

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE



DEPARTEMENT DE GENIE MINIER

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

Thème

**Ouverture et exploitation du filon 10 du
gisement de baryte de Tamza (Ain Mimoun
W Khenchela)**

Dirigé Par :

HESBELLAOUI Mustapha

Réalisé Par :

ADKHIS Brahim

Année universitaire 2009/2010

École Nationale Supérieure Polytechnique 10, Avenue Hassan Badi. El-Harrach. Alger

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon Bon Dieu, le Tout Puissant de m'avoir permis de mener à bien ce modeste travail.

*Je tiens à remercier Mr. **HASBELLAOUI Mustapha** pour son encadrement bénéfique et ses conseils judicieux, qui m'ont été d'une grande utilité, qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde reconnaissance.*

Mes remerciements s'adressent aussi à :

*Tous les enseignants du département **Génie Minier** de l'**ENP**, pour leur gentillesse, leur générosité, ainsi que leur disponibilité, en dépit de leurs nombreuses occupations.*

Mrs les membres de jury, qui ont très aimablement accepté d'examiner mon travail.

Enfin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail :

*À mes parents, pour leurs sacrifices, soutien et
encouragements,*

Mes frères, et sœurs.

À toute ma famille.

À tous mes amis.

À ma promotion 2010.

ملخص:

إن هذا المشروع يأتي لدراسة استمرارية أشغال الم نجمية من اجل استغلال معدن الباريث الكائن في منطقة عين ميمون، و استغلال تحتي للعرق رقم 10 المستغل سابقا سطحيا. مع الفتح بثلاثة مستويات استغلال. بطريقة غرفة التخزين التي هي ملائمة للعرق 10 بسبب الميلان (70°).

الكلمات المفتاحية عرق، معدن، استغلال، فتح، تحتي، جيولوجيا، أحكام، هدم.

Résumé :

Ce projet d'étude vient contribuer au prolongement des travaux miniers d'exploitation de la zone filonienne de baryte d'Ain Mimoun. L'exploitation souterraine du filon n°10 exploité auparavant à ciel ouvert, sera ouvert avec trois niveau d'exploitation. La méthode par chambre magasin est une méthode qui convient pour le filon en raison de son fort pendage (70°).

Mots clés : filon, minéral, exploitation, ouverture, souterrain, géologie, soutènement, abattage, chambres magasins.

Abstract:

This draft study comes to contribute to the prolongation of mining work of exploitation of barium the slickenside zone of Ain Mimoun. And the underground working of the seam n°10 exploited before to open pit, will be open with three level of exploitation. The method by room store is a method which is appropriate for the seam because of sound strong dip (70°).

Key words: seam, mineral, exploitation, opening, underground, geology, supporting, pulling down, shrinkage stoping.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>CHAPITRE I:PRESENTATION GENERALE</u>	
I.1. PRESENTATION DU GROUPE ENOF.....	2
I.2. UNITES DE LA FILIALE: SOMIBAR.....	2
I.3. PRESENTATION DE L'UNITE D'AIN MIMOUN.....	2
I.4. ORGANISATION :	3
I.5. CADRE GEOGRAPHIQUE DU CHAMP MINIER D'AIN MIMOUN.....	4
I.6. PRODUCTION DU MINERAI DE BARYTE.....	5
I.7. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET DOMAINES D'UTILISATION DE LA BARYTE	6
<u>CHAPITRE II:GEOLOGIE DE GISEMENT</u>	
II.1. HISTORIQUE DE LA MINE.....	7
II.2. GEOLOGIE REGIONALE ET LOCALE.....	7
II.2.1. STRATIGRAPHIE	7
II.2.2. TECTONIQUE.....	8
II.3. HYDROGEOLOGIE DU CHAMP D'AIN MIMOUN	8
II.4. MODE GENETIQUE DE LA MINERALISATION BARYTIQUE.....	9
II.5. ETAT DES RESERVES DU CHAMP FILONIEN D'AIN MIMOUN	9
II.5.1. DEFINITION DES CATEGORIES DE RESERVES.....	9
II.5.2. DEFINITION DES LIMITES DE BLOCS DE MINERAI	10
II.5.3. ETAT DES RESERVES	10
<u>CHAPITRE III:PROJET D'EXPLOITATION</u>	
III.1. INTRODUCTION.....	16
III.2. LE CHOIX DE LA METHODE D'EXPLOITATION	16
III.3. PRINCIPES ET METHODES D'EXPLOITATION DES GISEMENTS FILONIENS UTILISEES A AIN MIMOUN.....	16
III.3.1. CHAMBRES MONTANTES REMBLAYEES.....	17
III.3.2. CHAMBRES MAGASINS.....	17
III.3.3. CHAMBRES ET PILIERS	19
III.3.4. SOUS NIVEAUX ABATTUS.....	19
III.4. METHODE RETENUE POUR L'EXPLOITATION DE FILON N°10.....	20
III.5. CAPACITE DE LA PRODUCTION PROJETEE	21
III.5.1. RENDEMENT DU CHANTIER.....	21
III.5.2. NOMBRE DE FRONT EN ACTIVITE	22
III.6. TRAVAUX INFRASTRUCTURE ET PREPARATOIRE	22
III.6.1. Piste d'accès ou filon.....	22
III.6.2. Plate forme :	24
III.6.3. DESCRIPTION DU MODE D'OUVERTURE DU FILON	24
III.6.3.1. Caractéristiques de chaque niveau	25
III.6.4. STOT DE SECURITE.....	26
III.7. DIMENSIONNEMENTS DES OUVRAGES	26
III.7.1. Galerie.....	26
III.7.2. Cheminée.....	27

III.7.3. Entonnoirs	28
III.7.4. Niches	28
III.7.5. Chambre	29
III.8. LES TRAVAUX D'ABATTAGE.....	29
III.8.1. INTRODUCTION.....	29
III.8.2. LA FORATION	29
III.8.3. LE TIR.....	30
III.8.3.1. Les accessoires de tirs	31
III.8.3.2. Plan de tir des différents ouvrages	31
III.8.3.3. Bourrage.....	34
III.8.3.4. Volume abattu en place :	34
III.9. TRAVAUX DE CHARGEMENT ET D'EVACUATION.....	34
III.9.1. CHARGEMENT	35
III.9.1.1. Chargement dans les galeries en creusement.....	35
III.9.1.2. Le soutirage (Entonnoirs).....	35
III.9.2. TRANSPORT DANS LA MINE.....	35
III.10.1 LA DUREE DE L'EXPLOITATION.....	36
III.10.1.1. Niveau 1875.....	37
III.10.1.2. Niveau 1825.....	38
III.10.1.3. Niveau 1800 :	39
III.10.1.4. Résultats globaux.....	39
III.12. PERTES DE MINERAI	40
III.12.1. PERTES DUES AU STOT DE SECURITE.....	40
III.12.2. PERTES DUES AUX ENTONNOIRS	41
III.12.3. PERTES DE BARYTE LORS DE L'EXPLOITATION DANS LES CHAMBRES	41
III.12.4. SALISSAGE (DILUTION).....	41
III.13. CYCLOGRAMME DES OPERATIONS POUR UN FONCTIONNEMENT A 2 POSTE	41
III.13.1. ORGANISATION DES TRAVAUX D'EXPLOITATION	41
III.13.2. TRACTION	43
III.13.3. MARTEAUX PERFORATEURS	43
III.13.4. PELLE CHARGEUSES	43
III.13.5. CAMIONS.....	43
III.13.6. RAILS ET ACCESSOIRES.....	43
III.14.7. Ventilateurs électriques	44
III.15. L'EFFECTIF	44
CHAPITRE IV: TRAVAUX COMPLIMENTAIRE	
IV.1. INTRODUCTION.....	46
IV.2. AERATION	46
IV.2.1. INTRODUCTION	46
IV.2.2 AERAGE NATUREL.....	46
IV.2.2.1. Direction de l'aération naturelle :	47
IV.2.2.2. Les paramètres de l'aération naturel.....	47
IV.2.3. AERAGE ARTIFICIEL	48
IV.2.3.2 types de ventilation auxiliaire :	49
IV.2.3.3. Les conduits de ventilation auxiliaire (pipe).....	50
IV.2.4. CALCUL DES BESOINS EN AIR DANS LA MINE	50
IV.3. ENERGIE UTILISEE DANS LA MINE.....	52
IV.4. EXHAURE.....	52
IV.5. SOUTENEMENT	52
IV.5.1. INTRODUCTION	52
IV.5.2. CARACTERISTIQUE DE SOUTENEMENT.....	53

IV.5.3. LES DIFFERENTS TYPES DE SOUTÈNEMENT	53
IV.5.3.1. Soutènement par boulons.....	53
IV.5.3.2. Soutènement en bois (boisage).....	54
IV.5.3.3. Soutènement métallique	54
IV.5.3.4. Soutènement en béton	55
IV.5.4. SOUTÈNEMENT A AIN MIMOUN.....	55
IV.6 .TRAITEMENT	56
IV.6.1. INTRODUCTION	56
IV.6.2. STATION DE CONCASSAGE ET ENRICHISSEMENT	57
IV.6.2.1. Concassage primaire	57
IV.6.2.2. Criblage	57
IV.6.2.3. Concassage secondaire :	57
IV.6.2.4. Concassage tertiaire:.....	57
IV.6.2 .5. Jiguage.....	57
IV.6.4. STATION SECHAGE ET BROYAGE :	58
IV.6.4.1. Séchage	58
IV.6.4.2. Broyage.....	58
IV.6.4.3. Ensachage et conditionnement :	59
IV.7. HYGIENE ET SECURITE	59
Conclusion générale.....	71
Bibliographie.	
Annexes.	

LISTE DES FIGURES

FIGURE I. 1 : SCHEMA D'ORGANISATION DE L'UNITE D'AIN MIMOUN	3
FIGURE I. 2 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'UNITE AIN MIMOUN	5
FIGURE II. 1 : FILON N°10 ET APOPHYSE (PLAN HORIZONTALE ECH1/2000)	14
FIGURE III. 1 : CHAMBRE MAGASIN	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.8
FIGURE III.2 : PARTIE DE PLAN TOPOGRAPHIQUE DE GISEMENT D'AIN MIMOUN	23
FIGURE III. 3 : ESTACADE DE DECHARGEMENT EXISTANTE AU FILON N°4	24
FIGURE III. 4 : PROJECTION SUR PLAN VERTICAL DES TRAVAUX DE DECOUPAGE FILON N°10.....	25
FIGURE III. 5 : GALERIE AU JOUR A AIN MIMOUN	27
FIGURE III. 6 : DIMENSION CHAMBRE MAGASIN	29
FIGURE III. 7 : PLAN DE TIR D'UNE GALERIE.....	32
FIGURE III. 8 : PLAN DE TIR CHEMINEE	33
FIGURE III. 9 : TROU DE MINE.....	34
FIGURE III. 10 : WAGONS TIRES PAR UN LOCOTRACTEUR	36
FIGURE IV. 1 : DIRECTION D'AERAGE	47
FIGURE IV. 2 : SYSTEME DE VENTILATION AUXILIAIRE.	49
FIGURE IV. 3 : SYSTEMES SOUFFLANT ET ASPIRANT.....	50
FIGURE IV. 4 : BOULONNAGE DE SUSPENSION	54
FIGURE IV. 5 : CINTRE METALLIQUE.....	55
FIGURE IV. 6 : SOUTENEMENT PAR BOISAGE DES GALERIES A AIN MIMOUN.....	56

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU II. 1 : ETAT DE RESERVES DE GROUPE 1	11
TABLEAU II. 2 : ETAT DE RESERVES DE GROUPE 2	11
TABLEAU II. 3 : ETAT DES RESERVES DE BARYTES PAR FILON	12
TABLEAU II. 4 : CARACTERISTIQUES DES SONDAGES	14
TABLEAU III. 1 : LONGUEURS DES CHEMINEES NIVEAU 1875.	25
TABLEAU III. 2 : QUANTITE D'EXPLOSIFS UTILISES POUR CHAQUE OUVRAGE.	30
TABLEAU III. 3 : CARACTERISTIQUES DU PLAN DE TIR D'UNE GALERIE.	32
TABLEAU III. 4 : CARACTERISTIQUES DU PLAN DE TIR D'UNE CHEMINEE	33
TABLEAU III. 5 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES TRAVAUX PREPARATOIRE NIVEAU1875.	37
TABLEAU III. 6 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES CHAMBRES NIVEAU1875.	38
TABLEAU III. 7 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES TRAVAUX PREPARATOIRE NIVEAU1825.	38
TABLEAU III. 8 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES CHAMBRES NIVEAU1825.	39
TABLEAU III. 9 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES TRAVAUX PREPARATOIRE NIVEAU1800.	39
TABLEAU III. 10 : EXTRACTION DU MINERAI DANS LES CHAMBRES NIVEAU1800.	39
TABLEAU III. 12 : CYCLORAMME DES OPERATIONS:	42
TABLEAU III. 13 : ÉQUIPEMENT NECESSAIRE:	44
TABLEAU III. 14 : LE NOMBRE D'EFFECTIFS	45



Introduction générale

Introduction générale

L'homme a toujours eu recours dans ses différents besoins quotidiens à des minéraux sous une forme ou une autre. C'est ainsi que l'industrie minière extractive est devenue une industrie incontournable au développement des techniques de recherche, d'extraction, et de traitement.

Le thème « Ouverture et exploitation du filon N°10 de baryte d'Ain Mimoun » est un sujet d'exploitation proposé par SOMIBAR (filiale de l'ENOF).

Le Filon a déjà fait l'objet d'une petite exploitation à ciel ouvert dans la partie affleurante.

Le stage effectué durant le mois de Mars dernier à Khenchela a permis de réunir les données essentielles pour pouvoir réaliser ce projet. Toutes les études détaillées du gisement, comme le rapport géologique, accompagnées d'annexes ont servi de base à l'élaboration du projet d'ouverture et d'exploitation.

Notre mémoire est structuré comme suit :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à la présentation générale de l'unité et de l'entreprise.
- ✓ Le deuxième chapitre est relatif à la géologie et la minéralisation du gisement et les caractéristiques du filon.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré à l'exploitation dans lequel j'ai examiné et étudié les méthodes d'exploitation possibles ainsi que le choix de la méthode appropriée, et projeté les travaux d'infrastructures et préparatoires, les opérations minières (Foration-Tir-chargement-roulage-etc....) les moyens humains et matériels, et la décomposition des travaux miniers.
- ✓ Le dernier chapitre traite des fonctions complémentaires (aéragé, soutènement, éclairage, traitement du minerai et l'hygiène et sécurité).

Chapitre I: Présentation
générale

I.1. Présentation du groupe ENOF

Le Groupe ENOF, créé en 1983, est une Entreprise minière des métaux non ferreux en pleine restructuration, qui dispose des gisements de : Baryte, Bentonite, Terre Décolorante, Kieselghur, Kaolin, Dolomie, Feldspath, Carbonate de calcium et Calcaire .

SOMIBAR est une filiale du Groupe ENOF créée le 01/01/2001, et regroupe trois unités de production réparties d'Est en Ouest du pays. Elle produit plus de 55 000 tonnes de baryte destinée principalement au secteur pétrolier.

Les activités principales de la société SOMIBAR sont, la recherche, l'exploitation, la production, le développement, la commercialisation et l'exportation en l'état ou après transformation de la baryte et de tous produits miniers et substances minérales non métalliques.

I.2. Unités de la filiale SOMIBAR

Les unités qui appartiennent à cette filiale sont les suivantes :

- Unité de production de Boucaid (Tissemsilt).
Baryte (BaSO_4).
- Unité de production d'Ain Mimoun (Khenchela).
Baryte (BaSO_4).
Dolomie Ca Mg (CO_3)₂.
- Unité de Traitement de Mellal (Tlemcen).
Carbonate de calcium Ca CO_3
- Projet de développement du gisement de baryte de Draïssa(Bechar).

I.3. Présentation de l'unité d'Ain Mimoun

L'unité de SOMIBAR Ain Mimoun a été créée en 1973 pour exploiter, traiter et commercialiser la baryte du champ filonien d'Ain Mimoun destinée principalement pour les forages pétroliers, en raison de sa densité élevée. En 1985 et en vue de répondre aux nouvelles exigences qualitatives, l'unité a renforcé son procédé de traitement par un jig qui consiste à une classification et une séparation pour élever sa densité jusqu'à 4,20 au minimum. En 1999 l'unité a renforcé son laboratoire d'analyse par de nouveaux équipements de contrôle qualité. En 1985, l'unité, dans l'objectif de diversifier sa gamme de production, a connu une extension pour traiter et à commercialiser la dolomie ($\text{Ca Mg}(\text{CO})_2$) destinée à l'industrie du verre.

I.4. Organisation :

L'organigramme de l'unité Ain Mimoun est représenté sur la figure I.1 :

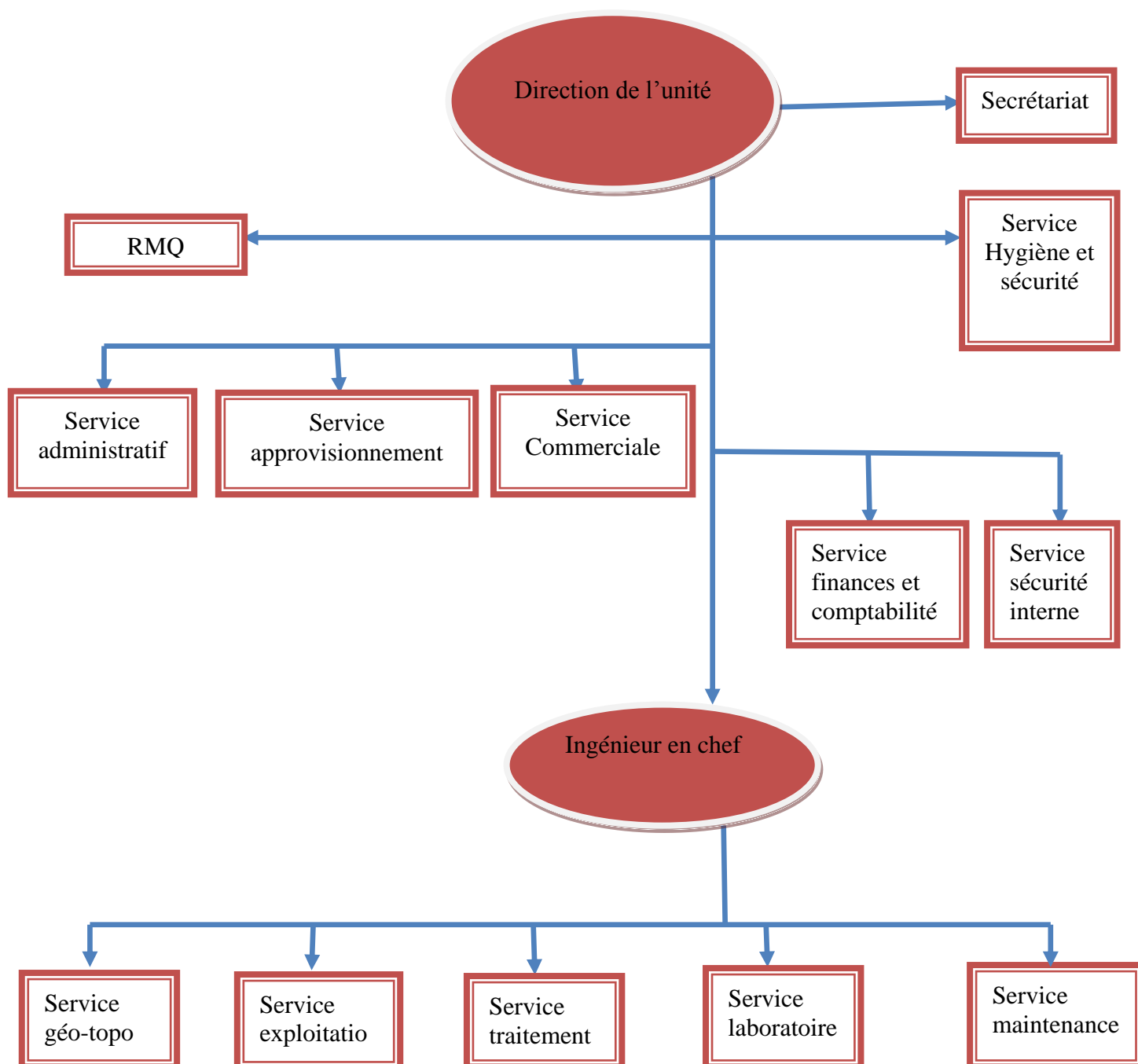


Figure I. 1 : Schéma d'organisation de l'unité d'Ain Mimoun

I.5. Cadre géographique du champ minier d'Ain Mimoun

Le gisement barytique d'Ain Mimoun est situé à 26 km à l'Ouest de Khenchela (Figure I.2).

Le champ minier d'Ain Mimoun est situé dans la partie orientale des monts des Aurès dont les sommets culminent à plus de 2000m. Ces monts fortement accidentés constituent une partie de l'Atlas Saharien Oriental.

Hydrographiquement, l'anticlinal de Khenchela est sillonné par des vallées profondes à versants assez rapides, et constituant le lit des cours d'eau saisonniers.

Le climat de la région est de type continental, sec en été avec des températures élevées en été et froid en hiver avec des chutes de neige assez fréquentes ; l'écart saisonnier en température est en moyenne de 15°C à 20°C.

La couverture végétale est très dense, formée de vastes et denses forêts de pins et d'Alep, de chênes.

Une usine de traitement du minerai de barytine est située au niveau de village d'Ain Mimoun. Les filons de barytine sont reliés à l'usine de traitement par des pistes partiellement asphaltées et goudronnées. Ces dernières sont plus au moins éloignés de l'usine.

Les filons n° : 3, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 21, kissan1, 2,3 sont situés respectivement de 6 à 18 km à l'Est de l'usine de traitement.

Les filons n° : 1, 2, 5, 10, 11, 12, 13, 14 sont situés de 4 à 16 km au sud Ouest de l'usine de traitement.



Extrait institut géographique national echelle 1/5000

Figure I. 2 : Situation géographique de l'unité Ain Mimoun

I.6. Production du minerai de baryte

L'unité à produit durant la période 1973-2009 :

- 1239423 tonnes de tout venant.
- 779813 tonnes baryte de forage (traité).

L'extraction du minerai est passée en deux périodes :

- ❖ Une exploitation exclusivement en carrière durant la période 1972à1985 du minerai de barytique des filons proches de l'usine avec une capacité de production moyenne annuelle de 40000 tonnes.
- ❖ Une exploitation souterraine à partir de1985des filons plus éloignés menée conjointement avec l'exploitation en carrière avec une capacité de production moyenne 28000 tonnes.

I.7. Caractéristiques physico-chimiques et Domaines d'utilisation de la Baryte

La barytine est un minéral composé de Sulfate de baryum $BaSO_4$ Il est appelé communément baryte dans le domaine pétrolier. La baryte possède les caractéristiques suivantes :

- Cristallise dans le système orthorhombique.
- Densité 4,48 La baryte est remarquable par son poids exceptionnel et la perfection de ses cristaux.
- Dureté 3 à 3,5 sur l'échelle de Mohs.
- Clivage Parfait dans une direction, faible dans les autres. La barytine grossière constitue divers agrégats, en général clivables.

La baryte est insoluble dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique (HCl) et peu soluble dans l'acide sulfurique.

Comme propriétés physiques la baryte ne peut être traversée par les rayons X utilisés dans la radioscopie.

La baryte est un minerai qui trouve son utilisation essentiellement dans le domaine pétrolier, où les pétroliers utilisent cette matière dans la boue de forage grâce à sa densité très importante (4,20) ; elle fait partie de la composition de la boue de forage, essentielle.

Elle est utilisée aussi dans la fabrication de la peinture et les bétons lourds antiradiation.

Chapitre II: Géologie du
gisement

II.1. Historique de la mine

Le gisement barytique d'Ain Mimoun a été découvert en 1968 par la SONAREM. Les travaux de recherche sur les filons barytiques et l'évaluation des réserves ont été réalisés en 1970 et en 1971.

Les principaux buts de l'étude étaient :

- L'évaluation des potentialités en minéralisation de baryte de la région d'Ain Mimoun.
- La recherche d'une source d'approvisionnement en eau de l'unité d'enrichissement, destinée à la production de la baryte.

II.2. Géologie régionale et locale

II.2.1. Stratigraphie

L'atlas saharien présente un faciès Crétacé marqué par la prédominance des faciès gréseux pendant le Crétacé inférieur (régime régressif), et marno calcaire durant le Crétacé supérieur.

Les séries stratigraphiques rencontrées dans la région du gisement d'Ain Mimoun sont comme suit :

-Barrémien : Affleurement dans le sud de la charnière de l'anticlinal, représenté par des grés quartzeux blancs à intercalation de lits calcaïques, de dolomies et d'argilites.

-Aptien inférieur : puissance de 80m de grés avec de fréquents petits lits de marne et de calcaire.

-Aptien moyen se divisant en deux assises :

Assise inférieure : 120m de calcaire alternant avec des marnes.

Assise supérieure: 600m de dolomies massives avec des petits lits de marnes et de calcaires.

-Aptien supérieur avec à son tour en deux assises :

Assise inférieure : 90m de grés quartzeux, de marne et de calcaire

Assise supérieure : dolomies massives avec des lits de calcaires

-Albien inférieur : 70m d'argilite, grés et marnes avec des bancs de calcaires et de dolomie.

-Albien moyen : 80m de faciès plus ou moins carbonaté présenté par des argilites avec une prédominance de calcaire et d'argile.

-Albien supérieur : 100m de calcaire dolomitisé et de dolomie avec des petits lits de marne et de grés.

-Cénomaniens inférieurs : ces dépôts affleurent au NW extrême du champ minier, avec un faciès marneux sur 300m renfermant des passages de petits bancs de calcaire marneux.

-Cénomaniens supérieurs : 400m d'épaisseur, remplacement rapide des marnes par les calcaires avec des passages marneux bien apparents.

-Néogène : les dépôts néogènes sont représentés surtout par le faciès miocène qui est manifesté par des argiles rougeâtres et des conglomérats massifs de l'Aquitainien.

-Quaternaire : épaisse de plus de 10m, rencontrée partout comprenant des argiles et des alluvions dans les vallées.

II.2.2. Tectonique

La direction du massif des Aurès se caractérise par une direction NE-SW. Il présente un style tectonique souple constitué essentiellement de vastes plis assez réguliers ; il existe des dilatations brusques de plis.

La structure anticlinale présente plusieurs formes :

- Anticlinaux à flancs pentes fortes mais non verticaux.
- Anticlinaux coffrés et semi coffrés.
- Anticlinaux à déversement sur un seul flanc.
- Anticlinaux à double déversement.

Une phase récente se situe à la limite du tertiaire et de quaternaire ; c'est un rehaussement atlasique et un rajeunissement très marqué du relief.

Les cassures et les flexures sont nombreuses et se répartissent suivant les directions suivantes :

- NW-SE(les plus fréquentes)
- Sub latitudinales.
- NE.
- Sub méridiennes (rares).

II.3. Hydrogéologie du champ d'Ain Mimoun

Les conditions hydrogéologiques du site minier sont assez simples ; on distingue :

- ↻ les eaux de fissures-bancs dans les dépôts carbonatés.
- ↻ les eaux de fissures-filons dans les accidents tectoniques.

↗ les eaux de fissures-sols qui sont rares.

La venue d'eau maximale dans la galerie principale est d'environ 100m³/jour à 200m³/jour lors des pluies torrentielles.

II.4. Mode génétique de la minéralisation barytique

On parle de filon, lorsque la masse minérale remplit une fente de roche. Il est encaissé dans des roches formées antérieurement au phénomène de remplissage de la fente par la matière minéralisée.

La minéralisation barytique dans le champ minier d'Ain Mimoun et sa mise en place se rapportent au phénomène de l'hydrothermalisme, qui se manifeste par le biais de la circulation d'eau chaude liée à la fin d'une éruption volcanique ou à celle de la cristallisation d'un magma.

Les solutions hydrothermales à 100-400C° sous pression contiennent divers corps avec : Fe, Ti, Pb, Zn, Sn, Hg.

Les zones de contact des filons barytiques du champ d'Ain Mimoun se manifestent parfois des brèches avec du ciment barytique. L'intérieur des filons est représenté par l'agrégat mono minéral de barytine, parfois avec des intercalations de roches encaissantes.

En peut citer les minéralisations suivantes :

- ✓ Barytine (BaSO₄) : sous forme de cristaux incolores et parfois blancs, jaunes ou bleus, tabulaires grossiers donnant des agrégats à structure fibreuse.
- ✓ Calcite (CaCO₃) : minéral abondant dans les zones karstiques.
- ✓ Quartz (SiO₂) : gris sous forme de séparation allotriomorphe se développant dans les contacts des filons ou bien sous forme de cristaux prismatiques dans la masse barytique.

Outre la barytine on rencontre plusieurs indices comme minerai de cuivre, le plomb, le mercure, le quartz, la calcite...etc.

II.5. Etat des réserves du champ filonien d'Ain Mimoun

II.5.1. Définition des catégories de réserves

A part quelques exceptions, les réserves reconnues des mines non sédimentaires, ne présentent que des tonnages faibles, ce qui explique la vie réduite de la plupart de ces mines (10 à 20 ans pour beaucoup d'entre elles).

De plus, les cours de minerais subissaient des hausses et des baisses alternatives, dont l'amplitude était parfois considérable. Les périodes de crise, lorsqu'elles n'entraînaient pas la fermeture de la mine, conduisaient à n'exploiter que les meilleures parties du gisement et à arrêter les travaux de reconnaissance et les travaux préparatoires.

D'après le degré de prospection trois catégories de réserves se distinguent : B, C 1, C2.

- **Les réserves de la catégorie B (Certaine):**

Ce sont les réserves prospectées par les travaux miniers (galerie, cheminées,etc.) et par les sondages selon une maille de 50 x 50 m.

- **Les réserves de la catégorie C1(Probable) :**

Ce sont les blocs prospectés par des sondages d'après une maille de 100 à 200x 50 à 80m.

- **Les réserves de la catégorie C2(Possible) :**

Sont limitées par les tranchées en surface et par l'extrapolation en profonde.

II.5.2. Définition des limites de blocs de minerai

Les conditions exigées par l'entreprise pour l'exploitation sont :

- Teneur minimale exploitable : 40%
- Epaisseur minimale exploitable : 0,7m
- Densité minimale exploitable : 3,6t/m³

II.5.3. Etat des réserves

Le tableau des réserves arrêtées au 31/12/09, en annexe, fait ressortir que le bilan général des ressources basé sur 26 filons inventoriés est de :

- **1977546** tonnes de réserves géologiques.
- **1310421** tonnes de réserves exploitables (avec un taux de perte de 15% et un taux de salissage de 10%).

Sur la base du degré de connaissance des réserves exploitables on peut distinguer trois groupes de filons :

Groupe 1 : filons avec des réserves exploitables connues avec un pourcentage élevé en C1 ; il s'agit des filons 4, 10, 2 Est et 15 (niveau 1395);

Ce groupe contient 711 850 tonnes de réserves en C1 et 104 000T en C2 décomposées comme suit :

Tableau II. 1 : état de réserves de groupe 1

	B	C1	C2	Total	Te BaSO4	Te Si O2
Filon 4	33890	299200	52423	385513	62,83	13%
Filon 10	-	189658	51585	241243	78,20	
Filon 15	-	120000	-	-	-	
Filon 2 Est	-	102992	-	102992	82,38	
Total	33890	711 850	104008	849758	-	

Groupe 2 : Filons avec des réserves exploitables connues en catégorie C2 seulement ; il s'agit des filons 11, Igni 1. Ce groupe renferme 348 100 tonnes de réserves en C2.

Tableau II. 2 : état de réserves de groupe 2

	B	C1	C2	Total	Te BaSO4
Filon 11	-	-	150983	150983	71,78
Filon Igni 1	-	-	197125	197125	71 76
Total	-	-	348108	348 108	-

Groupe 3 : Ce groupe est composé de gisements de faibles tailles entre 10000 et 60 000 Tonnes de réserves reconnues uniquement en C2. Il s'agit des filons 12, 13, 14, etc.

ETAT DES RESERVES AU 30/09/2009

Tableau II. 3 : Etat des réserves de barytes par filon

Sites	Niv,	Cat.	R.Gepl.au 33/09/2009		R. Exp.au30/09/2009		Observations
			ton. (t)	Ten. (%)	ton. (t)	Ten. (%)	
15	1340m	C1	70007	63,88	0	0	Les réserves des niveaux suivants ont été soustraites (mauvaise qualité) niv.1340m: 66500t niv.1362m: 49769t en C1 et 18938t en C2 niv.1396m: 17906t en C1
	1362m	B	71817	60,49	0	0,00	
		C2	19935	62,50	0	0,00	
		TOTAL	91752	61,12	0	0,00	
	1396m	C1	140498	63,88	120000	57,16	
TOTAL		302257	63,07	120000	57,16		
8	1406m	C1	65387	86,30	0	0,00	les réserves récupérables confirmées par sondages (15835 tonnes) nécessitent un volume de 400m de travaux préparatoires
4	1690m	C1	67496	78,82	64121	70,52	Des réserves de : 230073 Tonnes appartenant au niveau 1770m actuellement inaccessible sont à expertiser.
	1730m	B	35673	85,98	33889	76,92	
		C1	20892	81,52	19847	72,94	
		C2	39560	70,23	37582	62,83	
		TOTAL	96125	82,40	91319	70,23	
	1770m	C1	226560	81,52	0	0,00	
		C2	15623	70,23	0	0,00	
TOTAL		242183	79,80	0	0,00		
TOTAL		405804	80,52	155440	72,05		
10	1815m	C1	199640	85,97	189658	76,92	Filon à préparer en 2011
		C2	54300	92,68	51585	82,92	
		TOTAL	253940	87,40	241243	78,20	
2E		C1	108413	92,07	102992	82,38	filon à expertiser par sondages en 2010
IG.1		C2	207500	80,20	197125	71,76	Projet de recherche par sondage en 2010
11		C2	158929	80,23	150983	71,78	travaux de recherche par sondages en cours
12		C2	61100	86,20	58045	77,13	projet de recherche par sondage en 2009
21		C2	59250	92,78	56288	83,01	Projet de recherche par sondage en 2010
17-18-19		C2	50858	93,20	48316	83,39	Projet de recherche par sondage en 2010
3	1300m	B	4534	90,54	0	0,00	les réserves récupérables confirmées par sondages (47950 tonnes) nécessitent un volume de 1600m de travaux préparatoires
	1260m	C1	62763	90,91	0	0,00	
		C2	47347	88,01	0	0,00	
	TOTAL		114644	89,70	0	00,00	
1 O.		C2	25409	89,94	24139	80,47	La totalité de ces filons renfermant un potentiel de réserves géologiques de 179990 tonnes ne présentent pas actuellement une priorité pour des travaux de recherche.
80.		C2	8198	93,39	7788	83,56	
10A		C2	34600	75,00	32870	67,11	
13-14		C2	42778	86,32	40639	77,23	
16		C2	17753	92,00	16865	82,32	
K.1-2-3		C2	46125	87,50	43819	78,29	
IG.2-3		C2	14600	79,74	13870	71,35	

TOTAUX	B	112023	70,78	33889	63,33	ces réserves ont été actualisées suite aux résultats des travaux de recherche effectuée durant les exercices précédents
	C1	961656	75,16	496619	67,25	
	B+C1	1073679	70,99	530508	63,52	
	C2	903866	84,37	779913	75,49	
	TOTAL	1977546	79,15	1310421	70,82	

II.6. Caractéristiques du filon N°10

Situé à 15km au sud de l'usine de traitement, le filon n°10 à été identifié par 13 tranchées en surface et 08 sondages en profondeur. La maille utilisée est de 40 à 60m pour les tranchées et 100 x120m pour les sondages.

- Une longueur du filon : 900m avec une interruption de 150m.
- Une profondeur du filon : 80m.
- Une puissance (0.2 à 5.6m): 2.1m en moyenne.
- Un pendage du filon sud-ouest :75°à 80°.
- La teneur en BaSO_4 varie de 26.28% à 94.44% en moyenne 87.2%, SiO_2 varie de 2.86% à 53.41% en moyenne 16%.
- Le filon est encaissé dans différentes formations, en général des calcaires et des marnes parfois des argilites et dolomies.
- La densité du minerai est de 3.8g/cm^3 , celle de l'encaissant marneux (2.35), argileux (2.22) et calcaire de (2.6).
- Le filon n° 10 à été exploité à ciel ouvert avec une extraction de 26800Tonnes.

II.7. Morphologie du filon 10

Le filon n° 10 est subdivisé en deux parties (filon 10 et filon apophyse) séparées par une faille en deux compartiments. C'est le filon n°10 (figure II.1) qui sera étudié.

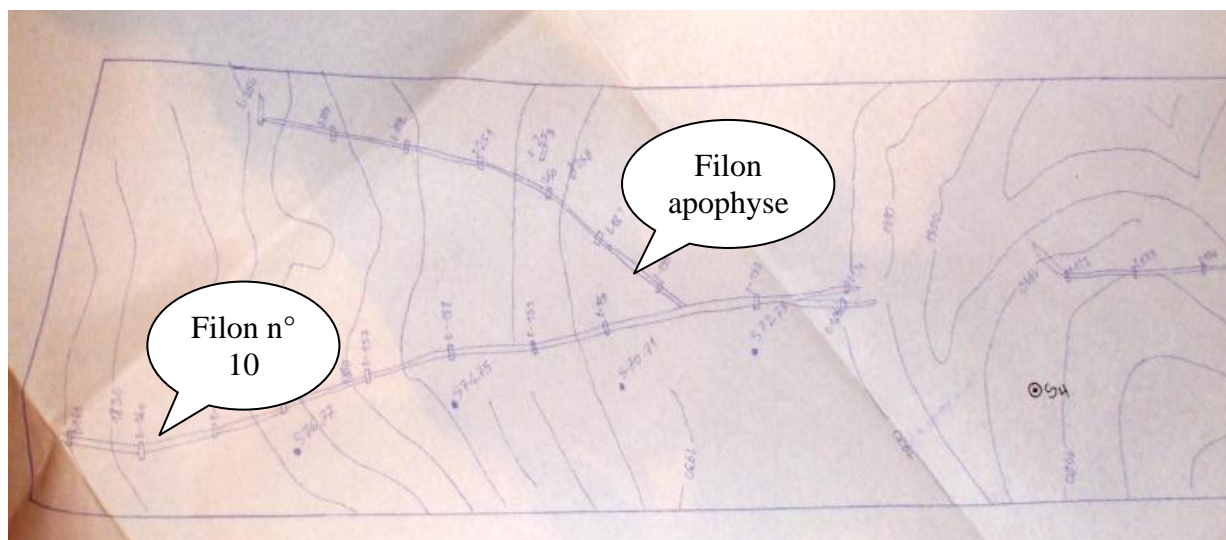


Figure II. 1 : Filon N°10 et apophyse (voir le plan en annexes)

Le filon n° 10 à été recoupé par 8 sondages à partir de quatre points en surface. De chaque point sont réalisés deux sondages avec une inclinaison différente. Tous les sondages sont situés à une distance de 30 mètre par rapport à l'apparition du filon (tranche), et sa direction de minéralisation. Les résultats de chaque profil sont représentés sur le tableau 2 et les figures ci-dessous :

Tableau II. 4 : Caractéristiques des sondages

profil	Altitude (m)	N°sondage	puissance verticale(m) (Ev)	puissance réel (m) (Er)
I	1864.7	S76	faible	faible
		S77	faible	faible
II	1893.7	S74	2	2
		S75	1.7	1.6
III	1923	S70	1.1	1.0
		S71	1.7	1.6
IV	1934.2	S72	1.5	1.4
		S73	0.8	0.7

Chapitre III: Projet
d'exploitation du filon
n°10 Ain Mimoun

III.1. Introduction

Lorsque le gisement est superficiel et que les conditions géologiques et mécaniques le permettent, l'exploitation peut se faire à ciel ouvert, Le choix du mode d'exploitation dépend de la valeur du rapport de découverte qui doit être au maximum égal à 6% ; du fait que la partie affleurant a été déjà exploitée le rapport de découverte est trop élevée pour continuer l'exploitation à ciel ouvert. Pour cela le mode d'exploitation adéquat est l'exploitation souterraine.

III.2. Le choix de la méthode d'exploitation

Le choix d'une méthode souterraine dépend de plusieurs paramètres, dont les principaux sont les suivants :

- ❖ Pendage du gisement.
- ❖ Morphologie du gisement et caractéristiques physico-mécanique du minerai et des encaissants.
- ❖ Pertes et salissage minimums.
- ❖ Volume minimum des ouvrages préparatoires par 1000 tonnes.
- ❖ Prix de revient minimum pour un rendement optimal des travaux.
- ❖ Sécurité des travaux et des travailleurs

III.3. Principes et méthodes d'exploitation des gisements filoniens utilisés à Ain Mimoun

Chaque méthode d'exploitation a des points positifs et négatifs. Les méthodes d'exploitation qui peuvent être appliquées pour les filons d'Ain Mimoun :

- Chambres montantes remblayées
- Chambres magasins
- Chambres et piliers
- Sous niveaux abattus

III.3.1. Chambres montantes remblayées

Méthodes dans lesquelles le vide créé par l'exploitation du minerai est comblé par un remblai maintenant les épontes. Généralement en utilise pour le remblayage les stériles de laveries et des stériles provenant des traçages etc....

On classe ces méthodes en deux sous- groupes :

- Méthodes avec la mise en place manuelle ou bien mécanique,
- Méthodes avec la mise en place par gravité (remblayage hydraulique).

Le remblai est descendu de la galerie de tête par une voie inclinée spécialement réservée à cette usage

Le remblayage consolide la chambre, et permet d'exploiter les tranches supérieures avec plus de sécurité.

Les couts de soutènement avec remblai sont très élevés. Pour les minerais à faible valeur sur le marché cette méthode n'est pas applicable.

Cette méthode qui convient à la morphologie des filons (variation de pendage dans un même filon) à été testé dans les filons 1EST et 2 OUEST. Mais du fait de la contrainte de la disponibilité des stériles de remblayage et de leur mise en œuvre (effectif de remblayage, délai de remblayage faible) elle a été abandonnée, pour être remplacée par la méthode des chambres magasins.

III.3.2. Chambres magasins

Cette méthode est applicable pour les gisements filoniens verticaux ou fortement pente (50° à 90°).

Cette méthode consiste à délimiter le panneau, en traçant les voies de base et de (tête A et B) et des cheminées dans le filon, tel que C (**Figure III.1**). Le minerai est abattu par en gradin renversé unique qui progresse horizontalement du montage C au montage D ou par deux gradins en même temps.

Des entonnoirs sont creusés au dessus de la vois de base A par lesquels va graviter le minerai abattu. Le minerai abattu constituer le plancher de travail du mineur.

Le minerai abattu est évacué à travers les trémies. Le volume extrant est tel qu'il puisse permettre au mineur de pouvoir travailler dans un espace suffisant (2 à 2.5m de hauteur).

Une fois le panneau entièrement abattu, le minerai est entièrement soutiré par les mêmes trémies de la voie de base ; le vide ainsi créé est laissé tel quel.

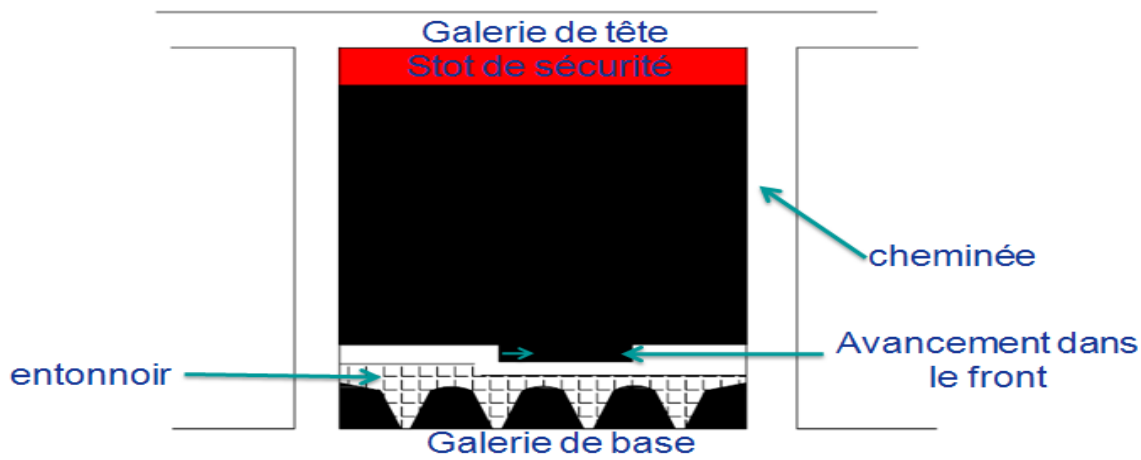


Figure III. 1 : Méthode d'exploitation par Chambres magasin

Les avantages :

- L'exploitation par chambres-magasins est caractérisée par le déblocage par gravité, les matériaux abattus tombant directement à partir des trémies dans des berlines sur rails, ce qui facilite le chargement.
- La méthode de dépilage par chambre magasin suppose la fermeture et la mise hors circuit des chantiers épuisés, permet moindre perte d'air.
- Elle permet un soutènement provisoire des épontes des zones abattues.

Les inconvénients:

- Les couts des traçages aux stériles peuvent être élevés.
- Immobilisation du minerai abattu dans le chantier jusqu'à l'achèvement du dépilage, avec comme conséquence son oxydation qui se traduit en flottation par une diminution du rendement en métal et une augmentation du prix du traitement.
- Production réduite des chambres, qui oblige à mettre en exploitation une plus grande surface, pour une production déterminée.
- Danger et insécurité du soutirage. Lorsque le minerai se bloque et ne coule plus ; il faut démolir à l'explosif les accrochages qui se sont produit. L'opération est toujours délicate et parfois dangereuse. Les fréquences de blocage sont particulièrement importantes dans les filons étroits, ce qui peut rendre la méthode pratiquement inapplicable.

Cette méthode convient pour les filons de pendage 60° à 90° . Elle a été abandonnée en raison du faible rendement des chambres compte tenu de la puissance faible des filons (1 à 2 m), pour être remplacée de sous niveau abattu.

III.3.3. Chambres et piliers

Cette méthode qui à été utilisée pour les filons 2 EST, 3 et 15 convient pour les filons de faible pendage (entre 30° et 40°).

La méthode chambres et piliers consiste à creuser un réseau de galeries se recoupant perpendiculairement, suffisamment proches les unes d'autres pour extraire une proportion substantielle du gisement, et ne laissant que les piliers de section 1.8×2 m résiduels qui peuvent être maintenus en place, attaqués ou foudroyés.

L'abattage s'effectue par des trous de mines sur toute la puissance du filon, le minerai abattu est évacué à l'aide de scrapers actionné par des treuils.

L'ouverture s'effectue à l'aide de deux galeries, recoupé chaque 50m par des cheminées de section de $1,8\text{m} \times 2,5\text{m}$ ($4,5\text{m}^2$), la longueur de la chambre est de 30m, et sa largeur est 30m, la hauteur selon la puissance de filon, Le soutènement de la galerie principale se fait par boisage car le bois est assez solide, résistant.

La méthode chambres et piliers a l'inconvénient d'abandonner des piliers qui représente 30% des réserves. Pour récupérer les piliers Ain Mimoun a tenté la méthode « traçage et dépilage ».

III.3.4. Sous niveaux abattus

Cette méthode est utilisée à l'heure actuelle pour le filon 4. Elle convient parfaitement pour la majorité des filons d'Ain Mimoun de pendage variant entre 60° et 90° .

Les travaux préparatoires en vue de l'abattage par sous-niveaux sont importants et complexes. Le gisement est découpé en panneaux d'environ 50 m de hauteur, dans lesquels sont tracés des sous-niveaux reliés par deux cheminées. Les panneaux sont ensuite divisés en sous niveau de 3 à 4m de hauteur, et séparé entre eux par une épaisseur minéralisée de 5 mètre.

L'abattage par sous-niveaux laisse un vide rectangulaire dans toute l'épaisseur exploitée. La partie inférieure de la chambre est aménagée en forme d'entonnoir, de manière que les matériaux abattus glissent vers les points de soutirage. " Trémies" situé sur la voie de base

La roche fragmentée occupant un espace supérieur à son volume en place, il faut avant de forer les trous de mine pratiquer une rouillure de quelques mètres de largeur pour permettre le foisonnement du minerai.

Pour délimiter le panneau, on trace les voies de base et de tête,. Par la suite on trace des niveaux de longueur 3 m espacés de 4 à 5m, le défilage de minerai se fait en rabattant vers la cheminée,

L'ouverture du filon 4 a été réalisée par trois galeries au jour aux niveaux :

- Niveau : 1770 m
- Niveau : 1730 m
- Niveau : 1790 m

Dans chaque niveau l'exploitation se fait par la méthode sous niveaux abattus, qui consiste à découpé des blocs par des cheminées espacées de 40 m creusées de la galerie principale vers la galerie de niveau supérieur ou à la surface de jour.

Le boisage de ces cheminées est à cadre jointif, avec une séparation en deux compartiment l'une est destinée à la montée et descente de personnel, l'autre pour l'écoulement du minerai provenant au cours du creusement du sous niveau .

- Longueur des blocs est 40 m
- Largeur de blocs suivent la puissance
- Hauteur des blocs 40 m et plus.

L'abattage de la roche est effectué par des trous de mine la longueur d'un trou est de 1.6m pour les trous de bouchons, et 1.4 m pour les autre trous d'abattage et les trous contours.

III.4. Méthode retenue pour l'exploitation de filon n°10

Pour le choix d'une méthode d'exploitation il faut tenir comptes des méthodes d'exploitations appliquées déjà dans d'autre filon, pour essayer de minimiser les problèmes rencontrés sur le terrain.

La méthode d'exploitation choisie est commandée par la nature du gisement et par des considérations techniques (prix de revient, taux de récupération du minerai, sécurité).

La décision à prendre en matière de choix de la méthode est une situation fréquente, puisqu'elle se présente non seulement pour un nouveau gisement, mais à chaque fois qu'un paramètre important connaît une variation sensible exigeant pour le moins une adaptation de la méthode précédente.

En se basant sur les propriétés du minerai et des roches encaissantes, le pendage des filons qui varie de 75° à 80°, ainsi que des possibilités techniques de la mine, la méthode retenue pour l'exploitation du filon 10 du gisement d'Ain Mimoun est **la méthode Chambres magasins**:

➤ **La méthode chambres magasins**

L'avantage de cette méthode est la facilité du chargement du minerai par gravité et l'utilisation du minerai abattu comme un plancher de travail.

Cependant les inconvénients sont :

- le volume important des travaux préparatoires (galeries de bases et de tête et les cheminées), et l'utilisation d'un volume important de boisage dans les cheminées pour le passage du personnel.
- et que l'exploitation s'effectue sur un seul front d'abatage, et faible rendement des chambres compte tenu de la puissance faible des filons (1 à 2 m).

III.5. Capacité de la production projetée

Vu l'objectif de la société qui veut atteindre une capacité d'extraction de tout venant 80000T/an, l'exploitation d'un seul filon ne sera pas possible pour atteindre cette production. Il sera nécessaire d'exploiter deux filons (filon n°4 actuellement en exploitation et le filon n°10) en même temps, à raison de 40000T/an pour chaque filon.

La capacité projetée pour le filon N° 10 sera donc de **40000T/an**.

III.5.1. Rendement du chantier

Le produit moyenne des chambres est de :

$$R_m = 2.5 \times 2.1 \times 1.4 \times 3.8 = 27.93 \text{ tonnes/tir.}$$

Avec :

- Hauteur de la tranche est 2,5m.
- Epaisseur en moyenne 2.1m.

- Avancement est de 1,4m.
- Densité moyenne exploitable du minerai est $3.8\text{m}^3/\text{t}$.

III.5.2. Nombre de fronts en activité

Pour réaliser la production de 40000 tonnes de tout venant le tonnage de minerai à extraire par jour est en moyenne $40000/250 = 160$ tonnes/jour.

Pour déterminer le nombre de chantier il est nécessaire de prendre en considération le volume moyen de chaque extraction dans différent front, et la quantité à extraire.

- La production d'un front de chambre : 27.93 tonnes/tir.
- La production d'un front de galerie : $7.2 \times 1.4 \times 3.8 = 38.29$ tonnes/tir.
- La production d'un front de cheminée : $3 \times 1.4 \times 3.8 = 16.04$ tonnes/tir.
- La production l'ors préparation des trémies : $10.5 \times 1.4 \times 3.8 = 66.94$ tonnes/tir.

Il est nécessaire pour réaliser l'objectif, de mettre six chambres en activité.

$$Dj/Rm = 160/27,93 = 6.$$

Avec :

Dj : production journalier : 160T

Rm : production d'une chambre d'abattage 27,93/tir.

III.6. Travaux d'infrastructures et Travaux préparatoires

On entend par les travaux d'infrastructure les travaux d'accès au filon et les voies de roulage principales et les cheminées.

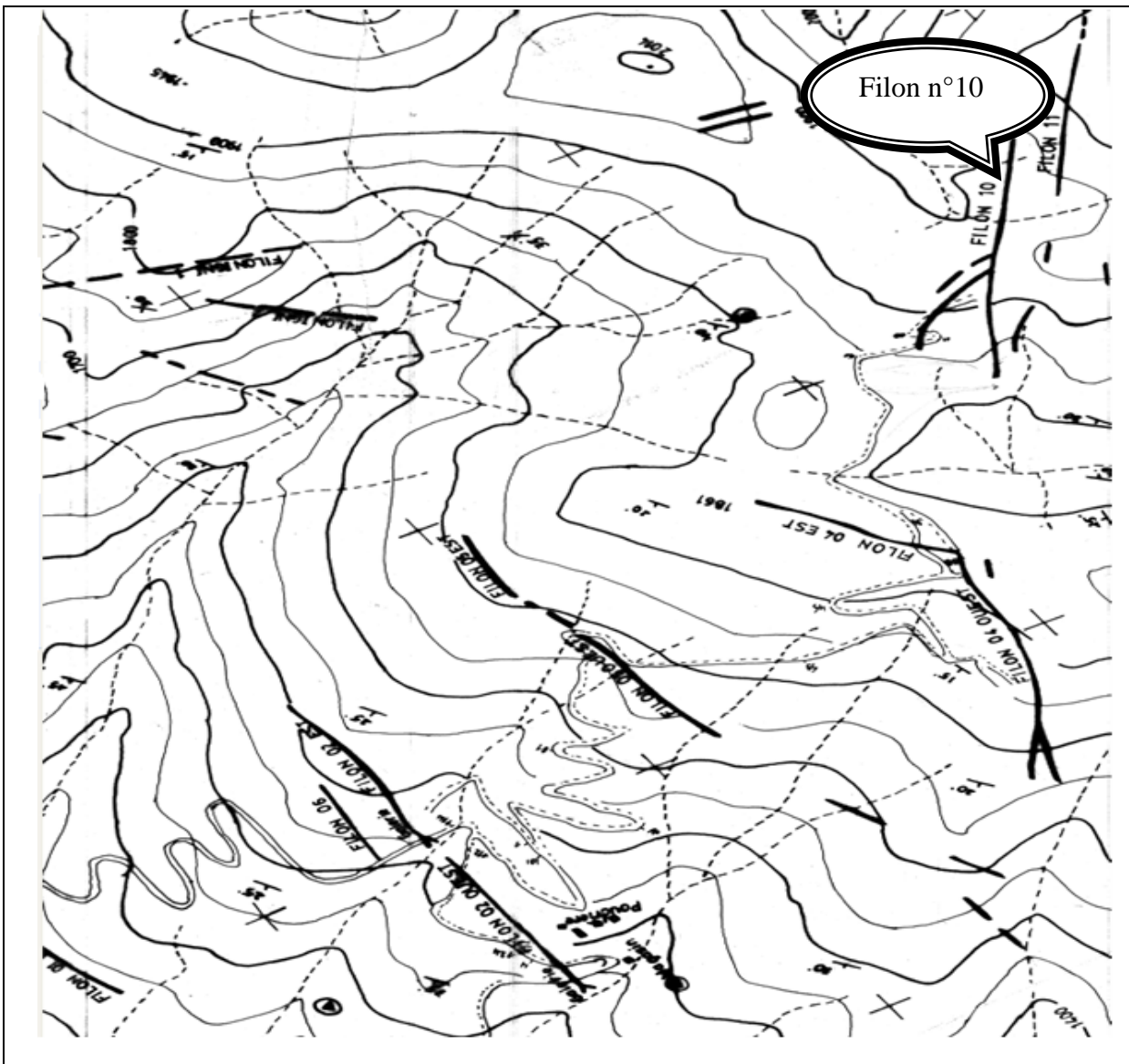
Dans tout les cas ces ouvrages doivent assurer :

- ✓ Une entrée d'air et une sortie d'air.
- ✓ Des voies de transport :
- ✓ Le drainage des eaux à l'aide des rigoles.

III.6.1. Piste d'accès au filon

L'accès au filon nécessite la création de liaison entre l'activité d'extraction du filon avec l'usine de traitement . Cette liaison est assurée par une piste principale de longueur de 16 km qui existe déjà pour atteindre les filons périphériques au filon 10. Mais du fait que cette piste n'est pas en bonne état elle nécessite un réaménagement. De plus il est nécessaire de préparer

une piste secondaire (environ 100) m pour atteindre le chantier comme indiqué sur la figure III.2.



Echel : 1/10000

Légende


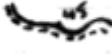
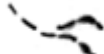
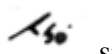


- | | | | |
|---|------------------|---|-------------------------|
|  | Filon baritique |  | Numéro des piquets |
|  | Ligne de talweg |  | signe pendage |
|  | Route goudronnée |  | Piste accédant au filon |

Figure III.2 : Extrait du Plan Topographique de gisement d'Ain Mimoun

III.6.2. Plate forme :

A chaque niveau il est nécessaire de préparer à la sortie de la galerie une plate forme de réception du minerai extrait et installer une estacade de déchargement. Ainsi le minerai est déversé dans les camions situés en dessous de l'installation de déchargement. Le produit est ensuite repris par une pelle chargeuse vers les camions, comme indiqué sur la figure III.3.



Figure III. 3 : Estacade de déchargement existante au filon n°4

III.6.3. Description du mode d'ouverture du filon

En raison de la topographie l'ouverture du filon N°10 du gisement d'Ain Mimoun sera réalisée par des galeries à flanc de coteau.

Trois galeries seront réalisées dans les niveaux suivants.

Niveau : 1825m } **Galeries d'exploitation.**
Niveau : 1875m }
Niveau : 1800m } **Galerie de recherche.**

A partir des deux premiers niveaux (1825-1875 m) des cheminées seront creusées tous les 40 mètres pour délimiter les chambres d'exploitation. (Plan en annexes).

La galerie du niveau 1800 constituera, au départ une galerie de recherche, pour transformer les réserves de catégorie c1 en c2.

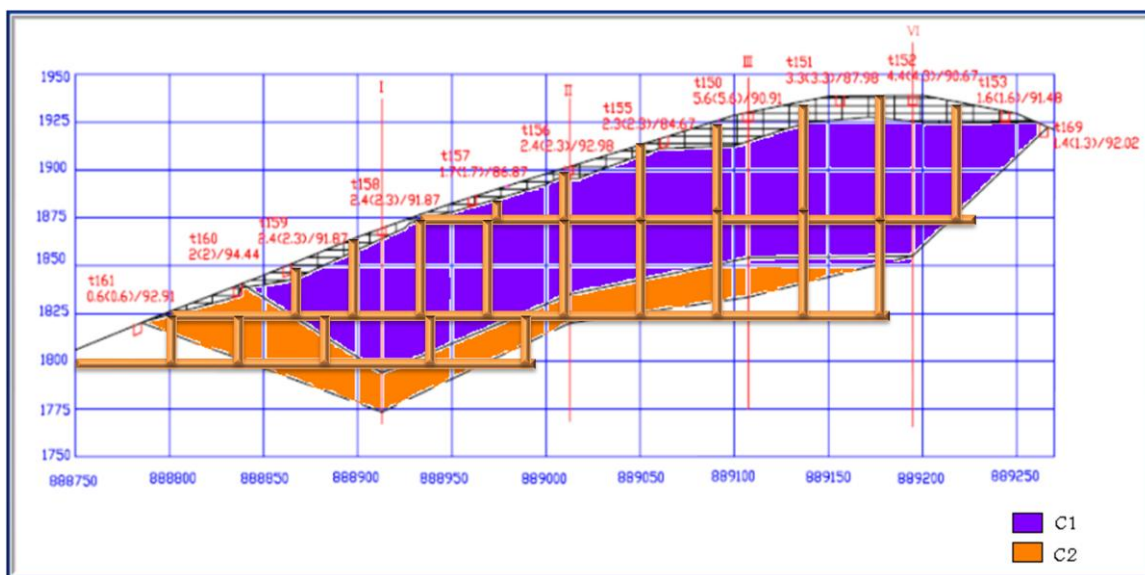


Figure III. 4 : Projection sur plan vertical des travaux de découpage filon n°10

II.6.3.1. Caractéristiques de chaque niveau

La longueur de chaque chambre est de 40m, et la longueur des galeries et de cheminée différente selon le relief, les mesures sont données ci-dessous.

↗ **Niveau 1875m :**

- ✓ La galerie de roulage sera tracée sur une longueur de 280m.
- ✓ Le nombre de cheminée est de l'ordre : 07 à des hauteurs différentes selon la topographie, comme indiqué sur le tableau suivant.

La longueur moyenne de creusement les cheminées dans les roches stériles est de 4m.

Tableau III. 1 : Longueurs des cheminées niveau 1875.

Cheminées	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
Longueur	11	23	36	40	50	60	60

↗ **Niveau 1825 :**

- ✓ La galerie de roulage sera tracée sur une longueur de 370m.
- ↗ Le nombre de cheminée est de 9. La hauteur de chaque cheminées est de 50m à l'exception des trois premier cheminées qui auront des hauteurs respectivement 15; 32 ; 47m selon la topographie.

↗ **Niveau 1800 :**

C'est une galerie qui a pour but la prospection des réserves C2. Ces réserves seront exploitées dès la confirmation des réserves.

- ✓ La galerie de recherche sera tracée sur une longueur de 210m.
- ✓ Le nombre de cheminées est de 05 avec des hauteurs de 25 m chacune.

III.6.4. Stot de sécurité

A fin d'assurer une sécurité des ouvrages miniers, un stot de sécurité, sera laissé en place comme suit :

- **Niveau 1875 :** abandon d'un stot de sécurité de 2m de large (au minerai) augmenté des roches de couverture estimées à 4m d'épaisseur.
- **Niveaux 1825 et 1800 :** abandon d'un stot de sécurité de 5m d'épaisseur.

III.7.Dimensionnements des ouvrages

III.7.1. Galerie

Les galeries sont caractérisées par une section trapézoïdale évaluée à $7.2m^2$, comme représenté dans la figure ci -dessous :

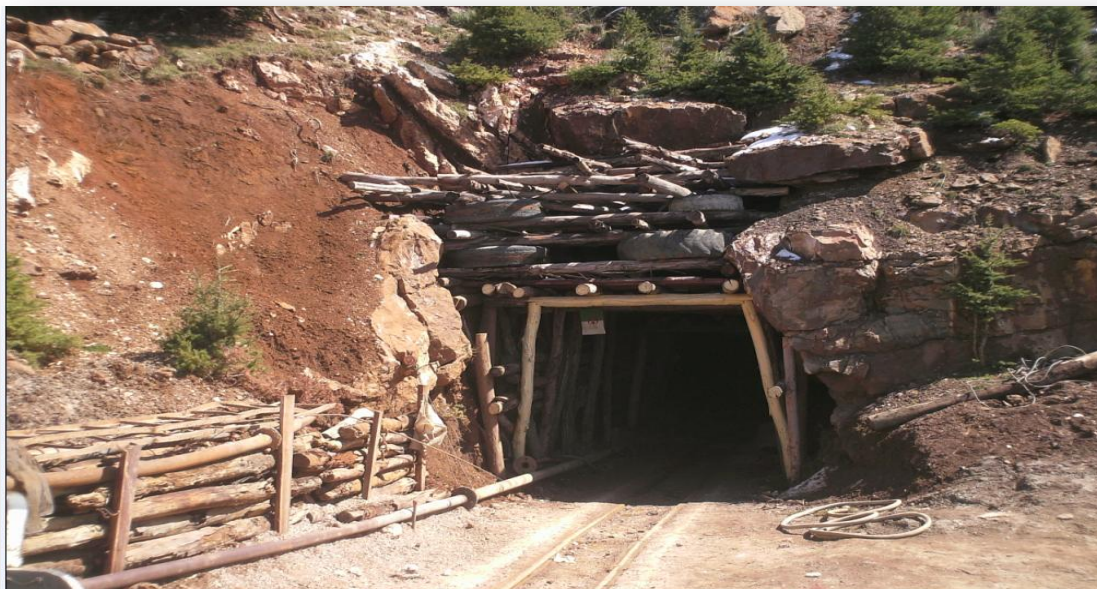


Figure III. 5 : galerie au jour à Ain Mimoun

- **Largeur nette de l'excavation (BM)**

$BM = m + A + n$ ou :

m : Distance entre le matériel roulant et le soutènement $m=0.85$.

A : largeur maximal des matériaux roulants, $A = 1.00m$.

n : largeur de passage de personnels plus la largeur d'une rigole de drainage, pour assurer l'écoulement de l'eau et les condition normales de transport $n=1.35m$.

$A . N$

$$BM = 0.85 + 1.00 + 1.35 = 3.20m.$$

- **Hauteur de l'excavation = $2.65m^2$**

- ✓ **La section** : $S_n = [(3.20 + 2.20) / 2] * 2.65 = 7.2m^2$

III.7.2. Cheminées

Les cheminées auront un avec à triple objectif :

- ✓ Réalisation de l'aérage.
- ✓ Passage de personnel.
- ✓ Ecoulement de minerai.

C'est pourquoi qu'il existe plusieurs types de cheminée, des cheminées à :

- ❖ un seul compartiment : circulation du personnel ou pour le minerai

- ❖ deux compartiments : un pour le minerai et l'autre pour le personnel
- ❖ trois compartiments : un pour le minerai, un pour le personnel et le troisième pour le transport du matériel.

Dans notre cas la cheminée n'est utilisée que pour et l'aéragé, et le passage de personnel ; elle sera alors à un seul compartiment .D'une façon général la forme est rectangulaire de section de 3 m^2 avec les dimensions suivantes :

- ✓ Longueur : 2 m
- ✓ Largeur : 1,5 m

III.7.3. Entonnoirs

C'est une cheminée largement évasée vers le haut, servant au soutirage du minerai. Cette cheminée comporte une trémie dans le niveau de roulage.

L'entonnoir est de forme pyramide avec les dimensions de la base de pyramide est (2.1m*5m).

III.7.4. Niches

Tous les 100m il nécessaire de réaliser des niches de dimension $2*2*3 \text{ m}^3$ au niveau des galeries.ces niches sont:

- Des abris lors de tir de mine.
- Des abris pour installer des ventilateurs secondaires
- Zone de repos des mineurs.
- Stockage les outils de travail etc.

III.7.5. chambre

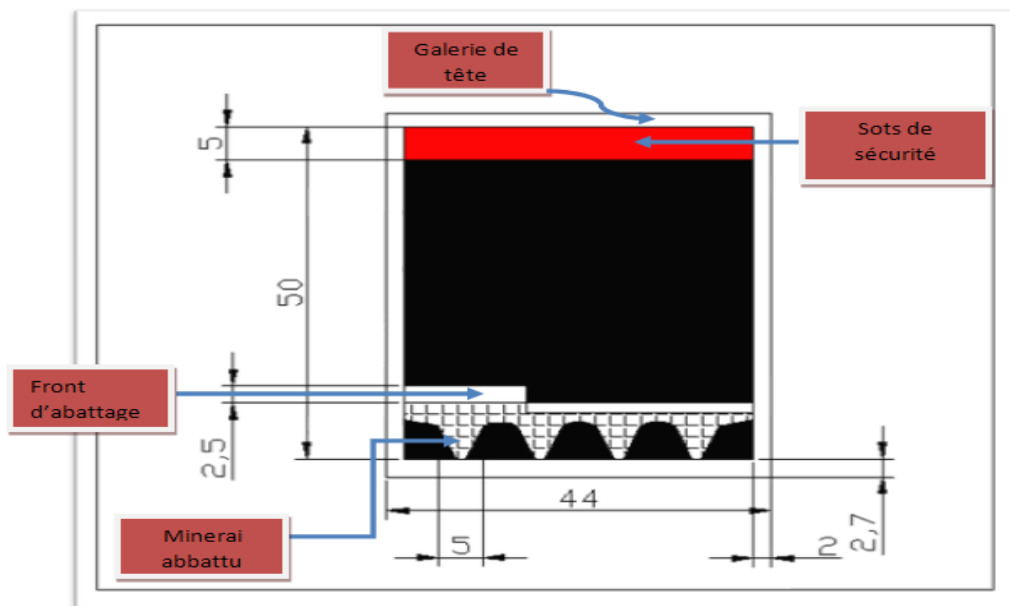


Figure III. 6 : dimension chambre magasin

III.8. Les travaux d'abattage

III.8.1. Introduction

L'abattage est le processus d'arrachement de la roche et sa réduction en morceau. Il s'effectue par la foration des trous de mine suivi du tir à l'explosif,

III.8.2. La foration

Le choix des machines et des installations de forage doit s'effectuer, en tenant compte de la dureté des roches, des dimensions de la zone de forage, de la longueur maximale des trous de mines.

La foration est réalisée à l'aide de marteaux perforateurs de type (montabret T-21 et T-18). La longueur du trou est de 1,6m pour les trous de bouchon et de 1,4m pour les autres trous d'abattage et trous de contour.

Les marteaux perforateurs fonctionnent à l'air comprimé alimenté par un compresseur.

↗ Caractéristique du marteau perforateur à main T21- Montabert :

- Poids : 21 kg.
- Consommation à sec : 2700 L/mm.
- Consommation avec injection –air normal : +300 L/mm.
- Consommation avec injection d'air à commande indépendante +650 L/mm.
- Fréquence de frappe : 3000 C/min.
- Vitesse de rotation : 280 t/min.

III.8.3. Le tir

On désigne sous le nom de substances explosives des composés définis ou des mélanges de corps capables, par des décompositions chimiques, de libérer en un temps très court leur énergie potentielle, cette libération s'accompagnant le plus souvent du dégagement d'un important volume de gaz, qui, portés à une température élevée, exercent, sur les éléments ambiants, une pression extrêmement forte.

Le choix de l'explosif dépend des propriétés physico-mécaniques des roches. Dans le cas de la mine Ain Mimoun, on utilise de l'explosif de type gélanit qui est très efficace, produit par l'ONEX. Ces caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III. 2 : Quantité d'explosifs utilisés pour chaque ouvrage.

	Volume (m)	Nature d'explosif	Consommation Kg/m	Consommation explosif (kg)	Section abattu m ²
Galerie	874,36	Gélanit Ø30	9	7869,24	7.2
cheminée	823,7	Gélanit Ø30	5.5	4530,35	3
total	1698,06	Gélanit Ø30	-	12399,59	-

Les principales caractéristiques de la Gélanit produite en Algérie sont:

- Résistance à l'eau : très bonne.
- Vitesse de détonation : 5700 à 6100 m/s.
- Densité : 1,45g/cm³.
- Essai Trauzl : 450g/10g.
- C.U.P : 1,35.
- R.W.S : 86%.

- Dimension des cartouches : 25 x 130 ; 30 x 120 ; 30 x 230.
- Poids correspondant : 100 ; 125 ; 250.
- Utilisation : abattage dans les travaux souterrains, explosif pour roches dures.

III.8.3.1. Les accessoires de tirs

Les accessoires de tir sont :

- **Détonateur électrique à retard** : retarde la détonation, suivant sa longueur ; il permet donc d'échelonner les explosions de différentes charges par rapport à la première, ce qui est très utile pour obtenir un tir efficace.
- **La mise à feu** : Une ligne de tir va du chantier jusqu'au poste de tir ; cette ligne doit être convenablement installée et isolée pour éviter les fuites de courant électrique qui pourraient être à l'origine de ratés. Il est bon, avant la mise à feu, de vérifier la résistance électrique de la ligne au moyen d'un ohmmètre de tir.

III.8.3.2. Plan de tir des différents ouvrages

Le schéma du plan de tir varie d'une zone à une autre; et d'un front à un autre selon les caractéristiques des roches. Par conséquence, le nombre des trous n'est pas fixe, ainsi que la consommation d'explosif correspondante. Mais généralement le plan du tir sera selon la fonction Galerie /cheminée.

- Trous de bouchon : se sont les trous les plus proches du centre du front, leurs nombre varie entre 3 et 6. Ce sont les premiers qui sont amorcés pour créer une surface libre pour les trous suivants :
- Trous d'abattage : Entre 4 et 8 trous, ces trous suivent et entourent les trous de bouchon, leurs amorçage vient juste après l'amorçage des trous de bouchon
- Trous de contour : les trous qui sont forés à la périphérie du front ; se sont les derniers qui sont amorcés.

↗ **Plan de tir d'une galerie (Figure III.7):**

Tableau III. 3 : caractéristiques du plan de tir d'une galerie.

Trous	Numéro du trou	Longueur du trou (m)	Longueur chargée (m)	Quantité d'explosif d'un trou (kg)	Quantité d'explosif des trous (kg)
Bouchon	1, 2, 3,4	1.6	0.69	0.75	3.00
Abattage	5, 6,7, 8	1.4	0.46	0.50	2.00
contour	9,10...,16	1.4	0.23	0.25	4.00
total	16 trous	4.4	1.38	1.50	9.00

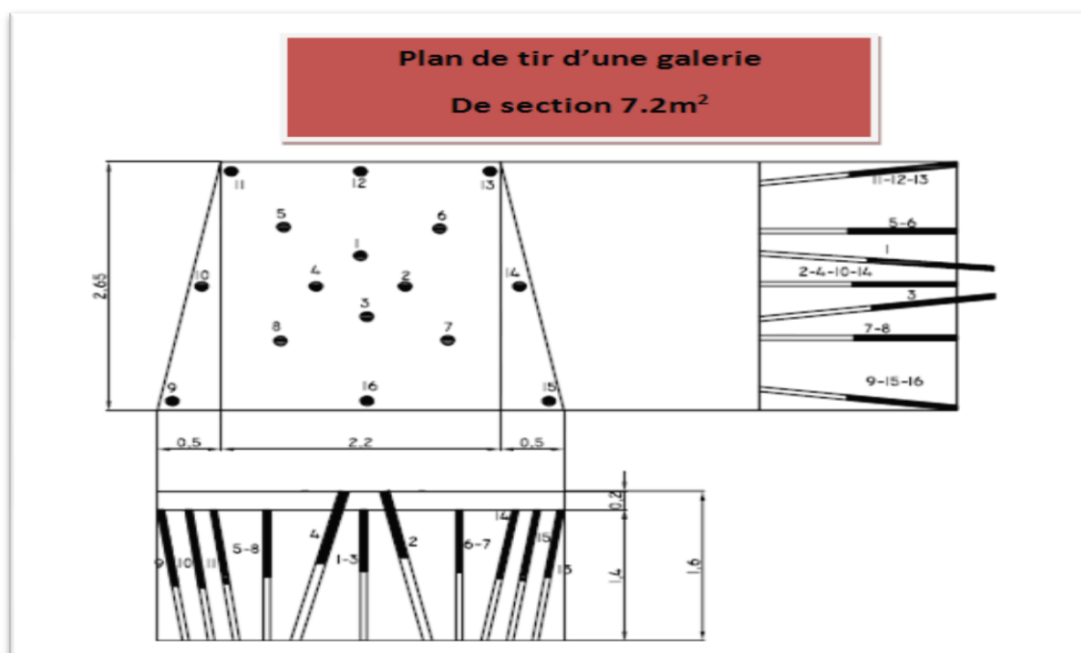


Figure III. 7 : plan de tir d'une galerie

↪ **Plan de tir d'une cheminée (Figure III.9) :**

Tableau III. 4 : caractéristiques du plan de tir d'une cheminée

trous	Numéro du trou	Longueur du trou (m)	Longueur chargée (m)	Quantité d'explosif d'un trou (kg)	Quantité d'explosif des trous (kg)
Bouchon	1, 2, 3,4	1.6	0.69	0.75	3.00
Abattage	5,6	1.4	0.46	0.50	1.00
contour	7,8,...,12	1.4	0.23	0.25	1.50
total	12 trous	4.4	1.38	1.50	5.50

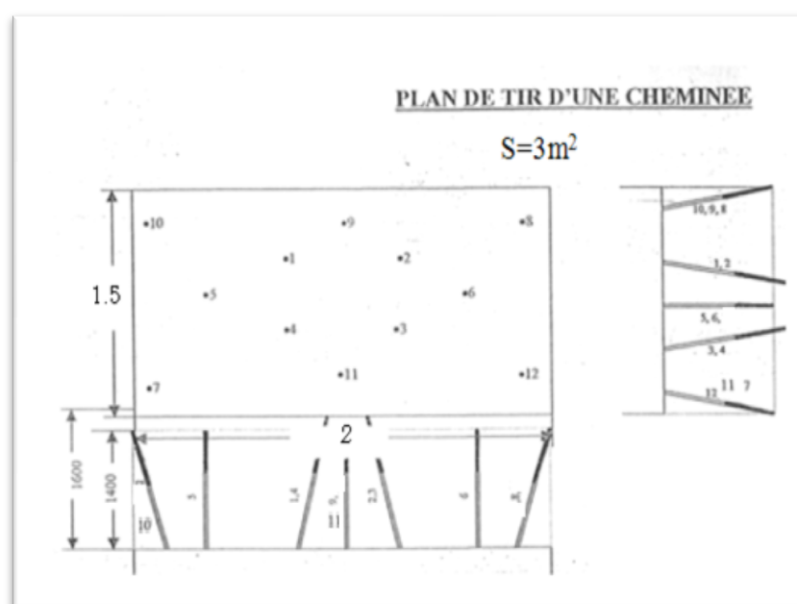


Figure III. 8 : plan de tir cheminée

↪ **Schéma de foration dans la chambre**

Le schéma de tir dans la chambre ne contient pas les trous de bouchons, et la disposition des trous n'est pas inclinée, les raisons de ces modifications sont du fait que le front d'abattage contient deux surfaces libres.

Les éléments de front d'abattage sont :

- ✓ La hauteur de front ($H=2.5\text{m}$) : parmi tout les facteurs de rendement du chantier, l'exploitation à plusieurs tranches.
- ✓ Epaisseur du front ($E =$ selon l'épaisseur du filon).

III.8.3.3. Bourrage

Pour une meilleure efficacité de la charge explosive les sables (0-3) seront utilisés pour boucher les trous de mine comme montre la figure.

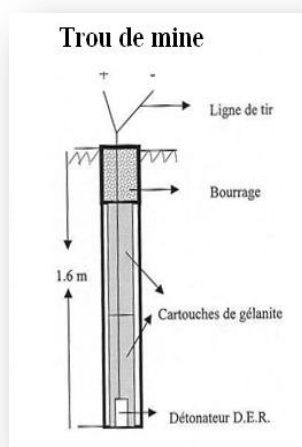


Figure III. 9 : trou de mine

III.8.3.4. Volume abattu:

Suivant la destination de l'ouvrage, le volume abattu par tir pour chaque ouvrage est :

- **galerie principale** $7,2\text{m}^2 \times 1,4\text{m} \times \text{coefficient de foisonnement}(1,4) = 14,11\text{m}^3$
- **cheminée** : $3\text{m}^2 \times 1,4\text{m} \times \text{coefficient de foisonnement}(1,4) = 8,4\text{m}^3$
- **galerie de sous niveau** : $4,0\text{m}^2 \times 1,4\text{m} \times \text{coefficient de foisonnement}(1,4) = 7,84\text{m}^3$

III.9. Travaux de Chargement et d'évacuation

Le choix du type de machine de chargement et d'évacuation des roches abattues dépend de plusieurs facteurs à savoir :

- les dimensions de l'excavation.
- Rendement de la machine.

- Propriétés physico-mécaniques des roches.
- Type d'énergie utilisé par la machine.

III.9.1. Chargement

L'évacuation des déblais se compose d'une série d'opérations, chargement des roches abattues, roulage des wagons chargés et vides et leur échange.

On peut subdiviser l'opération de chargement en deux types selon les travaux effectués :

III.9.1.1. Chargement dans les galeries en creusement

Dans le cas de chargement du minerai dans la galerie de roulage, s'effectue par des pelles chargeuses sur rail.

III.9.1.2. Le soutirage (Entonnoirs)

Il est réalisé à partir des trémies des chambres ; la durée de chargement d'un train de trois wagons (de 1 tonne de charge utile) est de 10 mn.

Au jour, le chargement du tout venant s'effectue par une pelle chargeuse sur pneus.

III.9.2. Transport dans la mine

Vu la disposition des filons par rapport à l'usine de traitement, le mode de transport au jour est assuré par deux camions à benne d'une capacité 18 T.

L'évacuation du minerai et des déblais du fond vers l'aire de stockage ou vers les terrils se fait par les wagonnets de capacité de 2 tonnes tractés par un locotracteur qui ramène ces wagonnets à l'extérieur. Le tout venant est mis dans des camions de 18 tonnes de capacité à l'aide d'une pelle chargeuse de godet de 1,5 m³ puis transporté vers l'installation de traitement.



Figure III. 10 : Wagons tirés par un locotracteur

III.10. Décomposition des travaux miniers

III.10.1 La durée de l'exploitation

La durée d'exploitation de ce filon dépendra de :

- ❖ La quantité des réserves exploitables (241243 tonnes).
- ❖ La durée des travaux d'ouverture dans les roches stériles pour atteindre la zone minéralisée. et des travaux préparatoire des chambres.
- ❖ Du nombre de chantiers et de poste projetés pour atteindre la production projetée (40000t/an).

Considérations :

- l'épaisseur de filon est moyenne 2.5m.
- la densité de minerai est 3.8 t/m^3 .
- Le stot de sécurité est 2m pour le niveau 1875, et 5m pour les niveaux (1825, 1800).

- L'entonnoir est de forme pyramide avec les dimensions de la base de pyramide est (2.1m*5m).
- L'avancement dans les chantiers est de 1.4m.

- **Nombre de jours ouvrables :**

$$N_{JO} = N_{JA} - N_{JR} - N_{jF}, j / \text{an}$$

$$N_{JA} : \text{Nombre de jours durant l'année} = 365 \text{ J / an}$$

$$N_{JR} : \text{Nombre de jours de repos} = 104 \text{ J / an}$$

$$N_{jF} : \text{Nombre de jours fériés} = 11 \text{ J / an}$$

$$N_{JO} = 365 - 104 - 11 = 250 \text{ j / an}$$

- Temps de réalisation des travaux préparatoires = tonnage / rendement du chantier.
- Tonnage dans les galeries = section de galerie(7,2)*longueur de galerie*densité de minerai (3.8).
- Tonnage dans les cheminées = 3m^2 *hauteur de cheminées*3.8.
- Tonnage de chambre = la section de la chambre *2.1*3.8.

III.10.1.1. Niveau 1875

- ✓ **Les travaux préparatoires**

Tableau III. 5 : Extraction du minerai dans les travaux préparatoire niveau1875.

		Longueur (m)	Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
galerie		280	7660.8	200
cheminées	N1	10	114	7
	N2	20	228	14
	N3	30	342	22
	N4	40	456	28
	N5	50	570	36
	N6	60	228	43
	N7	60	228	43
total		-	9826.8	-

✓ **L'extraction des chambres**

Tableau III. 6 : Extraction du minerai dans les chambres niveau1875.

chambre	Section (m ²)	Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
C1	-	-	-
C2	520	4149.6	149
C3	920	7585.6	263
C4	1320	10533.6	377
C5	1720	13725.6	491
C6	1720	12725.6	491
total	-	48720	-

Les six chambres seront exploitées dans un délai compris entre 149 jours (C2) et 491 jours (C6).

III.10.1.2. Niveau 1825.

✓ **Les travaux préparatoires**

Tableau III. 7 : Extraction du minerai dans les travaux préparatoire niveau1825.

		Longueur (m)	Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
galerie		370	10123.2	264
cheminées	N1	15	171	11
	N2	31	353.4	22
	N3	48	547.2	34
	6*N	300	3420	213
total		-	14614.8	-

✓ **L'extraction des chambres****Tableau III. 8 :** Extraction du minerai dans les chambres niveau1825.

chambres	Section (m²)	Tonnages (tonnes)	Temps de réalisation (jour)
C1	-	-	-
C2	840	6703.2	240
C3	1520	12129.6	434
6*C	9600	76608	2743
Total	-	95440.8	-

Les huit chambres seront exploitées dans un délai compris entre 240 jours (C2) et 457 jours pour les six dernières chambres.

III.10.1.3. Niveau 1800 :✓ **Les travaux préparatoires****Tableau III. 9 :** Extraction du minerai dans les travaux préparatoire niveau1800.

	Longueur (m)	Tonnages (tonnes)	Temps de réalisation (jour)
galerie	210	5745.6	150
cheminées	5*25	1425	89
total	-	7170.6	-

✓ **L'extraction des chambres****Tableau III. 10 :** Extraction du minerai dans les chambres niveau1800.

chambres	Section (m²)	Tonnages (tonnes)	Temps de réalisation (jour)
4*C	2400	19152	686

Les quatre chambres seront exploitées dans un délai de 686 jours soit de 172 jours/chambre.

III.10.1.4. Résultats globaux

- **Réserves exploitable:**241243tonnes.

- **Tonnages à extraire** :194925 tonnes.
- **La durée de vie d'exploitation du filon**5 ans.

III.11. Planning de réalisation des travaux

Ce planning est très important, pour pouvoir alimenter une station de traitement qui demande 160t/jour .C'est une contrainte à prendre en considération pour extraire au minimum ce tonnage de manière régulière.

Pour une bonne décomposition des travaux miniers, il faut tenir compte d'une étude économique sur les moyens engagée sur le terrain.

Pour cela on adapte le planning d'exploitation comme suivant:

- Le travail doit être effectué dans 3 chantiers par jour.
- le nombre de poste est 2 postes.
- Deux niveaux à exploiter en même temps (niveaux1875-1825).

On constate que l'orsque la mine est en état de préparation, la production généralement est faible, et la dernière année l'extraction n'a pas atteint l'objectif. Ce qui montre que l'exploitation d'un autre filon est nécessaire

La décomposition des travaux miniers est comme suivant :

- un chantier pour les travaux préparatoires.
- Les deux autres chantiers en extraction dans les chambres.

III.12. Pertes de minerai

Ces pertes sont utilisées pour garantir la stabilité des ouvrages de roulage, et aération de la mine de façon régulière.

Ces pertes sont due d'une part aux Stot de sécurité et d'autre part des Pertes dues aux entonnoirs = 54163 tonnes comme suivant :

III.12.1. Pertes dues au Stot de sécurité

- Perte stot de sécurité niveau 1875 est 2783 tonnes.
- Perte stot de sécurité niveau1825 est 17575 tonnes.
- Perte stot de sécurité niveau1800 est 8740 tonnes.
- soit un total est de 29098 tonnes.

III.12.2. Pertes dues aux entonnoirs

Pertes au niveau des entonnoirs sont suivantes :

-Niveau 1875 = 8354tonnes.

-Niveau1825 = 11139tonnes.

-Niveau1800 =5569 tonnes.

Sur un total est de 25064,64 tonnes.

III.12.3. Pertes de baryte lors de l'exploitation dans les chambres

Ce taux de perte est estimé à 5%.

III.12.4. Salissage (dilution)

Ce sont des pertes de minerai qualitatif qui viennent s'ajouter aux pertes quantitatives, elle représente la diminution de la teneur du minerai abattu par rapport au minerai en place. Cette perte qualitative s'exprime par un taux de dilution (T)

$$\text{Taux de dilution} = (\acute{L}-L)/L*100$$

Ou :

- L : c'est la teneur en minerai en place
- \acute{L} : : c'est la teneur en minerai extrait (abattu)

On a enregistré aussi que durant les processus d'abattage dans le filon N°4 a le taux de salissage est minime et n'influe pas sur la qualité du Tout-venant de Baryte extraite ; Ce taux de salissage varie de 5 % à10 %.

III.13. Cyclogramme des opérations pour un fonctionnement à 2 postes (tableau suivant)

III.13.1. Organisation des travaux d'exploitation

Sur six chambres en activité

- Au premier poste :
 - Trois chambres (1, 2,3) seront en foration/tir.
 - Trois chambres (4,5 ,6) seront en chargement.
- Au deuxième poste :

- Trois chambres (4,5 ,6) seront en foration/tir.
- Trois chambres (1, 2,3) seront en chargement.

L'organisation des travaux d'exploitation est synthétisée dans le cyclogramme suivant :

Tableau III. 11 : Cyclogramme des opérations:

	Opération	1 ^{er} Poste	2 ^{er} poste
Chambre 1	Foration	████████████████████	
	Tir		████████
	Chargement		████████████████
	Roulage		████████████████████
chambre 2	Foration	████████████████████	
	Tir		████████
	Chargement		████████████████
	Roulage		████████████████████
chambre 3	Foration	████████████████████	
	Tir		████████
	Chargement		████████████████
	Roulage		████████████████████
Chambre4	Foration		████████████████████
	Tir		████████
	Chargement	████████████████	
	Roulage	████████████████████	
Chambre5	Foration		████████████████████
	Tir		████████
	Chargement	████████████████	
	Roulage	████████████████████	
Chambre6	Foration		████████████████████
	Tir		████████
	Chargement	████████████████	
	Roulage	████████████████████	

-Pour que cette organisation soit possible il est nécessaire, disposer de ventilation secondaire pour aérer le chantier après le tir.

-les travaux d'entretiens et la mise en place du boisage, pose des voies de roulage des galeries ce fait en parallèle avec les travaux de foration.

- Il faut que la mine dispose d'un dépôt d'explosifs dans le site de la mine.

III.14. Moyens matériels

III.14.1. Compresseurs

La mine dispose de 2 compresseurs de 25 à 30m³/mn installés dans le filon 4.

En raison de l'ouverture d'un nouveau filon il est nécessaire d'acquérir de deux autres compresseurs, de la même capacité.

III.14.2. Traction

La traction est assurée par deux locotracteurs diesel en service dans le filon 4,

- la durée aller retour du roulage est en moyenne de 20mn.
- Le tonnage des trois wagons est 1 tonnes.
- La durée de poste est 8heures.
- Le tonnage à transporter par poste est de 80t/jour.
- Deux niveaux à exploiter en même temps, le premier niveau à deux chantiers donc il faut extraire 53.33t/jour, ce qu'il faut un locotracteur à sept wagons ; et l'autre niveau un seul chantier à 26.66t/jour, il faut un locotracteur à quatre wagon.

III.14.3. Marteaux perforateurs

La durée de foration d'un chantier de section 2mx2m est 2heures, pour un nombre de chantier de 3 il est nécessaire d'acquérir 3 à 4marteaux perforateurs.

III.14.4. Pelle chargeuses

La mine doit disposer d'une pelle chargeuse sur rail ou sur pneu pour l'avancement en travers bancs.

Les besoins selon le planning d'exploitation sont de deux pelles chargeuses.

III.14.5. Camions

Le transport du minerai vers l'usine est effectué à l'aide de camion, la durée d'un aller retour d'un camion est de 1 heure. Il faut 2 camions de 15 tonnes pour transporter 160 tonnes par jour.

III.14.6. Rails et accessoires

Pour une longueur de travers bancs et de roulage de 461mètres il est utile de prévoir une acquisition de 1000 mètres de rail effectuée graduellement entre 2011 et 2015 selon le planning d'exploitation.

III.14.7. Ventilateurs électriques

La mine dispose de 3 ventilateurs électriques de puissance 15 kW.

Ces ventilateurs ne sont pas en service en raison de l'absence de l'énergie électrique dans les filons, il est recommandé d'acquérir un groupe électrogène de 100kva.

III.14.8. Pompes

Il n'est pas prévu de pompage du fait en prévoie l'installation d'une pompe pour l'évacuation des eaux dans la période hivernale.

Tableau III. 12 : Équipement nécessaire:

Equipements fond	Nombre
Groupe électrogène	2
compresseurs	2
Locotracteur	2
wagon	15
Pelle chargeuses	2
Marteaux perforateurs	3 à 4
Rails(m)	1000
Pompe	1
ventilateurs	2
Equipements jour	Nombre
Camions	2
Pelle chargeuses	1

-Il est nécessaire acquisition des équipements supplémentaire afin chaque pannes en peut continuer à extraire de minerai.

III.15. L'effectif

L'effectif global nécessaire dépend du programme des travaux à réaliser, et sera mis en place progressivement.

Des besoins de certains profils seront nécessaires pour faire face au développement de la production. il s'agit essentiellement des profils suivants :

- Mineurs.
- Bout de feux.

- Conducteurs locotracteurs.
- Compresseuriste.

L'effectif est estimé à 45 agents à l'unité d'Ain Mimoun pour la production annuelle de 40000 tonnes, réparti comme suit :

Tableau III. 13 : le nombre d'effectifs

Effectif	Nombre
Chef de quartier	1
Chef de poste	4
Mineur/ Boutefeuf	6
Aide mineur	6
Conducteur -locotracteur	4
-pelle chargeuse sur rail	2
Manœuvre	5
boiseur	2
Aide boiseur	2
compresseuriste	2
Mécanicien d'entretien	2
Conducteur -camion	4
-pelle chargeuse	2
Ingénieur mineur, géologue, et topo	3
Total	45

*Chapitre VI: Fonction
complémentaire aérage,
soutènement, éclairage, traitement et
hygiène et sécurité*

IV.1. Introduction

Ce troisième chapitre traite des fonctions complémentaires à l'activité d'exploitation ; à savoir :

- L'aérage
- L'éclairage
- L'exhaure
- Le soutènement
- Le traitement du minerai
- hygiène et sécurité

IV.2. Aération

IV.2.1. Introduction

La ventilation des mines souterraines, ou aérage, concerne l'ensemble des procédés et de moyens utilisés pour renouveler l'air intérieur des chantiers et autres ouvrages souterrains par l'introduction de l'air neuf en remplacement de l'air vicié (ou pollué).

L'air est nécessaire pour trois raisons principales:

- pour approvisionner en oxygène pour respirer
- Pour évacuer la chaleur
- Pour diluer et éliminer les poussières et les gaz

Dans une mine peu profonde l'écoulement de l'air se réalise de deux manières :

- Aérage naturel.
- Aérage artificiel.

IV.2.2 Aérage naturel

La ventilation Naturelle est l'écoulement d'air résultant de la différence de pression causée par des facteurs naturels suivant :

- **Température**

Différences de températures, force naturelle qui peut maintenir un débit d'air substantiel.

- **Densité de l'air**

Différence de densités d'air entre la galerie et les cheminées (entrée /sortie).

L'humidité joue un rôle important dans l'augmentation de densité de l'air.

IV.2.2.1. Direction de l'aération naturelle :

La direction de l'AN dépend de la densité qui est fonction de la t° au jour (en surface).

L'aéragé naturel va du point chaud vers le point froid. Comme la température au fond est pratiquement constante on aura généralement un aéragé montant en hiver et descendant en été.



Figure IV. 1 : Direction d'aéragé

IV.2.2.2. Les paramètres de l'aération naturel

Les différents paramètres d'une aération naturelle sont :

- Pression de Ventilation Naturelle (PVN)
- résistance de la mine R.
- la quantité d'air naturel Q.

Le calcul est basé sur la longueur des galeries et la dernière cheminée.

a. Pression de Ventilation Naturelle (PVN)

- **PVN en fonction DENSITE**

- La pression exercée par une colonne de fluide (air) est donnée par : $P = d.g.H$
 PVN étant la ddp entre le haut et le fond du cheminée elle est calculée par

$$PVN = d_f.g.H - d_e.g.H = H.g(d_f - d_e)$$

PVN: Pression de Ventilation Naturelle, kPa

H: profondeur de la cheminée

D_f ;d_e: densités d'air au fond au sommet de la cheminée, kg/m³

- **PVN en fonction de la température (d=f(t°)).**

$$PVN = \frac{gHB}{287.1} \left(\frac{T_e - T_f}{T_e T_f} \right) \times 10^3$$

- g= accélération de pesanteur 9.81m²/s.
- H= la longueur de cheminée en m.
- T_e,T_f= températures moyenne entrée et le fond en kelvin(273,15 + C°).
- B= pression barométrique en (kpa).
-

b. La résistance de la mine R.

$$R = K.C.(L+L_e)/A^3$$

Ou :

- **K :** coefficient de friction qui est fonction des frottements entre l'air et les parois
- **C :** périmètre en m.
- **L :** longueur galerie et de cheminée.
- **L_e :** longueur équivalent.
- **A :** section m².

c. La quantité d'air naturel Q

$$PVN = R * Q^2$$

-pour une meilleure distribution de l'air des régulateurs (porte d'aéragé) seront mis en place au niveau des galeries et cheminée.

IV.2.3. Aéragé artificiel

-Après les travaux de tir, il est nécessaire d'aérer le chantier pour que les ouvriers travaillent dans les conditions normales.

-Lors du creusement des excavations horizontales, on utilise dans la mine ce mode d'aéragé et plus précisément l'aéragé soufflant ou aspirant.

-Pour éviter le mélange de l'air frais avec de l'air vicié, on installe au milieu des galeries de jonction une des portes d'aérage.

Dans le cas d'Ain Mimoun l'aérage artificiel viens de compléter de l'aérage naturel. L'aérage artificiel comporte :

- un aérage principal.
- un aérage secondaire

IV.2.3.1 Ventilation auxiliaire

La ventilation auxiliaire est réalisée à l'aide de ventilateurs auxiliaires et un système de conduits d'air.

Elle est utilisée dans le cas de l'avancement dans les galeries (cul de sac), et lors du tir qui va diluer les gaz nocifs, aspirer l'humidité due au tir, et refroidir l'air afin que les ouvriers reprennent les travaux de chargement.

IV.2.3.2 types de ventilation auxiliaire :

a. Système soufflant

L'air frais est soufflé par des conduits d'aérage droit vers le front de taille. L'air vicié est refoulé en arrière à travers la galerie.

b. Système aspirant

L'air est aspiré du front puis expulsé vers le circuit d'air principale de la mine.

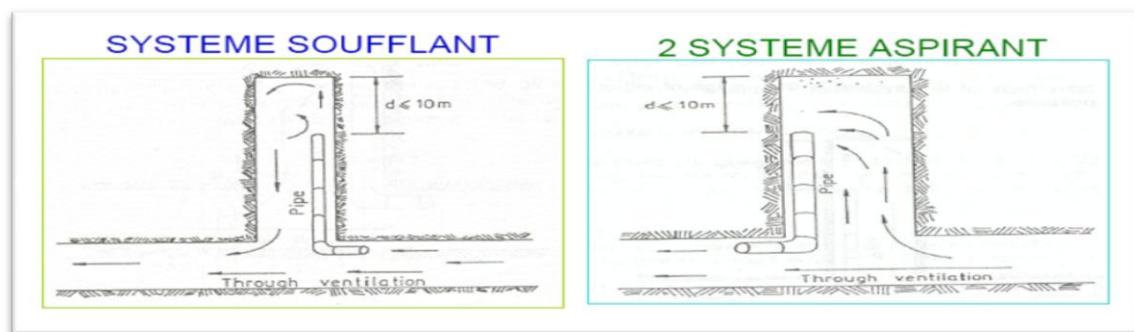


Figure IV. 2 : système de ventilation auxiliaire.

c. Combinaison de systèmes soufflant et aspirant

Pour une meilleure aération en va combiner les deux systèmes soufflant et aspirant.

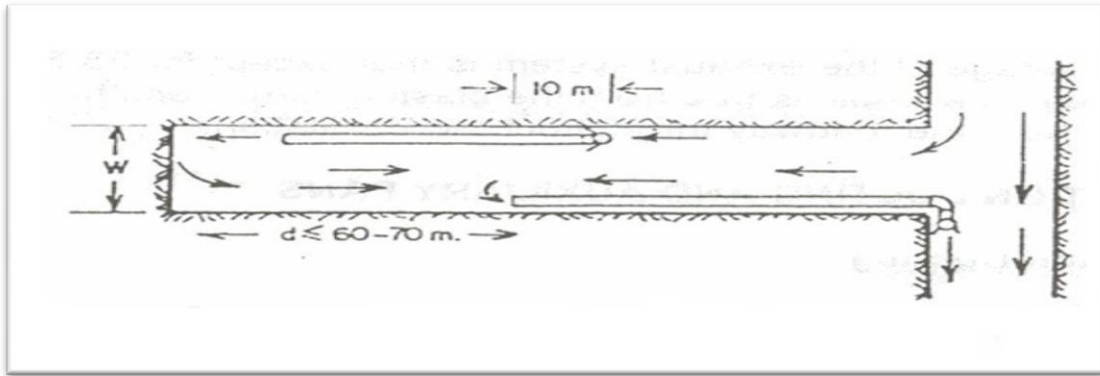


Figure IV. 3 : systèmes soufflant et aspirant

IV.2.3.3. Les conduits de ventilation auxiliaire (pipe)

Les pipes peuvent être fabriquées en:

- bois
- textile
- Matière synthétique

Dans les ventilations auxiliaires existent des pertes non négligeables peuvent exister qui sont dues à la forme géométrique des pipes ainsi qu'à l'état de leurs parois internes.

Un coude ou un tournant dans un système de pipes augmentera la résistance de celui-ci d'autant plus que son angle est plus aigu.

IV.2.4. Calcul des besoins en air dans la mine

Il existe plusieurs facteurs à prendre en compte pour déterminer la quantité d'air frais nécessaire à la mine. Les facteurs dominants sont :

- Selon le nombre d'ouvriers se trouvant au fond

$$Q1 = q \times n \times K \quad [m^3 / mn]$$

q : quantité d'air frais nécessaire pour un ouvrier dans notre chantier elle est égale à 6 m³

n : nombre d'ouvriers maximum au chantier qui est limité à 6 ouvriers

K : coefficient de sécurité : K = 1,2 – 1,3

$$Q1 = 46,8 \text{ m}^3/mn$$

- Selon la consommation de l'explosif

$$Q2 = 2.33/tv \cdot (Q \times S^2 \cdot L \times b \cdot Kn)^{1/2} \quad [m^3/min]$$

tv : Temps de ventilation 30mn

Q_{ex} : Quantité d'explosif totale utilisé pendant un cycle de creusement (9 kg).

S : Section de l'excavation : 7,2 m²

L_{ex} : Longueur de l'excavation : 200 m

b : Volume de gaz dégagé lors de l'explosion de 1,0 kg d'explosif $b = 40$ (l / kg).

K_n : Coefficient tenant compte de la saturation de l'air $K_n = 0,6$.

$$Q_2 = 2.33/30 * \sqrt{11.5 \times (7.2) \times (7.2) \times 200 \times 2 \times 40 \times 0.6}$$

$$= 64,48 \text{ m}^3/\text{min}$$

Après vérification de la quantité d'air maximale il faut choisir le type de ventilateur.

$$Q_2 = 64,48 \text{ m}^3/\text{min}$$

-L'acquisition d'un ventilateur secondaire est indispensable, pour l'organisation de deux tirs par jour, la durée de l'aéragé est de 30mn.

- **Selon les engins diesel**

$$Q_3 = N \cdot g \text{ [m}^3/\text{min]}$$

N : Le nombre total des engins diesel :(1 locotracteur par niveau à 114 CV) ;

g : La norme de consommation d'aéragé par un engin, pour 1 CV : $g = 5$ m³/min.

$$Q_3 = (1 \times 114) \times 5 = 570 \text{ m}^3/\text{min}.$$

-L'aération de la mine d'Ain Mimoun est obtenu par :

- L'aéragé naturel pour les travaux de foration et chargement, qui nécessite un débit de 10,28 m³/s.
- L'aéragé à l'aide d'un ventilateur l'or de tir.

La ventilation naturelle ne permet pas a elle seule d'atteindre de manière permanente les débits nécessaires pour toutes les opérations (foration, tir, chargement, transport). L'aéragé artificiel doit être établi par des ventilateurs électriques auxiliaires.

-Pour une meilleure distribution de l'air à travers les travaux en installe des régulateurs (porte d'aéragé) au niveau des galeries.

IV.3. Energie utilisée dans la mine

L'énergie utilisée dans mine d'Ain Mimoun est :

- Energie carburant pour les engins de transports (camions, locotracteurs, véhicule) et pour compresseurs.
- Air comprimé qui est alimenté par des compresseurs qui sont placés à l'entrée des galeries principales de chaque filon. Les compresseurs alimentent les chantiers en air comprimé par l'intermédiaire des conduites d'air dont le diamètre de la conduite qui varie de 60mm – 100 mm.
- L'énergie électrique est absent dans l'exploitation des filons. L'éclairage est obtenu au moyen de lampes individuelles à accumulateurs et des lampes au chapeau.

IV.4. Exhaure

L'infiltration d'eau est faible. De légers venues d'eau de l'ordre de 100m³/jour à 200m³/jour lors des périodes de pluie sont enregistrées.

Les mesures nécessaires qui convient de prendre sont:

- Exécuter le creusement des galeries principales avec un léger pendage (3° à 4°) vers le jour pour éviter les inondations.
- Aménage des rigoles au niveau des ouvrages ;
- Bien protéger les orifices des cheminées au jour contre les intempéries.

IV.5. Soutènement

IV.5.1. Introduction

Lors du creusement des galeries, la stabilité de celle-ci est un élément clé en termes de sécurité, une rupture pouvant mettre simultanément en danger le personnel travaillant ainsi que les personnes et les biens situés en surface. Il est donc primordial d'assurer un état des ouvrages temporairement stable, tout en conservant des conditions et un coût d'exécution acceptables.

Le soutènement qui vas assurée la stabilité des ouvrages, à condition il doit être opportun, stable et avoir la forme correspondant aux conditions du gite des roches et à la forme choisie de section de l'ouvrage.

Les mineurs doivent surveiller la solidité de leur chantier et de ses abords immédiats pendant tout le cours de travail, et spécialement au début de la fin du post ou après le tir.

Renforcement du soutènement dans les zones ou le soutènement à été détérioré.

IV.5.2. Caractéristique de soutènement

Le soutènement tient compte de plusieurs caractéristiques telle que :

- La destination : soutènement provisoire ou définitif.
- Le type des matériaux utilisés : soutènement en bois, métallique, en béton.
- La fonction : soutènement d'appui, de consolidation,.....etc.
- La forme de la section transversale : rectangulaire, elliptique, polygonal
- Le caractère de contact avec la roche : avec adhésion ou sans adhésion.
- La disposition autour du contour de la galerie : soutènement complet, incomplet ou au plafond.
- La caractéristique de déformation, soutènement rigide, compressible, élastique.

IV.5.3. Les différents types de soutènement

IV.5.3.1. Soutènement par boulons

Le boulonnage consiste à introduire dans les épontes d'une galerie des tiges d'acier renforçant les roches qui ceinturent les vides souterrains évitant ainsi la chute des blocs, le rôle de ces tiges est assez semblable en général à celui de certaines armatures d'acier noyées dans le béton (étriers).

Elle permet de renforcer un noyau de sol au toit, augmentant sa résistance globale au cisaillement et diminuant sa déformabilité.

Le boulonnage à trois fonctions suivantes, il peut :

- suspendre à un terrain réputé sain, une épaisseur de terrain superficielle instable.
- réaliser un confinement de la roche, qui permet au terrain de se supporter lui-même par l'effet du frottement interne et de dilatation des roches lors de leur rupture.
- réaliser une armature dans les terrains stratifiés ou fracturés en constituant une poutre ou une voûte dans les terrains en limitant les déplacements.

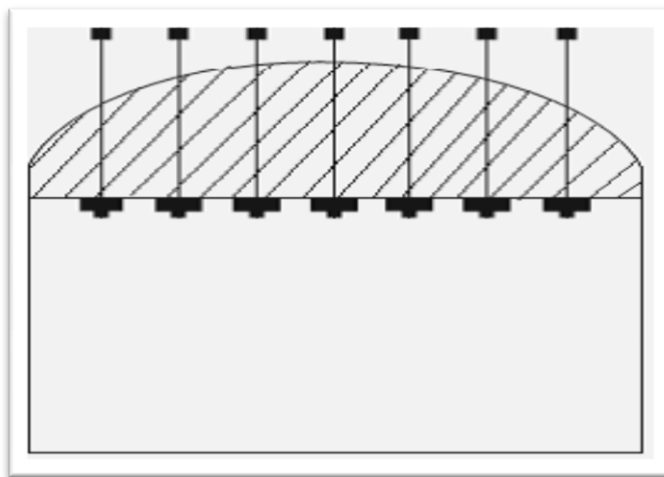


Figure IV. 4 : Boulonnage de suspension

IV.5.3.2. Soutènement en bois (boisage)

Le soutènement par bois est le plus couramment employé dans les petites mines, en distingue les inconvénients et les avantages suivant :

Inconvénients :

- Altération : provient surtout des champignons dont le développement est favorisé par le fort taux d'humidité que l'on trouve en général dans les mines souterraines.
- Inflammable

Avantage :

- La particularité intéressante du comportement des bois : la rupture est annoncée par des craquements, ce qui constitue un signe avertisseur de danger.
- Le bois possède une très bonne résistance mécanique.

IV.5.3.3. Soutènement métallique

Le soutènement métallique peut être installé sous forme de cadres ou se forme de cintre, qui est composé de deux à trois parties réunis formant une ossature très rigide.

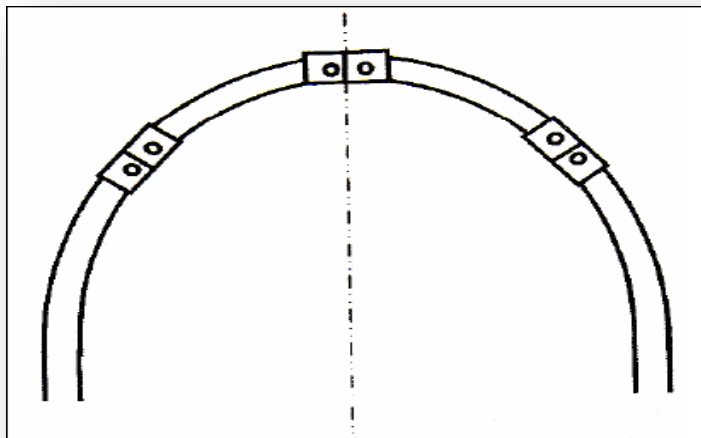


Figure IV. 5 : Cintre métallique.

Les cintres constituent une ossature en forme d'arc disposé selon la section transversal de l'excavation d'un travers bans.

IV.5.3.4. Soutènement en béton

On emploie chaque fois que l'on désire un soutènement jointif lisse ou étanche, ou un soutènement de très haute résistance mécanique, par exemple dans les endroits suivants :

- Recette et contour du puits ;
- Galerie d'exhaure ;
- Zone faillées, fissures aquifères ;
- Zone à très forte pression ou à très fortes profondeurs.

Le soutènement en béton est généralement utilisé au niveau des ouvrages dont la durée de vie correspond à celle de la mine.

IV.5.4. Soutènement à Ain Mimoun

Le choix de soutènement dépend de plusieurs facteurs :

- ✓ **Aptitude à soutenir une charge** : Charge maximale de rupture
- ✓ **Durée de vie**
- ✓ **Coût**
- ✓ **Types de terrain** : Roches modérément dures, massifs rocheux pas trop fracturés.

Le soutènement de la galerie principale se fait par boisage car le bois est assez solide, résistant et souple comme indiqué sur la **figure IV.6**.

La longueur des poutres utilisées pour le soutènement est de 2,5 à 3m et le diamètre 15 à 30cm. Les piles sont consolidées par crampons métalliques et soigneusement coincées.

Les cheminées sont boisées en cadre complets, avec une fixation d'une échelle métallique pour la circulation du personnel.



Figure IV. 6 : Soutènement par boisage des galeries à Ain Mimoun.

IV.6 .Traitement

IV.6.1. Introduction

Le minerai est transporté vers la station de traitement afin de le rendre conforme aux exigences du secteur pétrolier.

Le procédé de traitement du minerai barytine de la mine d'Ain – Mimoun est basé sur le principe suivant :

- Concassage.
- Jiguage.
- Séchage.
- Broyage.
- Ensachage et conditionnement.

IV.6.2. Station de concassage et enrichissement

IV.6.2.1. Concassage primaire

Le minerai stocké sur une aire de stockage des tout – venant est repris une pelle chargeuse qui le déversait dans une trémie réceptrice installée au dessus du concasseur primaire une grille de protection pour ne laisser passer que les blocs inférieurs à 250 mm, le concasseur primaire à mâchoire est alimenté par un vibro-alimentateur situé au fond de la trémie réceptrice qui permettait d’avoir une alimentation constante et régulière.

Les produits obtenus après fragmentation ont une dimension inférieure à 70 mm, la capacité du concasseur primaire est de 20T/H.

IV.6.2.2. Criblage

Le minerai de granulométrie inférieur à 70mm est acheminé à l’aide d’une bande transporteuse sur un crible vibrant muni d’une toile tissée à mailles carrée de 25mm d’ouverture.

IV.6.2.3. Concassage secondaire :

Le refus du crible passe dans un concasseur à mâchoire (II) après fragmentation la charge retourne avec le minerai sortie concasseur primaire sur le crible.

IV.6.2.4. Concassage tertiaire:

Le passé du crible dont la granulométrie est inférieur à 25mm à l’aide d’une bande transporteuse est diverse dans un concasseur à cylindre lissé .Le minerai est réduit à une granulométrie inférieure à 15mm, le produit ainsi concassé, à l’aide d’une bande transporteuse est cheminé vers une trémie intermédiaire de 35 m³. Cette dernière permet, d’une part d’avoir une autonomie de fonctionnement pour le jig de 3 à 4 heures et d’autre part d’avoir une alimentation contrôlée et constante au niveau de la section jiguage.

IV.6.2 .5. Jiguage

Le minerai concassé inférieur à 15mm stocké dans la trémie alimente le jig qui consiste à enrichir le produit par la séparation des particules légère par voie humide et dont le rendement dépend de la qualité du minerai concassé, de sa granulométrie et du rapport solide / liquide qui doit être de 1/2à1/3. Après la séparation gravimétrique deux produits sont obtenus :

- Une fraction lourde dite : concentré.
- Une fraction légère dite : stérile.

La fraction lourde (concentré de Baryte) est l'intermédiaire d'une goulotte est diverse dans un vis sans fin, cette dernière assure la remonté du concentré en contenu tout en laissant s'écouler l'eau le concentré ainsi évacuer par le classificateurs avec humidité avoisinent les 20 – 25% est à l'aide d'une bonde » transporteuse est mis sur une aire de stockage, pour lui permettre de s'égoutter d'avantage, il est stocké à l'air libre la capacité du jig est de 10 T/ heure.

La fraction légère (stérile) est par gravité à l'aide d'une goulette est évacuée sur une aire de stockage. Après égouttage, il est repris à l'aide d'une pelle chargeuse pour être stocké dans une trémie à proximité de sécheur.

-La capacité nominale de l'usine est conditionnée par le concentré issu de l'atelier de jiguage qui est environ de 10 Tonnes /Heure.

Pour les besoins en eau du jigagel'usine est alimentée en eau claire par un sondage situé à quelques Kilomètre en amont de l'usine. Cette eau qui arrive à l'usine par gravité est stockée dans un bassin qui alimente le jig.

IV.6.4. STATION SECHAGE ET BROYAGE

La station est divisée en 03 groupes.

- séchage
- broyage
- mise en sacs séparés par 2 trémies de stockage, l'une pour le produit brut, l'autre pour le produit fini.

IV.6.4.1. Séchage

Un séchoir rotatif est alimenté en minerai (concentré) par un distributeur est une bande transporteuse.

Après cette opération le taux de l'humidité est de 1% Max. Le produit séché par l'intermédiaire d'un élévateur sera stocké dans la trémie de produit brut.

IV.6.4.2. Broyage

Le broyeur est alimenté par la trémie de produit brut, puis broyé jusqu'à une finesse de 3% Max. refus de la classe 74µm. Le produit broyé est acheminé vers la trémie de produit fini.

IV.6.4.3. Ensachage et conditionnement :

- Le produit fini marchand est ensaché dans des sacs de 50 Kgs sur palettes de 02 tonnes houssées et cerclées et conditionnées dans des Big – Bag de 1,5 tonne.
- Un contrôle est effectué par prélèvement sur chaque lot de 20 tonnes, les résultats sont consignés sur le registre journalier de production de produit fini.

IV.7. Hygiène et Sécurité

L'hygiène et la sécurité forment un ensemble de mesure à prendre à tous les niveaux afin de sauvegarder la santé des travailleurs et le bon état des engins d'ouvrage, en prévenant les incidents et les accidents de travail.

- **Lute contre la poussière lors de la foration :**

Pour la protection des ouvriers exposés aux risques d'empoussierage lors des travaux de foration on utilise la foration à l'eau. A cet effet on utilise des réservoirs sur chassis du wagon alimentant le marteau en eau. Cette alimentation est provoquée par l'air comprimé provenant du compresseur. Dans le cas où les conditions ne sont pas favorables pour l'exécution de la foration à l'eau, les ouvriers utilisent des masques individuels.

- **Prévention contre les explosifs ratés et les gaz**

Les travaux de tir doivent être effectués au moins une demi- heure avant la fin du poste pour permettre le soufflage des gaz et poussières provoqué par l'explosif

- **Prévention des accidents dus aux éboulements du toit des ouvrages miniers**

Au cours du creusement, tous les ouvrages miniers sont soutenus et ceci suivant les conditions du minerai et des roches encaissantes. Leur état est contrôlé quotidiennement. Un examen soigné du toit de chaque ouvrage est effectué avant le début des travaux.

- **Prévention de la chute du personnel et des objets dans les ouvrages miniers**

Les cheminées sont dotées de compartiments de circulation du personnel.ces dernières seront munis d'échelle métallique sur tout leur hauteur

- **Les équipements de sécurité individuelle**

Tout le personnel exerçant au font devront être dotés d'équipements de sécurité individuelle et notamment:

- Combinaison.
- casque anti-choc.
- masque anti-gaz.

- masque anti-poussière.
- Souliers ou bottes de sécurité.
- **Moyens de lutte contre l'incendie (extincteur).**

Des extincteurs individuels seront placés à l'entrée de la galerie et tout les 100m dans les galeries.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le sujet que nous avons abordé dans ce travail a traité des principales phases de l'exploitation souterraine du filon n°10, de son ouverture jusqu'au transport du minerai à l'usine en passant par l'exploitation et l'extraction.

C'est ainsi que quatre chapitres ont été développés :

Le premier chapitre a été consacré à la présentation générale de la société SOMIBAR et la baryte.

Dans le deuxième chapitre concernant la géologie, nous avons montré que :

- Le gisement en question est un champ filonien formé de 34 filons dont le filon qui nous intéresse qui est le filon n°10 qui est lui d'âge crétacé supérieur.
- Le filon n°10 est un filon exploitable avec des réserves d'exploitation de 241243 tonnes.
- Le filon n° 10 est subdivisé en deux parties (filon 10 et filon apophyse).

Dans le troisième chapitre ayant traité à l'exploitation les principaux points abordés sont:

- Le choix et la méthode « chambre magasin » parmi l'ensemble des méthodes d'exploitation, eu égard à ses avantages.
- La conception de l'ouverture du filon n° 10 par trois galeries à partir du jour.
- La définition des dimensions des différents ouvrages miniers.
- La détermination de la durée de vie de ce filon (5 ans) avec une organisation 2 postes par jour et six fronts d'abattage.
- L'évaluation des pertes totales de minerai (54163 tonnes) dues aux Stots de sécurité et des Pertes due aux entonnoirs.

Dans le dernier chapitre nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

- profiter de l'aérage naturel et cela par le creusement de cheminées, sans toute fois oublier la nécessité de placer des ventilateurs secondaires pour certaines phases de notre travail notamment durant l'abattage.
- Utiliser le soutènement en bois vu son efficacité de garantir la sécurité des ouvrages.

Et pour finir nous avons conclu à partir du travail fait que le filon n° 10 est facilement exploitable avec la méthode par chambres magasins. Il est recommandé, cependant de mettre en place une installation électrique pour pouvoir réaliser l'aération à chaque fin de postes.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **V.VIDAL** 1983:

« Exploitation des mines tome 2 ».

[2] **V.VIDAL** 1985:

« Exploitation des mines tome 3 ».

[3] **B.BOKY** 1968:

« Exploitation des mines ».

[4] **JACQUES FINE**1998:

« Le soutènement des galeries minières ».

[5] **Générale des mines** 2001:

« Étude technique-économique de Ain Mimoun ».

[6] **E.N.O.F** 2003:

« Plan d'exploitation Ain Mimoun ».

[7] **E.N.O.F** 2010:

« Plan d'exploitation Ain Mimoun ».

A rectangular box with rounded corners, filled with a light-colored marbled pattern. The word "Annexes" is centered within the box in a bold, italicized serif font.

Annexes

Figure : Coupe de sondage des profils I

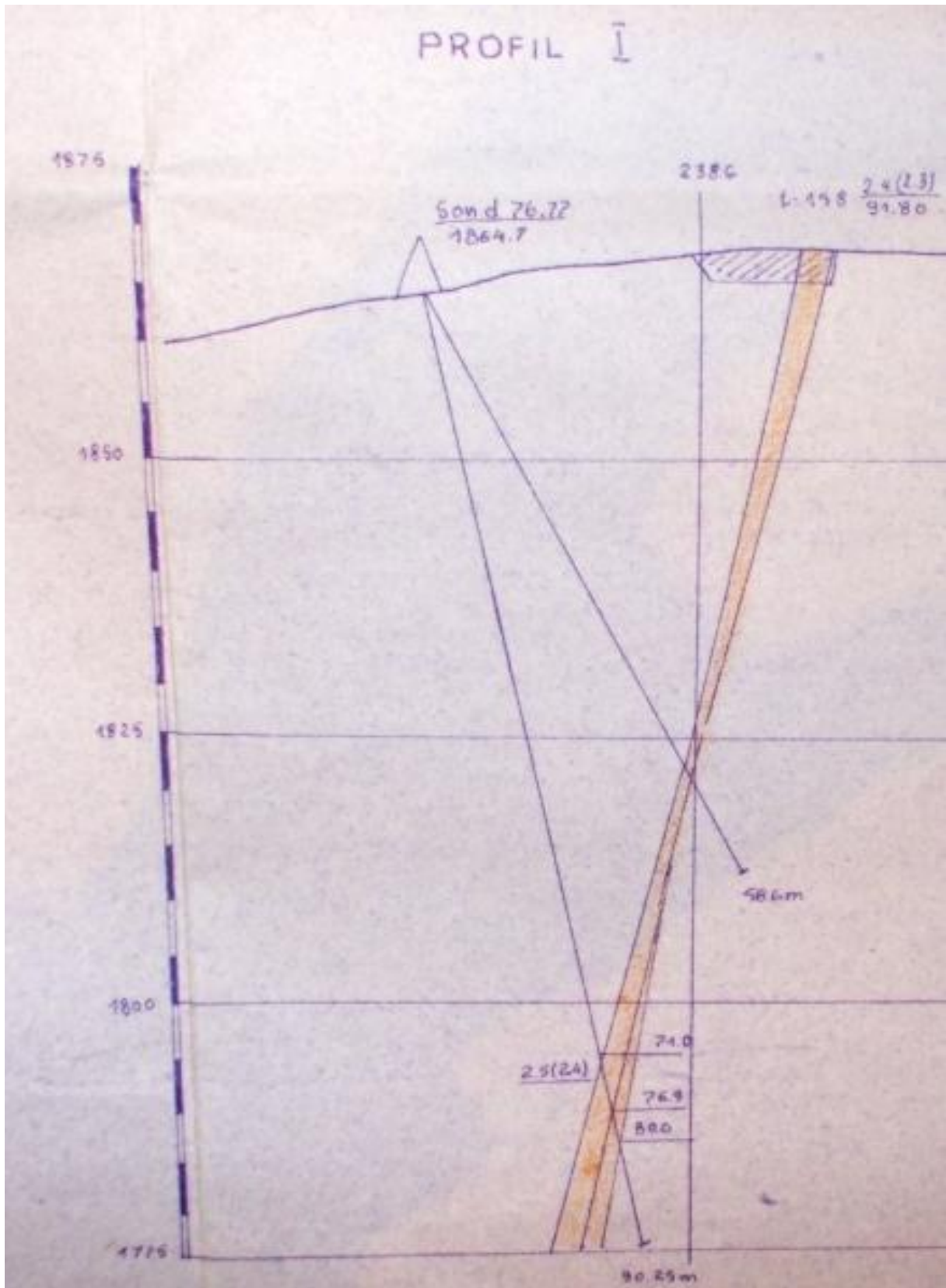


Figure : Coupe de sondage des profils II

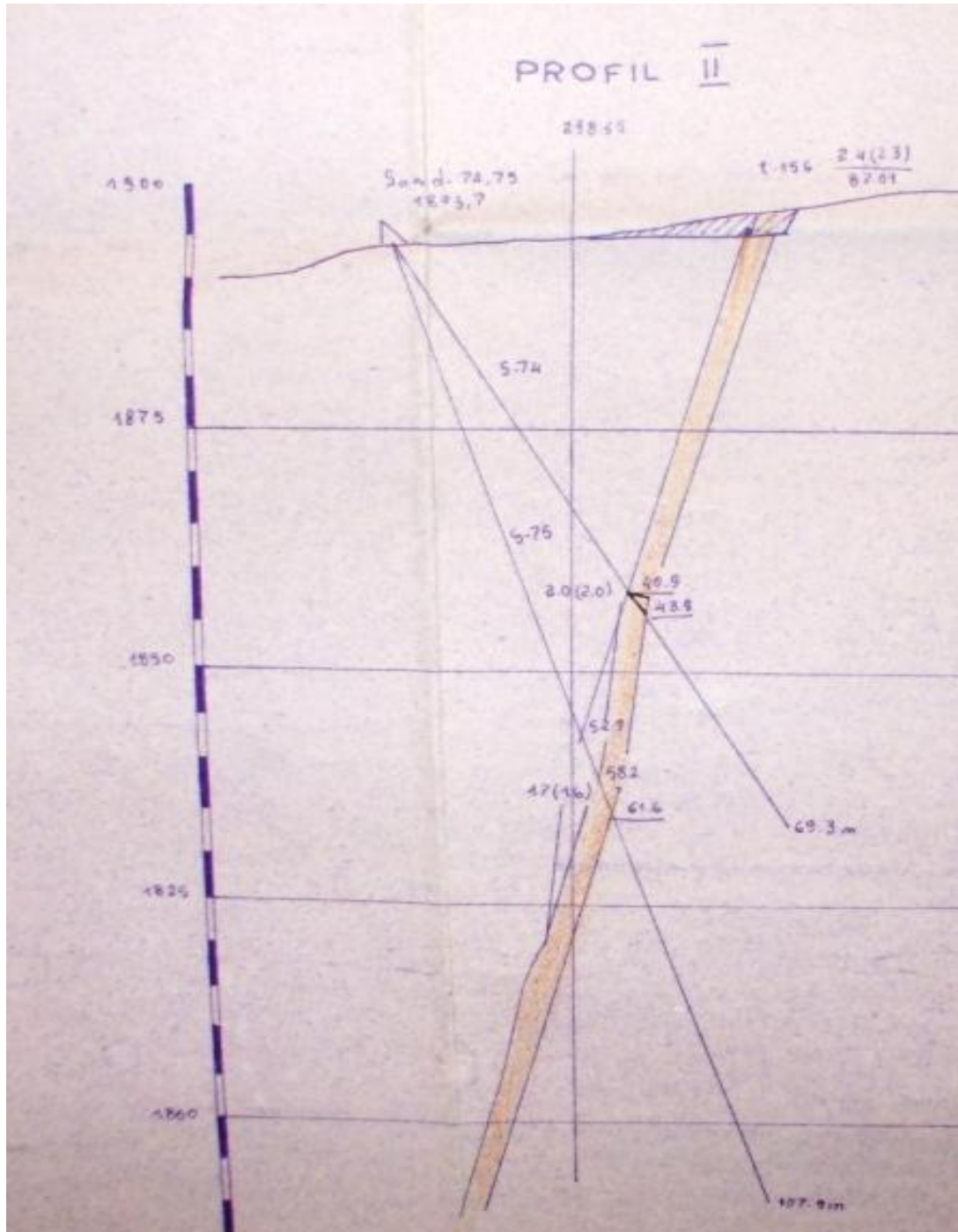


Figure : Coupe de sondage des profils III

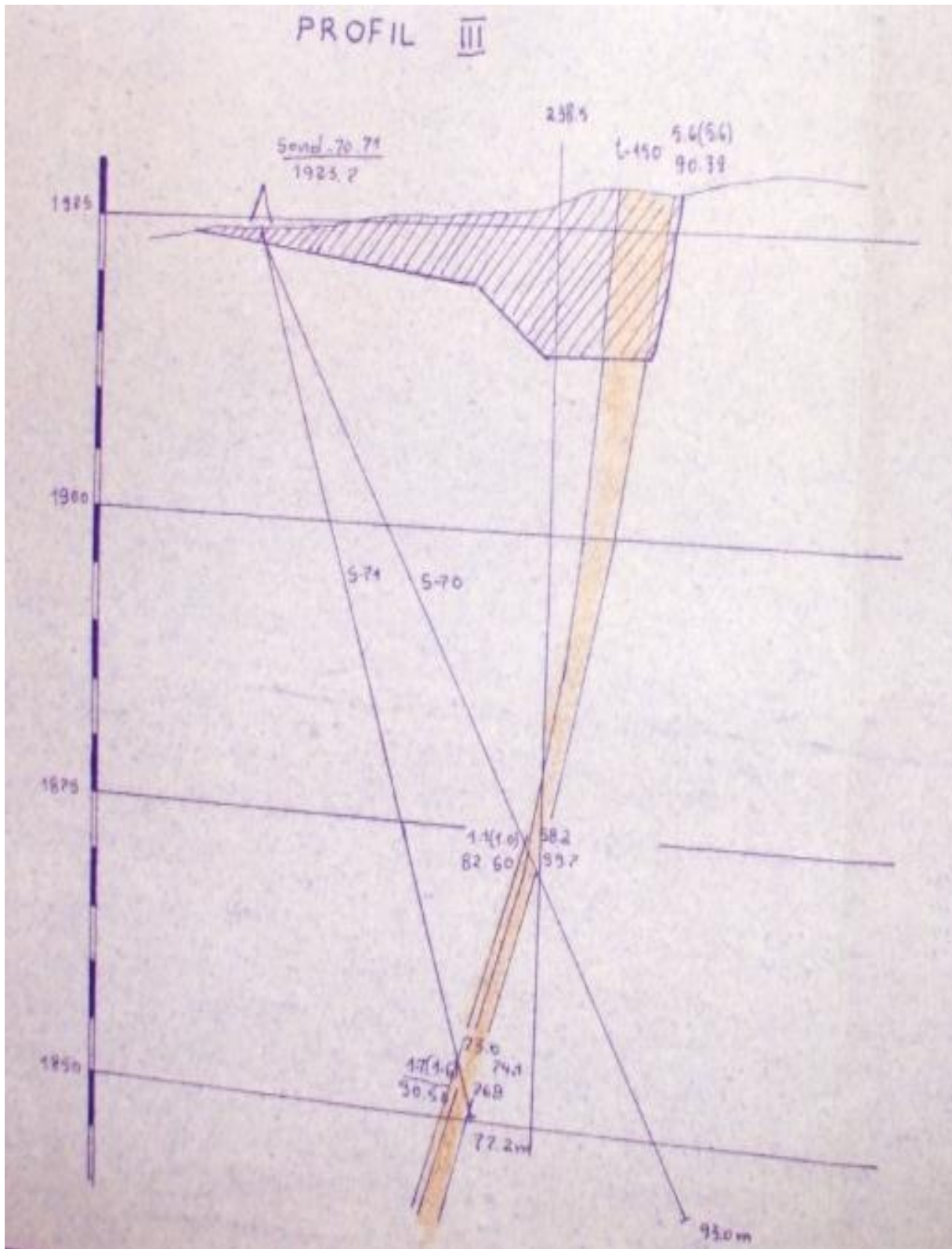


Figure : Coupe de sondage des profils IV

