

1/95

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GINIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة - BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Etude de la Ventilation
d'une Mine Souterraine
cas de la Mine d' El-Abed

Proposé par :

M^r M^{ed} AGUID BACHAR

Etudié par :

M^r BESSA A.El-Ouahab

Dirigé par :

M^r M^{ed} AGUID BACHAR

PROMOTION

juin 95

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

- Ma mère.
- Mon père.
- Mes frères et soeurs.
- A ceux qui me sont chers.

Remerciements

Je remercie tout d'abord mon promoteur Monsieur Mohamed AGUID BACHAR qui m'a soutenu tout au long de cette étude.

Mes remerciements vont également aux membres de jury qui ont accepté d'examiner ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ELHABIB SAKHAR, et son ami ISMAIL MERABET.

J'exprime ici toute ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à ma formation, notamment les enseignants du département Génie Minier.

Je remercie tous les habitants d'El-Abed pour leur hospitalité.

Que chacun trouve ici le témoignage de mon estime et ma profonde gratitude.

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Introduction | 2 |
| Chapitre 1 : Geologie | 4 |
| 1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE | 4 |
| 1.2 HISTORIQUE | 6 |
| 1.3 GEOLOGIE REGIONALE | 7 |
| 1.4 GEOLOGIE DU GISEMENT | 8 |
| 1.4.1 Stratigraphie | 8 |
| 1.4.2 Structure du gisement | 10 |
| 1.4.3 Morphologie du gisement et type de minéralisation | 12 |
| 1.4.4 Tectonique | 12 |
| 1.4.5 Genèse | 16 |
| 1.4.6 Paragenèse | 16 |
| 1.4.7 Composition du minerai | 16 |
| 1.4.8 Caractéristiques hydrogéologiques | 17 |
| 15 CALCUL DES RESERVES | 18 |
| Chapitre 2: Exploitation du gisement d'El-Abed | 19 |
| 2.1 MODE D'OUVERTURE | 19 |
| 2.2 METHODE D'EXPLOITATION | 20 |
| 2.2.1 Condition du gisement | 20 |
| 2.2.2 Présentation de la mine | 25 |

2.3 LES PROCESSUS TECHNOLOGIQUES ET TECHNIQUES _____ 30

2.3.1 Exhaure _____ 30

2.3.2 Alimentation en énergie électrique _____ 32

2.3.3 Galerie principale de roulage _____ 34

2.3.4 Soutènement des excavations _____ 34

2.3.5 Travaux de forage et tir _____ 36

Chapitre 3 : Etude de l'aérag _____ 41

3.1 INTRODUCTION _____ 41

3.2 DESCRIPTION ET NORMES _____ 42

3.2.1 Oxygène _____ 42

3.2.2 Gaz carbonique _____ 42

3.2.3 Oxyde de carbone _____ 43

3.2.4 Grisou _____ 43

3.2.5 Oxyde d'azotes _____ 44

3.2.6 Sulfure d'hydrogène _____ 45

3.2.7 Les poussières _____ 45

3.2.8 Les besoins en air _____ 46

3.3 REALISATION DE L'AERAGE _____ 47

3.3.1 Aérag naturel _____ 47

3.3.2 Aérag artificiel et choix d'un ventilateur principal _____ 48

3.3.3 Aérag secondaire et choix d'une ventilateur auxiliaire _____ 49

3.4 LOIS DE LA VENTILATION _____ 51

| | |
|---|-----------|
| 3.4.1 Détermination des pertes de charge | 52 |
| 3.4.2 Détermination des résistances | 54 |
| 3.4.3 Répartition de l'air | 55 |
| Chapitre 4: Mélioration de l'aéragé de la mine d'El-Abed | 57 |
| 4.1 CALCUL DES BESOINS EN AIR DE LA MINE | 58 |
| 4.2 CAMPAGNE DE MESURE | 60 |
| 4.2.1 Appareillage utilisé | 60 |
| 4.2.2 Présentation des mesures | 60 |
| 4.3 DESCRIPTION DU SCHEMA D'AERAGE | 63 |
| 4.4 CRITIQUES | 63 |
| 4.4.1 Analyse du schéma d'aéragé | 63 |
| 4.4.2 Quantité et qualité de l'air d'alimentation | 66 |
| 4.4.3 Conditions climatiques | 67 |
| 4.4.4 conclusion | 67 |
| 4.5 SOLUTIONS ENVISAGEES | 68 |
| 4.5.1 Diminution des pertes | 68 |
| 4.5.2 Augmentation de la vitesse de l'air | 68 |
| 4.5.3 Intensification de l'aération | 71 |
| 4.5.4 L'approvisionnement direct de l'air | 71 |
| CONCLUSION | 72 |
| BIBLIOGRAPHIE | 73 |

INTRODUCTION

Introduction

La rentabilité et le bon fonctionnement de l'entreprise minière nécessite de bonnes conditions de travail.

L'approvisionnement des chantiers en l'air respirable et suffisant pour chasser l'air altérée, maintenir la température et l'humidité compatibles avec la sécurité, la santé et le rendement du personnel, deviennent plus qu'une nécessité.

Deux sorte de problèmes d'aérage restent constamment posés à la direction de la mine d'El-Abed:

- Le premier concerne la surveillance et le contrôle de l'aérage. Il s'agit de mesurer en différents points de la mine, les caractéristiques du courant d'air: vitesse, débit, concentration en substances nocives.

- L'autre consiste à chercher quelles sont les modifications qu'il faut faire subir aux installations, à la configuration des galeries minières et aux ventilateurs; soit pour remédier à une insuffisance de l'aérage; soit pour adapter l'aérage à une nouvelle situation d'exploitation.

Pour obtenir de bonnes conditions climatiques de l'atmosphère minier avec un minimum des frais il faut donc optimiser le procédé de ventilation dans cette mine. l'objet auquel sera consacre notre étude.

l'étude s'est déroulée en trois étapes:

- Description de la mine;
- Etude théorique de l'aérage;
- étude de l'aérage de la mine;

Des propositions sont apportées aux critiques et aux insuffisances constatées lors de notre étude.

CHAPITRE I

Géologie

Chapitre 1

GEOLOGIE

1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE [6], [8], [10]

Le gisement polymétallique d'El-Abed se situe à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie, à 42 km au Sud de la ville de Maghnia, à 58 km au Sud-Ouest de la ville de Tlemcen et à 2 km de la frontière Algéro-Marocaine (Fig.1).

La région se caractérise par un relief montagneux dont les altitudes varient de 60 à 1550 m.

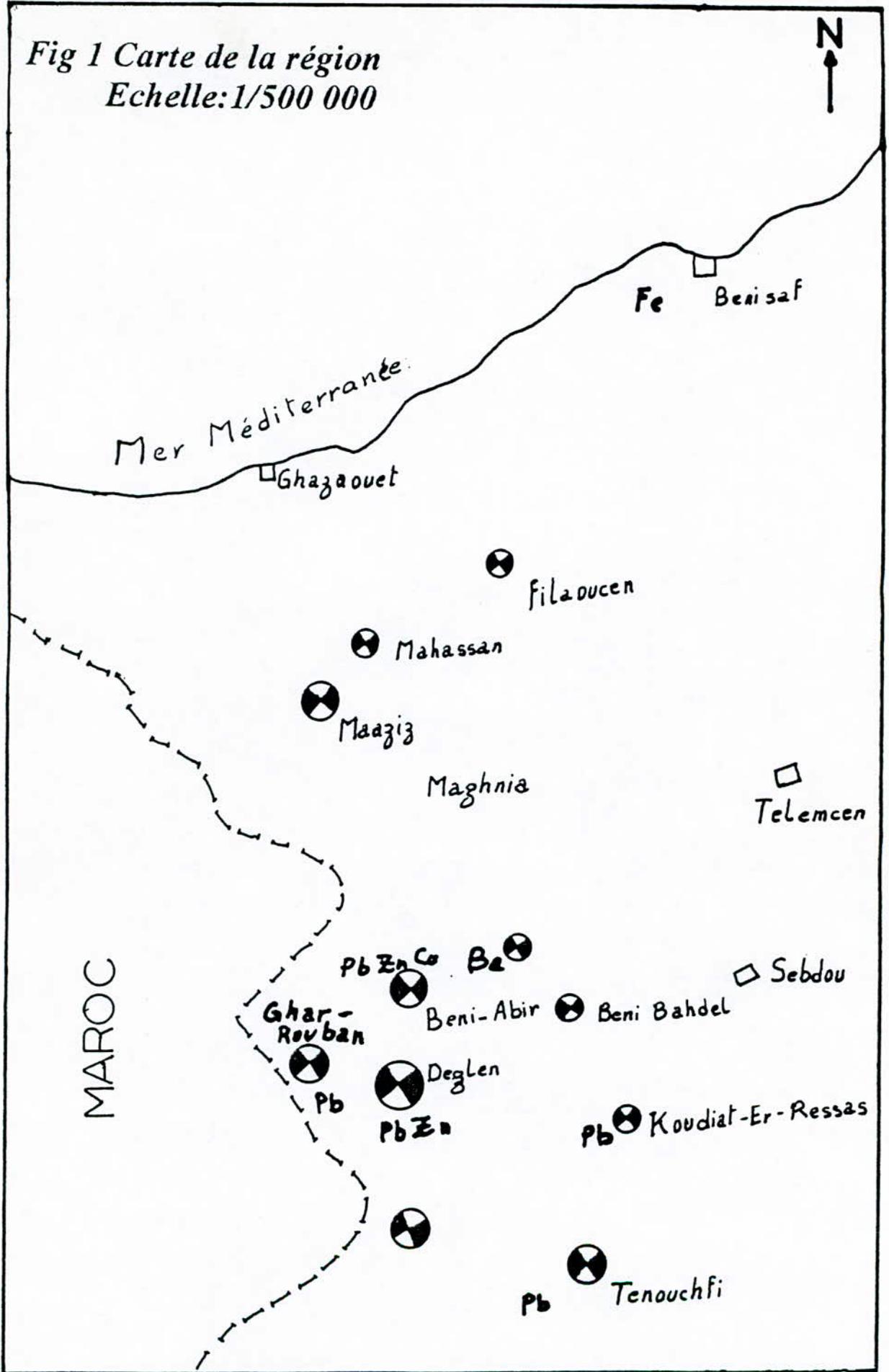
Elle se distingue par une végétation forestière pauvre et l'absence d'un réseau hydrographique.

Le climat de la région se caractérise par un été chaud et prolongé avec une température moyenne de 27°C et un hiver froid et court avec une température moyenne de 4°C.

Le courant électrique est fourni par le réseau énergétique national, au moyen des lignes électriques de 30 et 60kw en provenance d'Oran.

L'approvisionnement en eau se fait par la source Ktaout et la source Grotte noire.

Fig 1 Carte de la région
Echelle:1/500 000



1.2 HISTORIQUE [6], [8], [10]

Le gisement d'El-Abed représente la partie orientale d'un des plus grands champs minier de Plomb-Zinc stratiforme de l'Afrique du Sud.

L'étude géologique du champ métallifère en question a commencé en 1906 sur les gisements de Touissit et de Boubekour, situés en territoire Marocain. Durant la période allant de 1925 à 1955. Ces gisements ont été exploités et à l'heure actuelle sont entièrement épuisés.

Le gisement d'El-Abed a été découvert sur le prolongement Est des gîtes marocains en 1940 par la compagnie Zelliga et le BRGM (Bureau des Recherches Géologiques et Minières), et son exploitation n'a débuté qu'en Mai 1952 par la même compagnie. Ces réserves sont nationalisées en Mai 1966.

Des travaux géologiques au niveau du gisement et des régions avoisinantes ont été exécutés à partir de 1967 par la base "D" (Maghnia) du département de la SONAREM. Cette dernière conclut en 1968 un contact avec la Société Marocaine des Mines pour le traitement du minerai Algérien dans la laverie de Zellija, située à proximité de la frontière.

Entre temps, la SONAREM a un projet de construction d'une usine de traitement, qui deviendrait opérationnelle dès 1972, et alimenterait la laverie Algérienne en plus de la laverie Marocaine, nous assistons à une diminution quantitative de la disponibilité des réserves actives du complexe dans les conditions d'une exploitation sélectionnée des minerais riches, les travaux de recherches géologiques n'assuraient pas la compensation des réserves restreintes par l'exploitation.

Donc entre 1972 et 1975, El-Abed devrait satisfaire la demande en minerais, ce qui avait nécessité l'élévation de la production de la mine donc une refonte presque totale des structures internes. Une analyse doit accorder une attention particulière aux problèmes de l'aérage, qui est de nos jours demeure en extrême dégradation des conditions climatiques dans la mine.

1.3 GEOLOGIE REGIONALE [6], [8]

Le périmètre du gisement d'El-Abed se trouve dans la région minière de Ghar-Rouban - El-Abed qui occupe la partie orientale de la zone métallogénique Djerada-Tlemcen, localisée au sein de la mégazone métallogénique des hauts plateaux. Les terrains les plus fréquents dans la région sont les dépôts mésozoïques. Ils se distinguent par la diversité de leur faciès et par la variation de leur puissance dans les coupes voisines.

Les formations primaires sont constatées dans le horst de Ghar-Rouban. Les formations magmatiques paléozoïques et méso-cénozoïques ont une extension limitée.

La tectonique cassante qui affecte la région, lui a donné une structure compartimentée. Ainsi sur la région on distingue en direction Nord-Sud les compartiments tectoniques suivants:

- Le horst de Ghar-Rouban;
- Le graben de Ras-Asfour;
- le horst de Tounzait;
- le graben de Tenouchfi.

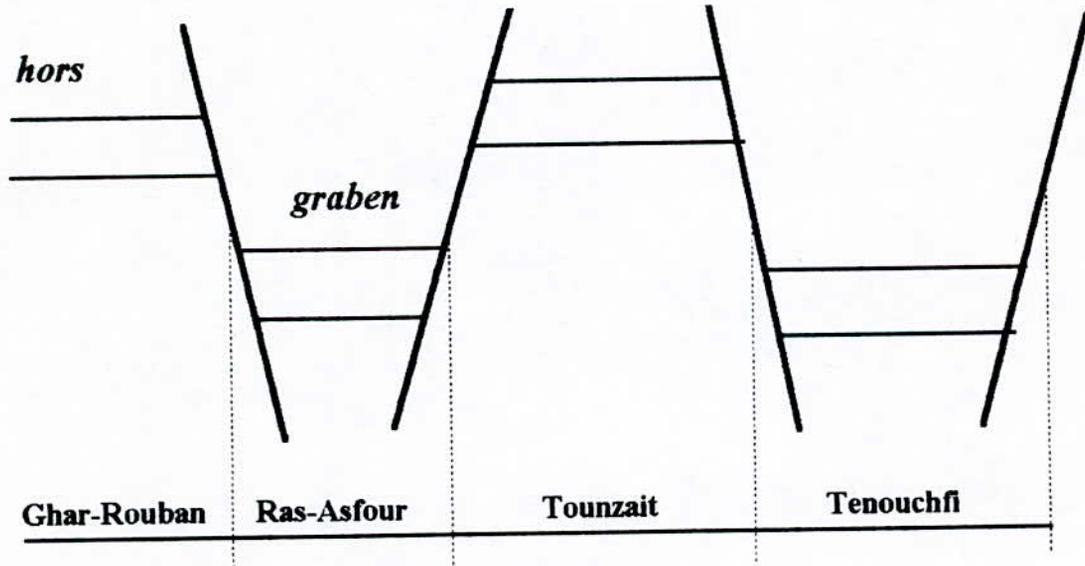


Fig 2 Représentation d'une coupe N-S

Dans l'ensemble, ils correspondent à des sous zones structuro-formationnelles chaque sous zone se caractérise par des conditions de sédimentation spécifique au mésozoïque, les blocs sont dessinés par des failles de direction Nord-Sud.

1.4 GEOLOGIE DU GISEMENT [6], [14]

Le gisement d'El-Abed se trouve dans la partie Sud-ouest de la région Gar-Rouban - El-Abed; où il se dispose sur la hauteur de Tounzait. Il représente la partie Est d'un champ métallifère, le plus important en Afrique du Nord, dont la partie Ouest, avec les gisements de Touissit et Boubekour, est située en territoire Marocain.

1.4.1 Stratigraphie

Le territoire métallifère du gisement d'El-Abed, tout comme l'ensemble de la région minière, comprend deux étages structuraux:

- Etage inférieur constitué de terrains paléozoïques fortement disloqués.
- Etage supérieur formé de dépôt mésozoïque à pente faible.

Le paléozoïque a été reconnu dans des profondeurs allant de 200 à 600 m. Dans la partie Nord du gisement il est représenté par des roches éruptives: diabases quartzose, diabasophyrites, tufs de porphyrites andésilo-dacitique, tufs de porphyres quartzeux qui sont recouverts localement par des schistes argileux. Dans la partie Sud du gisement le paléozoïque est représenté par les schistes argileux, les limites entre les schistes et les roches éruptives sont marquées généralement par des failles.

les dépôts mésozoïques reposent en discordance très marquée sur la surface érodée et inégale du socle paléozoïque. On distingue des dépôts de périmo-trias surmontés par une assise jurassique où l'on rencontre les roches du lias, dogger, callovien-oxfordien, lusitanien et kimeridgien.

A- Le périmo-trias est représenté par des lentilles de conglomérats argileux rouges constitués de fragments et galets de schistes, de puissance ne dépassant pas 10 m.

B- Le Jurassique

* Le lias, localisé entre 170 et 560 m de profondeur, est représenté par des calcaires, dolomies et grès. La puissance qui prédomine varie de 10 à 20 m.

Les terrains Liassiques étant les roches encaissantes du gisement. Les dépôts liassiques du champ métallifère d'El-Abed se caractérisent par leurs particularités lithologiques, et sont différenciés en quatre niveaux:

- Le niveau inférieur, qui ne contient pas la minéralisation est constitué de calcaires sublithographiques ainsi que des brèches calcaires, grès et argiles. Ils a une extension limitée et sa puissance varie de 1 à 2 m;

- Le deuxième niveau se compose de dolomies massives, intercalés de rares lits minces (1 à 60 cm) de calcaire et d'argiles. Il est discordant sur la surface inégale des dépôts paléozoïques et triassiques. Les puissances qui prédominent sont de 10 à 15 m. Les minerais de Plomb et Zinc se trouvent dans le deuxième niveau. La moitié inférieure est constituée de gros bancs de dolomies compactes de teinte gris foncée tandis que la moitié supérieure est formée de dolomies gris claires souvent saccharoïdes et gréseuses.

- Le troisième niveau est présenté par des grès quartzeux incohérents et des conglomérats sédimentaires, les roches ont une extension limitée et se développent dans les dolomies du deuxième niveau; parfois les dépôts du troisième niveau remplissent des poches dans les dolomies massives. La puissance moyenne est de 2 à 3 m.

- Le quatrième niveau est constitué de silts compacts noirs, gris foncés, ainsi que des dolomies marbreuses. Les silts se caractérisent par une présence d'imprégnation fine abondante de pyrite. Les roches du quatrième niveau sont répandues dans la partie Sud du gisement dans une bande de configuration irrégulière; la puissance moyenne est de 1.5 m et peut atteindre 4 à 5 m. Ce niveau ne renferme pas la minéralisation plombo-zincifère.

* Le dogger se compose de calcaires ferruginisés et bathoniens avec des oolithes se présentant en lentilles isolées en tâches

de forme irrégulière. Sa puissance varie de 2 à 3 m.

* Le callovien-oxfordien, constitué par une série monotone de marnes grises finement schistifiées, est d'une puissance de dépôt qui varie de 250 à 270m.

* Les dépôts du lusitanien reposent en discordance angulaire sur les terrains du callovien-oxfordien et se divisent en deux sous-étages:

Le lusitanien inférieur (130 m de puissance) représenté par des marnes argileuses intercalées par des lits de grès.

Le lusitanien supérieur (300 m de puissance) se compose de grès francs, rares bancs de grès quartzeux ferruginisés et lits marneux minces.

* Les dépôts de kimeridgien reposent en faible discordance angulaire sur les dépôts du lusitanien, sont représentés par des dolomies et des calcaires fins massifs à stratification apparente. Leur puissance est de 50 m.

C- Les dépôts quaternaires sont représentés par les terrains de pentes et les formations alluvionnaires de vallées, ils sont constitués de dépôts sablo-argileux, la puissance atteint 3 à 4 m dans les vallées (Fig.3).

1.4.2 Structure du gisement

Les corps du minerai Pb-Zn du gisement d'El-Abed sont localisés dans les dépôts du Lias. Ces dépôts ainsi que les formations sus-jacentes ont une structure compliquée marquée par des signes de déplacement et, caractérisée par la discontinuité de certaines couches.

Dans ces dépôts, on distingue deux grandes zones minéralisées, la zone Sud et la zone Nord, étirées en direction sublatitudinale et allongées en bandes dans la direction Est. La largeur de la bande Nord dans le plan est de 200 à 350 m, et celle de la bande Sud varie de 250 à 1250 m. Ces deux bandes se joignent à l'Est en formant une zone de 2.2 à 2.3 km de largeur.

Fig 3 Coupe lithostratigraphique de la région d'El-Abed

| Periode du systeme | Epoque du systeme | indice | Représentation de roche | Puissance [m] | Description des roches |
|----------------------|--|----------------|-------------------------|--|--|
| Jurassique Supérieur | Portlandien kimeridgien | J ₃ | | 200 | Calcaire et dolomite |
| | Lusitanien colovien oxfordien | | 700 | transition aux dolomites et aux calcaire Marnes et gres | |
| Jurassique moyen | Bathonien Bojonien supérieur | J ₂ | | 170 | Calcaire marneux et dolomitiques gres et marne Dolomites marneux et |
| Jurassique inférieur | Bajocien inférieur Aalenien Tocucien | J ₁ | | 1 ÷ 500 | Dolomites grise blanche Dolomite grise fine Calcaire sub litho graphique |
| Trias | | T | | 10 | conglomérat rouge |
| | | | | | schiste Roches metamorphiques et ERUPTIVES |

1.4.3 Morphologie du gisement et type de minéralisation

Le gisement d'El-Abed se rapporte au type stratiforme et, a les particularités suivantes:

- L'allure stratiforme des gîtes de minerais qui tendent à des niveaux bien définies, favorable à la minéralisation;
- Le caractère multicouches et multiétages des amas de minerais;
- la minéralisation est du type disséminé, et en filons, dans des dolomies transformées hydrothermalement et dans des grès carbonisés.

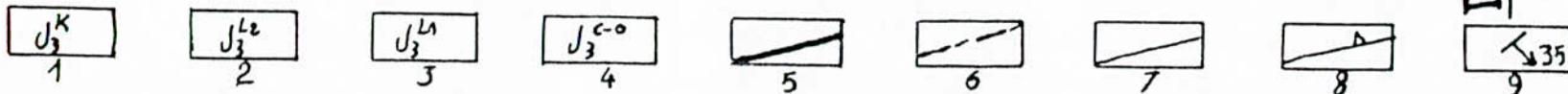
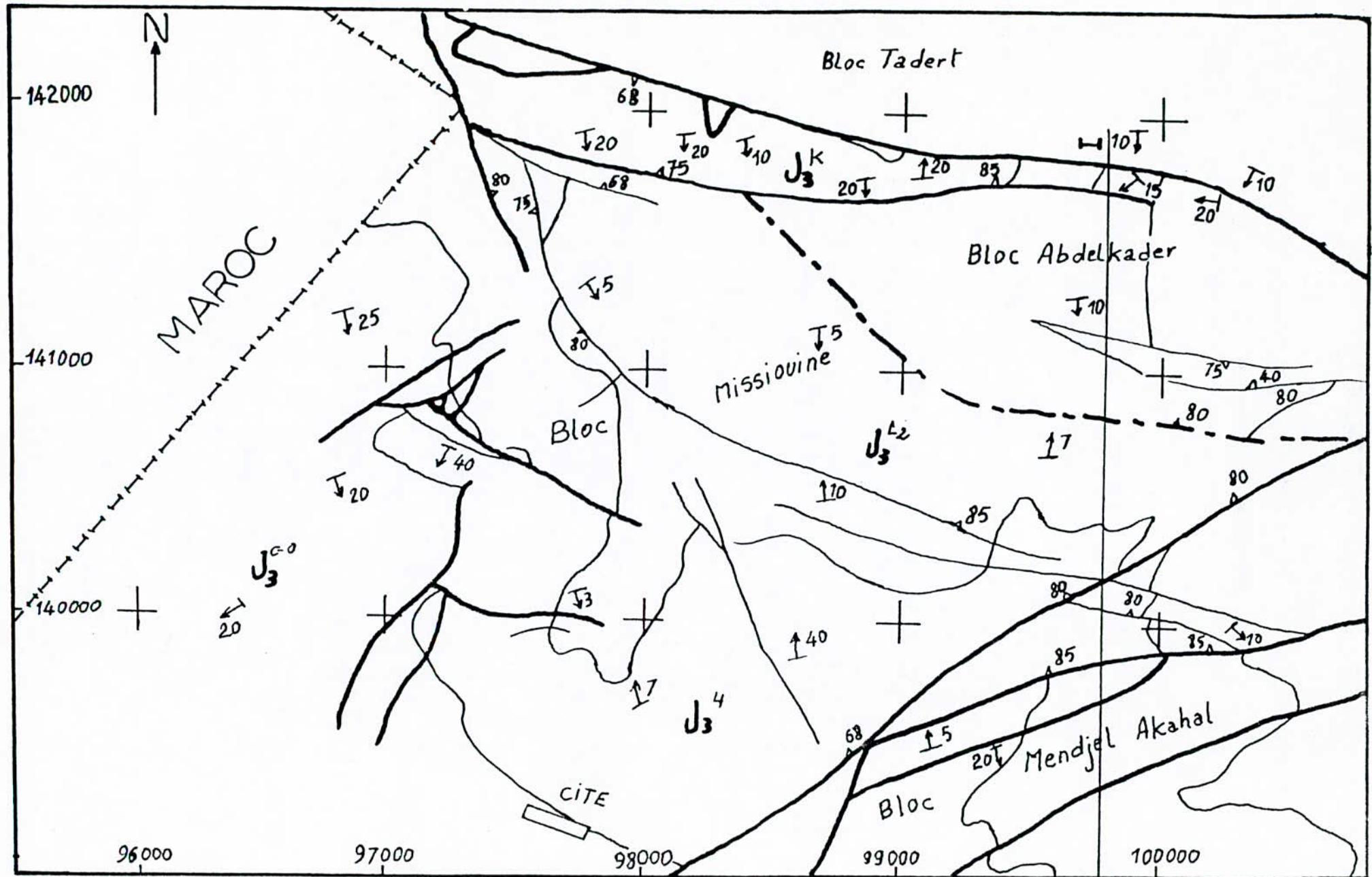
1.4.4 Tectonique

Le périmètre métallifère du gisement est associé à l'horst anticlinal de Tounzait qui est fracturé en une série de compartiments par des failles Nord-Ouest et Nord-Est. Le compartiment central du môle est représenté par le graben synclinal de Missouine qui est la structure encaissante dominante.

Les roches encaissantes sont plissées et divisées par une série de failles, fractures ou chevauchements accompagnés de zones de brèches. L'existence des failles importantes confère au gisement une structure compartimentée. Les miroirs de failles sont constatés plus nettement dans les roches du socle primaire et dans les dolomies compactes du lias. A la surface, les failles sont marquées soit par des joints minces et nets, soit par des fissures et des zones de broyage. La plupart des failles s'atténuent dans marnes plastiques du callovien-oxfordien et seules les grandes d'entre elles surviennent à la surface.

Le gisement est rendu complexe par des déplacements poste-minéralisés verticaux, qui créent une structure de petits blocs de Clavier ce qui rend à son tour très difficile l'acquisition des travaux d'exploitation. Les fractures prédominantes présentent des rejets verticaux de 5 à 10 m. Les failles plus grandes avec des déplacement verticaux de 30 à 100 m sont plus rares (Fig.4, Fig.5).

Fig 4 Carte géologique



- 1- Dolomies de calcaires de kiméridjien-portlandien;
- 2- Grès du lusitanien supérieur;
- 3- Grès intercalés de marnes du lusitanien inférieur;
- 4- Marnes intercalées de grès du callovien-oxfordien;
- 5- Failles du 2^{ème} ordre aux rejets verticaux de 20 à 36 m et d'une extension de plus de 5 km;
- 6- Failles du 3^{ème} ordre aux rejets verticaux de 10 à 80 m et d'une extension de plus de 2.5 km;
- 7- Autres failles aux rejets inférieures à 25 m et d'une extension maximale de 4 km;
- 8- Eléments de pendage des failles;
- 9- Eléments de pendage de la stratification.

1.4.5 Genèse

deux hypothèses sont avancées: la première hypothèse suppose que l'origine de la minéralisation est sédimentaire du fait que les corps de minerais en couches se trouvent dans les roches sédimentaires métamorphiques disloquées, la deuxième hypothèse qui paraît la plus probable est d'origine hydrothermale.

1.4.6 Paragenèse

* minéraux principaux:

Blende (ZnS), Galène (PbS), Pyrite (FeS_2) et Chalco-Pyrite ($CuFeS_2$).

* minéraux secondaires:

Céruosite ($PbCO_3$), Anglésite ($PbSO_4$), Smithsonite ($ZnCO_3$) la Calamine (Silicte hydraté de Zinc). Des oxydes tels que la Malachite ($Cu_2CO_3(OH)_2$), l'Azurite ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$) et minéraux de cimentation Chalcosite (Cu_2S).

1.4.7 Composition du minerai

Les minéraux du gisement d'El-Abed se caractérisent par une composition minéralogique relativement simple:

* minéraux métalliques:

Blende, Galène, Pyrite, Chalcopryrite, Marcassite, Cuivre gris, Pyrrhotine, Hématite, Anglésite, Céruosite, Plombo-Porosite, hydroxydes de fer.

* minéraux de gangue:

Dolomie, Quartz-Kaolinite, Muscovite, Sericite, Tourmaline, apatite, Rulite, Epidote, Bitume.

* composition chimique:

Zn 63-74%, S 33-91%, Fe 1,67%, Cd 0,47%, Mn 0,01%

La blende: est le minéral métallique principal, elle se présente en agrégats massifs midifilaments, la grosseure des grains et des cristaux varie largement de 50μ à 5 cm, la structure interne vue au microscope est une structure colloforme

en agrégats espacée par des grains résiduels de dolomie quartzeux.

La couleur varie de jaune claire au brun rougeâtre et marron foncé en passant par le blanc elle remplit les espaces intergranulaires.

La galène: elle se présente en grains de forme et de taille différentes (1 à 2 cm) disséminés dans la dolomie, la blende et le pyrite, le minerai est localisé dans le grès, les brèches et les dolomies marneuses.

1.4.8 Caractéristiques hydrogéologiques

La petite quantité des précipitations atmosphériques (≤ 400 mm/an), le relief raviné et l'extension des marnes imperméables du cllovien-oxfordien et du lusitanien, expliquent la pauvreté relative du territoire du gisement en eaux superficielles et surtout en eaux souterraines. Celles-ci se forment au dépend des pluies et de la fonte des neiges qui s'infiltrent par les failles. Dans les parties Est et Nord du gisement les eaux souterraines à charge piézométrique insignifiante se trouvent dans le grès du lusitanien supérieur, surmontant l'assise marneuse. Elles sont drainées par des petites sources. Le débit des sources lié essentiellement aux failles, varie de 0.1 à 0.6 (l/s) à 2 (l/s) au Nord. Les eaux emmagasinées dans les grès du lusitanien sont douces et hydrocarbonatés.

Dans les dépôts encaissants sont liassiques séparé du grès du lusitanien par une assise de marnes imperméable puissante de 270 m environ, les eaux souterraines circulent à travers les zones de broyage tectonique affaiblies et les vides de lessivage.

Vu que la minéralisation se trouve dans des roches liassiques les conditions hydrogéologiques perturbent la bonne marche de l'exploitation. Au quartier Aïn-Arko où on a constaté une augmentation de débit des venues pour atteindre 55 à 70 m³/h, à cause de l'arrêt de l'exhaure du puits N°6 au Maroc.

1.5 CALCUL DES RESERVES [3]

| Catégorie des réserves | Tonnage de minerais en mille tonne | Pourcentage | | Réserves en métaux en mille tonne | |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|------|-----------------------------------|-------|
| | | Pb | Zn | Pb | Zn |
| A+B (Probable et non probable) | 3638,8 | 1,79 | 7,53 | 65,3 | 274,1 |
| C ₁ (probable) | 2010,9 | 2,04 | 4,00 | 41,1 | 080,6 |
| Total | 5649,7 | 1,88 | 1,28 | 106,4 | 354,7 |

CHAPITRE II

Exploitation du gisement d'El-Abed

Chapitre 2

EXPLOITATION DU GISEMENT D'EL-ABED

2.1 MODE D'OUVERTURE [3]

On appelle ouverture du gisement tous les travaux de creusement donnant l'accès au corps minéralisé à partir du jour. L'ouverture du gisement d'El-Abed a été réalisé par les excavations principales suivants:

- Le puits N°3, situé au carreau de la mine à 500 m à l'Est de la frontière Algéro-Marocaine, donne accès au quartier Aïn-Arko Il a été mis en service en 1963, sa profondeur est de 276 m. Il est de forme rectangulaire de 10 m² de section. Il est utilisé comme entrée d'air frais.

- Le puits N°4 situé à l'Est du gisement, donne accès aux Quartiers Alzi et El-Abed. Il est de forme rectangulaire, de 10 m² de section et de 365 m de profondeur. Il est utilisé aussi comme entrée d'air frais.

- Le puits N°5 situé au Nord du gisement, prévu initialement pour l'extraction, est utilisé comme puits de sortie d'air à cause de sa mauvaise exécution. Sa petite déviation de la verticale rend difficile l'emplacement des récipients d'extraction. IL est de 20 m² de section et de 440 m de profondeur (Fig.6).

Les puits N°3 et N°4 sont soutenus en béton armé, ils sont équipés par deux skips, l'un destiné à l'extraction du minerais et l'autre pour le stérile, en plus il y a deux cages pour le personnel. Chaque cage est installée, au dessus d'un skip. Dont l'une est adoptée par un système de parachutage de sécurité, destinée au personnel, tandis que l'autre sans système de parachutage de sécurité, sert au transport des matériels légers nécessaires pour accomplir tous les procédés de travail et des matériaux consommables...etc (Fig.7).

Les puits N°3, et N°4 sont distants l'un de l'autre de 2.1 km. ILs sont réunis entre eux par voie de roulage de 8 à 12 m² de section, actuellement , seuls les puits N°3 et N°4 sont destinés à l'extraction et le transport du minerai, ils sont équipés par une installation d'extraction (Fig.8).

2.2 METHODE D'EXPLOITATION [6], [2], [13]

2.2.1 Condition du gisement

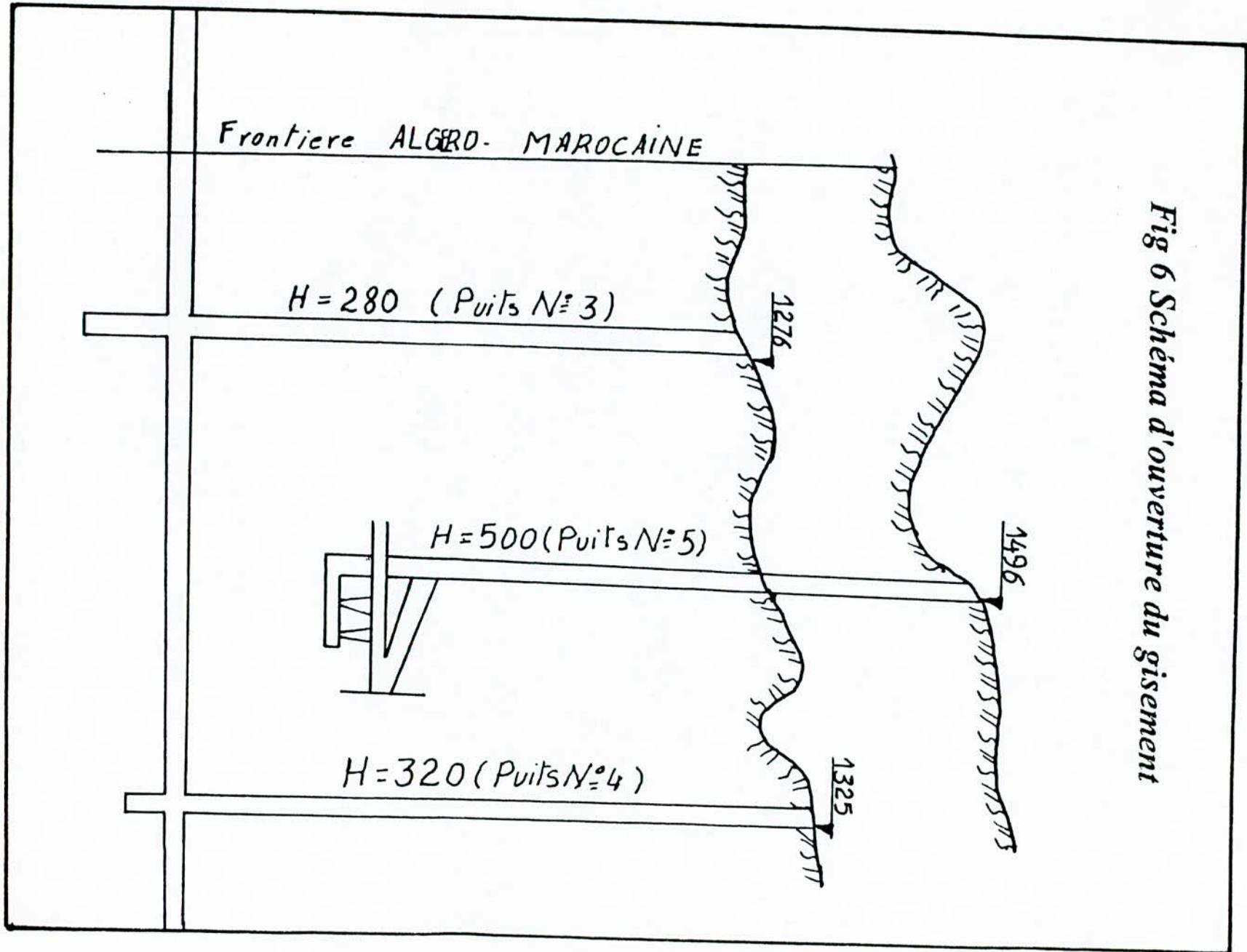
Les conditions géologiques du gisement; fondant le choix de la Méthode d'exploitation sont les suivants:

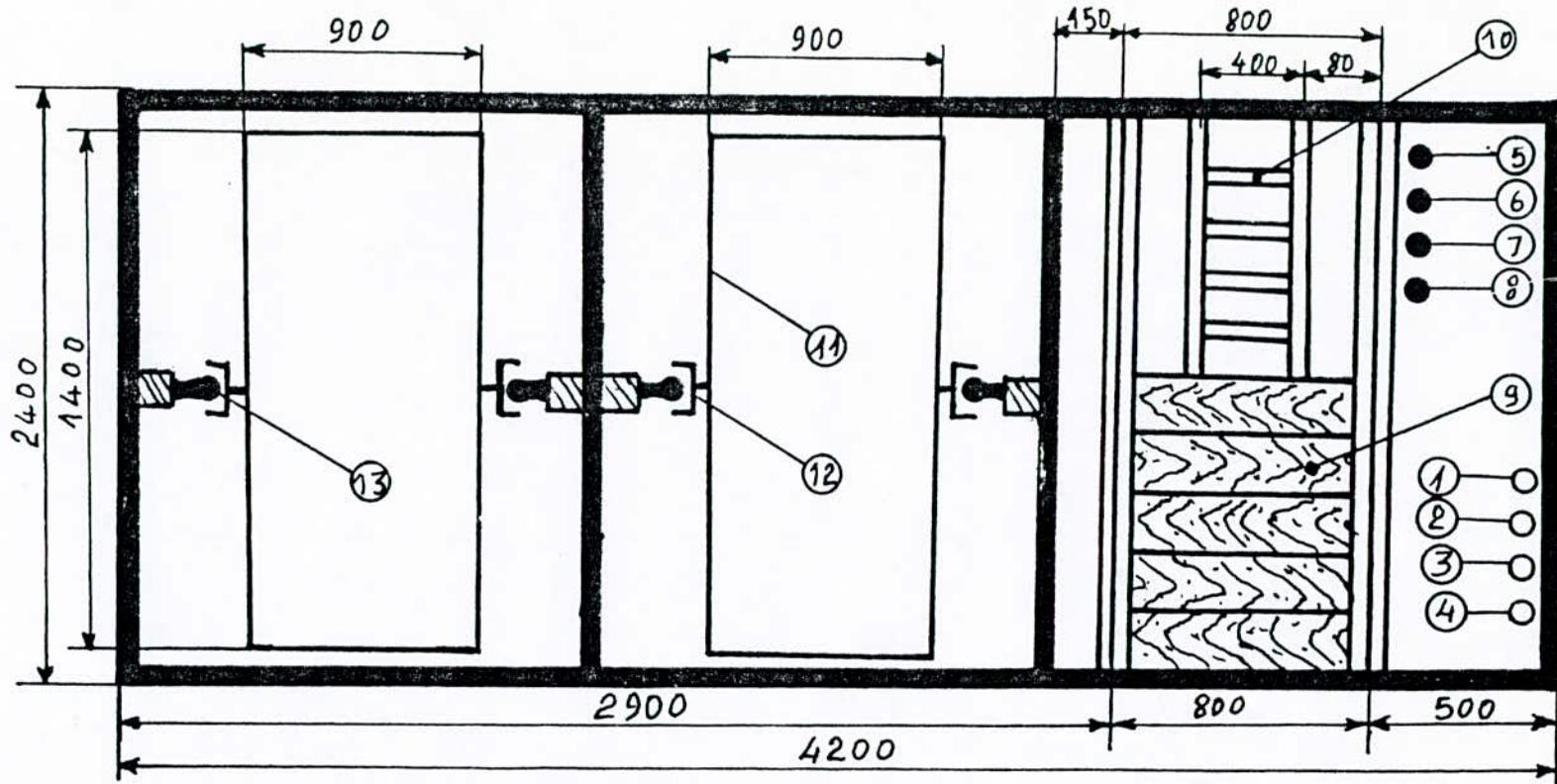
- Angle de pendage:

les corps minéralisés du gisement d'El-Abed sont presque horizontaux; précisément:

* Au quartier Aïn-Arko la minéralisation présente un faible pendage de 3° à 5°, et peut atteindre un angle de 10° vers le

Fig 6 Schéma d'ouverture du gisement



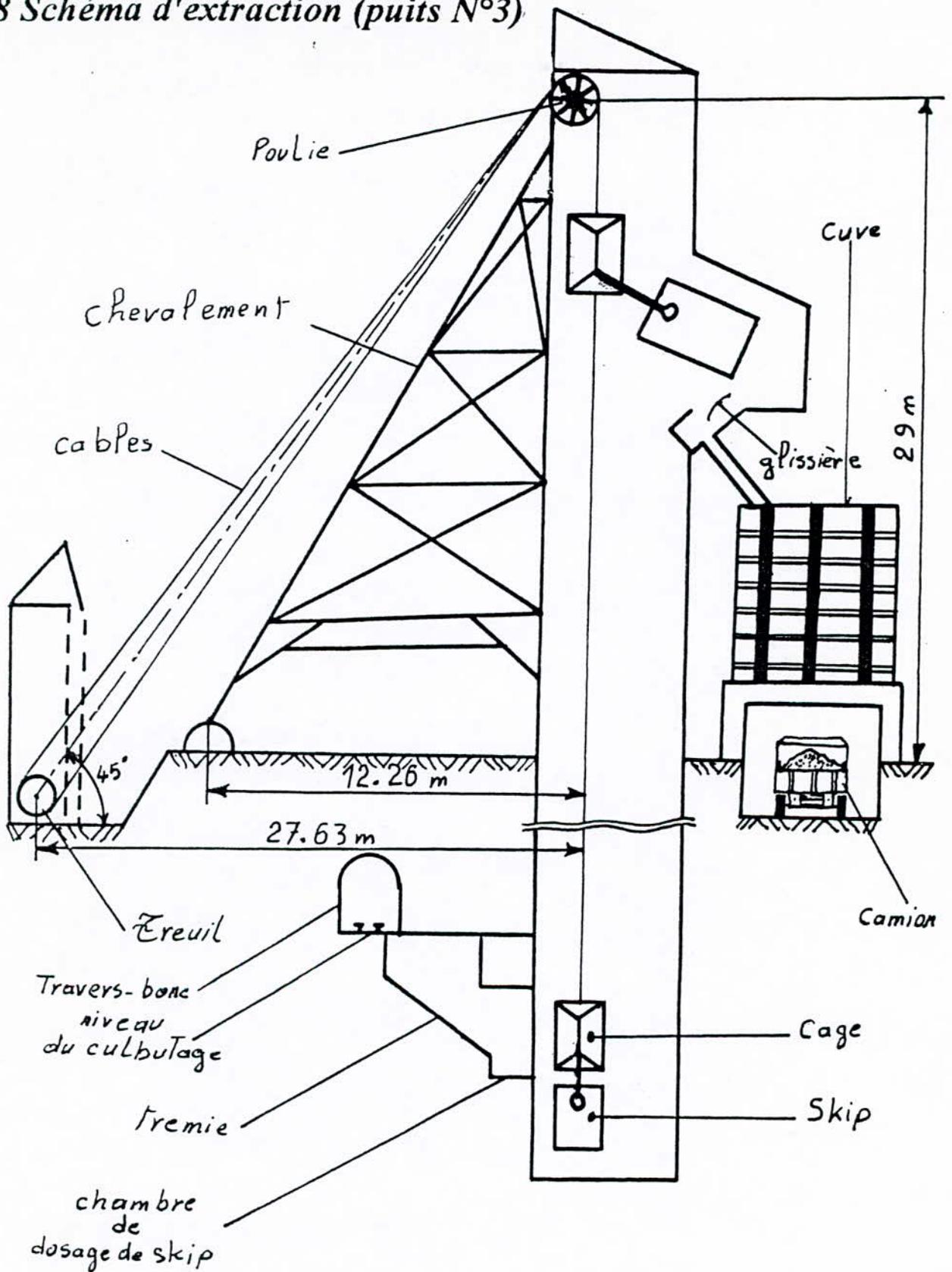


- 1 - Conduite d'exhaure \varnothing 150 (refoulement)
- 2 - Conduite d'exhaure (descente)
- 3 - Conduite d'air comprimée \varnothing 250
- 4 - Conduite d'eau (réserve)
- 5 - Cable électrique (36 v) d'éclairage
- 6 - Cable électrique (380 v)
- 7, 8 - Cables d'éclairage (5,5 kv)

- 9 - Planches
- 10 - Echelle
- 11 - Skip
- 12 - Glissière
- 13 - Rail

Fig 7 Section du puits N°4

Fig 8 Schéma d'extraction (puits N°3)



Sud;

* Au quartier Alzi le pendage est de 3° à 5° au Sud et de 2° à 15° au Sud-est;

* Au quartier El-Abed, le pendage varie de 3° à 10° dans la zone Nord;

- La puissance du gisement:

Les différentes puissances peuvent se résumer dans ce tableau:

| Quartiers | Puissance en m | | |
|-----------|----------------|---------|---------|
| | Moyen | Minimal | Maximal |
| Aïn-Arko | 2.07 | 0.16 | 16.75 |
| Alzi | 2.55 | 0.30 | 12.00 |
| El-Abed | 3.83 | 0.30 | 18.15 |

- caractéristiques du minerai:

- * Coefficient de foisonnement 1.4 - 1.6
- * Stabilité Bonne
- * Dureté du minerai 4 - 7
- * poids volumique du minerai $\gamma = 2.9$
- * Teneur en Pb et Zn respectivement 1% et 3.5%

- Caractéristiques des roches encaissantes:

- * Dureté de la dolomie franche 7 - 8
- * Dureté de la dolomie marneuse 3 - 5
- * Poids volumique $\gamma = 2.6$

- Conditions hydrogéologiques:

Le débit d'eau dans le gisement d'El-Abed est important et lors de l'exploitation, il se définit suivant les quartiers comme suit:

- * Aïn-Arko 10 m³/h
- * El-Abed et Alzi 10 m³/h

- Caractéristiques géométriques du corps minéralisé

Le gisement d'El-Abed, gisement en planteur, s'étend sur 5200 m en longueur et 2100 m en largeur, et se situe aussi sous une couverture de 200 à 500 m d'épaisseur de roches encaissantes.

2.2.2 Présentation de la mine

2.2.2.1 Découpage du gisement et ossature

En raison de grandes dimensions du gisement et aussi pour rendre facile les tâches administratives du contrôle, la superficie du gisement est divisée en trois quartiers. A partir de l'Ouest et le long de la zone Sud on distingue:

- Aïn-Arko, la partie occidentale;
- Alzi au centre;
- El-Abed la partie orientale.

L'accès au gisement se fait par les trois puits N°3, N°4 et N°5.

Du puits N°3 part le TB.1000 de direction générale Est-ouest et de longueur 1400m, traversant la frontière et aboutissant au puits N°6 qui est situé en territoire Marocain en passant au Nord des chantiers Boucif et Salim. Il est la voie principale de roulage du quartier Aïn-Arko. A 250 m du puits N°3, et à partir du TB.1000 se prolonge la galerie Brahim sur 300 m vers le Sud, puis se redresse vers l'Ouest en contournant les chantiers Salim et Badis et enfin continue jusqu'au puits Marocain. A l'Est du puits N°3, le TB.1000 longe la bande minéralisée et aboutit au chantier Salah, Situé dans le quartier Alzi. Du chantier Salah et à un niveau inférieur débute le TB.Amirouche qui longe le quartier Alzi à l'Ouest. Il est destiné au transport vers le puits N°4 à l'Est.

Du puits N°4 partent:

- Vers le sud la descenderie Okachat, longue de 100 m, et tournant vers l'Ouest croise le TB.Amirouche;
- Vers le Nord-Ouest le TB.El-Abed long de 600 m;
- D'Est en Ouest et de l'extrémité du TB. El-Abed, la descenderie Rachid qui aboutit au quartier d'El-Abed. sur une longueur de 700 m environ;
- La descenderie Samir orientée vers l'Est et plonge de 18° sur une longueur de 500 m en passant sous le quartier El-Abed.

2.2.2.2 *Recette du fond et son équipement*

Nous avons relevé le schéma de la recette du fond, celle ci doit être creusée à l'entourage du puits principal; prenons l'exemple de celle de Aïn-Arko, elle se situe près du puits N°3, et se compose d'ouvrages pour le roulage où l'on exécute le déchargement des berlines dans le silo-souterrain (trémie) à l'aide d'un culbuteur.

En comparant les différents types de recette avec celle de Aïn-Arko, on constate qu'elle est bilatérale, notons pour cela deux trémies l'un pour le minerais et l'autre pour le stériles.

Le volume total de la recette se répartie comme suite (Fig.9):

- Ouvrage pour roulage;
- Chambre de déchargement et de culbuteur;
- Chambre et ouvrage de station de pompage;
- Sous-station électrique;
- poste de secours;
- Dépôt de locomotive et de matériel mécanique;
- Autre chambres.

2.2.3 *Méthode d'exploitation et organisation de travail*

2.2.3.1 *Méthode d'exploitation*

La Méthode d'exploitation utilisée est celle des chambres et piliers abandonnés. Le gisement est découpé par des séries de voies afin de diviser les quartiers en chantiers ou ouvrages et chaque ouvrage en blocs. Les différents travaux exécutés au fond sont:

- *travaux d'infrastructure*: Ces travaux visent à atteindre le bloc où les réserves sont délimitées par les sondages. Ils consistent à creuser, à partir du puits, une galerie dans le stérile jusqu'à atteindre le bloc. Cette galerie, après l'avoir soutenue, deviendra une galerie de roulage.

- *Travaux de prospection*: L'objet de ces travaux est la découverte du bloc, ainsi que la détermination de l'importance des veines d'eau, une fois le bloc est atteint, en creusant une

galerie de recherche (principal) et en réalisant des sondages fond.

- *Travaux préparatoires*: Ce sont les travaux de préparation des réserves à l'abattage, ils consistent à tracer, à partir de la galerie principale des galeries secondaires délimitants des panneaux de minerais de dimensions 60 m^2 (cas de Aïn-Arko) ou 50 m^2 (cas des quartiers El-Abed et Alzi, en raison de diminution stabilité des terrains).

- *Travaux d'abattage ou exploitation proprement dite*: C'est la dernière phase du processus, elle consiste à l'abattage des réserves (panneaux) préparées. L'abattage se fait par chambre avec abondant des piliers (Fig.10) en laissant un stot de protection de 12 m. Selon les conditions des terrains et la richesse de la minéralisation, la section des piliers est de $6 \times 6 \text{ m}^2$ pour les minerais compacts des quartiers Aïn-Arko et El-Abed, et de $4.5 \times 4.5 \text{ m}^2$ pour les minerais meubles du quartier ALzi, la hauteur et la largeur des chambres sont respectivement 3.5 m et 5 m. Ils est à signaler que cette Méthode d'exploitation a les inconvénients suivants:

- Le taux de récupération ne dépasse pas 60%;
- Le salissage, généralement supérieur à 30%;
- Difficulté de l'aérage des chambres d'abattage;
- Les mineurs travaillent sous le toit nu;
- Dégagement des gaz toxiques par les chargeuses et les tracteurs destinés au transport.

La méthode d'exploitation employée a les avantages suivants:

- La simplicité;
- Le volume spécifique des travaux préparatoires n'est pas important;
- La possibilité d'utilisé des grands matériels de mécanisation;
- Le rendement d'un panneau et celui des mineurs sont assez important;
- L'absence (ou l'utilisation réduite) du soutènement;
- En général le prix de revient est réduit.

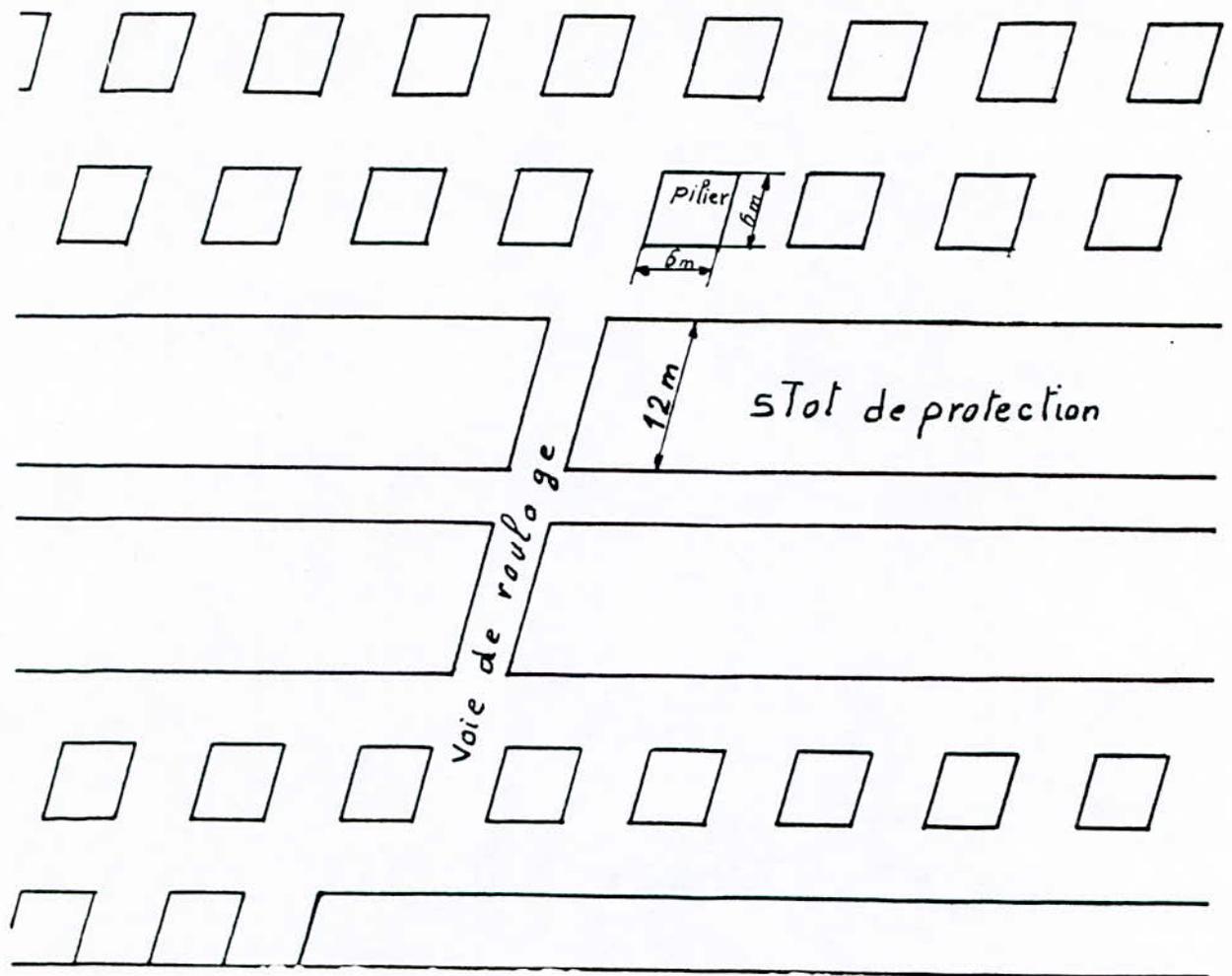


Fig 10 Méthode d'exploitation
Echelle : 1/500

2.2.3.2 Organisation du travail:

Au début de chaque poste de travail on exécute les travaux suivants:

- Purgeage (détachement des roches suspendues au toit);
- Chargement du minerai;

Après quoi, commence la foration des trous, puis leur chargement et enfin le tir.

L'évacuation du minerai abattu se fait en cinq étapes:

- Déblocage et chargement du minerai abattu dans le camion navette vers la cheminée par les pelles chargeuses de type:

* CTX-4 et CT2501 dans le quartier El-Abed;

* CTX-4 dans le quartier Alzi;

* CT2501 et ETMCO 925 dans le quartier Aïn-Arko (on utilise aussi le scraper);

- Roulage fait par des camions navettes: CHOPF dans les quartiers El-Abed et Alzi, et C-B-4 pour le quartier Aïn-Arko, qui desservent, par les trémies, les convoyeurs à bande;

- Déplacement le long du convoyeurs à bande jusqu'aux trémies doseuses des puits N°3 et N°4;

- Transport par rame de wagons de capacité trois tonnes;

- Extraction par skip, de volume 3 m³;

Le transport au jour vers le stock de la laverie se fait par camions à bennes.

Les différentes processus d'exploitation proprement dits sont résumées sur un cyclogramme (Fig.11).

2.3 LES PROCESSUS TECHNOLOGIQUES ET TECHNIQUES [3]

2.3.1 Exhaure

Pour la mine d'El-Abed; le plus grand débit est localisé dans le quartier Aïn-Arko, raison pour la quelle on a aménagé, près du chantier Badis un albraque pour collecter les eaux sous terraines.

L'évacuation de cette eau se fait par l'installation de deux pompes, l'une en activité, l'autre en réserve.

L'eau aspirée est refoulée dans les conduites de refoulement

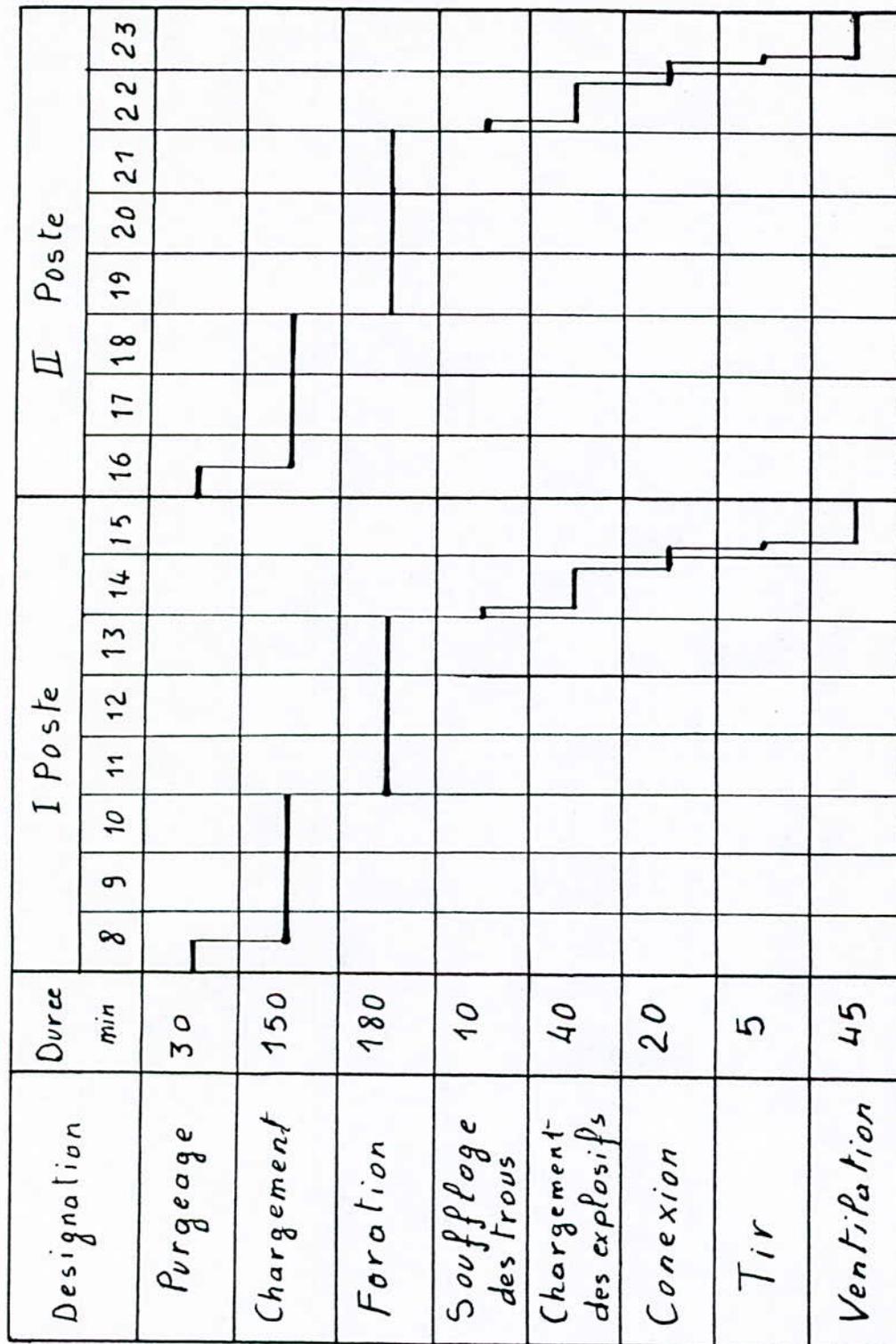


Fig 11 Cyclogramme

à travers les ouvrages secondaires

- La galerie de roulage;
- Le travers-banc, et arrive au niveau du puits;
- Le puits N°3, d'où elle rejeté jusqu'au jour.

L'eau de l'exhaure se répartie en trois parties dont la première partie est rejetée a la surface; la deuxième est conservée dans un réservoir d'eau au jour; la troisième partie est orientée vers les ateliers et les garages. L'eau du réservoir conservée au jour sera traitée puis distribué au fond. Les eaux sortant du puits N°3 sont directement orientés vers la laverie dans une installation de tuyauterie. La distance entre le puits N°3 (Aïn-Arko) et la laverie est de 2.4 km (Fig,12).

** Caractéristiques des pompes:*

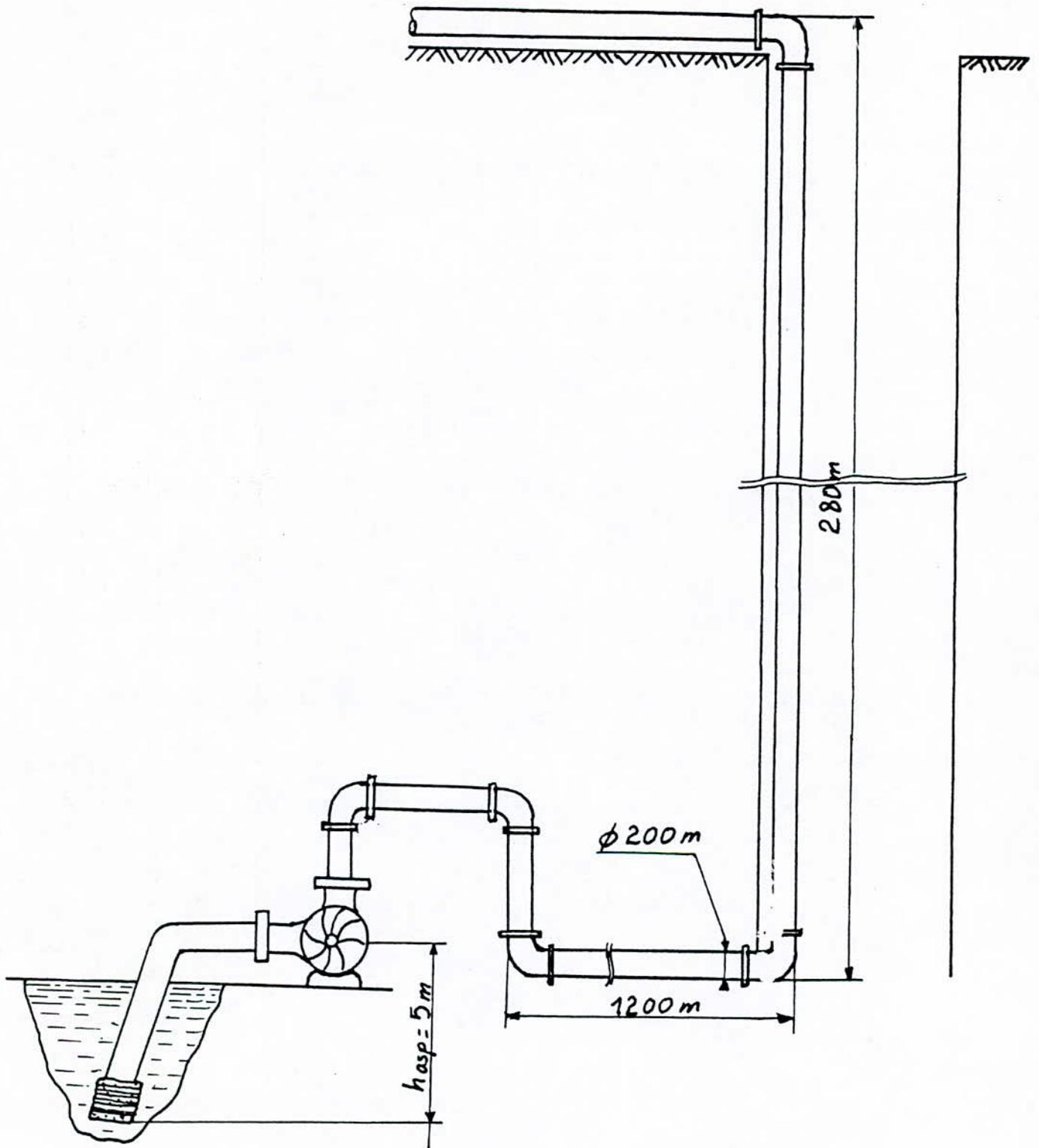
| Caractéristiques | Pompe N°1 | Pompe N°2 |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Type | 6MC.7 10 | SMC.7 10 |
| Débit | 175 m ³ /h | 240 m ³ /h |
| Puissance | -- | 320 m ³ /h |
| Tension de source | 400 v | 400 v |
| Hauteur manométrique | 400 m | 240 m |
| Vitesse | 1500tr/min | -- |
| Hauteur d'aspiration | 3 m | -- |
| Pression | 40 atm | -- |
| Diamètre de tuyau d'aspiration | 200 mm | -- |
| Diamètre de refoulement | 200 mm | -- |
| Longueur de tuyau de roufoulement jusqu'à la laverie | 4.5 km | -- |

2.3.2 Alimentation en énergie électrique

La mine d'El-Abed est alimentée par un réseau électrique en provenance de la centrale électrique d'Oran de tension d'arrivée de 30 kv jusqu'au 60 kv.

La tension du trolley à Aïn-Arko est de 500 v; celle d'El-Abed est Alzi sont de 250 v. La tension pour le matériel au fond telque: Convoyeurs; Moteurs électriques; qui ont une tension de

Fig 12 Schéma d'exhaure du quartier Ain-Arko



source de 380 v.

L'éclairage du puits est assuré par une mise a tension de 36 v qui est commune aussi pour le matériel de réparation dans le puits.

Pour des raisons de protection le câble n'est pas branché à cause de l'eau et par manque de relais. C'est pour cela aussi qu'on utilise deux câbles de 5.5 kv dont un est en réserves, mais le branchement des deux câbles est une exigence.

2.3.3 Galerie principale de roulage

Les galeries principales de roulage ont une section de 12 à 13 m², ils sont soutenus par cadres métalliques (ceintes) espacés de 0.8 m. Le garnissage est réalisé soit par des plaques métalliques perforées soit par du bois ou finalement par des dalles en béton armé suivant, de la pression changeante du terrain.

2.3.4 Soutènement des excavations

Si la pression des terrains est grande où les ceintes métalliques ne peuvent pas supporter cette pression on utilise les soutènements par des charpentes métalliques assemblées par boulonnage. Le garnissage se fait par poteaux en bois, la section de ces excavation est généralement rectangulaire.

Le soutènement provisoire n'existe pas dans la mine d'El-Abed.

En cas de roche fragile, les excavations sont soutenu à l'aide de soutènement en cadres élastiques espacés de 0.8 à 1 m, composé par des ceintres métalliques qui sont assemblés par boulonnage, le garnissage est réalisé, par des plaques métalliques perforées, par du bois, ou par dalles en béton armées.

Les dimension des tôles perforées sont 100x40x2.5 cm³.

Par fois on utilise le soutènement mixte, les cadres en ceintres métalliques, les parois en dalles ou en bois, le toit

par plaques métalliques perforées, ou par poteaux en bois (remblayage de toit), par fois on applique l'encrage qui est basé sur l'augmentation du pouvoir des roches voisines de l'ouvrage par assemblage des couches isolées par des boulons fixées dans les trous forés spécialement a cette effet. Pour effectuer ce travail on utilise les serrures à coin (Fig.12).

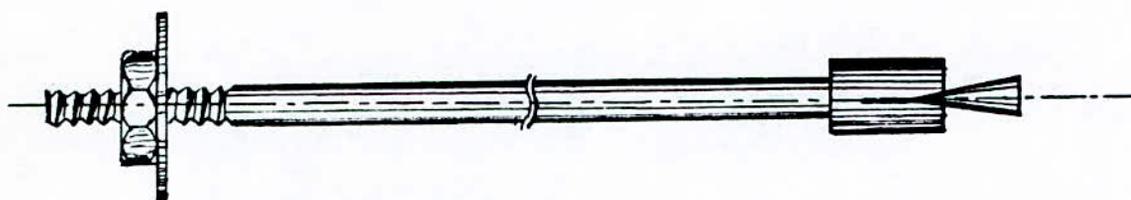


Fig 13 Serrure à coin

Certains excavations sont laissées sans soutènement cela est possible lorsqu'il s'agit des roches dures qui garantissent elles mêmes la forme de l'excavation. En outre nous avons remarqué que certaines excavations (surtout au quartier El-Abed) sont laissées avec une couche de minerai au toit et même sur les parois ce qui maintient la stabilité mais cause d'énorme pertes de minerais.

L'équipe de soutènement se compose de 4 boiseurs et un chef d'équipe qui dirige les travaux, chaque équipe doit installer au moins un cadre par poste.

Bref il existe deux types de soutènement: ceintres métalliques de trois éléments TH26 et le boulonnage avec des boulon (tiges de 1.8 à 2 m de longueur).

2.3.5 Travaux de forage et tir

* Foration:

Elle se fait en roto-percutant, à air comprimé + eau avec des marteaux perforateurs sur des béquilles, de diamètre de 38 mm. La longueur de foration est comprise entre 1.5 m et 2.4 m, ce qui donne un avancement de 1.3 m à 2 m par volée. La durée de foration d'un trou est de 2 à 3 min pour les roches friables et de 5 min pour les roches dures.

* tir:

Les travaux de tir s'exécutent conformément au plan de tir (Fig.13, Fig.14). Deux types d'explosifs en cartouches, sont utilisés: Gelanit et Marmanit. Chaque cartouche est de 250 g, de 20 cm de longueur et de 32 mm de diamètre. Les consommations spécifiques en explosifs et détonateurs retenue est:

| Quartier | Explosif (kg/post) | Détonateurs (pièces/poste) |
|--------------|-----------------------|-------------------------------|
| Alzi | 154 | 206 |
| El-Abed | 147 | 194 |
| Aïn-Arko | 088 | 114 |
| Total (Mine) | 389 | 514 |

Remarques:

- Le régime de travail est de 2 poste par jour;
- Le volume du gaz dégagé est de 0.865 (m³/kg).

* Nombre de travailleurs par poste, n: (effectifs du fond)

- Quartier Alzi 66 personnes;
- Quartier El-Abed 61 personnes;
- Quartier Aïn-Arko 29 personnes;
- La mine 156 personnes.

* La puissance totale est calculée en fonction des engins mis en oeuvre dans chaque quartier:

- Alzi:

| | Type d'engin | Nbr d'engin | Puissance du moteur (kw) | puissance total (CV) |
|------------|--------------|-------------|--------------------------|----------------------|
| Chargement | CTX-4 N°2 | 1 | 64 | 86.95 |
| | CTX-4 N°3 | 1 | 64 | 86.95 |
| Transport | SCHOPFN°3 | 1 | 64 | 86.95 |
| | SCHOPF N°4 | 1 | 64 | 86.95 |
| Total | -- | 4 | -- | 347.8 |

- El-Abed:

| | Type d'engin | Nbr d'engin | Puissance du moteur (kw) | Puissance total (CV) |
|------------|--------------|-------------|--------------------------|----------------------|
| Chargement | CTX-4 N°1 | 1 | 64 | 86.95 |
| | CT2501 N°2 | 1 | 64 | 86.95 |
| Transport | SCHOPF N°1 | 1 | 64 | 86.95 |
| | SCHOPF N°5 | 1 | 64 | 86.95 |
| Total | -- | 4 | -- | 347.8 |

- Aïn-Arko:

| | Type d'engin | Nbr d'engin | Puissance du moteur (kw) | Puissance total (CV) |
|------------|-----------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|
| Chargement | CT2501 N°1 | 1 | 64 | 86.95 |
| | EIMCO 925 | 1 | 138 | 187.5 |
| Transport | CB-4 N°2 | 1 | 132 | 179.3 |
| Total | -- | 3 | -- | 453.75 |

Fig 15 Plan de tir des quartiers Alzi et El-Abed

| N° de Trou de mine | N° de defonateurs | nombre de Trous de mine | nbr de defonateurs | Quantite d'explosif Kg/Trou | Quantite d'explosif (kg) totale |
|--------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 4,2,3,4,5,6 | 1 | 6 | 6 | 1,2 | 7,2 |
| 7,8 | 3 | 2 | 2 | 1,2 | 2,4 |
| 9,10,11,12 | 5 | 4 | 4 | 0,8 | 3,2 |
| 13,14,15,16 | 7 | 4 | 4 | 1,2 | 4,8 |
| Total | - | 16 | 16 | - | 17,6 |

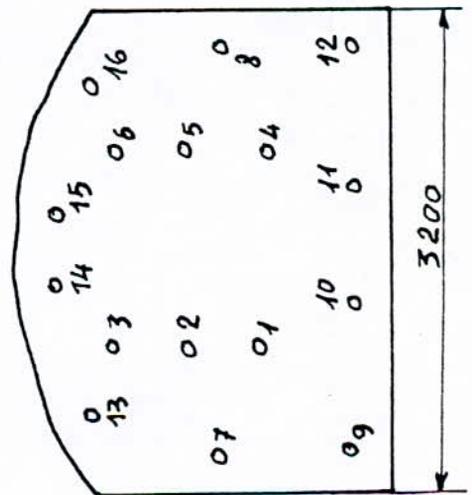
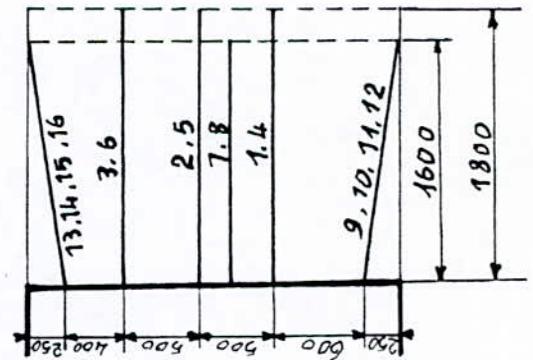
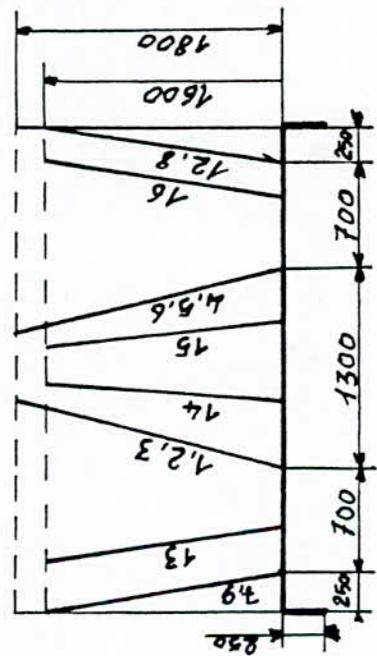
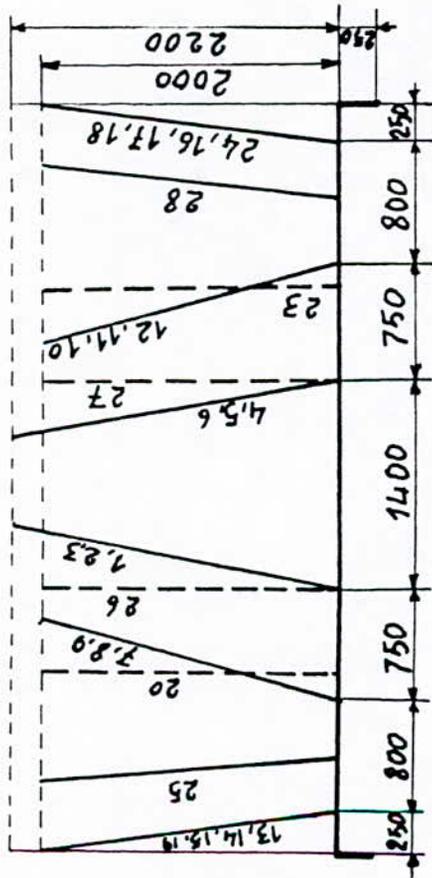
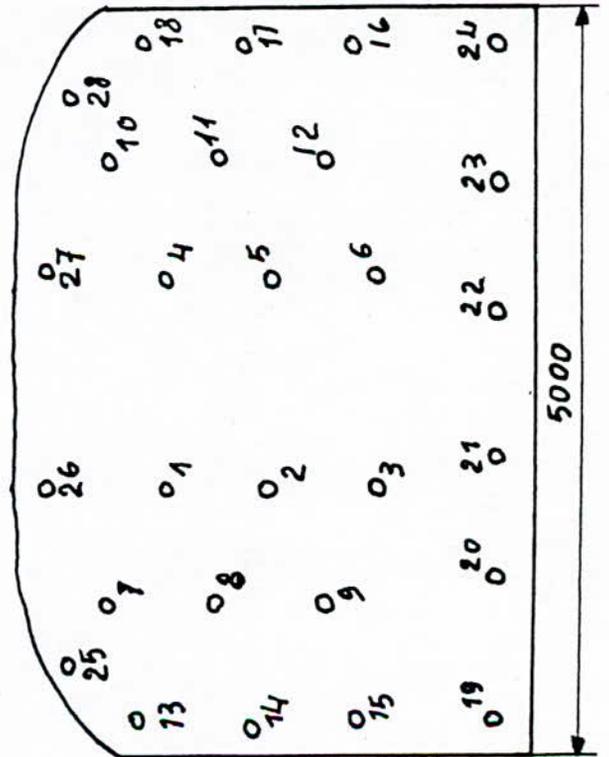
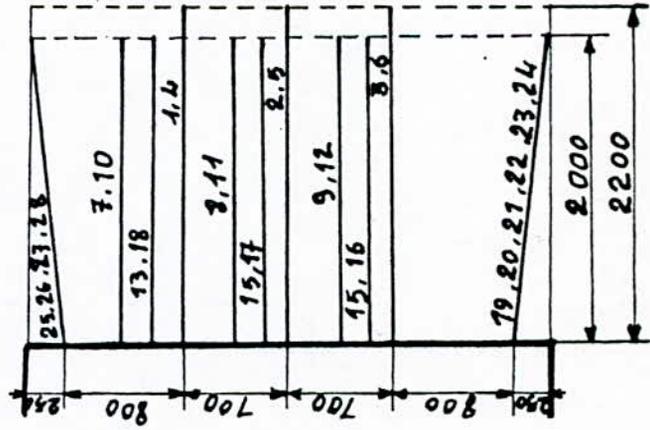


Fig 14 Plan de tir du quartier Ain-arko



| Ni de trous de mine | Ni de détos | Nbre de trous de mine | Nbre de détos | Qté de trous Kg/trou | Qté de trous total (kg) |
|---------------------|-------------|-----------------------|---------------|----------------------|-------------------------|
| 1,2,3,4,5,6 | 1 | 6 | 6 | 1,6 | 9,6 |
| 8,9,11,12 | 3 | 4 | 4 | 1,6 | 6,4 |
| 7,10 | 5 | 2 | 2 | 1,6 | 3,2 |
| 13,14,15,16,17,18 | 7 | 6 | 6 | 1,4 | 8,4 |
| 19,20,21,22,23,24 | 9 | 6 | 6 | 1,4 | 8,4 |
| 25,26,27,28 | 11 | 4 | 4 | 1,2 | 4,8 |
| Total | - | 28 | 28 | - | 49,8 |



CHAPITRE III

Etude de l'aérage

Chapitre 3

ETUDE DE L'AERAGE

3.1 INTRODUCTION

L'air atmosphérique normal contient près de 79% d'Azote, 20.96% d'Oxygène et 0.04 de gaz carbonique. La teneur en vapeur d'eau est sujette à d'assez larges variations.

La composition de l'air en gaz reste constante en raison du grand volume de l'atmosphère terrestre, de la composition réciproque des processus chimiques qui ont lieu sur la terre, de la grand mobilité atmosphérique et de la diffusion des gaz.

Cependant, dans des espaces limités par des parois peu perméables au gaz, une telle constance peut être facilement mise en cause, et il devient nécessaire de chasser l'air altéré, de le remplacer par l'air frais. De telles conditions existent précisément dans les travaux miniers sous-terrains.

3.2 DESCRIPTION ET NORMES [1], [2], [9]

3.2.1 Oxygène O₂

La teneur en oxygène dans la mine diminue à la suite de la respiration des hommes, de la lente oxydation des matières organiques et minérales et de la dilution de l'oxygène par les gaz de la mine.

Pour la maintien de la santé de l'homme et de son aptitude au travail, la teneur en oxygène dans les chantiers en activité, d'après les règlements de sécurité en Algérie, doit être supérieur à 20% en volume.

Une brusque et considérable diminution de la teneur en oxygène de l'air se produit au cours des incendies souterrains et des explosion de gaz et de la poussière. Avec l'abaissement de la teneur en oxygène jusqu'à 17%, on remarque chez les hommes des manifestation pathologiques et lors que la teneur tombe à 12%, des cas mortels sont possibles.

La lampe à flamme permet la détection immédiate des atmosphères déficientes en oxygène, mais elle a des limites. La flamme de la lampe s'éteint quand la teneur en oxygène est de 16.25%, mais en présence de grisou, elle peu n'est pas s'éteindre si la teneur en oxygène ne descend pas en deçà de 13%.

3.2.2 Gaz Carbonique CO₂

Une augmentation relativement faible de la teneur en gaz carbonique (jusqu'à 1%) agit principalement sur l'intensité, de la respiration; avec 3%, la respiration, même au repos, devient deux fois plus rapide et le travail provoque une grande fatigue; avec 5%, la respiration devient très pénible; avec 6%, une forte oppression et une faiblesse se manifestent; jusqu'à 10% et au dessus, une syncope peut survenir et de 20 à 25% et au delà, l'homme est menacé d'une intoxication mortelle.

La majeure partie du gaz carbonique se dégage habituellement de la houille des terrains encaissants, ainsi que du bois en voie des pourrissement. Des quantités plus faibles sont dues à la respiration des hommes, à l'utilisation des machines diesel et

à la décomposition des matières organiques.

Les règlements de sécurité exigent que la teneur en gaz carbonique, dans tous les lieux de travail, ne soit pas supérieure à 0.5% et dans le courant général de retour ne dépasse pas 1%.

3.2.3 Oxyde de carbone CO

Dans les mines, l'oxyde de carbone se forme principalement au cours des incendies, des explosions de grisou et de la poussière de charbon (surtout de la poussière seule) et au cours du tir des mines. L'oxyde de carbone, en mélange avec de l'air, est combustible (compris entre les limites de 13 et 75% le mélange est même explosif). Son danger consiste dans sa toxicité qui résulte de sa grande affinité pour l'hémoglobine du sang qui est de 250 à 300 fois plus forte que l'oxygène. Pour cette raison, même en présence d'une faible teneur d'oxyde de carbone, il se produit dans l'organisme, un déficit d'oxygène. Après une forte saturation du sang par l'oxyde de carbone, lorsque 70 à 80% d'hémoglobine se combinent avec lui, la mort survient.

Une norme hygiène de la teneur en oxygène de carbone de l'air dans les mines est fixée à 0.0016%.

3.2.4 Grisou (CH_4 + (Hydrocarbures) + H_2 + CO_2 + N + ... etc

Le grisou représente un mélange de méthane pur avec un peu d'hydrocarbures (éthane et éthylène), d'hydrogène, de gaz carbonique, d'azote, etc... **formules chimiques**

Au cours de l'exploitation des gisements, le méthane se dégage partiellement dans l'atmosphère de la mine. La quantité du méthane dégagée augmente avec la profondeur de la mine.

Le grisou constitue pour les mines un très grave danger, parce qu'il devient explosif lorsqu'il est mélangé à l'air dans certaines proportions (entre 6 et 16%); Il peut suffire alors d'une étincelle pour amener une catastrophe.

L'explosion du gaz présente un tel danger pour les hommes et pour l'ensemble de la mine que dans les mines reconnues comme

grisouteuses, on adapte un régime spécial qui prévoit une série de mesures destinées à augmenter la sécurité du travail.

Dans l'essentiel, ces mesures ont pour objectif la diminution de la proportion du méthane dans l'air.

Dans les mines dangereuses (mine grisouteuses), on fournit beaucoup plus d'air que dans les mines non grisouteuses.

Il est indispensable que la teneur en méthane dans le courant de retour d'air général ne dépasse pas 0.75%.

Avec l'élévation de la teneur en méthane dans le chantier jusqu'à 2%, il est nécessaire d'arrêter les travaux et d'évacuer tous les ouvriers de la taille.

Pour diminuer l'abondance du gaz dans les mines on pratique le dégazage artificiel des couches par l'aspiration du méthane à travers les trous de sonde, à partir de la surface et son utilisation dans l'économie industrielle et domestique.

Dans les gisement polymétalliques le grisou se rencontre rarement ou presque pas.

3.2.5 Oxydes d'azote NO

Les oxydes d'azote sont immédiatement irritants pour la gorge et les voies respiratoires, mais ne cause pas instantanément de souffrances particulières dans la profondeur des poumons. En fait, il sont d'autant plus dangereux qu'ils sont plus capables de se dissoudre dans l'humidité des poumons, formant des acides nitreux et nitriques capables de corroder les voies respiratoires et d'engendrer des effets retardés (un individu peut apparemment se remettre d'une exposition aux oxydes d'azote, et mourir soudainement plusieurs heures ou plusieurs jours après).

les oxydes d'azote sont fournis dans les mines par la déflagration des explosifs. Ils figurent d'autre part parmi les constituants des gaz d'échappement des moteurs diesel.

Avec une teneur en bioxyde d'azote inférieur à 0.004%, il n'y pas de danger pour la santé de l'homme. Entre 0.004 et 0.08%, elle constitue un sérieux danger pour la santé et au-delà de 0.08%, elle est une menace de mort pour l'homme.

Pour cette raison, il ne faut pas, après le tir, entrer dans

les chantiers avant qu'il soient convenablement aérés.

3.2.6 Sulfure d'hydrogène H₂S

L'hydrogène sulfuré est fortement toxique, possédant une odeur caractéristique d'oeufs pourris. Sa teneur dans l'air supérieur à 0.1% est dangereuse pour la vie de l'homme. Avec 6 % d'hydrogène sulfuré dans l'air, il se forme un mélange détonant.

La formation d'hydrogène sulfuré dans les mines résulte du pourrissement des matériaux en bois; il se dégage à l'état pour les fractures et les cavités.

3.2.7 Les poussières

Suivant la composition minéralogique de la poussière on distingue:

- Les poussières toxiques comme le minerai de cuivre, de l'antimoine, de plomb, de mercure, de chrome, de manganèse...
- Les poussières provoquant des maladies pulmonaires (poussière siliceuse, celle de charbon, d'asbeste, de sidérose, de néphéline, etc...
- Les poussières combustibles: poussières de charbon, de pyrite et de soufre.

Une norme sanitaire de la teneur de poussière dans l'air pour les roches contenant plus de 10% de silice libre est fixée à 2 mg/m³, pour la poussière d'autres minéraux, elle est supérieure mais ne dépasse pas 10 mg/m³.

Parmi les méthodes de lutte contre la formation de poussières dans la mine, on cite:

- La foration humide;
- L'infusion d'eau dans le massif;
- L'abattement par pulvérisation.

3.2.8 les besoins en air [1], [2], [9]

Pour déterminer les besoins d'air nécessaires on ne s'intéresse que de 3 facteurs:

- Suivant le plus grand nombre n de personnes susceptibles de se trouver en même temps dans le fond de la mine:

$$Q = q.n.k \quad (3.1)$$

où:

q : Norme d'air nécessaire pour un travailleur ($q = 6\text{m}^3/\text{min}$);

n : Nombre de travailleurs par poste;

k : Réserve en air (1.5).

- Suivant la consommation d'explosif:

$$Q = \frac{5.a.F}{T} \quad (3.2)$$

où:

a : Consommation max d'explosif par poste;

T : Temps d'aérage;

F : Volume de gaz toxique libéré lors de tir d' un kg d'explosif

(Gelanit, Marmanit: $F = 865 \text{ l/kg}$, 840 l/kg).

- Suivant les engins diesel:

$$Q = g.N \quad (3.3)$$

où:

g : Norme d'air nécessaire par 1 C.v;

N : Puissance totale, en C.v.

3.3 REALISATION DE L'AERAGE [9], [13], [12]

Les normes précédentes sont assurés à l'aide d'une circulation de l'air dans les galeries. L'aéragé des mines est réalisé soit à l'aide de mécanismes (ventilateurs), installés spécialement (aéragé artificiel), soit sans mécanismes (aéragé naturel).

3.3.1 Aéragé naturel

Dans l'aéragé naturel, le courant d'air est provoqué par la différence de température de l'air à l'entrée et à la sortie, ce qui détermine la différence de leurs poids spécifiques et également la pression.

Au cours de la progression de l'air il se réchauffe, du fait de la température des terrains voisinages. Ce qui diminue sa densité et il aura donc une tendance naturelle à sortir, mais il laisse une dépression qui assure l'aspiration de l'air tout se passe comme si l'air était sollicité par un ventilateur dont la dépression serait:

$$h = \frac{\gamma}{273} \cdot Z \cdot (T_r - T_e) \quad (3.4)$$

où:

γ : Poids spécifique de l'air, en kg/m^3 ;

Z: profondeur moyenne de la mine, en m;

T_r , T_e : Température moyenne des puits de retour et d'entré d'air;

h: Dépression, en mm d'eau.

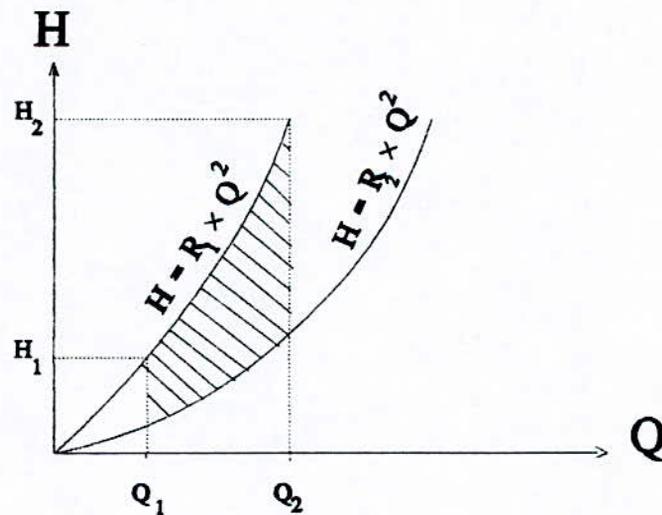
L'aéragé naturelle présente un inconvénient majeur, qui est la variation de la quantité d'air entrant dans la mine, puisque la valeur de la dépression naturelle qui dépend de la température extérieure peut varier non seulement au cours de l'année mais même au cours de 24 h. C'est pourquoi l'aéragé naturelle n'est adoptée

que dans les mines peu profondes, de faible rendement et exploitent des gisement non grisouteux.

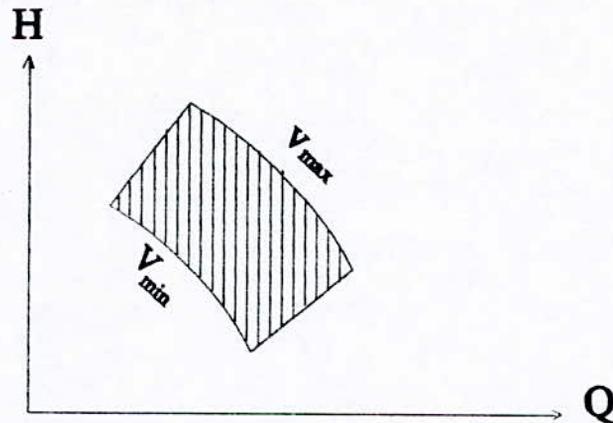
3.3.2 Aérage artificiel et choix d'un ventilateurs principal

On installe des ventilateurs pour maintenir la circulation de l'air en vainquant les forces de frottements qui naissent entre l'air et les parois des galeries. Le choix d'un ventilateur se fait en fonction de ses caractéristiques, qui doivent répondre aux exigences et aux besoins en air de la mine, alors pour équiper une mine, il faut tout d'abord évaluer le débit nécessaire et la résistance probable, en prévoyant l'avenir. En effet, le débit devra se maintenir entre deux limites Q_1 et Q_2 alors que la résistance variera entre R_1 et R_2 .

On trace la caractéristique de la mine pour ces deux limites et par conséquent, les valeurs réelles de Q (débit) et de H (dépression) devront toujours être représentés par des points situés dans la surface hachurée (Fig.16).



D'autre part, à chaque ventilateur correspond une zone de fonctionnement limitée par ses courbes caractéristiques; à vitesse max et à vitesse min (Fig.17).



Dés lors, le choix d'un ventilateur consiste à trouver celui dont la zone de fonctionnement correspond mieux aux exigences de la mine, ce qui revient à dire que sa zone de fonctionnement doit bien recouvrir celle de la mine.

3.3.3 Aérage secondaire et choix d'un ventilateur auxiliaire

L'aérage secondaire est réalisé à l'aide des conduits spéciales en toile ou en métal, qui grâce à des ventilateurs, permettent d'envoyer de l'air frais dans les chantiers qui ne se trouvent pas sur le circuit de l'aérage principal de la mine.

Le problème de l'aérage secondaire réside dans le fait qu'il y a toujours des fuites, car la canalisation n'est jamais étanche.

Le choix d'un ventilateur auxiliaires fait alors en répondant au problème qui se pose de la façon suivante:

Quelle pression H et quel débit Q faut il maintenir à l'entrée de la colonne, de diamètre et de longueur connus, pour obtenir à l'autre extrémité le débit Q' ? Pour cela on se réfère à un abaque relatif à des conduites de diamètre donné (Fig.18). Cet abaque comprend deux familles de courbes:

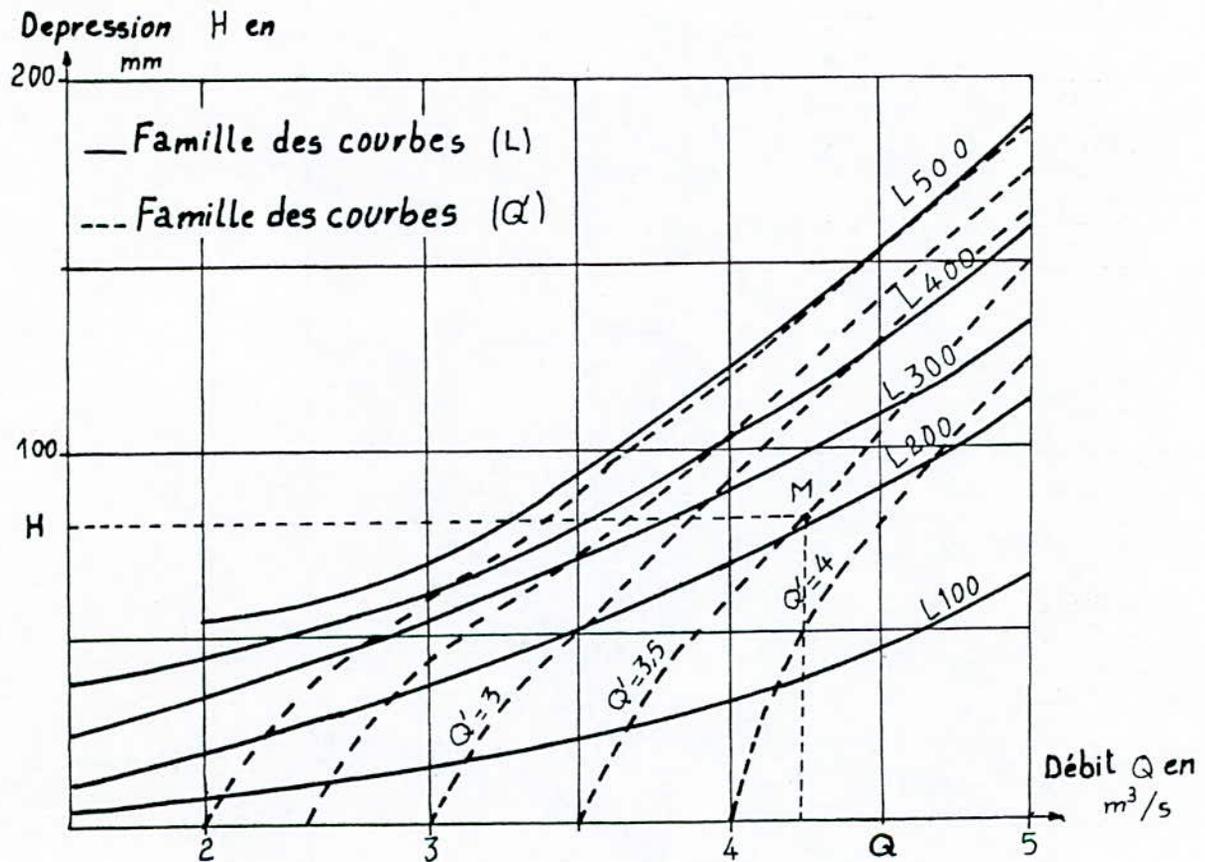


FIG 18 Abaque pour une canalisation de $\varnothing 600$ mm à joints à brides

- La première (L en tirets pleins), traduit la relation entre pression H et débit Q a l'entrée de la canalisation pour une longueur donnée de celle-ci;

- La deuxième (Q' en tirets) présente les courbes d'égal débit Q'. Pour assurer un débit Q' dans une canalisation de longueur L, on cherche le point d'intersection, des familles de courbes correspondantes, qui aura pour abscisse le débit Q et pour ordonnée la dépression H.

3.4 LOIS DE LA VENTILATION [4], [5], [7]

3.4.1 Détermination des pertes de charge

On exprime Δx comme la perte de charge d'un élément du circuit

$$\Delta X = \Delta X_p + \Delta X_z + \Delta X_v \quad (3.5)$$

où:

- ΔX_p : Terme des dépression statique:

$$\Delta X_p = \int_1^2 dp = P_1 - P_2 \quad (3.6)$$

- ΔX_z : Terme d'altitude:

$$\Delta X_z = \int_1^2 \gamma_m \cdot dz$$

où:

γ_m : Poids spécifique moyen:

$$\gamma_m = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$$

$$\Delta X_z = \gamma_m \cdot (Z_1 - Z_2) \quad (3.7)$$

- ΔX_v : Terme des pressions dynamiques:

$$\Delta X_v + \int_1^2 \frac{\gamma_m \cdot V}{g} \cdot dV = \frac{\gamma_m}{2 \cdot g} \cdot V_1^2 - V_2^2 \quad (3.8)$$

On calcule la perte de charge en faisant des approches. Il à remarque que ΔX_v correspond généralement, pour les galeries du fond, à des valeurs faibles ainsi nous négligerons dans nos calculs ce terme de sorte que dans l'expression de perte de charge nous aurons :

$$\Delta X = \Delta X_p + \Delta X_z \quad (3.9)$$

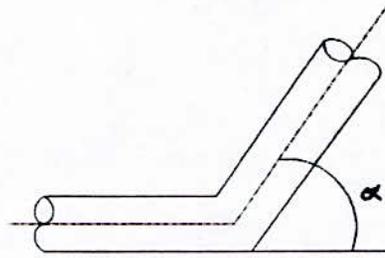
Lorsque la galerie ou le chantier comporte des changements de section ou des changements de direction, des tourbillons apparaissent dans les zones où ce changement est assez rapide. Et aux pertes de charge s'ajoutent, par frottement, des pertes de charges supplémentaires dues à ces tourbillons, d'expression suivant:

$$\Delta X = \xi \cdot \gamma \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (3.10)$$

ξ - Coefficient de perte de charge singulière dépend des caractéristiques géométrique;

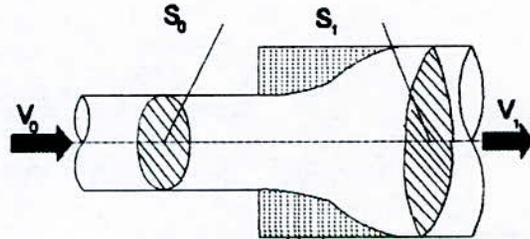
- Quelques valeurs de ξ :
- Changement de la direction:

| α | ξ |
|----------|-------|
| 90 | 1.00 |
| 60 | 0.37 |
| 45 | 0.18 |
| 30 | 0.07 |
| 15 | 0.02 |



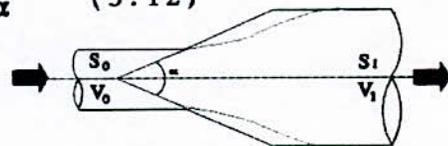
- Changement de la section:
Elargissement brusque:

$$\xi = \left(1 + \frac{S_0}{S_1}\right)^2 \quad (3.11)$$



- Elargissement progressif:

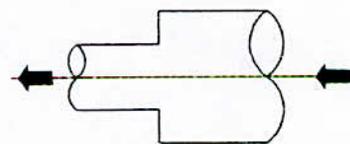
$$\xi = \left(1 - \frac{S_0}{S_1}\right)^2 \cdot \sin\alpha \quad (3.12)$$



- Rétrécissement brusque:

$$\xi = \frac{1}{2}$$

(3.13)



3.4.2 Détermination des résistances

La résistance d'un circuit n'est pas mesurable. On la calcule de deux façons différentes:

- Dans le cas où on veut établir un projet d'aéragé, on prévoit l'achat d'un ventilateur, par exemple, on calcule la résistance de chaque élément du réseau par:

$$R = C \cdot \frac{L \cdot P}{S} \quad (3.14)$$

où:

L: Longueur de l'élément, en m;

P: Son périmètre, en m;

S: Sa section, en m²;

C: Coefficient dépendant de la rugosité.

Alors la résistance totale du réseau sera:

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n; \quad (3.15)$$

si les éléments du réseau sont en série.

ou

$$\frac{1}{\sqrt{R_t}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{R_n}} \quad (3.16)$$

Si les éléments du réseau sont en parallèle.

- Dans le cas où la mine existe déjà, la détermination de la résistance du réseau se fait après avoir mesuré la perte de charge et le débit qui la provoque, et elle sera donnée par :

$$R = \frac{X}{Q^2} \quad (3.17)$$

3.4.3 Répartition de l'air

En connaissant la résistance de chacun des éléments d'un circuit d'aérage, on prévoit la répartition du courant d'air, c'est-à-dire on détermine le débit d'air circulant dans chacun des éléments du circuit. Le circuit d'aérage communique avec l'atmosphère par plusieurs orifices d'entrée et de sortie; certains de ces orifices sont munis de ventilateurs soufflants ou aspirants, il est possible aussi que dans certains branches il y a des ventilateurs auxiliaires.

Si on connaît la courbe caractéristique de chacun des ventilateurs, la résistance de chacun des tronçons et la valeur du poids spécifiques de l'air en chaque point du circuit, il est possible de déterminer la répartition du courant d'air de la façon suivante:

Dans chaque branche on choisit arbitrairement un sens positif, se qui permette de mesurer algébriquement les débits Q_i et les pertes de charges ΔX_i , ces derniers sont liés par les relations suivantes:

- Lois des noeuds:

$$\sum \epsilon_i \cdot Q_i = 0 \quad (3.18)$$

c'est la première loi de Kirchoff: exprimant la conservation du débit à chaque noeud.

$\epsilon_i = 1$ pour les branches dont le sens positif se dirige vers le noeud, et $\epsilon_i = -1$ dans le cas contraire.

- Lois des mailles:

$$\sum \epsilon \cdot \Delta X_i = 0 \quad (3.19)$$

ou

$$\sum e_i \cdot R_i \cdot |Q_i| \cdot Q_i = 0 \quad (3.20)$$

C'est la deuxième loi de Kirchoff: exprimant que la somme algébrique des pertes de charge le long d'une maille est nulle.

Remarque:

- Dans les branches non munies de ventilateurs (branches passives): $\Delta X = R \cdot Q^2$. (3.21)

- Dans les branches munies d'un ventilateur (branches actives) dont sa courbe caractéristique est:

$$H = f(Q) \quad (3.22)$$

$$\Delta X = R \cdot Q^2 \cdot f(Q) \quad (3.23).$$

CHAPITRE IV

*Amélioration de l'aérage
de la mine d'El-Abed*

Chapitre 4

AMELIORATION DE L'AERAGE DE LA MINE D'EL-ABED

Le but d'une campagne de mesures est d'atteindre deux objectifs importants: la prévision et le contrôle de l'aéragé.

La prévision est basée sur la détermination de la résistance du réseau. Pour cela il faut connaître les valeurs des pertes de charges et les débits, il s'agit alors de mesurer les débits, les températures et l'humidité.

Dans notre cas (la campagne de mesure à la mine d'El-Abed), les mesures nécessaires à la prévision n'ont pas pu être relevées, faute de matériel adéquat.

Pour pallier ce manque d'informations, nous avons utilisé les mesures relatives uniquement au contrôle de l'aéragé.

Dans ce chapitre nous présentons les calculs théoriques des

besoins en air pour la mine.

En se basant sur ces données, nous donnons certaines critiques, en vue de remédier à certaines insuffisances constatées à la mine.

4.1 CALCUL DES BESOINS EN AIR DE LA MINE

Pour calculer les besoins en air, on se base sur trois facteurs qu'on a jugé les plus importants et qui sont:

- Les effectifs au fond;
- La consommation des explosifs;
- Les engins diesels.

La puissance totale est calculée en fonction des engins mis en oeuvre dans chaque quartier:

D'après les données de la paragraphe 2.3.5 on peut construire le tableau suivant:

| Quartier | Nbr de travailleur par post | Consommation d'explosif par post | Gaz dégagé | Puissance totale (CV) |
|----------|-----------------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|
| Alzi | 66 | 154 | 0.865 | 347.8 |
| El-Abed | 61 | 147 | 0.865 | 347.8 |
| Aïn Arko | 29 | 088 | 0.865 | 347.8 |
| Mine | 156 | 389 | 0.865 | 1049.35 |

Les formules (3.1), (3.2), (3.3), permettent de calculer les besoins en air, les résultats sont résumés dans ce tableau:

| Quartiers | Besoins en air (m ³ /min) | | |
|-----------|--------------------------------------|---|---------------------------|
| | D'après le nombre de travailleurs | D'après la consommation d'explosif | D'après les engins diesel |
| Alzi | 6x66x1,5 = 594 | $\frac{5 \times 1,54 \times 0,865}{45} = 14,80$ | 5x347,8 = 1739 |
| El-Abed | 6x61x1,5 = 549 | $\frac{5 \times 147 \times 0,865}{45} = 14,13$ | 5x347,8 = 1739 |
| Aïn-Arko | 6x29x1,5=261 | $\frac{5 \times 88 \times 0,865}{45} = 8,45$ | 5x453,75 = 2268,75 |

Les valeurs optimales des débits nécessaires par poste, sont celles qui correspondent au facteur le plus exigeant, c'est le troisième facteur qui est les engins diesel, donc:

| Quartier | Besoins en air | |
|----------|---------------------|-------------------|
| | m ³ /min | m ³ /s |
| Alzi | 1739.00 | 28.82 |
| El-Abed | 1739.00 | 28.82 |
| Aïn-Arko | 2268.75 | 37.81 |
| Mine | 5746.75 | 95.45 |

4.2 COMPAGNE DE MESURES

4.2.1 Appareillage utilisé

Lors de cette campagne, on a utilisé deux appareils: sont les suivants:

- **L'anémomètre:** il permet de mesurer la vitesse du courant d'air, il est menu par des ailettes actionnées par le courant d'air pour intégrer la vitesse en fonction du temps. L'appareil peut être mis en marche par l'opérateur en libérant le mouvement d'horlogerie. Le fonctionnement du compteur s'embraye automatiquement, laisse le rotor se mettre en vitesse et s'arrête automatiquement après un temps de 100 s.

La méthode de mesure. consiste à promener dans la section de telle manière a explorer une section de la galerie qui soit représentative.

- **Le psychromètre:** il permet de mesurer les températures humide (t_h) et sèche (t_s) de l'air ambiant.

Cet appareil est constitué de deux thermomètres identiques:

Le réservoir de mercure du premier est sec (thermomètre sec); celui du second est humidifié par une mèche de coton préalablement plongée dans l'eau (thermomètre humide). Les deux réservoirs des deux thermomètres sont protégés contre le rayonnement du milieu environnant par une gaine. L'air humide traverse les deux réservoirs des deux thermomètre à une vitesse de l'ordre de 2 à 3 m/s grâce a un aspirateur incorporé à l'appareil. Il se produit un évaporation de l'eau, supposée adiabatique, mouillant le thermomètre humide qui indique après un certain temps la température limite de refroidissement de cette eau, c'est à dire, la température humide t_h de l'air ambiant.

4.2.2 Présentation des mesures

On a choisi dans chaque quartier des stations de mesures jugées intéressantes, c'est à dire, l'à où l'on a constaté des pertes, des fuites et un changement des conditions climatiques normales.

- Quartier Aïn-Arko

| Stations | Sections, m ² | Vitesses, m/s | Débits, m ³ /s |
|----------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1 | 07 | 2.33 | 16.31 |
| 2 | 10 | 2.50 | 25.00 |
| 3 | 10 | 0.87 | 08.70 |
| 4 | 10 | 0.30 | 03.00 |

Stations:

- 1: 1^{er} tronçon du TB.1000;
- 2: Tronçon de la galerie moussa aboutissant au ventilateur Aïn-Arko (M-2);
- 3: Tronçon de la galerie Moussa (M-1);
- 4: Tronçon de la galerie aboutissant au puits Marocain.

- Quartier Alzi

| Stations | Sections, m ² | Vitesses, m/s | Débits m ³ /s |
|----------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| 1 | 13.78 | 00.60 | 08.26 |
| 2 | 09.97 | 03.25 | 32.42 |
| 3 | 07.00 | 03.80 | 27.00 |
| 4 | 07.30 | 04.52 | 33.00 |
| 5 | 07.30 | 00.82 | 06.00 |
| 6 | 04.95 | 01.41 | 07.00 |
| 7 | 04.95 | 01.17 | 05.80 |
| 8 | -- | -- | 01.20 |
| 9 | 11.00 | 04.29 | 47.20 |

Stations:

- 1: Tronçon de la descenderie II;
- 2: Recoupe entre le bloc et le ventilateur du bloc 42;
- 3: Recoupe du bloc 49 Ci;
- 4: Avant ventilateur Alzi: R15-1;
- 5: 1^{er} tronçon de la galerie Rachid: R15-2;
- 6: 1^{er} tronçon de la galerie Aimé;
- 7: 2^{ème} tronçon de la galerie Rachid aboutissant au quartier

Alzi;

8: Tronçon de la galerie Abdelkader aboutissant aux ventilateurs principaux.

- Quartier El-Abed

| Stations | Sections, m ² | Vitesses, m/s | Débits, m ³ /s |
|----------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 1 | 07.00 | 02.71 | 19.00 |
| 2 | 11.10 | 00.30 | 03.35 |
| 3 | 07.30 | 02.14 | 15.64 |

Stations:

- 1: 1^{er} tronçon de la galerie Samir;
- 2: Cloison Suzan;
- 3: Tronçon du TB, avant la fendue à bande.

En ce qui concerne les mesures de températures, sèches et humides, on a constaté une fluctuation de celles-ci d'un élément du réseau à un autre et qu'elles sont élevées près des chantiers d'abattage. On considère alors les températures moyennes pour chaque poste de chaque quartier:

| Quartiers | 1 ^{er} poste | | 2 ^{ème} poste | |
|-----------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | T _s C° | T _h C° | T _s C° | T _h C° |
| El-Abed | 30 | 22 | 30 | 24.0 |
| Aïn-Arko | 30 | 21 | 31 | 21.5 |
| Alzi | 32 | 23 | 33 | 25.0 |

Remarque:

Les températures sèches et humides mesurées au fond sont respectivement 37 et 28°C.

4.3 DESCRIPTION DU SCHEMA D'AERAGE

La mine possède deux entrées d'air frais (puits N°3 et puits N°4) et un puits (N°5) pour la sortie d'air altérée.

Elle est équipée de (08) ventilateurs aspirants, installés tous au fond, dont deux principaux de type 1300 HDMS placés en parallèles, près du puits N°5 et (06) ventilateurs auxiliaires de type 1300 et 1400 MDM: deux à El-Abed, deux à Alzi, un à Aïn-Arko et un près de la frontière Algéro-Marocaine (Fig.19, Fig.20).

4.4 CRITIQUES

Les problèmes de l'aérage actuel de la mine d'El-Abed, exigent une éventuelle amélioration.

Parmi ces problèmes et que l'ont a pu constaté, les suivants:

- Une faible ou une absence totale de la maintenance surtout pour les conduites, qui sont la cause principale des grandes pertes et fuites, ce qui réagit négativement sur la quantité d'air approvisionnée aux chantiers, à partir du courant général d'aérage;

- L'avancement et l'élargissement de l'exploitation cause l'éloignement du front de taille, de l'entrée d'air;

- Les anciens travaux engendrent autres pertes en matière d'aérage;

- L'insuffisance de la quantité d'air;

- Les bouts des conduits sont loin du front de taille.

La conséquence directe de ces facteurs est la dégradation des conditions climatiques.

4.4.1 Analyse du schéma d'aérage

En analysant le schéma d'aérage de la mine, on constate bien et aisément que les différentes quartiers sont menus chacun d'un réseau indépendant établi en dérivation sur le circuit principal qui relie le puits d'entrée et le puits de sortie.

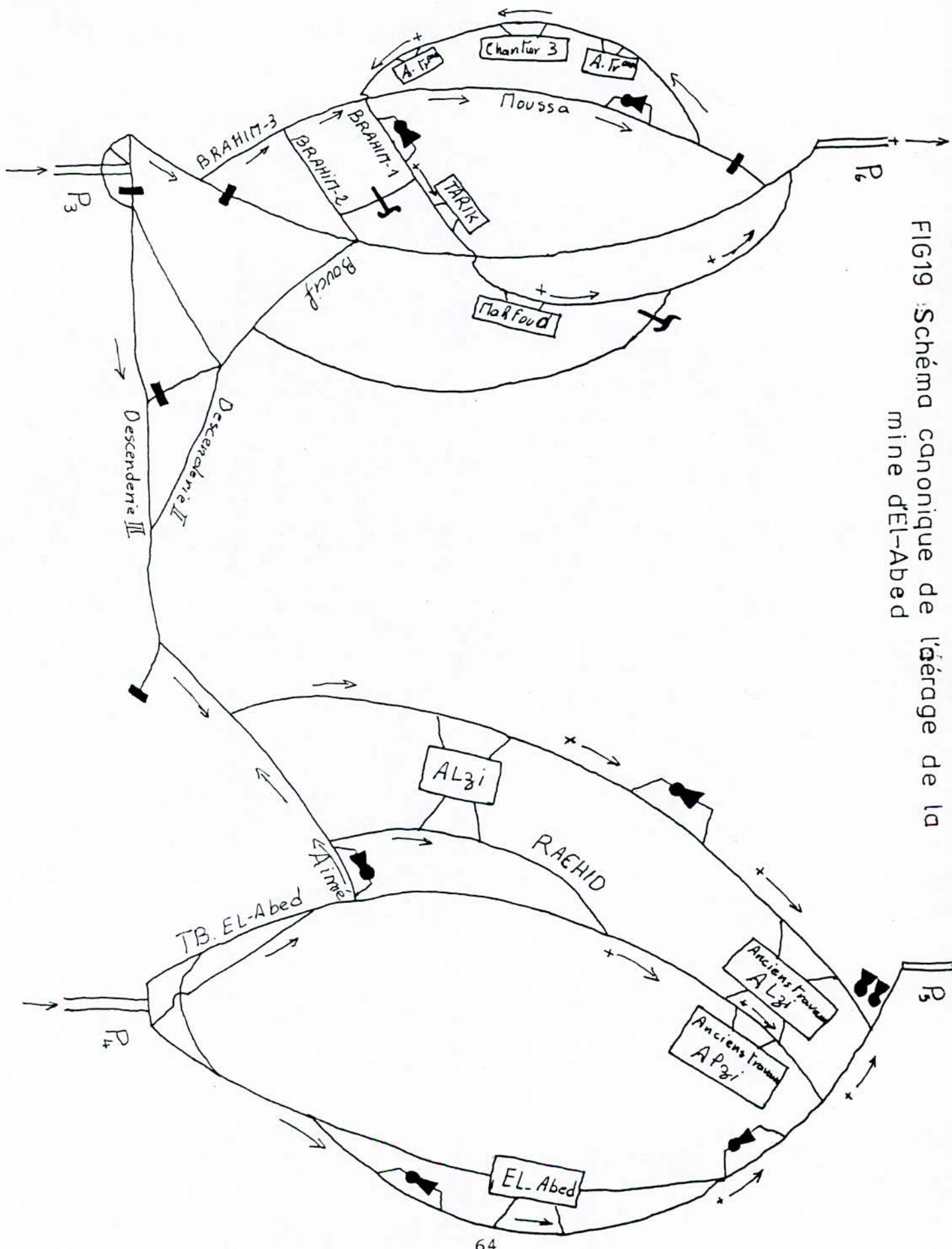


FIG19 Schéma canonique de l'aérage de la mine d'EL-Abed

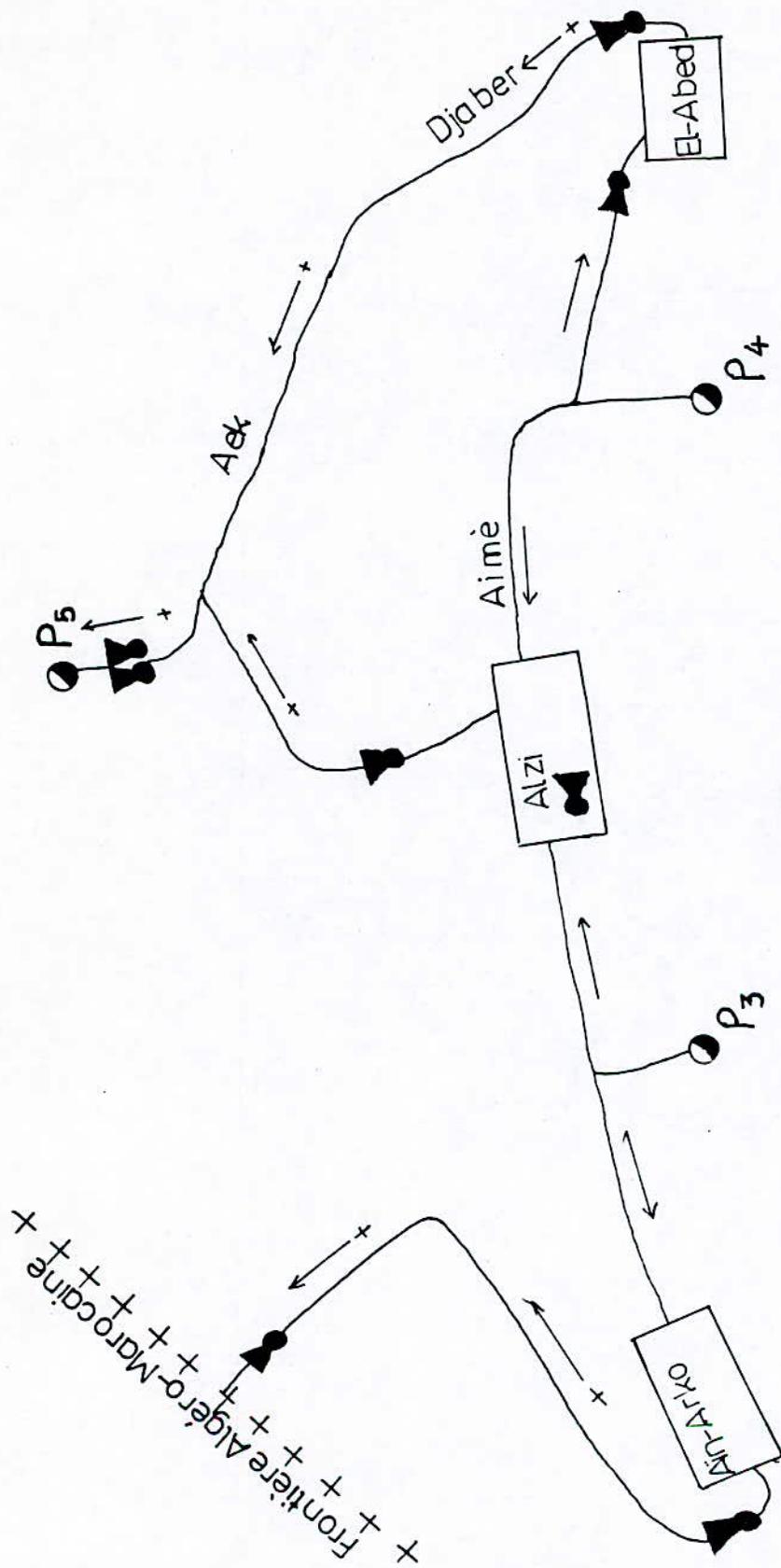


FIG20 schéma canonique de l'aéragé de lamine d'El -Abed

Le schéma canonique de la mine d'El-Abed présente trois réseaux dont l'un est essu du puits N°3 et converge vers le puits N°6, le deuxième du puits N°3 et puits N°4 et converge vers le puits N°5, et le troisième du puits N°4 et converge aussi vers le puits N°5.

4.4.2 Quantité et qualité de l'air d'alimentation

Lors de notre stage pratique on a pu constater que les pertes continues. Et les pertes dues aux dispositifs d'aérage ainsi que des rebrassages sont enregistrés.

Les pertes continues, sont essentiellement dues à la méthode d'exploitation. Une méthode comportant des piliers et des vides non comblés est peu favorable à une bonne utilisation du débit d'air.

Des courts circuits se produisent à travers ces vides et la proportion d'air utilisée à front est faible, ainsi le courant d'air est constamment divisée par les chantiers, d'où la vitesse est forcément affaiblie, ce qui est d'ailleurs confirmé par les mesures de vitesses effectuées et qui sont très inférieures aux normes.

Les fuites à travers les dispositifs d'aérage sont possibles par suite du défaut d'étanchéité des portes; on citera, comme exemple, la cloison de la galerie Samir où l'on a pu mesurer une fuite de 3.352 m³/s.

Il est à noter aussi que l'air frais d'alimentation des trois quartiers (Aïn-Arko, El-Abed et Alzi) parcourt un long trajet avant d'arriver aux fronts des tailles et il n'est pas rapidement évacué. Donnons l'exemple du quartier Aïn-Arko, où l'air frais, provenant du puits N°3, parcourant environ 1000 m avant d'arriver aux chantiers d'abattage et après avoir balayé ces chantiers une partie de cet air.

| Quartiers | besoins en air m ³ /s | débits mesurés m ³ /s |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Aïn-Arko | 37.81 | 16.3 |
| El-Abed | 28.82 | 18.7 |
| Alzi | 28.82 | 15.5 |

Remarque:

des études ont montré que la quantité d'air arrivant au chantier d'abattage en présence des fuites allant jusqu'à 50% reste pratiquement constante, et que ces fuites ne font qu'augmenter la consommation d'énergie (de 26% avec 40% de fuites et de 37% avec 60% de fuites)[2]. Alors, les pertes posent un problème de perte d'énergie.

4.4.3 conditions climatiques

La dégradation de l'ambiance climatique de la mine est clairement illustrée par les mesures de températures, sèche et humide, enregistrées.

Les températures hautes notées sont $t_s = 37^\circ\text{C}$ et $t_h = 28^\circ\text{C}$.

Cette dégradation est due d'une part à une importante insuffisance de l'air dans la mine. Et d'autre part à la profondeur d'exploitation (350 m).

Les diverses causes de l'augmentation de la température de l'air avec l'approfondissement: la compression de l'air dans les puits, les échanges thermiques entre l'air, les roches, et les processus exothermiques qui ont lieu dans la mine, tel que pourrissement du bois, décomposition de certains minéraux, chaleur dégagée par les moteurs diesel et les fumées de tir.

4.4.4 Conclusion

D'après notre étude fondée sur la visite sur site on a constaté que le problème d'aérage est négligé; il n'y a pas de contrôle du schéma de circulation de l'air, la capacité et le bon

fonctionnement des ventilateurs et des matériaux auxiliaires.

4.5 SOLUTIONS ENVISAGEES

4.5.1 Diminution des pertes

Le moyen le plus efficace de lutté contre les pertes de l'air est la garantie de l'étanchéité maximale de toutes les installations de ventilation.

En tenant compte des critiques précédentes, les conduits doit être changées, ce qui est couteux et non rentables alors on propose, l'utilisation de la colle et des matières étanches ou papier goudronnée pour augmenté l'étanchéité des conduits

Pour diminuer les pertes engendrées par les anciens travaux et qui sont sur le circuit d'aérage principal, il faut combler ces vides par l'installation de portes en caoutchouc ce qui réduirera aussi la consommation d'énergie d'au moins 20% pour chaque quartier.

Remarque

On peut aussi diminuer les fuites par la condensation des dispositifs d'aérage (installation des ventilateurs supplémentaires). En effet, des études ont montrée qu'une telle condensation, dans des proportion de 60 à 70%, en plus de la diminution des pertes, procure une augmentation de la quantité d'air dans la taille dans des proportions de 50 à 70% et même jusqu'à 100%.

4.5.2 Augmentation de la vitesse de l'air

La température de l'air dépend de la vitesse de circulation et par conséquent, de la quantité d'air passant dans une unité de temps. En effet, dans les mines profondes, la température doit être abaissée en dessous de 28°C en climat sec et 25°C en climat humide autrement dit, la température résultante t_r définie par:

$$t_r = 0,3.t_s + 0,7.t_h - v \quad (4.1)$$

où:

t_r , t_h : températures sèche et humide;

v : vitesse de l'air;

t_r : doit être inférieure à 28°C; température pour laquelle le travail est facile.

On remarque bien dans la formule ci-dessus, plus la vitesse de l'écoulement de l'air est grande, pour des températures t_h et t_s supérieures aux valeurs limites (28 et 25°C), plus t_r est maintenue inférieure à 28°C, or la plupart des vitesses mesurées dans la mine d'El-Abed sont faibles et trop inférieure aux normes admises, donc on peut affirmer que les ventilateurs sont mal réglés, si non ils sont sous dimensionnés, de ce fait on propose une révision du réglage de ces derniers de telle façon on ait un régime de fonctionnement assurant la circulation de l'air avec des vitesses admises (supérieures aux vitesses mesurées). Ceci peut se faire par la modification de nombres de tours du ventilateur au moyen du changement des poulies des palettes.

Etant donnée que les débits d'alimentation en air frais des quartiers Aïn-Arko, Alzi et El-Abed, sont ceux du:

- 1^{er} tronçon du TB.1000;
- tronçon de la descenderie II et 1^{er} tronçon de la galerie Aimé;
- 1^{er} tronçon de la galerie Samir.

On peut alors montrer l'amélioration d'écoulement d'air:

| Quartier | Station | section m ² | état actuel | | état futur | |
|----------|--|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | vitesse mesurée m/s | débit m ³ /s | Vitesse mesurée m/s | Débit m ³ /s |
| Aïn-Arko | 1 ^{er} tronçon du TB.1000 | 07.00 | 2.33 | 16.31 | 5.30 | 37.10 |
| Alzi | Tronçon de la deseeñderi | 13.78 | 0.60 | 08.26 | 1.00 | 13.78 |
| | Tronçon de la galerie Aimé | 04.95 | 1.41 | 07.00 | 3.00 | 14.85 |
| El-Abed | 1 ^{er} tronçon de la galerie Samir | 07.00 | 2.71 | 19.00 | 4.14 | 28.98 |

D'après les résultats au dessus, on peut dire qu'un tel procédé permet de apporter les améliorations quantitatives suivantes:

- Le quartier Aïn-Arko sera alimenté par un débit de 37.1 m³/s;
- le quartier El-Abed sera alimenté par 28.98 m³/s;
- le quartier alzi sera alimenté par 28.63 m³/s,

or, les besoins en air pour ces trois quartiers sont respectivement: 37.81 m³/s; 28.82 m³/s; 28.82 m³/s. Alors le réglage en question permet de satisfaire les besoins prévus.

Remarque:

L'augmentation du nombre de tours du ventilateur, provoquera une augmentation de l'énergie absorbée (QxH). Donc une diminution du rendement.

4.5.3 Intensification de l'aération

L'intensité de l'aération est le moyen le plus simple et le plus efficace pour le maintien de la température dans les limites acceptables.

On prévoit la mise en place de trois ventilateurs similaires aux ventilateurs existants.

Dans chaque quartier, on place le ventilateur en question parallèlement au ventilateur existant; ainsi le débit alimentant chaque quartier sera doublé.

On peut aussi changer les ventilateurs existants par des ventilateurs plus puissants capables d'assurer les débits nécessaires pour chaque quartier.

Remarque:

On peut utiliser de petits ventilateurs destinées à l'aérage individuel des postes de travail; ces ventilateurs sont de faible poids: donc portatifs et facilement déplaçables.

4.5.4 L'approvisionnement direct de l'air

L'éloignement du front de taille, de l'entrée d'air exige le creusement d'un autre puits pour l'entrée d'air, et qui soit le plus proche possible des réserves à exploiter dans l'avenir, mais le creusement d'un nouveau puits est coûteux et non rentable, on propose alors de passer un long conduit direct, à partir du puits jusqu'au quartier, cet conduit doit être mené d'une ou de deux ventilateurs pour récupérer les fuites au niveau des joints.

CONCLUSION

Conclusion générale

Lors de notre campagne de mesure on a constaté que les causes principales du manque d'air dans la mine d'El-Abed sont :

- Les pertes :
- l'insuffisance quantitative de l'air d'alimentation :
- L'inefficacité de l'aérage.

De ce fait, et en vue de prévoir une amélioration de l'aérage on a envisagé deux propositions :

- Révision et maintenance des installations de ventilations ;
- Amélioration quantitative de l'air d'alimentation ;

En fin, pour éviter ce genre de problème dans l'avenir, on conseille les responsables, avant de faire un nouveau projet d'exploitation de :

- de déterminer les débits nécessaires pour chaque chantier, faire des mesures de débits d'air, de pression, avec des appareils et des méthodes de mesure convenable (La précision de mesures qui réclamant les études d'aérage exige un réétalonnage fréquent des appareils et nécessite un personnel compétant dans ce genre mesures).

- Il faut avoir des plants d'aérage sur lesquels on doit mettre tous les éléments du réseau, ainsi que tous les mesures.

- Une fois toutes les mesures sont reportées sur le plan il faut les corriger par les lois de Kirchoff.

- En suite . on pourra faire des variantes (calculer des ventilateurs, mettre ou supprimer des portes, etc...).

- De même des mesures de contrôles mensuels sont indispensables dans des endroit particulier de la mine.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Ait Chalal A.**
Evaluation de la température de l'air dans une mine de Haute-Silesie. 1990.
- [2] **Boky B.**
Exploitation des mines . Edition Mir. 1968.
- [3] **Boulanouar A.**
Mine d'El-Abed. rapport du 1^{er} stage pratique.
Université de Annaba. TS. 78/79.
- [4] **Carlier M.**
Hydraulique générale et appliquée. Ed. Eyrolles. 1980.
- [5] **Chainfaux L.**
Atmosphère des mines : Revue de l'industrie minière.1962.
- [6] **Guerti**
Géologie du gisement d'El-Abed et présentation du complexe.
- [7] **Loison R.**
Lois de ventilation : Revue de l'industrie minière . 1962.
- [8] **Mirouane A.**
Récupération des piliers de la mine d'El-Abed . PFE. juin 1990.
- [9] **Muller**
Aide mémoire, Mines . tome 2. Dunod.
- [10] **Soualmia M. L.**
Amélioration de l'aérage de la mine d'El-Abed. PFE. juin 1991.
- [11] **Talbi J.**
Calcul d'aérage par ordinateur. stage effectué à l'institut d' Hygiène des mines .
Hassel, Belgique. Dans le cadre du plan de développement de la mine de Jérada
Maroc.
- [12] **Touahri B.**
Le cite Zinc-Plomb d'El-Abed . Wilaya de Telemcen. juin 1983.
- [13] **Vidal V.**
Exploitation des mines, Tome 2. Dunod. 1962.