

*REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique*

*ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département Génie Minier*

*Projet de fin d'étude
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat En
Génie Minier*

*Projection d'une capacité de production de baryte TV de
80 000T avec une combinaison d'une exploitation souterraine
et une exploitation à ciel ouvert à la mine d'Aïn Mimoun*

Proposé par :

ENOF

Réalisé par :

*BOUKHACHBA Abdellah
BOUCHAHDA Abdelkader*

Encadré par :

Mr. HASBELLAOUI Mustapha

2012

Remerciement

Nous voudrions avant d'entamer la présentation de ce mémoire remercier DIEU tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage d'établir ce travail.

Nous adressons également nos vifs remerciements à tous ceux et celles, de près ou de loin, qui nous ont aidé à élaborer ce mémoire.

Notre gratitude va plus particulièrement à :

Notre promoteur Mr. HASBELLAOUI car ces appréciations et remarques ont été précieuses pour mener à terme ce travail.

Ainsi que l'ensemble des enseignants qui nous ont suivis durant notre cycle d'étude, plus spécialement ceux du département Génie Minier.

Nos respects aux membres du jury : Dr. A.AIT YAHATENE et Dr. OULD HAMOU Malek qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents pour leur compréhension, sacrifice, patience leur soutien
et encouragements, sans eux je n'aurai pas pu arriver à ce stade ;*

Mes très chers frères Bachir, Abdelhamid, iddris.mohamed, karim,

Et ma chère sœur naaima

*Mon père et ma mère, mes tantes: Karima, Nadia, Meriem et et toute ma
famille;*

*Tous mes amis de l'école nationale polytechnique qui ont contribué à rendre
ces cinq dernières années, qui m'aident et me soutiennent au quotidien, à ma
promotion, et tous ceux qui me connaissent et je connais...*

Boukhechba abdellah

Dédicaces

A mes parents qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de me soutenir. Je leur dois tout.

A mes frères et à mes sœurs

A toute ma famille A tous mes ami(e)s ; Redouane, Krimo,

Yassine, Chahma, Hmida Brahim, Halim , Hamza, Werth,

Salah, Djamel Abdellah, Hakim Et Moulkhaire ;

A tous ceux qui m'ont encouragé, soutenu, et aidé de près ou de loin. A tous ceux pour qui je compte et qui comptent pour moi.....

Abdelkader

ملخص:

إن هذا المشروع الدراسي يأتي من أجل إدراك إنتاج البارييت الكائن في منطقة عين ميمون 80000 طن عن طريق التنسيق بين الاستغلال التحت الأرضي و الاستغلال على مستوى السطح. الاستغلال التحتي بطريقة المستويات التحتية المهذومة المستخدمة في العرق رقم 04 يستغل حاليا و العروق 10 و 11 . الاستغلال الفوقي للمنطقة السطحية الظاهرة للعروق 11 و النتأ 10 مع متغيرين للعمق 5 متر و 10 أمتار. الإنتاج الإجمالي المتوقع سنة 2013 هو 70000 طن و يصل 90000 طن سنة 2015 . الكلمات المفتاحية : استغلال، تحت أرضي، مستوى السطح ، المستويات التحتية المهذومة، النتأ، الظاهرة، العمق.

Résumé :

Ce projet d'étude vise à concevoir une production de la baryte d'Ain Mimoun de 80000 T de TV en combinaison d'une exploitation souterraine et l'exploitation à ciel ouvert.

La méthode d'exploitation souterraine et celle des sous niveaux abattus et sera mené dans le filon 4(actuellement exploité) et les filons 10 et 11.

L'exploitation à ciel ouvert a été conçu dans les affleurements des filons 11 et 10 apophyse avec deux variante de profondeur 5 m et 10 m.

La production globale projetée sera de 70 000 T en 2013 et attendra 90 000 T en 2015.

Mots clés : filon, exploitation, souterrain, ciel ouvert, sous niveaux abattus, affleuré, Apophyse, profondeur.

Abstract:

This draft study aims to conceiving a production of the barite of Ain Mimoun of 80000 T TV in combination of an underground working and the exploitation with open sky.

The method of exploitation underground and that of under cut down levels that will be carried out in the seam 4(currently exploited) and seams 10 and 11.

The exploitation with open sky was conceived in the outcrops of seams 11 and 10 apophyse with two variant of depth 5 m and 10 m.

The global product projected will be 70 000 T into 2013 and will await 90 000 T into 2015.

Key words: seam, exploitation, underground, open sky, cut down levels, outcrop, Apophyse, depth.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: Localisation géographique d'Aïn Mimoun

Figure I.2: Position des périmètres

Figure II.1: Situation des filons N°04, 10 & 10 apo et 11

Figure II.2 : Coupe Verticale de la Méthode des Chambres Magasins

Figure II.3 : Coupe Verticale de la Méthode Sous Niveaux Abattus (Chambre en Préparation)

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

Figure II.5 : Projection sur plan vertical des travaux de découpage filon n°11

Figure II.6: galerie au jour à Aïn Mimoun

Figure II.7: Dimensions de chambre dans la méthode sous niveau abattu

Figure II.8: plan de tir d'une galerie

Figure II.9: plan de tir d'une cheminée de deux compartiments

Figure II.10: plan de tir d'une cheminée d'un seul compartiment

Figure II.11: plan de tir d'une niche

Figure II.12: Bulldozer

Figure II.13: Présentation de la piste et les différentes parcelles sur la carte topographique

Figure II.14: représente une brise de roche

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1: Etat général des réserves de barytes par filon

Tableau I.2: état de réserves de groupe 1

Tableau I.3: Etat de réserves de groupe 2

Tableau II.1 : le nombre de cheminée avec sa longueur

Tableau II.2 : la variation de nombre de recoupe de niveau 1865 selon la hauteur

Tableau II.3 : la variation de niveau 1815 nombre de recoupe selon la hauteur

Tableau II.4 : le nombre de cheminée avec sa longueur de niveau 1915

Tableau II.5 : la variation de niveau 1915 nombre de recoupe selon la hauteur

Tableau II.6 : le nombre de cheminée avec sa longueur de niveau 1965

Tableau II.7 : la variation de niveau 1965 nombre de recoupe selon la hauteur

Tableau II.8: Quantité d'explosifs utilisés pour chaque ouvrage

Tableau II.9 : caractéristiques du plan de tir d'une galerie

Tableau II.10 : caractéristiques du plan de tir d'une cheminée, $s=4.5 \text{ m}^2$

Tableau II.11 : caractéristiques du plan de tir d'une cheminée, $s=3 \text{ m}^2$

Tableau II.12: caractéristiques du plan d'une niche, $s=4 \text{ m}^2$

Tableau II.13: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1865

Tableau II.14: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1865.

Tableau II.15: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1815.

Tableau II.16: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1815.

Tableau II.17: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1915

Tableau II.18: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1915

Tableau II.19: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1965

Tableau II.20: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1920

Tableau II.21: Avancement des travaux préparatoires durant 2013

Tableau II.22: représente l'extraction des chambres en 2013

Tableau II.23: avancement des travaux préparatoires durant l'année 2014

Tableau II.24: planning de production

Tableau II.25 : représente le nombre d'effectif

Tableau II.26: Équipement font nécessaire

Tableau II.27 :l'organisation de travail pendant une journée de 8h

Tableau II.28: représente les volumes de stérile à enlever par chaque parcelle

Tableau II.29 : représente les volumes de minerai à enlever par chaque parcelle

Tableau II.30:représente les équipements nécessaires pour assurer la production souhaitée

Tableau II.31 : Présente la prévision de la production à ciel ouvert

Tableau II.32: Répartition de l'effectif fond par structure et qualification professionnelle

Tableau III.1: Les capacités des installations

Tableau III.2: représente la production de TV avec baryte finie

Tableau III.3: Evolution de la production prévisionnelle

Table Des Matières

Introduction générale	1
<u>CHAPITRE I: Géologie et Minéralisation de L'unité de Ain Mimoun</u>	
I.1. Présentation de l'entreprise.....	2
I.1.1. Groupe enof	2
I.1.2. Unites de la filiale somibar.....	2
I.2. Présentation de la mine de baryte d'Aïn Mimoun	3
I.2.1. situation de la mine	3
I.2.2. paramètres essentiels de la mine	3
I.2.3. Titres miniers détenus par la mine d'Ain Mimoun.....	4
I.3. besoins en baryte et utilisation	6
I.3.1. utilisations	6
I.3.2. besoins	6
I.4. géologie du gisement	7
I.4.1. historique	7
I.4.2. stratigraphie	7
I.4.2.1. Crétacé	7
I.4.2.2. Néogène	8
I.4.2.3. Quaternaire	8
I.4.3. Tectonique	8
I.5. hydrographie	9
I.6. mode génétique de la minéralisation barytique	9
I.7. minéralisation	10
I.8. état des réserves du champ filonien d'ain mimoun	10
I.8.1. définition des catégories des réserves	10

I.8.2.Etat des réserves	11
-------------------------------	----

CHAPITRE II:EXPLOITATION

II.A. Exploitation souterraine	15
II.A.1. caractéristiques des filons du groupe 1	15
II.A.2. choix de la méthode d'exploitation	17
II.A.3. méthodes d'exploitation pouvant être appliquées à ain mimoun	17
II.A.4. projet d'exploitation.....	20
II.A.4.1. méthode d'exploitation retenue.....	20
II.A.4.2. travaux d'infrastructures	21
II.A.4.3. travaux préparatoires	24
II.A.4.3.1. Identification et quantifications des travaux préparatoires	24
II.A.4.3.2. Dimensionnements des ouvrages.....	28
II.A.4.3.2. Synthèse des Travaux préparatoires	30
II.A.4.4. Opérations minières dans les travaux préparatoires	30
II.A.4.4.1. Foration	30
II.A.4.4.2. Explosifs et accessoires de tir utilisés	31
II.A.4.4.3. Plan de tir des différents ouvrages	32
II.A.4.5. Volume abattu	37
II.A.4.6. Travaux de Chargement et transport:	37
II.A.5. Décomposition des travaux miniers	38
II.A.5.1. La durée de l'exploitation	38
II.A.5.2. Organisation des travaux	44
II.A.5.3. Planification de la production de 2013-2015	47
II.A.6. Moyens humains et matériels	47
II.B. Exploitation à ciel ouvert	50
II.B.1. Régime de fonctionnement de la carrière	51

II.B .2 Travaux de découverte	53
II.B .3 Traçage de la piste	55
II.B .3.1. Largeur de la piste	55
II.B .3.2. La pente de la piste	56
II.B .4. Abattage	57
II.B .4 Chargement et transport	59
II.B .4 .1. Chargement	59
II.B .4 .2. Transport	61
II.B .4. Evaluation des équipements	62
II.B .5. Planning de production à ciel ouvert	62
II.B .6. Effectif.....	63

**CHAPITRE III:FONCTIONS ANTERIEURES AERAGE SOUTENEMENT-
TRAITEMENT-HYGIENE ET SECURITE**

III.1 Soutènement	64
III.2 Aérage	64
III.2.1 Aérage naturel	65
III.2.2 Aérage artificiel	65
III.3 Technologie de traitement du minerai barytine d'ain mimoune	67
III.3.1Description des installations de traitement	67
III.3.1.1Station de concassage et jiguage	67
III.3.1.2 Station de séchage et broyage et conditionnement	68
III.3.2Capacite de l'usine	69
III.4 Hygiène et sécurité	71
Conclusion générale	72

Bibliographie.

Introduction Générale

Introduction Générale

En Algérie l'industrie minière dans le domaine des substances utiles a connu un développement depuis 2001 avec la promulgation de la nouvelle loi minière. Cependant ce développement a été orienté dans sa presque totalité vers l'exploitation de calcaire, en raison des investissements plus faibles que dans les autres substances (baryte, kaolin ...etc).

Ce faisant, la production de baryte n'a pas été développée, elle a même régressé. La production nationale de baryte qui est du seul fait du Groupe ENOF, ne dépasse guère aujourd'hui 35 000 tonnes de produit fini alors que la demande nationale du secteur pétrolier avoisine les 200 000 tonnes.

C'est pourquoi le Groupe ENOF a travers sa filiale SOMIBAR étudié les moyens à mettre en œuvre pour augmenter la production de Baryte.

La mine de Baryte d'Aïn Mimoun qui dispose des atouts nécessaires (réserves suffisantes, expérience du personnel) peut répondre à cette attente. Le sujet proposé « Proposition d'un projet d'exploitation pour atteindre une production de 80 000 T en combinant l'exploitation souterraine et l'exploitation à ciel ouvert » confirme cette attente. Dans ce cadre nous avons effectué un stage à la mine d'Aïn Mimoun de 15 jours dans la période du 5 avril au 20 avril 2012 pour recueillir les données nécessaires à l'élaboration de notre mémoire.

La présente étude, constitue une modeste contribution à la poursuite des travaux d'exploitation et d'extraction du minerai de baryte dans l'unité d'Ain Mimoun.

Notre mémoire est structuré comme suit :

- Un premier chapitre consacré à la géologie et la minéralisation du gisement et de ces Caractéristiques.
- Le deuxième chapitre après avoir arrêté la stratégie d'exploitation à adopter sera scindé en deux volets
 - Volet A qui sera à l'exploitation souterraine. Il sera examiné et étudié les meilleures techniques d'exploitation en décrivant quelques méthodes d'exploitation susceptibles d'être utilisées dans le projet d'une part. et faire une synthèse des travaux réalisés durant l'exploitation de filon 4. Les travaux de préparation et de développement sur les filons 4, 10 et 11 seront traités ainsi que les fonctions complémentaires (aéragé, soutènement, traitement du minerai et l'hygiène et sécurité).
 - Le volet B sera quant à lui consacré à l'exploitation à ciel ouvert sur les filons 11 et 10 apophyse.

Enfin une conclusion générale résumera les points forts et les points faibles de l'exploitation.

CHAPITRE I:
Géologie et Minéralisation de
L'unité d'Ain Mimoun

I.1. Présentation de l'entreprise

I.1.1. Groupe enof

Issue de la restructuration organique de la SONAREM, l'Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles (ENOF) a été créée par décret N°83-442 du 16/07/83 avec un patrimoine minier de 18 unités produisant une gamme variée de minerais. Son siège social est situé à El Harrach -ALGER.

Devant la diversification des produits miniers et dans un objectif de développement la société ENOF a subi une deuxième restructuration en 2001 avec la création de 6 filiales :

- SOMIBAR avec 3 unités de Baryte
- ALGRAN avec 10 unités d'agrégats
- BENTAL avec 2 unités de bentonite et de terres décolorantes
- DIATAL avec une seule unité de Kieselghr (diatomites)
- SOALKA avec deux unités de Kaolin avec 30% d'actions
- SOFELD (société d'étude Du Feldspath de Ain Barbar)
- Groupe de Non ferreux : constitué aujourd'hui par la mine de Kherzet Youcef

I.1.2. Unites de la filiale somibar

Les unités qui appartiennent à cette filiale sont les suivantes :

- Unité de production de Baryte de ²Boucaid (Tissemsilt).

Avec une capacité de 15 000 à 25 000 tonnes de baryte finie

- Unité de production d'Ain Mimoun (Khenchela) produisant 25000 T de baryte ($BaSO_4$) et 10 000 tonnes de Dolomie $CaMg(CO_3)_2$.
- Unité de Traitement de Mellal (Tlemcen) avec une capacité de traitement 20000Tonnes/par an. Elle est utilisée pour le traitement du carbonate de calcium $CaCO_3$
- Un gisement en maturation : Projet de développement du gisement de baryte de Draissa(Bechar).

I.2. Présentation de la mine de baryte d'ain mimoun

I.2.1. Situation de la mine

Le gisement d'Ain Mimoun est situé dans la wilaya de Khenchela à l'Est de l'Algérie. à 26km au SW du chef lieu de la wilaya de Khenchela dont il est lié administrativement et à 96km au SE de la wilaya de Batna.

I.2.2. Paramètres essentiels de la mine

L'unité de SOMIBAR Ain Mimoun à 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.

La production a été réalisée au départ par une exploitation à ciel ouvert sur les filons proches de l'usine avec un niveau de 30000 tonnes TV. Avec la restriction des réserves exploitables à ciel ouvert l'exploitation a été menée en souterrain avec des capacités de 20000 tonnes TV. 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.

Au cours de la même année, l'unité, dans l'objectif diversifier sa gamme de production, à lancé un nouveau produit en procédant au traitement et à la commercialisation de la dolomie (Ca Mg(CO)₂) destinée à l'industrie du verre. En 1999 l'unité a renforcé son laboratoire d'analyse par de nouveaux équipements de contrôle qualité.

La mine est organisée en plusieurs services de production et de soutien selon un organigramme présenté ci-après :

Le Chiffre d'affaire annuel de la mine est de 300 MDA avec un prix de vente de 19000 DA la tonne BaSO₄.

L'effectif de la mine est de 120 agents

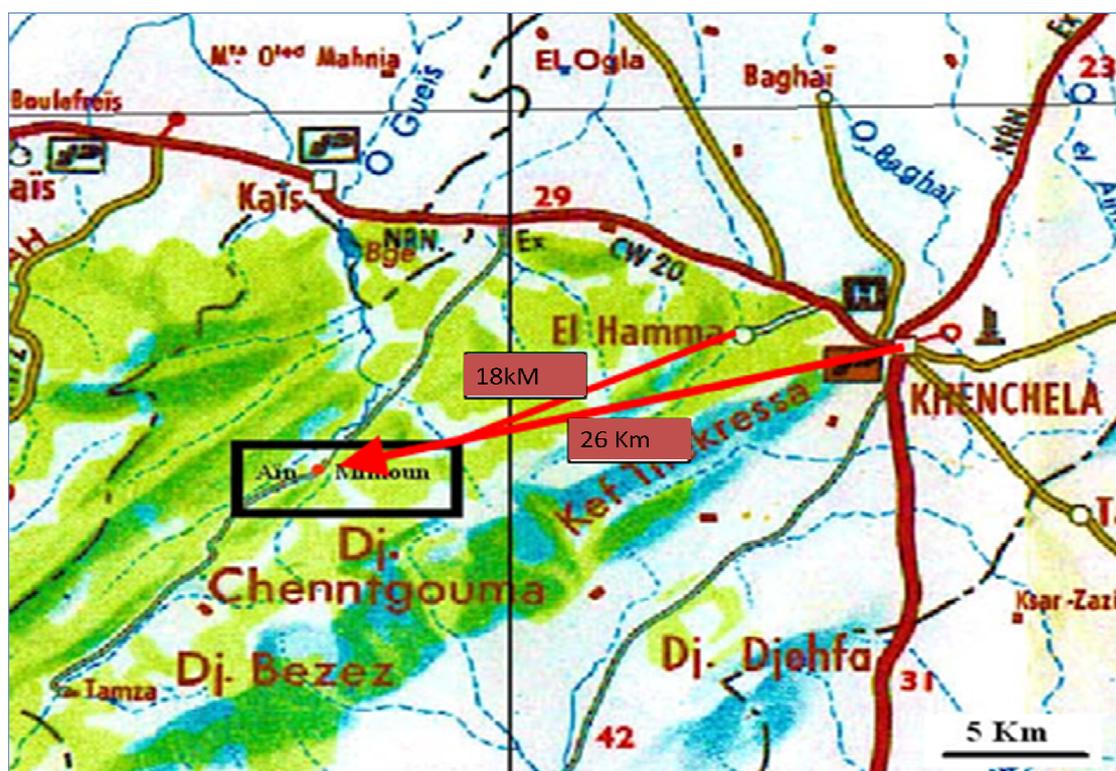


Figure I.1: Localisation géographique d'Aïn Mimoun

(Extrait carte touristique de l'Algérie).

I.2.3. Titres miniers détenus par la mine d'Aïn Mimoun

La mine détient deux titres miniers

- Permis N° 6182 P.M du 21 juin 2009 sur une superficie de 464 ha avec les coordonnées UTM suivantes :

Points	X	Y
1	316 400	3 917 700
2	316 400	3 917 000
3	316 800	3 917 000
4	316 800	3 915 400
5	317 500	3 915 400
6	317 500	3 914 600
7	316 400	3 914 600
8	316 400	3 915 300
9	315 100	3 915 300
10	315 100	3 917 700

- Permis N° 6183 P.M sur une superficie de 150 ha avec les coordonnées UTM suivantes

Points	X	Y
1	320 000	3 920 200
2	320 000	3 919 900
2	321 100	3 919 900
4	321 100	3 919 100
5	319 600	3 919 100
6	319 600	3 919 600
7	319 300	3 919 600
8	319 300	3 920 200

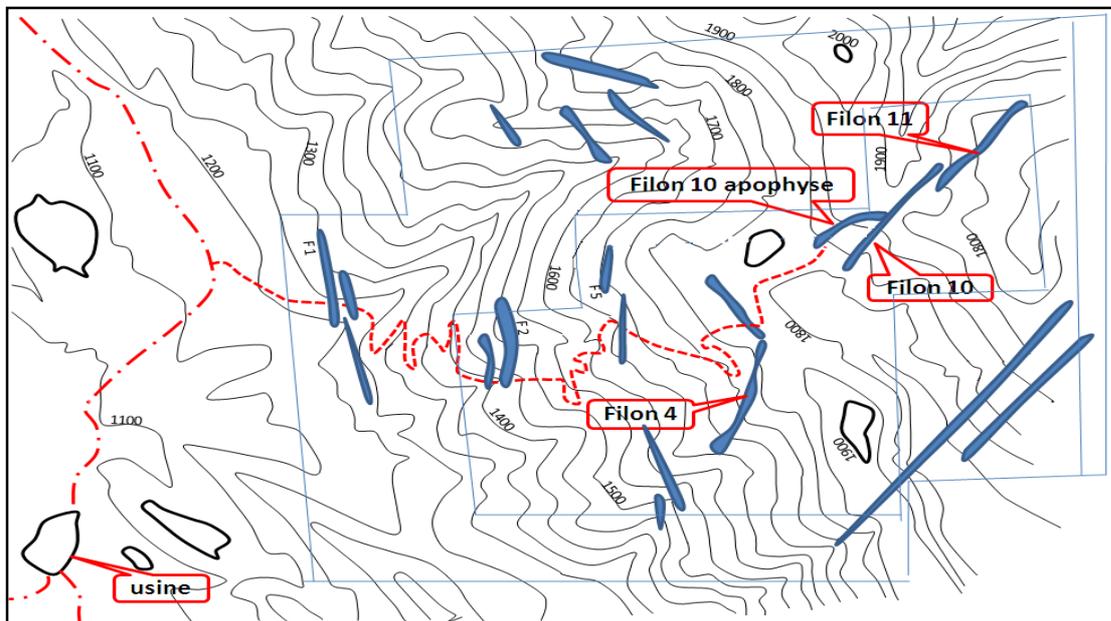


Figure I.2: Position des périmètres

(Extrait de la carte topographique d'Ain Mimoun Ech : 1/ 10 000^e)

- · - · - Route goudronnée
 - · - · - Piste accédant au filon
 ▬ Filon baritique

I.3. Besoins en baryte et utilisation

I.3.1. Utilisations

Les utilisations industrielles de la baryte sont basées sur sa densité, sa stabilité chimique et sa blancheur, elles concernent trois grands secteurs de l'industrie.

- **L'industrie pétrolière;**

La baryte est l'alourdissement le plus utilisé dans les boues de forages ; la baryte est ajoutée aux boues de forage afin d'en augmenter la densité. Les spécifications précises de la baryte pour boue de forage doivent répondre aux normes API (Américain Petroleum Institute).

- **L'industrie chimique;**

- le sulfate de baryum précipité chimiquement pur est appelé « blanc fixe », il est utilisé comme charge blanche dans les peintures, encres.

- Réduite en poudre elle sert de matière de charge pour le papier, et d'autres produits.

- On l'utilise dans l'industrie textile, dans l'industrie du caoutchouc,

- En céramique on l'emploie pour les glaçures et les émaux.

- On l'utilise aussi dans l'industrie du verre

- **L'industrie des charges minérales;**

Sa capacité à absorber les radiations est utilisée pour fabriquer des bétons dense comme barrière de protection contre les rayonnements radioactifs On s'en sert aussi en médecine, surtout pour les radiographies du tube digestif sous forme de bouillie de baryte.

I.3.2. Besoins

Le besoin national annuel en baryte pour l'industrie pétrolière est de 120000 tonnes. Toute la production nationale (Ain Mimoun ; Boucaid) ne dépasse pas actuellement 50000 tonnes de produit finie et est orientée vers le secteur pétrolier. Le déficit est comblé par l'importation de baryte directement par les sociétés pétrolières activant dans le secteur.

I.4. Géologie du gisement

I.4.1. Historique

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 ce n'est qu'en 1971 qu'a débuté l'exploitation des filons par la méthode à ciel-ouvert. 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.

I.4.2. Stratigraphie

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

I.4.2.1. Crétacé

A. Crétacé inférieur

Barrémien;

Affleure dans le sud de la charnière de l'anticlinal, il est à prédominance de grès quartzeux blancs à stratification entrecroisée caractéristiques d'un faciès continental à intercalations de lits calciques de dolomies et d'argilites. Il a une épaisseur pouvant atteindre 900m.

Aptien;

Aptien. Inf. grès avec des lits de marnes et de calcaires (épaisse de 80m).

Aptien. Moy. Se subdivise en deux assises :

- **Assise. Inf.** (120m d'épaisseur) calcaires gris foncé alternant avec des marnes.
- **Assise. Sup.** dolomies massives (épaisseur : 90m).

Aptien. Sup. Se subdivise en deux assises :

- **Assise. Inf.** (90m d'épaisseur) grès quartzeux des intercalations marno-calcaires.
- **Assise. Sup.** formée de dolomies massives.

Albien;

Albien. Inf. Ces dépôts sont marqués par une diversité de faciès sur 70m environ : argilites, grès, marnes, calcaires et dolomies.

Albien. Moy. Faciès plus ou moins carbonaté marqué par des argilites et des grès mais les calcaires et les dolomies sont les plus dominants (80m d'épaisseur).

Albien. Sup. Le toit de l'albien devient généralement carbonaté sur 100m ; les calcaires récifal, les calcaires dolomitiques et les dolomies sont largement développées avec des passages de grès et de marnes.

B. Crétacé supérieur

Cénomaniens;

Il est caractérisé par une absence totale de sédimentation détritique. Son épaisseur peut atteindre 1000m par endroits.

Cénomaniens. Inf. Ces dépôts affleurent à l'extrême NW du champ minier ; faciès marneux sur 300m, renfermant des passages de petits bancs de calcaires marneux

Cénomaniens. Sup. (400m d'épaisseur) remplacement rapides des marnes par des calcaires avec toujours des passages marneux

I.4.2.2. Néogène

Représenté par des dépôts continentaux : conglomérats, poudingues, grès, argiles ; reposant en discordance oblique sur le Crétacé ; leur puissance varie de 250 à 300m, ce faciès est reporté au Miocène supérieur et au Pliocène. Cependant le Miocène inférieur est formé de conglomérats et de poudingues, c'est des massifs de l'Aquitainien.

I.4.2.3. Quaternaire

Ce sont des formations largement répandues dans l'Aurès. Elles sont surtout représentées par les éboulis nappant les pentes des reliefs, et alluvions qui se développent dans les zones basses des terrasses. Vers le Sud-ouest, ce sont les dunes constituées d'argiles sableuses qui se forment dans les environs de Biskra et le long de la flexure sud atlasique.

I.4.3. 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 régulier ; 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 repartissent suivant les directions suivantes :

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

I.5. Hydrographie

Le réseau fluvial et hydrographique est relativement dense du fait que la région est montagneuse et fortement accidentée avec des sommets qui dépassent les 2000m.

Le réseau est composé d'oueds et de cours d'eaux à activité très importante surtout pendant la période hivernale et en période de fort régime pluvial.

Les plus importants oueds sont : oued Boussenanne et oued Ibikène avec des versants rapides et des dépassements relatifs qui atteignent souvent 500-700m.

III.4.2- Hydrogéologie

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.

I.6. Mode génétique de la minéralisation barytique

Les contraintes compressives génératrices des structures plicatives ont donné naissance à des fractures qui ont permis la circulation des eaux chaudes chargées de minéraux métallifères et siliceux

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, ou encore aux sources qui peuvent éventuellement en résulter. Les solutions hydrothermales dites aussi 'hydrothermalites' à 100°-400°c et sous pression, contiennent divers corps avec : Fe, Ti, Cu, Pb, Zn, Sn, Hg ; ainsi que plusieurs autres éléments volatils.

Ces corps issus du magma lui-même, ou encore prélevés des roches encaissantes peuvent ensuite précipiter et se concentrer en filons ; c'est le cas de notre champ d'AIN MIMOUN.

I.7. Minéralisation

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

Barytine($BaSO_4$) : sous forme de cristaux incolores et parfois blancs, jaunes ou bleus, tabulaires grossiers donnant des agrégats à structure fibreuse.

Calcite ($CaCO_3$) : minéral abondant dans les zones karstiques.

Quartz (SiO_2) : gris sous forme de séparation allotriomorphe se développant dans les contacts des filons ou bien sous forme de cristaux prismatiques dans la masse barytique.

I.8. Etat des réserves du champ filonien d'Ain Mimoun

I.8.1. Définition des catégories de réserves

La prospection détaillée est la dernière étape de la recherche minière. Au cours de cette étape sont précisées les réserves définitives, les caractéristiques du gisement, sa puissance ainsi que la qualité du minerai, aux moyens de :

- D'un échantillonnage complémentaire
- des travaux miniers (galeries, cheminées), soit des trous de sondage complémentaire à l'effet de réduire la maille de sondage de départ.

Les réserves minières sont divisées en trois catégories : A, B et C, suivant le degré de prospection et d'étude du gisement, qui est caractérisé par la quantité et le caractère des coupes du gisement avec les ouvrages miniers.

- **Les réserves de la catégorie B (Certaine):** Ce sont les réserves prospectées par les travaux miniers (galerie, cheminées, ...) 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 150 x 50 à 80m.
- **Les réserves de la catégorie C2(Possible) :** Sont limitées par les tranchées en surface et par l'extrapolation en profonde.

I.8.2. Etat des réserves

Le tableau des réserves arrêtées par Ain Mimoun, au 31/12/2011, en annexe, fait ressortir que le bilan général des ressources basé sur 26 filons inventoriés est de :

- 2124663 tonnes de réserves géologiques.
- 2024849 tonnes de réserves exploitables (avec un taux de perte de 15% et un taux de salissage de 10%).

L'état général de ces réserves par filon est donné dans le tableau ci-après :

Tableau I.1: Etat général des réserves de barytes par filon

N° Filon	Catégories.	Réserves exploitables au 31/12/2011		Réserves Géologiques au 31/12/2011	
		Tonnage	Teneur	Tonnage	Teneur
2	C1	0	0,00	0	0,00
	C1	102992	71,14	108413	92,07
	Total	102992	71,14	108413	92,07
3	B	4307	70,73	4534	91,54
	C1	59625	70,24	62763	90,91
	C2	20399	67,60	21473	88,01
	Total	84332	70,15	88770	89,70
4	B	68873	72,60	72498	82,88
	C1	265200	63,60	279158	81,36
	C2	4000	62,84	4211	70,23
	Total	338074	65,18	355867	80,84
5	C1	22266	50,62	23438	76,38
	C1	15642	80,34	16465	89,06
	Total	37908	63,17	39903	81,75
10	C1	188850	66,44	198789	85,97
	C2	51585	71,62	54300	92,68
	Total	240435	67,53	253089	87,26
10'	C2	32870	67,45	34600	75,00
11	C1	247411	60,77	260433	67,92
	C2	186807	68,70	196639	76,78
	Total	434218	64,18	457072	71,73
12	C2	58045	66,61	61100	86,20
8Est	C2	31163	66,68	26046	86,30
8Ouest	C2	8213	72,16	8645	93,32
13	C2	11673	61,44	12287	86,32
14	C2	28966	67,02	30491	86,73
15	B	35699	54,12	37577	60,49
	C1	120000	57,16	126316	63,88
	C2	18938	55,23	19935	62,50
	Total	174637	55,50	183829	63,16

16	C2	16865	70,32	17753	91,00
17	C2	18975	73,72	19974	94,40
18	C2	5636	76,04	5932	98,40
19	C2	17005	72,07	17900	90,64
21	C2	56288	71,84	59250	92,97
Kiss-1	C2	17528	64,03	18451	82,87
Kiss-2	C2	20449	60,80	21525	78,68
Kiss-3	C2	5843	71,18	6150	92,12
Igni-1	C2	197125	61,97	207500	80,20
Igni-2	C2	5320	73,49	5600	80,84
Igni-3	C2	8550	61,08	9000	79,05
1Ouest	C2	24241	69,50	25517	89,94
2Ouest	C2	47500	71,56	50000	92,61
Totaux	B	108879	74,44	114609	90,18
	C1	1021987	67,05	1075776	86,24
	B+C1	1130866	68,20	1190385	86,50
	C2	893983	65,57	934278	85,50
	B+C1+C2	2024849	67,02	2124663	86,30

Sur la base du degré de connaissance des réserves Géologiques 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, 10,11; Ce groupe contient 738380 tonnes de réserves en C1 et 255150 tonnes en C2 décomposées comme suit :

Tableau I.2: état de réserves de groupe 1

	B	C1	C2	Total	Te BaSO ₄
Filon 4	72498	279158	4211	355867	62,83
Filon 10		198789	54300	253089	78,20
Filon 11		260433	196639	457072	
Total	72498	738380	255150	1066028	

- **Groupe2** :

Ce groupe comprend les filons à réserves résiduelles dont leur mise en exploitation actuellement s'avère non rentable, il s'agit du filon 2 Est, du filon 3, du filon 5 et du filon 15 comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau I.3: Etat de réserves de groupe 2

N° Filon	Observation	Catégories	Réserves géologiques au 31/12/2011	
3	Les réserves géologiques restent des réserves prévisibles du fait que leur extraction est non rentable à cause de grand volume des travaux préparatoires	B	4534	91,54
		C1	62763	90,91
		C2	21473	88,01
		TOTAL	88770	89,70
15.	L'exploitation actuelle est non rentable à cause de taux élevés en calcite	B	37577	60,49
		C1	126316	63,88
		C2	19935	62,50
		TOTAL	183829	63,16
5	Il s'agit de réserves économiquement non rentables	C1	39903	81,75
2 Est	Les travaux des recherches a prouve un amincissement du filon et par conséquent devient non rentable	C1	108413	92,07
TOTAL GROUPE 2		B	42111	63,83
		C1	337395	80,08
		C2	67454	79,81
		TOTAL	446 960	78,51

- **Groupe 3:**

Ce groupe est composé les filons à développer ultérieurement faibles tailles entre 5600 et 61100Tonnes de réserves reconnues uniquement en C2, les filons 13 14 ect.

CHAPITRE II: EXPLOITATION

Stratégie d'exploitation

Compte tenu des difficultés d'exploitation (épaisseur faible ; filons en dressant) et des délais de préparation des filons, il est difficile d'obtenir la pleine capacité pendant les premières années d'exploitation.

Il est alors envisagé de combiner l'exploitation souterraine et l'exploitation à ciel ouvert pendant les premières années (2013- 2016).

Ainsi, la production annuelle de 80000 T de Baryte TV sera obtenue

- Par une exploitation souterraine à raison de 60000T par an. L'exploitation sera menée dans les filons du groupe 1 (filons 4, 10,11)
- Par une exploitation à ciel ouvert à raison de 20000T par an sur deux filons 10 apophyse et 11.

Cette répartition a été établie sur la base de l'expérience dans l'exploitation qui ne jamais dépassé 50 000 T de TV.

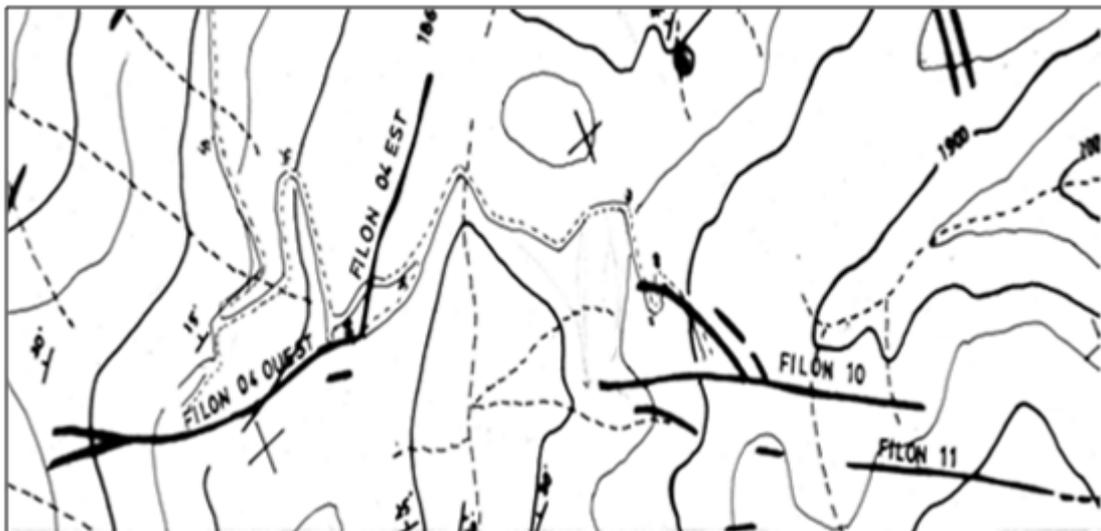


Figure II.1: Situation des filons N°04, 10 & 10 apo et 11

II.A. Exploitation souterraine

II.A.1. Caractéristiques Des Filons Du Groupe 1

❖ Filon N°04

Le filon 4 est situé à 11kms au Sud Est du village d'Ain Mimoun dans la partie Nord-Est de l'anticlinal de Khenchela. Il est relié à l'usine de traitement par une piste partiellement asphalté, ce filon a été découvert par 27 tranchés en surface et 20 sondages en profondeur. Le filon n°4 est en exploitation actuellement.

- Une longueur du filon : 1450m.
- Une profondeur du filon : 80m.
- Puissance moyenne minéralisée : 1,80m.
- Pendage de filon : 45° à 83°.
- La teneur en Baso_4 en moyenne 82.53% %, Sio_2 en moyenne 10.04%.
- Le filon est encaissé dans différentes formations, en général des Complexe marno-calcaire.
- Les réserves géologiques en 2011: 355867 tonne.

Dans le filon 04, il existe trois niveaux : 1690m, 1730m, 1770m

niveau 1770m :

Ce niveau renferme un potentiel de 242183 tonnes dont 226560 tonnes classées en catégorie C₁, actuellement inaccessible, nécessitent des travaux de réaménagement et de réouverture de la galerie sur une distance de 450m.

niveau 1730m :

Ce niveau renferme un potentiel de 63653 tonnes dont 50978 tonnes classées en catégorie B qui représente les pertes en exploitation. Actuellement en exploitation.

niveau 1690m :

Ce niveau renferme un potentiel de 50031 tonnes dont 21520 tonnes classées en catégorie B, qui représente les pertes en exploitation. Actuellement en exploitation.

❖ Filon 10

Le filon 10 est situé à 15kms au Sud Est du village d'Ain Mimoun dans la partie Nord-Est de l'anticlinal de Khenchela. Il est relié à l'usine de traitement par une piste partiellement asphaltée. Ce filon a été découvert par 13 tranchées en surface et 18 sondages en profondeur.

- Longueur du filon : 900m.
- Une profondeur du filon : 80m.
- Puissance moyenne minéralisée : 1.99m.
- Pendage du filon ; 75° à 85° vers le Sud-Ouest.
- Teneur puissance moyenne en BasO_4 : 87.27% et en SiO_2 : 9.00 à 23.63%.
- Réserves géologique : 254500 Tonnes.
- Le filon n° 10 à été exploité à ciel ouvert.
- 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).

❖ Filon 11

Le filon 11 est situé à 15kms au Sud Est du village d'Ain Mimoun dans la partie Nord-Est de l'anticlinal de Khenchela. Il est relié à l'usine de traitement par une piste partiellement asphaltée. Ce filon a été découvert par 18 tranchées en surface et 18 sondages en profondeur.

- Longueur du filon : 1100m.
- Une profondeur du filon : 80m.
- Puissance moyenne minéralisée : 1.97m.
- Pendage du filon ; 60° à 85° vers le Sud-Ouest.
- Teneur moyenne en BasO_4 : 71.73%.
- Réserves géologique: 457072 Tonnes.
- Le filon est encaissé dans différentes formations, en général des Complexe marno-calcaire.

II.A.2. 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.
- Sécurités des travaux et des travailleurs.

II.A.3. Méthodes d'exploitation pouvant être appliquées à Ain Mimoun

Les méthodes d'exploitation qu'il est possible d'utilisées à d' Ain Mimoun sont:

- Chambres magasins
- Sous niveaux abattus

❖ chambres magasins

Cette méthode consiste à délimiter le panneau, on trace les voies de base et de tête A et B et des montages dans le filon, tel que C. Le minerai est abattu par gradin renversé unique ou double qui progresse horizontalement du montage C au montage D ou les deux cotés en même temps. Mais au début d'exploitation, on prépare des « Trémies », c- à- d que l'on laisse au dessus de la voie de base A des stots de minerai en place et des cavités comme indiqué sur la figure. Le minerai abattu est en partie soutiré par la voie de base, le reste, restant en place, de manière à servir de sol de travail pour l'abattage de la tranche suivante.

Une fois le panneau entièrement abattu, il se trouve rempli de minerai qui entièrement soutiré par les mêmes trémies de la voie de base, le vide ainsi laissé est laissé tel quel. Les stots de protection latérale peuvent être abattus lors de l'abandon définitif de ce panneau.

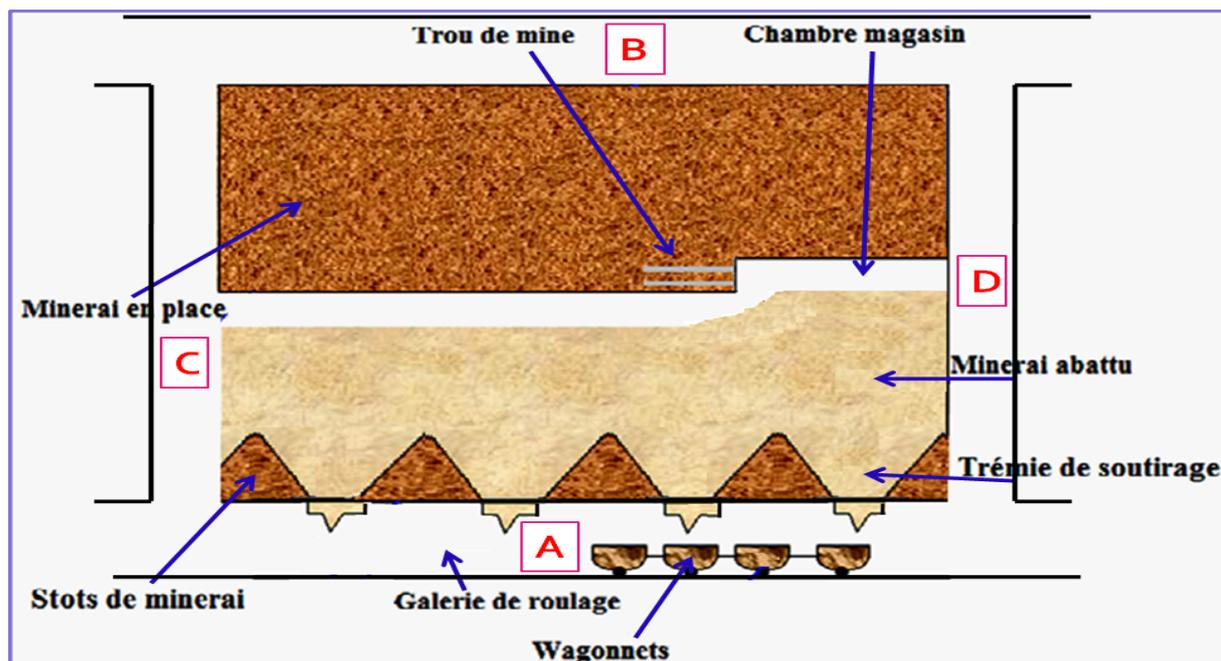


Figure II.2 : Coupe Verticale de la Méthode des Chambres Magasins

❖ 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 délimités par :

- Une voie de tête et une voie de base qui constituent aussi des voies de roulage
- deux cheminées de hauteur de 40 à 50m

Les panneaux sont ensuite divisés en sous niveau de 2 à 3m de hauteur et séparé entre eux par une épaisseur minéralisée de 4 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" situés sur la voie de base

La roche fragmentée occupant un espace supérieur à son volume en place, il est nécessaire, avant de forer les nouveaux trous de mine, de pratiquer une rouillure de quelques mètres de largeur pour permettre de créer un espace suffisant pour les mineurs.

L'extraction se fait par gravité par les entonnoirs dans des berlines placées sous les trémies de la voie de roulage.

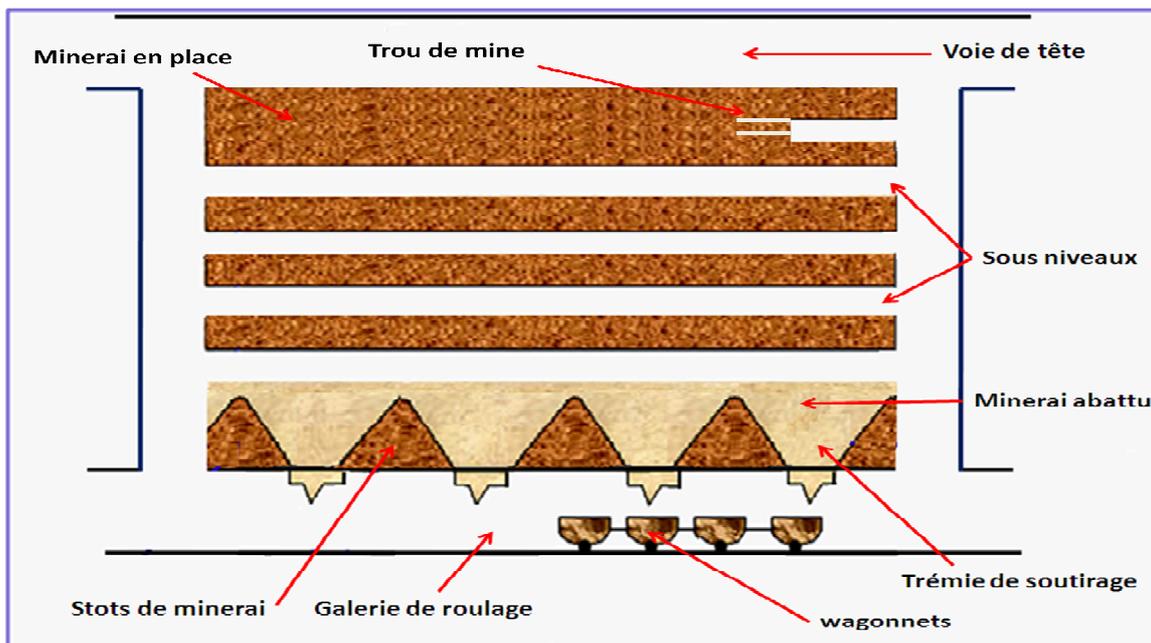


Figure II.3 : Coupe Verticale de la Méthode Sous Niveaux Abattus (Chambre en Préparation)

Ces deux méthodes ont les avantages et les inconvénients ci-après :

Avantages

- L'avantage le plus important pour les deux méthodes est que le déblocage se fait par gravité, les matériaux abattus tombant directement à partir des trémies dans des berlines sur rails, ce qui facilite le chargement.

Inconvénients

- Pour les sous niveaux abattus : Le temps de préparation d'une chambre (cheminée et traçages) est assez long. Mais cet inconvénient est éliminé par une bonne organisation des travaux d'exploitation.
- Pour les chambres magasins : Immobilisation du minerai abattu dans le chantier jusqu'à l'achèvement du défilage, avec comme conséquence son oxydation qui se traduit en flottation par une diminution du taux de récupération du métal.

II.A.4. Projet d'exploitation

II.A.4.1. Méthode d'exploitation retenue

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 60° à 80°, ainsi que des possibilités techniques de la mine, la méthode retenue pour l'exploitation des filons 10 et 11 est la méthode des sous niveaux abattus, d'autant plus que le personnel de la mine a acquis une expérience avec cette méthode. En effet la méthode utilisée à l'heure actuelle pour l'exploitation de filon 04 est celle des sous niveaux abattus citée.

Selon la topographie de la zone filonienne, les corps minéralisés sont accessibles par deux à trois galeries tracés dans le sens de la longueur des filons.

Dans chaque niveau il est réalisée des chambres d'extraction. La préparation des chambres consiste à découper le niveau par des cheminées espacées de 40 m creusées à partir de la galerie principale vers la galerie de niveau supérieur ou à la surface de jour.

La chambre est en suite découpée par plusieurs sous-niveaux distants entre eux de 4m. La préparation de la chambre est achevée avec le creusement des entonnoirs au bas de la chambre.

Le boisage de ces cheminées est à cadre jointif, avec une séparation en deux compartiments 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. Le minerai extrait des recoupes est trainé par scrapage jusqu'à la cheminée puis chargé dans des wagonnets.

La chambre ainsi préparée a les dimensions suivantes :

- Longueur des blocs est 40 m
- Largeur de blocs suivent la puissance (1.8-2.2m).
- Hauteur des blocs 40 m et plus.

L'abattage de la roche est effectué par explosif après la réalisation de la foration des trous de mine sur une profondeur de 1.6m.

II.A.4.2 Travaux D'infrastructures

❖ Introduction

Les travaux d'infrastructure sont les travaux à mener pour accéder au gisement à partir du jour et consiste à créer un réseau de galerie et puits permettant l'aérage et la communication entre le jour et les différents horizons, le transport des produits abattus.

Dans tous les cas ces ouvrages doivent assurer :

- Une entrée d'air.
- Une sortie d'air.
- Des voies de transport : pour les produits abattus, pour la montée ou la descente du matériel ainsi qu'une voie de transport pour le personnel. La résolution du problème de l'ouverture d'un champ minier consiste à choisir le type, le nombre et l'emplacement des ouvrages principaux et auxiliaire donnant accès au gisement à partir du jour.
- Etant donné l'infinie des variétés et des conditions techniques et économiques, le choix du mode le plus rationnel d'ouverture d'un champ minier s'effectue le plus souvent par la méthode des variantes, pour n'importe quel gisement, cette méthode consiste à :
 - Etudier quelques modes d'ouverture applicables selon les conditions géologiques et miniers.
 - Faire la comparaison économique des variantes possibles.

Le choix du mode d'ouvertures dépend de plusieurs facteurs :

- La topographie et la nature du sol.
- La nature des terrains et du corps minier.
- Les conditions économiques.
- La production de la mine, la méthode d'exploitation.

Partant de cela l'ouverture de tous les filons du gisement de 'AIN MIMOUN' s'effectue par galerie a flanc de coteau, vu le relief montagneux de la région.

❖ Travaux d'infrastructures réalisées au Filon 4

. L'accès au filon s'effectue par un ensemble de trois galeries à flanc de coteau selon les caractéristiques ci-après :

- Niveau : 1770 m (Actuellement inaccessible, nécessite des travaux de réaménagement et de réouverture de la galerie sur une distance de 450m).
- Niveau : 1730 m En exploitation
- Niveau : 1690 m En exploitation

Les galeries de roulage du filon n°4 sont disposées en travers des gisements, cette disposition est plus économique et plus rationnelle puisque la tenue du minerai est bonne.

Les galeries sont caractérisées par une section trapézoïdale évaluée à 7.2 m²

Chaque galerie est soutenue par des cadres en bois espacés l'un de l'autre d'une distance varie de 1.5 à 2 m, pour les terrains stable, dans le cas que les terrains n'est pas stables les ouvriers utilisent le soutènement (jointif) pour assurer la stabilité.

Les parois et le toit sont aussi soutenus par des planches.

❖ Travaux d'infrastructures projetés aux filons 10 et 11

- ✚ L'ouverture du filon N°10: s'effectue par un ensemble de deux galeries débouchant au jour à des niveaux et de longueur suivants :



NIVEAU 1865m ; la longueur de galerie de roulage est de 350m.

NIVEAU 1815m ; la longueur de galerie de roulage est de 300m.

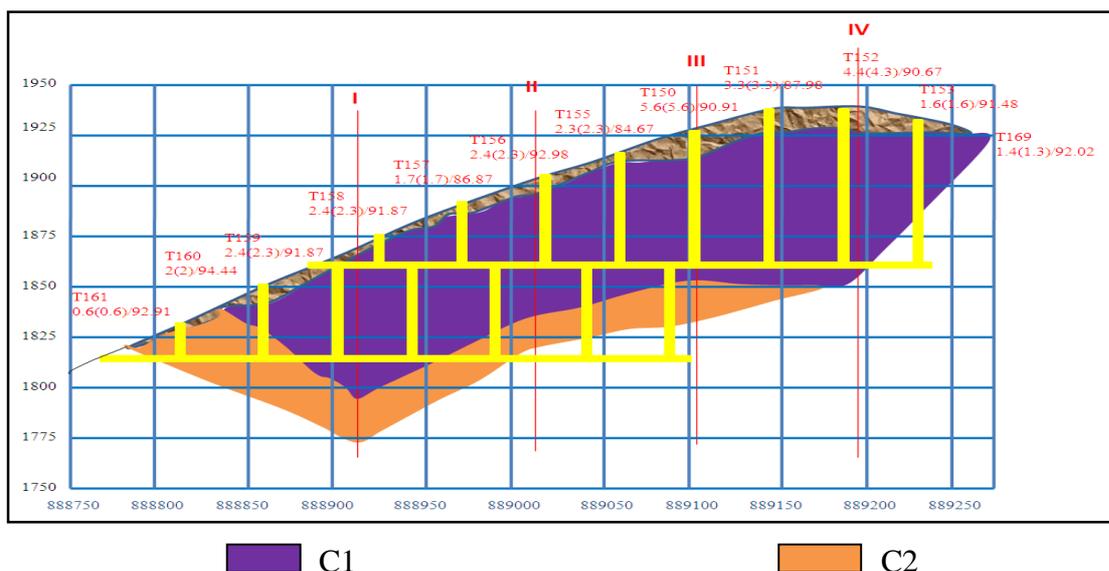


Figure II.4: Projection sur plan vertical des travaux de découpage filon n°10

- ✚ L'ouverture du Filon 11: le filon 11 est constitué de trois blocs :
- Bloc Centre (2C1) : L'accès au bloc sera effectuée par l'exploitation par ciel ouvert.
 - Bloc Sud (1C1) : l'accès au bloc sera effectuée par deux niveaux :
 - niveau 1965 avec une longueur 215m.
 - niveau 1920 avec une longueur 550m
 - Bloc Nord (3C2) : Ne sera proposé pour exploitation qu'après le transfert des réserves de la catégorie C2 en catégorie C1.

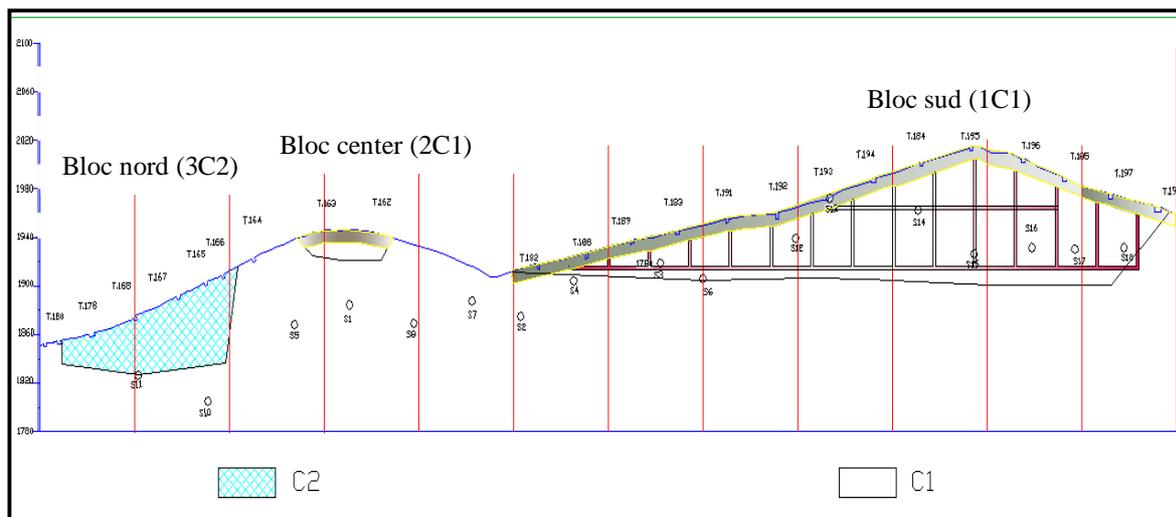


Figure II.5 : Projection sur plan vertical des travaux de découpage filon n°11

II.A.4.3. Travaux préparatoires

II.A.4.3.1. Identification et quantifications des travaux préparatoires

❖ Travaux préparatoires du Filon 04

Ce filon est en cours d'exploitation. On a Deux chambres sont prêtes à l'extraction :

- 0 chambres au niveau 1690.
- 2 chambres au niveau 1730.

Deux chambres en préparations :

- 1 chambre au niveau 1690.
- 2 chambres au niveau 1730.

❖ Travaux préparatoires du Filon 10

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. Deux galeries seront réalisées dans les niveaux suivants.

Niveau : 1815m

Niveau : 1865m

A partir des deux niveaux (1815-1865 m) seront creusées :

- Des cheminées tous les 40 mètre pour délimiter les chambres d'exploitation
- Et des entonnoirs creusés tous les 7 mètres avec une forme pyramidale. (La plus grande dimension de la pyramide tronquée est de 5m).

🚧 Quantification des travaux préparatoires par niveau :

Les cheminées son tracées pour obtenir des chambres de 40m de longueur.sur cette base, les volumes des travaux préparatoires sont comme suit :

- **Niveau 1865m :**

- Le nombre de cheminée est de 08 avec des hauteurs variables (10 à 70m) selon la topographie, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.1 : le nombre de cheminée avec sa longueur

cheminées	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
Longueur	10	25	40	50	62	70	70	65

- Le nombre de recoupe est variable selon la hauteur de chaque chambre, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.2 : la variation de nombre de recoupe de niveau 1865 selon la hauteur

Chambre	Nombre de recoupe	Longueur de recoupe
C1	3	120
C2	5	200
C3	7	280
C4	8	320
C5	10	400
C6	9	360
Total	42	1680

- Le nombre d'entonnoir est de 5 à 6 dans chaque chambre

- **Niveau 1815 :**

- Le nombre de cheminée est de 6. La hauteur de chaque cheminée est de 50m à l'exception des deux premières cheminées qui auront des hauteurs 18m, 35 m selon la topographie.
- Le nombre de recoupe est variable selon la hauteur de chaque chambre, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.3 : la variation de niveau 1815 nombre de recoupe selon la hauteur

Chambre	Nombre de recoupe	Longueur de recoupe
C1	5	200
C2	7	280
C3	7	280
C4	7	280
Total	26	1040

- Le nombre d'entonnoir est de 5 à 6 dans chaque chambre.

Les cheminées sont représentées sur la figure II.: projection sur plan vertical des travaux de découpage filon n°10

Travaux préparatoires du Filon N°11

Le filon 11 est constitué des blocs suivants : bloc sud (1C1) et bloc centre (2C1) et bloc nord (3C2).

Bloc sud (1C1) : avec deux niveaux d'exploitation

Niveau : 1965m

Niveau : 1915m

A partir de ces différents niveaux, seront creusées :

- des cheminées tous les 40 mètres pour délimiter les chambres d'exploitation
- et des entonnoirs creusés tous les 7 mètres avec une forme pyramidale. (La plus grande dimension de la pyramide tronquée est de 5m).

Quantification des travaux préparatoires par niveau :

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

Bloc sud (1C1) :

- **Niveau : 1915m**

- Le nombre de cheminée est de 13 avec des hauteurs différentes (5 à 50m) selon la topographie, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.4 : le nombre de cheminée avec sa longueur de niveau 1915

cheminées	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13
Longueur	5	12	21	29	32	42	47	47	47	47	47	50	42

- Le nombre de recoupe est variable selon la hauteur de chaque chambre, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.5 : la variation de niveau 1915 nombre de recoupe selon la hauteur

Chambre	Nombre de recoupe	Longueur de recoupe
C1	4	160
C2	4	160
C3	6	240
C4	7	280
C5	7	280
C6	7	280
C7	7	280
C8	7	280
C9	7	280
C10	6	240
Total	62	2480

- Le nombre d'entonnoir est de 5 à 6 dans chaque chambre.

- **Niveau : 1965m**

- Le nombre de cheminée est de 06 à des hauteurs différentes selon la topographie, comme indiqué sur le tableau suivant.

Tableau II.6 : le nombre de cheminée avec sa longueur de niveau 1965

cheminées	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Longueur	4.5	17	27	39	29	17

- Le nombre de recoupe est variable selon la hauteur de chaque chambre, comme indiqué sur le tableau suivant :

Tableau II.7 : la variation de niveau 1965 nombre de recoupe selon la hauteur

Chambre	Nombre de recoupe	Longueur de recoupe
C1	3	120
C2	3	120
Total	6	240

- Le nombre d'entonnoir est de 5 à 6 dans chaque chambre.

II.A.4.4. Dimensionnements des ouvrages

❖ Galerie :

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

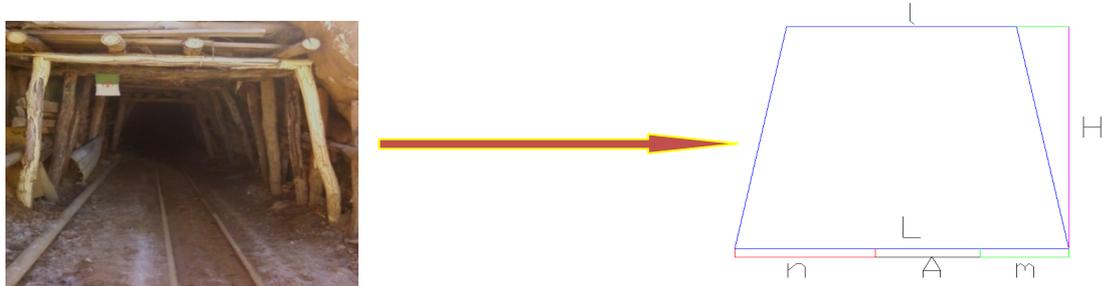


Figure II.6: galerie au jour à Ain Mimoun

L : Largeur nette de l'excavation,

$$L = m + A + n$$

ou :

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

A : largeur maximal des matériaux roulants, $A = 1.00\text{m}$.

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, $n=1.35\text{m}$.

Application Numérique :

$$L = 0.85 + 1.00 + 1.35 = 3.20\text{m}.$$

Sg : La section de la trapézoïdale,

$$Sg = [(L+l)/2] * H$$

H : Hauteur de l'excavation, $H = 2.65\text{m}$

l : largeur de la haute section, $l = 2.20\text{m}$

Application Numérique :

$$Sg = [(3.20+2.20)/2] * 2.65 = 7.2\text{m}^2$$

❖ Cheminées

Le creusement de ces cheminées s'effectue par trous de mine verticaux

Les cheminées la mine d'AIN MIMOUN' se composant de deux compartiments, l'un est destiné au passage du personnel et l'autre à l'évacuation du minerai. D'une façon général la forme est rectangulaire de section de 4.5m^2 avec les dimensions suivantes :

- Longueur : 3 m
- Largeur : 1,5 m

❖ Entonnoirs

C'est une cheminée largement évasée vers le haut, elles sont creusées dans le stot de protection du niveau de base. Elles sont creusées à partir de galerie de roulage 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).

❖ Recoupe

Dans la méthode de sous niveaux abattus les recoupes sont creusé tout les 6 m ou longue de cheminée de telle façons elle sera relie deux cheminées avec les démontions suivantes :

- Hauteur : 2 m
- Largeur : 2 m
- Longueur : déterminé à partir de deux cheminées successive en générale elle est égale à 40m

❖ Niche

Dans la méthode de sous niveaux abattus les niches sont creusés dans la cheminée au niveau de chaque recoupe. Ces niches servent à recevoir le treuil de scrapage. Les dimensions de la niche sont :

- Hauteur : 1,5 m
- longueur : 1 à 1,5 m
- Largeur : 1m

Par ailleurs d'autres niches seront creusées dans les galeries de roulage tous les 100m Ces niches de dimension

- Hauteur : 2 m
- Largeur : 2 m
- Largeur : 2m

Elles servent essentiellement a :

- ✓ 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.

II.A.4.3.2. Synthèse des travaux préparatoires

Le schéma ci-après montre les différents travaux préparatoires nécessaires pour une chambre d'exploitation.

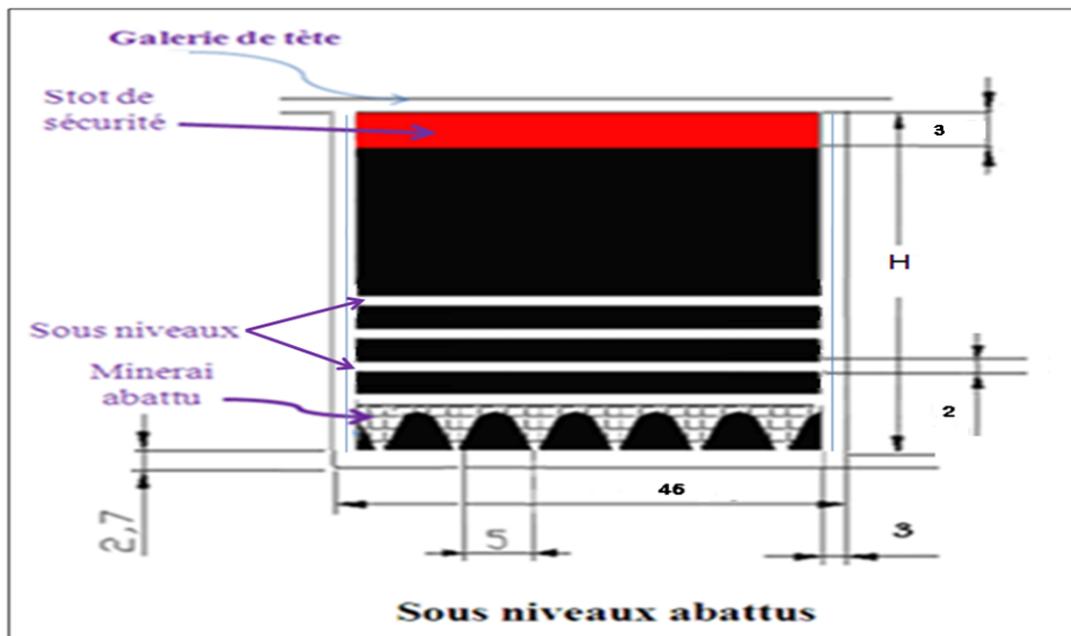


Figure II.7: Dimensions de chambre dans la méthode sous niveau abattu

II.A.4.4. Opérations minières dans les travaux préparatoires

II.A.4.4.1. Foration

L'abattage est le processus d'arrachement de la roche et la réduire en morceau au moyen d'explosif.

Il s'effectue par la foration des trous de mine et puis on procède au tir à l'explosif.

La foration est réalisée selon un plan préétabli. Elle est réalisée au moyen de marteaux perforateurs du type Montabert T-21 et T-18. La longueur du trou est de 1,6m

Le schéma de foration 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.

Le matériel utilisé est généralement le marteau perforateur à main avec poussoir. Dans les ouvrages inclinés, on utilise les marteaux perforateurs télescopiques. A Aïn Mimoun c'est le marteau perforateur à main T21 Montabert qui est utilisé. Ce dernier a les caractéristiques suivantes :

- 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.

II.A.4.4.2. Explosifs et accessoires de tir utilisés

Les substances explosives sont 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 II.8: Quantité d'explosifs utilisés pour chaque ouvrage.

Type ouvrage	Section abattu (m ²)	Nature de l'explosif	Volume abattus (m ³)	Consommation en explosif (Kg)
Galerie	7,2	Gélanit Ø30		9.0
Cheminée	4,5	Gélanit Ø30		6.0
	3.0	Gélanit Ø30		5.5
Tranche	4,0	Gélanit Ø30		6.0

Les principales caractéristiques de la Gelanit 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.

❖ Les accessoires de tir

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.

II.A.4.4.3. Plan de tir des différents ouvrages

Le schéma du plan de tir varie selon la nature de l'ouvrage, d'une zone à une autre; et d'un front à un autre selon les caractéristiques des roches. 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. Leur 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, $s = 7.2 \text{ m}^2$.**

Tableau II.9 : caractéristiques du plan de tir d'une galerie

Trous	Numéro du trou	Longueur du trou (m)	Longueur charge (m)	Quantité d'explosif d'un trou (kg)	Quantité d'explosif des trous (kg)	D.E.R. (Pièces)
Bouchon	1,2,3,4	1,6	0,69	0,750	3,000	04
Abattage	5,6,7,8	1,4	0,46	0,500	2,000	04
Contour	9,10,11,12,13,15,16	1,4	0,23	0,500	4,000	08
Total	16	4,4	1,34	1,750	9,000	16

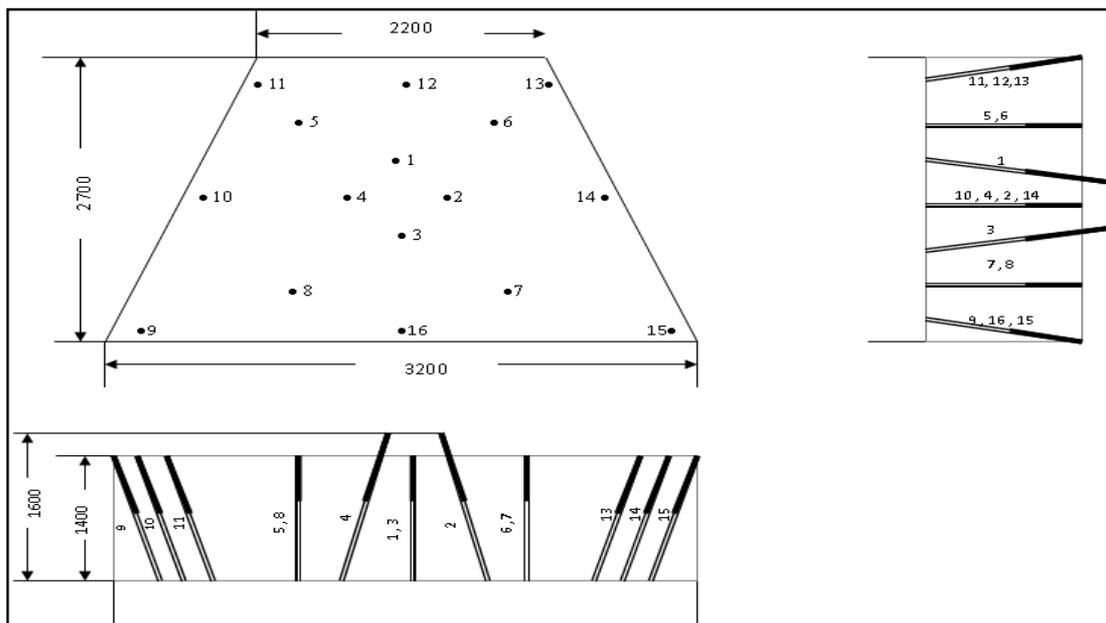


Figure II.8: plan de tir d'une galerie

- **Plan de tir d'une cheminée: $s=4.5 \text{ m}^2$**

Tableau II.10 : caractéristiques du plan de tir d'une cheminée, $s=4.5 \text{ m}^2$

Trous	Numéro du trou	Longueur du trou (m)	Longueur charge (m)	Quantité d'explosif d'un trou (kg)	Quantité d'explosif des trous (kg)	D.E.R.(Pièces)
Bouchon	1,2,3,4	1,6	0.69	0.750	3.000	04
Abattage	5,6	1,4	0.46	0.500	1.000	02
Contour	7,8,9,10,11,12,13,14	1,4	0.23	0.250	2.000	08
Total	14	4.4	1.38	1.500	6.000	14

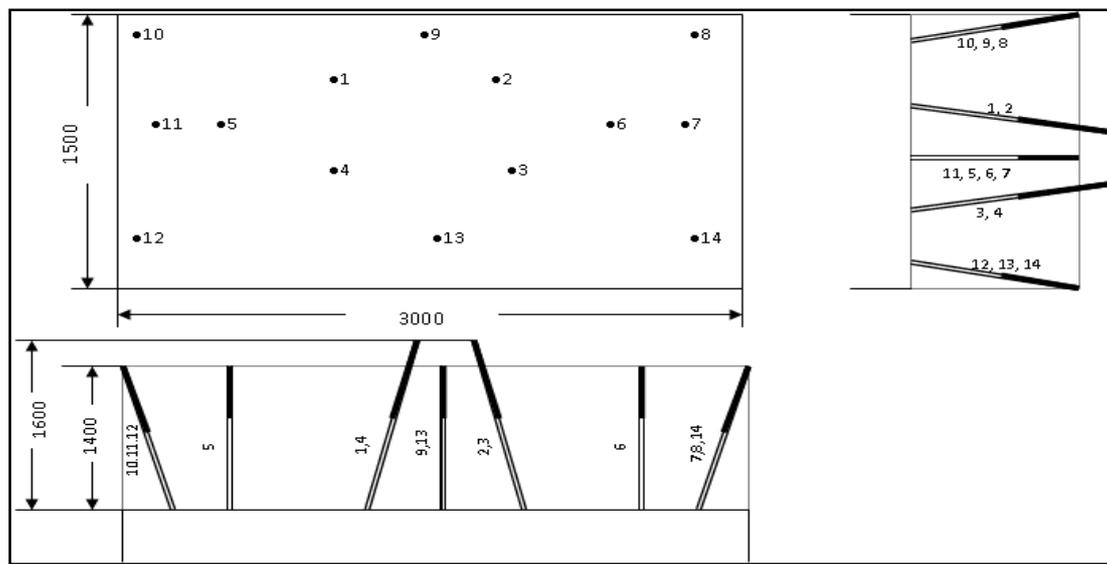


Figure II.9: plan de tir d'une cheminée de deux compartiments

- **Plan de tir d'une cheminée: $s=3 \text{ m}^2$**

Tableau II.11 : caractéristiques du plan de tir d'une cheminée, $s=3 \text{ m}^2$

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

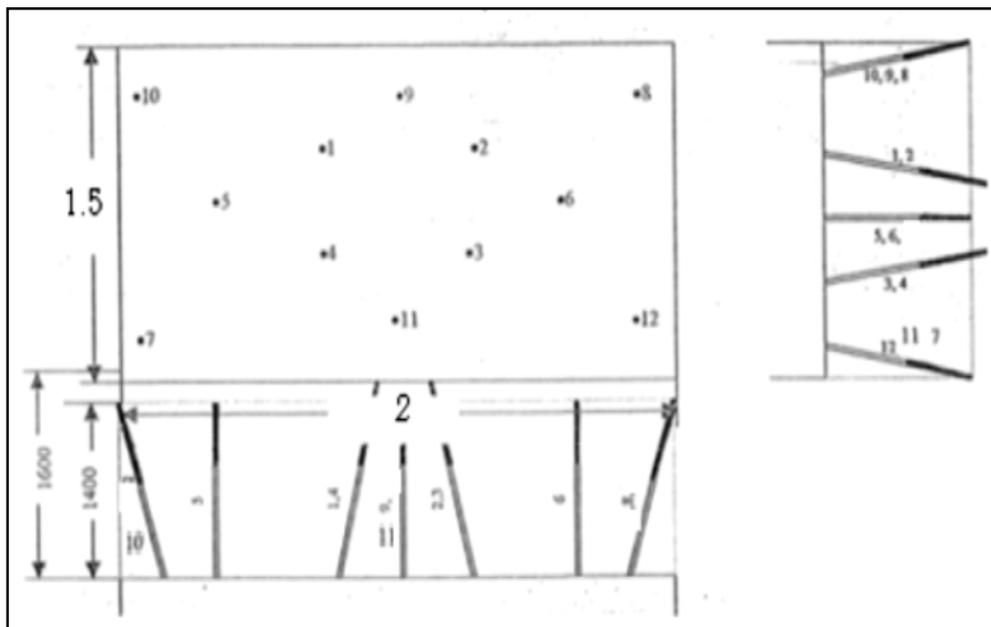


Figure II.10: plan de tir d'une cheminée d'un seul compartiment

- Plan de tir d'une niche : $s=4 \text{ m}^2$

Tableau II.12: caractéristiques du plan d'une niche, $s=4 \text{ m}^2$

Trous	Numéro du trou	Longueur du trou (m)	Longueur charge (m)	Quantité d'explosif d'un trou (kg)	Quantité d'explosif des trous (kg)	D.E.R. (Pièces)
Bouchon	1,2,3,4	1,6	0.69	0.750	3.000	04
Abattage	5,6	1,4	0.46	0.500	1.000	02
Contour	7,8,9,10,11,12,13, 14	1,4	0.23	0.250	2.000	08
Total	14	4.4	1.38	1.500	6.000	14

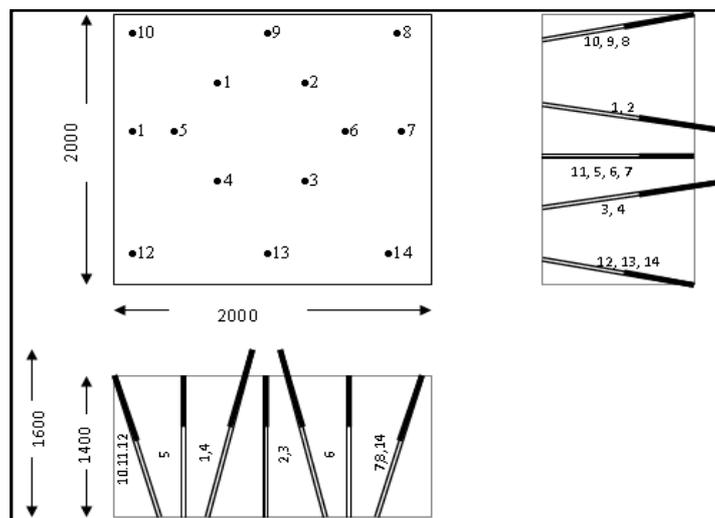


Figure II.11: plan de tir d'une niche

II.A.4.5. Volume abattu

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

a : L'avancement de chaque tir, $a=1.4m$.

➤ **Galerie principale:** $V_g = S_g \cdot a$

$$v_g = 7,2m^2 \times 1,4m = 10,08m^3$$

➤ **Cheminée:** $V_{ch} = S_{ch} \cdot a$

$$V_{ch} = 4.5m^2 \times 1,4m = 6,0m^3$$

➤ **Recoupe:** $V_r = S_r \cdot a$

$$V_r = 4,0m^2 \times 1,4m = 5.6m^3$$

II.A.4.6. Travaux de Chargement et transport

❖ Chargement

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

Dans les galeries en cours de creusement, le chargement des roches abattues au fond s'effectue par des pelles chargeuses sur rails dont l'écartement de la voie est de 50cm dans la galerie principale.

Dans les recoupes en creusement le minerai abattu est trainé par scraper avec un treuil logé dans une niche.

Dans les chambres en abattage le minerai descend par gravité dans les entonnoirs pour arriver dans wagonnets situés dans la voie de roulage.

❖ Transport

Le transport au fond ou roulage est destiné au déplacement de minerai emmagasiné du fond et des stériles jusqu'au jour, ainsi que du matériel tel que les éléments de soutènement. Le roulage est locotracteur et des wagonnets de 3T de capacité. La voie a un écartement de 500mm

Le minerai est transporté jusqu'à l'estacade pour le déchargement située au jour.

II.A.5. Décomposition des travaux miniers

II.A.5.1. Durée de l'exploitation

La durée d'exploitation de ces deux filons dépendra de :

- La quantité des réserves exploitables :

240435tonnes \implies **Filon 10.**

434218 tonnes \implies **Filon 11.**

- La durée des travaux d'ouverture dans les roches stériles pour atteindre la zone minéralisée.et des travaux préparatoire des chambres.

Paramètres pris en compte

- l'épaisseur des filons sera en moyenne de :

1.99m \implies **Filon 10.**

1.97m \implies **Filon 11.**

- la densité de minerai est :

3.8 t/m³ \implies **Filon 10.**

3.8 t/m³ \implies **Filon 11.**

- Le stot de sécurité est 5m pour les niveaux :

1865 ,1815m \implies **Filon 10.**

1965,1915m \implies Bloc sud (1C1). **Filon 11.**

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

- L'avancement dans les chantiers est de 1.4m.

- Nombre de jours ouvrables :

- $NJO = NJA - NJR - NJF, j / an$

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

- $NJR : \text{Nombre de jours de repos} = 104 J / an$

- $NJF : \text{Nombre de jours feries} = 11 J / an$

- Congé annuel : 30j

- $NJO = 365 - 104 - 11 - 30 = 220 j / an$

- T_{tp} : Temps de réalisation des travaux préparatoires,

$$T_{tp} = T/R$$

- T : tonnage,

- R : rendement du chantier,

- T_g : Tonnage dans les galeries,

$$T_g = S_g \cdot L_g \cdot \gamma$$

- S_g : section de galerie, $S_g = 7,2 \text{ m}^2$
- L_g : longueur de galerie,
- γ : densité, $\gamma = 3.8 \text{ t/m}^3$.

- T_{ch} : Tonnage dans les cheminées,

$$T_{ch} = S_{ch} \cdot H_{ch} \cdot \gamma$$

- S_{ch} : section de cheminées, $S_{ch} = 4.5 \text{ m}^2$
- H_{ch} : hauteur de cheminées,
- γ : densité, $\gamma = 3.8 \text{ t/m}^3$.

- T_r : Tonnage dans les recoupes,

$$T_r = S_r \cdot L_r \cdot \gamma$$

- S_r : section de recoupe, $S_r = 4 \text{ m}^2$
- L_r : longueur des recoupes,
- γ : densité, $\gamma = 3.8 \text{ t/m}^3$.

- T_c : Tonnage total d'une chambre,

$$T_c = S_c \cdot E \cdot \gamma$$

- S_c : section de la chambre, $S_c = 4 \text{ m}^2$
- E : puissance de filon, $E = 2 \text{ m}$
- γ : densité, $\gamma = 3.8 \text{ t/m}^3$.

- T_p : Tonnage dans un pilier restant

$$T_p = H_p \cdot L_p \cdot E \cdot \gamma \cdot N$$

- H_p : hauteur d'un pilier, $H_p = 4 \text{ m}$.
- L_p : longueur d'un pilier, $L_p = 1 \text{ m}$.
- E : puissance de filon, $E = 2 \text{ m}$.
- γ : densité, $\gamma = 3.8 \text{ t/m}^3$.
- N : nombre de pilier,

- T_{nc} : Tonnage nette de chambre

$$T_{nc} = T_c - T_r - T_p$$

- T_c : Tonnage total de la chambre,
- T_r : Tonnage des recoupes,
- T_p : Tonnage des piliers,

❖ **Filon 10**• **Niveau 1865**➤ **Délais des travaux préparatoires****Tableau II.13:** Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1865.

Longueur (m)		Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)	
Galerie		350	9576	250
Cheminées	N1	10	171	7
	N2	25	428	17
	N3	40	648	28
	N4	50	855	35
	N5	62	1060	44
	N6	70	1197	50
	N7	70	1197	50
	N8	65	1111	46
Recoupes	C1	120	1824	86
	C2	200	3040	143
	C3	280	4256	200
	C4	320	4864	228
	C5	400	6080	286
	C6	360	5472	257
Total		-	41779	-

➤ **Délais d'extraction des chambres****Tableau II.14:** Extraction du minerai dans les chambres niveau 1865.

Chambre	Section (m2)	Tonnage total (tonne)	Tonnage des piliers (tonne)	Tonnage de chambre (tonne)
C1	640	4864	182	2858
C2	1240	9424	304	6080
C3	1640	12464	425	7777
C4	2120	16112	486	10762
C5	2440	18544	608	11856
C6	2240	17024	546	11006
Total	-	79952	2550	50340

- **Niveau 1815**

- **Délais des travaux préparatoires**

Tableau II.15: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau1815.

Longueur (m)		Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
Galerie		300	8208
Cheminées	N1	18	308
	N2	35	598
	N3	50	855
	N4	50	855
	N5	50	855
	N6	50	855
Recoupes	C1	200	3040
	C2	280	4256
	C3	280	4256
	C4	280	4256
Total		-	28342

- **Délais d'extraction des chambres**

Tableau II.16: Extraction du minerai dans les chambres niveau1815.

Chambre	Section (m2)	Tonnage total (tonne)	Tonnage des piliers (tonne)	Tonnage de chambre (tonne)
C1	1040	7904	304	4560
C2	1720	13072	426	8390
C3	1720	13072	426	8390
C4	1720	13072	426	8390
Total	-	47120	1582	29730

❖ **Filon 11**

Bloc sud (1C1) :

• **Niveau 1915**➤ **Délais des travaux préparatoires****Tableau II.17:** Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1915

Longueur (m)		Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
Galerie	590	16142	421
cheminées	N1	5	85
	N2	12	205
	N3	21	359
	N4	29	496
	N5	32	547
	N6	42	718
	N7	47	804
	N8	47	804
	N9	47	804
	N10	47	804
	N11	47	804
	N12	47	804
	N13	50	855
	N14	42	718
Recoupes	C1	160	2432
	C2	160	2432
	C3	240	3648
	C4	280	4256
	C5	280	4256
	C6	280	4256
	C7	280	4256
	C8	280	4256
	C9	280	4256
	C10	240	3648
Total	-	62645	-

➤ **Délais d'extraction des chambres**

Tableau II.18: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1915.

Chambre	Section (m2)	Tonnage total (tonne)	Tonnage des piliers (tonne)	Tonnage de chambre (tonne)
C1	880	6688	243	4013
C2	1000	7600	243	4925
C3	1400	10640	365	6627
C4	1600	12160	425	7479
C5	1600	12160	425	7479
C6	1600	12160	425	7479
C7	1600	12160	425	7479
C8	1600	12160	425	7479
C9	1600	12160	425	7479
C10	1400	10640	365	6627
Total	-		3766	67066

• **Niveau 1965**

➤ **Délais des travaux préparatoires**

Tableau II.19: Extraction du minerai dans les travaux préparatoires niveau 1965

Longueur (m)		Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
Galerie		215	5882.4
cheminées	N1	4.5	76.95
	N2	17	290.7
	N3	27	461.7
	N4	39	666.9
	N5	29	495.9
	N6	17	290.7
Total		-	8165.26

➤ **Délais d'extraction des chambres**

Tableau II.20: Extraction du minerai dans les chambres niveau 1920.

chambre	Section (m2)	Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (jours)
C1	-	-	-
C2	940	7036.84	269
total	-	7036.84	-

II.A.4.2. Organisation des travaux

Pour attendre une production annuelle de 60000 t à partir des travaux souterrains sur les filons 4, 10 et 11 il est nécessaire d'adapter le planning d'exploitation comme suivant:

- Le travail doit être effectué dans 3 chantiers par jour.
- le nombre de poste est 2 postes.
- Trois niveaux à exploiter en même temps (niveau 1865 de filon10-1965 filon11- niveau 1730 de filon 4).

On constate que lorsque la mine est en état de préparation, la production généralement est faible. Ce qui montre que l'exploitation d'un autre filon est nécessaire. Ainsi la décomposition des travaux miniers est comme suit :

- un chantier en préparation.
- Les deux autres chantiers en extraction dans les chambres

❖ Préparation de filon 10

- On travaille en première temps sur les deux galeries chaqu'un avec deux postes, telle que on réalise les première 50m de galerie de roulage de les deux niveaux.

a : L'avancement de chaque tir, $a=1.4m$.

T_r : temps de réalisation : $T_r=50/a$,

$$T_r=50/1.4=36j.$$

- Puis on concentre les travaux sur le niveau 1865m, on travail sur deux fronts.
En avance de 80m de galerie de roulage et creusé de trois cheminées de longueur respectivement 10, 25, 40m
Donc la longueur réalisé sera : $80+10+25+40=155m$.
Temps de réalisation sera égale : $155/1.4=110j$, si on a travail sur un seul front.
Mais lorsque on a travail sur deux front donc : $T_r= 110/2=55j$.
- Préparation de chambre C1, par Creusement de 120 m des recoupes.
Avancement dans la galerie avec une distance de 40 m
Creusé le cheminée N°4 à la distance de 50m
Longueur réalisé sera : $120+40+50=210m$
Temps de réalisation sera égale : $210/1.4=150j$, si on a travail sur un seul front.
Mais lorsque on a travail sur deux front donc : $T_r= 150/2=75j$.
- A la de cette année on fait préparé la deuxième chambre avec une longueur des recoupes de 200m.

Temps de réalisation sur un front égale : $200/1.4=142j$.

Sur deux front sera égale : $142/2=71j$

La chronologie de préparation du filon 10 dans l'année 2013 est résumée dans le tableau suivant :

Tableau II.21: Avancement des travaux préparatoires durant 2013.

mois	front	jan	Fev	mar	Avr	mai	jui	Juil	aout	sept	oct	nov	total
T.p	Galerie (m)	60	45	25	25	25	15	15	10	0	0	0	220
	Cheminée(m)	0	15	25	25	10	15	15	20	0	0	0	125
	Recoupe (m)	0	0	0	0	10	45	45	20	50	50	50	270
	Total TV	1642	1489	1111	1111	1007	1351	1351	920	760	760	760	12262

Donc le tonnage serait :

$$\left\{ \begin{array}{l} T \text{ (galeries)}=6019 \text{ T} \\ T \text{ (cheminée)}=2138 \text{ T} \\ T \text{ (recoupe)}=4104 \text{ T} \end{array} \right. \quad \text{total}=12262 \text{ T}$$

❖ Filon 04

Dans le filon 4, deux chambres prêtes à l'exploitation et deux autres chambres en préparation.

Sur la base des considérants suivants :

- hauteur : 40m
- longueur : 40m
- largeur : 2m
- densité : 3.8

Tonnage d'une chambre= T . totale - T . stot - T . pilier - T . recoupe.

Tonnage d'une chambre= $12160 - 2432 - 304 - 3040 = 6384T$

Capacité d'extraction= $3 \times 4 \times 2 \times 3.8 = 91 \text{ T/j}$, pour un tir

Sur la base de 02 fronts de travail, la capacité d'extraction serait $182/j$

La durée d'extraction d'une chambre est de $6384/91=70j$

Le délai de préparation d'une chambre est 3mois avec deux fronts de travail

Tableau II.22: représente l'extraction des chambres en 2013

mois	Front	jan	Fev	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sept	oct	nov	total
T prép	Galerie (m)	0	0	0	0	30	30	30	10	0	0	0	100
	Cheminée(m)	0	0	0	0	0	0	30	30	20	0	0	80
	Recoupe (m)	100	100	100	100	0	0	0	20	60	60	60	600
	Total TV	1520	1520	1520	1520	821	821	1334	1091	1254	912	912	13225
Abattage	Tonne	4004	4004	4004	0	4004	4004	4004	0	0	0	0	24024
Total minerai	tonne	5524	5524	5524	1520	4825	4825	5338	1091	1254	912	912	37249

Tonnage total extraite en 2013 est 37249 tonne

❖ Préparation de filon 11

On considère la même manière de travail come les deux filons précédant, et le tableau suivant résume les travaux réalisée sur le filon 11 pendant l'année 2014.

Si on travail dans le niveau 1965 on voir à la fin de l'année 2014 deux chambres prêtes à l'extraction.

La chronologie de préparation du filon 11 dans l'année 2014 est résumée dans le tableau suivant :

Tableau II.23: avancement des travaux préparatoires durant l'année 2014

Mois	front	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juil	aout	sept	oct	nov	total
T.prép	Galerie (m)	30	30	30	30	30	30	0	0	25	0	0	205
	Cheminée(m)	0	0	17	27	30	9	0	0	29	0	0	112
	Recoupe (m)	0	0	0	0	0	0	60	60	0	60	60	240
	Total TV	821	821	1112	1112	1334	975	912	912	1180	912	912	11003

II.A.5.3. Planification de la production de 2013-2015

Selon le programme de réalisation des travaux préparatoires l'échéancier de production de l'exploitation souterraine se présente comme suit :

Tableau II.24: planning de production

		2013	2014	2015
souterrain	Filon10	12262 T	30000 T	30000 T
	Filon 4	40000 T	30000 T	30000 T
	Filon 11	-	11003 T	30000 T
Ciel ouvert (*)		20000 T	20000 T	-
Total		72262 T	91003 T	90000 T

(*) Pour mémoire : Le volet Ciel Ouvert sera abordé dans le Volet B consacré à l'exploitation à ciel ouvert.

II.A.6.Moyens humains et matériels

❖ Effectif Fond

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 :

Tableau II.25 : représente le nombre d'effectif

Effectif	nombre
Chef de poste	4
Mineur/ Boutefeu	6
Aide mineur	6
Conducteur –locotracteur	3
-pelle chargeuse sur rail	3
Manœuvre	5
Boiseur	6
Aide boiseur	6
compresseuriste	3
Mécanicien d'entretien	3
Conducteur -camion	6
- pelle chargeuse	3
Ingénieur mineur, géologue, et topo	3
Total	57

❖ Moyens matériels**• Compresseurs**

La mine dispose de 2 compresseurs de 25 à 30m³/mn installés dans le filon 4. En raison de l'ouverture des nouveaux filons il est nécessaire d'acquérir de deux autres compresseurs, de la même capacité.

• Marteaux perforateurs

La durée de foration d'un chantier de section 2mx2m est 2heurs, pour un nombre de chantier de 3 il est nécessaire d'acquérir 6 à 7 marteaux perforateurs.

• 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 trois pelles chargeuses.

• 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 4 camions de 15 tonnes pour transporter 320 tonnes par jour.

• 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 de trois groupes électrogènes de 100kva.

• Pompes

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

En résumé le matériel à acquérir en tannant compte des équipements de soutien est le suivant

Tableau II.26: Équipement font nécessaire

Equipements fond	Nombre
Groupe électrogène	3
compresseurs	2
Locotracteur	3
wagon	15
Pelle chargeuses	3
Marteaux perforateurs	6 à 7
Pompe	1
ventilateurs	3
Equipements jour	Nombre
Camions	6
Pelle chargeuses	1

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

II.B. Exploitation à ciel ouvert

Dans le champ filonien d'AIN MIMOUN la plupart des gisements affleure en surface. Beaucoup de ces filons ont déjà été exploités en surface comme c'est le cas de :

- ✓ filon : 10
- ✓ filon : 04

L'exploitation à ciel ouvert a l'avantage de produire de la baryte dans des conditions moins difficiles que l'exploitation souterraine.

Le projet d'exploitation à ciel ouvert sera élaboré sur les deux filons 11 et 10 apophyse, avec

➤ Filon 11

Il est compartimenté en trois blocs

- ✚ Bloc nord ; on exploite ce bloc quand on a fini l'exploitation à ciel ouvert des blocs sud et centre, filon 11. car les catégories des réserves sont classées en C2.
- ✚ Bloc centre ; l'exploitation se fait en ciel ouvert car ce filon est caractérisé par :
 - ✓ Leur catégorie de réserve C1
 - ✓ Leur affleurement
 - ✓ Avec une petite profondeur.
- ✚ Bloc sud ; l'exploitation se fait en élaboration entre le ciel ouvert et le souterrain (mixte), car :
 - ✓ Les catégories des réserves sont classées en C1.
 - ✓ Le filon affleuré.
 - ✓ Leur importance profonde.

➤ Filon 10 apophyse

Situé à 15 Kms à l'Est de l'usine de traitement relié à celle-ci par une piste non praticable. Ce filon a été découvert par 10 tranchées en surface.

- Longueur du filon : 300m.
- Puissance moyenne minéralisée : 1.10m.
- Pendage du filon ; 60° à 85° vers le Sud-Est.
- Teneur moyenne en BaSO_4 : 75.00%.
- Réserves géologiques : 34600 Tonnes.

Puisque les réserves sont classées en C2 on peut débuter l'exploitation à ciel ouvert à la fin de l'exploitation du filon 11 à ciel ouvert.

II.B .1. Régime de fonctionnement de la carrière

L'exploitation à ciel ouvert sera fonctionnée selon le régime suivant :

Le nombre de jours ouvrables par an 250 jours /an

Le nombre de jours ouvrables par semaine5 jours /semaine;

Le nombre de postes de travail par jour.....1 poste /jour ;

Le nombre d'heures de travail par poste.....8heures / poste.

Dans une journée de 8h de travail L'organisation de travail se fait selon le tableau suivant :

Tableau II.27 :cyclogramme de travail pendant une journée de 8h.

Tâches	7h00 à 7h45	7h45 à 8h45	8h45 à 9h45	10h45 à 11h45	11h 45 à 12h15	12h15 à 13h15	13h15 à 14h15	14h15 à 15h00
Préparation pour aller au lieu de travail								
Travaux de découpage et d'abattage								
Chargement								
Repos								
Préparation pour quitter le lieu de travail								

❖ La production annuelle de la carrière

On a déjà estimé la production annuelle de la carrière dans le chapitre précédent :

$$P_a = 20\,000 \text{ T/an.}$$

❖ La production mensuelle

La production mensuelle (P_m) est déterminée par la formule suivante :

$$P_m = P_a / n_m$$

Où : n_m : nombre de mois de travail dans une année : 10

$$P_m = 20000 / 10 = 2000 \text{ T/mois}$$

Dans le mois janvier et décembre on ne peut pas travailler puisque on a le problème de la neige.

Et le volume nécessaire de la production mensuelle est :

$$V_m = P_m / \gamma$$

Où : γ est la densité absolue=4 ;

$$V_m = 2000/4 = 500 \text{ m}^3/\text{mois.}$$

Ce calcul n'est qu'un volume moyen de la production mensuelle à obtenir.

❖ La production journalière

La production journalière à assurer avec une bonne performance des engins miniers est :

$$P_j = P_m / N_j$$

$$P_j = 2000/20 = 100 \text{ T/j}$$

❖ Réserves récupérable

Les réserves exploitables à ciel ouvert de les deux filons 11 et 10 apophyse sont calculent selon la formule suivante :

$$T = L \cdot E \cdot H \cdot \gamma$$

L : longueur de filon déterminé à partir d'Auto CAD

E : épaisseur moyen de filon

H : hauteur pouvant être exploité a ciel ouvert = 10 m.

γ : est la densité absolue=3,8

❖ le tonnage des deux filons :

$$\text{Filon 11 (bloc sud)} \implies T = 10 \cdot (3.8) \cdot 720 \cdot 2 = 54720 \text{ T}$$

$$\text{Filon 11 (bloc nord)} \implies T = 10 \cdot (3.8) \cdot 240 \cdot 2 = 18240 \text{ T}$$

$$\text{Filon 11 (bloc nord)} \implies T = 10 \cdot (3.8) \cdot 70 \cdot 2 = 5320 \text{ T}$$

$$\text{Filon 10 apophyse} \implies T = 10 \cdot (3.8) \cdot 300 \cdot (1.1) = 12540 \text{ T}$$

Pour attendre la production projetée nécessite les travaux suivants :

II.B .2. Travaux de découverte

Les travaux de découverte consistent à déplacer la terre de recouvrement vers les terrains réservés à cet effet (portion de terrain aménagée à l'intérieure de la concession).

Pour les travaux de découverte consistent à décapé de 10m de stérile qui recouvre la partie minéralisée qui on a entraine de faire récupérée en ciel ouvert du gisement.

Ces travaux se font a l'aide d'un bulldozer.



Figure II.12: Bulldozer

Dans ce cadre les volumes de stériles à enlever pendant une journée sera égale à 200m^3 avec une densité de la roche encaissante de $1.5\text{t}/\text{m}^3$.

Autrement dit, pendant une journée le tonnage enlevé est de : $200 \times 1.5 = 300\text{T}/\text{J}$

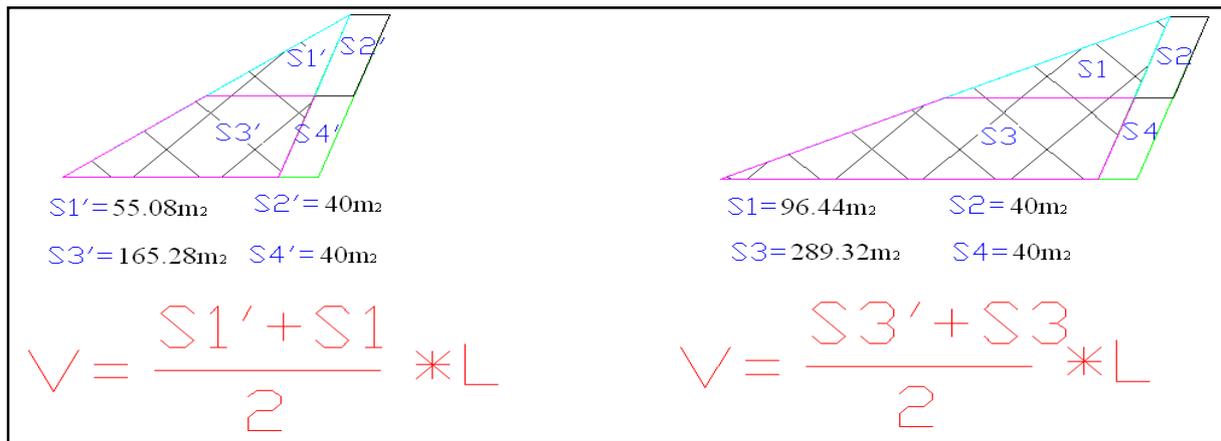
Un calcul de volume de découverte a été fait pour une profondeur de 5m et une profondeur de 10m. Le tableau ci-après montre le volume de stérile des différentes parcelles.

Tableau II.28: représente les volumes de stérile à enlever par chaque parcelle

N° de parcelle	H (m)	Surface S1 (m ²)	SurfaceS2 (m ²)	Longueur L(m)	Volume V (m ³)	Temps de réalisation (j)
5°	05	287.04	73.2	26.26	4727.58	24
	10	185.24	219.6	26.26	5315.5	27
4°	05	98.76	90.4	23.18	2192.36	11
	10	296.24	271.92	23.18	6585	33
3°	05	86.56	112.4	24.9	2477.05	12
	10	259.64	337.36	24.9	7432.65	37
2°	05	33.64	39.6	27.82	1018.76	5
	10	100.96	118.8	27.82	3056.86	15
1	05	211.8	270.76	27.4	6748.07	34
	10	642.56	813.08	27.4	19942.23	100
2	05	90.28	88.16	29.3	2614.14	13
	10	269.12	264.56	29.3	7818.41	39
3	05	55.08	96.44	26	1969.76	10
	10	165.28	289.32	26	5909.8	29
4	05	55.28	26.4	28.44	1161.48	6
	10	165.88	79.2	28.44	3485.06	17
5	05	141.64	82.56	26.58	2979.62	15
	10	424.96	247.64	26.58	8938.85	45
6	05	172.44	95.28	10.04	1344	13
	10	517.36	285.88	10.04	4303.3	21
7	05	221.4	60.48	23.07	3251.5	16
	10	221.4	181.42	23.07	4646.5	23
8	05	66.6	76.04	26.52	1891.4	9
	10	198	228.12	26.52	5650.3	28
9	05	74.8	45.48	19.42	1171	6
	10	224.4	137.86	19.42	3517.5	17
10	05	77.4	89.96	25.26	2113.7	10
	10	232.2	269.84	25.26	6340.76	32
11	05	120.84	49.08	27.52	2338.1	12
	10	362.56	147.28	27.52	7015.4	35
12	05	170.36	245.92	27.82	5790.45	29
	10	511.12	737.68	27.82	17370.80	89
Total					161126.89	

Le tonnage de stérile quant on a enlevé sera égale : $161116.89 \times 1.5 = 241690.3$ tonne

Exemple de calcul le volume découvert de la parcelle N°3



L : la distance entre les deux sections, L =26m.

Sur les premiers 5m :

T_d : temps de décapage sur les premiers 5m,

$$T_d = V/R.$$

V : volume qui sera enlevé sur 5 m,

$$V = [(55.08 + 96.44)/2] * 26 = 1969.76m^3$$

R : rendement journalier, R=200 m³/j.

Application numérique : $T_d = 1969.76/200 = 10j$

Sur les 5m supplémentaires:

T_d : temps de décapage sur les premiers 5m,

$$T_d = V/R.$$

V : volume qui sera enlevé sur 5 m supplémentaires,

$$V = [(165.28 + 289.32)/2] * 26 = 5909.8m^3$$

R : rendement journalier, R=200 m³/j.

Application numérique : $T_d = 5909.8/200 = 30j$

II.B .3. Traçage de la piste

Une piste de 15 km partiellement asphaltée relie l'usine de traitement au filon 11 nécessite un réaménagement.

Pour l'exploitation de la partie affleurante de filon 11, il est nécessaire de prolonger la piste.

Cette nouvelle piste doit avoir les paramètres suivants :

II.B .3.1. Largeur de la piste

La largeur de la chaussée des routes dépend des gabarits de moyens de transport, de la vitesse De circulation et du nombre de voies de circulation. Elle peut être déterminée d'après les formules suivantes :

1er cas : circulation à une seule voie (pour les pistes secondaires) :

$$T = a + (2x C)$$

Où :

- T : Largeur de la piste ;
- a : Largeur de la benne du camion, (a = 3 m (valeur approximative)) ;
- C : Largeur de la bande de sécurité, (m)

$$C = 0,5 + 0,005 V$$

Où :

- V : c'est la vitesse moyenne de circulation des camions (V = 25 km / h).

$$\text{Donc : } C = 0,62 \text{ m.}$$

Alors :

$$T = 3 + (2x 0,62) = 4,24 \text{ m}$$

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à une seule voie est :

$$T = 4,24 \text{ m.}$$

2eme cas : circulation à double voie (pour la piste principale) :

$$T = 2 x (a + C) + X + r$$

Où :

- r : Largeur de la rigole d'évacuation d'eau = 0.4 m.
- X: Distance entre les bennes des camions, X = 2 x C (m).

$$X = 1,24 \text{ m.}$$

Alors :

$$T = 2 x (3 + 0,62) + 1,24 + 0,4 = 8,88 \sim 9 \text{ m.}$$

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à double voie est :

$$T = 9 \text{ m.}$$

II.B .3.2. La pente de la piste

Le tracé des pistes est un facteur important pour l'obtention de bonnes conditions de travail et de sécurité pour les engins du transport de la matière utile des fronts d'exploitation vers L'atelier de préparation mécanique. La réalisation des pistes de circulation des camions pour le transport des roches abattues, doit être spécialement bien étudiée avec des pentes limites, on doit veiller à ne pas dépasser 15% en ligne droite et 5 à 6% dans les virages.

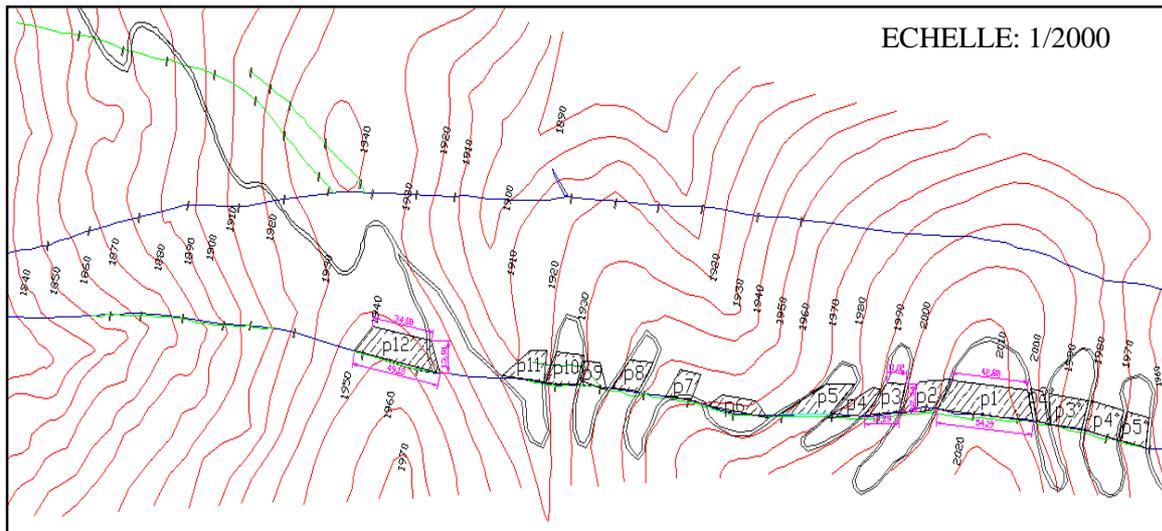


Figure II.13: Présentation de la piste et les différentes parcelles sur la carte topographique

II.B .4. Abattage

Les méthodes d'exploitation à ciel ouvert peuvent être définies comme étant l'ordre d'exécution dans le temps et dans l'espace d'un ensemble de travaux d'enlèvement des stériles et du minerai, établi pour des conditions déterminées. Cet ordre dépend de la variété du nombre de mécanisme, d'engins utilisés à cet effet et de l'organisation de ces derniers. L'élaboration du projet d'ouverture et d'exploitation à ciel ouvert de filon 11 doit prendre en compte les exigences fondamentales:

Pour la mise en exploitation rapide de filon et sa rentabilité économique.il faut exploiter le filon par la machine de fragmentation (brise de roche), on n'utiliser pas les explosifs puisque elles peuvent causer des problèmes de fissuration.



Figure II.14: représente une brise de roche.

On attaque d'abattre de minerai avant la détermination des travaux de découverte

Telle que le volume de minerai qui a été exploité dans chaque parcelle sera représenté sur le tableau suivant ; avec de section égale à 40m² de les deux cotés. Avec une profondeur de 5m.

Tableau II.29 : représente les volumes de minerai à enlever par chaque parcelle :

N° de parcelle	H(m)	Longueur (m)	Volume (m ³)	Tonnage (tonne)	Temps de réalisation (j)
5°	05	26.26	1050.4	3991.52	40
	10	26.26	1050.4	3991.52	40
4°	05	23.18	927.2	3523.36	35
	10	23.18	927.2	3523.36	35
3°	05	24.9	996	3784.8	38
	10	24.9	996	3784.8	38
2°	05	27.82	1112.8	4228.64	42
	10	27.82	1112.8	4228.64	42
1	05	27.4	1096	4164.8	41
	10	27.4	1096	4164.8	41
2	05	29.3	1172	4453.6	45
	10	29.3	1172	4453.6	45
3	05	26	1040	3952	39
	10	26	1040	3952	39
4	05	28.44	1137.6	4322.88	43
	10	28.44	1137.6	4322.88	43
5	05	26.58	1063.2	4040.16	40
	10	26.58	1063.2	4040.16	40
6	05	10.04	401.6	1526.08	15
	10	10.04	401.6	1526.08	15
7	05	23.07	922.8	3506.64	35
	10	23.07	922.8	3506.64	35
8	05	26.52	1060.8	4031.04	40
	10	26.52	1060.8	4031.04	40
9	05	19.42	776.8	2951.84	30
	10	19.42	776.8	2951.84	30
10	05	25.26	1010.4	3839.52	38
	10	25.26	1010.4	3839.52	38
11	05	27.52	1100.8	4183.04	42
	10	27.52	1100.8	4183.04	42
12	05	27.82	1112.8	4228.64	42
	10	27.82	1112.8	4228.64	42
Total	-	-	-	124408.96	-

II.B .4. Chargement et transport

II.B .4 .1. Chargement

La capacité de godet de la chargeuse

Pour assurer la production souhaitée par l'entreprise il est préférable d'utiliser une Chargeuse(KOMATSU) avec une capacité de godet de 3,5 m³.

Le rendement de la chargeuse

$$R_{ch} = \frac{3600 \times V \times k_r \times T \times \gamma \times k_u}{t_c \times k_f} \dots\dots(t/ poste)$$

Le rendement de la chargeuse est déterminé par l'expression suivante :

Où :

- ✓ V : la capacité du godet de la chargeuse en (3,5 m³).
- ✓ Kf : coefficient de foisonnement.
- ✓ Kr : coefficient de remplissage du godet de la chargeuse (Kr=0.85) ;
- ✓ T : durée effective d'un poste de travail, T = 06 h,
- ✓ γ : masse volumique ; γ = 4 T/m³ ;
- ✓ Ku : coefficient d'utilisation de la chargeuse durant un poste de travail (Ku = 0.90) ;
- ✓ tc : durée d'un cycle de chargement ; tc=40 s ;

$$tc = tr + tpc + td + tpv (s) = 25+5+5+5=40s$$

- ✓ tr : temps de remplissage du godet, il est en fonction de la difficulté de pénétration du godet
- ✓ dans le tas et le coefficient de foisonnement (25s).
- ✓ tpc : temps de parcours (rotation) de la chargeuse chargée vers le lieu de déchargement (5s).
- ✓ td : temps de déchargement du godet ; td = 5 s
- ✓ tpv : temps de parcours (rotation) de la chargeuse vide vers le lieu de chargement (le tas des roches abattus).
- ✓ tpv=5s.

Donc : le rendement de la chargeuse est:

$$R_{ch} = 3614,6 \text{ T / poste.}$$

Nombre des godets nécessaires pour le chargement d'un camion

Le nombre des godets nécessaires pour le chargement d'un camion est calculé par la relation suivante :

$$N_g = \frac{Q_c \times k_f}{V \times k_r \times \gamma}$$

- ✓ Q_c : capacité du camion, $Q_c=18$ T.
- ✓ k_f : coefficient de foisonnement, $k_f= 1,6$;
- ✓ V : capacité du godet de la chargeuse, $V= 3,5$ m³;
- ✓ k_r : coefficient de remplissage du godet, $k_r = 0,9$;
- ✓ γ : Poids volumique de la roche $\gamma = 4$ T/m³.

$$N_g=18 \times 1.6 / 3.5 \times 0.9 \times 4 = 2 \text{ godets.}$$

$N_g=2$ godets.

La durée de chargement d'un camion

La durée de chargement d'un camion est calculée par la relation suivante :

$$T_{ch} = t_c \times N_g ; (s)$$

- ✓ t_c : la durée d'un cycle de la chargeuse. $t_c= 40$ secondes.
- ✓ N_g : nombres de godets nécessaires pour le chargement d'un camion.

$$T_{ch} = 40 \times 2 \approx 80s.$$

Pour un meilleur rendement et une meilleure marche de la production il faut 02 chargeuses, qui assurent la réalisation du programme lorsqu'une chargeuse est arrêtée pour entretien préventif ou curatif, l'autre la remplace.

II.B .4 .2. Transport

Le but principal du transport dans l'exploitation à ciel ouvert est le déplacement de la baryte pour les stocks ou la trémie de réception des installations de traitement.

Rendement des camions

Le rendement du camion par poste est donné par la formule suivante :

$$R_c = \frac{3600 \times Q_c \times T \times k_{ch}}{t_c} \dots (T / poste)$$

D'où :

- ✓ Q_c : capacité de la benne du camion (18 tonnes),
- ✓ T : la durée effective d'un poste de travail, $T = 6$ h,
- ✓ k_{ch} : coefficient de chargement du camion ; $k_{ch} = 0.85$,
- ✓ t_c : le temps de réalisation d'un cycle ;

$$t_c = T_{ch} + T_{tr} + T_d + T_m$$

- ✓ T_{ch} : temps de chargement du camion, 240 s;
- ✓ T_{tr} : temps du trajet (en charge et à vide), 6300 s;
- ✓ T_d : temps de déchargement du camion, 30 s;
- ✓ T_m : temps de manœuvre, 45 s

$$t_c = 240 + 6300 + 30 + 45 = 6615 \text{ sec ;}$$

Donc, Le rendement du camion est de :

$$R_c = 3600 \times 0.85 \times 18 \times 6 / 6615 = 49.95 \text{ T / poste}$$

$$\mathbf{R_c = 49.95 \text{ T / poste.}}$$

Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production

Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production souhaitée par l'entreprise est donné par la formule suivante :

$$N_c = \frac{P_j \times k_i}{R_c}$$

- ✓ N_c : nombre de camions ;
- ✓ P_j : la production journalière souhaité par l'entreprise ; $P_j = 100 \text{ T/j}$
- ✓ k_i : coefficient d'irrégularité de travail (varie entre 0.8 et 1.2 On prend $k_i = 0.9$)
- ✓ R_c : rendement du camion durant un poste de travail ; 66.6 T/poste.

Nc = 1 camions.

Il faut tenir compte aussi d'un camion en réserve, pour garantir la production à ciel ouvert. Donc, il faut deux (02) camions pour assurer la production souhaitée.

II.B .4. Evaluation des équipements

En résumé le matériel à acquérir en exploitation à ciel ouvert est le suivant :

Tableau II.30:représente les équipements nécessaires pour assurer la production souhaitée

équipements	nombres
Machine d'abattage (brise de roche)	1
chargeuse	1
Camions à benne	2
bulldozer	1

II.B .5. Planning de production à ciel ouvert

Le programme d'exploitation à ciel ouvert est présenté dans le tableau ci-après. Ce tableau montre que dans l'objectif, il est possible d'entamer l'extraction du minerai en 2013 de (bloc sud et bloc centre).

Tableau II.31 : Présente la prévision de la production à ciel ouvert

Filon	2013	2014
Filon11 (bloc sud)	16000T	16000T
Filon11 (bloc centre)	4000	4000
Filon11 (bloc nord)	-	-
Filon10 apophyse	-	-
Total	20000	20000

On arrêtera l'exploitation à ciel ouvert quand attendra une production plus de 80000 T à l'exploitation souterrain

II.B .6. Effectif

L'effectif nécessaire dépend du programme des travaux à réaliser, et sera mis en place progressivement. Il est estimé à 9 personnes travailler à ciel ouvert pour obtenir la production annuelle de 20 000 tonnes, ils sont répartis comme suit :

Tableau II.32: Répartition de l'effectif fond par structure et qualification professionnelle

qualification	nombre
Conducteur (Brise de roche)	1
Conducteur (Pelle chargeuse)	1
Conducteur (Camions à benne)	3
Conducteur (bulldozer)	1
chef de secteur	1
Agent de sécurité	2
total	9

CHAPITRE III:
FONCTIONS ANTERIEURES
AERAGE-SOUTENEMENT
TRAITEMENT-
HYGIENE ET SECURITE

III.1. Soutènement

Le mode de soutènement utilisé à 'AIN MIMOUN' est celui en bois, les cheminées de bloc sont séparées par le bois –cadre en bois compartiments :

- Un compartiment pour le minerai.
- Un compartiment pour le personnel.

Le soutènement par boisage est le plus couramment employé dans les petites mines. L'élément essentiel du boisage d'une galerie est le cadre. Celui-ci se compose de deux bois verticaux appelés montants ou pieds ou étais ; et d'un bois horizontal appelé chapeau. Signalons une particularité intéressante du comportement des bois : la rupture est annoncée par des craquements, ce qui constitue un signe avertisseur de danger. En revanche, le bois présente deux inconvénients : il est altérable et inflammable; Le premier 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 et qui provoquent une décomposition des constituants des bois.

Les résistances mécaniques du bois en sont affectées, On peut lutter contre cette altération par des procédés d'imprégnation de substances fongicides comme l'huile de vidange. Quand à son inflammabilité, on peut également y remédier par une imprégnation de produits ignifuges.

Ce type de soutènement est rencontré dans des traversées de failles et dans certains tronçons du travers banc et des galeries.

III.2. Aéraage

Le but principal de l'aéraage dans une mine souterraine, c'est de conserver pendant toute l'activité, les conditions atmosphériques idéales à l'aide d'un courant artificiel ou naturel d'air frais.

Lors de son passage dans les galeries, l'air frais est soumis à des transformations chimiques naturelles qui l'appauvrissent en oxygène et l'enrichissent en CO₂ et autres gaz toxiques résultants des tirs, ajouter à cela la poussière et l'humidité, il est dit alors air vicié.

L'écoulement de l'air dans les galeries souterraines se réalise de deux manières :

Aéraage naturel

Aéraage artificiel

III.2.1. Aéraage naturel

Les conditions naturelles atmosphériques (température, pression,...) peuvent être à l'origine de l'écoulement de l'air entre deux points de la mine.

En effet, quand la température de l'air augmente en un point donné A par rapport à un autre point B alors sa densité diminue et cela crée une différence de pression qui va créer à son tour l'écoulement de l'air du point A vers B.

La dépression causée par l'aéraage naturel est donnée par l'équation suivante :

$$\Delta H_n = (0.45h/100)\Delta T$$

h: différence de cote entre la galerie la plus basse et le retour d'air au jour.

ΔT : différence de température entre le fond et le jour.

L'aéraage naturel va du point chaud vers le point froid, comme la température au fond est pratiquement constante on aura généralement un aéraage montant en hiver et descendant en été. Mais ce type d'aéraage a ses inconvénients qui font qu'on ne doit pas se fier uniquement à lui seul et qui sont :

- difficulté de calculer la quantité d'air en écoulement.
- difficulté de prévoir son sens.
- insuffisance de la quantité d'air entrante.

III.2.2. Aéraage artificiel

Comme l'aéraage naturel, il est lui aussi basé sur la création d'une différence de pression et donc d'un courant d'air entre deux points de la mine mais dans ce cas là ça se fera à l'aide de Moyens artificiels notamment des ventilateurs.

En aspirant l'air ou en soufflant, le ventilateur crée une différence de pression. La vitesse de L'écoulement d'air est fonction de la puissance du ventilateur et de la résistance des parois.

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'aéraage et Plus précisément l'aéraage soufflant.

❖ Quantité d'air nécessaire :

La quantité d'air nécessaire pour l'aération est déterminée en fonction du nombre d'ouvriers se trouvant au fond.

$$Q_1 = q \times n \times K \text{ (m}^3 \text{ / min)}.$$

- q : quantité d'air frais nécessaire pour un ouvrier dans notre chantier elle est égale à 6m³.
- n : nombre d'ouvriers maximum au chantier qui est limité à 6 ouvriers
- K : coefficient de réserve : K = 1,2 – 1,3

$$Q_1 = 46,8 \text{ m}^3/\text{mn}$$

❖ Quantité d'air en fonction de la quantité d'explosif

$$Q_n = \frac{2,33}{t_v} \sqrt[3]{V Q_{ex} \cdot S^n \cdot L_{ex}^2 \cdot b \cdot K_n}$$

- Ou t_v : Temps de ventilation 30mn
- Q_{ex} : Quantité d'explosif totale utilisé pendant un cycle de creusement 9,000 kgs.
- Sⁿ : Section de l'excavation : 7,2 m²
- L²_{ex} : Longueur de l'excavation : 200 m
- b : Volume de gaz dégagé lors de l'explosif de 1,0kg d'explosif b = 40 (l / kg).
- K_n : Coefficient tenant compte de la saturation de l'air K_n = 0,6
- Q_n = 64,48 m³/ min.

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

❖ Capacité du ventilateur

Le rendement d'un ventilateur est :

$$R_v = Q_m \times p \text{ (m}^3 \text{ / mn)}$$

- Q_m : 64,48 m³ / min.
- P : Coefficient tenant compte des fuites d'air dans les conduites 1,04 < p < 2,63

On admet p=1,12 pour une longueur de 200 m.

$$R_v = 64,48 \times 1,12 = 72,2 \text{ m}^3 \text{ / min}$$

III.3. Technologie de Traitement du Minerai barytine d'Ain Mimoun

Le procédé de traitement du minerai de la mine de Ain Mimoun se base sur le principe suivant :

La séparation de deux minéraux de poids spécifique différents dans un fluide (eau).

Le traitement de minerai de barytine passe par les étapes suivantes :

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

III.3.1. Description des installations de traitement

III.3.1.1. Station de concassage et jiguage

❖ Concassage et criblage

Le minerai acheminée de la mine par un camion de 12 tonnes de capacité vers un air de stockage de tout-venant au niveau de la station de concassage est repris par une pelle chargeuse qui le dirige dans une trémie réceptrice installée au dessus du concasseur primaire dont la granulométrie des roches est de 350mm.

Le concasseur primaire a mâchoire est alimenté par un vibro- alimentateur situé au fond de la trémie réceptrice les produits obtenus après fragmentation ont une granulométrie inférieure à 60 mm.

Le minerai de granulométrie inférieure à 60mm est acheminée à l'aide d'une bande transporteuse sur un crible vibrant muni d'une toile tissée à maille carrée de 25 mm d'ouverture.

Le refus du crible passe dans un concasseur à cône secondaire après fragmentation le minerai retourne vers la sortie du concasseur primaire est passé une autre fois dans le crible.

❖ Concassage tertiaire (concasseur à cylindre)

Le minerai sorti du crible dont la granulométrie est inférieure à 25 mm est acheminée à l'aide d'une bande transporteuse est dirigée dans un concasseur à cylindre, le minerai est réduit à une granulométrie inférieure à 8 mm, le produit ainsi concassé est acheminée par une bande transporteuse vers une trémie intermédiaire de capacité de 100 T.

❖ Jiguage

Le minerai réduit à la grosseur de -8mm subit un enrichissement gravimétrique humide dans un jig de marque WEMCO type 5×11 d'une capacité théorique de 30T/h(capacité théorique) .le produit léger ,représente les rejets ,est acheminé avec l'eau vers la surface là où il seront évacués des deux coté transversaux de la machine .le produit lourd représente le concentré, est récupéré du bas et de coté frontal de la machine pour aller vers le classificateur à vis sans fin pour la décantation .le concentré issu de classificateur est mis en stock pour égouttage.

III.3.1.2. Station de séchage et broyage et conditionnement

La station est devise en 03 parties :

❖ Séchage

Après analyse du concentré au laboratoire de l'unité et son contrôle suivant l'exigence des normes API spécification 13A section 2(densité > 4.20) le concentré est diverse par une pelle chargeuse dans une trémie de capacité 40 Tonnes, qui se trouve avant le sécheur ce derniers est alimenté par une bande transporteuse qui se trouve entre la trémie et le sécheur rotatif de longueur 14 m et 2m de diamètre , pour se débarrasser de l'humidité(humidité maximale de 1%),après cela notre concentré passe dans une trémie installée entre le broyeur et le sécheur, ce produit (concentré) est acheminé par une élévateur à godet qui se trouve entre le sécheur et la trémie qui a une capacité de 30 Tonnes. Un système de dépoussiérage est placé pour cela.

❖ Broyage

Le broyeur pendulaire est alimenté par la trémie de produit sèche ce derniers est broyé jusqu'à une finesse de 3 % MAX refus de classe 74µm le produit broyé passe à une trémie de stockage par voie d'air (aspiration par un ventilateur à grande capacité), les schlamms du broyeur sont aspirés et stockés dans des filtres.

❖ Conditionnement

Le produit broyé (produit fini) stocké dans la trémie est conditionné dans des big-bags de 1,5 Tonnes à l'aide d'une ensacheuse.

III.3.2. Capacité de l'usine**Tableau III.1:** Les capacités des installations

Désignation	Capacité installée en Tonne/Heure	Capacité actuelle en Tonne/Heure
Concassage primaire	60	30
Concassage secondaire	35	18
Concassage tertiaire	25-30	12
Jigue	20-30 en tout-venant	1.7
Séchage	12-16	12-16
Broyage fin	12-15	12-15
Conditionnement	16	10-12

Ce tableau montre que /

- la capacité /poste de l'usine sur la base du conditionnement est de 20000T de baryte finie.
- La capacité /poste de l'usine sur la base du concassage primaire est 50000T de Tout venant.

Cela veut dire pour une production de 80000T de TV il est nécessaire de travailler à deux postes.

- Le concassage primaire sur 200j à deux postes
- Le reste de l'usine sur 250 jours à 2 postes

Le taux de récupération de la laverie est de 50%. Cela est dû à la teneur en BaSO_4 dans la roche confirmé par les réalisations durant les dernières années.

Tableau III.2: représente la production de TV avec baryte finie

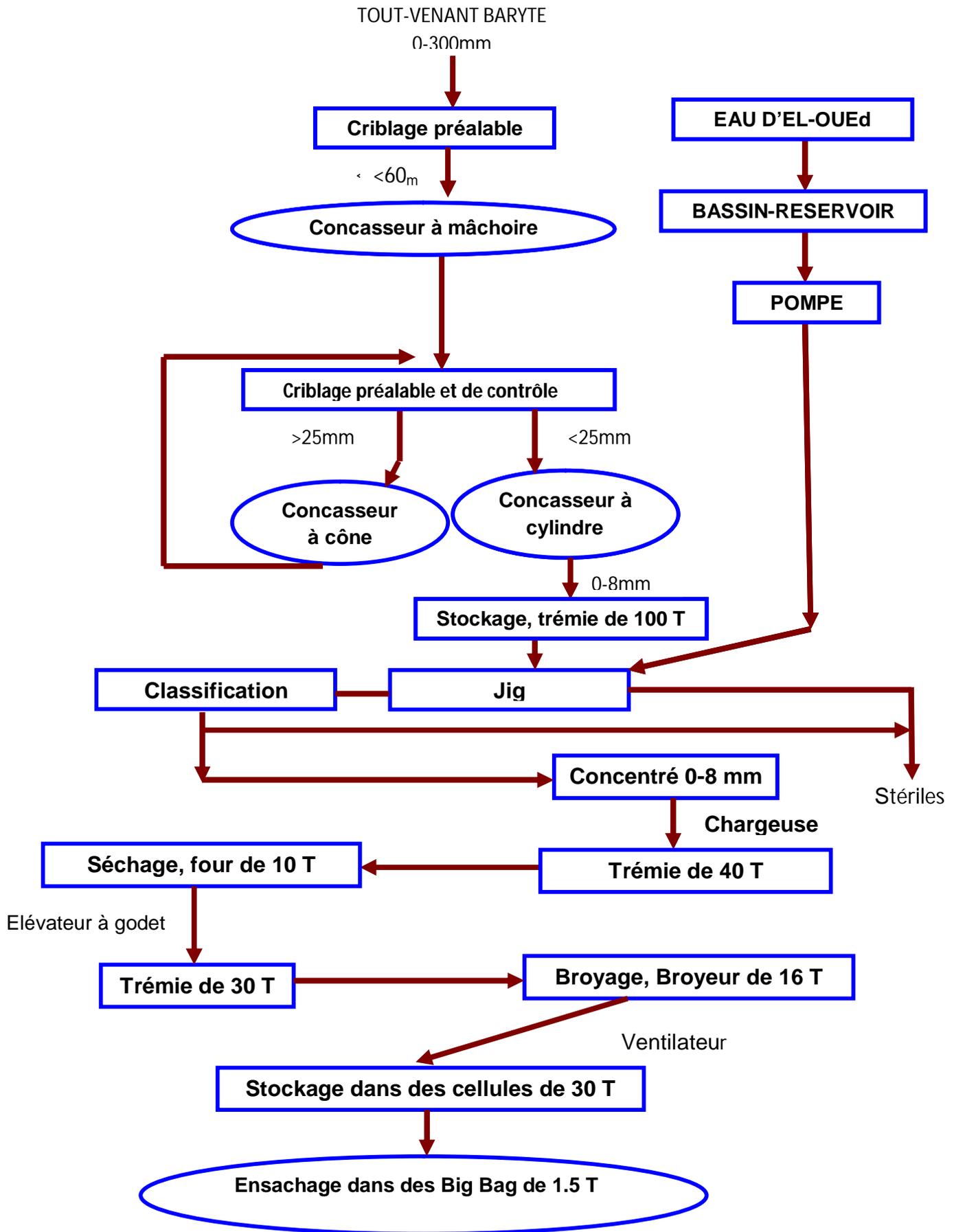
	2006	2007	2008	2009	2010
TV	17773	22356	19370	10761	5425
Baryte finie	8886.5	11122.3	9589.1	5434.8	2726.1

En tenant compte du taux de récupération de 50% la production prévisionnelle de la baryte finie est de :

Tableau III.3: Evolution de la production prévisionnelle

	2011	2012	2013	2014	2015
TV (T)	16000	20000	69509	91003	90000 T
Baryte finie (T)	8000	10000	34745.5	45501.1	45000

Schémas TECHNOLOGIQUE DE TRAITEMENT



III.4. 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.

D'après leur origine, les dangers dans une mine sont :

- Naturels : inondation, dégagement gazeux, éboulement, glissement...
- Biologiques : c'est les maladies dangereuses telle que la silicose.
- Technologiques : explosif, mouvement des engins, panne du ventilateur,...

Pour assurer la sécurité et l'hygiène dans la mine, nous portons ci-après quelques mesures sécuritaire et préventions que nous recommandons:

- 1- Au niveau du front d'abattage, le purgeage est effectué par le mineur et son aide, ce purgeage doit être effectué par un personnel qualifié. C'est pour cette raison que les chefs de postes doivent prévoir un tableau d'organisation à cet effet.
 - 2 - La signalisation de danger par des plaques indicatives dans les endroits où se présentent les risques tels que, les chutes de blocs, câble à haute tension, passage d'engins miniers.....etc.
 - 3 - Un plan d'aéragé sera tenu et actualisé à toutes nouvelles conditions d'aéragé.
 - 4 - Les contrôleurs de sécurité doivent faire des visites quotidiennes ou du moins périodiques et signaler à temps toutes les anomalies rencontrées dans le domaine de la Sécurité minière.
 - 5 - La disposition des moyens de communication rapide entre les chantiers pour répondre aux éventuelles urgences.
 - 6 - Un véhicule devra être mis en permanence au niveau de la descenderie pour répondre aux éventuelles urgences.
 - 7 - La mine doit disposer d'appareils d'extinction entretenus constamment en bon état, permettant ainsi de combattre immédiatement tout commencement d'incendie souterrain. Ces extincteurs doivent être disposés au fond près des dépôts d'explosif.
- L'emplacement de ces appareils doit être porté sur le plan d'aéragé.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le sujet « Projection d'une capacité de production de baryte TV de 80 000T avec une combinaison d'une exploitation souterraine et une exploitation à ciel ouvert à la mine d'Aïn Mimoun » est en cours de concertation à SOMIBAR.

Aussi notre étude constitue une contribution à cette réflexion. Cependant la diversité des méthodes (exploitation souterraine, exploitation ciel ouvert) ainsi que la multiplication des filons (Filon 4, 10, 11 et 10 apophyse) ont rendu complexe une telle analyse surtout dans le temps de 3 à 4 mois imparti.

Dans notre travail nous avons abordé les principales phases de l'activité minière de Aïn Mimoun (mine souterraine et ciel ouvert), de l'ouverture jusqu'au le transport du minerai à l'usine en passant par l'exploitation et l'extraction.

Notre travail a été structuré comme suit :

Dans le premier chapitre nous avons pu constater que la baryte est utilisée principalement dans l'industrie pétrolière et cela à cause de ces propriétés physiques et chimiques. Puis dans le chapitre géologie nous sommes arrivées à la conclusion que le gisement en question est un champ filonien formé de 27 filons et les filons du groupe 1(11, 10,4) sont les plus intéressants à exploiter compte tenu du degré de certitude (C1)

Dans le chapitre exploitation, le plus important, on a retenu la méthode de Sous niveau abattu la plus adéquate et calculé les dimensionnements des différents ouvrages (chambres, cheminées ;...) et cela pour avoir la meilleure production.

Dans l'exploitation à ciel ouvert la piste principale d'accès a été tracée sur le plan topographique de la zone filonienne à l'échelle 1/2000 et la découverte et les réserves ont été évalué sur des hauteurs de 5m et 10m de profondeur. L'abattage à la brise de roche a été préféré aux tirs à l'explosif pour éviter la création de fissures qui peuvent être à l'origine des irrptions des eaux de surfaces.

Les résultats obtenus nous ont permis de mener une conduite planifiée des travaux miniers mensuels, garantissant la production de 80000T en combinant entre l'exploitation souterraine et ciel ouvert,

Dans le dernier chapitre nous avons proposé de profiter de l'aérage naturel et cela par le creusement de cheminées, sans toutefois oublier la nécessité d'un ventilateur pendant certaines phases de notre travail notamment après le tir.

Bibliographie

[1] V.VIDAL:

« Exploitation des mines tome 2 » 1983.

[2] V.VIDAL:

« Exploitation des mines tome 3 » 1985.

[3] B.BOKY:

« Exploitation des mines » 1968.

[4] JACQUES FINE:

« Le soutènement des galeries minières » 1998.

[5] E.N.O.F:

« Plan d'exploitation Ain Mimoun » 2004.

[6] E.N.O.F:

« Plan d'exploitation Ain Mimoun » 2011.

[7] DIDI TADJEDINE :

« Mémoire de fin d'études. ENP » 2007.

[8] ADKHIS Brahim:

« Mémoire de fin d'études. ENP » 2010.