

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

5/96

وزارة التربية الوطنية  
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE - المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT - GENIE MINIER

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### SUJET

METHODE ET TECHNOLOGIE  
D'EXPLOITATION DU GISEMENT DE ZINC DE  
CHABET EL-HAMRA ( SETIF ) .

Proposé par :

ENOF

Etudié par :

HAMIOUD  
FERHAT

Dirigé par :

Mr. M. HASBELLAOUI

PROMOTION Juin 96



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERHCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT : GENIE MINIER

## MEMOIRE

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingéniorat d'Etat en Génie Minier*

### THEME :

**METHODE ET TECHNOLOGIE D'EXPLOITATION  
DU GISEMENT DE CHABET EL-HAMRA (SETIF)  
(Zinc)**

Proposé par :

L'E.N.O.F

Etudié par :

HAMIOUD Ferhat

Dirigé par :

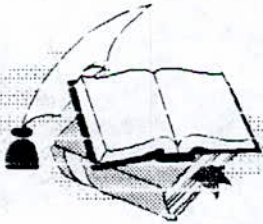
Mr M. HASBELLAOUI

Promotion Juin 96

## DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

- . A mon père .*
- . A ma mère .*
- . A mes frères et sœurs .*
- . A toute la famille .*
- . A mes meilleurs amis .*



## REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord mon promoteur  
Mr. **SABELLACON. MZISTANBA.**  
Qui ma soutenu au long de cette étude .

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements aux  
l'ensemble membres des jury qui ont accepter d'examiner  
ce modeste travail .

Je remercie aussi tous les enseignants du  
département **GENIE MINIER**

J'exprime aussi ma gratitude à tous les fonctionnaires  
de l'Enof qui ont contribué à ma formation pour avoir  
orienté, guidé, précisément Mr. **LAISSACON**  
et Mlle **SAMAR.**

Je remercie également tous les fonctionnaires de la mine  
de Chabot El Hamra, précisément :

Mr. **CHAMACON. VOICEF.**



*Membre des jury :*

*Président : Mr. Md. BACHAR.*

*Rapporteur : Mr. M. HASBALLAOUI.*

*Examineur : Mr. A. AIT. YAHLATENE.*

*Examineur : Mr. DJ. MERIEM.*

## SOMMAIRE

I. Introduction .....	1
II. Géologie et caractéristiques du gisement .....	3
II.1. Situation géographique .....	3
II.2. Historique .....	3
II.3. Contexte géologique .....	5
II.4. Géologie du gisement .....	6
II.5. Structure du gisement et les accidents cassantes .....	7
II.6. Stratigraphie .....	9
II.7. Morphologie et type de minéralisation .....	10
II.8. Caractéristiques hydrogéologiques .....	14
II.9. Calcul des réserves : .....	15
II.9.1. Méthodes des blocs géologiques par l'ORGM .....	17
II.9.2. Méthode des polygones par SIDAM .....	18
II.9.3. Estimation des réserves de minerai de pyrite par la géostatistique .....	23
III. Etat actuel de la mine .....	25
III.1. Description des travaux miniers .....	25
III.1.a. Puits .....	25
III.1.b. Descenderie .....	25
III.1.c. Travers Banc .....	26
III.2. Méthode d'exploitation actuelle .....	26
III.2.a. La foration .....	26
III.2.b. Chargement des trous .....	27
III.2.c. Bourrage .....	30
III.2.d. Tir .....	30
III.2.e. Chargement de minerai abattu .....	30
III.2.f. Traitement de minerai .....	30
III.2.g. Données d'ordre générales .....	32
III.3. Conclusion .....	34
IV. Méthode et technologie d'exploitation .....	39

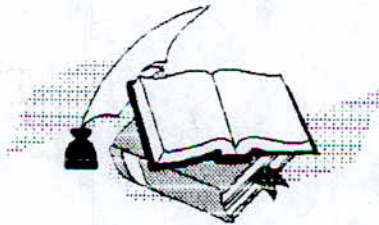
IV.1. Caractéristiques des méthodes d'exploitation .....	39
IV.1.a. La nature des roches encaissantes .....	39
IV.1.b. La morphologie des roches encaissantes .....	39
IV.1.c. Risque d'inondation .....	40
IV.1.d. La nature du minerai .....	40
IV.1.e. Expériences professionnelle .....	40
IV.2. La méthode d'exploitation retenue .....	40
IV.3. Données de base du projet .....	41
IV.4. Données relatives aux infrastructures réalisés .....	42
IV.4.1. Puits vertical .....	42
IV.4.2. Descenderie .....	42
IV.4.3. Travers Banc .....	42
IV.5. Choix de la méthode d'exploitation .....	43
IV.5.a. Méthode 'par chambre et piliers' .....	48
IV.5.b. Méthode 'Traçage et foudroyage' .....	49
IV.5.c. Méthode d'exploitation par traçage et dépilage .....	49
IV.5.c.1. Description de la méthode .....	49
IV.5.c.2. Ordre d'exploitation .....	50
IV.5.c.3. Travaux préparatoires .....	50
IV.5.c.4. Travaux d'exploitation .....	51
IV.5.c.5. Description des opérations .....	55
IV.5.c.5.a. L'exhaure .....	55
IV.5.c.5.b. Foration et tir .....	56
IV.5.c.5.c. Aérage .....	58
IV.5.c.5.d. Chargement et transport dans les chantiers .....	58
IV.5.c.5.e. Transport au jour .....	58
IV.5.3.7. Avantages de la méthode par traçage et dépilage .....	58
IV.5.3.6. Inconvénients de la méthode par traçage et dépilage .....	59
V. Organisation des travaux dans les chantiers .....	61
V.1. Description de la mine .....	61
V.2. Equipement nécessaires .....	61
V.3. Les effectifs .....	65
V.3.a. Effectifs nécessaires .....	65
V.3.b. Effectif du fond disponible .....	66
V.3.c. Conclusion .....	66
V.4. Cyclogramme de travail .....	66
V.5. Calcul du prix de revient de la mine .....	67



<i>V.5.a. Investissement réalisés</i> .....	69
<i>V.5.a.1. Investissements réalisés par l'Etat pour les infrastructures</i> .....	69
<i>V.5.a.2. Investissements réalisés par l'Enof</i> .....	70
<i>V.5.a.3. Investissement additionnels</i> .....	71
<i>V.5.b. Les frais du personnel</i> .....	72
<i>V.5.c. Les consommables</i> .....	73
<i>V.5.d. Pièces de rechange</i> .....	74
<i>V.5.e. Divers</i> .....	74
<i>V.5.f. Résumé du résultats des coûts d'exploitation</i> .....	75
<i>VI. Conclusion</i> .....	76
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE .	

**CHAPITRE .I.**

**INTRODUCTION**



## I. Introduction:

*L'industrie minière joue un rôle très important dans l'économie nationale .*

*Une étape, remarquable de l'industrie minière en Algérie a commencé partir de l'année 1966 quand l'Etat s'est reapproprié les richesses minières.*

*Depuis cette date l'Etat a envisagé un vaste programme de recherche minière notamment dans le Plomb/Zinc en précision de l'épuisement des réserves de Zinc des mines en exploitation . On peut citer la mine de Sidi Kamber (fermée en 1975) Ouarsenis(1975), Ain Barber(1984) et tout récemment la mine de Kherzet Youcef suite à une inondation survenue le 02 Juin 1990 .*

*Seule la mine d'El Abed(Tlemcen) est en fonctionnement avec une cadence de production de 8000 à 9000 Tonnes de concentré de Zinc par an .*

*Le gisement de Chabet El Hamra est l'un des résultats du programme de recherche de l'Etat .*

*Compte tenu d'une part des besoins de concentré nécessaire à l'alimentation de l'usine d'électrolyse de Zinc (Ghazaouet), de capacité, théorique de 80000 tonnes/an , d'autre part de la faible production de minerai de zinc , l'Etat à envisagé l'ouverture et l'exploitation du gisement de Chabet El Hamra C.E.H , appelé aujourd'hui à prendre le relève de gisement de Kherzet Youcef (Kh.Y) (1) .*

*Le zinc a plusieurs usages importants dans la vie (2), Il est utilisé pour le zincage, opération qui consiste à recouvrir de liquide des pièces métalliques pour les*

*protéger de la corrosion , dans la fabrication des tubes , des feuilles pour le recouvrement des maisons . L'oxyde de zinc est utilisé dans l'industrie de caoutchouc, en médecine ..*

*Par ailleurs afin de réduire les investissements que nécessite un projet minier nous avons tenté autant que faire se peut à utiliser les infrastructures minières existantes, le matériel existant et l'usine de traitement disponible .*

*La méthode d'exploitation proposée a un double objectif :*

- 1. De développer l'information géologique sur le gisement de C.E.H .*
- 2. De proposer une méthode d'exploitation et une technologie adaptées aux exigences du gisement .*

*Le présent travail comportera quatre parties différentes :*

- La présentation géologique et les caractéristiques du gisement .*
- Les travaux actuels .*
- La méthode d'exploitation retenue .*
- L'organisation du travail (et calcul du prix de revient de l'exploitation) .*

**CHAPITRE. II.**

**GÉOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES  
DU GISEMENT**



## II. Géologie et caractéristiques du gisement :

### 1. Situation géographique :

Le gisement Zinco-pyriteux de Chabet El-Humra se localise sur le territoire de la Wilaya de setif, à une cinquantaine de Kms au Sud du chef lieu et à quelques Kms au Sud du village d'Ain-Azel ( fig .1 ). Ses coordonnées sont :

. 5°31'25" de longitude est.

. 35°50'15" de latitude nord.

A 10 Kms à l'Ouest du gisement, dans le bord Ouest de la dépression d'Ain-Azel se trouve la laverie de Kherzet Youcef (Kh.Y) .

Le site est facilement accessible par la route goudronnée qui traverse le village d'Ain-Azel , cette même route relie le gisement à la laverie . parallèlement à la route passe une ligne de transmission d'électricité de 30 Kvs .

L'électricité, l'eau, une main-d'oeuvre qualifiée, sont disponibles sur le site de l'exploitation .

### 2 . Historique :

Le gisement prend son nom , d'un indice découvert en 1900, et se

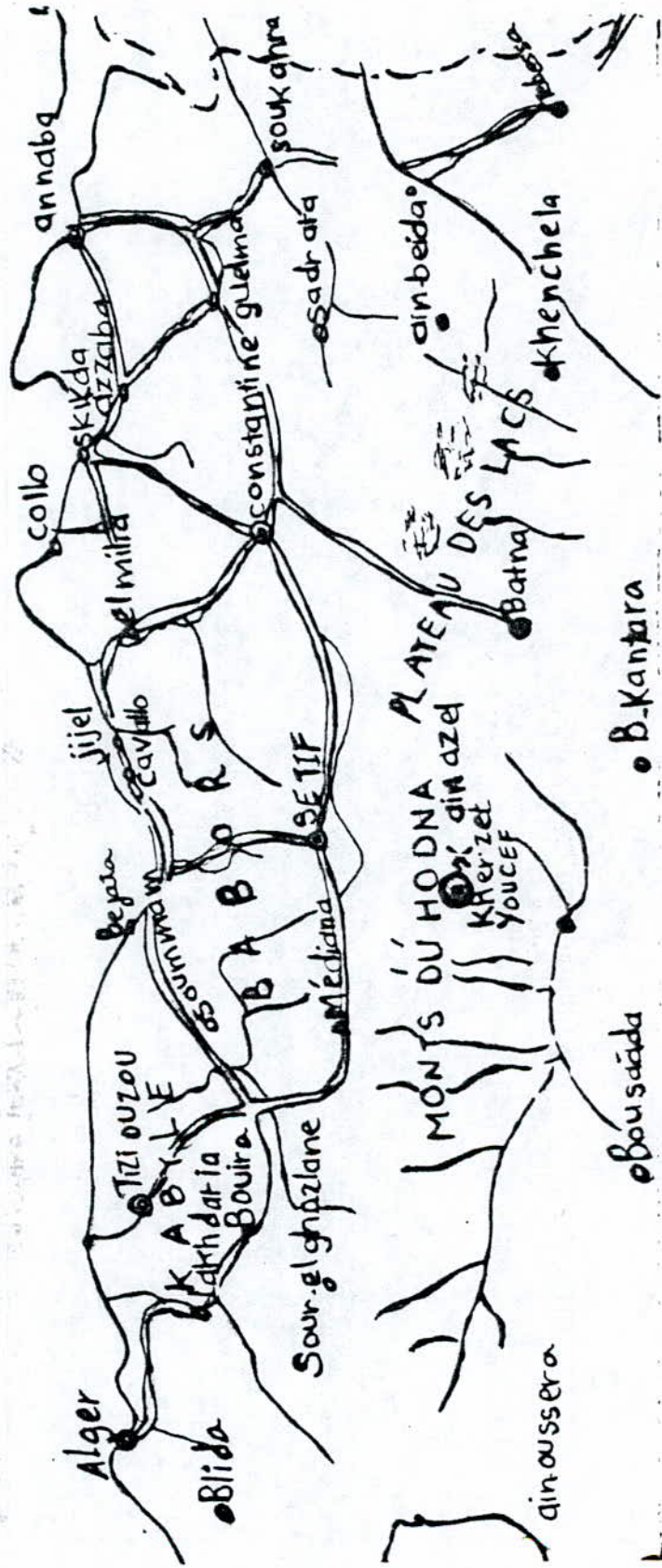


FIG.1 situation géographique de la région

*trouvent à 700 m au SSW de la montagne Chouf-Arket à l'embouchure de l'Oued Chabet El-Hamra .*

*L'indice a fait l'objet d'exploitation au cours des années 1910,1920, 1936 . Les premier renseignements, survenant des travaux de recherche-prospection remontent au début des années 60 .*

*A partir de 1988, le gisement de C.E.H a fait l'objet, d'une prospection par sondages verticaux effectuée par l'ORGSM, ainsi que d'une évaluation des réserves par l'ORGSM et SIDAM. A la suite du 'coup d'eau' survenu à la mine de (Kh. Y), en juin 1990, il a été examiné la possibilité d'exploiter le gisement de Chabet.El.Hamra .*

*C'est pourquoi l'ENOF a entamé à partir de 1991 des travaux de maturation qui ont consisté au creusement de :*

- Un puits vertical .*
- Un descenderie .*
- Un travers-banc reliant le puits et la descendre .*

### *3. Contexte géologique :*

*La région de gisement de Chabet El-Hamra , fait partie de la zone métallogénique du 'HODNA', qui s'associe au raccrochement tectonique de trois formations importantes :*



- Secteur Est de l'atlas telien .
- Secteur Sud de l'atlas saharien .
- Massif médiane ' bloc d'Ain.Mlila' .

*Le site de C.E.H , appartient au bloc d'Ain.Mlila , qui comprend trois structures de soulèvement de Horst-Anticlinaux . Le gisement en raison de sa direction NO-SE , est associé au Horst-Anticlinal.*

*La région du gisement est assez complexe . Elle est marquée, par des structures plicatives, et des accidents cassants dans plusieurs directions.*

*Ces facteurs furent simultanés aux mouvement de plissement au cours de l'activité orogénique .*

#### 4. Géologie du gisement :

*Le gisement de C.E.H est de type stratiforme de faible pendage (15° à 20°)*

*Les horizons métallifères , sont constituées de deux corps dont la distribution contrastée des teneurs et des puissances , suggère que ces deux horizons ont eu une origine indépendante . Ils sont intercalés dans le Crétacé Inférieur .*

*Le substratum de la région d'Ain-Azel est composé d'une séquence de*

*roches sédimentaires carbonato-térrigène. Du point de vue structurale le gisement est subdivisé en trois blocs :*

- *Le bloc Est .*
- *Le bloc central .*
- *Le bloc Ouest .*

### *5. Structure du gisement et accidents:*

*Le gisement de (C.E.H) est affecté, par des dislocations (fig 2) représentées principalement par les failles suivantes:*

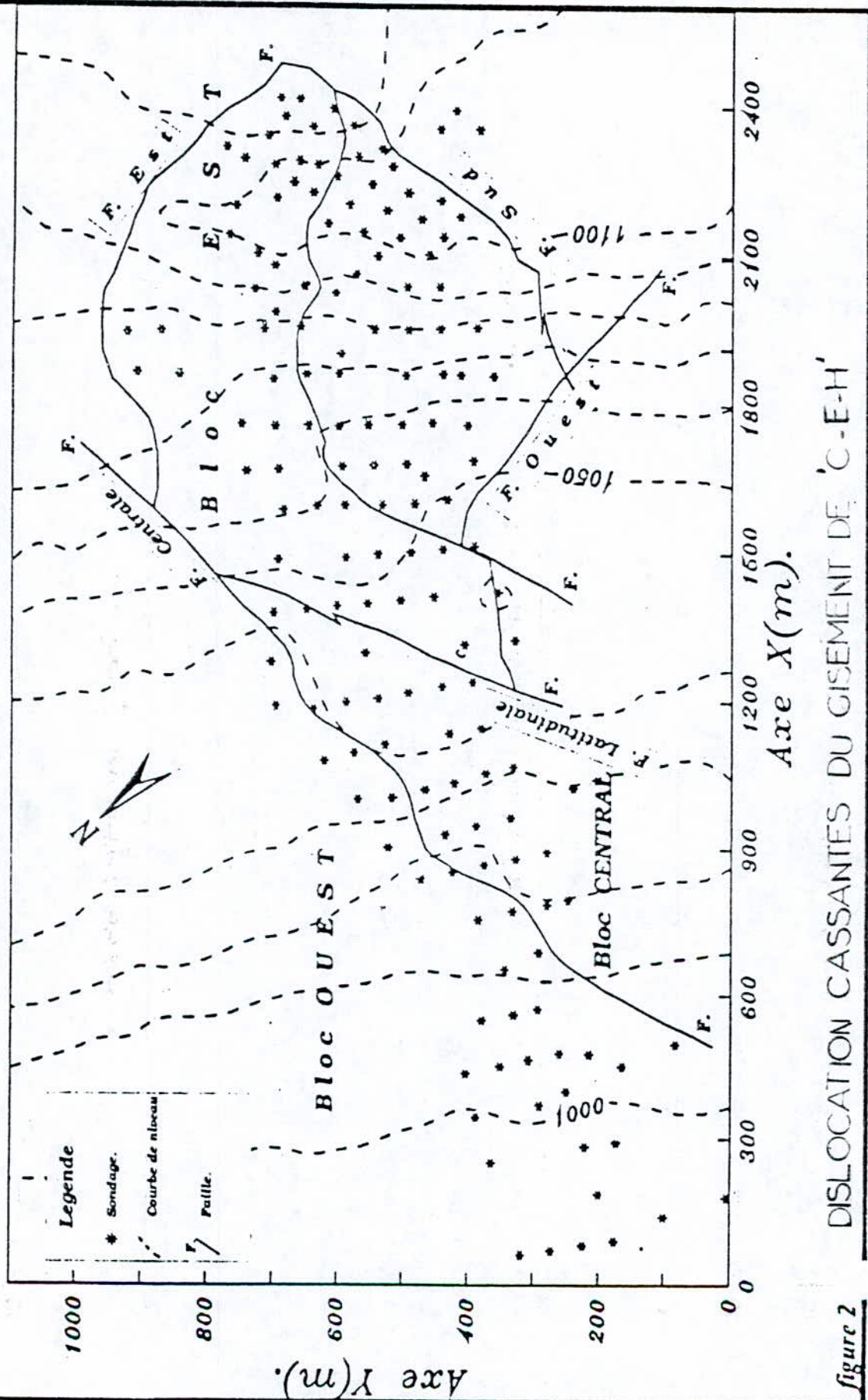
- *La faille centrale : elle est normale avec pendage de miroir SE d'environ 72°.*

- *Faille latitudinale : C'est une faille normale à pendage du miroir N275° à 280°. Elle est dérivée de la faille centrale, entre les profils XIII et XIV.*

- *Faille Est : C'est une faille normale arquée, de direction subméridienne. L'amplitude verticale de son rejet est de 80m. Elle est dérivée de la faille centrale.*

- *failles Ouest : l'amplitude de son rejet atteint les 100 m, c'est une faille normale, en escaliers. Le pendage de son miroir est 70° à 85°.*

Champ d'exploration minière de CHABET EL HAMRA.



DISLOCATION CASSANTES DU GISEMENT DE 'C-E-H'

Figure 2

*Les failles latitudinale et centrale donnent une idée importante particulière pour deux raisons :*

- La première est l'interruption de la minéralisation dans le corps 1 .*
- La deuxième est la localisation du maximum des lentilles zincifères et pyriteux dans le bloc central .*

*L'ensemble des failles a subdivisé l'aire du champs minier en trois blocs structuraux :*

*. Le bloc Est :*

*Délimité de trois cotés par les failles Est, latitudinale et Ouest, ce bloc est ouvert du côté Sud. Il représente sur le plan plicatif un brachyantoclinal de 1200 x 800 m<sup>2</sup>.*

*. Le bloc central :*

*Il est très compliqué sur le plan structural et se délimite par les failles centrale et latitudinale sous forme d'un angle aigu .*

*. Le bloc Ouest :*

*Le contenu de ce bloc n'est pas encore clair à cause des épais dépôts sédimentaires quaternaire. Il est localisé à peu près au Nord-Ouest de la faille centrale.*

**6. Stratigraphie :**

La stratigraphie du gisement est principalement représentée par les dépôts du Crétacé inférieur .

La colonne stratigraphique détaillée du secteur, avoisinant le gisement de C.E.H est représenté dans la fig 3.

En ce qui concerne les minéralisations zincifère-pyriteux d'intérêt économique, elles sont représentées à la partie inférieure du Hauterivien, voir tableau 1 .

### 7. Morphologie et types de minéralisation du gisement :

Deux corps , de minerais de sphalérite ( $ZnS$ ) , et de pyrite ( $FeS_2$ ) présentent les caractéristiques nécessaire, pour soutenir une exploitation minière que l'ENOF souhaite économiquement rentable . Ces corps d'intérêt économique sont désignés, à la mine , comme étant les corps 1 et 2 de minerai .

Le corps 1 est situé stratigraphiquement au dessus du corps 2. Ces deux corps sont superposés et sub-paralleles séparés l'un de l'autre par un niveau de dolomie .

Le corps 2, subdivisé en trois lentilles est encaissé dans des couches de dolomie bitumineuse brechiques, alors que le corps 1, est constitué par deux lentilles , encaissées dans une couche de dolomie massive poreuse .

Les réserves dont les calculs ont été effectués par l'ORGM, et SIDAM s'élèvent à 5 millions de tonnes environ de minerai de Zinc .

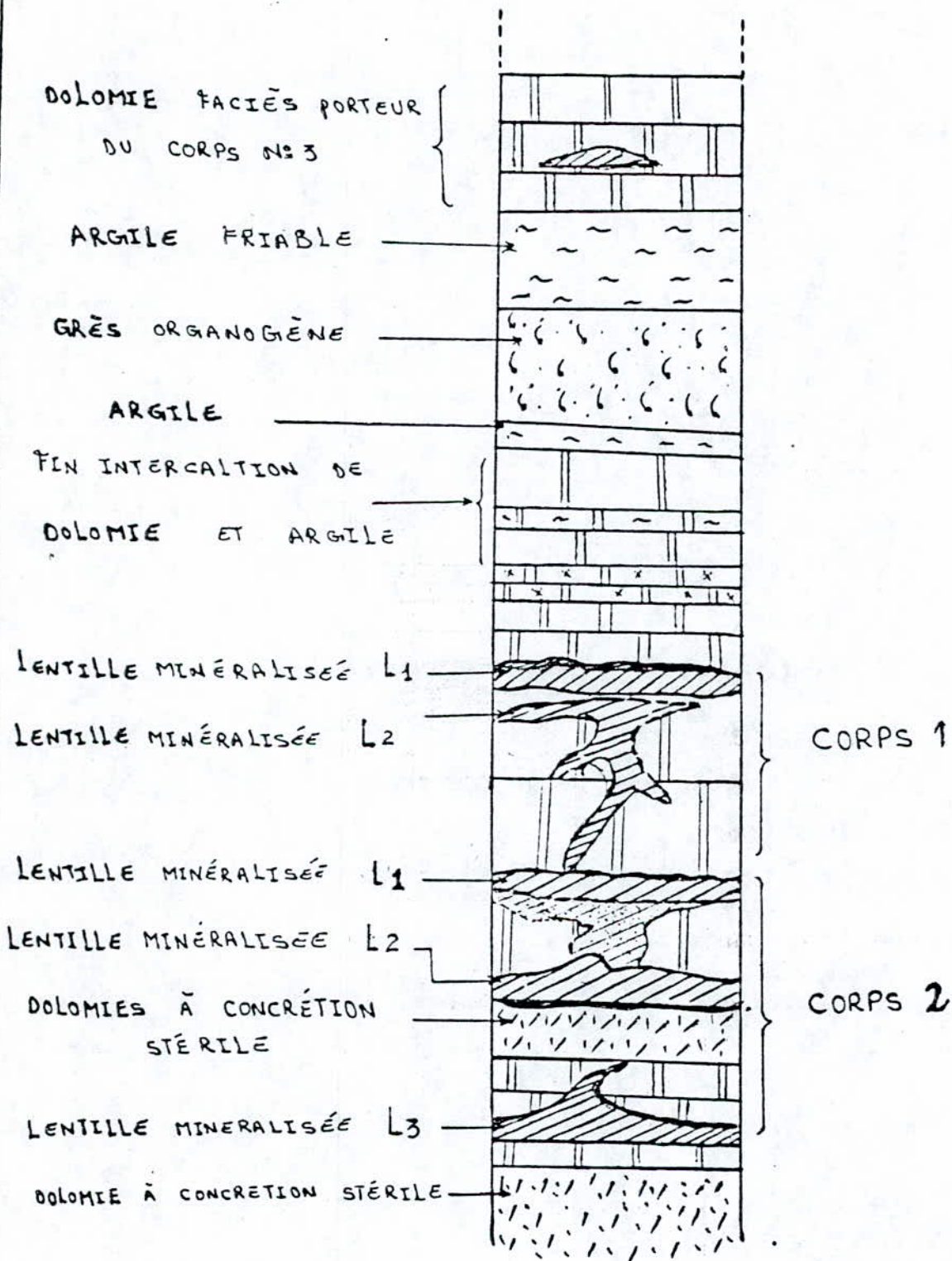


FIG.3. LOG. STRATIGRAPHIQUE. TYPE: C.E.H

**tableau.1. stratigraphie du secteur avoisinant  
le gisement de (c.e.h)**

période	époque	lithologie
QUATERNAIRE		gravier, sables et argile non consolidés
TERTIAIRE	Néogène	calcaire bioclastique, conglomérats grès ferrugineux
CRÉTACÉ	Cénomanién	calcaire grès clairs, conglomérats
	Albien	calcaires détritiques marneux en alternance de bancs minces et épais
	Aptien	dolomie et calcaire, grès calcareux, calcaires organogènes et grès
	Barremien	calcaire à intercalation d'argilites, dolomie griseuse avec marnes
	Hauterivien	dolomies, minéralisation zincifère d'intérêt économique
	Valangien	calcaires noires avec passage de grès, grès avec marne et dolomies.

*Les corps 1 et 2 ont la forme de bande allongée de direction NO de 300° à 320°. Ils mesurent environ 2500 m de longueur par 300 à 500 m de largeur .*

#### *Le corps 1 :*

*Il s'associe à la partie supérieure du premier terme de l'Hauterivien .*

*Ce corps a été prospecté par 251 sondages, dont 178 ont recoupé la minéralisation (101 Zincifère et 77 Pyriteux ).*

*L'épaisseur de ce corps est irrégulière et variée entre 2 à 5 m . Il n'existe aucune corrélation entre les épaisseurs et les teneurs, pour la distribution de l'accumulation surtout dans la partie Est du gisement se conforme à celle de la teneur, peut atteindre une maximale de 70 m. % pour l'ensemble de lentilles. Dans la partie ouest l'épaisseur est faible , la teneur élevé .*

#### *Le corps 2 :*

*Il est situé dans le même terme dolomitique. Parmi les 251 sondages , 146 ont recoupé la minéralisation , dont (87) Zincifère et (59) pyriteux . Ce corps est constitué de (03) lentilles marquées L1, L2, L3 sur la fig.3 . Ces lentilles sont séparées, l'une de l'autre par des intercalaires de dolomie, leurs épaisseurs varient entre 1.5 à 3 m .*



*Les accumulations n'atteignant pas les 70m.% comme dans le cas du corps 1. Ce corps possède une teneur moyenne plus élevée que le corps 1, par contre ce dernier plus volumineux, plus épais et contient plus de métal.*

*Les teneurs, les épaisseurs, les accumulations dans les deux corps montrent des distributions distinctives, qui suggèrent que ces deux derniers ont eu une origine indépendante.*

*Jusqu'à la profondeur d'environ 30 m, le minerai de Zinc est oxydé, le carbonate de Zinc ( $ZnCO_3$ ) remplace la blende ( $ZnS$ ).*

*Ces deux corps sont situés près de la surface, dans la partie SE du gisement, tandis qu'ils se trouvent à plus de 400 m de profondeur à son extrémité NO.*

### 8. Caractéristiques hydrogéologiques :

*Dans la région d'Aïn-Azel, plusieurs études ont été effectuées sur le gisement de Kherzet Youcef. Ces études qui ont été poursuivies dans la partie Sud de la dépression d'Aïn-Azel, ont décelé deux nappes aquifères, une dans les dépôts néogène quaternaire, l'autre dans les dépôts du paléogène :*

*- La nappe aquifère du dépôt néogène quaternaire, s'est développée au sein de la dépression d'Aïn-Azel, les roches qui l'encaissent sont représentées par les dépôts de sable, gravier, galet d'âge quaternaire et par des dépôts de conglomérat et calcaire de néogène.*

*de sable, gravier , galet d'âge quaternaire et par des dépôts de conglomérat et calcaire de néogène.*

*Les côtes absolues de la nappe varient entre 910 m et 965 m, et s'abaissent du Sud au Nord .*

*D'après, les compositions chimiques, les eaux souterraines, sont hydrocarbonatées sulfatées à calcium, magnésium. Celles-ci sont de 0.6 à 3g/l.*

*- La nappe aquifère dans les dépôts de paléogène est reconnue dans la partie sud d'Ain Azel. Le niveau aquifère s'associe aux calcaires fissurés et aux conglomérats du paléogène , reposant en pendage (environ 20°) vers le sud.*

*En ce qui concerne le gisement de C.E.H les données hydrogéologiques et de sondage indiquent que les réserves situées dans la partie Est du gisement représentent plus de la moitié des réserves totales .*

### **9. Calcul des réserves :**

*Pour le calcul des réserves le corps 1 a été divisé en 10 blocs et le corps 2 en 14 blocs . Les réserves dans les blocs de minerai zincifère et pyriteux exploitable plus largement .*

*La répartition du nombre des blocs selon leur volume est montrée dans le tableau . 2 .*

**Tableau 2 : Répartition des blocs géologiques en fonction des corps et de leurs volume**

<i>Corps de minerais</i>	<i>Total des blocs de calcul</i>	<i>réserves de minerais en milles tonnes</i>			
		<i>0 - 100</i>	<i>100 - 300</i>	<i>300 - 500</i>	<i>&gt; 500</i>
<i>Corps 1</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>1</i>
<i>Corps 2 (partie 1)</i>	<i>12</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>-</i>
<i>Corps 2 (partie 2)</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Total</i>	<i>24</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>1</i>

*Les calculs des réserves de composants utiles se font généralement au moyen de quatre méthodes, celle des blocs d'exploitation, des blocs géologiques, estimation par la géostatistique et celle des polygones .*

*Les trois dernières méthodes ont été utilisées pour le calcul des réserves du gisement de C.E.H .*

*Vue que la prospection du gisement a été opérée par forage uniquement, les réserves évaluées seront de catégorie 'C' .*

*On distingue :*

*- La catégorie C1 : les réserves des blocs des principaux corps de minerai étayés par trois recoupement métallifères ou plus .*

*- La catégorie C2 : les réserves des blocs sont reconnus par 1 ou 2 recoups métallifères.*

#### *1). Méthode des blocs géologiques(ORG M) :*

*Effectuée par l'ORG M en 1992, le principe est de diviser les blocs en forme géométriques . Puis on détermine la puissance moyenne arithmétique  $P$ , la teneur moyenne  $t$ , le tonnage( $T$ ) est calculé par la formule  $T= P.T.d$  ; ou  $d$  est la densité du minerai .*

*Les réserves des deux corps 1 et 2 calculés s'élèvent 502060 tonnes d'une teneur moyenne de 5.57% Zn .*

*L'ORGM a tenu compte, dans le calcul des réserves de la partie NO qui se situent au dessous de la nappe phréatique. Le détail de calcul de ces réserves est montrés au tableau 3.*

## *2). Calcul des réserves par la méthode des polygones par Sidam*

*Le principe consiste à tracer la normale de la distance entre deux forages et ainsi de suite avec tous les forages jusqu'à obtenir par les normales tracée des polygone, dont on calcul leur superficie. Dans la méthode des polygone chaque point de forage se voit attribuer une zone d'influence de forme polygonale.*

*Les cotés de ce polygone, sont les perpendiculaires tracés à la médiane de la droite qui relie le sondage considéré aux sondages qui l'entourent. Pour les sondages extrêmes leur zone d'influence a été limité à 50m.*

*SIDAM a tenu compte les paramètres de calcul suivants :*

- Teneur minimale exploitable de 3% .*
- Epaisseur minimale exploitable de 1.5 m .*
- Densité pour l'ensemble des deux corps est de 3.05 .*
- Catégorie des réserves :*

*Le calcul des réserves de SIDAM est basé sur les résultats d'analyse provenant de 251 forages ayant recoupés les deux corps 1, et 2.*

*Les réserves qui sont définis par , un forage dont l'aire est inférieure à 7500 m<sup>2</sup> appartiennent à la catégorie C1. Et les réserves définis par une aire supérieure à 7500 m<sup>2</sup> à la catégorie C2. Ces derniers n'existent pas.*

*Les résultats sont données dans le tableau . 4.*

*Par ailleurs Sidam a déterminé des réserves géologiques du gisement de C.E.H, en utilisant des teneurs de coupures successives de 3;4;5;6;7;8;9;10 . Voir le tableau*

*Du fait de la chute des cours du Zinc, SIDAM a recalculé les réserves exploitables , d'une part en ne considérant que les réserves situés au dessus du niveau hydro-geologique et d'autre part, en utilisant les teneurs de coupure suivantes: 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 et 10 . Le résultat est donné dans le tableau . 6 .*

*Dans ce tableau on constate que le tonnage des réserves diminue avec l'accroissement de la teneur de coupure . C'est une approche qui nous semble pessimiste, parce que actuellement du fait du pompage, le niveau d'eau qui était en 1992 à 972 m s'est abaissé jusqu'à 956 m en 1996 .*

*Les résultats des calculs des réserves effectués par les méthodes des polygones et des blocs géologiques pour le minerai de Zinc sont sensiblement les mêmes .*

**Tableau 3 : Calcul des réserves par la méthode des blocs géologiques par l'ORGM.**

Gîte	Tonnages(t)	teneur(%)	contenu métal Zn(t)	épaisseur moyenne(m)
<b>Corps 1</b>				
Catég. C1	2737000	5.23	143145	4.11
Catég. C2	92200	5.18	4776	7.00
Total(C1+C2)	2829200	5.23	147921	4.17
<b>Corps 2</b>				
Catég. C1	58900	6.03	128590	3.66
Catég. C2	2191400	5.60	3298	2.61
Total(C1+C2)	2250300	6.02	131888	3.62
<b>Total des deux corps</b>	<b>502060</b>	<b>5.57</b>	<b>279809</b>	<b>3.93</b>

**Tableau 4 : Réserve calculés par SIDAM pour le corps 1 et 2 de C.E.H.**

GÎTE	tonnage (t)	teneur	contenu métal Zn (t)	épaisseur moyenne(m)
Corps 1 (Catég. C1)	2602200	6.08	158214	5.25
Corps 2(Catég. C1)	2205	6.80	149994	4.64
Corps 1 et 2	4808000	6.41	308208	4.98

**Tableau 5 : Evaluation des réserves géologiquee du gisement de C.E.H en fonction des teneurs de coupure .**

teneur de coupure en % de Zinc	corps 1			corps 2			corps 1 + corps 2			contenu en métal (t)
	tonnage(t)	épaisseur(m)	teneur (%)	tonnage(t)	épaisseur(m)	teneur (%)	tonnage(t)	épaisseur(m)	teneur(%)	
3	2602200	5.26	6.08	2205800	4.64	6.80	4808000	4.88	6.41	308208
4	1844000	5.65	7.20	959200	4.58	7.22	3803200	5.10	7.21	274211
5	1239400	5.21	8.52	1700100	4.85	7.62	2939500	5.00	8.00	235160
6	1003900	5.62	9.26	969700	4.08	9.24	1973600	4.86	9.25	182558
7	787500	5.20	10.09	649600	4.48	10.66	1437100	4.87	10.35	148740
8	576100	5.20	11.66	587500	4.82	10.97	1163600	5.01	11.01	128112
9	549400	5.64	11.26	302800	3.94	13.06	852200	5.04	11.37	101160
10	409900	4.99	11.65	302800	3.94	13.06	712700	4.54	12.25	37306



### *3. Estimation des réserves du minerai de Pyrite par la géostatistique :*

*Cette méthode a été appliquée par Mr. BENAMGHAR (thèse de magister).*

*Les paramètres relatifs à l'évaluation qualitative et quantitative de gisement sont :*

*- l'Estimation de la surface minéralisée  $S = n.a1.a2$  ; ou  $n$  c'est le nombre du blocs krigés ,  $a1, a2$  cotés des blocs krigés(m) .*

*- l'Estimation de la puissance minéralisée 'h' .*

*- l'Estimation du tonnage de minerai 'T' ,  $T = S.h.d$  .*

*- l'Estimation de la teneur moyenne 't' ,  $t = (\sum Acc) / \sum h$  .*

*$\sum h$  représente la somme des accumulations de tous les sondages .*

*- l'Estimation de la quantité du métal 'Q' ,  $Q = T.t/100$  ;% .*

*Les résultats sont donnés dans le tableau . 7 .*

*Tableau n°6. Reserves d'exploitation ne presentent aucun problème hydrogeologique section (0àXV)*

<i>teneur de coupe re % de Zn</i>	<i>corps c1</i>			<i>corps c2</i>			<i>corps c1+c2</i>			<i>contenu métal (t)</i>
	<i>tonnage (t)</i>	<i>epaisseur (m)</i>	<i>teneur r (%)</i>	<i>tonnage (t)</i>	<i>epaisseur (m)</i>	<i>teneur (%)</i>	<i>tonnage (t)</i>	<i>epaisseur (m)</i>	<i>teneur (%)</i>	
3	1723000	6.40	6.41	1729800	4.70	7.04	3452800	5.55	6.73	232373
4	1202100	7.60	7.73	1510500	4.51	7.57	2712600	5.88	7.64	207243
5	823100	6.60	9.17	1282300	4.70	8.08	2105400	5.44	8.41	177064
6	715500	7.53	9.75	788400	4.08	9.64	1503900	5.72	9.69	145728
7	597100	7.32	10.41	538500	4.71	11.12	1135600	6.08	10.75	122077
8	490700	7.22	11.08	505400	4.77	11.36	996100	5.98	11.22	111762
9	490700	7.22	11.08	302800	3.94	13.06	793500	5.97	11.84	93950
10	35120	6.66	11.55	302800	3.94	13.06	654000	5.40	12.25	80115

**Tableau 7: Estimation des réserves de minerai de pyrite (FeS<sub>2</sub>) par la méthode géostatistique .**

<b>Variabiles</b>	<b>valeurs des variables de soufre(S)</b>
	<b>522500</b>
<b>Surface minéralisée S (m2)</b>	
	<b>0.0001</b>
<b>Variance d'estimation(m2)</b>	
	<b>8339100</b>
<b>Tonnage de minerai(t)</b>	
	<b>500346</b>
<b>erreur relative(t)</b>	
	<b>0.00095</b>
<b>variance d'estimation(t)</b>	
	<b>662958</b>
<b>quantité du métal (t)</b>	
	<b>0.002</b>
<b>variance d'estimation(t)</b>	
	<b>55688</b>
<b>erreur relative (t)</b>	
	<b>7.95</b>
<b>teneur t(%)</b>	
	<b>0.0008</b>
<b>variance d'estimation (t)</b>	
	<b>0.056</b>
<b>erreur relative (t)</b>	

**CHAPITRE. III.**

**ETAT ACTUEL DE LAMINE**



### III. Etat actuel de la mine :

Le gisement de Chabet El-Hamra C.E.H, (setif) est au stade de préparation des réserves industrielles. Les travaux miniers menés de 1992 à 1996, ont eu pour but :

- De réaliser les travaux d'infrastructures minières (Puits- Descenderie Travers banc) .

- De mieux préciser la qualité des réserves et le niveau de la nappe phréatique . Ces travaux sont terminés et l'exploitation a été entamée . C'est ainsi qu'au cours des 2 premiers mois la mine a produit les 4360 tonnes de minerai tout venant .

#### 1). Description des travaux miniers réalisés :

a). PUIITS : - Profondeur 117.30 m.

- Section 13.60 m<sup>2</sup> .

Il sert a la ventilation, au pompage des eaux et comme sortie de secours .

b). Descenderie : - Longueur 751.3 m .

- Section 20.6 m<sup>2</sup> .

Il est sert au transport du minerai au carreau .

c). *Le Travers Banc* : - Longueur 287.9 m .

- Section 20 m<sup>2</sup> .

Il est relié le Travers Banc au puits .

Il se situe au niveau 960 m et traverse le corps 2 . Les travaux miniers sont effectués des deux côtés du Travers Banc : à droite en ascendant et à gauche en descendant .

Les eaux sont évacuées par 03 pompes :

- Une pompe de type BS25F5 (puissance 20 Kw) à un débit de 60 m<sup>3</sup>/h .

- Une pompe de type BS2012 (puissance de 52 Kw), avec un débit normal de 50 m<sup>3</sup>/h .

- Une pompe de type BS2125, puissance 8 Kws, avec un débit normal de 47 m<sup>3</sup>/H .

## 2). Méthode d'exploitation actuelle :

Après avoir évacué les eaux de la mine on procède au creusement de chambres de 3.5 m de large par 2.5 m de haut . Ces traçages sont séparés entre eux par des piliers de 5 m de large qui sont recoupés par la suite tous les 5 à 6 m .

Différentes opérations sont réalisées dans les chambres :

### a). La foration des trous:

La foration est faite avec des marteaux perforateurs de type T21 dont les caractéristiques sont :

- Consommation d'air 2700l/mn .

- Pression 5.5 bars .

Les marteaux perforateurs sont alimentés par l'air comprimé provenant d'un compresseur installé en surface et dont les caractéristiques sont :

- Type D103 .

- débit d'air réel 10.3 m<sup>3</sup>/mn .

- Pression de service 7.03 Kgs/cm<sup>2</sup> .

Les trous ont des longueurs de 2.4 m, le schémas de foration est donné en figure. 4 .

b). chargement des trous :

Les trous préalablement curés sont chargés d'explosif de type gelanite leurs caractéristiques sont représentés dans le tableau suivant:

<i>nature</i>	<i>densité</i>	<i>résistance à l'eau</i>	<i>vitesse de détonation</i>	<i>poids de cartouche</i>
<i>gelanite.I.</i>	<i>1.45g/cm<sup>2</sup></i>	<i>très bonne</i>	<i>5800m/s</i>	<i>125g</i>
<i>gelanite.II.</i>	<i>1.50/cm<sup>2</sup></i>	<i>très bonne</i>	<i>5500m/s</i>	<i>250g</i>

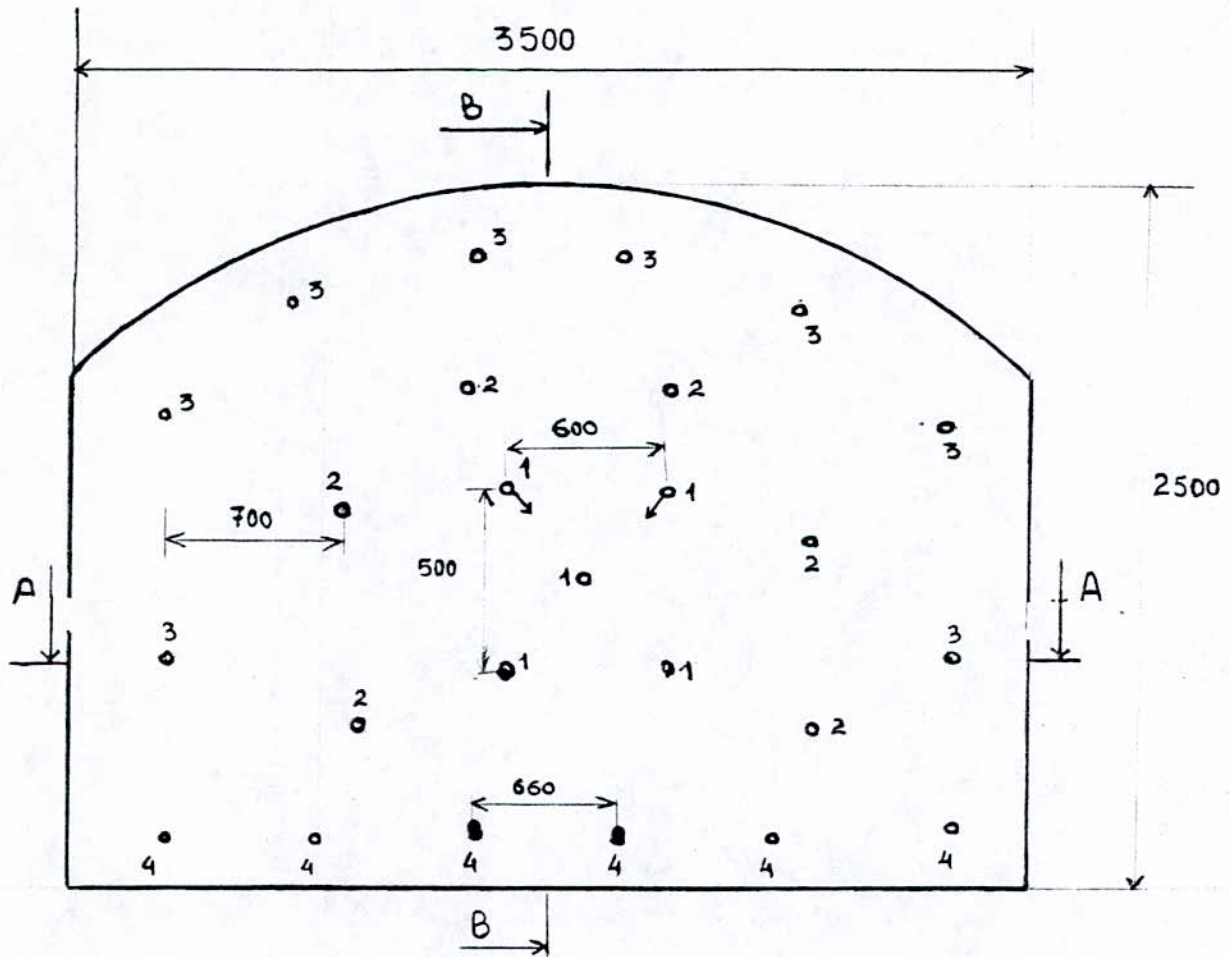
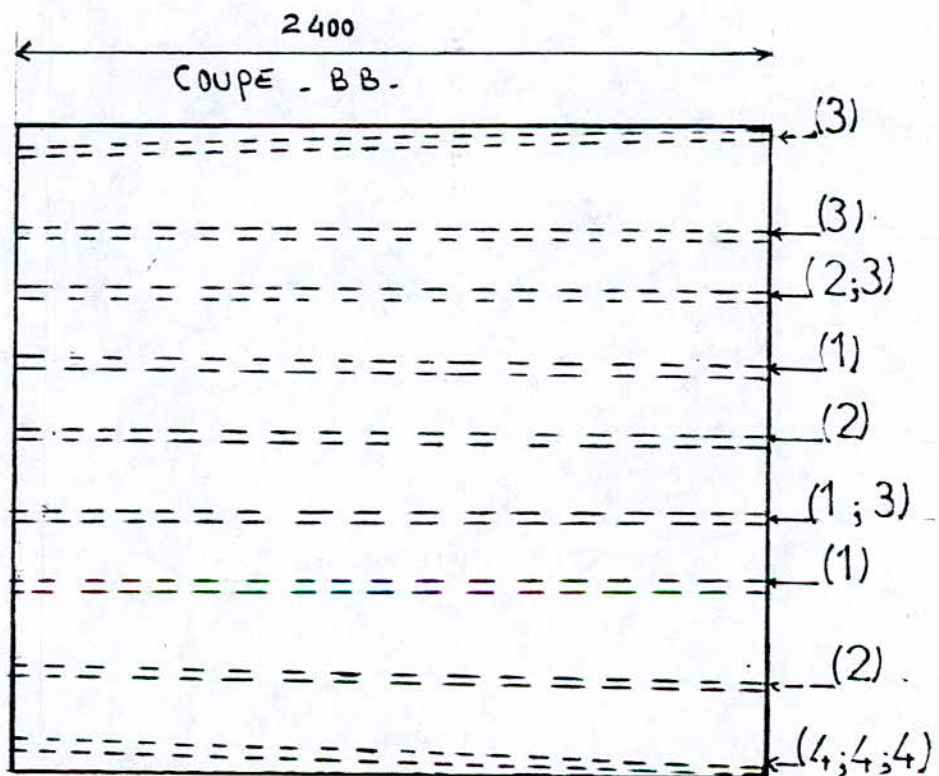
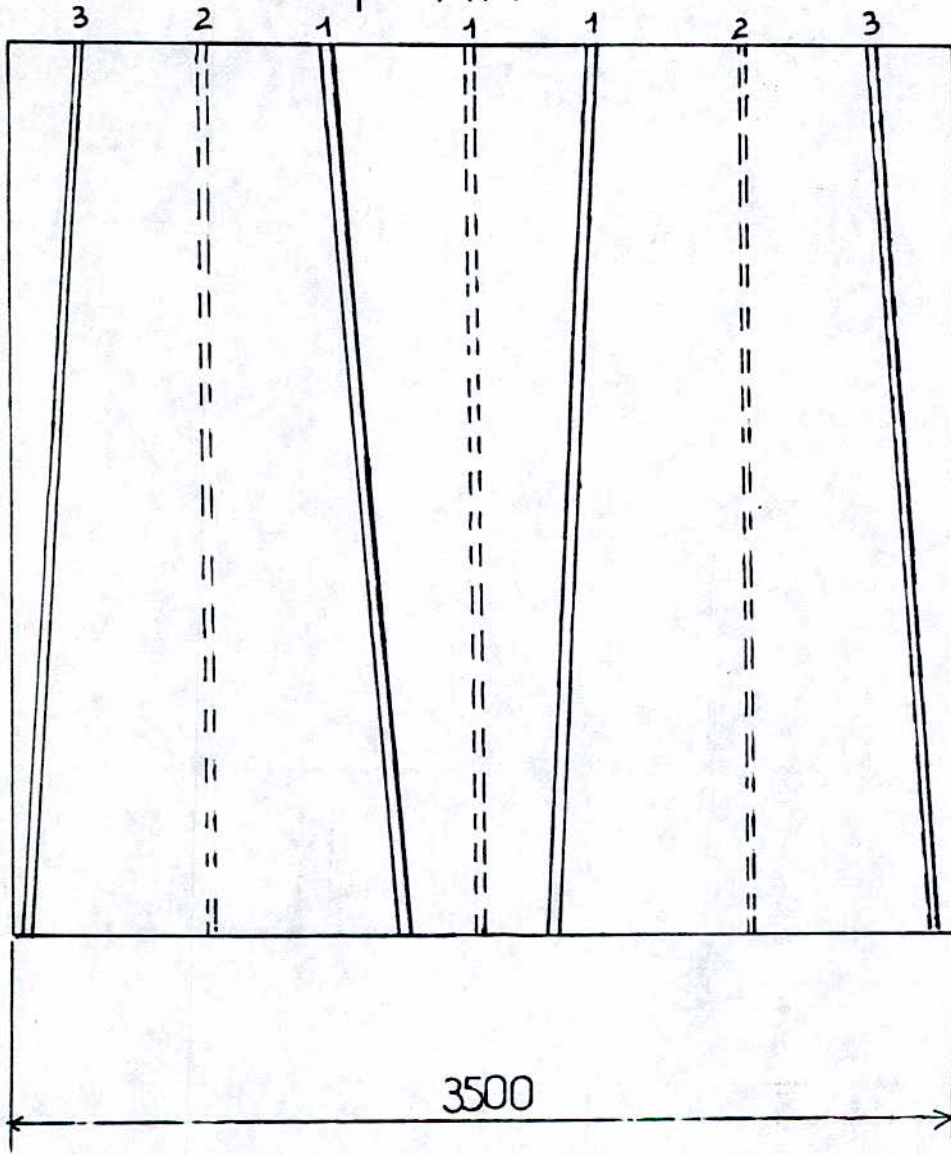


FIG. 4. schemas de tir





coupe -A A-



*Les amorces électriques utilisés sont à microretard qui déclenchés par la même impulsion électrique, partent à des intervalles de temps différents allant jusqu'à 6 secondes .*

*Le schéma de tir est conçu de façon à ce que les trous centraux constituant le 'bouchon' sont tirés les premiers, créant ainsi une surface de dégagement, puis par le jeu de microretard, sont tirés les autres trous intermédiaire supérieurs et inférieurs-*

*c). bourrage :*

*Il est réalisé par de l'argile qui est emballé en forme de cartouche .*

*d). tir :*

*Il est électrique, et s'effectue à l'aide d'exploseur .*

*e). Aérage :*

*Une fois le tir effectué, les fumées sont dégagées par le courant d'air crée par un ventilateur principal installé au jour et par des ventilateurs secondaires .*

*La designation du plan de tir est réalisé dans le tableau B.*

*f). chargement de minerai abattu :*

**Tableau. 8. désignation de plan de tir de gisement de (c.e.h)**

<i>TYPE DE L'OUVRAGE:(recoupes,chambres)</i>	<i>UNITE</i>	<i>QUANTITE</i>
forme de la section : vout	/	/
section de l'ouvrage	m2	8.82
coef.de la dureté (selon protodiakonov)	/	8
nombres de trous de mine	/	25
longueur de trou de mine	m	2.40
diamètre de trou de mine	mm	38
type de l'explosif : gilanite	/	/
quantité moyenne d'explosif par <b>front</b>	Kg	50.0
consommation d'explosif (réelle)	/	/
type de détonateur D.E.A	/	/
taux d'utilisation de trou de mine	/	0.95
type de bourrage: argile	/	/
longueur du bourrage	/	0.40

*Il est effectué par des chargeurs transporteurs (nombre 02) .*

*Les chargeurs transporteurs chargent le minerai des fronts d'abattage, le transportent et le déversent dans des camions (nombre deux) en attente, dans des niches de chargement spécialement préparées à cet effet . Ces niches sont espacées de 50 à 60 m le long de la chambre .*

*Le minerai est par la suite transporté jusqu'au carreau de la mine ou il est déverse en stock . Deux pelles mécaniques reprennent le minerai stocké à la surface sur des camions pour son transport vers l'usine de traitement de Kherzet Youcef situé à 10 Kms de la mine de C.E.H*

*g). traitement de minerai :*

*L'usine d'enrichissement de l'ex. mine de Kherzet Youcef à une capacité pratique de 100000 tonnes de minerai tout venant par an .*

*Cette usine comprend les opérations de concassage, criblage, broyage, flottation et séchage .*

- Le schémas de flottation est montré en figure 5.*
- Le taux de récupération de la laverie est de 85% .*
- La teneur du concentré obtenu est de 53% .*

*h). Données d'ordre générale :*

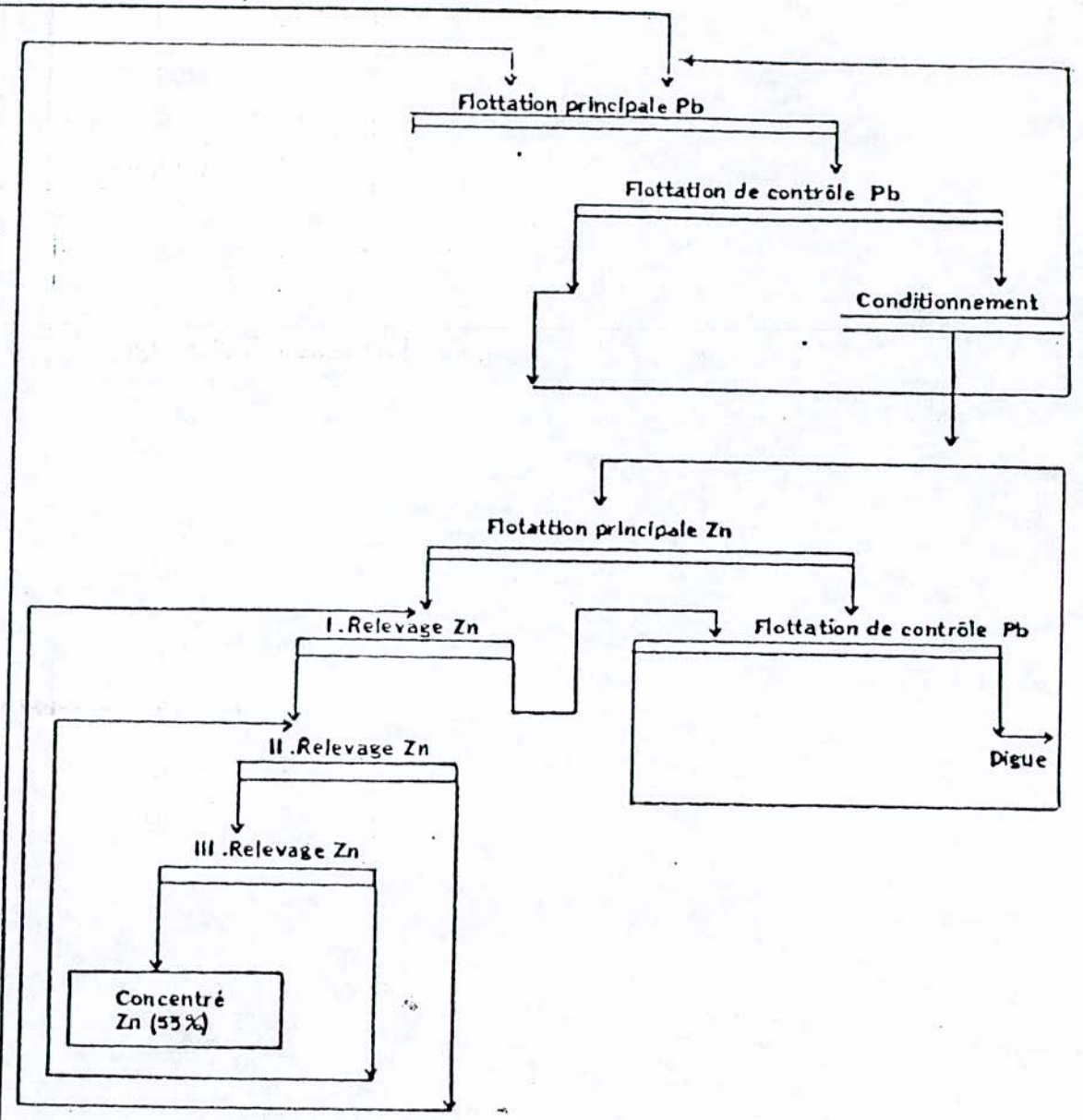
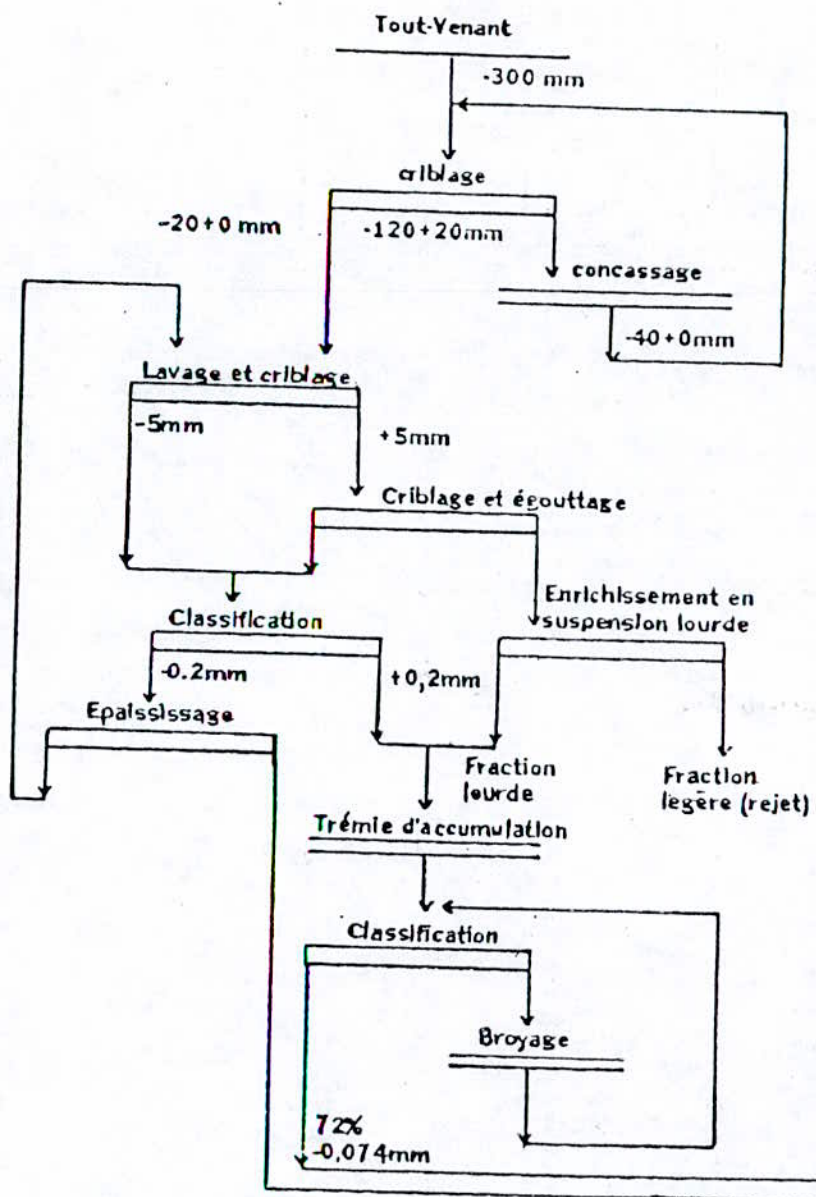


Figure 5. Schéma technologique de la laverie de Khrouzet-youcef (1).

*Les résultats des travaux préparatoires ainsi que les résultats de l'activité de l'année 1995 et des deux premiers mois de l'année 1996 sont donnés dans les tableaux .9;10;11 .*

*La structure de l'emploi par niveau de qualification est donnée dans le tableau .12 .*

### 3). Conclusion :

*A l'issue de la visite effectuée sur le site il est utile de souligner ci-après quelques éléments qui serviront de base pour le projet d'exploitation :*

*1. Les réserves sont de catégorie 'C'. Une information sur la qualité des réserves semble être nécessaire pour projeter d'une manière économique les travaux préparatoires et de découpage du gisement . En effet, une meilleure connaissance des réserves éviterait de faire des travaux préparatoires coûteux pour délimiter un panneau qui s'avérerait de faible teneur .*

*2. L'organisation du travail est structurée en deux postes :*

*- 1er poste de 6h à 12h .*

*- 2ème poste de 12h à 18h .*

*3. L'exhaure s'effectue dans des conditions difficiles du fait de l'insuffisance des conduites pour rejeter l'eau hors du périmètre d'exploitation .*

*4. Des fuites d'air non négligeables ont été constatés dans les canalisations -*

*5- L'éclairage est insuffisant surtout devant les fronts d'abattage .*

tableau .9. rapport annuel des travaux miniers  
preparatoires et de recherches en 1995

mois	avancement (m.l)	s(m2)	v(m3)	tonnage(t)	teneur(%)
janv.	87,7	9,65	846,5	3091	4,13
fev.	74,36	9,66	703	2109	2,64
mars	85,6	10	856,33	2569	2,25
avril	149,4	7,96	1189,7	3569	3,93
mai.	114,8	9,25	1062,7	3060	.....
juin.	70,1	8,75	613,4	1494	.....
juil.	106,6	8,78	935,5	2652	6,5
aout	82,4	8,35	687,67	2063	.....
sept.	14,4	7,15	102,95	195	3,33
oct.	93,6	9,26	867,1	789	3,54
nov.	95,1	9,14	869,9	1782	3,67
dec.	129,3	9,84	1272,4	3296	4,5
anneé 95	1103,3	9,07	1007,1	27669	3

Tableau.10. rapport mensuel des travaux miniers de la mine de Chabet El Hamra (janv. 1996)

ouvrages	avancement(en	s(m2)	v(m3)	tonnage(t)	teneur(%)
f.5.	5,8	8,6	34,98	105	8,72
ch.3.(R3)	9,4	7,48	43,38	130	3,81
f.4.(R3)	5,5	7,55	70,95	213	4,25
ch.5.(R3)	3	7	38,5	115	8,47
g.r.(R1)	13,7	7,65	22,95	69	10,66
f.6.(R1)	6	10,5	143,85	432	10,55
ch.1.(R1)	12,7	10,08	60,48	181	9,31
ch.3.(R1)	5,4	10,47	133	399	7,7
f.5.(R1)	9,5	8,96	48,38	145	7,45
ch.4.(R1)	8,5	10,85	103,07	309	7,98
g.r	2,2	9,34	79,42	238	4,28
ch.1.(R3)	5,3	8,88	19,54	59	6,17
total	89	9,23	821,44	2464	7,75



tableau 11. rapport mensuel des travaux miniers (mois février.96.)

ouvrages	avancement(m.l)	s(m2)	v(m3)	tonnage (t)	teneur (%)
g.r(R1)	8,7	10,15	88,31	265	4,7
ch1(R1)	13	10,8	140,4	421	9,92
f7(R1)	10,8	10,2	110,16	330	8,86
ch4(R1)	8,2	8,88	72,82	218	9,55
ch2(R3)	4,7	8,1	38,07	114	4,5
f5(R3)	3,5	7,48	26,18	79	3,02
f4(R3)	1,5	7,45	11,63	35	10,6
ch5(R3)	3	8,1	24,3	73	4,16
ch6(R3)	2	8,5	17	51	4,97
g.r(R3)	6,5	8,77	56,88	171	7,8
total	69,3	9,25	640,88	1923	7,1

ch: chambre , f: fente , g,r: galerie de roulage ,

**Tableau 12: Structure de l'emploi par niveau de qualification .**

<b>Groupe socioprofessionnel</b>	<b>Niveau de qualification</b>	<b>Effectifs(filière technique)</b>	<b>filière administratif</b>	<b>total</b>
<b>cadres</b>	<b>cadres</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>18</b>
<b>AMT</b>	<b>agents et technique</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>16</b>
<b>exécution</b>	<b>ouvriers</b>	<b>132</b>	<b>26</b>	<b>161</b>
<b>Total</b>		<b>154</b>	<b>38</b>	<b>192</b>

**CHAPITRE .IV.**

**MÉTHODE ET TECHNOLOGIE D'EXPLOITATION**



#### IV. Méthode et technologie d'exploitation :

##### 1). Caractéristiques des méthodes d'exploitation:

*Les méthodes d'exploitation des mines souterraines, sont caractérisées par leurs formes géométrique, le volume des travaux préparatoires, la direction de la progression des chantiers, le mode de traitement des vides .*

*Parmi, les facteurs, qui interviennent, de façon déterminante dans les considérations du choix d'une méthode d'exploitation :*

##### *a). La nature des roches encaissantes :*

*Les roches encaissantes sont des dolomies qui présentent des fissurations et des failles, avec écoulement d'eau dans certaines strates .*

##### *b). La morphologie du gisement :*

*Le gisement penté a environ 15° est constitué par deux corps . Le corps 1 est formé par deux lentilles de puissance d'environ 2 à 5 m , séparés par un intercalaire de dolomie très mince . Le corps 2 est formé, par trois lentilles chacune a une puissance varie entre 1.5 m à 3 m séparés l'un de l'autre par des intercalaires de dolomie . Ces deux corps sont irrégulières et leurs teneur moyenne est relativement faible .*

*c). Risque d'inondation :*

*Les travaux d'exploitation seront menés au dessus du niveau de la nappe*

*d). La nature du minerai :*

*La valeur marchande du métal est en baisse . Cet élément doit être pris en considération .*

*e). Expérience professionnelle :*

*Le personnel du fond de ( C.E.H ) provient, en totalité de la mine souterraine de Kherzet Youcef . Ils sont acquit une grande expérience dans la méthode des chambres et piliers .*

**2). La méthode d'exploitation retenue :**

*généralement l'exploitation des gisement se fait par deux familles de méthodes :*

- La méthode des longues tailles .*
- La méthode des fronts étroites .*

*L'exploitation par front étroits s'adapte facilement au gisement de C.E.H. En effet, cette méthode :*

*1. Jouit d'une grande facilité d'adaptation aux caractères variables d'un gisement :*

- La mécanisation y est en général plus facile .*
  - un espace de travail suffisant .*
- 2. Les rendements y sont souvent supérieurs .*
  - 3. faible prix de revient .*
  - 4. Le soutènement y est souvent inexistant .*

*Elle n'est pas cependant sans inconvénients , car :*

- 1. La méthode entraîne toujours une perte de minerai .*
- 2. les grands nombres des galeries complique le problème d'aérage .*

### **3). Données de bases du projet :**

*Les données de base du projet sont ci-après :*

1- Le gisement de C.E.H est constitué par deux corps 1 et 2 des minerais zincifère et pyriteux sous forme des lentilles .

2- Le gisement est accidenté par des failles principales traversées par des failles secondaires et des fissures .

3- Dans un gisement accidenté comme le cas de C.E.H, il faut considérer des équipements sur pneus, capable d'évoluer économiquement avec les contraintes imposés .

#### 4). Donnée relative aux infrastructures réalisés :

Les d'infrastructures minières réalisées seront pris en compte dans le projet où s'agit :

a). Le puits vertical : Le puits actuel bétonné est en très bon état et répond aux règles de l'art .

b). La descenderie : elle a été réalisé en trois tronçons , le premier et le troisième ont une pente de 10% , le deuxième tronçon est horizontale. La descenderie est utilisée, pour le transport de minerai par des camions spéciaux jusqu'au carreau de la mine . Ils sont utilisés ainsi pour transporter les ouvriers .

c). *Le travers-banc projeté : établit la liaison entre le puits et la descenderie . Le plan et la coupe des travaux d'ouverture ( puits, travers banc , descenderie ) sont représentés respectivement dans les fig. , fig.6;7*

d). *pour le traitement de minerai , la laverie de kherzet Youcef a une capacité de 100000 tonnes/an .*

e). *En ce qui concerne, les caractéristiques mécaniques de minerai et des roches encaissantes, aucune étude géotechnique n'a été effectuée pour préciser et donner exactement les valeurs moyennes et les écarts type de différents paramètres*

### 5). Choix de la méthode d'exploitation :

a). *L'étude de la méthode d'exploitation porte sur la partie du gisement située au Sud-Est du profil XV , fig.8;9 Car c'est la partie qui se trouve au dessus du niveau hydrostatique .*

b). *Les deux corps de minerai et les roches encaissantes, font partie d'une séquence sédimentaire. Ces roches sont fortement entrecoupées de failles, avec écoulement d'eau entre certaines strates , les corps sont constitués de lentilles superposées les unes sur les autres .*

c). *La teneur du métal Zn dans le minerai est relativement faible . Ainsi le saïssage du minerai doit être aussi réduit que possible .*



77

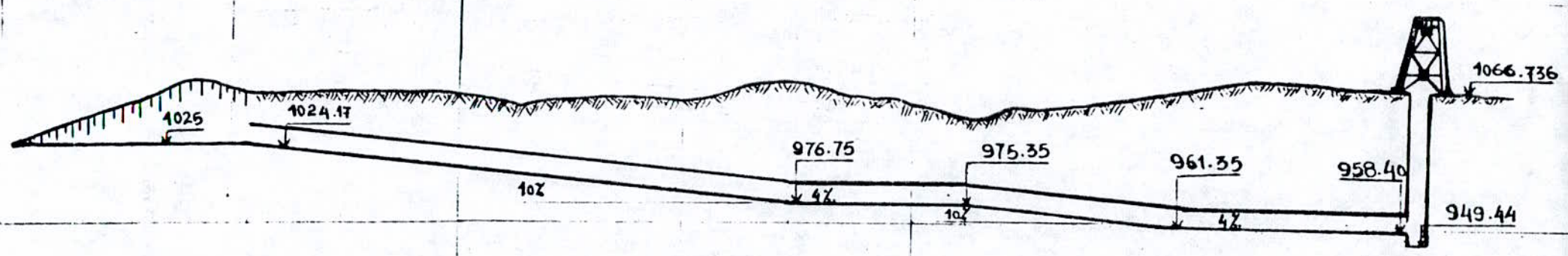


FIG 6 - COUPE DES TRAVAUX D'OUVERTURES  
DE GISEMENT DE C.E.H

ECHELLE 1:2500

794.350      • 550      • 750      • 950      755.150      • 350      • 550

57

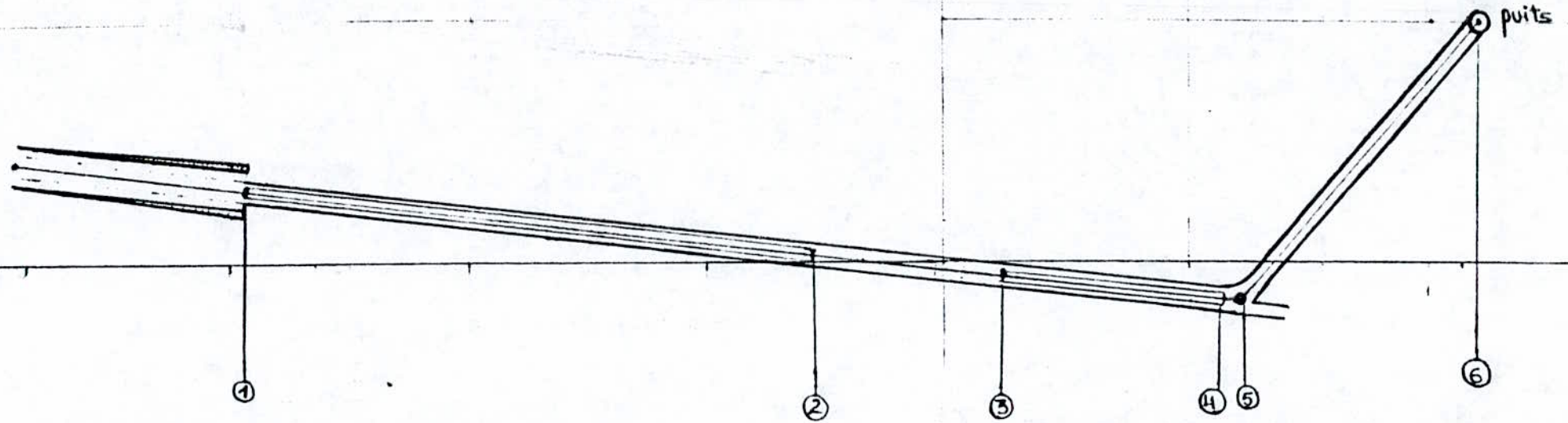


FIG- 7 PLAN DES TRAVAUX D'OUVERTURES  
DE GISEMENT DE C.E.M.

ECHELLE : 1:2500

	L(m.l)	S(m <sup>2</sup> )	V(m <sup>3</sup> )
① - ②	439,4	20,6	}
② - ③	166,3	20,6	
③ - ④	145,6	"	} 16817
④ - ⑤	15,2	"	
⑤ - ⑥	287,9	"	4775
puits	117,5	13,60	1592

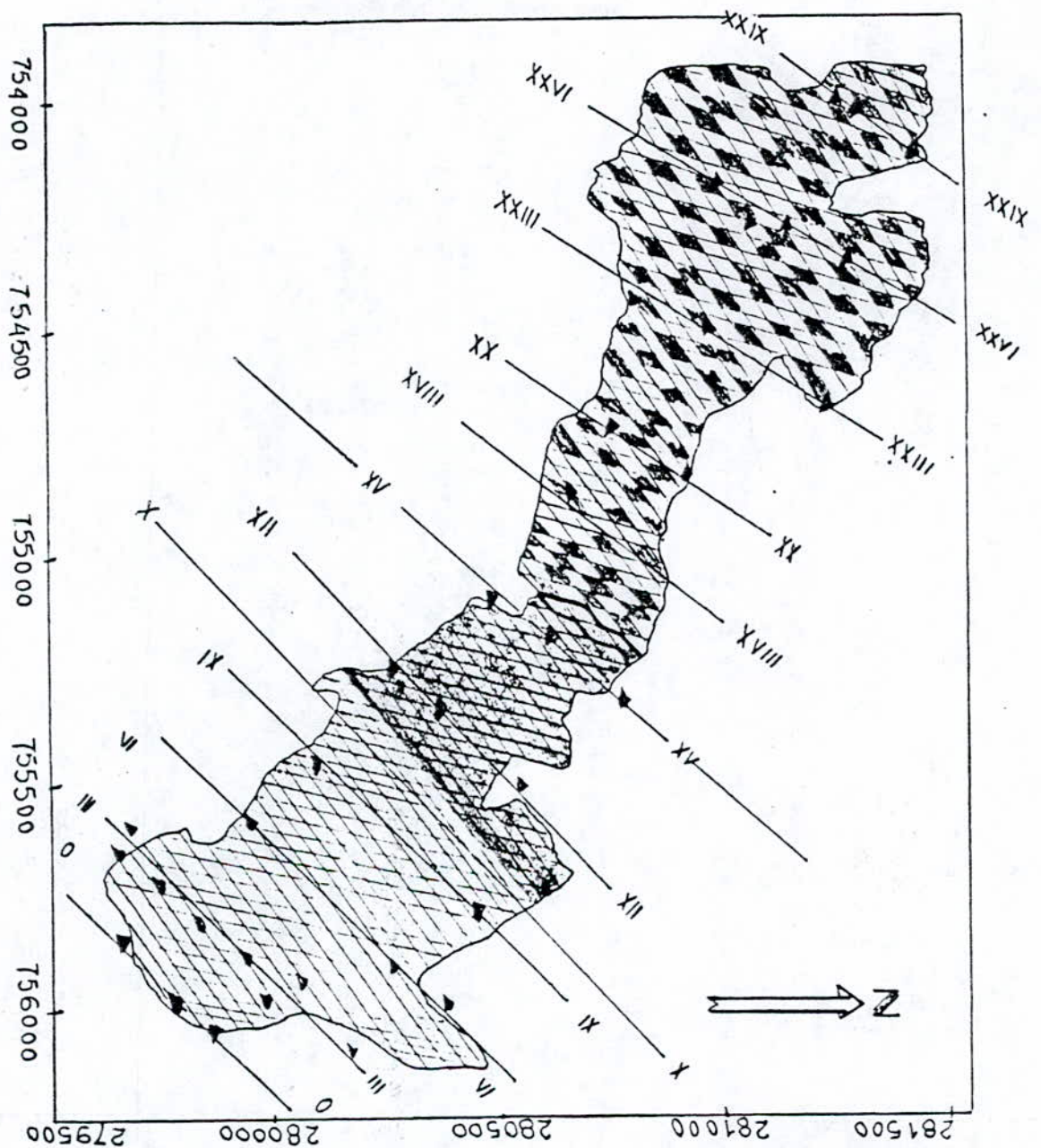


FIG.8. REPARTITION DE LA MINÉRALISATION DANS  
LE CORPS CI DE GISEMENT DE (C.E.H).  
POUR LE MINÉRAI DE Zn.

▼ SONDRAGE

-  PARTIE DU CORPS  
SITUÉE AU DESSOUS  
DE LA MAPPE.
-  PARTIE DONT LAQUELLE  
L'EAU EST  
EVACUÉE.
-  PARTIE S.E SITUÉE  
AU DESSUS DE LA  
MAPPE PHRÉATIQUE.

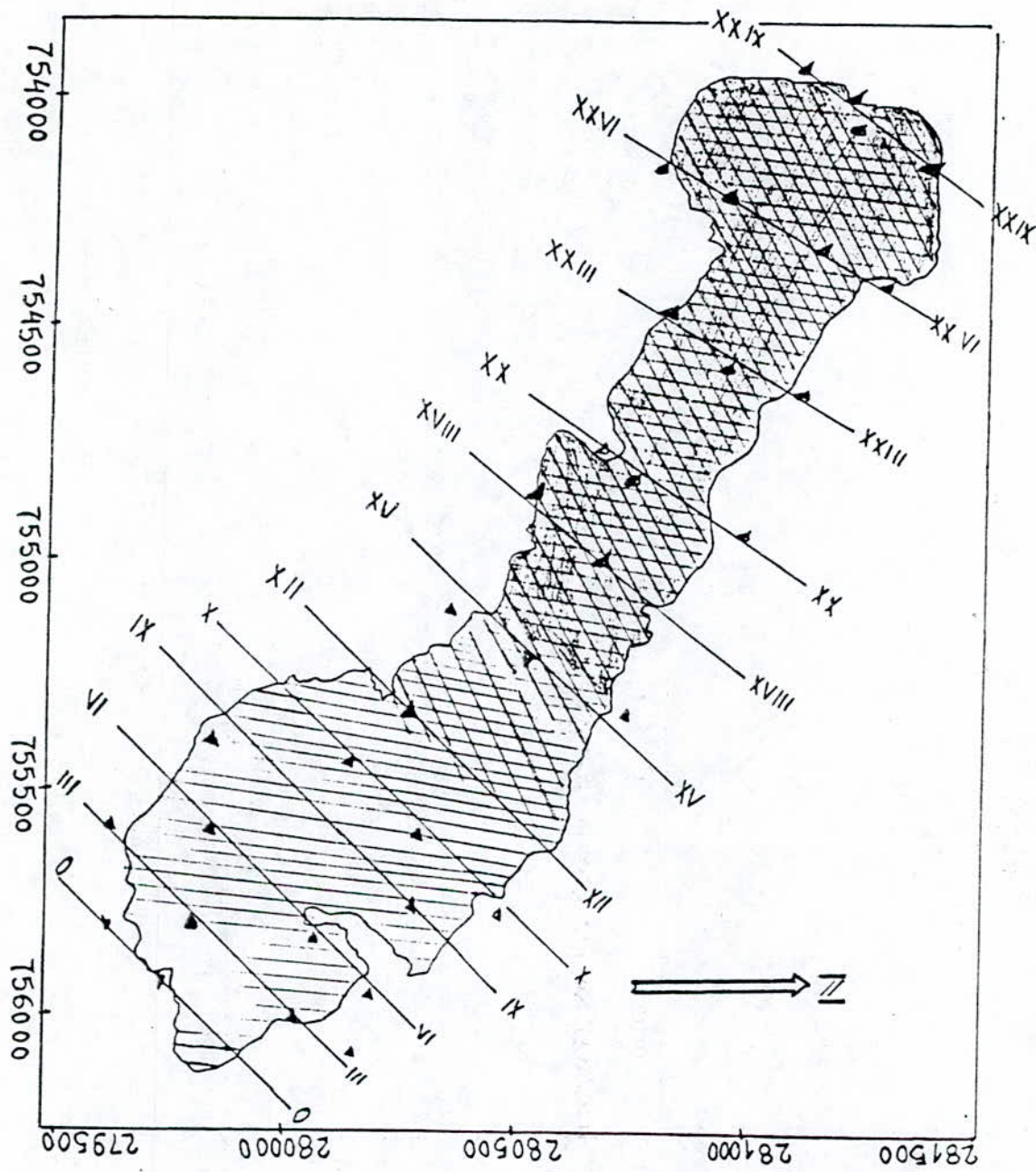


FIG. 9. RÉPARTITION DE LA MINÉRALISATION DE ZN DANS LE CORPS C2 DE GISEMENT DE C. E. H (SETIF)

- 
 PARTIE DU CORPS SITUÉE AU DESSOUS DE LA NAPPE
- 
 PARTIE DONT LAQUELLE L'EAU EST EVACUÉE PAR POMPAGE
- 
 PARTIE DU CORPS SITUÉE AU DESSUS DE NIVEAU DE LA NAPPE
- 
 SONDAGE

*La méthode retenue doit :*

- *Assurer la production nécessaire .*
- *Assurer les conditions de sécurité et de travail du personnel .*
- *Permettre de minimiser les pertes de minerai .*
- *Aboutir à un prix de revient réduit .*
- *Un prix de revient indicatif sera calculé à la fin du dernier chapitre .*

*D'après les caractéristiques du gisement de C.E.H , et les exigences pour l'exploitation , trois méthodes possibles peuvent être envisagées :*

- a). *Méthode d'exploitation par chambres et piliers .*
- b). *Méthode ' traçage et remblayage ' .*
- c). *Méthode d'exploitation par traçage et dépilage .*

**a). Méthode 'chambre et piliers' :**

*Du fait de la grande expérience acquise par le personnel dans l'exploitation de ce type de gisement ( gisement stratiforme peu penté ) , on est amené à penser de pratiquer la méthode des chambres et piliers , méthode utilisée avec succès dans l'ancienne mine de Kherzet Youcef.*

*Néanmoins en raison des pertes dues aux piliers abandonnés ( de l'ordre de 40% des réserves ) , qui viendront s'ajouter aux réserves non récupérable situés au*

*dessous du niveau hydrostatique la méthode des chambres et piliers n'a pas été retenue .*

### **b). Méthode ' traçage et remblayage' :**

*Dans la zone située au voisinage du niveau hydrostatique et légèrement au dessus, un remblayage des vides au lieu du foudroyage du toit prendrait mieux en charge les éventuelles risques de venues d'eau .*

*En effet, à défaut d'une sablière dans les environs de la mine, le remblai proviendrait d'une station de remblayage construite à proximité du puits . Dans cette installation les stériles de la laverie seront mis en pulpe avec un ajout de ciment (5%) . Cette pulpe sera amenée vers les chantiers par des canalisations appropriées .*

*Cette méthode a des avantages certains :*

- Perte de minerai négligeable .*
- Une plus grande stabilité du toit immédiat .*

*Cependant c'est une méthode que nous avons écarté en raison du coût du remblayage (coût d'acquisition de l'installation et coût de fonctionnement) .*

### **c). Méthode d'exploitation par traçage et dépilage**

#### ***1). Description de la méthode :***

*Cette méthode aboutit à une plus grande récupération des réserves( près de 85%) .*

*La méthode d'exploitation par traçage et dépilage se distingue de la méthode des chambres et piliers par le fait que les piliers situés entre les chambres sont dépilés . Le dépilage des piliers dépend aussi de la teneur en Zinc métal du minerai . Si dans les zones pauvres par exemple où la teneur du Zn est inférieure à la teneur de coupure, les piliers sont laissés en place ) .*

*Dans une première phase, il s'agit de creuser des chambres , et dans une seconde phase les piliers ainsi découpés sont exploités .*

## *2). Ordre d'exploitation des corps :*

*Le corps1 situé au dessus du corps 2 sera exploité le premier en raison essentiellement du foudroyage du toit provoqué par le dépilage . L'exploitation du corps1 débutera par la partie S.E, a partir de la limite des zones oxydées vers le profil 'XV' .*

*Le corps 2 sera exploité lorsque le corps 1 sera en grande partie exploitée .*

## *3). Travaux préparatoires :*

*. Découpage :*

*Le champ minier situé au dessus du niveau hydrogéologique sera divisé en deux zones N et S par une galerie principale orienté SE/NO creusée a partir du Travers Banc jusqu'à une cheminée d'aérage <sup>comme</sup> eme le montre le schéma de la figure 10 . A partir de cette galerie seront creusées des galeries secondaires transversales. Ces galeries secondaires délimiteront des panneaux de 50 à 60 m de largeur, par 150 à 250 m de longueur . Des stots de protection entre les panneaux et la galerie principale, de 6 m de largeur par 50 à 60 m de longueur seront prévus voir fig. 11 .*

#### *4). Travaux d'exploitation :*

*1ère étape : Le panneau ainsi délimité est exploité en creusant des chambres . Ce sont des traçages parallèles aux galeries secondaires de large de 3.5 à 4 m, par 2.5 m de hauteur et espacés entre eux par des piliers de 10 à 12 m de large . En respectant toujours les pentes acceptables pour les engins .*

*Au fur et à mesure de l'avancement des traçages on laisse des niches le long de ces derniers . Ces niches sont de 7.5 m de longueur par 3.5 m de large, creusés a chaque distance de 50 à 60 m .*

*2ème étape : Une fois le traçage terminé , on procède au dépilage à partir des limites du gisement vers le centre 'exploitation rabattante' voir fig.12 . Le dépilage consiste à récupérer les piliers laissés entre les chambres d'exploitation . Il est réalisé de la manière suivante :*



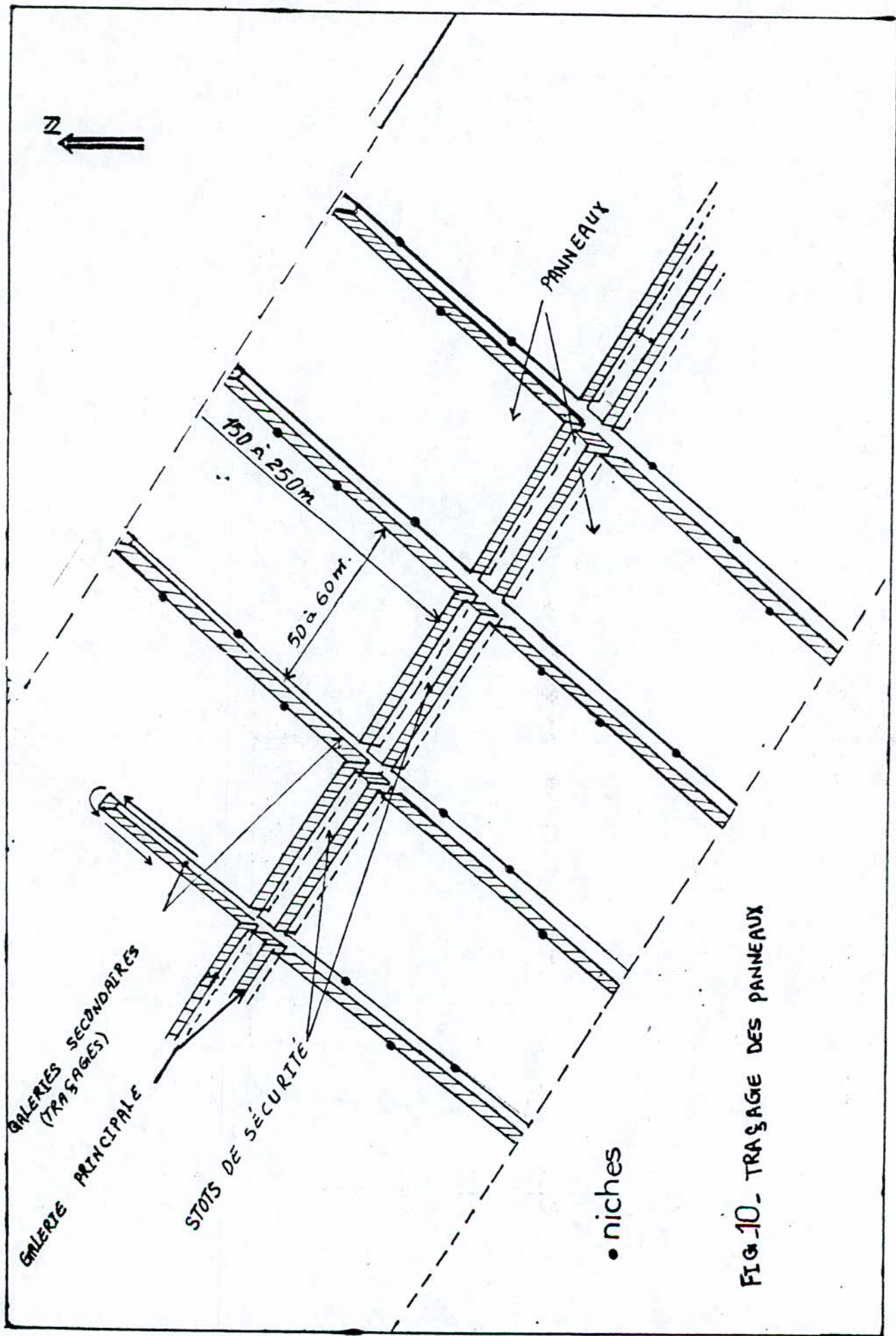


FIG. 10. - TRAÇAGE DES PANNEAUX

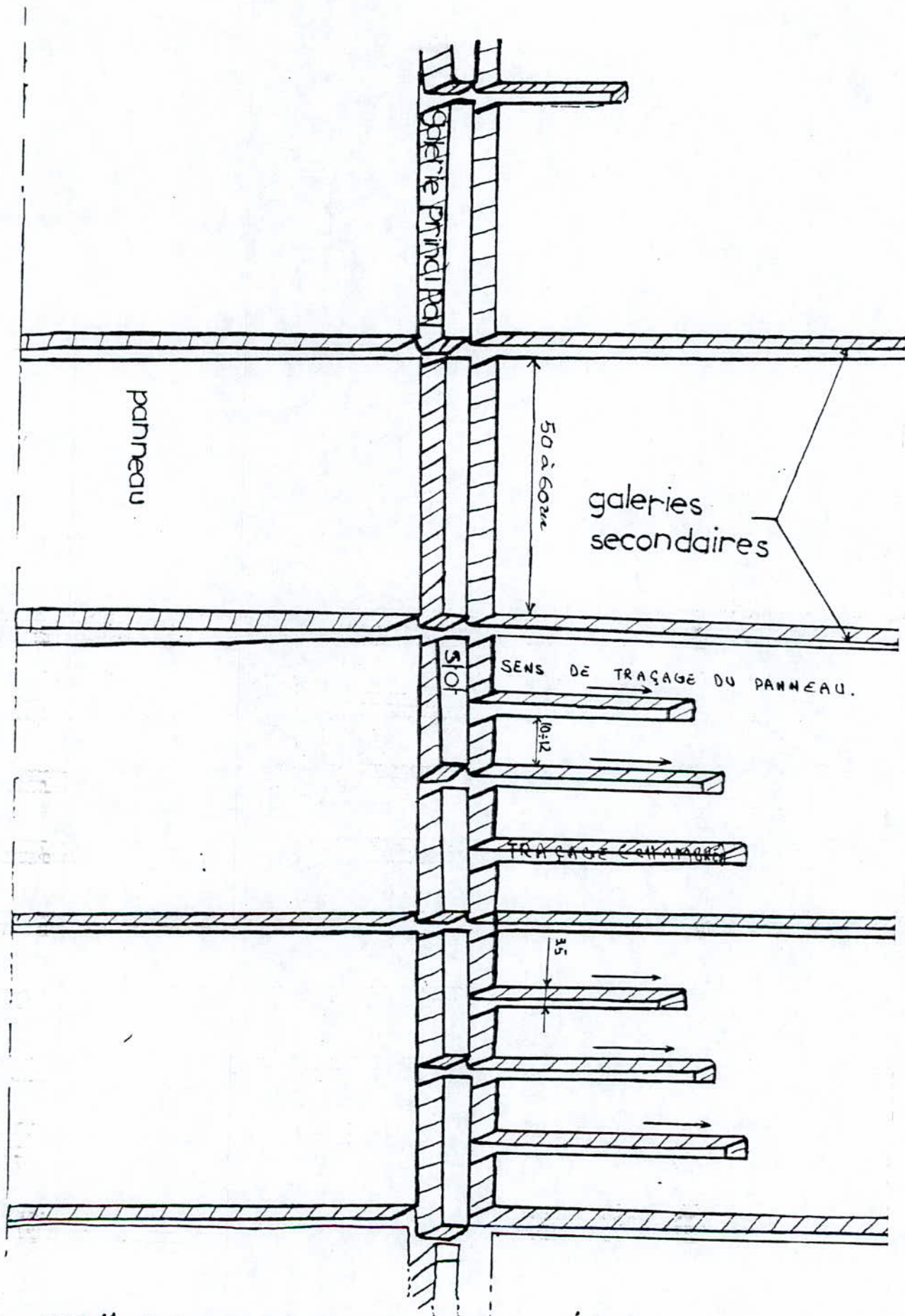
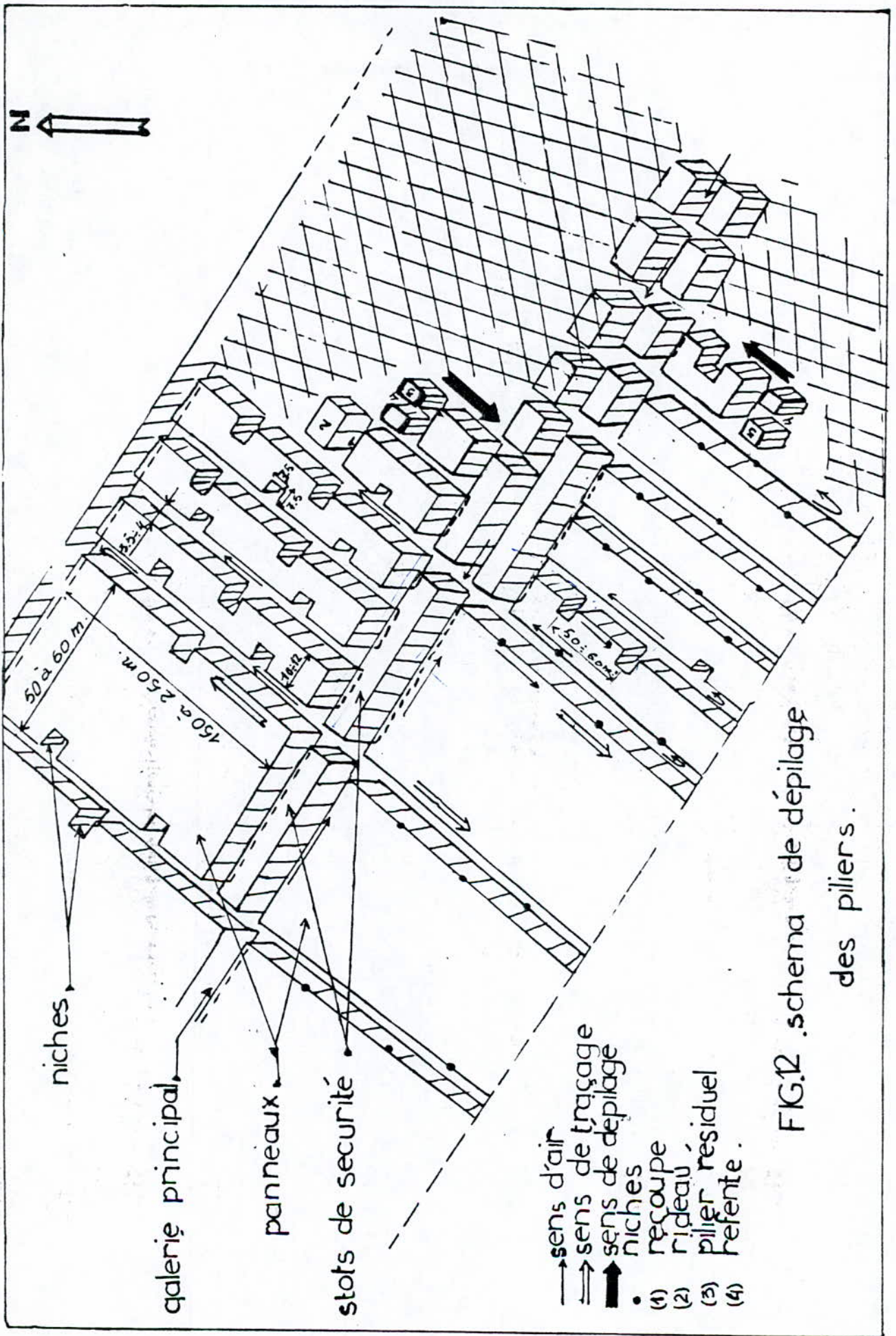


FIG.11 Principe de traçage des panneaux



1- Creusement des recoupes (1) de 3.5 m de large, en laissant des piliers appelés rideaux (2) , de 3.5 m de large par 10 à 12 m de long .

2- Le rideau lui même est divisé par une refonte (4), de sorte que l'élément est réduit en deux piliers résiduels( 3 ) .

3- Les piliers résiduels sont détruits à l'explosif .

4- Pour pourvoir interdire la circulation du personnel dans les zones foudroyées, l'exploitation des panneaux se feront toujours dans la zone amont vers la zone aval et simultanément côté N et côté S .

### 5). Description des opérations :

#### a). L'exhaure :

L'évacuations des eaux des niveaux inférieurs à 960 m (T.B) est effectués par les pompes de chantiers . A partir du niveau 960 m, les eaux sont évacuées vers le puisard . Des pompes installées à proximité du puisard rejettent l'eau du puisard vers la surface .

En 1992 le niveau piezométrique était à 972 m , sous l'effet du pompage le niveau dynamique, actuellement est de 955 m .

Le contrôle des piezometres installés a permis de constater un rabaissement du niveau hydrostatique .

il y a lieu cependant :

1. De placer deux ou trois piézomètres supplémentaires pour de raisons de sécurité, de contrôle, de suivi et pour les prévisions.

2. De rejeter les eaux d'exhaure le plus loin possible afin d'éviter une réalimentation de la nappe.

b). Foration/tir :

La foration est faite selon le schémas de la Fig.4. du chapitre. III, à l'aide des marteaux perforateurs.

Le schémas de foration est constitué de 25 trous de longueur 2.40 m répartie sur un front de  $3.5 \times 2.5 \text{ m}^2$ .

L'explosif utilisé est de la gelanite, le tir sera électrique.

c). Aérage :

Le schéma de l'aérage est présenté dans la figure 13.

On distingue :

1). l'Aérage principal : crée par un ventilateur aspirant et placé à la tête du puits. Donc l'air il va venir par la descenderie et par un cheminé qui sera creusée dans la partie SE du corps 1, (voir Fig13.).

2). l'Aérage secondaire : Pour les travaux en cul de sac et notamment les traçages on a reconnu a des ventilateurs secondaires soufflants installés à l'entrée des traçages (voir Fig13). On y parvient en installant des conduites spéciales fabriqué en

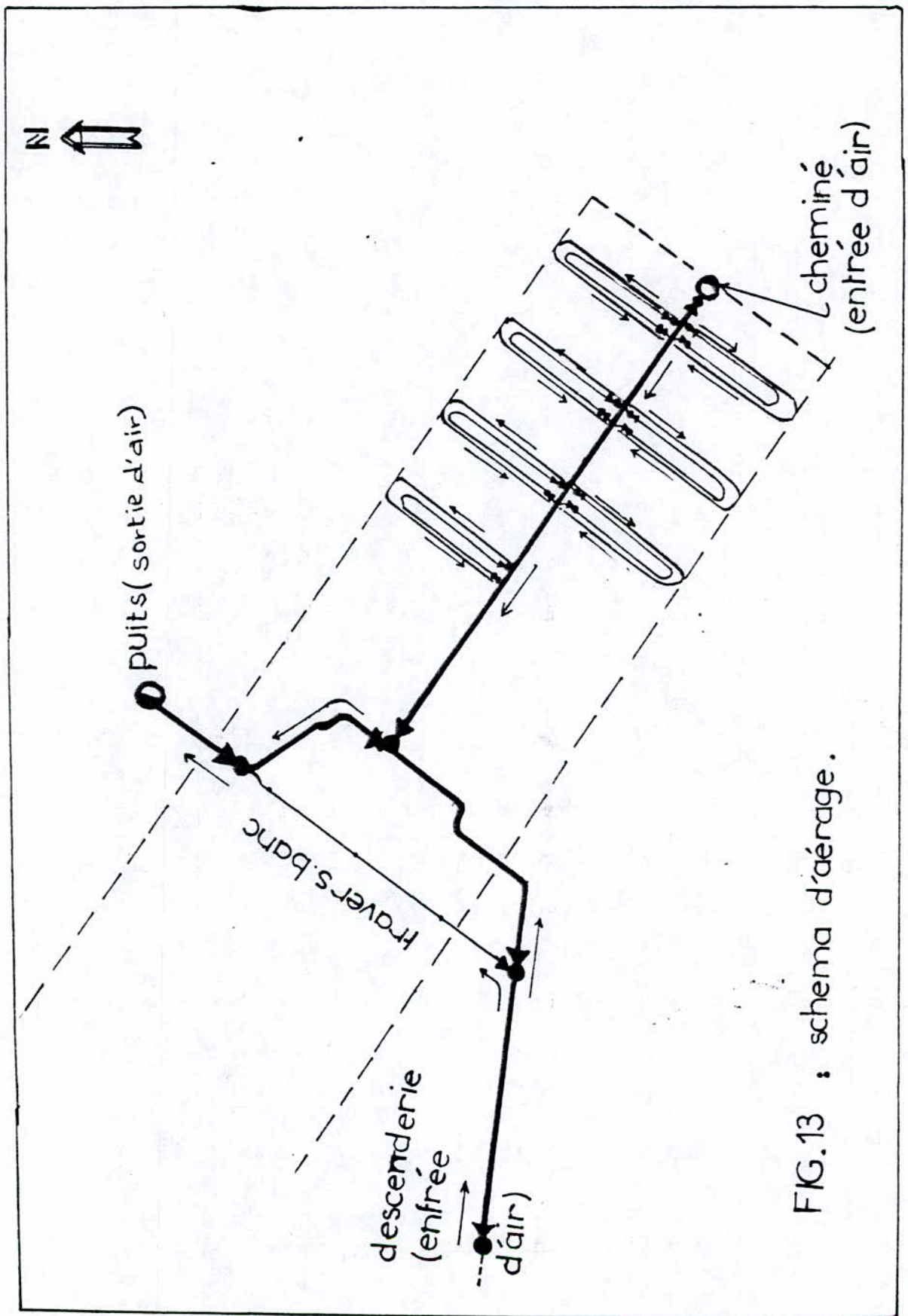


FIG.13 : schéma d'aération.

*Nylon* , qui grâce à des ventilateurs permettent d'envoyer de l'air frais jusqu'au front d'abattage .

Les ventilateurs soufflants permettent de balayer une grande partie de la zone morte par rapport aux ventilateurs aspirants (voir Fig14) .

#### *d). Chargement et transport dans les chantiers :*

Le chargement est effectué par des engins qui font simultanément le chargement et le transport du front de taille jusqu'aux niches de chargement .

Ces niches de chargement sont des enlevures situés dans la galerie principale et les galeries de traçages et disposés tous les 50 à 60 m voir la figure-12.

#### *e). Transport au jour :*

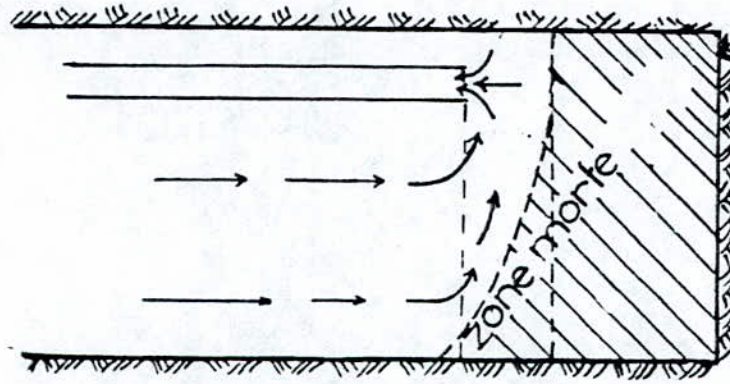
Le transport du minerai est effectué par des camions-navettes, de capacité de 12 tonnes .

#### *6). Avantages de la méthode :*

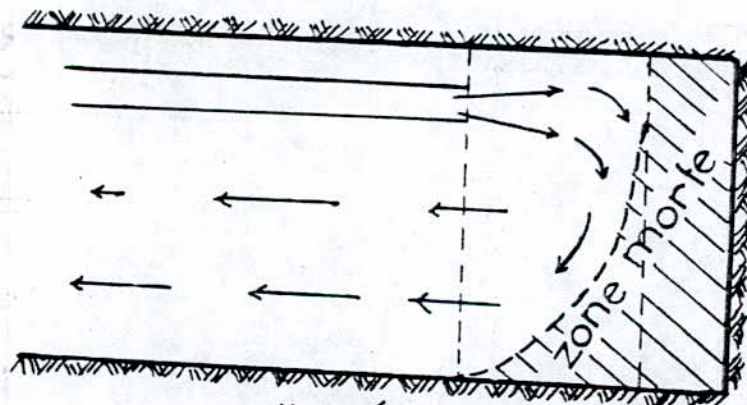
1. Le creusement et des galeries principales et des galeries secondaires découpent le gisement selon une maille de 60x20, ce qui permettra d'obtenir une grande masse d'information, sur la localisation des zones de minerai riche et sur les limites exactes du gisement .

2. Le panneau peut être exploité par un grand nombre de fronts ce qui permettra d'atteindre des rendements élevés .

3. La méthode par traçage et dépilage permet une exploitation économique .



(a) aérage aspirant



(b) aérage soufflant

FIG.14 . aérage secondaire



4. *La mécanisation est y facile .*

5. *Dans les zones riches , cette méthode permet de récupérer une grande part , atteint jusqu'à 80 à 90% .*

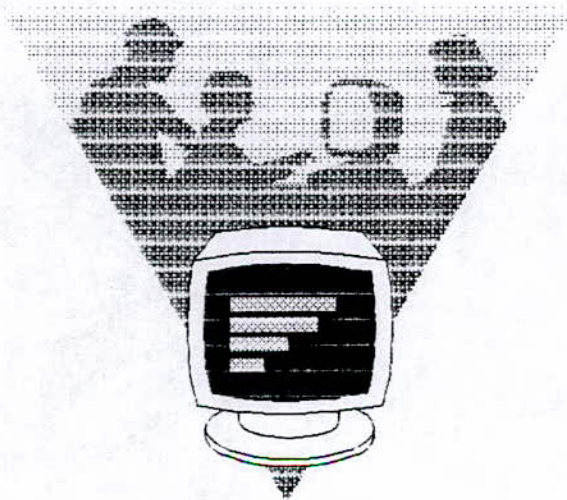
7). *Inconvénients de la méthode :*

*. Le creusement des truçuges sur une longueur de 150 à 250 m feru appel à la ventilation secondaire .*

*Pour les raisons mentionnées ci-dessus , je suis d'avis que la méthode d'exploitation rabattante par traçage et dépilage des zones riches doit être retenue pour exploiter le gisement de C.E. .*

# **CHAPITRE V**

## **ORGANISATION DES TRAVAUX DANS LA MINE :**



## V. Organisation des travaux dans la mine:

### 1). Description de la mine :

*La mine souterraine est un ensemble des chantiers de production de minerais reliés à la surface par des galeries , puits , descenderies , destinés au transport des personnels , de matériels de l'énergie à l'évacuation de minerai , et permettent aux même temps d'assurer la circulation d'air nécessaire au travail des hommes au fond ,et l'évacuation des eaux .*

*Lors de l'organisation des travaux d'exploitation on doit prévoir :*

- 1. La sécurité des travaux .*
- 2. L'utilisation intégrale de la journée de travail .*
- 3. L'utilisation plus complète de possibilités des machines .*
- 4. L'utilisation la plus complète de la ligne de fronts .*
- 5. Réduire le plus possible les pertes du temps .*

### 2). Equipement nécessaires :

*La capacité pratique de la laverie de Kherzet Youcef est 100000 tonnes de tout venant par an .*

*Sur la base de 270 jours ouvrables la production journalière est :*

$$100000/270 = 370 \text{ tonnes par jour .}$$

a). *Nombre de front d'abattage :*

*La production d'une chambre est de :*

$$S \times L \times K_u \times d .$$

*S = 8.75 m<sup>2</sup> est la section Section du front .*

*L = 2.40 m c'est la longueur du trou .*

*K<sub>u</sub> = 0.95 Coefficient d'utilisation du trou .*

*d : densité = 2.9 .*

*H : Hauteur du front = 2.6 m*

*Pour le front T = 8.75 x 2.4 x 0.95 x 2.9 = 58 tonnes .*

*Le nombre du front est :*

$$N_f = 370/58 = 6.38 \approx 7 \text{ fronts .}$$

*En travaillant à 2 postes, ces fronts seront repartis ainsi :*

*1er poste : 03 fronts + 1 front qui sera réservé aux travaux préparatoires  
(délimitation des panneaux) .*

*2ème poste : 03 fronts .*

b). *Nombre de chargeurs transporteurs :*

*La durée d'une rotation = temps de chargement + temps de transport + temps de déchargement =  $t_c + t_t + t_d = 3 + 5 + 2 = 10$  minutes .*

*Le temps de chargement pour toute la production de 3 chambres est :*

*. Pour les deux postes :*

*$t_{cp} = 10 \times (3 \times 58) / (\text{capacité d'engin} \times K_e)$ ,  $K_e$  c'est le coefficient de remplissage.*

*$T_{cp} = 10 \times 174 / 4 \times 0.8 = 544$  minutes .*

*Sur la base d'un poste de 7<sup>h</sup>30' le nombre de transporteurs nécessaire est :*

*$N_t = 544 / 450 = 1.2 \approx 2$  engins .*

*. Pour les travaux de délimitation des panneaux on a (01) front réservé :*

*La durée pour charger et transporter la production de ce front est :*

*$10 \times 58 / 3.2 = 200$  secondes .*

*Le nombre d'engins est :  $200 / 450 = 0.45 \approx 1$  chargeur transporteur .*

*c). Nombre de camions :*

*. Pour les 02 postes :*

*Sur la base d'une vitesse de 10 Km/h , sur une distance de 1 Km, le camion de capacité pratique de 10 tonnes , est chargé par deux chargeurs de capacité pratique (capacité  $\times$  coe. de remplissage =  $4 \times 0.8$ ) = 3.2 tonnes.*

*Soit  $3 \times 3.2 = 9.6$  tonnes .*

*La durée d'un cycle est :*

$$D_c = \text{temps de chargement} + \text{temps de transport (aller retour)} + t_{\text{dech.}}$$
$$= 30 + 16 + 2 = 48 \text{ minutes .}$$

Autrement dit un camion-navette débloquera durant la poste (7h 30') :

$$450 \times 9.6 / 48 = 90 \text{ tonnes .}$$

Donc le nombre de camion nécessaire est :

$$N_c = 174 / 90 = 1.93 \approx 2 \text{ camions .}$$

. Pour les travaux de délimitation :

La production de celui-ci doit dépasser 58 tonnes ..

La durée d'un cycle est 48 minutes .

Un camion navette débloquera durant la durée de poste  $450 \times 9.6 / 48 = 90$  tonnes .

Donc le nombre des camions est :

$$58 / 90 = 0.65 \approx 1 \text{ camion .}$$

d). Conclusion :

Pour réaliser la production de 100000 t/an il faut créer :

- 02 postes de travail, 01 <sup>groupe</sup> réservé pour la préparation des panneaux, qui fonctionne au premier poste .
- 03 chargeurs transporteurs .
- 03 camions navette .
- Si c'est possible nous auront besoin d'un jumbo de foration capable de simplifier les travaux de foration dans un intervalle de temps très réduit .

### 3). Les effectifs :

#### a). Effectifs nécessaires:

Voir tableau suivant :

Tableau : représente les effectifs nécessaires pour l'exploitation

<i>1er poste</i>	<i>2ème poste</i>	<i>groupe réservé pour la délimitation des panneaux</i>
<i>02 foreurs</i>	<i>02 foreurs</i>	
<i>02 conducteurs de chargeurs .</i>	<i>02 conducteurs de chargeurs .</i>	
<i>02 conducteurs de camions</i>	<i>02 conducteurs de camions</i>	
<i>02 boulonneurs .</i>	<i>02 boulonneurs .</i>	<i>02 foreurs</i>
<i>02 boiseurs .</i>	<i>02 boiseurs .</i>	<i>01 conducteurs de chargeurs .</i>
<i>01 boutefeux .</i>	<i>01 boutefeux .</i>	<i>01 conducteurs de camions</i>
<i>01 distributeur .</i>	<i>01 distributeur .</i>	<i>02 boulonneurs .</i>
<i>01 chef de poste .</i>	<i>01 chef de poste .</i>	<i>02 boiseurs .</i>
<i>01 mécanicien .</i>	<i>01 mécanicien .</i>	<i>01 boutefeux .</i>
<i>01 électricien .</i>	<i>01 électricien .</i>	<i>01 distributeur .</i>
<i>01 pompiste .</i>	<i>01 pompiste .</i>	
<i>01 surveillant de maintenance .</i>	<i>01 surveillant de maintenance .</i>	<i>1 surveillant de maintenance .</i>

*b). Effectifs du fond disponibles :*

*On a 26 mineurs( foreurs, boiseurs, boulonneurs...).*

*05 Conducteurs de chargeurs .*

*05 conducteurs de camions .*

*03 boute-feux .*

*03 distributeurs .*

*03 chefs de postes .*

*03 surveillants de maintenance .*

*02 mécaniciens .*

*02 électriciens .*

*05 ouvriers en plus en cas des travaux supplémentaires .*

*C). Conclusion :*

*On peut dire que les effectifs du fond disponibles est suffisants pour réaliser la production demandé .*

**4). Cyclogramme des travaux des deux postes :**

*Si on travaille dans 6 chambres , 3 dans un panneau et 3 dans autre panneau .*

*Dans un panneau on fait la foration , dans l'autre panneau on fait le chargement et transport voir tableau 14 .*



Les foreurs préparent toujours un panneau pour faire le tir a la fin de chaque poste , pour que le poste qui vient commencer directement le travail sans arrêt , dans ce cas on peut éviter les pertes du temps .

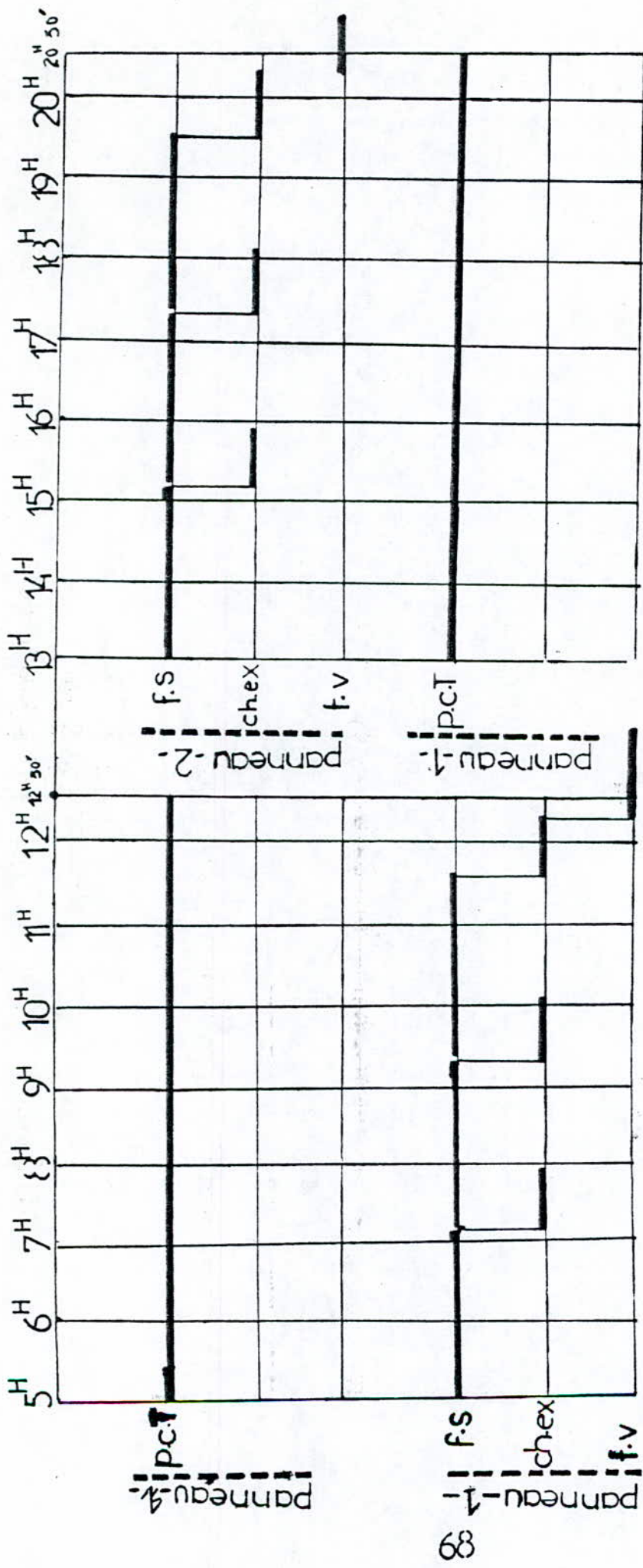
Tableau : donne le régime de travail des deux postes .

	1er poste(5h à 12h 30')	2ème poste (13h à 20h 30')
1er panneau	. Foration soufflage et chargement d'explosif .	.Purgeage, . chargement et transport .
2ème panneau	. Purgeage, chargement et transport du minerai .	. Foration soufflage et chargement d'explosif .

Pour le cyclogramme de travail est représenté dans la figure . On prend en considération les données suivantes :

- . Temps de foration d'un front est de 2 heures .
- . Temps de soufflage est de 10 minutes .
- . Temps de chargement d'explosif est de 45 minutes :
- . Temps de tir est ventilation des gas est 45 minutes .
- . Cycle de chargement et transport est de 48 minutes .

### 5). Calcul du prix de revient de la mine:



f.s : foration et soufflage.      p.c.t : purgeage chargement et transport  
 t.v : tir et ventilation.          ch.ex : chargement d'explosif

FIG.15 Cyclogramme de travail pour les 02 posts

a). Les investissements réalisés :

1). Investissements réalisés par l'Etat :

- pour les infrastructures :

Voir tableau ci-après :

Tableau 15: représente le détail des investissements des infrastructures.

natures des ouvrages	Longueur	Coût d'un mètre linéaire(D.A)	Coût total	Durée de vie(an)	Taux d'amortissement(D.A/t)
tranchée d'accès	108	17.176	1717650	15	1.145
puits vertical	109	33.065	10167300	15	6.78
descenderie	653	30.637	21591900	15	14.4
Travers Banc	295	11.845	9048600	15	6
Cheminé d'aérage	56	5.680	663300	15	0.44
Sondage d'aérage	89	30.637	500000	15	0.33
Galerie intermédiaire	206		6311250	15	4.2
total	-	-	-	-	33.3

*. Investissements pour les équipements principaux :*

*Voir tableau :*

*Tableau 16: représente les investissements réalisés des équipements principaux :*

<i>Engins</i>	<i>Coût d'acquisition en millions dinars (M.D.A)</i>	<i>Durée de vie(an)</i>	<i>Taux d'amortissement (D.A/t)</i>
<i>. 02 pelles chargeurs 'fond'</i>	<i>8165000</i>	<i>6</i>	<i>10.20</i>
<i>. 02 camions navettes 'fond'</i>	<i>8781000</i>	<i>6</i>	<i>11.00</i>
<i>. 01 camion à benne renforcée</i>	<i>3054000</i>	<i>6</i>	<i>3.81</i>
<i>total</i>	<i>20000000</i>		<i>25</i>

*2). Investissement réalisés par l'Enof :*

*pour un montant de 46.166 millions dinards . On peut les représente dans le tableau*

*Ci. après :*

Tableau 17: représente les investissements réalisés par l'ENOF.

	% montant	de coût d'acquisition en (Millions .D.A)	durée de vie (an)	taux d'amortisse ment en (D.A/t).
infrastructures du jour	20	9.23	15	6.15
exhaure	16	7.38	5	14.76
galerie de recherche	18	8.30	15	5.53
atelier de réparation	12	5.54	15	3.7
sous-station électrique	9	4.15	6	6.9
ventilateurs principaux	9	4.15	10	4.15
compresseurs	12	5.54	7	7.91
réservoirs	4	1.84	10	1.84
total				50

3). Investissements additionnels (prévisionnels) :

Voir le tableau ci-après :

Tableau : Représente les investissements additionnels pour (C.E.H)

	coût d'acquisition (D.A)	durée de vie(an)	taux d'amortissement t (D.A/t)
. 1 chargeur	4100000	7	5.85
. 1 camion	4400000	7	6.28
. 1 jumbo	6000000	6	10
. ventilateurs secondaires	600000	6	6
exhaure(pompe. sondage)	6000000	6	16
abri de sécurité	1300000	15	0.85
total			45

Le coût des investissements totaux(réalisés et additionnels) est :

$$CI = 33.3 + 25 + 50 + 45 = 153.3 \text{ D.A/t.}$$

b)- Les frais du personnel :

Pour un salaire mensuel de 15360 D.A/mois, les frais du personnel de la mine sont :

$F_p = \text{nombre des effectifs} \times \text{salaire moyen d'une personne} .$

$F_p = 154 \times 15360 = 2.365.440 \text{ D.A/mois} .$

Soit  $2.365.440 \times 12 = 28.385.280 \text{ D.A/an} .$

$$F_p = 28.385.280 / 100.000 = 284 \text{ D.A/t} .$$

c). Les consommables :

1). l'Explosif :

On a 25 trous par front , et chaque trou contient 2 Kgs d'explosif, et que le prix d'explosif est 120 D.A/Kg .

Donc  $25 \times 2 \times 120 = 6000 \text{ D.A} .$

$$\text{D'ou } 6000 / 58 \approx 100 \text{ D.A/tonnes} .$$

2). Détonateur :

Pour un front on a 25 pièces placés , le prix est de 35 D.A/pièce .

Donc  $25 \times 35 = 875 \text{ D.A} .$

$$875 / 58 \approx 15 \text{ D.A/t} .$$

3). Les frais du carburant :

Pour un poste la consommation des hydrocarbures est 50 l, dans notre cas on a 2 postes + 1 groupe (pour préparer les panneaux) .

La consommation est  $50 \times 2 + 52/2 = 125$  l.

On a le prix d'un litre est de 9.5 D.A , D'ou  $125 \times 9.5 \approx 1170$  D.A .

Donc  $1170/58 \approx 20$  D.A/t.

4). L'énergie (air, eau, électricité ..) :

En comparant toujours avec l'année 1994 on a :

6.5 D.A/t

d). Pièces de rechange :

En comparant avec l'année 1994 on a 110 D.A/t .

Dans le régime de 2 postes + 1 groupe ( pour la préparation) on a :

$110 + 110 \times 0.33 = 146$  D.A/t

e). Divers : On a

12 D.A/t



*f). Résumé des résultats des coûts d'exploitation :*

*Voir tableau ci-après :*

*Tableau : Représente les résultats des coûts d'exploitation*

<i>opération</i>	<i>Coût D.A/t .</i>
<i>Investissement initiaux</i>	<i>75 + 33.3</i>
<i>Investissement additionnels</i>	<i>45</i>
<i>frais de personnel</i>	<i>284</i>
<i>consommables:</i>	<i>114.6</i>
<i>. explosif et détonateur .</i>	
<i>. Carburant .</i>	<i>20</i>
<i>. Pièces de rechange .</i>	<i>146</i>
<i>. Energie .</i>	<i>8.65</i>
<i>. Divers .</i>	<i>12</i>
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>739</i></b>

## *VI. CONCLUSION*

*Nous pouvons estimer que nous venons de réaliser a atteint , les objectifs fixés au départ , et ce malgré les difficultés auxquelles nous avons dû faire face , notamment le manque d'information concernant, les caractéristiques mécaniques du minerai et des roches encaissantes , le degré de connaissance de réserves .*

*Compte tenu des conditions géologiques et minières, c'est la méthode par traçage et dépilage qui nous semble la plus indiquée pour exploiter le gisement de Chabet El Hamra .*

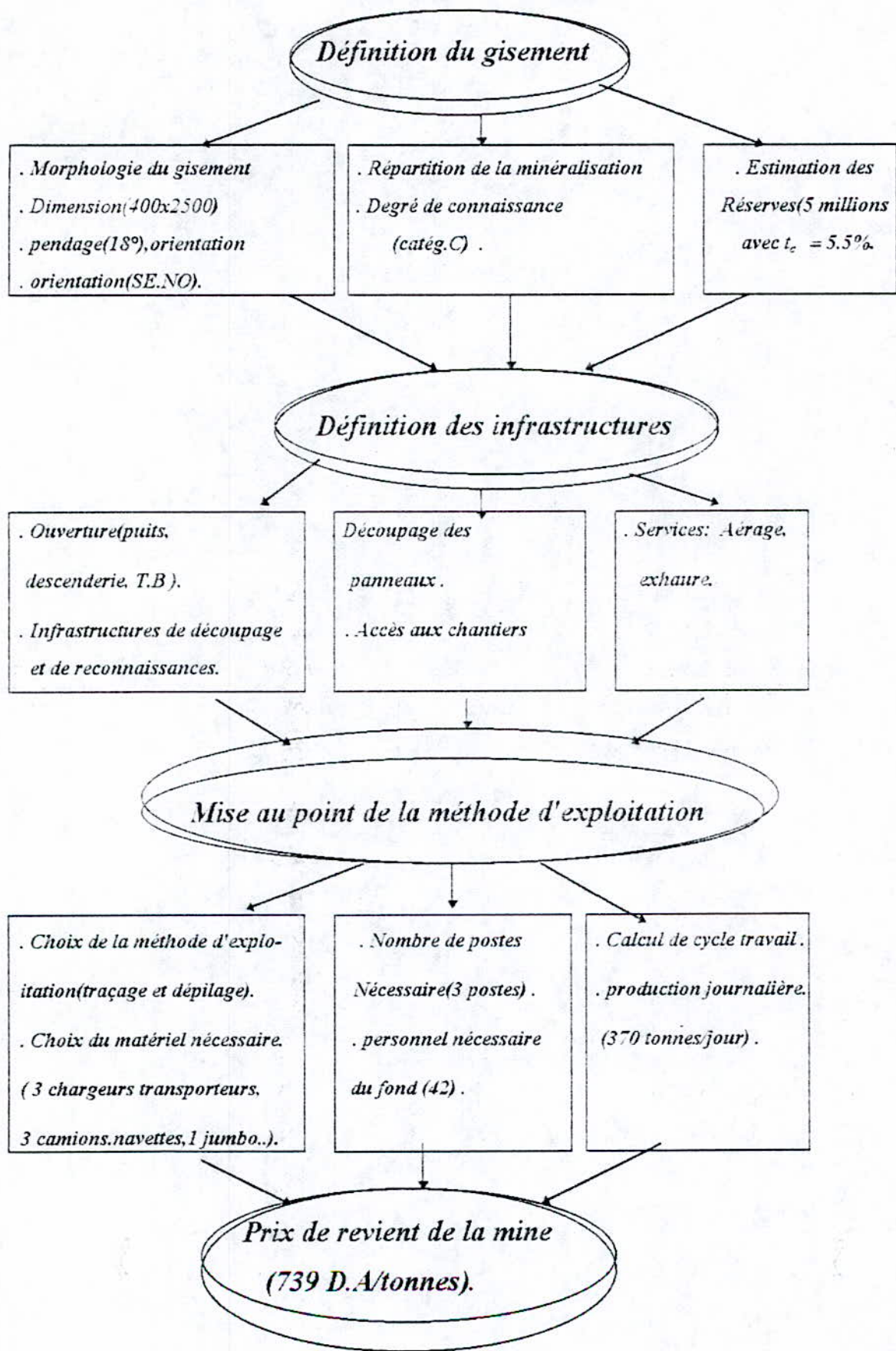
*Cependant , pour améliorer la production il est nécessaire d'acquérir :*

- 01 Chargeur transporteur (LHD) sur pneus .*
- (01) Camion-navette .*
- (01) Engin de foration (jumbo) sur pneu, très perfectionné, automoteur, capable de fonctionner avec les contraintes . . . Cet engin porte plusieurs perforatrices orientables, en toutes directions permettent de réduire le temps de foration dans le poste*

*Il convient cependant de souligner que les réserves pris en compte dans le projet d'exploitation sont situés au dessus du niveau hydrostatique .*

*Cependant si l'évolution des prix des matières premières notamment le Zinc est favorable , il est possible de concevoir l'exploitation des zones situées au dessous du niveau hydrostatique, selon la méthode d'exploitation préconisée, avec toutefois une contrainte qui est le débit des eaux d'exhaure, et qui mérite une étude approfondie .*

*L'elaboration du projet d'exploitation a suivi la démarche indiqué dans le schémas ci-après :*



## *Bibliographie*

- [1]. Rapport final de l'ORGM ; 01-01-1992 .
- [2]. Synthèse de l'avant projet d'ouverture du gisement de Chabet El Hamra. 1988
- [3]. ENOF. BGM . Avant projet . 1989 .
- [4]. SIDAM. Projet Non Ferreux . 1994 .
- [5]. SIDAM. Projet Non Ferreux . 1995 .
- [6]. BENAMGHAR. Thèse de Magister . 1995 .
- [7]. Y. MULLER . Exploitation des mines.  
AIDE.MIMOIRE MINES . DUNOD.PARIS 1964 . T.I et T.II .
- [8]. B.BOKY . Exploitation des mines . MIR MOSCOU . 1968 .
- [9]. CHIBKA. Exploitation des gisement métallifères. 1980 .
- [10]. V.VIDAL . Exploitation des mines 1963 . T.III .
- [11]. E.TENCELIN. Annales des mines . Le choix des méthodes d'exploitation  
et la mécanique du foudroyages dans les couches en plateau .
- [12]. M. DUCHEN. . Elément d'économie des entreprises minières Fév . 1987 .
- [13]. Revue de l'industrie minérale Fév.1958 .

## ANNEXE

(1) : Pour la production de concentré de Zinc dans l'usine de Kherzet Youcef dès les dernières années est représenté dans le tableau .I , et dans la Fig .I .

(2) : . Pour le secteur d'utilisation est représenté dans la Fig.II .

. L'approvisionnement en minerai de Zinc en 1990 est représenté dans la Fig.III .

. L'évolutions des prix de Zinc , 1979 à 1990 est donnée dans le graphe de la Fig.III .

tableau . I production de concentré de (zn) traité à l'usine de kherzet youcef

designation	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
production	13422	14545	11550	2406	2350	1600	.....	.....	.....	.....	1013	1450

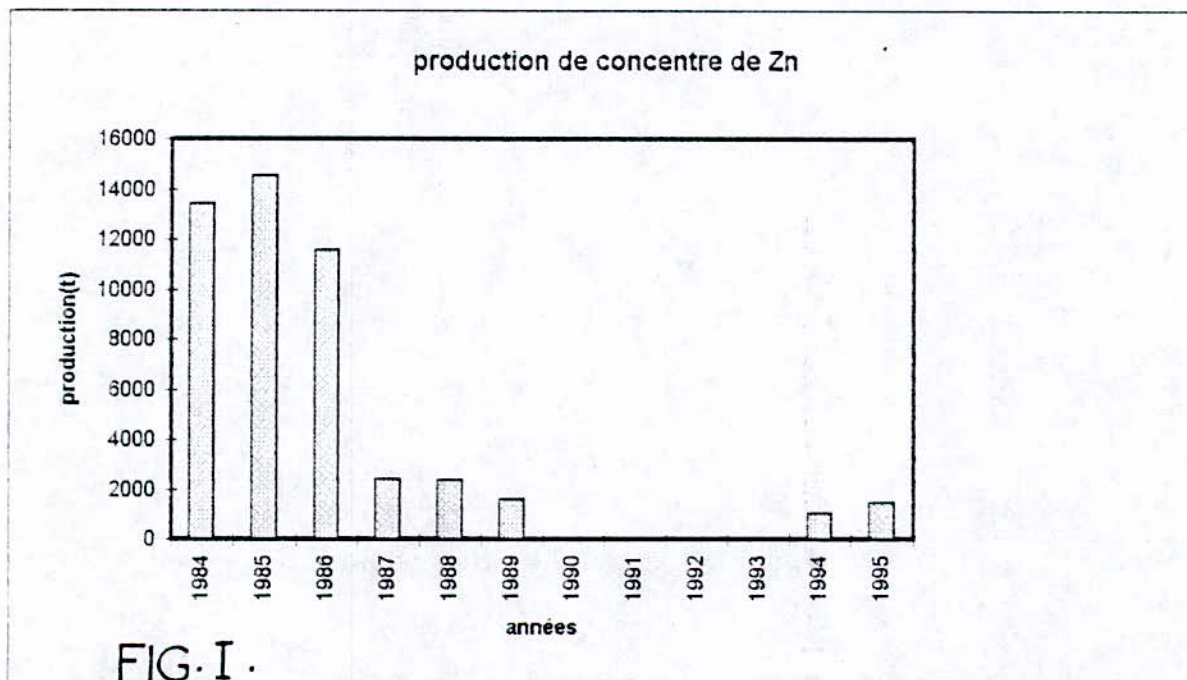


FIG. I.

### Approvisionnement en minerai de zinc en 1990 (619,8 kt)

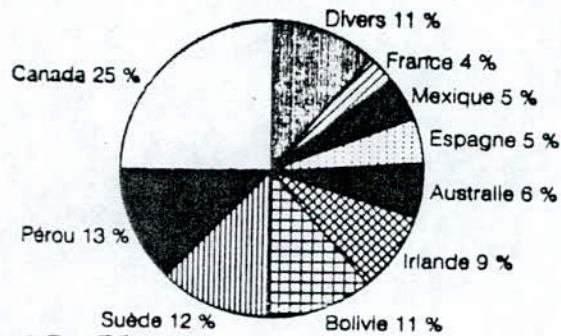


FIG. II

Source : Douanes

### Secteurs d'utilisation du zinc

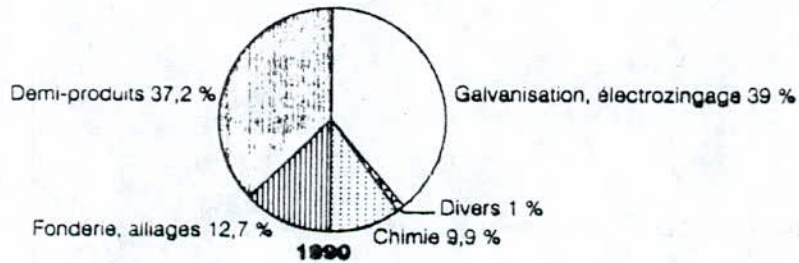


FIG. III

Source : SMPSS

### Évolution des prix 1979-1990

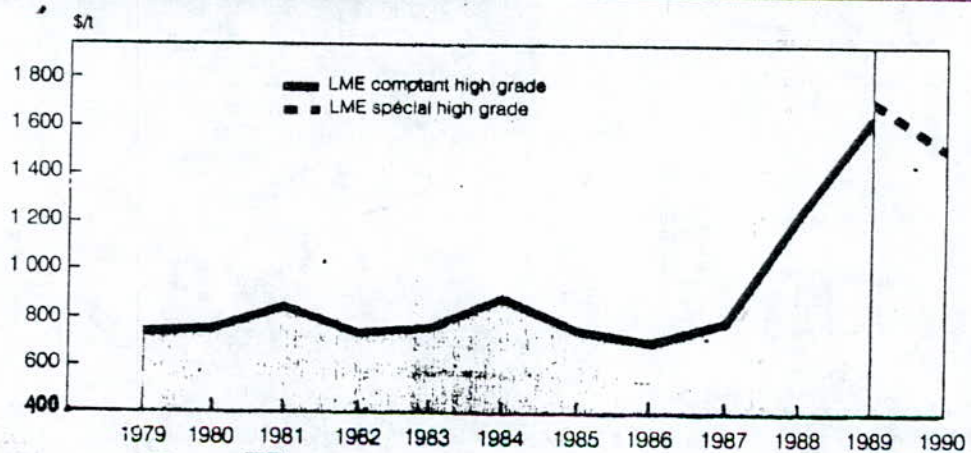


FIG. IV

Source : MB

