 0,02 ET 7 à 6 l/sec. Elles portent le caractère de saison.

### EAUX SOUTERRAINES LOCALES

Rappelons que les roches encaissantes du gisement sont essentiellement calcaire par conséquent les eaux souterraines qui peuvent exister sont celles des bassins du :

Type (A) Groupe (A)

Type (B)

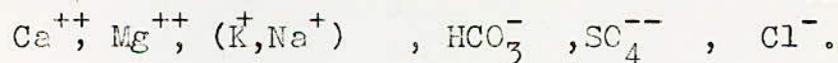
Un bassin du type (A) groupe (A) constitue justement la zone noyée du gisement. La surface libre de ce bassin est située à la cote 308 (localement). Les eaux de ce bassin alimentent (nous le verrons plus loin) la source d'Akabiou située en surface à la cote 270-260 m

Les eaux des bassins du type (A) groupe (A) et celles du type (B) existent dans les roches calcaires situés au dessus du gisement. Les eaux du dernier type (B) présentent un danger permanent d'inondation. Car elles peuvent être (dans certaines conditions) libérées et provoquer l'inondation de la mine. C'est ce qui est arrivé en 1966 et 1968.

Afin de tirer d'éventuelles conclusions intéressantes sur la circulation des eaux souterraines, nous avons effectué des analyses de l'eau des sources et du fond de la mine.

### Représentation et interprétation des résultats d'analyses.

L'analyse chimique des eaux consistent à doser les principaux éléments contenus dans celles-ci. A savoir:



Ainsi que la minéralisation totale ( mg/litre)  
 Nous représenterons les résultats d'analyse sous forme de  
 formules chimiques.

Comme exemple d'interprétation prenons les résultats  
 d'analyse de l'échantillon d'eau prélevé à la source  
 N° 7

Elements	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	(K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> )
analysés						
mg/litre	220	44,3	50,26	56,0	75,0	28,35
mg/éq.	3,6	1,57	0,52	1,4	3,0	1,23

La différence entre les sommes des quantités en  
 réaction pourcent des anions et des cations ne doit pas  
 dépasser 6% au total. Dans notre cas nous avons:

$$(3,6 + 1,57 + 0,52) - (1,40 + 3,0 + 1,23) = 0,06$$

La concentration en équivalents est égale à:

$$C = 3,6 + 1,57 + 0,52 + 1,4 + 1,23 + 3,0 = 11,32$$

On obtient la quantité en réaction pourcent pour  
 chacun des éléments en divisant le nombre de mg/ éq.  
 par la concentration en équivalent C.

Dans notre cas nous obtenons :

$$r\% (Na^+, K^+) = \frac{1,23 \times 100}{11,32} = 10,80 \quad r\% (HCO_3^-) = \frac{3,6 \times 100}{11,32} = 32$$

On fait de même pour les autres éléments et on vérifie  
 que la somme est bien égale à 100.

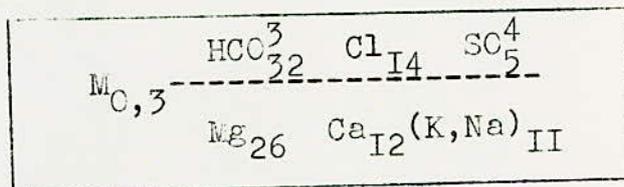
On obtient les résultats suivants:

Elements	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	(K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> )
r %	32,0	13,9	4,6	12,4	26,4	10,8

On a bien :

$$32,0 + 13,9 + 4,6 + 12,4 + 26,4 + 10,8 = 100,10$$

Pour cet échantillon la minéralisation est de 300 mg/ litre. La formule de composition chimique de ce sel s'écrit :



On dira que la composition chimique de cette eau est :

Hydrocarbonate, chlorure, magnésium, calcium .

D'après la composition chimique de l'eau des diverses sources, nous pouvons faire la classification suivante :

• Sources situées dans les roches de la période du Crétacé. ( source N° 3, 4, 5 , 6, 13, 14, 15)

L'eau de ces sources est hydrocarbonate, sulfate calcium, magnésium. La minéralisation varie entre 0,2 et 0,7 g/l.

• Sources situées dans les roches du Jurassique supérieur (sources N° 1, 2, 12, 10, 7, ). L'eau de ces sources a une composition analogue, mais la minéralisation

# Resultats des analyses chimiques

Lieu de prelevement	Formule de composition chimique des sels	Debit $\ell/s$
Source 1 et 2	$M_{0,7} \frac{HCO_{36}^3 SO_{10}^4 Cl_4}{Ca_{25} Mg_{18} (K, Na)_7}$	0,02
Source 4	$M_{0,5} \frac{HCO_{32}^3 SO_{11}^4 Cl_7}{Ca_{25} Mg_{16} (K, Na)_9}$	1,1
Source 5	$M_{0,3} \frac{HCO_{30}^3 SO_{14}^4 Cl_6}{Ca_{24} (K, Na)_{20} Mg_6}$	1,5
Source 6	$M_{0,4} \frac{HCO_{34}^3 SO_{12}^4 Cl_4}{Ca_{27} (K, Na)_{12} Mg_{11}}$	1,2
Source 7	$M_{0,3} \frac{HCO_{38}^3 Cl_{19} SO_5^4}{Mg_{26} Ca_{21} (K, Na)_{11}}$	0,03
Source 8	$M_{1,4} \frac{SO_{24}^4 HCO_{11}^3 Cl_5}{Ca_{22} (K, Na)_{16} Mg_{12}}$	0,05
Source 9	$M_{1,4} \frac{SO_{22}^4 HCO_{11}^3 Cl_7}{Ca_{27} Mg_{15} (K, Na)_8}$	0,15
Source 10	$M_{0,8} \frac{HCO_{31}^3 SO_{11}^4 Cl_8}{Ca_{32} Mg_{12} (K, Na)_6}$	0,2
Source 11	$M_{1,4} \frac{HCO_{29}^3 Cl_{14} SO_2^4}{Ca_{33} Mg_{12} (K, Na)_5}$	0,2

# Resultats des analyses chimiques

Lieu de prelevement	Formule de composition chimique des sels	Debit l/s
Source 12	$M_{0,4} \frac{HCO_{36}^3 SO_7^4 Cl_7}{Ca_{36} Mg_{11} (K, Na)_7}$	0,25
Source 13	$M_{0,7} \frac{HCO_{29}^3 Cl_{11} SO_9^4}{Ca_{27} Mg_{16} (K, Na)_8}$	0,12
Source 14	$M_{0,6} \frac{HCO_{33}^3 Cl_9 SO_8^4}{Ca_{18} Mg_{17} (K, Na)_{15}}$	
Source 15 AKRBIOU	$M_{0,6} \frac{HCO_{34}^3 Cl_{12} SO_4^4}{Ca_{24} Mg_{20} (K, Na)_6}$	voir graphe
eau Travers-banc d'inondati	$M_{0,9} \frac{HCO_{31}^3 SO_{12}^4 Cl_7}{Mg_{23} Ca_{20} (K, Na)_7}$	
eau d' inondation	$M_{1,2} \frac{SO_{24}^4 HCO_{23}^3 Cl_3}{Ca_{28} Mg_{10} (K, Na)_{12}}$	
galerie niv. 350	$M_{0,7} \frac{HCO_{28}^3 Cl_{12} SO_{10}^4}{Ca_{21} Mg_{17} (K, Na)_{12}}$	voir graphe
galerie niv. 325	$M_{0,6} \frac{HCO_{30}^3 Cl_{12} SO_8^4}{Mg_{28} Ca_{12} (K, Na)_{10}}$	
niveau Hydrostatique	$M_{0,6} \frac{HCO_{25}^3 Cl_{17} SO_8^4}{Mg_{30} Ca_{10} (K, Na)_{10}}$	

est plus grande, elle varie entre 0,6 et 0,9 g/l.

⊖ Sources situées dans la zone de contact séparant le Lias du Crétacé. (sources N° 8, 9, ~~11~~). L'eau de ces sources est sulfate, hydrocarbonate, calcium, magnésium. La minéralisation atteint 1,4 g/l.

## 5. HYDROGEOLOGIE DE LA MINE

### 5.1 Zones hydrogeologiques

Le gisement de fer de Timezrit se trouve dans les roches calcaire d'âges différents (trias et lias). Les travaux d'exploitation (creusement de la descendrie reliant le niveau 325 au 308) ont mis en évidence l'existence d'une surface hydrostatique à la cote 308.

Les roches encaissantes du gisement représentent une masse calcaire karstique puissante, à stratification subverticale très fissurée. La surface étant arrosée, l'eau pénètre dans le sol et s'écoule subverticalement sous l'action des forces de gravité. La perméabilité en grand des fissures, associée à la porosité efficace des calcaires, estimée à 20 % permettent à l'eau d'atteindre la zone noyée. Cependant une grande partie de cette eau n'atteint pas la zone noyée, elle sert à alimenter les bassins des sources situées au dessus du niveau hydrostatique, ou bien s'accumule dans les cavités formées existant dans les roches encaissantes du gisement.

Les eaux d'infiltration atteignent donc en partie la zone noyée, remplissant tous les vides quelque soit leurs dimensions

Nous pouvons donc distinguer dans les roches encaissantes du gisement et de bas en haut:

Une zone noyée

Une zone denoyée

Ces deux zones sont séparés par une zone intermédiaire. La zone noyée est limitée supérieurement par une surface libre plane à échelle régionale, et qui correspond à la surface hydrostatique des terrains meubles. Elle est discontinue à échelle locale.

### ZONE NOYEE

Nous avons désigné par zone noyée la tranche horizontale inférieure du matériau quifère, saturée en eau, afin d'éviter l'emploi du terme nappe qui pourrait, par la suite, prêter à confusion.

Cette zone noyée qui constitue le bassin d'alimentation de la source d'Akabiou (source 14) contient la partie inférieure du giesment. Le creusement de la descendrie (plan 4) a permis de connaître la côte supérieure de cette zone, elle se situe à 308 m. Cependant, nous insistons sur le caractère hétérogène et anisotrope du matériau aquifère. La cote 308 n'est peut être valable que localement. D'ailleurs d'après de récents sondages il s'est avéré que la cote était au environ de 270 en d'autres points. Nous voyons donc un forage profond ne découvrira l'eau souterraine que lorsque'il recoupera des vides, lesquels se situent dans des portions verticales variable. En outre, le niveau d'eau se stabilisera dans l'ouvrage à une cote qui lui est propre. En d'autres termes, observé sur des points isolés le matériau de la zone noyée apparaît comme aquifère à des niveaux variables et la surface libre n'est pas toujours mise en évidence.

### ZONE DENOYEE

Nous avons désigné par zone denoyée la partie de roches encaissantes située au dessus de la surface libre. Dans cette zone les travaux d'exploitation ont recoupé à plusieurs reprises des cavités karstiques de 10 à 3000m<sup>3</sup>, des galeries souterraines dont le diamètre atteint parfois 1 m, des diaclases, des zones de broyage... Cependant seules les diaclases obliques sont aquifères. Une telle diaclase a été recoupée par le creusement de la galerie du niveau 350 (prés du plan 3)

C'est dans cette zone denoyée qu'existent les cavités karstiques servant de réservoirs aux eaux d'infiltration.

Ces dernières n'ont pas été recoupées par les travaux d'exploitation, mais seulement atteintes par les fissurations qu'engendrent les travaux de foudroyage.

Dans cette zone on peut dire que l'écoulement s'effectue par les fissures ouvertes qui joignent la surface libre et par la même occasion l'alimentent. En réalité les phénomènes sont complexes et liés à la structure du réseau souterrain.

Il est probable que cette zone dénoyée soit limitée inférieurement par une surface hydrostatique (libre) qui épouse la forme générale de la topographie. C'est ainsi que l'on remarque localement une surface libre à la côte 308 qui correspond à la côte topographique 500-490, une surface libre à la côte 325 qui correspond à la côte topo. 600 -650

#### ZONE INTERMEDIAIRE

Localement, le creusement de la descenterie (plan 4) a mis en évidence cette zone. Elle se situe entre les niveaux 312 et 308. Le matériau qui constitue cette zone est représenté par un banc de grés qui remplace les calcaires dolomitiques blancs du trias.

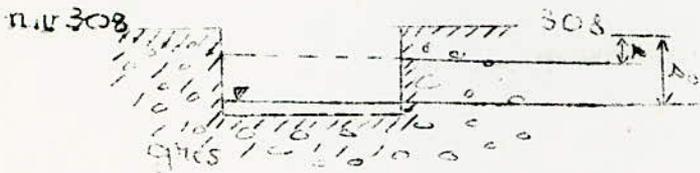
Nous avons profité de cette occasion pour mesurer le coefficient de perméabilité dans les grés du trias selon la méthode de Roslonski.

Le creusement d'un petit puits à partir du niveau 308, suivi d'un pompage, et d'un chronométrage du temps de remplissage nous permet de calculer le coefficient de perméabilité par la formule :

$$k = \frac{3,14 \cdot r}{240 \cdot t} \text{ Log} \frac{s_0}{s}$$

r rayon du puits

t Temps de remplissage



- $s_0 = 14 \text{ cm.}$
- $s = 8 \text{ cm.}$
- $t = 50 \text{ sec.}$
- $r = 50 \text{ cm.}$

$k = 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec.}$

Le niveau d'eau dans le puits s'est stabilisé à la cote 308.

La zone intermédiaire n'est pas saturée en eau, les mesures de débits en fonction de la section creusée ont été les suivants:

Côte 312	le débit mesuré est	0,25m <sup>3</sup> /h.
" 310	" " " "	1,00m <sup>3</sup> /h.
" 308	" " " "	4,00m <sup>3</sup> /h.

Localement le creusement de la descendrière a mis en évidence l'existence :

- Une zone sèche au dessus du niveau 312
- Une zone intermédiaire humide entre 312-308
- Une zone saturée en eau au dessous du niveau 308.

### 5-2-~~7~~ Rôle hydrogéologique des fissures

Les accidents que nous avons décrit au chapitre 2 n'ont pas la même action hydrogéologique. Le rôle essentiel revient aux diaclases, et plus précisément les diaclases obliques qui sont fréquemment ouvertes et aquifères. Le creusement de la galerie niveau 350 a recoupé une telle diaclase. La composition chimique de cette eau est hydrocarbonate, chlorure, calcium, magnésium. La minéralisation est de 700mg/litre. C'est à dire voisine de la composition chimique de l'eau qui constitue la zone noyée. Nous pouvons dire que l'alimentation de la zone noyée se fait grâce aux diaclases existant dans la zone dénoyée et joignant la surface libre. Les autres accidents, diaclases sub-verticales, zones de broyage sont obstruées. Les joints de stratification ont un rôle très faible. Les failles peuvent être considérées soit comme drain soit comme barrages suivant le cas.

Les failles de contact entre le Lias et le Trias servent comme drains aux eaux de pluies et ne sont aquifères qu'en périodes de pluies. Ces failles de contact ont été recoupées par les galeries suivantes (plan I : galerie 350 et 325 )

Nous en concluons que seules les fissures d'origine tectoniques seraient favorables aux circulations souterraines

### 5-3-~~8~~ Circulation des eaux souterraines

D'après les analyses chimiques des eaux, le rôle des fissures il en ressort les constatations suivantes :

L'alimentation de la zone noyée, dans laquelle se trouve la partie inférieure du gisement se fait essentiellement grâce aux diaclases obliques existant dans la zone dénoyée. Les autres accidents n'ont qu'un rôle secondaire. Les diaclases constituent des drains à l'eau provenant des bassins des sources qui sont situées dans le Jurassique supérieur.

La zone noyée constitue le bassin d'alimentation de la source d'Akabiou (nous le verrons dans le chapitre suivant) nous pouvons déjà prévoir ceci grâce à la composition chimique et la minéralisation des eaux de la zone noyée et de la source d'Akabiou.

Les roches du Crétacé qui encadrent ce bassin constituent une sorte de barrage aux eaux de ce dernier.

L'alimentation de la zone noyée ne provient donc pas des bassins qui alimentent les sources N°8, 9, 11. Ces bassins constituent plutôt des réservoirs qui risquent d'être atteints par les fissures qu'engendrent les travaux de foudroyage et causer de nouvelles inondations.

niv. 350

# AFFLUENCE D'EAU DE LA

Diaclase niv. 350

4000  
3500  
3000  
2500  
2000  
1500  
1000  
500

fev. mar. avr. mai. jul. jul. août. sep.



5-4-3) Venues d'eau dans la mine

Le régime hydrogéologique karstique auquel est soumise la mine lui confère deux aspects différents:

- Des venues à caractères de saison
- " " subites à grand débit (dans certaines conditions)

5-2-3-I) Venues d'eau à caractère de saison

Au cours de l'année, dans les galeries de la mine arrive une petite quantité d'eau avec une nette augmentation en période pluvieuse. Ces eaux n'empêchent nullement pas le déroulement des travaux d'exploitation.

En été la mine est presque sèche, seules subsistent quelques gouttes d'eau qui filtrent à travers la masse rocheuse.

En hiver les venues d'eaux atteignant 15 à 19 m<sup>3</sup> par heure. Ces venues d'eau proviennent essentiellement:

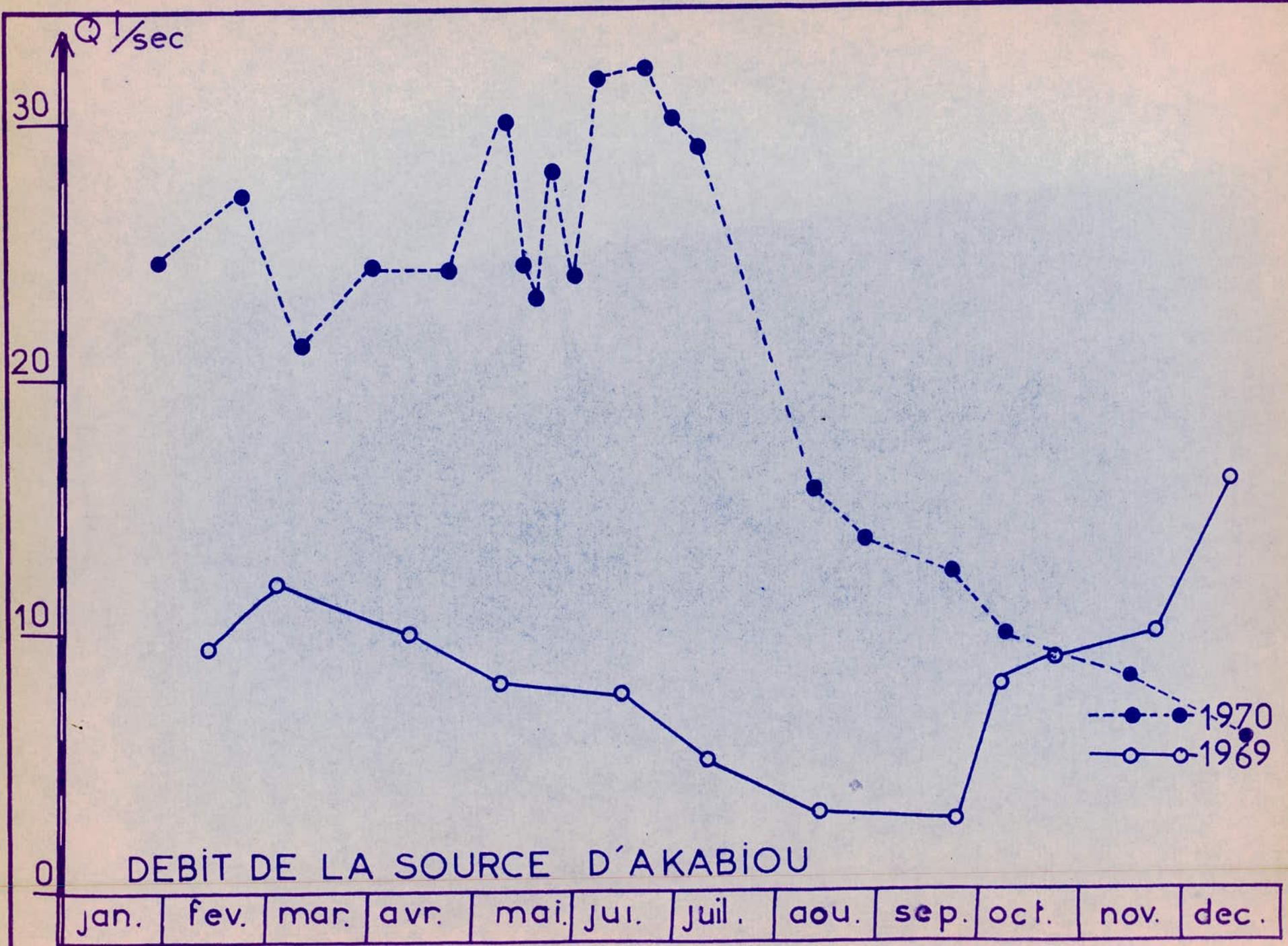
- de la diaclase du niveau 350 4 à 5 m<sup>3</sup>/h.
- des failles de contact géologiques qui recoupent

le plan I : 0,5 m<sup>3</sup>/h.

la galerie 350 ; 8 à 9 m<sup>3</sup>/h.

Toute cette eau est canalisée vers la galerie du niveau 325 au pied du plan 2 où existe une fosse qui relie probablement la faille de contact géologique (voir vue en plan) .

Les fluctuations libres portent le caractère de saison. Elles sont fréquentes en période pluvieuse et dépendent directement des précipitations atmosphériques de l'année. De telles fluctuations se sont produites en décembre 1969 et en Avril et Janvier 1970. Ces fluctuations se manifestent par une montée de la surface libre qui se stabilise à la cote 319 et s'y maintient pendant 6 à 7 jours.



Cette eau s'évacue naturellement sous l'influence de la charge hydrostatique par la source d'Akabiou empruntent le système de failles et fissures existant sous le niveau 318. On remarque une augmentation du débit de cette même source deux à quatre jours après.

Le manque de données concernant les précipitations atmosphériques de la région de Timezrit nous obligé à faire quelques approximations en prenant celles d'El-Ksour.

En effet d'après les précipitations moyennes mensuelles, on peut dire que le maximum d'eau tombe au mois de novembre. Les venues d'eau maximum qui causent la fluctuation de la surface libre sont observées surtout au mois de mars. Les venues d'eau se font donc sentir 1 à 2 mois après les précipitations maximum.

5-7-5-5 Caractères et causes des inondations

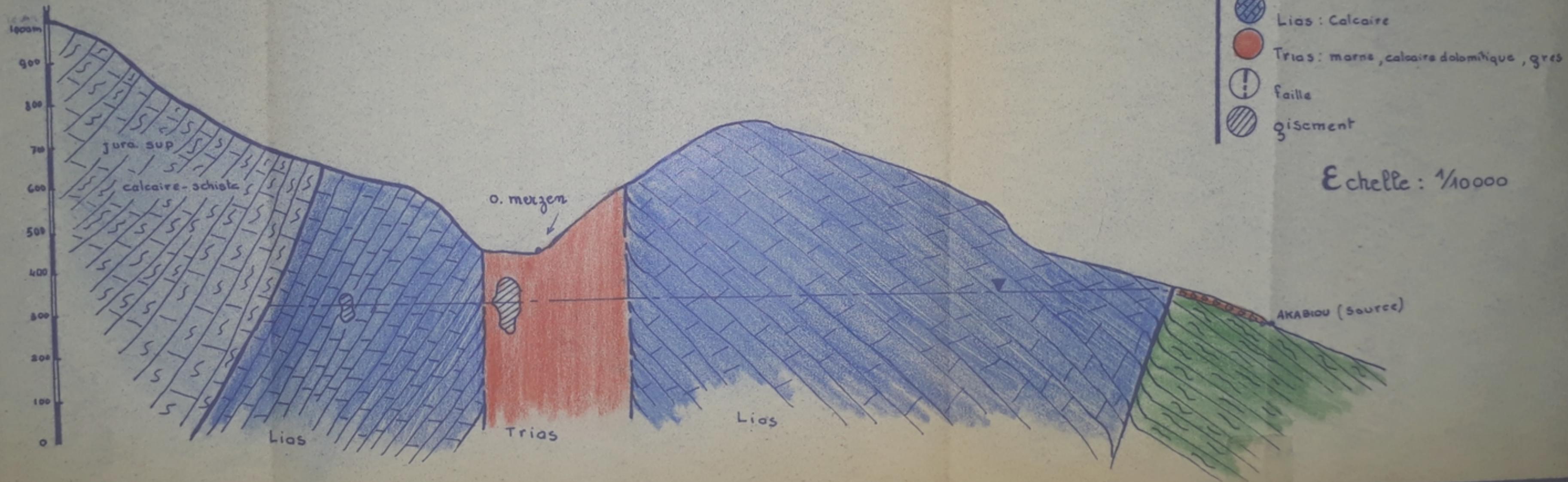
A/ Caractères

La mine de Timozrit a été inondée deux fois la première eut lieu le 11 juin 1966 la seconde le 21 juin 1968. Ces inondations sont caractérisées par une prompte affluence des eaux venant des niveaux supérieurs de la zone dénoyée (au fond de la mine du côté sud-est près du passage 7). Dans cette région de la mine il ya une faille de contact entre les schistes du Jurassique supérieur et les calcaires du Lias (Azimut  $320^{\circ}$ , pendage nord-est  $53^{\circ}$ ). Cette faille a été traversée vers la fin de l'année 1965 par le creusement de la galerie du niveau 390. L'eau de cette faille aquifère transporte de l'argile.

Ces affluences d'eau sont accompagnées par des secousses souterraines provenant probablement de la destruction des cavités karstiques. Le débit de ces eaux n'est pas important au début, ce qui a permis lors des deux inondations l'évacuation du personnel et du matériel. Par la suite ce débit augmente progressivement jusqu'à atteindre 500 litres/sec. L'affluence des ces eaux durent 3 à 9 jours inondant ainsi toute la mine et provoquant l'arrêt des travaux.

PL00271  
AVOINT p.34

# Coupe Gisement - Akabiou



Sous l'effet de la charge hydrostatique l'eau se trouve évacuée naturellement par la source d'Aakabiou.

Première inondation (juin 1966)

La mine a été inondée de la côte 348 à 335. L'affluence a duré trois jours et demi. Le volume global d'eau venue dans la mine a été de 110.000m<sup>3</sup> (C'est le volume des ouvrages de la mine inondés)

Au bout de 24 jours l'eau s'est évacuée naturellement empruntant le système de failles et fissures existant au dessous du niveau inondé. La capacité moyenne d'infiltration des roches disposées au dessous du niveau 335 a été de :

$$\frac{110.000}{24} = 501/\text{sec.}$$

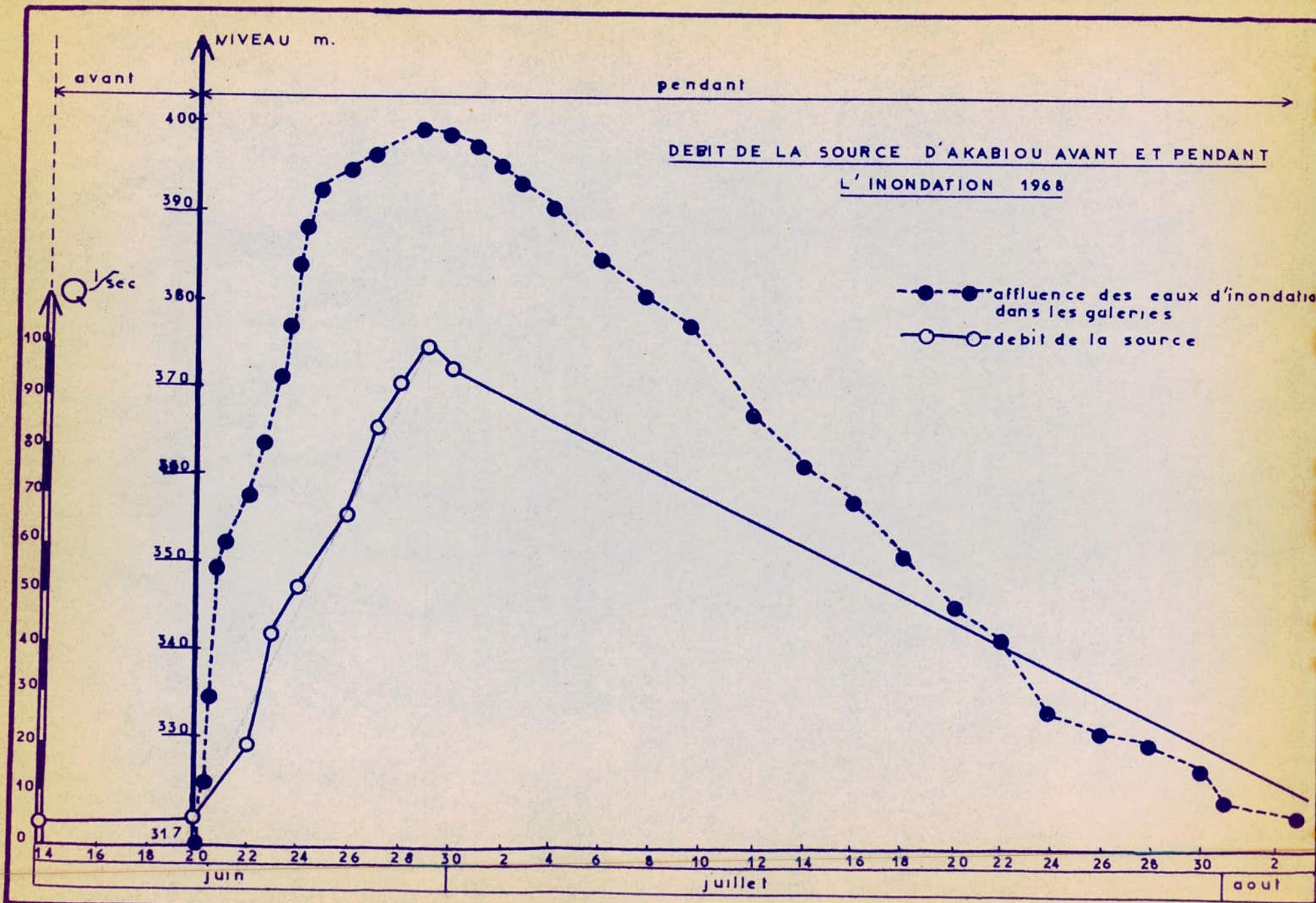
deuxième inondation (juin 1968)

La mine a été inondée de la côte 318 à la côte 400. L'affluence des eaux a duré neuf jours. Au bout de 47 jours, l'eau s'est évacuée d'elle même comme comme lors de la première inondation.

Le volume d'eau (mesuré par l'excès sur le régime normal de la source d'Akabiou) a été de 260.000m<sup>3</sup>. La capacité moyenne d'infiltration des roches disposées au des us du niveau 400 est:

$$\frac{260.000}{47} = 65,0 \text{ l/sec.}$$

L'affluence moyenne des eaux pendant cette inondation a été de 270l/sec.



## B/ Causes

Le gisement est exploité depuis 1962 par la méthode des sous-niveaux foudroyés. Les travaux de foudroyage par l'ébranlement et la fissuration des roches qu'ils engendrent ont obstrués l'émergence d'une source située en surface à la cote 650. Cette source dont le débit était de quelques 360m<sup>3</sup>/jour drainait les eaux d'un bassin situé dans la zone que nous avons appelé "dénoyée".

Deux ans après la disparition de cette source la mine a enregistré la première inondation, une seconde deux ans après.

Signalons d'une part qu'avant la disparition de cette source la mine n'a jamais connu d'inondation semblable à celle qu'elle a enregistrée après la disparition de la source; bien que la méthode des sous-niveaux foudroyés était déjà appliquée.

D'autre part aucune inondation ne s'est produite avant que la méthode d'exploitation par sous niveaux foudroyés ne soit appliquée. La méthode d'exploitation était alors par tranches montantes remblayés.

### -Problème

Il s'agit donc de savoir si ce sont les travaux de foudroyage qui ont provoqué, outre la disparition de la source, l'afflux des eaux qui ont causé les inondation. Ou bien si c'est la pression statique (de l'eau emmagasinée dans le bassin qui s'est trouvé fermé après la disparition de la source) qui détruit les cavités et libère ainsi les eaux.

Analyse du problème

Les travaux de foudroyage qu'ils soient ou non la cause des inondations, une chose est certaine c'est qu'ils ont été à l'origine des inondations en obstruant l'émergence de la source. Cela pourrait encore arriver aux autres sources existantes en surface, si les travaux de foudroyage se poursuivraient encore.

Si les inondations ont eu lieu après la disparition de la source, ce n'est là peut être qu'une coïncidence. L'ébranlement (qui crée les fissures) aurait bien pu atteindre les cavités qui alimentaient la source avant d'obstruer celle-ci.

L'hypothèse selon laquelle la pression statique détruirait les cavités est peu probable théoriquement. La destruction des cavités se produirait lorsque la pression statique est maximum. Ce maximum de pression <sup>est</sup> atteint au mois de mars-avril. Or les inondations ont eu lieu au mois de juin seulement où la pression statique n'est théoriquement pas maximum.

Si on se réfère à la tectonique, le foudroyage serait seul responsable des inondations. En effet les roches calcaires (liassiques) encaissantes du fait de l'existence des diaclases se comportent comme un ensemble de blocs ayant une résistance surabondante; et où la stabilité, souvent précaire, dépend de la possibilité qu'ont les blocs de se déplacer les uns par rapport aux autres sous l'action de l'effort exercé. C'est un peu selon cette image qu'il faut se représenter le comportement du massif rocheux encaissant. Les travaux de foudroyage sont susceptibles d'exercer cet effort (contraintes dans la zone ébranlée.)

Il serait donc intéressant de savoir déterminer la répartition des contraintes dans les roches encaissantes lors des travaux de foudroyage moyennant l'inclinaison des diaclases et la résistance au cisaillement des roches pour apprécier la stabilité des roches encaissantes.

Malheureusement sur le plan théorique il semble que la seule hypothèse utilisable soit celle de la relaxation. La vitesse de cette évolution ne peut être prévue dans l'état actuel de nos connaissances.

## 6. MESURES A ENTREPRENDRE

L'existence (prouvée par les inondations 1966-1968 ) de cavités karstiques fermées et aquifères dans les roches encaissantes du gisement; expose la mine à de graves dangers d'inondations. En ce sens que les venues d'eau peuvent être très grandes.

Il est donc primordial d'apprécier exactement ces venues d'eau et la position des cavités dans la masse rocheuse encaissante. Choses qui ne peuvent se réaliser que par une étude géophysique..

L'étude hydrogéologique que nous avons entreprise nous permet cependant de proposer une double précaution:

- Diminuer les risques d'inondations.
- Préventions contre d'éventuelles inonda

### Diminution des risques d'inondations:

Considérant :

- La topographie de la région du gisement
- La position des amas dans le massif
- La nature géologiques des roches encaissantes
- Le rôle hydrogéologique des fissures
- La composition chimique des eaux régionales
- La composition chimique de l'eau d'inondation des années 1968 et 1966.
- Les causes des inondations.

Nous pouvons affirmer que l'origine de nouvelles inondations serait la continuation des travaux de foudroyage dans l'amas 20 bis et la région carbonatée du gisement ( voir coupes et plans )

Il serait donc prudent d'arrêter les travaux de foudroyage dans les amas sus-cités.

Cependant même en abandonnant le foudroyage dans ces amas tout risque de nouvelles inondations n'est pas à écarter complètement. Il faut s'attendre à ce que les contraintes dans la zone déjà ébroulée par les travaux actuels, évoluent par la suite. La vitesse de cette évolution ne peut être prévue.

En cas de nouvelles inondations deux se présentent:

- a) Avant l'achèvement du travers-bancs.
  - b) Après l'achèvement du travers-bancs
- a) En cas de nouvelles inondations avant l'achèvement du travers bancs, il serait préférable de laisser l'eau s'évacuer d'elle-même comme les fois précédentes.

En effet l'installation d'une pompe (dont nous allons calculer la puissance en admettant que le débit moyen des venues d'eau est de 300 l/sec.) ne résout pas le problème :

L'eau arrivant à grand débit inondera au moins les galeries de roulage et les travaux d'exploitation seront arrêtés.

Il serait donc absurde de pomper l'eau alors que les travaux d'exploitation sont arrêtés.

La seule chose que l'on peut faire, avant le creusement du travers-bancs, est d'après notre étude :

Diminuer les risques d'inondation, en abandonnant le foudroyage dans l'amas 20 bis.

Puissance de la pompe :

Débit.....  $Q = 300$  l/sec.  
Tuyauterie.....  $L = 500$  m  
Dénivellation.....  $H = 150$  m  
Pertes de charge.....  $= 30$  m

Hauteur manométrique.....180m  
Rendement électrique..... 0,92  
" mécanique..... 0,96  
" hydraulique..... 0,80  
Puissance en eau montée..... P

$$P = \frac{300 \times 150}{75} = \underline{600 \text{ Ch.}}$$

Puissance utile.....  $P_u$

$$P_u = \frac{300 \times 180}{75} = \underline{720 \text{ Ch.}}$$

Puissance du moteur..... $P_e$

$$P_e = \frac{720}{0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,80} = \underline{960 \text{ Ch.}}$$

L'installation de cette pompe nécessiterait un grand investissement et un grand entretien. ~~...~~  
b); ~~...~~ Cependant le creusement du tra-  
vers banc apporte une solution à ce problème

En effet le débit qu'il peut faire évacuer sans qu'il y ait arrêt des travaux est le suivant :

$$Q = F \times v \quad \text{avec}$$

F -section mouillée du caniveau

$$v = C (R \times I)^{0,5} \quad \text{Vitesse de l'eau (formule de Chezy)}$$

$$C = \frac{87}{I + \frac{\gamma}{(R)^{0,5}}}$$

$$\gamma = 0,160 \text{ (caniveau bétonné)}$$

$$R = \frac{F}{P} \quad \text{P est la périmetre mouillé}$$

Dimensions du caniveau

-Largeur .....0,40 m.

-Profondeur.....0,40 m.

Pente... I. = 5/1.000

On trouve :

$$v = 1,56 \text{ m} \quad \text{soit:}$$

$$Q = 250 \text{ l/sec.}$$

Nous voyons donc que le travers banc permet de faire évacuer les eaux encas d'inondation. Pour cela il va falloir creuser une cheminée qui débouche dans la zone des galeries qui mènent vers l'amas 20 bis

La position du travers banc nous fixe les coordonnées de cette cheminée:

$$\underline{\underline{X = 685.800}}$$

$$\underline{\underline{Y = 369.000}}$$

### Aménagement de la cheminée

En cas d'inondation ,l'eau s 'engouffrant dans la cheminée prend une grande énergie cinétique, afin de supprimer cette dernière il serait nécessaire de placer en quinconce des obstacles .L'intervalle y sera de l'ordre de 10 à 12 m.

Le débit que peut faire évacuer le travers-bancs est ,en admettant que l'eau déborde du caniveau sans pour cela arrêter les travaux , bien plus supérieur à 250 l/sec.

7-

CONCLUSION  
-----

L'étude hydrogéologique entreprise ici a été basée uniquement sur les observations que nous avons pu faire dans la mine et ses environs.

La complexité de la structure géologique et tectonique locale ne nous permet que de donner des hypothèses, qui pourraient s'avérer exactes.

Une étude avec des moyens plus efficaces, la géophysique par exemple, pourra expliquer de façon complète l'hydrogéologie de la mine.

Cette étude permettra d'apprécier exactement les venues abondantes d'eau des cavernes karstiques. Les résultats de ces recherches permettront de fixer le choix de la méthode rationnelle de vidange des cavités. Cette eau pouvant servir à l'alimentation en eau potable ou à des usages industriels.

Tenant compte de la nature géologique des foches, l'étude géophysique portera sur la région limitée par les coordonnées Lambert suivantes

$$\begin{array}{l} X \quad \left\{ \begin{array}{l} 685.000 \\ 687.000 \end{array} \right. \qquad Y \quad \left\{ \begin{array}{l} 367.000 \\ 369.000 \end{array} \right. \end{array}$$

L'hétérogénéité et l'anisotropie des roches ne nous permet aucun calcul concernant l'assèchement du gisement. Seul le creusement du travers bancs pourrait donner une idée lorsque le creusement de celui-ci atteindra les roches calcaires.

Il faudra donc songer à faire des trous pilotes divergents en vue de déceler d'éventuelles poches d'eau, le creusement actuel se faisant au voisinage des roches calcaires :

DEUXIEME PARTIE

EXPLOITATION

246

## 1. OSSATURE GENERALE DE LA MINE

Le carreau de la mine se trouve au niveau 450. La zone minéralisée a une orientation sud est-nord ouest.

Dans la partie nord ouest se trouvent les amas 21-23 et 1 bis. Cette partie du gisement est ouverte par un travers-bancs de direction nord ouest, des cheminées et deux plans inclinés: (450/475 et 475/525). La partie située au dessus du niveau 525 est accessible seulement par cheminées.

Dans la partie sud est, se trouvent les principaux amas du gisement: (amas 10, 11-18-20, 20 bis, 16, 16 bis et 13)

L'exploitation dans ces amas a atteint les niveaux 325 et 318. L'extraction se fait par plans inclinés reliant le niveau 450 au niveau d'exploitation le plus bas à savoir 318. Il y a quatre plans inclinés équipés de treuils électriques: (plans 450/390, 390/325, 325/318, 325/308)

Le minerai extrait est stocké dans une trémie de capacité 600 tonnes, située au niveau du carreau de la mine.

Cette trémie et celle installée à la gare d'Il-Matten sont reliées par un téléphérique bicable d'une longueur de 3000 m. La trémie d'Il-Matten, de construction métallique est principalement destinée au chargement des wagons de la SNCF et peut recevoir environ 150 tonnes de minerai.

Sur le port de Bedjaia, il est possible de stocker 25 000 t de minerai. Le chargement sur bateaux se fait à l'aide d'une grue équipée d'un godet de capacité 2,5 tonnes.

Sur le carreau de la mine sont installés:

- Le groupe électrogène
- Les compresseurs et les transformateurs
- Les ateliers et le parc à bois
- Les bâtiments administratifs et d'habitations

## 2. METHCDE D'EXPLOITATION ACTUELLE

Le principe de la méthode d'exploitation par sous-niveaux foudroyés, appliquée dans la mine de Timezrit comporte en gros trois phases :

Travaux de découpage

Travaux préparatoires

Travaux d'exploitation proprement dits

### 2.1 TRAVAUX DE DECOUPAGE

Le gisement est découpé en étages de 25 metres de haut. Chaque étage est à son tour découpé en 5 sous-niveaux de 5 m d'épaisseur. A la base de chaque étage on creuse les galeries de roulage principal, ainsi que les cheminées d'évacuation du minerai et passage du personnel, reliant les sous-niveaux aux galeries de roulage.

### 2.2 TRAVAUX PREPARATOIRES

Chaque sous-niveau est partagé en 2 tranches horizontales de 2,5 m de hauteur. Les travaux préparatoires consistent à creuser dans la tranche inférieure du sous-niveau directement inférieur à celui en phase d'exploitation, des recoupes parallèles à elles-mêmes et perpendiculaires à une galerie centrale; Ces recoupes étant disposées en quinconce pour répartir les pressions de terrain.

### 2.3 TRAVAUX D'EXPLOITATION

#### 2.3.1 Principe

L'exploitation se fait en rabattant vers la cheminée principale à minerai selon le processus suivant :

1. Creusement de la première recoupe avec boisage et pose des voies au fur et à mesure de l'avancement.

2. Suppression des voies à la fin du creusement. Pose d'un grillage sur la sole de la recoupe ainsi que des piles de bois.

3. Creusement de la deuxième recoupe avec boisage et pose de voies au fur et à mesure de l'avancement.

4. Pose d'un grillage (sous la voie) dans la deuxième recoupe qu'on relie au précédent.

5. Déplacement de la première pile de bois (à partir du fond) de la première recoupe dans la deuxième.

6. Foudroyage de la couronne de la première recoupe avec évacuation du minerai par la deuxième recoupe. On déplace successivement toutes les piles de la première recoupe vers la deuxième recoupe pour dépiler toute la couronne de la première recoupe.

7. La première recoupe étant foudroyée on commence le creusement de la troisième recoupe.

### 2.3.2 Organisation de travail

Pour réaliser le cycle de travail, on dispose de l'effectif par poste suivant :

L'équipe se compose essentiellement de :

2 chargeurs

2 boiseurs

En un poste il y a :

2 foreurs pour 3 équipes

2 poseurs de voies pour 6 à 9 équipes

5 boute-feux par poste pour l'ensemble des équipes

4 ouvriers pour l'entretien (1 seul poste par jour)

2 graisseurs par poste pour l'ensemble des équipes

3 chefs de quartier (1 seul poste par jour)

Le rythme de travail se fait à raison de 3 postes par jour. A chaque poste et dans chaque chantier une équipe procède aux 3 opérations suivantes :

- Foration-tir
- Chargement
- Boisage

Une équipe charge en moyenne 16 wagons de 400 litres par poste.

### 2.3.3 Abattage

Dimensions du chantier d'abattage :

- Largeur des galeries et recoupes : 2,5 mètres
- Hauteur des galeries et recoupes : 2,5 mètres
- Section des galeries et recoupes : 6,25m<sup>2</sup>
- Hauteur d'un sous-niveau : 5,0 mètres

La foration est effectuée au moyen de marteaux perforateurs Atlas-9opco (poids 22 kg, consommation d'air 2,5m<sup>3</sup>/mn, pression nominale 5 kg/cm<sup>2</sup>) et Ingersoll-Rand.

Dans les recoupes on fore 8 trous et on effectue le tir à la méche. Dans les galeries de traçage, on fore 20-30 trous et on effectue le tir électrique. Le plan de tir est adapté à chaque chantier suivant les particularités qu'il présente. L'exécution de cette opération est donc soumise à l'appréciation des foreurs et du chef de poste.

L'explosif utilisé est le N31 CUP 138. La longueur des trous est de 1 m ce qui donne un avancement de 0,8 m environ. La vitesse de foration est de 3 à 4 mn/trou dans le minerai et de 6 à 8 mn/trou dans les calcaires.

### 2.3.4 Soutènement

Les plans de soutènement sont préparés pour chaque chantier. On boise avec des cadres à double entaille ayant une longueur de chapeau de 2,25 m à 2,5 m et une hauteur de montant de 2,3 à 2,5 m.

La distance entre cadre est de 0,6 à 1 mètre. Deux boiseurs posent un cadre par poste. La consommation de bois en 1969 a été de 22,5 kg/t. On utilise le bois de chêne, d'eucalyptus, de pin.

### 2.3.5 Chargement

Le minerai abattu est chargé manuellement et il est transporté du front d'abattage jusqu'à la cheminée à minerai dans des wagons de 400 litres. Le temps de chargement d'un wagon, par deux chargeurs, est de 16 mn. Sa capacité étant de 0,8 tonnes de minerai.

### 2.3.6 Transport

Les produits abattus sont versés dans les cheminées à minerai munies à leur base de tremies qui permettent le chargement dans des wagons de 1000 litres.

Le transport dans les galeries horizontales se fait par locomotives "Gmcinder" diesel de 10 Ch. qui tirent des trains de 4 à 6 berlines.

Le transport dans les plans inclinés se fait par treuils électriques type MLPT 235 A4 ayant une puissance de 65 Ch. à double câbles (4 berlines en mouvement deux pleines deux vides.)

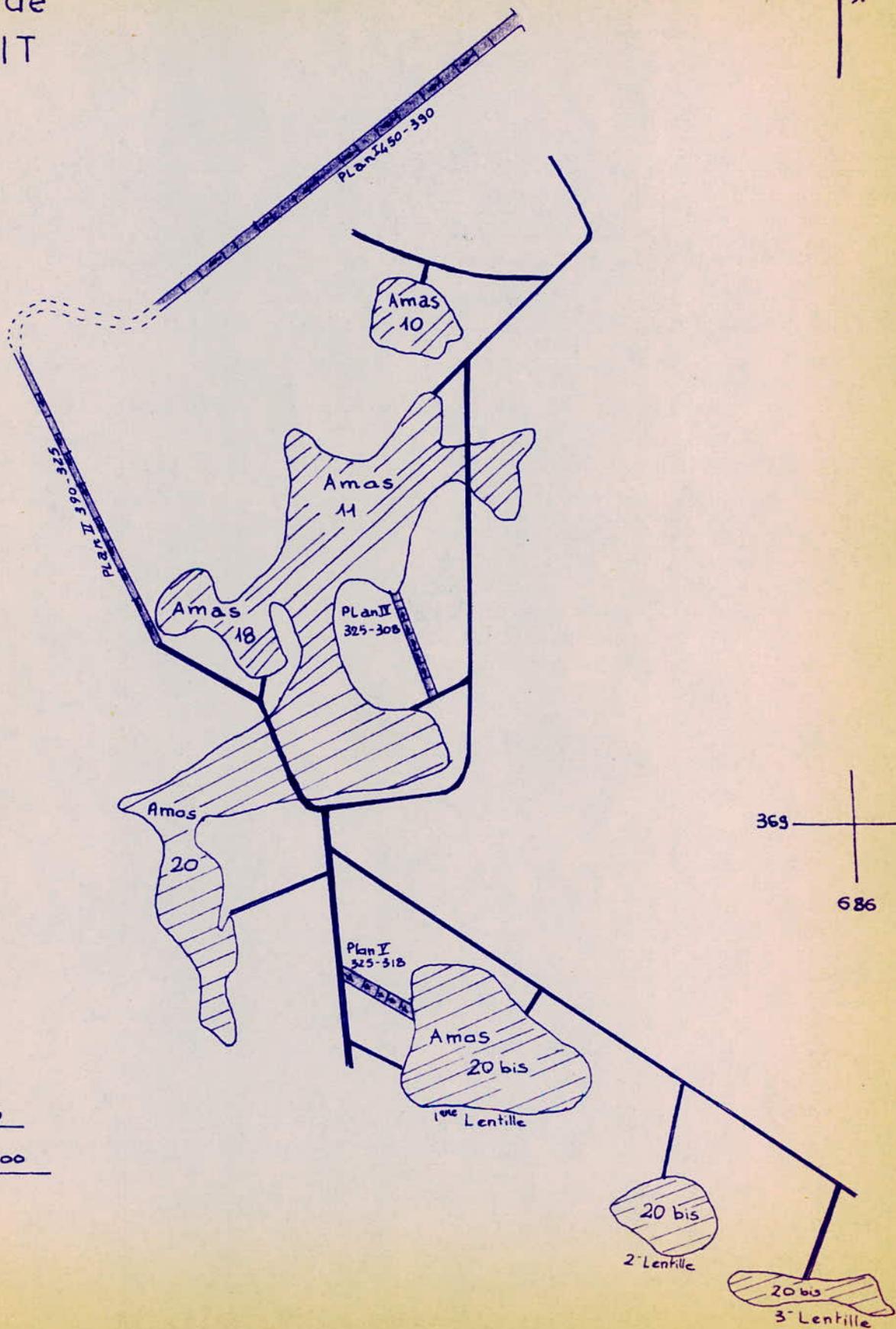
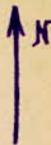
### 2.3.7 Aérage

Il n'existe pas de dispositif artificiel d'aérage. L'aérage de la mine se fait par un courant d'air naturel. Il rentre par les plans inclinés et sort par les cheminées des anciens travaux .

2-3-8) Travaux d'exploitation actuels

Amas	Niveaux	Nombre de chantiers	Nombre de postes/jour
II-I8	322-327	4	3
	333-338	6	3
IC	322-327	2	3
	318	Recherche et préparation	
20 bis <u>I<sup>ère</sup> lentille</u> <u>2<sup>ème</sup> " "</u> <u>3<sup>ème</sup> " "</u>	322-327	3	3
	322-327	I	3
	322-327	I	3
	318-322	I	3
I bis	503-508	I	2
	498-503	I	2
	493	Recherche et préparation	
2I-23	527-532	3	2
	522-527	Recherche et préparation	

# Gisement de TIMEZRIT



Niveau 325  
Echelle 1/2000

### 3. ENERGIE DE LA MINE

L'énergie électrique de la mine se fait par deux voies:  
A. Production de l'énergie électrique, sur place, avec un groupe électrogène 675 CV type M.A.N, alternateur 500 V, fournissant 570 KVA. L'énergie produite par le groupe électrogène ne suffit pas à couvrir la consommation de la mine aux heures de pointe.  
B. Fourniture de l'énergie par le réseau de l'E.G.A. La mine dispose d'une station de transformateurs abaissant la tension de 30 000 V à 500 V. La puissance unitaire de chacun des transformateurs est respectivement: 500?, 315 , 200 KVA.

Les consommateurs principaux de l'énergie électrique sont: Les compresseurs, les treuils et les ateliers qui utilisent une tension de 500 V.

L'éclairage général: extérieur, locaux administratifs, magasins bâtiments d'habitation, utilise une tension de 220 V et 110 V.

La station des compresseurs comporte le matériel suivant:

1 Compresseur Spiros	250 CV
1 Compresseur Ingersoll-Rand	250 CV
2 Compresseurs Ingersoll-Rand	125 CV

Pour une production de 500 T/J un compresseur de 250 CV est suffisant. Il fonctionne 16 heures par jour, il est relayé par les compresseurs de 125 CV pendant les périodes d'entretien.

#### 4. INDICES TECHNICO-ECONOMIQUES

##### 4.1 PRODUCTION

Le plan opérationnel pour l'année 1970 prévoyait une production annuelle de 170 000 tonnes. La production réalisée n'a été que de 146 000 tonnes.

Les chantiers donnent actuellement une production moyenne de 500 tonnes par jour. A raison de 280 jours ouvrables par an la production annuelle peut être estimée à 140 000 tonnes de minerai.

##### 4.2 EFFECTIF ET RENDEMENT

La mine de Timezrit compte pas moins de 669 personnes réparties comme suit:

Personnel fond	400
Travers-bancs	96
Carreau de la mine	136
Administration	25
Quai d'embarquement	12
TOTAL	669

Le rendement de production de l'année 1970 a été de :

Rendement fond	1,436
Rendement fond et jour	1,098
Rendement d'ensemble	0,973

##### 4.3 CONSOMMATION

Pendant l'année 1970, la consommation des principaux matériaux a été la suivante :

Matériaux	Unité	Consommation
Bois	m.l/t	0,68
Explosifs	gr/t	214
Detonateurs	d/t	0,83
Meches	m.l/t	0,26
Lubrifiants	l/t	0,61
Grillage	m <sup>2</sup> /t	0,08
Energie	Kwh/t	6,67

4.4 STRUCTURE DU PRIX DE REVIENT

Dépenses année 1970 : 5 475 911 DA  
Production 1970 : 146 400 tonnes  
Prix de revient : 37,5 DA/t

La structure approximative du prix de revient s'établit comme suit :

- Salaires 60%
- Matériaux 18 %
- Energie 3 %
- Transport 14 %
- Frais de vente 2 %
- Frais divers 3 %

Le prix de revient que nous avons établi est un prix de revient sans amortissement.

## 5. METHODE PROPOSEE

### 5.1 Reserves à exploiter

Les reserves que nous nous proposons d'exploiter sont situées au dessus du niveau 318 et se repartissent comme suit :

Amas	Reserves (tonnes)
10	15 600
11-18	98 000
20 bis 1 lentille	46 000
20 bis 2 lentille	7 700

Ces reserves se situent entre les niveaux 318 et 327;

### 5.2 Durée de vie

La production annuelle souhaitable étant égale à 170 000t et les reserves representant quelques 170 000tonnes nous que la durée de vie du gisement situé au dessus du niveau 318 est égale à 1 an.

### 5.3 Production journalière

Le plan operationnel prévoit une production annuelle de 170 000tonnes ,la production réalisée représente un deficit de 10 % en moyenne.Pour nos calculs nous en tiendrons compte.Nous nous fixerons une production annuelle de 170 000 (1,1)=187 000. D'ou la production journalière :

$$\frac{187\ 000}{280} = 660 \text{ tonnes par jour}$$

#### 5.4 Choix d'une methode d'exploitation

Outres les facteurs de securité, de non salissement de minerai ... Nous allons voir que la critique de la methode actuelle va nous permettre de fixer notre choix.

Par la methode actuelle on n'arrive pas à produire le tonnage journalier prevu. Cela est du essentiellement à l'organisation de travail. En effet en un poste et dans chaque chantier on procede aux trois opérations suivantes :

- Foration-tir
- Chargement
- Boisage

Nous voyons que le temps de chargement est très réduit , il est voisin de 160 mn. Il sera donc intéressant de faire le chargement en parallèle avec la foration et le boisage. Ainsi disposant d'un temps de chargement plus grand on pourra charger beaucoup plus de wagons.

Cela ne posera pas de problèmes pour le transport bien au contraire il se fera d'une manière plus uniforme puisque la production sera la même .

Le manque de wagons vides se fera sentir beaucoup moins. Pour abattre en une volée plus de minerai qu'actuellement nous proposons un tir en éventail.

Pour que le boisage puisse se faire en parallèle avec le chargement nous proposons des tailles longues.

La methode que nous proposons est quelque sorte une variante de la methode actuelle, en ce sens que les travaux de decoupage et preparatoires sont les mêmes.

### 5.5 Principe de la methode

La methode consiste à partager les emas en sous-niveaux de 5 m de hauteur. Chaque sous-niveau est à son tour divisé en 2 tranches horizontales de 2,5 m de hauteur.

Les sous-niveaux seront pris en descendant.

Les tranches d'un même sous-niveau seront prises en montant :

Après avoir exploité une partie de la tranche inférieure d'un sous-niveau, on foudroie la partie de tranche supérieure du même sous-niveau.

Dans la conduite des travaux, on opérera par tailles droite limitée par les épontes du gisement, et, rabattante vers la cheminée principale.

Chaque chantier comprendra 3 allées :

-Une allée centrale

-Deux autres limitant le contour du gisement.

L'évacuation du minerai se fera par ces trois allées.

Comme nous l'avons annoncé les travaux de découpage ainsi que les travaux préparatoires étant les mêmes. Il nous reste à voir les travaux d'exploitation

### 5.6 Travaux d'exploitation

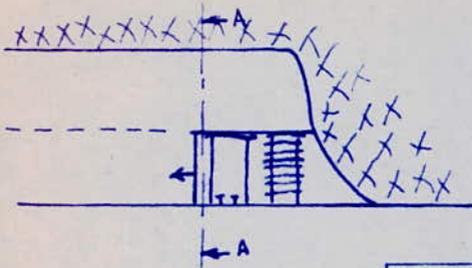
Vu l'irrégularité du gisement, nous allons raisonner sur une longueur de taille moyenne. Dans le cas général nous aurons une longueur de taille égale à 20 mètres.

Le sous-niveau sera exploité par tranches verticales, perpendiculaires aux allées. Pour éviter de grosses charges d'explosifs et pour avoir une granulométrie moyenne nous prendrons une épaisseur de tranche égale à 1,0 mètres dans le cas général l'exploitation d'une tranche se fera en 6 prises : 4 pour la tranche inférieure

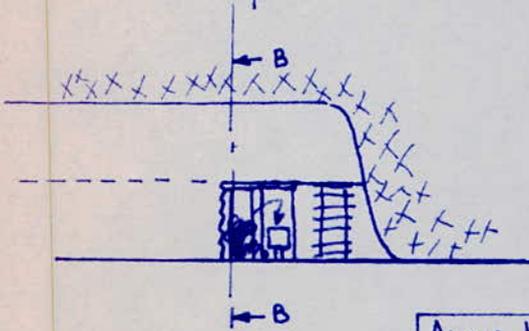
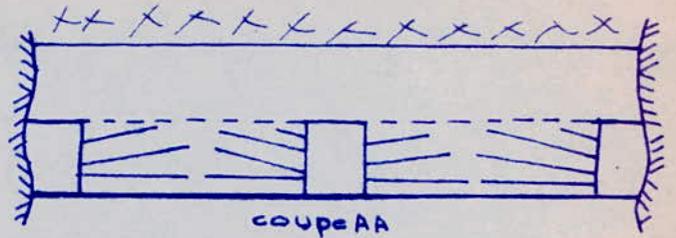
2 pour la tranche supérieure (foudroyage)

# DIFFÉRENTES PHASES DE L'EXPLOITATION

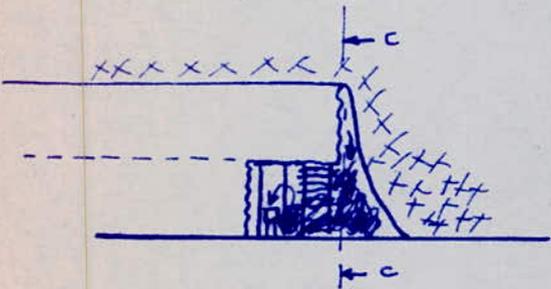
Principe de la méthode d'exploitation -



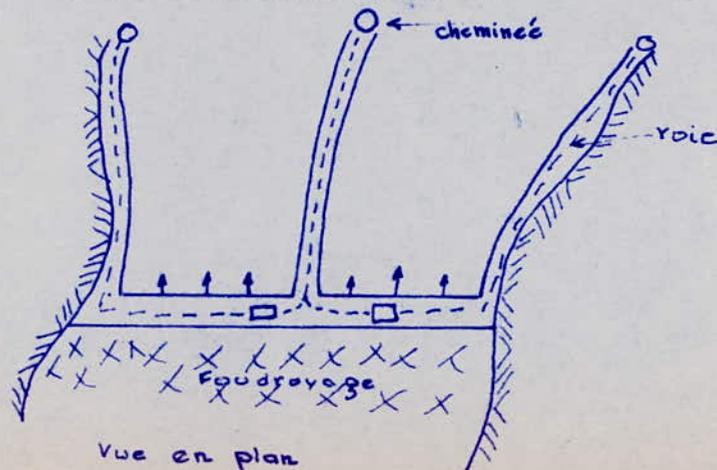
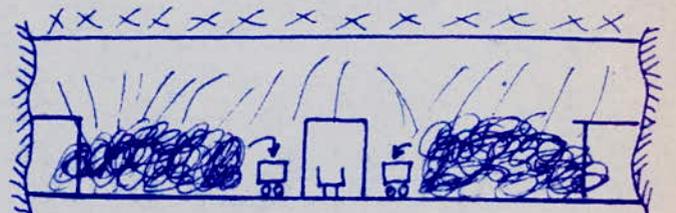
avant tir



Après tir, chargement



Foudroyage, chargement



Vue en plan

Cycle de travail :

1. Chargement des produits du foudroyage et abattage des prises extremes en fin de poste.

2. Chargement des produits des prises extremes et abattage des prises medianes en fin de poste.

3. Chargement des produits des prises medianes et abattage des prises extremes en fin de poste.

4. Chargement des produits des prises extremes et abattage des prises medianes en fin de poste.

5. Chargement des produits des prises medianes et foudroyage de la couronne en fin de poste (après avoir déplacé les voies et étalé le grillage)

6. Chargement des produits du foudroyage et foudroyage de la couronne (l'autre moitié) en fin de poste.

1. Chargement des produits du foudroyage et abattage des prises extremes en fin de poste.

5.6.1 Organisation de travail au front de taille

En général le cycle de travail est bouclé en 6 postes, à raison de trois poste par jour, l'avancement nécessite 2 jours.

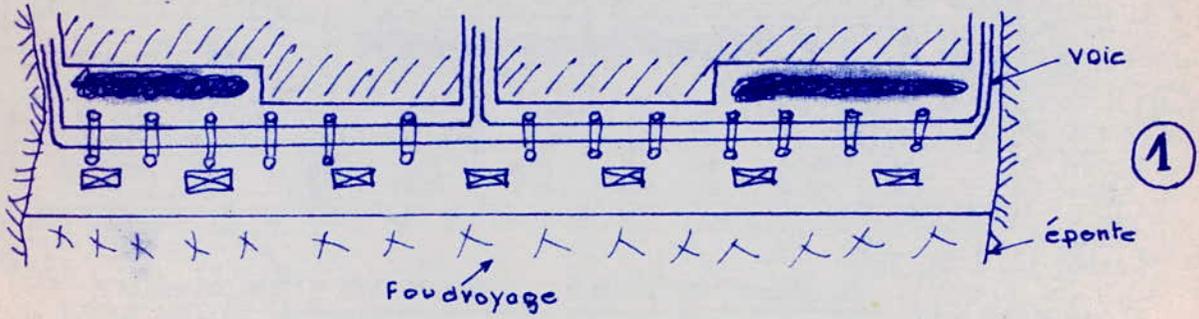
Chaque poste se composera de 4 équipes (par chantier)

2 équipes pour le chargement

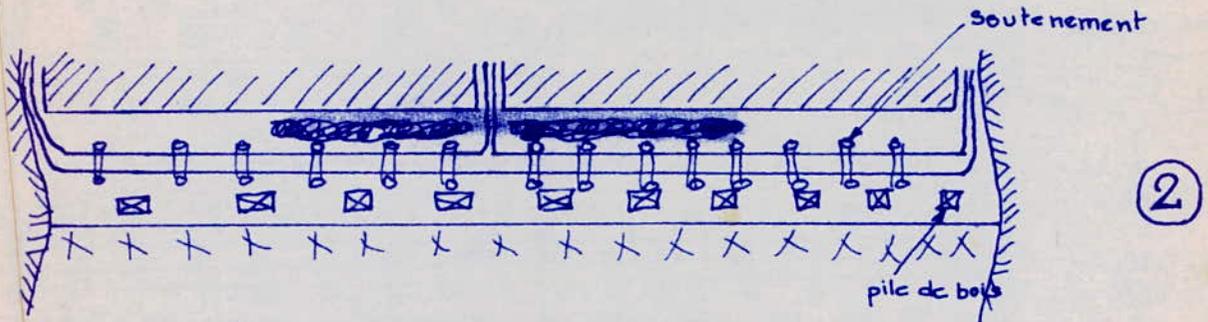
2 équipes pour la foration et le boisage.

Les deux premières équipes procéderont uniquement au chargement d'une prise tandis que les deux dernières procéderont à la foration de l'autre prise. Au boisage aussi au fur et à mesure que les deux premières équipes chargent le minerai. Au tir en fin de poste.

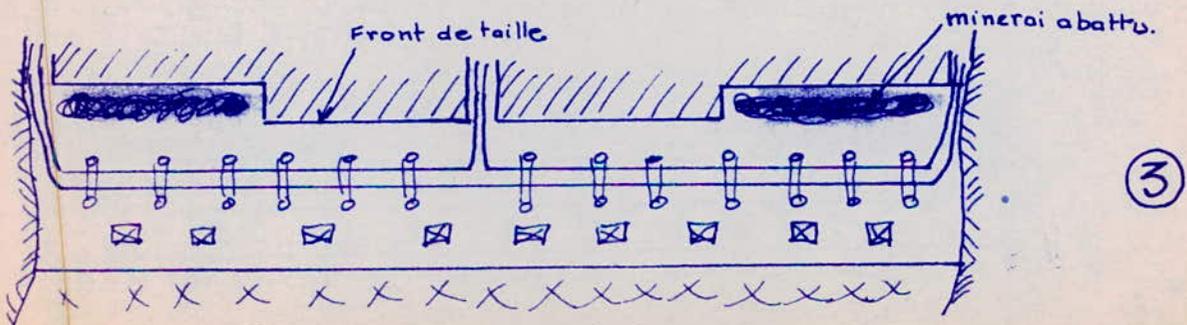
# CYCLE D'EXPLOITATION



\* Debut du poste a , fin du poste f

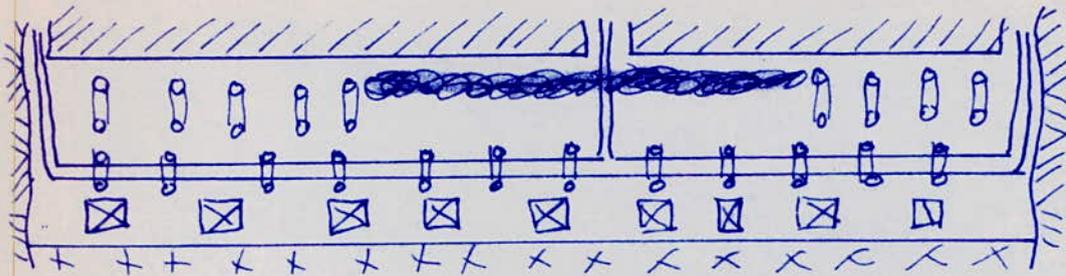


\* Fin du poste a , debut du poste b



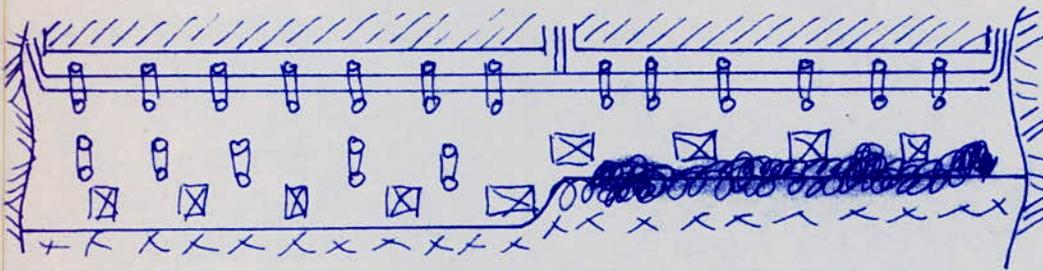
\* Fin du poste b , debut du poste c

# Cycle d'exploitation (suite)



④

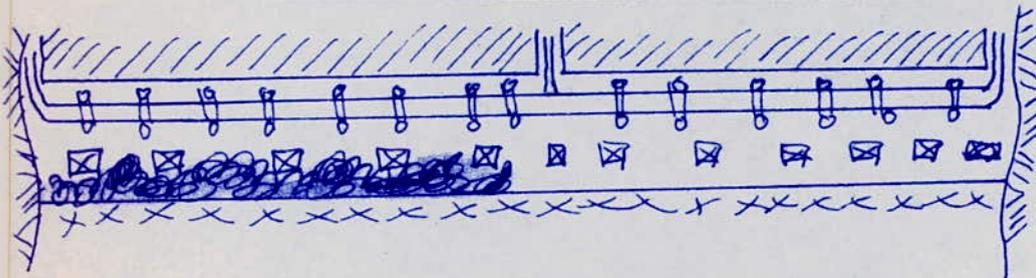
\* Fin du poste c, debut du poste d



⑤

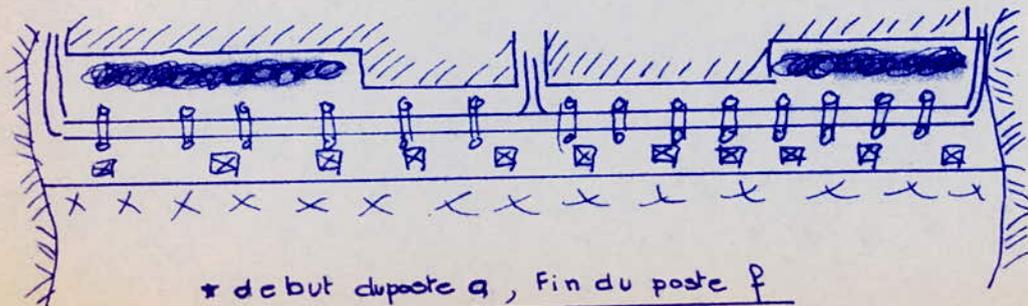
deplacement de la voie.

\* Fin du poste d, debut du poste e



⑥

\* Fin du poste e, debut du poste f



①

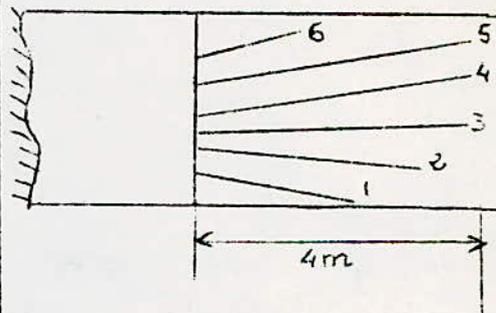
\* debut du poste g, Fin du poste f

5-6-2) Abattage

La foration s'effectuera à l'aide de marteaux perforateurs montés sur glissière (avec fleurets monobloc).

Caractéristiques du plan de tir

Nombre de trous		longueur unitaire ( m )	Charge par trou (Kg)
N°	Nbre		
1	1	1,1	0,5
2	1	3,6	1,1
3	1	3,6	1,1
4	1	3,5	1,0
5	1	3,7	1,1
6	1	1,2	0,5
Total	6	16,7	5,30



Consommation d'explosifs

Sachant qu'on a pris une tranche de 1,00m. Nous aurons une consommation de

$$\frac{5,30}{4 \times 2,5 \times 1 \times 0,9 \times 3} = 0,195 \text{ kg/tonne}$$

Tonnage abattu à chaque fin de poste (par chantier)

$$S = 2 \times 4,0 \times 2,5 = 20 \text{ m}^2$$

$$V = 20 \times 1 \times 0,9 = 18 \text{ m}^3$$

$$T = 18 \times 3 = 54 \text{ tonnes.}$$

Temps de chargement

Nous avons prévu deux équipes pour le chargement. Chaque équipe aura donc à charger 27 tonnes soit un volume foisonné de:

$$V_f = \frac{27 \cdot 1,5}{3} = 13,5 \text{ m}^3$$

Le chargement se fera manuellement dans des wagonnets de 400 litres. Le temps effectif de chargement étant égal à 7 heures. Pour charger un wagonnet l'équipe composée de deux ouvrières disposera de :

$$t = \frac{7 \cdot 60}{(13,5/0,4) \times 0,9} = 13 \text{ minutes.}$$

Actuellement le chargement s'effectue en moyenne en 17 minutes.

Temps de foration

A chaque poste la deuxième équipe aura à forer  $16,7 \times 2 = 33,4 \text{ m.}$  avec une vitesse de foration de  $0,5 \text{ m/min.}$  Le temps de foration sera:

$$t = \frac{33,4}{0,5} = 66,8 \text{ minutes}$$

Nous voyons donc que cette équipe disposera encore 5 heures au moins pour procéder au boisage.

Nombre de chantiers à ouvrir

avec une production journalière de 660 tonnes (10% de sécurité) .A raison de trois postes par jour chaque chantier produira:

$$54 \times 3 = 162 \text{ tonnes/jour}$$

Nous voyons qu'avec 4 chantiers il est possible de produire le tonnage journalier demandé.

## 6. CONCLUSION

La méthode que nous venons d'étudier succinctement est à retenir en ce sens qu'elle

- nécessite un nombre de chantiers plus petit que celui de la méthode actuelle .
- Assure une production élevée.
- Nécessite une consommation de détonateurs et d'explosif moindre (tir en éventail)
- Assure une plus grande sécurité
  - Les cassures du grillage seront moins fréquentes (front de taille droit)
- L'aéragé ne se fera plus en cul de sac
- Meilleures conditions de travail , le tir se faisant en fin de poste.

Une méthode qui nécessite que le matériel existant sauf l'achat d'un marteau perforateur. Le prix de revient sera légèrement amélioré par suite de l'augmentation du rendement.



