



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tebessi - Tébessa
معهد المناجم
Institut des mines



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Génie minier

Option : Exploitation des mines

Etude de l'exploitation souterraine du gisement de la baryte d'Ain Mimoun -Khanchela

Présenté et soutenu par

KHALDOUN Younes

CHANDAD Ismail

Devant le jury :

		Grade	Etablissement
Président :	M.Debbouz	MAA	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Encadreur :	A.Bourouh	MCB	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Examinatrice :	C.Merah	MCB	Université Larbi Tebessi - Tébessa

Promotion 2017-2018

Année universitaire : 2017-2018 Tébessa le : 31/05/2018

Lettre de soutenabilité

Noms et prénoms des étudiants :

- 1- Khaldoun Younes
- 2- Chandad Ismail

Niveau : 2^{ème} master Option : Exploitation minier

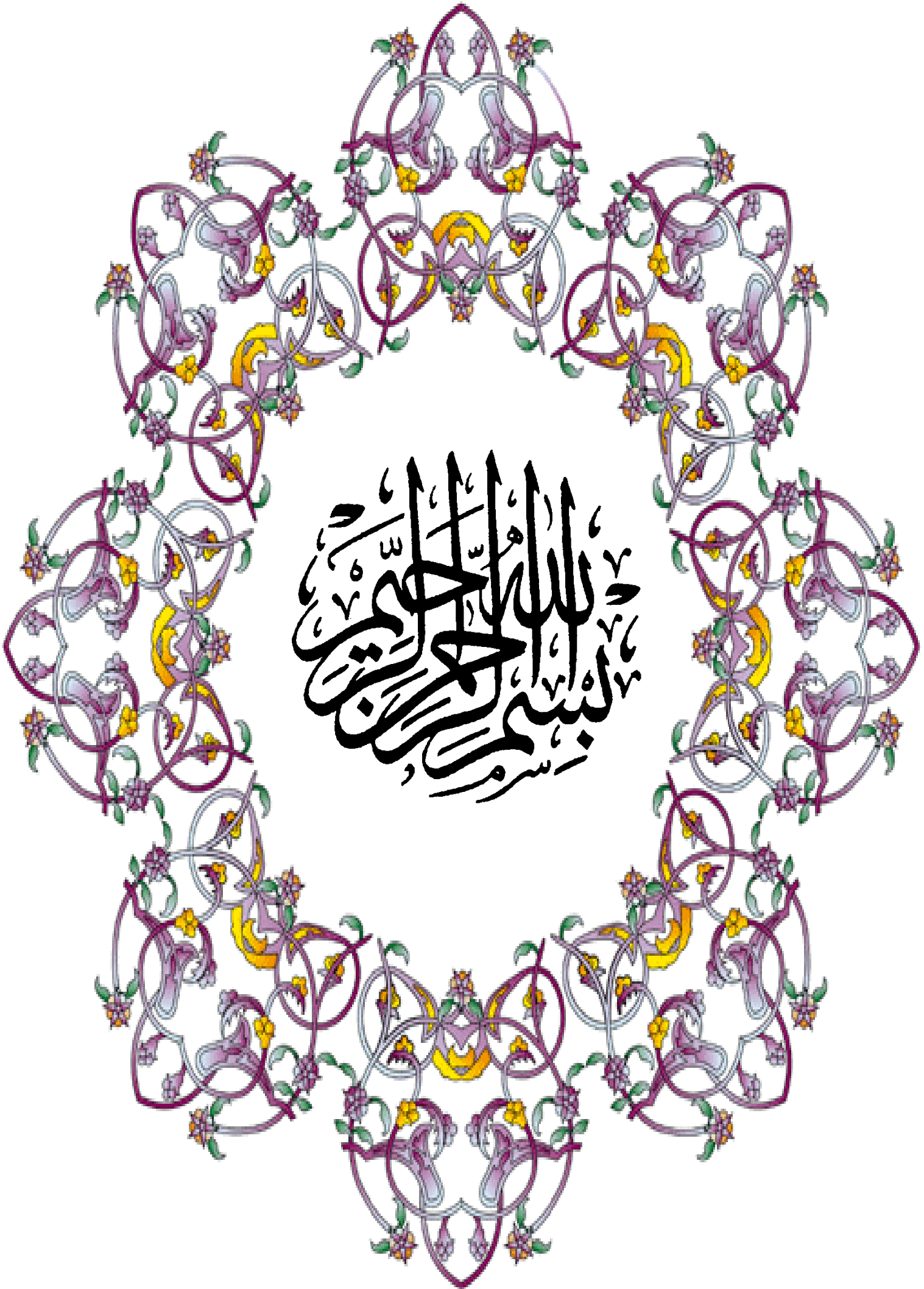
Thème : Etude d'exploitation souterrain du gisement de la baryte

D'Ain Mimoun - Khanchela

Nom et prénom de l'encadreur : Bourouh .A

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur
LA GEOLOGIE DE GISMENT BARITIQUEDE D'AIN MEMOUN	
ETAT ACTUEL DE L'EXPLOITATION	
METHODE D'EXPLOITATION	
ECONOMIE ET SECURITE	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous a donné la force et la patience nécessaire à l'accomplissement de ce travail ;

On désire adresser, un grand merci pour :

- ❖ Notre encadreur Mr. Bourouh, pour avoir accepté de nous encadrer, pour son suivi et ses orientations tout au long de ce travail.*
- ❖ Le personnel technique de la mine d'Ain Mimoun en particulier Mr BAKEROUN Majed, Mr Saad ainsi que le personnel exerçant au sein de cette unité pour leur assistance à tout moment de notre stage ;*
- ❖ Membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, tout particulièrement : Mme Merah pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Mr Debbouz pour lire, examiner et évaluer notre mémoire ;*
- ❖ Personnel de l'institut des Mines de l'université de Tébessa à leur tête le chef d'institut Mr AOULMI Zoubir.*
- ❖ Nous ne pouvons passer sous silence sans remercier chaleureusement nos familles pour leurs soutien moral et physique qu'ils nous auront fournissent tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Par : CHANDAD Ismail
et KHALDOUN Younes*

إهداء

اهدي هذا العمل المتواضع الي من رباني صغيرا

إلى من كان لي عوناً عند المحن

إلى من تملك جنة تحت القدم

إلى أبي العزيز و إلى أمي العزيزة

إلى اخوتي وأخواتي الأحياء منهم والأموات

إلى كل من قدم لي يد العون

وإلى كل الاصدقاء كل بإسمه وكل بمقامه

وصل اللهم وسلم على سيدنا محمد وآله وصحبه اجمعين

القائد اسماعيل

الأهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

الهمي لا يطيبه الليل الا بشكرك و لا يطيبه النهار الا بطاعتك و لا تطيبه اللحظة الا بذكرك و لا تطيبه الآخرة
الا بعفوك و لا تطيبه الجنة الا برويتك

الى من بلغ الرسالة و ادى الامانة و نصح الامة الى نبي الرحمة و نور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

الى من كلفه الله بالصيبة و الوقار .. الى من احمل اسمه بكل اقتنار ارجو من الله ان يمد في عمرك
لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار و ستبقى كلماتك نجوم امتدي بها اليوم و في الغد و الى
الابد ..

والدي العزيز

الى ملاكي في الحياة.. الى معنى الحب و الى معنى العنان و التفاني.. الى بسمه الحياة و سر الوجود الى
من كان و لا زال دعائها سر نجاحي و حنانها بلسم جراحي

اهي الحبيبة

الى من يحملون ذكريات طفولتي و شبابي

اخوتي (ابراهيم و لقمان) و اخواتي

الى من كانوا معي على طريق النجاح و الخير... الى من ضاقت السطور من ذكرهم

اصدقائي

الى من شاركناهم قلوبنا و دعائنا... الى من ضحوا بحريتهم من اجل حرية غيرهم و كرامتنا

الاسرى و المعتقلين

الى من هم احرم منا مكانة

شهداء فلسطين

Résumé

Ce projet de fin d'étude est consacré, à présenter les travaux d'ouvertures et d'exploitation du gisement filonné dénommé filon N° 4, 10 et 11 de la mine de Ain Mimoun Wilaya de Khenchela qui s'occupe de la production de labaryte.

L'objectif de ce travail est de choisir le mode d'ouverture et la méthode d'exploitation qui convient .

A cette effet, nous avons choisi le mode d'ouverture par galerie au jour en defirant niveaux, la méthode d'exploitation par sous niveaux abattus et par gradins droits l'utilisation de la méthode Suédoise dans les calculs pour les différents dimensionnements des ouvrages.

Mots clés : Barytine, Exploitation souterraine, Méthode suédoise, Filon.

Liste des tableaux

Chapitr I	
Tableau I.01 : Les coordonnées UTM de périmètre 1.	4
Tableau I.02 : Les coordonnées UTM de périmètre 2.	4
Tableau I.03 Composition chimique du minerai d'Ain Mimoun 5	16
Tableau I.04 : caractéristiques physico-chimique de baryte . 5	16
Chapitr II	
Tableau II .01 : Fiche technique du filon 4	35
Tableau II.02 : les résrves de filon 4	45
Tableau II.03 : les résrves de filon 10	46
Tableau II.04 : les résrves de filon 11	47
Tableau II.05 :quantité de tout-venant	53
Tableau II.06 : Les caractéristiques d'explosif TEMEX	53
Tableau II.07 : les dimensionnements de la cartouche	53
Tableau II.08: Les paramètres de tir	54
Tableau II.09: Loi d'application pour déterminer les calculs d'un plan de tir d'une galerie et d'une cheminée selon la méthode suédoise.	82
Tableau II.10: Les résultats de calcul nécessaire lors de découpage d'une galerie	62
Tableau II.11: Les résultats de calcul nécessaire lors du découpage d'une cheminée.	63
Tableau II.12: La résistance au tirage	64
Tableau II.13: Dimensions de la section de la galerie de roulage	67
Chapitre III	
Tableau III.01 : Le choix des différentes méthodes d'exploitation adéquate	69
Tableau III.02 :cyclograme de travail	82
Tableau III.03 : Comparaison les résultats :	91
Chapitre IV	
Tableau IV.01: La consommation mondiale de la barytine [08]	96
Tableau IV.02: Les Charges d'Exploitation en 10 ³ DA	97
Tableau IV.03: Services	98
Tableau IV.04: Frais de Personnel:	98
Tableau IV.05: Impôts et Taxes:	98
Tableau IV .06: Plan détaillé sur les Mesures de sécurité à prendre au niveau du filon 4 et 10 :	102
Tableau IV .07: Plan détaillé sur les Mesures de sécurité à prendre au niveau de l'Usine :	103

Chapitre III	
Figure III.01 : Schéma de la Méthode d'exploitation par sous niveaux abattus	71
Figure III.02 :Schéma de la Méthode d'exploitation par gradins droits	73
Figure III.03 : Galerie de roulage	75
Figure III.04 :Cheminée boisée	75
Figure III.05: Entonnoir de soutirage	76
Figure III.06 : Front de Taille foré	77
Figure III.07 : soutènement jointif	84
Figure III.08 : soutènement espacé	84
Figure III.09 : Cadre en bois de soutènement appliqué dans la mine d'Ain Mimoun.	85
Figure III.10 :Pelle sur rail de chargement	86
Figure III.11:Pelle chargeuse	86
Figure III.12 : Loco tracteur (diésel)	86
Figure III.13 :Camion du Transport	86
Figure III.14 : Déchargement du minerai dans l'aire de stockage 20	87
Figure III .15 : schéma du fonctionnement de la chargeuse 19	87
Chapitre IV	
Figure IV.01 : La production mondiale de la barytine en 2014 (USGS) [07]	96
Figure IV.02 : L'effondrement du toit de la galerie du filon N° 10 niveau 1855 m.	101

Liste des sigles et des abréviations

ENOF : Entreprise nationale des produits miniers NON Ferreux et des substances utiles.

UTM : Universal Transverse Mercator.

ONEX : Office National des EXplosifs.

DMR : Détonateur Micro Retard.

Sommaire

Chapitre I	
Introduction générale	1
I.1. Introduction	2
I.2. Géologie de la mine	2
I.2.1. Historique des travaux de prospection	2
I.2.2. Présentation de l'unité d'Aïn Mimoun	2
I.2.3. Cadre géographique	3
I.2.4. Cadre géologique du Gisement d'Ain Mimoun	5
II.2.4.1. Stratigraphie	5
II.2.5. Tectonique	8
II.2.5.1. Tectonique régionale	8
II.2.5.2. Tectonique locale	9
II.2.6. Géologie	11
II.2.6.1. Morphologie	11
II.2.7. Mode génétique de la minéralisation barytique	11
II.2.8. Hydrogéologie	12
II.2.9. Climat	12
II.2.10. Couverture végétale	13
II.2.11. Etudes minéralogiques	15
II.2.12. Composition chimique du minerai d'Ain Mimoun	16
II.3. Généralités sur la barytine	17
II.3.1. Définition	17
II.3.2. Nom et étymologie	18
II.3.3. Propriétés fondamentales	18
II.3.3. Caractéristiques physico-chimiques	19
II.3.4. Principales roches encaissantes de la barytine	20
II.3.5. Principaux gisements de la barytine	20
II.3.5.1. Gisements filoniens et de remplissage de cavités	20
II.3.5.2. Gisements stratiformes	22
II.3.5.3. Gisements résiduels	23
II.3.6. Domaine générale d'utilisation de la baryte	24
II.3.6.1. Charge minéral	24
II.3.6.2. Industrie chimique	24
II.3.6.3. Génie civil	25
II.3.6.4. Médecine et pharmacie	25
II.3.6.5. Autres utilisations	25
II.3.7. Production mondiale de la barytine	25
II.3.8. Aperçu sur l'exploitation du minerai de la baryte	26
II.4. Conclusion	28

Chapitre II	
II.1. Introduction	29
II.2. PRINCIPALE ETAPES D'UNE EXPLOITATION SOUTERRAINE	29
II.2. 1.Ouverture du gisement	29
II.2.2.Préparation des chantiers d'abattage	29
II.2. 3. « Dépilage » ou production du minerai	29
II.3. Choix du mode d'ouverture	30
II.3.1. Facteurs qui influent sur le choix du mode d'ouverture	30
II.4. Types d'ouvertures des gisements	30
II.4.1.Ouverture par galerie au jour	30
II.4.2.Ouverture par puits verticaux	31
II.4.3.Ouverture par descenderies (puits inclinés)	31
II.4.4. Ouverture combinée	32
II.5. Description des filons du champ minéralisé	33
II.5.1. Etat des travaux minier dans le gisement de Ain-Mimoun	44
II.5.1.3. Caractéristiques du filon 4	48
II.6. L'abattage	51
II.6.1. Choix du mode d'abattage	51
II.6.2. Mode d'abattage retenu pour les filons N° 4, 10 et 11	52
II.6.3. Explosifs	52
II.6.3.1. Caractéristiques d'explosifs utilisés dans la mine d'Ain Mimoun	52
II.6.4. Conception d'un plan de tir	35
II.6.4.2. Méthode de conception d'un plan de tir	55
II.6.4.2.1. Méthode suédoise	55
II.6.5. Dimensionnement d'un plan de tir	59
II.6.5.1. Dimensionnement d'une galerie ou d'une cheminée	59
II.6.5.2. Bourrage	63
II.7. Dimensions des section transversales des Excavation Horizontale	64
II.8. Conclusion	68
Chapitre III	
III.1. Introduction	69
III.2.Choix des méthodes d'exploitation en souterrain	69
III.3. Méthodes d'exploitation utilisée au niveau d'Ain Mimoun	70
III.3.1.Description du gisement de Ain Mimoun	70
III.3.2.Méthode d'exploitation par sous niveaux abattus	71
III.4. paramètre d'abattage	74
III.4.1. Paramètre de creusement	74
III.4.2. LA FORATION	76
III.4.3.CHARGEMENT ET TIR	77
III.4.4. Les calculs des travaux d'abattage	78

III-5-2-Calcul de la quantité (volume)de roche abattue	80
III.5.Méthodes d'exploitation retenue en 2018	80
III.5.1. Détermination de la distance entre les trous de mine	81
III.5.2.Détermination de la distance entre les rangée des mines	81
III.6.Organisation de travail	81
III.7.Soutènement	82
III.7.1.Paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement	82
III.7.2.Choix du mode de soutènement	82
III.7.3.Différents modes de soutènement dans les mines souterraines	83
III.8.Chargement et transport	85
III.8.1 Chargement	85
III.8.2 Le transport	86
III.8.4. Les calcule d'extraction	88
Conclusion	91
Chapitre IV	
IV.1. Economie	93
IV.1.1. INTRODUCTION	93
IV.1.4. Approches d'estimations	94
IV.1.5. Performances économiques	95
IV.1.6. Facteurs économiques influençant la méthode d'exploitation	95
IV.1.7. Facteurs économiques influençant l'infrastructure générale	95
IV.1.8. La production de la barytine	95
IV.1.9. La consommation de la barytine	96
IV.1.10. Les prix de barytine	97
IV.1.11. Les dépenses de la mine	97
IV.2. SÉCURITÉ	100
IV.2.1. Les risques identifiés à l'unité Ain Mimoun Mine filon n°4 et filon10	100
IV.2.2. Risque de chute des blocs et d'éboulement et Chute des ouvriers	100
IV.2.3. Les Mesures de sécurité	102
IV.2.4. Drainage des eaux	103
IV.2.4. Eclairage	104
IV.2.5. Aérage	104
IV.2.5.1. Types d'aérage	105
IV.2.5.2. Objectif de l'aérage	105
IV.2.5.3. Type d'aérage appliqué	105
IV.2.5.4. Normes de sécurité pendant l'aérage naturelle	105
IV.2.5.5. La quantité d'air nécessaire (Qper)	106
Conclusion générale	107

Introduction générale

A l'échelle mondiale, la baryte occupe une place primordiale parmi les minéraux industriels et vue à leur utilisation, la demande en baryte augmente.

A cet effet, l'ENOF (Entreprise National des produits Non-Ferreux et substances utiles) a pour vocation la recherche, le développement, l'exploitation, la production et la commercialisation de la baryte et de tous produits miniers et substances minérales non métalliques.

L'unité de la mine d'Ain Mimoun est l'une des unités de l'ENOF, sa production en barytine s'élève au plus de 20 mille tonnes par an. En vue que les réserves des autres filons sont en voie d'épuisement et que la mine doit augmenter sa production.

Cette étude a pour vocation d'une part de permettre l'ouverture et l'exploitation du filon N° 4,10 et 11 et d'autre part l'adaptation du matériel pour le commencement du projet.

Afin d'atteindre l'objectif visé, nous diviserons le travail en quatre chapitres distincts :

Le premier chapitre traitera des généralités sur la barytine et son utilisation .et la présentation et la géologie de la zone d'étude.dans notre vie quotidienne.

Dans le second chapitre, nous aborderons l'état actuel et le mode d'ouverture utilisé pour accéder au gisement au niveau de Ain-Mimoun.

Dans le troisième chapitre nous évoquerons le choix du mode d'exploitation et les calculs d'abattage et la conception d'un plan de tir en souterrain dans l'unité de Ain Mimoun.

Dans le quatrième chapitre, il sera sur l'économie .
Enfin une conclusion résumera le travail réalisé.

I.1. Introduction :

La mine d'Ain Mimoun (wilaya de Khenchela), fait partie de l'une des unités de l'ENOF en Algérie.

Dans ce premier chapitre, nous allons donner une vision globale sur la géologie de la zone d'étude et une généralité sur le baryte.

I.2. Géologie de la mine :

I.2.1. Historique des travaux de prospection :[1]

- ✓ Les premières lignes directrices de la géologie des Aurès ont été définies par Balbaye : Officier de l'état-major français en 1840. Où il a pu signaler l'existence de calcaire à nummulites.
- ✓ En 1859 furent découverts les premiers indices de blende, galène cinabre à Taghit par Bacrie.
- ✓ En 1860 Coquand parcourut le Sud de la province constantinoise et le massif de l'Aurès. Tissot en tant qu'ingénieur des mines établit les levés géologiques au 1/800.000 eme.
- ✓ En 1939, R.Laffite publia sa thèse sur le massif de l'Aurès.
- ✓ En 1968 Chadrin et Jarrikov menèrent des travaux de prospection dans la région des Aurès.
- ✓ En 1977 J.M.Villa publia les cartes géologiques au 1/50 000 de Khenchela, Dalaa, Tazoult et Touffana.
- ✓ En 1986, D. Bureau. Publia sa thèse sur l'évolution du mésozoïque et son orogénèse dans les monts de Belezma et proposa un nouveau modèle tectono-sédimentaire.

I.2.2. Présentation de l'unité d'Aïn Mimoun :

- ✓ **Identification:** Entreprise nationale des produits miniers non ferreux et des substances utiles « ENOF ».
- ✓ **Unité de production:** Mine d'Ain Mimoun.
- ✓ **Commune:** Tamza.
- ✓ **Daira:** El Hamma.
- ✓ **Wilaya:** Khenchela.

I.2.3. Cadre géographique : [1]

Le gisement barytique de Ain Mimoun « **champs minier de MIZAB** » s'étend sur le flanc septentrional (NW) de l'Anticlinal de Khenchela, sur une superficie globale de 614 hectares.

Le champ minier est subdivisé en deux périmètres :

- ✓ **Périmètre 1 (6182 PM):** avec une superficie de 464 Ha et dont les coordonnées UTM sont :

Tableau I.01 : Les coordonnées UTM de périmètre 1.

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	316 400	316 400	316 800	316 800	317 500	317 500	316 400	316 400	315 100	315 100
Y	3 197 700	3 197 000	3 197 000	3 195 400	3 195 400	3 194 600	3 194 600	3 195 300	3 195 300	3 197 700

- ✓ **Périmètre 2 (6183 PM):** avec une superficie de 150 Ha et dont les coordonnées UTM sont :

Tableau I.02 : Les coordonnées UTM de périmètre 2.

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

Le gisement se situe à environ 10 km au Nord de la commune de Tamza, à 08 km au Sud-Ouest de la Daira d'El Hamma et à environ 16 km à l'Ouest de la ville de Khenchela dont il est lié administrativement. A l'Ouest, il est limité par la chaîne montagneuse « **Djebel Ferraoun** ». Les altitudes maximales culminent à plus de 2000 m « **Djebel IchentGouma : 2119m**».

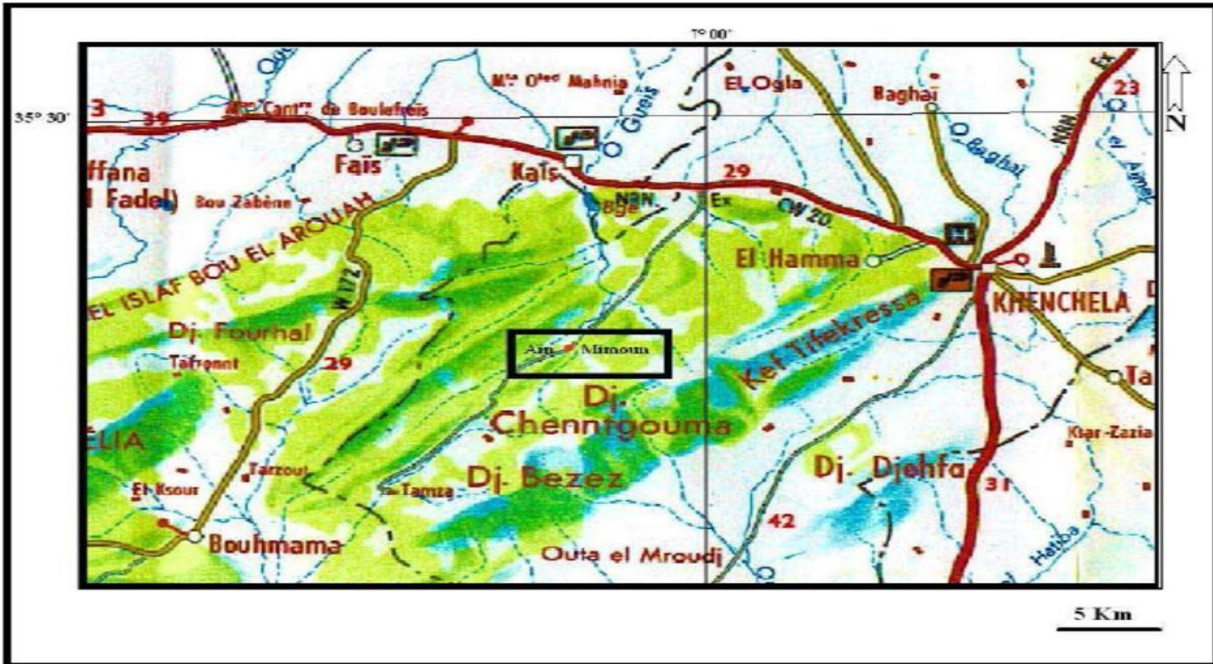


Figure I.01: Localisation géographique d’Aïn Mimoun (extrait de la carte touristique de l’Algérie).

I.2.4. Cadre géologique du Gisement d'Ain Mimoun : [1]

I.2.4.1. Stratigraphie :

Les séries stratigraphiques rencontrées dans la région du gisement de MIZAB sont comme suit :

I.2.4.1.1. 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 900 m.

✓ Aptien

- **Aptien inférieur** : grès avec des lits de marnes et de calcaires (épaisse de 80 m).
- **Aptien moyen** : Se subdivise en deux assises :
 - ✓ **Assise Inférieur** : (120 m d'épaisseur) calcaires gris foncé alternant avec des marnes.
 - ✓ **Assise Supérieur** : dolomies massives (épaisseur : 90 m).
- **Aptien Supérieur** : Se subdivise en deux assises :
 - ✓ **Assise Inférieur** : (90 m d'épaisseur) grès quartzeux des intercalations marno-calcaires.
 - ✓ **Assise Supérieur** : il est formé de dolomies massives.

Albien

- ✓ **Albien Inférieur** : Ces dépôts sont marqués par une diversité de faciès sur 70 m environ : argilites, grès, marnes, calcaires et dolomies.
- ✓ **Albien Moyen** : Faciès plus ou moins carbonaté marqué par des argilites et des grès mais les calcaires et les dolomies sont les plus dominants (80 m d'épaisseur).
- ✓ **Albien Supérieur** : Le toit de l'albien devient généralement carbonaté sur 100 m ; les calcaires récifal, les calcaires dolomitismes 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 1000 m par endroits.
- ✓ **Cénomaniens inférieurs** : Ces dépôts affleurent à l'extrême NW du champ minier ; faciès marneux sur 300 m, renfermant des passages de petits bancs de calcaires marneux.
- ✓ **Cénomaniens Supérieurs** : (400 m d'épaisseur) remplacement rapides des marnes par des calcaires avec toujours des passages marneux.

I.2.4.1.2. Néogène :

Il représente par des dépôts continentaux : conglomérats, poudingues, grès, argiles ; reposant en discordance oblique sur le Crétacé ; leur puissance varie de 250 à 300 m, 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.2.4.1.3. 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



Figure I .02: Affleurement du Miocène en discordance angulaire sur les faciès du Crétacé Inférieur dans la région dite TAKALIAT (Aux environs du filon N°4).

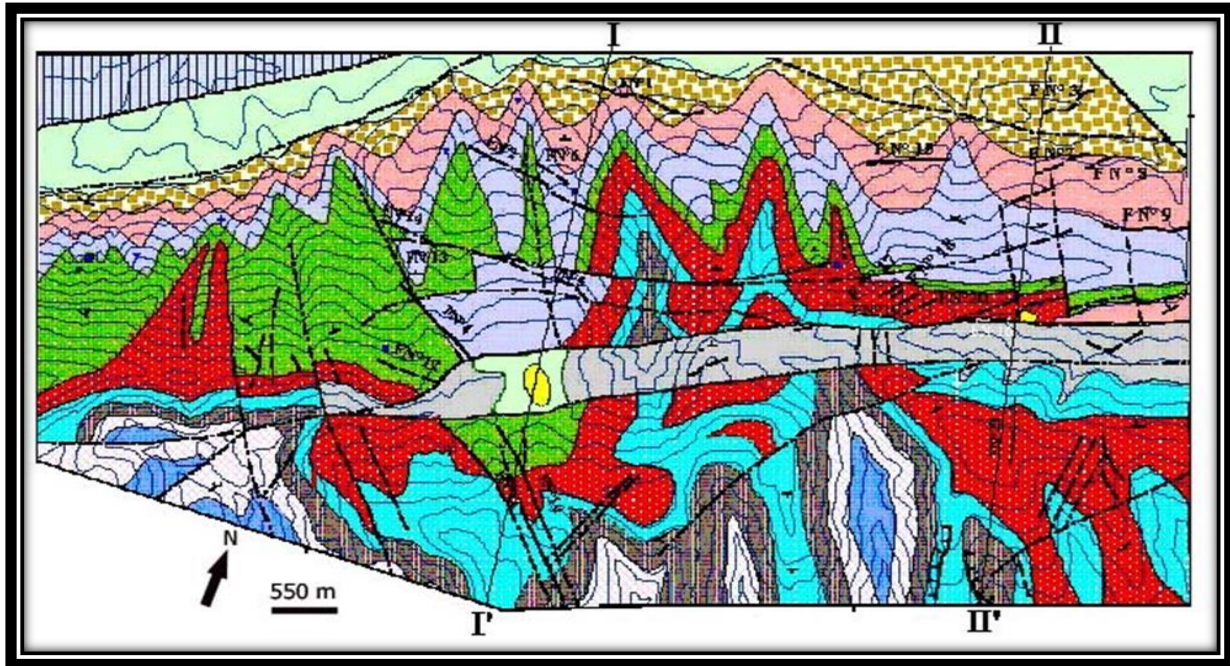


Figure I.03. Carte Géologique du Champ minier du Mizab au 1/10 000ème [1]

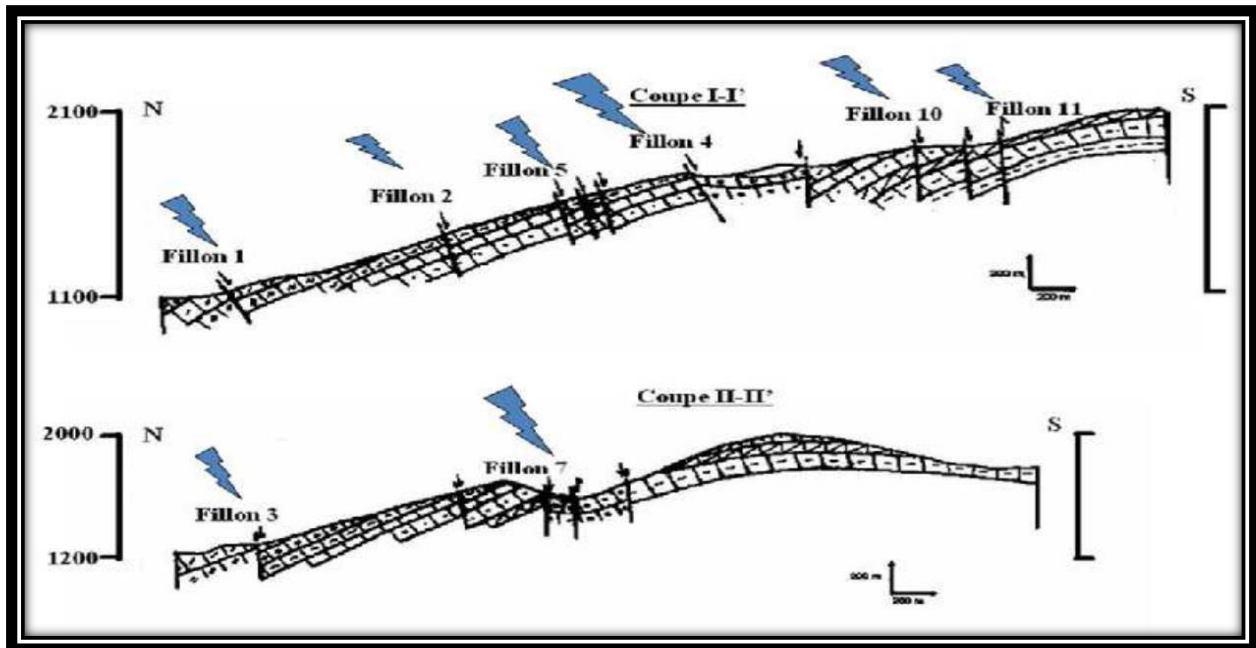


Figure I.04 .Coups schématiques à travers le champ minier de Mizab [1]

I.2.5. Tectonique [1]

I.2.5.1. Tectonique régionale

Le massif de l'Aurès, étant un ensemble du domaine atlasique, qui se caractérise par une direction générale NE-SW.

Il présente un style tectonique souple essentiellement constitué de plis vastes assez réguliers. Cependant, il faut remarquer qu'il existe, dans divers points du massif, des étranglements ou des dilatations brusques des plis. Ce phénomène significatif de certaines anomalies, traduit au niveau de la couverture post –triasique des rejeux d'accidents profonds.

L'architecture actuelle des plis est engendrée par un certain nombre de facteurs :

- ✓ La disharmonie ;
- ✓ Les rejeux successifs d'accidents cassants ;
- ✓ La superposition des phases tectoniques (souples) ;
- ✓ La position du panneau de socle sous –jacents ;
- ✓ La nature du matériel mis en œuvre.

Les structures anticlinales présentent plusieurs formes :

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

Les paroxysmes orogéniques principaux :

- ✓ Les paroxysmes orogéniques principaux Sont au nombre de Quatre, se situent au tertiaire (Alpines, moyenne et tardive) ;
- ✓ Une phase post lutétienne dite (Atlasique) phase de serrage majeure ;
- ✓ Une phase finie –Oligocène ;
- ✓ Une phase miocène ;

- ✓ Une phase Pliocène ;
- ✓ Enfin, (R Laffite, 1939 et R Guiraud 1990) notent une phase récente qu'ils situent à la limite du tertiaire et du quaternaire, C'est elle qui provoque un rehaussement atlasique et un rajeunissement très marqué du relief.

Les cassures et les flexures :

Les nombreuses cassures qui caractérisent le massif de l'Aurès se répartissent suivant les directions :

- ✓ Nord-Ouest Sud-est (NW-SE) (elles sont les plus fréquentes) ;
- ✓ Sublatitudinales à latitudinales ;
- ✓ Nord-est (NE) ;

I.2.5.2. Tectonique locale [1]

Subméridiennes (rares). L'anticlinal de Khenchela occupe la partie extrême Est du massif Aurésien. Il s'étend en direction Nord Est – Sud-Ouest (NE-SW), sur environ 35 km et 7 km de large. Il se présente sous forme d'un pli coffré en voute subhorizontale de 10° et nait dans les terrains nummulitiques aux environs de Tekout.

Vers le Nord Est l'anticlinal subit un abaissement d'axe, ce qui cause la disparition des terrains du Crétacé inférieur aux environs de la ville de Khenchela.

Dans cette région, il faut noter aussi la présence de failles longitudinales qui ont fait disparaître les terrains du Crétacé inférieur sur le flanc Nord de l'anticlinal. Sur terrain (flanc Nord de l'anticlinal), le gisement filonien barytique d'Ain Mimoun est caractérisé par un réseau de failles dense et désorganisé, formé essentiellement de nombreux accidents cassants et décrochant ou d'un mouvement combiné.

Au Sud-Ouest, l'axe de l'anticlinal s'élève en gradins et la disposition spatiale des couches se complique par des cassures transversales de flexures.

Ces accidents transversaux sont intensivement développés en créant des zones d'élévation aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest. Quatre groupes d'accidents disjonctifs se sont développés dans le champ minier d'Ain Mimoun.

✓ Le groupe 1 :

Il englobe les accidents dits directionnels (150° à 60° NE) et sont les plus importants parmi lesquels deux qui sont subparallèles jalonnant la voûte de l'anticlinal sur une distance d'environ 8 kms. Ils délimitent un bloc d'effondrement dans lequel se sont disloquées des roches de l'Albien, du Cénomaniens et du Miocène. Les rejets de ces deux accidents atteignent 350 m au niveau de la rupture nord et 250 m au niveau de la rupture sud. Ces accidents ont probablement suivi de très près la formation des grands plissements. D'autres failles analogues de moindre amplitude se développent le long du flanc nord du pli.

✓ Le groupe 2 :

Il englobe les accidents de ce groupe sont les accidents obliques et ont une direction Nord Ouest-Sud Est (NW-SE) (110° - 130°). Ils sont bien développés et se caractérisent par le fait qu'ils soient orthogonaux à l'axe du pli et le coupant en bloc transversaux. Ce groupe de failles semble intervenir beaucoup plus tardivement puisqu'il recoupe toutes les autres indifféremment, leurs rejets varient de 20 à 100 m.

✓ Le groupe 3 :

Ce sont les accidents sub-latitudinaux, orientés Est-Ouest (E-W), profonds et se sont contemporains aux accidents obliques.

✓ Le groupe 4 :

Ces accidents sont orientés suivant le Nord-Est – Sud-Ouest (NE-SW varient de 30° à 40° par 45° à 50°) et s'étendent sub-parallèlement à l'axe du pli. Ils présentent par endroits des zones de dislocations surtout dans les bancs de roches dures. Ces accidents sont également contemporains des accidents obliques (NW-SE).

I.2.6. Géologie [1]

I.2.6.1. Morphologie

Le contact filon-roche encaissante est :

- ✓ **Bréchiq**ue : Si les roches sont tendres, marnes, grès marneux et calcaire marneux.
- ✓ **Bien net** : Si les roches sont des calcaires, dolomies et grès consolidé.

L'épaisseur ou la capacité des filons est :

- ✓ Supérieur à 1 m jusqu'à 3 m : dans les séries tendres ;
- ✓ Inférieur à 1 m : dans les séries dures.

La longueur et la forme des filons varient aussi selon la nature de l'encaissant

- ✓ Dans les séries marneuses, les filons sont un peu courbés et peuvent s'enfoncer en profondeur.
- ✓ Dans les séries les plus carbonatées, les filons sont de forme droite mais généralement accidentés par des cassures post minéralisations.
- ✓ Les filons barytiques se terminent vers l'extrémité soit en biseau ou en fourche.

I.2.7. 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 de Mizab 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 de Mizab.

I.2.8. Hydrogéologie [1]

Les conditions hydrogéologiques du gisement d'Ain Mimoun sont assez simples, on distingue :

- ✓ Les eaux de fissures bancs dans les dépôts carbonatés ;
- ✓ Les eaux dans de fissures filons dans les accidents techniques ;
- ✓ Les eaux de fissures sol ;
- ✓ L'afflux d'eau maximal dans les galeries et de l'ordre de 100 m³/jour à 270 m³/jour, lors des pluies torrentielles.

I.2.9. Climat

Le climat de la région est de type continental : sec en été avec des températures élevées et froid en hiver avec des chutes de neiges assez fréquentes.



Figure I.05 : Le climat en hiver et en printemps (2017).

I.2.10. Couverture végétale

La couverture végétale est relativement pauvre, formée par de vastes et denses forêts de pins d'Alep, de chênes, de cèdres et quelques végétations rares supportant les conditions climatiques subarides de la région. La région du champ minier et surtout vers sa partie ouest est occupée par de petites agglomérations d'habitat rural dont l'activité est limitée à l'agriculture et l'élevage.



Figure I.06 : La couverture végétale(2017).

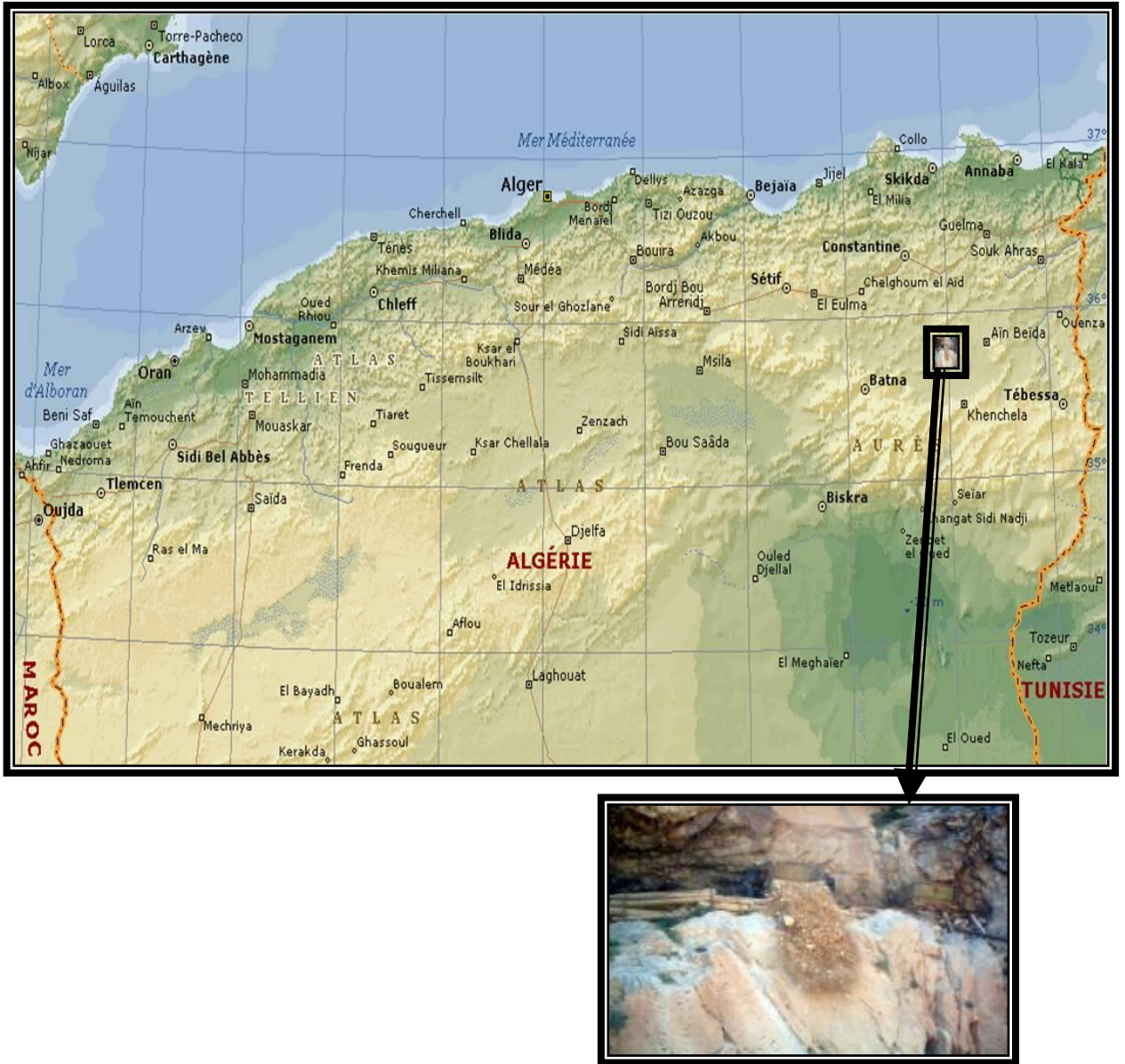


Figure07 :Situation géographique de la mine d'Ain mimoun

I.2.11. Etudes minéralogiques[1]

Outre les filons de baryte, on rencontre plusieurs indices comme la minéralisation de cuivre, de plomb, de quartz, de calcite, etc.

- **La baryte ($BaSO_4$)**
Est enfermée de deux espèces, l'un à cristaux grisèment donne des émanations allongées et à agrégats d'une structure fibreuse, l'autre à cristaux fins forme de grains isométriques.
- **Le quartz(SiO_2)**
Est en deux générations grés en forme de séparation allotriomorphe se développent en cristaux prismatiques.
- **Le diopase ($CuSiO_3, H_2O$)**
(Cuivre gris) se présente sous l'aspect de grains arrondis et angulaires disséminés dans la baryte.
- **La chalcopirite ($CuFeS_2$)**
Se rencontre en forme de séparation irrégulière le long des fissures dans la baryte.
- **La sphalérite (ZnS)**
Se présente sous forme de grains arrondis.
- **Le cinabre (HgS)**
Est représentée en dissémination dans la pana base.
- **La calcite ($CaCO_3$)**
Donne des séparations à contact irréguliers.
- **Les hydroxydes de fer (Fe_2O_3, H_2O)**
Sont disposés irrégulièrement dans le contact le long des fissures.
- **La malachite et l'azurite ($Cu_2CO_3(OH)_2$)**
Se rencontrent en forme de séparation et nids isolés. Tous ces indices métallifères sont en quantités négligeables et ne présentent aucun intérêt économique.

I.2.12. Composition chimique du minerai d'Ain Mimoun

Le tableau ci-dessus nous montre les différentes compositions chimiques de la baryte d'Ain Mimoun.

Tableau I.03 Composition chimique du minerai d'Ain Mimoun 5

Minerai	Composition	Densité g/cm ³	Dureté	Couleur
Baryte	BaSo4	4,4	3,5	Blanche
Calcite	CaCo3	2,72	2,5 - 3	Incolore ou blanc Opaque
Quartz	SiO ₂	2,5 - 2,6 - 5	7	Blanche
Hématite	Fe ₂ O ₃	5,26	5-6	Gris ou noir
Galène	PbS	7,58	2,5	Gris de plomb
Covelline	CuS	4,6 - 4,76	1,5 - 2	Bleu
Malachite	Cu ₂ Co ₃ (OH) ₂	3,9 - 4,05	3,5 - 4	Vert brillant
Feldspath	KAISi ₃ O ₃	2,5 - 2,6	6 - 6,5	Incolore
Bauxite	Al ₂ O ₃	2,5	Friable	Gris bleuté

I.3. Généralités sur la barytine :

I.3.1. Définition [2]

La baryte est un minéral tendre mais lourd, légèrement teinté de blanc, gris, jaune ou brunâtre. Elle présente un éclat vitreux à nacré. Sa poussière est blanche. La baryte, dont la formule est $BaSO_4$, est un minéral, extrait brut du sol, de sulfate de baryum (aussi appelé baryte sulfatée). C'est une des principales sources de baryum. Elle est opaque aux rayons X, Son véritable nom français est « barytine ». Dans ce texte le mot Baryte peut indifféremment être remplacé par Barytine.

D'origines hydrothermales, la baryte présente des compositions variées. La richesse en Plomb, en Strontium, en Calcium, en radium, ou en plusieurs de ces éléments associés entre eux ou à d'autres, la dédient à des utilisations multiples. Le terme général auquel répondent les minéraux du même type que la baryte, est $A(SO_4)$. Dans cette formule, « A » désigne le Plomb ou le Strontium, ou le Calcium, ou le Baryum, etc.



Figure I.08 : Minéral de la baryte de la mine de Vierves[2].

I.3.2. Nom et étymologie [4]

Elle reçut son nom à cause de son poids très élevé, baryte vient du grec "barys" : lourd. Le nom allemand "Schwerspat" est né de la même manière. Sa densité élevée est proche de celle de certains minerais de fer ou de plomb, tels que l'hématite ou la galène.

La barytine est connue depuis le temps des premières exploitations minières car on la trouve en abondance dans les filons. On l'a considérée longtemps comme une gangue sans valeur, bien que dès le Moyen Age, les alchimistes s'y furent intéressés.

L'alchimiste et maître cordonnier italien Vincenzo Cascariolo, de Bologne, au cours de ses expériences de 1630 chauffa de la baryte parmi d'autres minéraux et constata que, sous l'action de la chaleur, elle rayonnait dans l'obscurité. C'est ainsi que fut découverte la luminescence, phénomène bien connu de nos jours, mais à l'époque, provoqua un grand émoi. Cascariolo avait fait ses expériences avec des agrégats sphériques de baryte de la région de Bologne et pendant longtemps, les savants de l'époque la nommèrent "boule lumineuse de Bologne". Ce n'est que bien plus tard que l'on fit une étude sérieuse de cette boule et qu'on se rendit compte que ces agrégats étaient les mêmes que ceux qu'on trouvait depuis longtemps dans les filons.

II.3.3. Propriétés fondamentales [4]

La propriété la plus importante de la barytine est sa densité élevée qui atteint à l'état pur la valeur de 4,48 à 26 C°. Les impuretés contenues dans les minerais peuvent réduire notablement cette valeur. Sa dureté est faible et oscille entre 2,5 et 3,5 selon l'échelle de Mohs suivant la direction du cristal. Son point de fusion est élevé puisqu'elle fond à 1580 C°. Elle est fragile, ses cristaux présentent trois clivages parfaits. Elle est extraordinairement peu soluble dans l'eau pure mais elle peut se dissoudre facilement en présence de chlorures. Elle est pratiquement insoluble à froid dans les acides et légèrement soluble dans l'acide sulfurique bouillant. Sa poudre est blanche ou parfois teintée pour les variétés les plus colorées. Par réduction elle permet d'obtenir du sulfure de baryum soluble qui est la base d'une variété de dérivés barytiques.

I.3.3. Caractéristiques physico-chimiques

Les Caractéristiques physico-chimiques de la baryte sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I.04 : caractéristiques physico-chimique de baryte . [5]

Composition chimique	BaSO ₄ (Sulfate de Baryum)
Classe minéralogique	Sulfates
Système cristallin	Orthorhombique
Pyramide	Sphénoïde
Densité	4,48 La baryte est remarquable par son poids exceptionnel et la perfection de ses cristaux.
Dureté	3 à 3,5 sur l'échelle de Mohs
Clivage	en général clivables.
Fracture	Conchoïdale (comme celle du verre).
Couleur	Elle est de couleur claire. Pure, elle est incolore ou blanche, mais aussi rouge, bleu, vert et noir.
Trace	Blanche.
Eclat	Vitreux.
Fluorescence	La baryte n'est pas ou très peu fluorescente, par contre, chauffée, elle devient luminescente

I.3.4. Principales roches encaissantes de la barytine [2]

Généralement on trouve la baryte :

- ✓ Dans les filons de basse température avec calcite, dolomite, fluorine, galène, sulfates de plomb, etc.
- ✓ Dans les calcaires, sous forme lenticulaire.
- ✓ Dans les grès et les arkoses dont elle est un liant.
- ✓ Dans les sources thermales.
- ✓ Dans des paléo karsts.
- ✓ Dans l'interface entre le socle granitique et la couverture de sédiments ou de retombées volcaniques.
- ✓ Dans l'anglésite, minéral, associée au sulfate de plomb ($PbSO_4$), avec des traces de cuivre.
- ✓ Dans la Célestine, minéral où la baryte est associée au sulfate naturel de strontium ($SrSO_4$) avec des traces de Calcium. « La Célestine (pôle strontium) donne un isomorphisme complet avec la baryte (pôle baryum). Elle fait partie du groupe de la Baryte. Paradoxalement la couleur bleu pâle qui semble la caractériser n'est pas la plus couramment rencontrée.

I.3.5. Principaux gisements de la barytine [4]

La baryte apparaît dans des environnements géologiques variés, seul ou en association avec plusieurs minéraux tels que la fluorine, Célestine, quartz, blende ou galène.

Les gisements exploitables sont largement distribués dans le monde au sein de roches sédimentaires, métamorphiques ou ignées.

Trois types de dépôts sont généralement distingués :

I.3.5.1 Gisements filoniens et de remplissage de cavités [4]

On distingue les gisements strictement filoniens et les remplissages de cavités en milieu carbonaté:

La barytine apportée par les fluides hydrothermaux est déposée dans les failles, fractures, joints, cavité, plan de stratification et toutes autres ouvertures existant au moment du dépôt. Les veines, poches, ou amas minéralisés ainsi formés, sont caractérisés par des contacts nets avec la roche encaissante et par l'extrême variabilité de leur géométrie, lentilles irrégulières d'extension variable, faiblement enracinées en profondeur et changeant d'azimut brutalement.

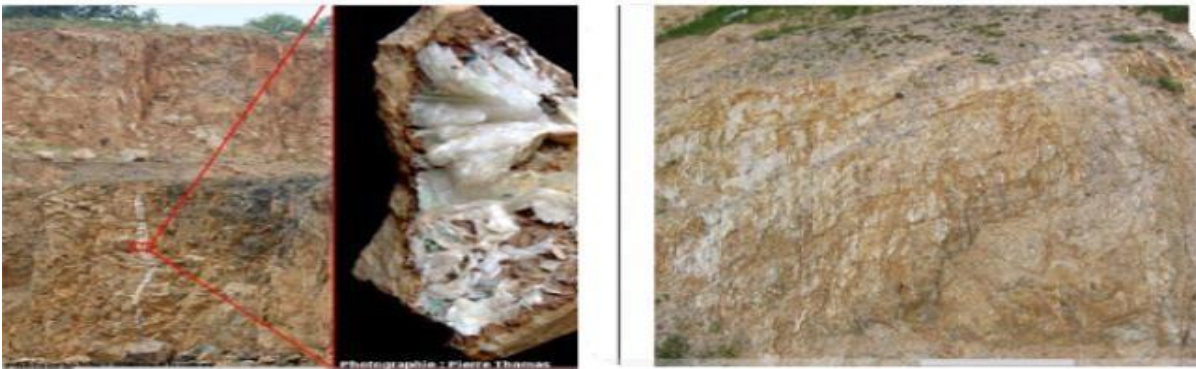


Figure I.09 : Minéralisations de barytine filonienne en contextes sédimentaire et métamorphique [4].

Dans les gisements filoniens on distingue les filons de socle encaissés dans les roches anciennes, magmatiques ou métamorphiques et les filons de couverture sédimentaire ; chacun étant caractérisé par son contenu dominant : filons essentiellement barytiques ; filons à barytine, quartz et fluorine ; filons à barytine et galène.

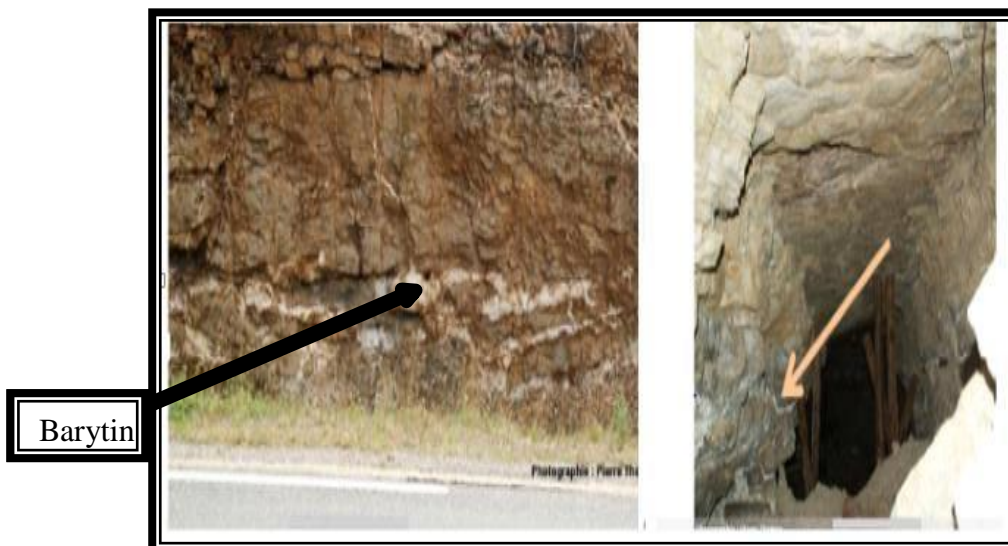
I.3.5.2. Gisements stratiformes

La baryte est partie intégrante de la séquence sédimentaire, soit comme constituant principal, soit comme ciment. Les gisements portent l’empreinte des conditions de dépôt qui permettent de les caractériser.

I.3.5.2.1. Gisements de couvertures sédimentaires en milieu évaporite, lagunaire ou lacustre [4]

La barytine apparaît en concentrations stratiformes ou liée aux strates dans un environnement sédimentaire évaporitique, lagunaire ou lacustre.

Ces dépôts sont généralement en relation avec des fractures d’extension régionale qui affectent socle ou la couverture. La minéralisation émerge dans le milieu de dépôt à la faveur de faille-drains. Les gisements sont contrôlés par les failles synsédimentaires et par la paléogéographie du milieu de dépôt



. **Figure I.10** : Minéralisations de barytine stratiforme ancienne [4].

I.3.5.2.2. Gisements d'origine hydrothermale-exhalative[4]

Les couches ou amas de barytine sont parfois associées aux gisements stratiformes de sulfures massifs d'origine exhalative. Les observations ont montré que leur genèse est liée à des griffons hydrothermaux sous-marins en relation avec une activité volcanique importante ou plus en plus ou moins discrète. Les gisements sont contrôlés par la paléogéographie et par l'instabilité du milieu de dépôt : pièges, subsidence active, cycles de pulsations des griffons. Ces phénomènes se traduisent par les variations latérales de faciès très rapides à l'échelle du gisement et par des substitutions et des remobilisations fréquentes. On observe très souvent un passage latéral entre la barytine et les minéralisations pyriteuses et/ou zincifères.

Les gisements stratiformes d'origine hydrothermale-exhalative sont classés en cinq groupes :

- ✓ Les amas sulfurés polymétalliques à barytine avec roches volcaniques ou volcano-sédimentaires associées ;
- ✓ Les amas sulfurés polymétalliques à barytine sans roche volcanique ou volcano-sédimentaire associée ;
- ✓ Les amas de barytine seule avec roche volcanique ou volcano-sédimentaires associées ;
- ✓ Les amas de barytine seule, associées à des cherts sans roche volcanique ou volcano-sédimentaires connues ;
- ✓ Les amas de barytine transportés et redéposés.

I.3.5.3. Gisements résiduels [4]

La barytine provient de la destruction de gisement préexistant, généralement encaissés dans les dolomies. Les blocs de barytine de dimension variable sont emballés dans l'argile rouge résiduelle. Les dépôts de ce type peuvent être étendus, mais leur taille, leur dimension et leur teneur sont extrêmement variables.

I.3.6. Domaine générale d'utilisation de la baryte

Au niveau mondial, la barytine est surtout destinée à la confection de boues de forages pour la recherche pétrolière et gazière. Les utilisations dans le génie civil, en chimie et comme **Boues de forage** [4]

La barytine est utilisée en premier lieu dans la préparation de boues lourdes (augmentation de la densité des boues à base de bentonite) dans les forages profonds de recherche d'hydrocarbures, liquides et gazeux, de « gaz de schiste », éventuellement dans les forages géothermiques. Ses propriétés de colmatage permettent un meilleur contrôle des émissions de fluides sous haute pression, et de maîtriser ainsi les arrivées d'eau, de saumures ou d'hydrocarbures lors de la formation. Par ailleurs, les boues barytées permettent d'alléger le poids du train de tige. L'utilisation de la barytine est cependant déconseillée dans les forages hydrologiques et géothermiques, les aquifères risquant d'être colmatés de façon définitive. Son utilisation et sa mise en œuvre sont assez complexes, car il faut calculer la contre pression à appliquer sur le terrain en fonction de la profondeur et de la pression d'arrivée des fluides et de leur nature, et donc la concentration à utiliser, puis bien maîtriser l'injection des boues pour éviter que la barytine ne se dépose dans le forage.

I.3.6.1. Charge minéral [6]

L'emploi comme charge minérale dans une grande variété de produits. Avec ses dérivés synthétiques que sont le lithopone et le blanc fixe, la barytine a l'avantage d'être blanche, inerte, dense et non abrasive. Elle est résistante aux intempéries et a la faculté d'absorber les radiations. Ces différentes qualités sont mises à profit dans la fabrication : de peintures, papier, caoutchouc, plastique, barrières de protection contre les rayonnements et matériaux de friction.

I.3.6.2. Industrie chimique [6]

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.

I.3.6.3. Génie civil [6]

La barytine est utilisée dans la confection de bétons lourds et de briques barytées, ayant une masse volumique de $3\,200\text{ kg/m}^3$ (contre $2\,300\text{ kg/m}^3$ pour un béton classique), permettant la réalisation d'ouvrages de protection contre les radiations (rayons X, rayons gamma et autres rayons radioactifs), ou de culées et de contrepoids. Les plâtres barytés sont aussi utilisés dans la réalisation de parois de protection aux RX.

I.3.6.4. Médecine et pharmacie [6]

La barytine est utilisée pour la confection de solutions barytées, servant d'agents de contraste aux RX en radiologie, pour établir des diagnostics médicaux. La barytine pure n'a aucune toxicité pour l'homme (contrairement à certains produits chimiques obtenus à base de Baryum).

I.3.6.5. Autres utilisations [6]

Le carbonate de baryum est le seul le plus utilisé il entre dans la composition des verres spéciaux et notamment le verre des écrans des tubes cathodique, les verres optiques, les verres anti rayonnement, les vernis céramique. Il est aussi utilisé dans la fabrication des produits en terre cuite tels que les tuiles et briques, afin de contrôler les effets dus à la présence de gypse ou de sulfate de magnésium, pour diminuer la porosité et prévenir la décoloration.

I.3.7. Production mondiale de la barytine [2]

La production mondiale a atteint 8,37 Mt en 2011 contre 7,77 Mt en 2008, a été assurée à 84% par quatre pays : la chine (57%), l'inde (13%), les Etats-Unis (8%), et le Maroc (6%).

En tout état de cause, il y a une corrélation entre le prix et la croissance de la production de barytine, avec des fluctuations liées aux ralentissements ou aux reprises de l'exploration pétrolière.

L'importance du secteur pétrolier et gazier dans la demande de la barytine est de 95% aux Etats-Unis, ou la consommation globale atteint 3Mt/ an. Le niveau des importations de ce pays se montent à plus de 2Mt/an, qui conditionnent sur le marché mondial les prix de la barytine qualité compris aux alentours de 100-170\$/t selon la qualité et l'origine.

La barytine pure de haute qualité chimique peut atteindre 180-400\$/t pour les variétés les plus blanches, selon les usages dans l'industrie chimiques ou les charges pour peinture notamment.

I.3.8. Aperçu sur l'exploitation du minerai de la baryte [6]

Dans les pays industrialisés, l'extraction traditionnelle en mine souterraines sur gisements filoniens pratiquement pas résisté à l'augmentation des couts de production et à la chute des prix de la dernière décennie.

L'exploitation des filons en mine souterraine ou à ciel ouvert est guidée par la sélectivité. En général, l'extraction concerne de gros gisements stratiformes ou résiduels exploités en carrière.

Elle est alors fortement mécanisée et dominée par le volume de production, avec en aval des unités de traitement adaptées au minerai et à ses utilisations.

Dans certains gisements, le minerai présente une qualité suffisante pour subir un simple criblage, parfois il doit être lavé, concassé et tamisé. Les qualités les plus nobles peuvent mériter un scheidage manuel, mais souvent le minerai nécessite une concentration par gravimétrie (jigs, milieux denses, tables), séparation magnétique ou flottation, pour augmenter la teneur en BaSO₄ et la densité correspondante. Ces séparations sont généralement effectuées à proximité des centres d'extraction.



Figure I.11: Galerie d'exploitation souterraine de barytine (Algérie) [6].



Figure I.12: Exemples d'exploitations de barytine à ciel-ouvert
(industrielle à Chaillac) [6]

I.4. Conclusion

La mine d'Ain Mimoun appartient au champ minier de Mizab, qui fait l'objet de l'exploitation de la barytine, qui est encaissée dans des roches marno-calcaires qui datent de l'Albo-aptien.

Sous l'effet de la tectonique, un seul type de minéralisation est apparue « type de gisement filonienne » et leur mise en place est hydrothermale.

La baryte est le sulfate de baryum a des propriétés particulières : densité élevée, neutralité chimique, blancheur, absence d'abrasivité qui fait lui entrer dans plusieurs activités du secteur industriels et beaucoup plus dans l'industrie pétrolière.

La consommation de la barytine dans le monde est directement liée au nombre colossal de forage pour la recherche d'hydrocarbures, cette consommation est donc en étroite avec le prix du pétrole.

II.1. Introduction

en ce chapitre on va traiter les procédures dans les travaux minière , on va parler de l'état actuel du gisement. et outre partie traiter les calculs de différentes paramètres le creusement des ouvrages miniers.

II.2. PRINCIPALE ETAPES D'UNE EXPLOITATION SOUTERRAINE : [7]

L'exploitation souterraine d'un gisement comprend trois (3) étapes principales :

II.2.1. Ouverture du gisement

Les travaux d'ouverture d'une mine consistent à creuser les ouvrages qui composent l'ossature de la mine. L'ossature est l'ensemble des ouvrages principaux qui permettent d'accéder aux différentes parties du gisement.

Exigences

L'ouverture d'une mine doit obligatoirement assurer :

- l'entrée d'air
- la sortie d'air
- voies de transport du personnel, du minerai, des stériles et des matériels.

Les ouvrages du complexe d'ouverture se divisent en deux groupes :

A- groupes des ouvrages principaux :

Ils ont une liaison directe avec le jour : ce sont les puits, les galeries au jour, les descenderies.

B- Groupes des ouvrages secondaires :

Ils assurent la liaison entre le gisement ou le jour avec les ouvrages principaux : ce sont les travers-bancs, les cheminées, les puits aveugles...

Ces ouvrages peuvent être disposés dans le gisement lui-même, au toit ou au mur du gisement et dans les roches de recouvrement

II.2.2. Préparation des chantiers d'abattage

La préparation consiste à la réalisation de l'ensemble des travaux de pénétration et de réalisation du découpage du gisement pour en permettre l'exploitation. Cette étape constitue une poursuite des travaux de développement.

II.2. 3. « Dépilage » ou production du minerai

Le dépilage est la principale phase de l'exploitation. Il comprend l'abattage et l'enlèvement de la plus grande partie du minerai ainsi que le maintien des vides créés.

II.3. Choix du mode d'ouverture

L'ouverture d'un gisement c'est le creusement des excavations minières donnant l'accès à ce gisement à partir de la surface et assurer la possibilité de réaliser le creusement des ouvrages miniers préparatoires. Dans tous les cas, ces ouvrages doivent assurés : une entrée d'air, une sortie d'air et des voies de transport de matériel et pour les produits à extraire ainsi que aux personnels.

L'ouverture d'un filon consiste au choix du type, de l'endroit d'emplacement et de la position de l'ouvrage. Le mode d'ouverture rationnel doit assurer [3] :

- ✓ La sécurité des travaux ;
- ✓ bonne économique ;
- ✓ les investissements et frais d'exploitation et le degré, d'utilisation des réserves du gisement ;
- ✓ Intensité et commodité nécessaire des travaux.

II.3.1. Facteurs qui influent sur le choix du mode d'ouverture

Il existe plusieurs facteurs qui influent sur le choix du mode d'ouverture souterrain dont les principaux sont :

- ✓ La topographie et la nature de massif ;
- ✓ La nature du terrain et du corps minéralisé ;
- ✓ Les conditions de transports au fond et au jour ;
- ✓ La méthode d'exploitation du gisement ;
- ✓ Les conditions économiques.

II.4. Types d'ouvertures des gisements : [7]

II.4.1. Ouverture par galerie au jour :

Application : gisement des montagnes ; Ce mode d'ouverture est rationnel pour les gisements filoniens, cette galerie traverse le minerai et les rochers.

- **Les avantages d'ouverture par galerie au jour :**

- simplicité du schéma d'ouverture
- Absence de dépense pour la construction des installations de culbutage, d'exhaure,...etc.
- Possibilité d'emploi de transport sous –peux

- un cout réduit de creusement et d'entretien
- rapidité de la mise en œuvre de la mine

- **Les inconvénients :**

- les galeries au jour ne permettent pas souvent d'atteindre l'étage inférieur de gisement.

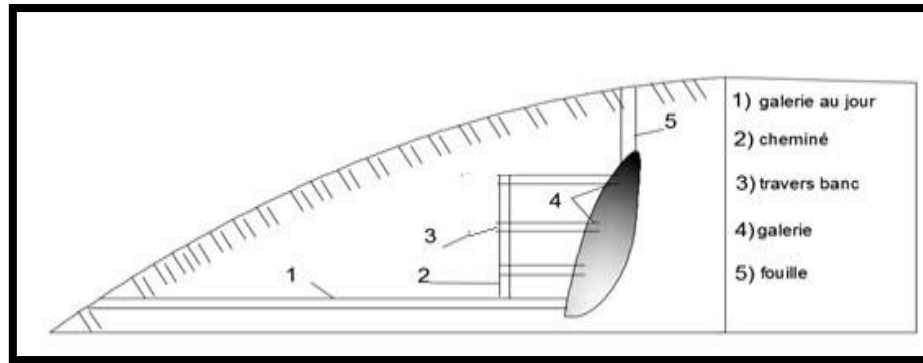


Figure II.01 : Ouverture par galerie au jour avec cheminée verticale

II.4.2. Ouverture par puits verticaux :

Application : gisements plats, inclinés et dressants ; C'est le mode d'ouverture le plus répandu dans le monde entier.

- **Les avantages d'ouverture par puits verticaux :**

- le cout du fonçage, d'entretien, d'exhaure et d'extraction assez faible.
- la circulation du personnel par câble est simple.

- **Les inconvénients :**

- la mise en marche de la mine est très longue.
- les installations d'extraction sont très couteuses.

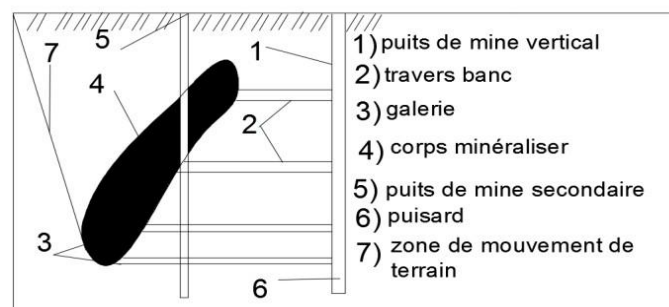


Figure II.02 : Ouverture par puits vertical et travers-banc de groupe

II.4.3. Ouverture par descenderies (puits inclinés) :

- Application : gisement de pendage compris entre 18 et 35°, mais peuvent être utilisés exceptionnellement dans d'autres conditions.

- **Les avantages :**

- accélérer la mise en marche de la mine.
- extraire une certaine quantité de minerai lors de creusement du puits.
- continuer l'étude du gisement.

- **Les inconvénients :**

- difficulté d'entretien du puits.
- abandon de pilier de protection.

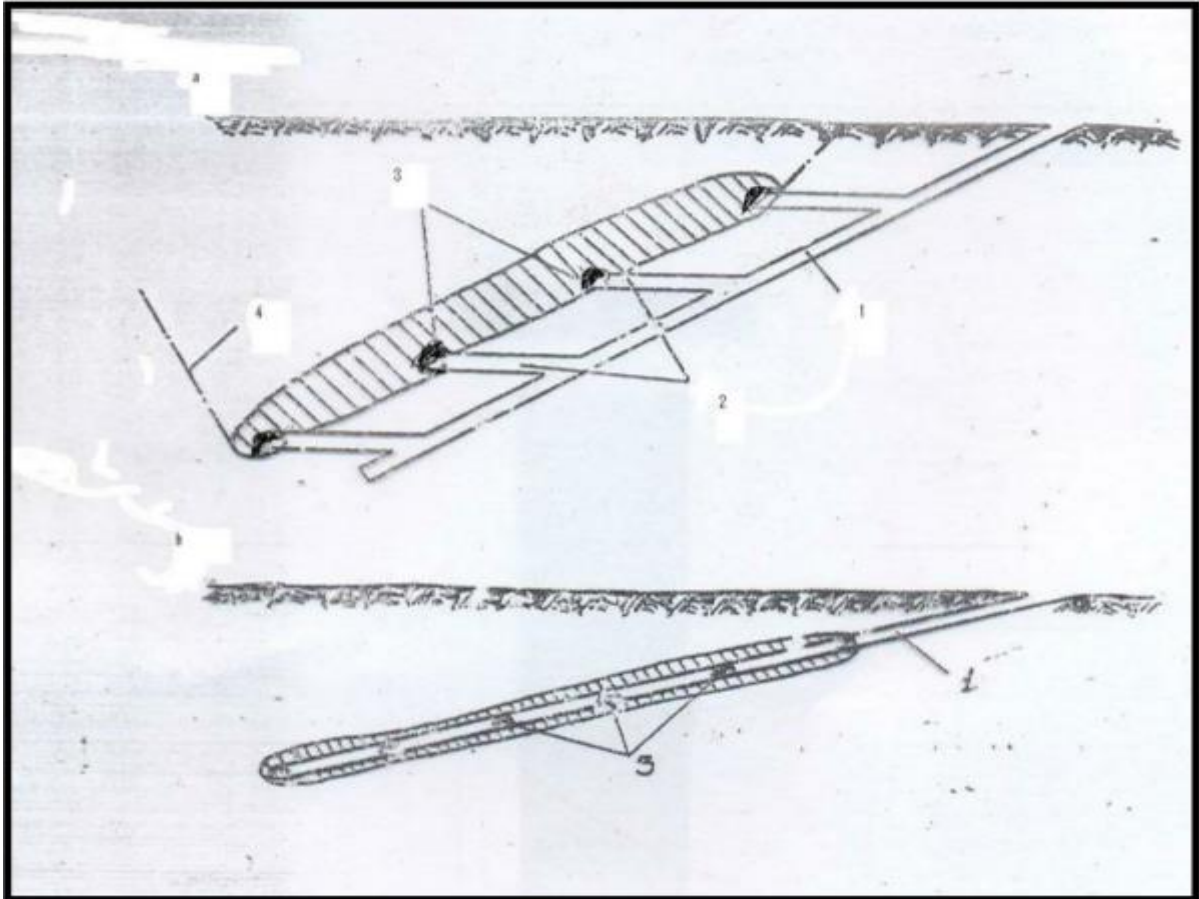


Figure II.03 : Ouverture par puits incliné [7]

- 1 : puits incliné
- 2 : travers-banc d'étage
- 3 : galerie
- 4 : limite de la zone d'affaissement

II.4.4. Ouverture combinée :

La partie supérieure du gisement est ouverte à l'aide d'un ouvrage principal et sa partie plus profonde à l'aide **d'un autre ouvrage principal.**

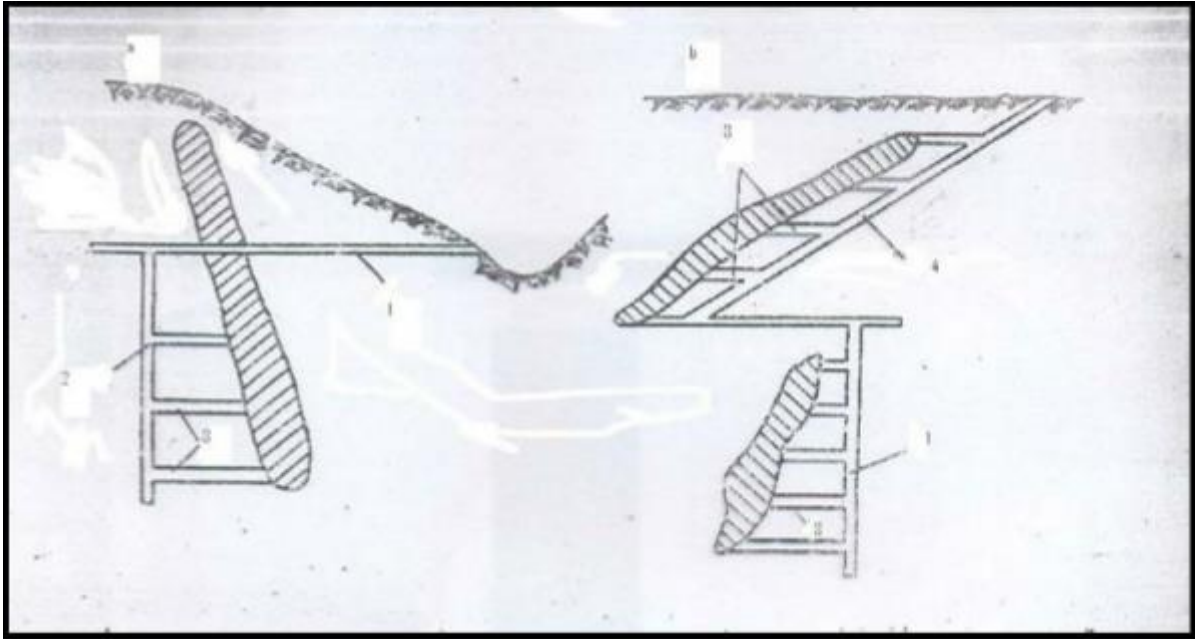


Figure II.04 : Ouverture combinée des gîtes [7]

a : par galerie au jour et puits intérieur

b : par puits incliné débouchant au jour et puits vertical intérieur

1 : galerie au jour

2 : puits vertical intérieur

3 : travers-banc

4 : puits incliné débouchant au jour.

II.5. Description des filons du champ minéralisé [5]

L'étendu des filons de baryte en direction varie largement de (20-50) m, 1400 m, d'après l'étendue se distingue les grands filons plus de 400 m de longueur, [N°= 01.02.03.04.05.10 et 11] ; les filons moyens de 100 m à 400 m, de [N° 5.06.07.08.09.12] et les filons menus de premières dizaines de mètres jusqu'à 100m en profondeur les filons s'entendent jusqu'à 50 – 100 m .

Filon n°2 Est

Situé à 6km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 10 tranchées en surface et 05 sondages en profondeur.

La maille utilisée est de 40 à 80m pour les tranchées. Et en ce qui concerne les sondages la maille est de 50 à 100m.

1. Longueur du filon : 600m

2. La profondeur du filon : 50 à 80m
3. La puissance en moyenne de 1,53m
4. Le pendage du filon de 60° à 80°m
5. La teneur en BaSO₄ en moyenne de 90,53% SiO₂ 3,73%
6. Les travaux miniers réalisées au 31-12-87:1086,6 m
7. Tout –venant extrait au 31-12-1999: 174059t

Filon N°3

Situé à 6km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 09 tranchées en surface et 14 sondages.

La maille utilisée est de 40 à 80m pour les tranchées et de 60 à 120,40×50 m pour les sondages.

1. Longueur du filon: 400m
2. Profondeur du filon: 50 à 80 m
3. Puissance en moyenne 2,91m
4. Pendage au Sud-est : 28°-30°
5. Teneur en BaSO₄ en moyenne 90,79 %
6. Teneur en SiO₂ 03 %
7. Les travaux miniers réalisés au 31-12-2003 : 2120,35m
8. Tout venant extrait au 31-08-2005 : 236748t

Filon N°4

Situé à 11 km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 27tranchées en surface et 20sondages en profondeur.

La maille utilisée est de 100 à 120m pour les tronchées et de 110 à 120 m, 50×60m pour les sondages.

1. Longueur du filon: 1450m

2. Profondeur du filon: 40 à 100 m
3. Puissance change en moyenne 2,11m
4. Pendage du filon : 65°- 83°au Sud est de direction Nord
5. Partie centrale 45°-64°au Sud
6. partie Ouest 47°-68°au Sud Ouest
7. Teneur en BaSO₄ en moyenne 81,9 %
8. Teneur en SiO₂ ; 10,04 %
9. Les travaux miniers réalisés au 31-12-1999 : 3220m
10. Tout venant extrait au 31-12-2002 : 130291t

Tableau II.01 : Fiche technique du filon 4 [5]

Situation géographique	Par rapport à l'usine	11 km SE
Infrastructure existante	Piste	Etat moyen
Travaux de recherches Réalisés	Tranchées	27
	Sondages	20
	Travaux miniers	-
Résultats obtenus	Longueur	1450 m
	Puissance	1,80m
	Teneur BaSO ₄	82,50 %
	Teneur SiO ₂	10,04 %
	Pendage	45°-83 °
Réserves géologiques initiales	B	-
	Teneur BaSO ₄	-
	C ₁	479000 t
	Teneur BaSO ₄	83,82 %
	C ₂	50 100 t

	Teneur BaSO ₄	70,23 %
	TOTAL	529 100 t
	Teneur BaSO ₄	82, 54 %
Tavaux d'exploitation	Date d'ouverture	1974
	Date d'arrête	2002
Extraction du minerai	Ciel ouvert	81839 t
	Souterrain	59657 t
	Total	141 496 t
	B	33890 t
	Teneur BaSO ₄	62,90 %
Réserves restantes	C1	279664 t
	Teneur BaSO ₄	67 ,17 %
	C2	47595 t
	Teneur BaSO ₄	54,26 %
	Total	361149 t
	Teneur BaSO ₄	62 , 90 %
Délai de réalisation	De : juin 2008 A : dec 2008	Total : 6 mois
Résultats escomptés	Transfert	Confirmation de 361 149 t
	Augmentation	
	Total	

Filon n°5

07 tranchées en surface et deux sondages en profondeur. La maille est utilisée tous le 10m pour les tranchées 50×50m pour les sondages.

1. Longueur du filon: 200m
2. Profondeur du filon: 50 m
3. Puissance moyenne 1,5m

4. Pendage du 60°
5. Teneur en BaSo4 en moyenne à 84.01%
6. Tout -venant extrait au 31-12-2002 :4860t

Filon n°8

Situé à 8km à l'Est de l'usine de traitement, filon divisé en deux parties séparées l'une de l'autre par une interruption non minéralisée.

La partie Est, découverte par 18 tranchées en surface et 2 sondages en profondeur

La partie Ouest, découverte par 10 tranchées en surface

1. Longueur du filon: partie Est 150m Ouest 150m
2. Profondeur du filon: 60m à l'Est
3. Puissance moyenne: partie Est 1.8m Ouest 2,5m
4. Pendage du filon le Sud-Est 60°
5. Teneur en BaSO₄ moyenne : partie Est 86,5 Ouest 93,0%
6. Tout - venant extrait au : 31-12-2002 :1686t

Filon n°9

Situé à 9km à l'Est de l'usine de traitement. Filon découvert par 14 tranchées en surface.

1. Longueur du filon : 750m
2. Direction Est au Nord-Est
3. Puissance change de 0,5 à 3,7 m en moyenne : 1,5m
4. Pendage du filon Sud- :40° à 75°
5. Teneur en BaSo4 en 94.19%

Tout-venant extrait au 31/12/2001 partie Est : 18499T Ouest 8176t

Filon n°10

Situé à 15km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 13tranchées en surface et 08sondages en profondeur.

La maille utilisée est de 40 à 60m pour les tranchées et de 100×120m pour les sondages.

1. Longueur du filon:900m avec une interruption de 150
2. Profondeur du filon: 80 m
3. Puissance change de 0,2m à 5,6 en moyenne 2,1m
4. Pendage au Sud-Ouest est: 87,26%.
5. SiO₂varie de 2,86 à 53,41° en moyenne 16%
6. Tout venant extrait au 31-12-1983 :26800t

Filon n°11

Situé à 15km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 18tranchées en surface.

La maille utilisée est de 50m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:300m
2. Puissance change de 0,6m à 6m en moyenne 1,9m
3. Pendage du filon Sud-: 50°-85.
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne est de 80,23% SiO₂ varie de 10 à 15 % en moyenne : 8,98%
5. Tout -Venant extrait au 31-12-1990 :9187t

Filon n°12

Situé à 11km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 06 tranchées en surface. La maille utilisée est de 40m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 200m
2. Puissance moyenne : 2.0m
3. Pendage au Sud-Est : 60°-75
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne de86,2% SiO₂ :12,04%

Filon n°13

Situé à 8km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 06 tranchées en surface. La maille utilisée est de 50 m pour les tranchées

1. Longueur du filon:270m
2. Puissance change de 0,5 à 2 m en moyenne : 1,3m
3. Pendage du filon Sud-Est : 70°-80°
4. Teneur en BaSo₄ en moyenne : 86,32%
5. Tout venant extrait au 31-12-1992 :9512t

Filon n°14

Situé à 8km au Sud- Est de l'usine de traitement, filon découvert par 05 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 30 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:150m
2. Puissance change de 1,5m à 6,6 m en moyenne : 2,0m
3. Pendage au Sud- Est : 70°-80
4. Teneur en BaSo₄ en moyenne : 86,73%
5. Tout venant extrait au 31-12-1999 :294t

Filon n°15

Situé à 15km l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 30 tranchées en surface

La maille utilisée est de 20 à 50 m pour les tranchées

1. Longueur du filon:800m (avec interruption)
2. Puissance moyenne : 1,8m
3. Pendage du filon Sud- : 35°-55°.
4. Teneur BaSo₄ en moyenne : 89,7%
5. Les travaux miniers réalisés au 31/12/2003: 2193,65m

6. Tout venant extrait au 31-12-2003 : 46080t

Filon n°16

Situé à 15km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 12 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 20m par les tranchées.

1. Longueur du filon:200m
2. Puissance moyenne : 1,8m
3. Pendage au Sud : 38°-50°
4. Teneur en BaSO₄ : 91%
5. Tout venant extrait au 31-12-1995 est de 11 635t

Filon n°17

Situé à 15km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 10 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 25 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:240m
2. Puissance en moyenne 2,4 m
3. Pendage du filon Sud : 60°-70°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 95, 40%
5. Tout venant extrait au 31-12-2000 :6130t

Filon n°18

Situé à 16,5 km l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 03tranchées en surface.

La maille utilisée est de 15 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 90m
2. Puissance : 1.3m
3. Pendage varie : 60°-70°

4. Teneur en BaSo₄ en moyenne : 98,4%
5. Tout venant extrait au 31-12-1996 :1442t

Filon n°19

Situé à 16km l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 05 tranchées en surface La maille utilisée est de 30 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:180m
2. Puissance en moyenne : 1,64m
3. Pendage du filon Sud- : 60°-70°.
4. Teneur en BaSo₄ en moyenne : 90,64%

Filon n°21

Situé à 23km l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 06 saignées La maille utilisée est de 80 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:450m
2. Puissance en moyenne 1,58 m
3. Pendage du filon Sud : 60°-70°
4. Teneur en BaSo₄ en moyenne 92,97%

Filon Kissan-1

Situé à 16,5km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 09 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 80 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon:180m
2. Puissance en moyenne 1,44 m
3. Pendage du filon Sud-Est : 60°-70°
4. Teneur en BaSo₄ en moyenne 82,87%
5. Tout-venant extrait au : 31/12/1996 :1092 t

Filon Kissan-2

Situé à 16,5km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 10 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 20 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 190m
2. Puissance change de 0,7 à 3 en moyenne 1,95 m
3. Pendage du filon Sud-Est : 60°-70°
4. Teneur en BaSO₄ varie de 60,5% à 88,0% en moyenne 78,68%
5. Tout-venant extrait au : 31/12/1996 : 3710 t

Filon Kissan-3

Situé à 16,7km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 05 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 20 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 100m
2. Puissance en moyenne 1,20 m
3. Pendage du filon Sud-est : 60°-70°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 92,12%

Filon Igni-1

Situé à 18km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 20 saignées en surface.

La maille utilisée est de 75 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 1500m
2. Puissance en moyenne 1,50 m
3. Pendage du filon Sud-Est : 50°-70°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 80,20%
5. Tout-venant extrait au : 31/12/2000 : 760 t

Filon Igni-2

Situé à 18 km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 04 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 10 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 40 m
2. Puissance en moyenne 1,50 m
3. Pendage du filon Sud-Est : 50°-70°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 80,84%

Filon Igni-3

Situé à 17 km à l'Est de l'usine de traitement, filon découvert par 10 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 10 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 110 m
2. Puissance en moyenne 1 m
3. Pendage du filon Sud-Est : 60°-70°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 79,05%

Filon N°01 Ouest : (prolongement du filon n°1)

Situé à 4 km au Sud-est de l'usine de traitement, filon découvert par 11 tranchées en surface.

La maille utilisée est de 40 m pour les tranchées.

1. Longueur du filon: 584 m (interruption de 183 m de la minéralisation en surface)
2. Puissance en moyenne 1,75 m (varie de 0,6 à 2,8 m)
3. Pendage du filon Sud-Est : 50°-60°
4. Teneur en BaSO₄ en moyenne 89,94%
5. Tout -venant extrait au : 31/12/2000 : 18984 t.

II.5.1. Etat des travaux minier dans le gisement de Ain-Mimoun

Le Filon 4 actuellement en exploitation sur 03 niveaux

Le filon 10 en préparation sur un seul niveau (1815m) souterraine.

Le filon 11 réserves géologiques augmentées de 128 210 tonnes après campagne de recherche ORGM 2010 -2011 (filon en ouverture).

II.5.1.1. Paramètres de calcul des réserves exploitables et récupérables :

Réserves exploitables :

Le passage des réserves géologiques aux réserves exploitables se fait en tenant compte des taux de perte et de salissure du projet qui sont respectivement de l'ordre de 15% et 10% et portant uniquement sur les réserves industrielles (B+C1).

Réserves récupérables :

Le passage des réserves exploitables aux réserves récupérables se fait comme suit :

Pour la catégorie B :

- Taux de certitude : 100%
- Perte d'exploitation : 20%

Pour la catégorie C1 :

- Taux de certitude : 80%
- d'exploitation : 20%

Pour la catégorie C2 :

- Cette catégorie de réserves n'est pas prise en considération dans les réserves récupérables.

II.5.1.2. Calcul des pertes et de la dilution

II.5.1.2.1.perte du minerai :

$$P = Re - Rr ; t$$

Avec :

Re : réserves exploitables ;t

Rr : réserve récupérables ;t

D'autre part : $Rr = Tv - S ; t$

Tv : tout-venant ;t

S: qualité de stérile ajoutée au minerai ;t

Plus souvent on caractérise les pertes de minerai par le coefficient de pertes exprimé en pourcent :

$$\alpha = \frac{P}{Re} 100 ; \%$$

en définit aussi le coefficient d'extraction par :

$$\beta = \frac{Rr}{Re} 100 ; \%$$

Total filon 4:

Tableau II.02 : les réserves de filon 4

Types de Réserves	Total
Réserves récupérables au 31/08/2017	161 207
Réserves exploitables au 31/12/2017	262 424
Réserves géologiques au 31/12/2017	340 870

$$P=262424 - 161207$$

$$P=101217 \text{ t}$$

$$\alpha=38.6 \%$$

$$\beta=61.4\%$$

Total Filon 10 :

Tableau II.03 : les réserves de filon 10

Types de Réserves	Total
Réserves récupérables au 31/08/2017	144 227
Réserves exploitables au 31/12/2017	240 182
Réserves géologiques au 31/12/2017	269 786

$$P= 240182-144227$$

$$P=95953 \text{ t}$$

$$\alpha=39.95\%$$

$$\beta=60.05 \%$$

. Filon 11 :

Tableau II.04 : les réserves de filon 11

Types de Réserves	Total
Réserves récupérables au 31/08/2017	139 609
Réserves exploitables au 31/12/2017	232 485
Réserves géologiques au 31/12/2017	294 856

$$P = 232682 - 139609$$

$$P = 93073 \text{ t}$$

$$\alpha = 40 \%$$

$$\beta = 60 \%$$

II.5.1.2.2. Dilution du minerai :

Dilution du minerai est défini par le coefficient de dilution qui montre la part de stérile dans le tout-venant :

$$D = \frac{S}{T_v} \cdot 100 ; \%$$

on peut calculer le coefficient de dilution d'après la teneur en composant utile

$$D'après \quad T_v = R_r + S$$

soit :

m : la teneur en composant utile dans le tout-venant ;

t : la teneur en composant utile dans le minerai du gisement ;

r : la teneur en composant utile dans les roches encaissantes ;

la quantité de composant utile dans le tout-venant sera :

$$T_v \cdot m = R_r \cdot t + S$$

$$D'après \quad T_v = R_r + S$$

Par substitution, nous trouvons :

$$D = \frac{S}{Tv} \cdot 100 = \frac{(t-m)}{(t-r)} \cdot 100 ; \%$$

En raison du manque de données, la dilution n'a pas pu être calculée.

L'usine de traitement reçoit le tout venant de mines d'Ain-Mimoun wilaya de Khanchela, Ichemoul wilaya de Batna, mesloula wilaya de Tébessa.

Tableau II.05 : quantité de tout-venant

Objectif 2018	Désignations
35 000	Tout-venant à traiter (Tonnes)
18 000	Concentré
18 000	Produit fini

$$Tv = 35000$$

$$S = 17000$$

$$D = \frac{S}{Tv} \cdot 100 = \frac{17000}{35000} \cdot 100$$

$$D = 48.6 \%$$

II.5.1.3. Caractéristiques du filon 4 [8]

II.5.1.3.1. Filon 4 niveau 1770m

Ce niveau renferme un potentiel de 226560 tonnes classées, leur exploitation a débuté en 2012.



Figure II .05 : L'entrée de la galerie du niveau 1770 m

II.5.1.3. 2.Filon 4 niveau 1730m

Ce niveau renferme un potentiel de 56565 tonnes dont 35673 tonnes, qui représente les pertes en exploitation, le niveau 1730 m a déjà été exploité en 2015 avec une production en tout venant de 15000 tonnes.



Figure II .06 : L'entrée de la galerie du niveau 1730 m

II.5.1.3.3.Filon 4 niveau 1690m

Ce niveau renferme un potentiel de **67496** tonnes, le niveau 1690 m à déjà été exploité en 2015 avec une production en tout venant de 16000 tonnes.



Figure II .07: L'entrée de la galerie du niveau 1690 m

○ **Les travaux préparatoires [26]**

Les travaux préparatoires consistent au creusement de l'ensemble des excavations souterraines à partir de la surface dans le cas des cheminés et des galeries, dans le but de deviser et préparer le champ d'exploitation.

Les excavations creusées devisent le gisement en étages et blocs ou panneaux, ainsi les chemins d'accès entre les blocs et des travers banc, qui dépend de la méthode d'exploitation.

Le mode de préparation du rocher doit assurer :

- La sécurité de l'exploitation et la circulation du personnel ;
- Conditions favorables pour le transport du minerai ;
- Le bon aérage ;
- Minimum de perte du minerai.

Les travaux préparatoires dépendent de :

- La nature du gisement ;
- La puissance du corps minéralisé ;
- L'angle du pendage ;
- L'ordre de prise des blocs à exploiter ;
- Le mode de chargement du minerai.

Comme toute excavation les travaux préparatoires ont comme avantage, l'entretien moins cher de galerie et moins perte du minerai dans le stot de protection ainsi la possibilité d'utilisation des galeries de base pour l'aérage des étages suivants, et des couts élevées de traçage dans le stérile et l'arrêt de l'étude du gisement comme inconvénient.

○ **Le traçage [9]**

C'est l'ensemble des excavations qui sont indispensables dans la mesure d'avancement des travaux, qui consiste à creuser un réseau de galeries, de recoupes ou puits incliné, suivant les paramètres géométriques du gisement et les caractéristiques de la roche encaissante.

Les galeries sont généralement dirigées suivant un pendage qui coupe les premiers angles droits ou pousser d'une manière oblique au pendage, pour faciliter l'abattage et le roulage et diminuer la pente.

Le traçage se fait aussi par plusieurs étages à la fois, lorsque le gîte est très incliné, par contre dans le cas où le gîte est formé de couches peu puissante et à une hauteur où il doit avoir une galerie on supprime le traçage.

Les travaux d'aménagement font aussi partie des travaux de traçage, consiste à créer et à creuser des travers bancs qui recourent les couches en parallèle, et l'ouverture du chantier d'abatage se produit lors du traçage des galeries.

○ **Le dépilage [9]**

Le dépilage consiste à l'extraction du minerai en découpant le gîte suivant l'épaisseur minéralisée, il déroulera dans un chantier d'abatage en tailles organisé d'une façon que chaque front soit dégagé sur deux façon au moins.

Le front de taille peut avoir au moins 10 ou 15 mètres et il peut atteindre 100 mètres au plus, où l'abatage est 2 ou 3 fois plus que le traçage.

Le dépilage se fait en deux manière, soit en chassant c'est-à-dire suivant la direction avec une fronde parallèle au pendage, soit en montant suivant le pendage avec la fronde de taille en direction, et rarement que l'abatage se fait en descendant.

Pendant le dépilage les mineurs déplacent avec des moyens spéciaux, suivant le même chemin de transport, dans cette phase la largeur du fond devra être toujours suffisante pour la circulation du personnel pendant le travail .

Le dépilage est composé des opérations principales, on spécifie :

II.6. L'abatage [10]

C'est l'opération de destruction du massif rocheux jusqu'à l'obtention des morceaux de dimensions nécessaires et admissible pour que le travail des engins de chargement et de transport soit efficace, ainsi que le traitement mécanique (concassage primaire) [11].

II.6.1. Choix du mode d'abattage

Le choix du mode d'abattage des roches dépend [2]:

- ✓ Du type de roche, et leur état naturel ;
- ✓ Des propriétés physico-mécaniques et technologiques des roches ;
- ✓ De la productivité de l'entreprise minière ;
- ✓ Des paramètres techniques des engins et des équipements miniers disponibles et des exigences fixées à la qualité du minerai extrait.

On distingue l'abattage par pelle et par excavateur pour les roches tendres, et l'abattage à l'explosif pour les roches dures.

a. Mode d'abattage par pelle et par excavateur

L'abattage par pelle ou par excavateur est pratiqué dans les milieux rocheux tendres, les excavateurs sont des machines destinées à la prise de la roche dans le massif vierge par leur godet jusqu'au lieu de déversement (engin de transport).

b. Mode d'abattage à l'explosif

L'abattage des roches à explosif est très répandu dans les mines à ciel ouvert et souterrain, c'est une méthode principale pour la préparation des roches dures.

L'abattage à l'explosif est pratiqué dans les milieux rocheux qui ont une dureté supérieure à 2,5 et une résistance à la compression de plusieurs dizaine de MPa.

Les travaux d'abattages des roches doivent assurer [12]

- ✓ Degré nécessaire et régularité de la fragmentation des roches ;
- ✓ Formation du tas de la masse minière explosée pour le travail régulier des engins de chargement ;
- ✓ Volume nécessaire de la masse minière explosée pour le travail régulier des engins de chargement ;
- ✓ Action sismique minimale pour l'installation au jour et l'environnement ;
- ✓ Dépense minimale et grande sécurité de travail.

II.6.2. Mode d'abattage retenu pour les filons N° 4, 10 et 11

D'après les critères de choix de la méthode d'abattage des roches, les filons N°4, 10 et 11 du gisement d'Ain Mimoun est abattu par l'abattage à l'explosif pour tout le filon et les parties affleurant sont exploitées par pelle excavatrice (écrémage).

II.6.3. Explosifs

Un explosif est une matière industrielle inerte qui, sous l'action d'un choc, du feu, ou des deux combinés, se transforme dans un temps très court et en grand volume de gaz à haute température [15].

II.6.3.1. Caractéristiques d'explosifs utilisés dans la mine d'Ain Mimoun

Le choix de l'explosif dépend généralement des propriétés physiques et mécaniques des roches. Chaque explosif est caractérisé par sa densité, sa sensibilité, sa brisance, sa vitesse de détonation et sa capacité de travail.

D'après la consultation du guide technique des explosifs et accessoires de tir, réalisé par l'ONEX (office national des substances explosives), et aussi compte tenu de la nature et les caractéristiques du terrain, dans la mine de Ain Mimoun l'explosif utilisé pour la fragmentation des roches est le TEMEX I.

Le TEMEX fait partie de la famille des explosifs en émulsions. Ce type d'explosif fabriqué par l'ONEX par rapport aux explosifs classiques des avantages substantiels à savoir :

- ✓ Produit hydrofuge, utilisé à ciel ouvert et en souterrain, même en milieu subaquatique.
- ✓ Produit plus sécurisant lors du transport, du stockage et de l'utilisation.

Tableau II.06 : Les caractéristiques d'explosif TEMEX [10].

Gamme d'explosif	TEMEX I	TEMEX II
Densité d'encartouchage (g/cm ³)	1,22	1,22
Vitesse de détonation (m/s)	4500-5500	4000-5000
Essais au bloc de plomb (TRAUZL) 10g/cm ³	>320	>260
Puissance RWS sur mortier balistique 5%)	/	/
Coefficient d'utilisation pratique (%)	/	/
Coefficient de self excitation (mm)	50-80	40-80
Ecrasement selon la méthode de KAST (mm)	/	/
Résistance à l'eau	Très bonne	Très bonne

Tableau II.07 : les dimensionnements de la cartouche [10].

Diamètre (mm)	30	50	65	80
Longueur (mm)	300	400	500	400
Poids (g)	250	1000	2000	2500

II.6.4. Conception d'un plan de tir

La conception d'un plan de tir prend en considération les résultats des essais préliminaires et une reconnaissance géologique du terrain.

Pour l'élaboration d'un plan de tir, il est certain qu'une bonne connaissance des explosifs et accessoires de mine, ainsi que l'expérience acquise dans les chantiers sont d'une grande utilité pour obtenir et atteindre un résultat désirés.

En plus des données relatives au type d'explosifs et à la densité de chargement, le plan de tir comprendra des indications sur la disposition et l'espacement des trous de mines, leur profondeur, leur diamètre et la relation entre l'épaisseur à abattre, le diamètre et l'espacement des trous [11].

Sur un plan de tir souterrain il doit figurer [13]:

- ✓ La localisation : lieu, nom de chantier, localisation, date et heure de tir ;
- ✓ La géométrie de tir : l'emplacement des mines, le diamètre des trous, la disposition ; des trous de mine, la maille la profondeur de la volée, le diamètre de foration ;
- ✓ Le chargement du tir : le type de chargement par mine, la quantité et la nature de l'explosif, la quantité et la qualité de bourrages, le types de bouchon ;
- ✓ La consommation spécifique de l'explosif ;
- ✓ La nature et la disposition de l'amorçage.

II.6.4.1. Classification des paramètres de tire

La classification des variables et des paramètres de tir se fait selon :

- ✓ Facteur contrôlables ;
- ✓ Facteurs non contrôlables.

Ces facteurs sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.08: Les paramètres de tir [14].

Paramètre contrôlable	Paramètre incontrôlable ou difficilement contrôlable
Paramètres géométriques	Paramètres de massif en place
Type d'ouvrage	Géologie
Section	Résistance et propriétés de matériaux
Nombre de tir de mine	Discontinuité préexistant dans un
Longueur de trou de mine	Massif
Diamètre de trou de mine	
Longueur de foration	
Quantité d'explosif dans un trou de Mine	
Quantité d'explosif dans un tir	
Consommation spécifique d'explosif	
Paramètres liés à l'énergie explosive	Autres

Type d'explosif utilise	Temps
Energie (choc, gaz)	
Configuration de chargement	
Méthode de chargement	
Type d'amorçage	
Séquence d'initiation	

II.6.4.2. Méthode de conception d'un plan de tir

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer les schémas de tir [14] :

- ✓ La méthode SUEDOISE ;
- ✓ La méthode LANGEFORS ;
- ✓ Les règles simples empiriques ;
- ✓ Les méthodes de conception et calcul à l'ordinateur.

II.6.4.2.1. Méthode suédoise

La méthode suédoise est une méthode empirique, basé sur le découpage du bouchon de la galerie ou de cheminée soit en quatre section si la surface est supérieure à 10 m², ou deux sections si la surface est inférieure à 10 m² et conçu essentiellement pour les travaux d'ouvrages à une seule surface libre.

Cette méthode vient compléter le model de LANGEFORS et de Kihlstrom (1963), dont Holmbergé publie le modèle complémentaire en (1982), adapté après par Persson et AL (2001) [9].

II.6.4.2.1.1. Division d'une section de galerie par la méthode suédoise

a) Trou de bouchon

Ce sont les trous les plus proches du centre du front, leurs nombres varient entre (3 et 6), y compris le trou central. Au centre du front de taille « le bouchon » est abattu en premier, le maillage des trous est plus rapproché et certain sont vides d'explosifs et cela pour un meilleur dégagement des roches [14].

Les différents types de bouchon :

- ✓ Bouchon pyramidale : le bouchon pyramidal consiste à réaliser des trous de mine convergents et déposés au centre du front, allant jusqu'au bout pour ce rejoindre dans un point ;
- ✓ Bouchon canadien ou bouchon parallèle : il peut être réalisé avec plusieurs variantes, dont toutes reposent sur le principe de pulvériser la roche sur un rayon de 20 à 30 cm, de l'axe de bouchon par le forage de trous de mines parallèles entre eux et perpendiculaire à l'axe de front de taille.

Parmi les bouchon canadien les plus connu, la reproduction comprend un trou central d'un diamètre 2 à 3 fois plus gros que les autres, mais qui n'est pas chargé [14].

- ✓ Bouchon américain : les trous non chargés dans le bouchon Canadien sont remplacés par de gros trous (diamètre 200 mm), forés avec une puissante perforatrice, il existe :
 - a) Bouchon américain avec deux trous centraux non chargés ;
 - b) Bouchon américain avec un seul trou non chargé ;
- ✓ Bouchon en éventail : dans le bouchon en éventail, les trous de mine sont rapprochés à leurs orifice est très écartés au fond, ils peuvent être soit :
 - a) Verticaux : dans ce cas, les trous de mine rayonnent d'un même point dans un plan vertical, ils doivent se dégager vers un front de taille vertical.
 - b) Horizontaux : où les trous de mine rayonnent d'un même point dans un plan horizontal, ils doivent se dégager vers un front de taille horizontal.

Les bouchons en éventail nécessitent des travaux de forage très délicats et de faible diamètre.

La consommation d'explosif pour ce type de bouchon est très réduite.

- b) **Trou 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 ;
- c) **Trou de contour** : ce sont les trous qui sont forés au périphérique du front, ce sont les derniers à être amorcés, ils sont de 12 à 15 trous.

II.6.4.2.1.2. Découpage de la section de bouchon par la méthode suédoise

Le découpage selon la méthode suédoise dépend principalement de la section de l'ouvrage.

- ✓ Si la surface de l'ouvrage est supérieure à 10 m², le bouchon va être divisé en quatre sections.

Le schéma suivant montre le découpage du bouchon en quatre sections ;

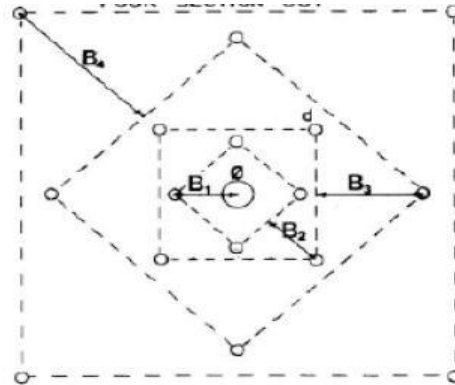


Figure II.08 : Le découpage de la section de bouchon en quatre sections [14].

- ✓ Si la surface est inférieure à 10 m² le bouchon sera divisé en deux, comme il figure dans le schéma ci-dessous.

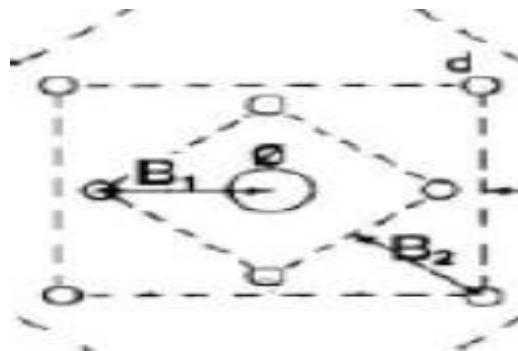


Figure II.09: Le découpage de la section de bouchon en deux sections.

Dans le cas de la mine d'Ain- Mimoun

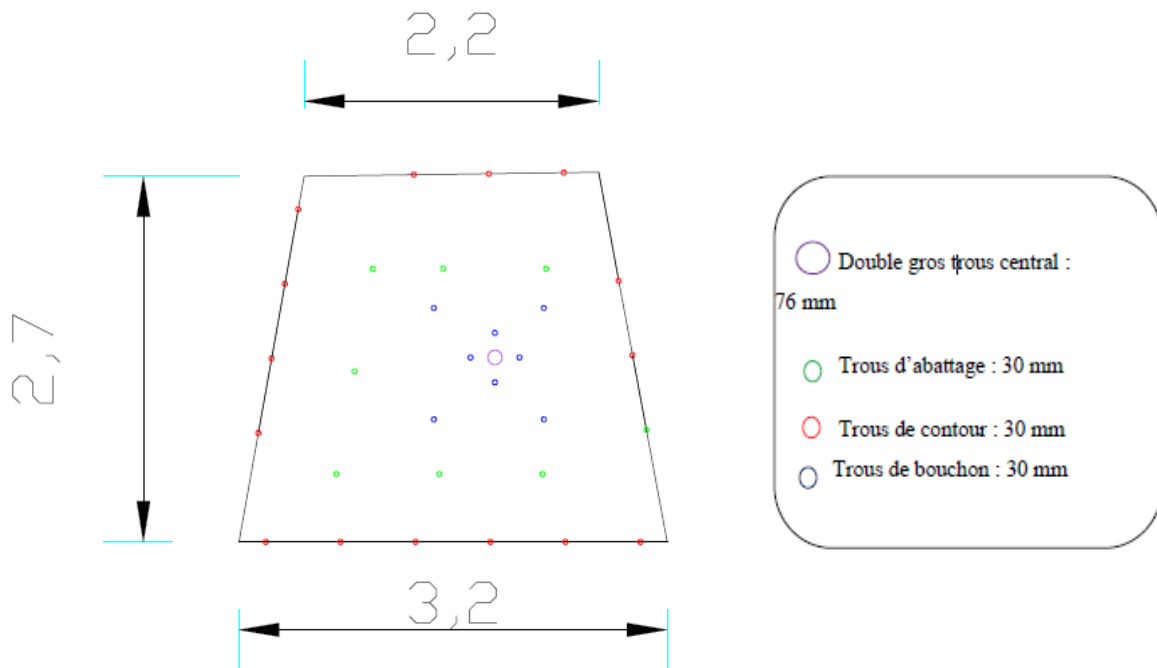


Figure II.10: Plan de tir pour une galerie.

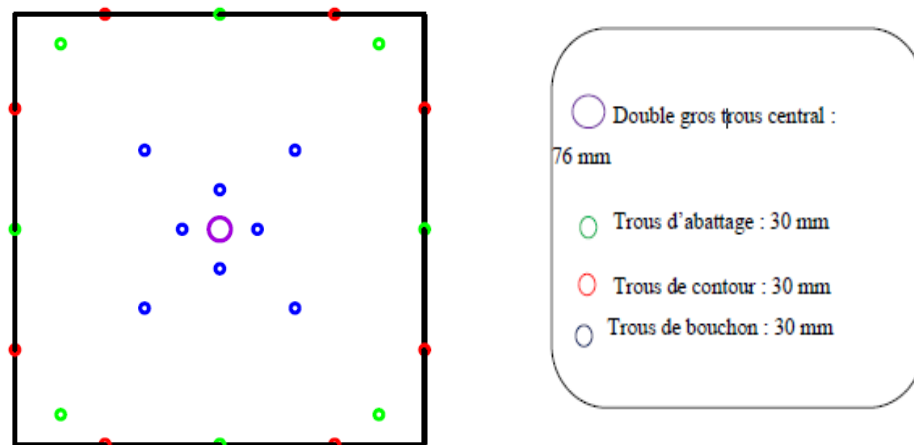


Figure II.11: Plan de tir pour une cheminée.

II.6.5. Dimensionnement d'un plan de tir [14]

Le schéma du plan de tir varie d'une zone à une autre, et du front à un autre selon les caractéristiques des roches et des dimensions. Par conséquent, le nombre de trou n'est pas fixe, ainsi que la consommation de l'explosif correspondante. Les calculs déterminés ci-dessous nous permettent de réaliser un plan de tir pour atteindre un bon rendement avec des coûts réduits.

Les caractéristiques techniques du gisement :

- ✓ Nombre de jours ouvrables par an : 250 jours/an ;
- ✓ Nombre de poste par jour : 1 poste/ jour ;
- ✓ Nombre d'heures par poste : 8 heure/ poste ;
- ✓ Mode d'exploitation, qui est l'exploitation en souterrain ;
- ✓ Réserves exploitable pour les filons N°4 , 10 et 11 ;
- ✓ Pendage du corps minéralisé 50° à 87.26° ;
- ✓ Epaisseur du corps minéralisé (0.2 a 6) m ;
- ✓ Roche encaissante un complexe marno-calcaire ;
- ✓ Mode d'abattage par explosif ;
- ✓ Méthode d'exploitation par chambre montante remblayée.

II.6.5.1. Dimensionnement d'une galerie ou d'une cheminée

Pour la réalisation d'un plan de tir adéquat pour l'ouverture d'une galerie ou d'une cheminée avec la méthode suédoise, nous avons proposé à partir des caractéristiques techniques du gisement les paramètres de calculs qui conviennent le mieux à la réalisation d'un plan de tir adéquat à cet ouvrage.

- a) Calcul par la méthode suédoise
 - 1) Calcule de la surface :
 - ✓ Galerie de roulage

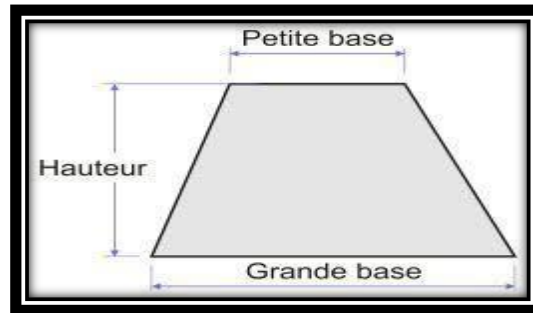


Figure II.12: la forme d'une galerie de roulage.

Sachant que :

- ✓ La section est trapezoidal ;
- ✓ Longueur : elle égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter ;
- ✓ Grande base « b » : 3.2 m ;
- ✓ Petite base « c » : 2.2 m ;
- ✓ Hauteur « h » : 2.7 m.

$$S = \frac{(c + b) \cdot h}{2} \dots\dots\dots(01)$$

AN :

$$S = \frac{(2.2+3.2) \cdot 2.7}{2}$$

$$S = 7,29 \text{ m}^2$$

- Cheminée

Sachant que :

- ✓ La section est carrée ;
- ✓ Longueur : elle égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter ;
- ✓ Coté « A »: 2.0 m.

$$S = A * A \dots\dots\dots(IV.05)$$

AN :

$$S = 2 * 2$$

$$S = 4 \text{ m}^2$$

Dans notre cas les surfaces sont inférieure à 10 m² donc la section du bouchon est divisée en 2 sections.

Les paramètres ci-dessous, vont servir pour les différents calculs d'ouverture d'une galerie :

- ✓ Section qui égale à 7,29 m² ;
- ✓ Explosif utilisé TEMEX I ;
- ✓ Diamètre des trous vides $d_{vide} = 76$ mm ;
- ✓ Diamètre équivalent déqu :

$$d_{équ} = d_{vide} * \sqrt{N} \dots \dots \dots (IV.06)$$

Sachant que :

- d_{vide} : Diamètre des trous vides (mm);
- $d_{équ}$: Diamètre équivalent de vide, variant entre 105 et 125 mm;
- N : nombre des trous vides qui égale à 2 trous vides.
- A N :
- $d_{équ} = 107,48$ mm

- ✓ Diamètre de la charge $d_c = 30$ mm TEMEX I ;
- ✓ Diamètre de foration $d_t = 40$ mm ;
- ✓ Densité de la roche encaissante calcaire / la densité de la roche minéralisé barytine
 $\gamma_r = 2,7 / 4,2 = 0,643$;
- ✓ L'erreur de foration E :

$$E = \alpha * h + \beta \dots \dots \dots (IV.07)$$

Sachant que :

- H : longueur de trou 1,20 m ;
- α : déviation angulaire (environ 0,03 m/m) ;
- β : Erreur de déviation environ 0,01 m.
- AN :
- $E = 0,03 * 1,2 + 0,01$
- $E = 46$ mm

- ✓ Densité de la cartouche : $\gamma_c = 1,22 \text{ g/ cm}^3 = 1.22 * 10^3 \text{ kg/m}^3$

Le tableau suivant englobe tous les formules de calculs important pour les différentes sections d'une galerie et d'une cheminée.

Tableau II.09: Loi d'application pour déterminer les calculs d'un plan de tir d'une galerie et d'une cheminée selon la méthode suédoise.

Zone	Sections	Banquette (B)	Espacement (S, X)	Bourrage (S _t)
Bouchon	1 ^{ère} Section	$B_1 = 1,7 * \text{déqu}$	$X_1 = 21/2 * B_1$	$S_{t1} = 10 * df$
	2 ^{ème} Section	$B_2 = (2^{1/2} * B_1 + 2 * X_1) / 2$	$X_2 = 2^{1/2} * B_2 * 1,5$	$S_{t2} = 10 * dt$
Abattage	Abattage	$B = 0,012 * [(2 * \gamma_c / \gamma_r) + 1,5] * dc - E$	$S = 1,1 * B$	$S_{ts} = 0,5 * B$
Contour	Couronne	$B = 0,012 * [(2 * \gamma_c / \gamma_r) + 1,5] * dc - E$	$S = 0,8 * B$	$S_{ts} = 0,5 * B$
	Paroi	$B = 0,012 * [(2 * \gamma_c / \gamma_r) + 1,5] * dc - E$	$S = 0,8 * B$	$S_{ts} = 0,5 * B$
	Radier	$B = 0,012 * [(2 * \gamma_c / \gamma_r) + 1,5] * dc - E$	$S = 0,8 * B$	$S_{ts} = 0,5 * B$

Tableau II.10: Les résultats de calcul nécessaire lors de découpage d'une galerie

Zone	Sections	Banquette (B)	Espacement (S, X)	Bourrage (S _t)
Bouchon	1 ^{ère} Section (mm)	$B_1 = 182,72$	$X_1 = 258,40$	$S_{t1} = 400$
	2 ^{ème} Section (mm)	$B_2 = 387,6$	$X_2 = 822,22$	$S_{t2} = 400$
Abattage	Abattage (m)	$B = 0,70$	$S_{ab} = 0,77$	$S_{ts} = 0,35$
Contour	Couronne (m)	$B = 0,70$	$S_c = 0,56$	$S_{ts} = 0,35$
	Paroi (m)	$B = 0,70$	$S_c = 0,56$	$S_{ts} = 0,35$
	Radier (m)	$B = 0,70$	$S_c = 0,56$	$S_{ts} = 0,35$

✓ Cheminée

Les formules de calculs utilisées pour la réalisation d'un plan de tir d'une cheminée sont les mêmes que celle utilisées pour la galerie, seulement la section de l'ouvrage qui va être de : section de 4 m².

Les dimensionnements requis pour une cheminée, sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau II.11: Les résultats de calcul nécessaire lors du découpage d'une cheminée.

Zone	Sections	Banquette (B)	Espacement (S, X)	Bourrage (S _t)
Bouchon	1 ^{ère} Section (mm)	B ₁ = 182,72	X ₁ = 258,40	S _{t1} = 400
	2 ^{ème} Section (mm)	B ₂ = 387,6	X ₂ = 822,22	S _{t2} = 400
Abattage	Abattage (m)	B= 0,70	S _{ab} = 0,77	S _{ts} = 0,35
Contour	Couronne (m)	B= 0,70	S _c = 0,56	S _{ts} = 0,35
	Paroi (m)	B= 0,70	S _c = 0,56	S _{ts} = 0,35
	Radier (m)	B= 0,70	S _c = 0,56	S _{ts} = 0,35

Les schémas ci-dessous présentent respectivement, les plans de tirs nécessaires pour l'ouverture d'une galerie et d'une cheminée, qui sont fait à l'aide du logiciel AUTOCA

II.6.5.2. Bourrage [14]

Pour une meilleure efficacité de la charge explosive l'argile est utilisée comme une matière de bourrage pour boucher les trous de mine comme montre la figure suivante.

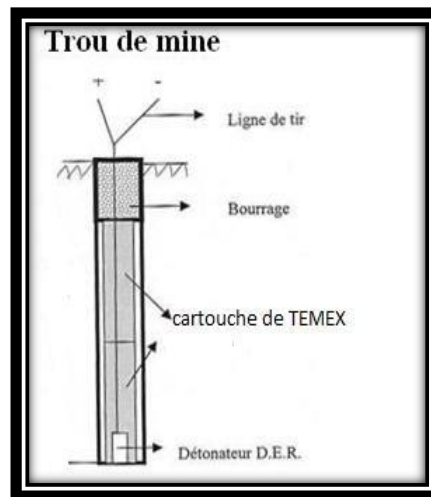


Figure II .13: Trou de mine. [14]

La résistance au tirage représente en quelque sorte de difficulté d'abattre une roche, c'est donc la quantité minimale d'explosif pour abattre 1 m³ de roche. Le tableau suivant représente la résistance au tirage de quelque roche:

Tableau II.12: La résistance au tirage [14]

Roche	C (kg/m3)
Basalte	0.33
Calcaire crayeux	0.25
Calcaire moyennement dur	0.35 à 0.4
Diorite	0.45
Granite dur	0.45
Grés fin	0.4
Quartzite pâte fine	0.53
Quartzite fracturé	0.3

II.7. Dimensions des section transversales des Excavation Horizontale

Creusement de la galerie principale horizontale donnée de départ

- Distance de l'excavation galerie au jour
- Type de matériel roulant
- Locotracteur (diésel) dont les dimensions sont : Hauteur $h = 1.2$ m ; largeur maximal $A = 1.2$ m ;
- nombre de vois $N = 1$
- diameter de bois $d = 0.2$ m
- epaisseur du garnissage $c = (0.03 \div 0.05)$ m
- Hauteur de l'engin de transport « $h = 1.2$ m »
- Hauteur de l'excavation à partir de la tête des rails jusqu'au chapeau du cadre de soutènement « h_1 », établi sur la base des normes de sécurité.
- Hauteur de l'excavation à partir de la tête des rails jusqu'au chapeau du cadre de soutènement, avant l'affaissement « $h' = h_1 + 100$ »
- Hauteur de l'excavation à partir de la sole jusqu'au chapeau du cadre de soutènement « $h_2 = h_1 + h_a$ »
- Hauteur de l'excavation à partir de la sole jusqu'au chapeau du cadre du soutènement « $h_3 = h_1 + h_B$ »
- Hauteur projetée de l'excavation (hauteur à terre nue), « $h_4 = h_3 + d + 50$ »
- Largeur de l'engin roulant « $A = 1.1$ m ». elle est établie en fonction des caractéristiques techniques de l'engin minier.
- Angle d'inclinaison des montants du cadre, $\alpha = 80^\circ$.

- Largeur de l'espace au niveau 1800 mm à partir du ballaste, destiné pour le mouvement des mineurs, « $h \geq 0.7m$ »
- Largeur de l'espace du mouvement des mineurs au niveau des engins roulants, « $n' = n + [1.80 - (h + h_a)] \text{ ctg } \alpha$ » $n' = 0.8$
- Largeur de l'espace entre l'engin roulant et le soutènement, au niveau de la hauteur de l'engin minier, « m » Cette valeur est établie suivant les normes de sécurité. ($m = 0.2 \div 0.3$)
- Largeur nette d'une excavation à une seule voie, à la hauteur de l'engin roulant, « $B = m + A + n'$ »
- Largeur nette au niveau du toit de l'excavation, « $l_1 = B - 2 (h_1 - h) \text{ ctg} \alpha$ »
- Largeur nette au niveau du ballaste de l'excavation, « $l_2 = B + 2(h + h_a) \text{ ctg} \alpha$ »
- Largeur à terre nue au niveau du toit de l'excavation, « $l_3 = l_1 + 2d + 100$ »
- Dans le cas d'un soutènement jointif, « $l_3 = l_1 + 2d$ »
- Largeur à terre nue au niveau de la sole de l'excavation,
« $l_4 = B + [(2 (\cos \alpha (h + h_B) + d + 50)) / \sin \alpha]$ »

- **Surface de la section nette de l'excavation,**

$$S_n = 0,5 (l_1 + l_2) h_2 \dots, m^2$$

AN :

$$S_n = \frac{(1.85+2.66)2.3}{2}$$

$$S_n = 5.18, m^2$$

- **Surface de la section à terre nue de l'excavation,**

$$S_{tn} = 0,5 (l_3 + l_4) h_4', m^2$$

AN :

$$S_{tn} = \frac{(2.13+3.15)2.65}{2}$$

$$S_{tn} = 6.8 ; m^2$$

- **Surface de la section de creusement**

$$S_{cr} = 1.08 S_t ,$$

AN :

$$S_{cr} = 1.08 * 7.23$$

$$S_{cr} = 7.80, m^2$$

- Périmètre de l'excavation,

$$P = l_1 + l_2 + (2 h_2 / \sin \alpha), \text{ m}^2$$

AN :

$$P = 2.66 + 2.2 + (2 * 2.8 / \sin(80))$$

$$P = 10.54 ; \text{ m}$$

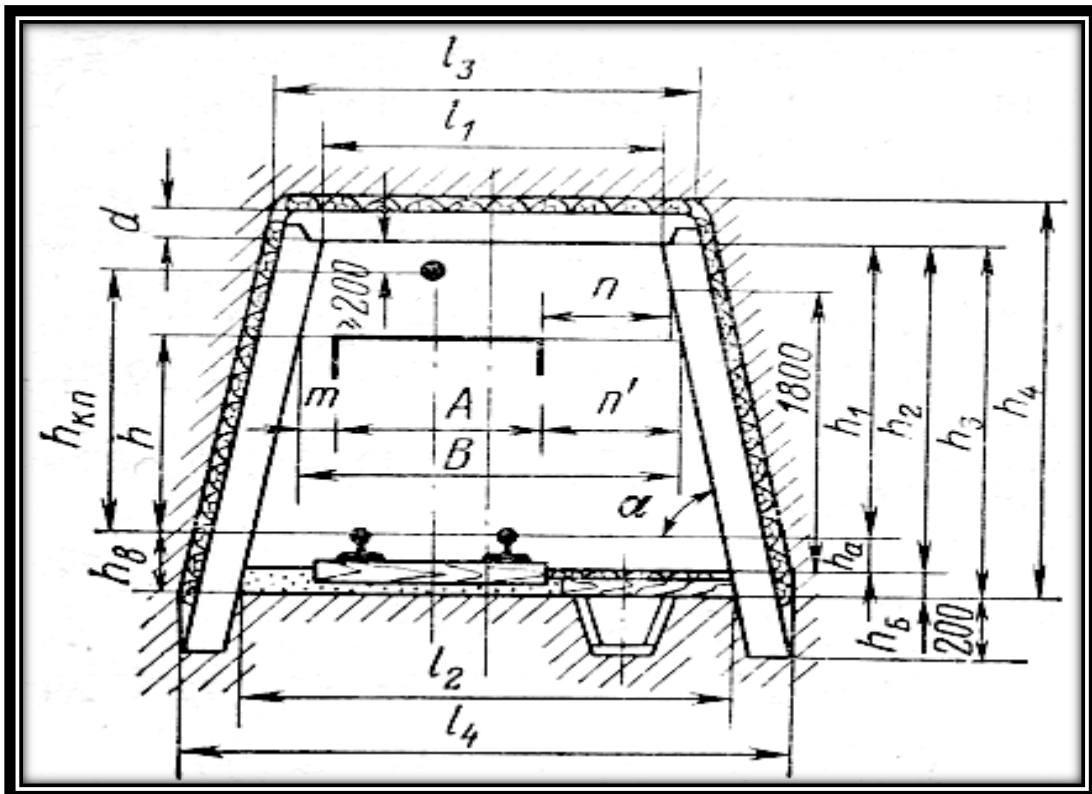


Figure II .14 : schéma Dimensions de la section transversale de la galerie de roulage

Tableau II.13: Dimensions de la section de la galerie de roulage

Designation	Symbole	Unité	Valeur
Hauteur de l'engin de transport	H	(m)	1.2
Hauteur à partir du ballaste jusqu'au niveau de la tête des railles	h_a	(m)	0.1
Hauteur de l'excavation à partir de la tête des railles jusqu'au chapeau du cadre de soutènement	h_1	(m)	2.3
Hauteur de l'excavation à partir de la sole jusqu'au chapeau du cadre du soutènement	h_3	(m)	2.3
Hauteur projetée de l'excavation (hauteur à terre nue)	h_4	(m)	2.65
Largeur de l'engin roulant	A	(m)	1.1
Angle d'inclinaison des montants du cadre	α	degré	80
Largeur nette d'une excavation à une seule voie, à la hauteur de l'engin roulant	B	(m)	2.2
Largeur nette au niveau du toit de l'excavation	L_1	(m)	2.66
Largeur nette au niveau du ballaste de l'excavation	L_2	(m)	2.2
Largeur à terre nue au niveau du toit de l'excavation	L_3	(m)	2.31
Largeur à terre nue au niveau de la sole de l'excavation	L_4	(m)	3.15
Largeur de l'espace entre l'engin roulant et le soutènement	M	(m)	0.25÷0.30
Largeur de l'espace du mouvement des mineurs au niveau des engins roulants	n'	(m)	0.8

II.8. Conclusion

Nous avons défini les paramètres géométriques suivant la méthode suédoise pour réaliser un plan de tir, le type d'explosifs utilisés dans la mine d'Ain Mimoun est TEMEX, choisi les dimensions des sections transversales des excavations Horizontale selon le type de et dimension de matériel roulant.

III.1. Introduction

Au cours de ce chapitre, nous présenterons la méthode d'utilisation des filons 4, 10 et 11. [...]

Choisir la bonne méthode d'exploitation souterrain est essentiel. Prise en compte des aspects économiques et techniques, afin d'augmenter et d'améliorer la production minière

III.2.Choix des méthodes d'exploitation en souterrain

Le choix de la méthode d'exploitation des gites métallifères dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont [16] :

- ✓ La forme du gite ;
- ✓ Les dimensions du gite (puissance, dimensions comptées en direction et au pendage) ;
- ✓ Les conditions de gisement ;
- ✓ Les propriétés des minerais et des roches avoisinantes en ce qui concerne la stabilité, le caractère de leur effondrement, le tassement après effondrement etc ;
- ✓ La répartition des teneurs en métal dans le gite.

Les différentes méthodes d'exploitation adéquate pour chaque type de gisement, en tenant compte de pendage du gisement et la résistance de minerai et des épontes sont représentés dans le (**Tableau III.01**) ci-dessous.

Tableau III.01 : Le choix des différentes méthodes d'exploitation adéquate [16]

Type du gisement	Pendage	Résistance du minerai	Résistance des épontes	Méthode d'exploitation Applicable
filon mince (de 1 à 5 m environ)	Forte	Bonne	Bonne	-Gradins droits ou renversés (chambres vides) -Chambre magasins -Sous-niveaux abattu -Sous-niveaux foudroyé -Chamber montante remblayée

Le choix de la méthode d'exploitation doit répondre aux exigences suivantes :

- Sécurité du personnel
- Sécurité des ouvrages miniers.
- Meilleur rendement.
- Prix de revient minime.
- Perte et salissure minimal.

III.3. Méthodes d'exploitation utilisée au niveau d'Ain Mimoun [14]

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

En se basant sur les propriétés physico-mécaniques du minerai et des roches encaissantes, le pendage des filons qui varie de 28°- 80°, ainsi que des possibilités techniques de la mine, les méthodes retenues sont :

- ✓ Le sous-niveau abattu et gradin droit pour le filon N° 4 ,10 et 11 qui sont en cour d'exploitation;
- ✓ Chambre et piliers artificiels pour le filon N° 3 il est déjà épuisé.

Ces trois méthodes seront utilisées ainsi que le non application de ces méthodes dans le cas où un paramètre exige un changement de la méthode.

III.3.1. Description du gisement de Ain Mimoun

Le gisement barytique d'Ain Mimoun est de type filonien, encaissé dans un complexe carbonaté d'âge crétacé représenté par des calcaires, dolomies, marnes et argiles de dureté égale à 8-10 selon échelle PROTODIAKONOV.

Le programme d'exploitation de l'année 2018 est basé sur le filon n°4 qui regroupe trois niveaux d'exploitation 1770 m, 1730 m et 1690 m.

Le programme de développement de l'unité de Ain Mimoun à court terme sera basé sur plusieurs filons à savoir filon 10, filon 2 Est et filon 15 niveau 1395 m, les deux derniers nécessitent des travaux de confirmation par des travaux de recherche. [01]

III.3.2.Méthode d'exploitation par sous niveaux abattus : [17]

Vu la morphologie et les conditions géologiques du gisement, l'exploitation souterraine est la mieux appropriée. Vu la diversité des méthodes souterraines qui dépendent directement des caractéristiques géométriques des corps minéralisés, la méthode retenue pour l'exploitation des filons 4 .10 et 11 durant les exercices précédents est celle par sous niveaux abattus qui est basée beaucoup plus sur les travaux préparatoires par rapport aux autres méthodes d'exploitation.

Le choix de cette méthode est défini en fonction des paramètres suivants :

- Morphologie du corps minéralisé : gisement filonien
- Encaissant : complexe marno-calcaire (bonne tenue des épontes)
- Pendage : 60° à 80°
- Puissance : 1 à 4m

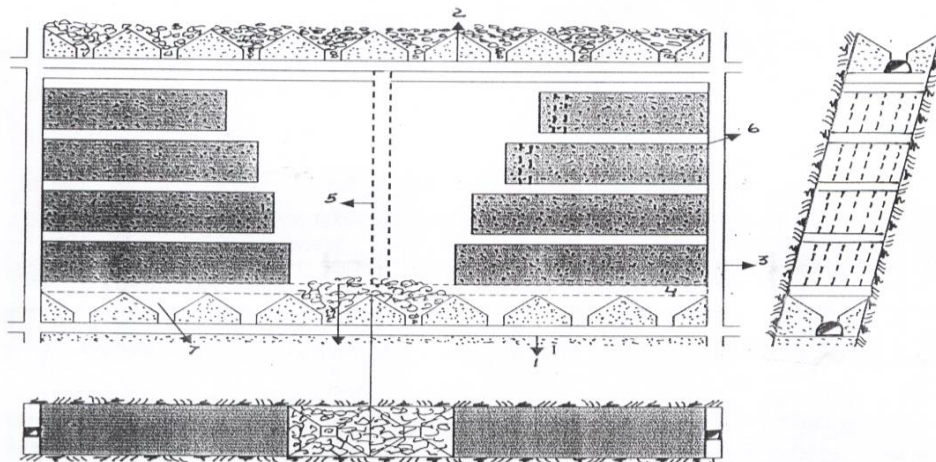


Figure III.01: Schéma de la méthode sous niveau abattu

1 : Cheminée coupante 2 : Galerie de roulage 3 : Cheminée latérale
4 : Entonnoir 5 : Galerie d'aérage 6 : Minerai en place

Cette méthode nécessite un grand volume de travaux préparatoires, et vu la non rentabilité du produit explosif TEMEX dans les travaux préparatoires (un seul surface de dégagement), le recours à la méthode d'exploitation par gradins droits fut imposé du fait que cette méthode ne nécessite pas un volume de travaux préparatoires important

L'abatage du minerai se réalise par des trous profonds verticaux ou en éventail. Le minerai abattu chute dans des entonnoirs auxquels par la galerie de roulage, il sera évacué dans des berlines vers le jour.

.Les avantages

- Sécurité durant les travaux.
- L'aérage dans les chantiers d'abattage se réalise sans difficulté.
- Faible consommation du bois.
- Bon rendement.

.Les inconvénients

- Coût des travaux dans le bloc important.

III.3.3.Méthode d'exploitation par gradins droits: [17]

Cette méthode a pour objectif l'extraction du minerai par un système de gradins droits comme l'indique la figure1, elle s'applique pour des gisements de puissance moyenne variant de 0.6 à 3 m et dressant avec une bonne tenue des épontes.

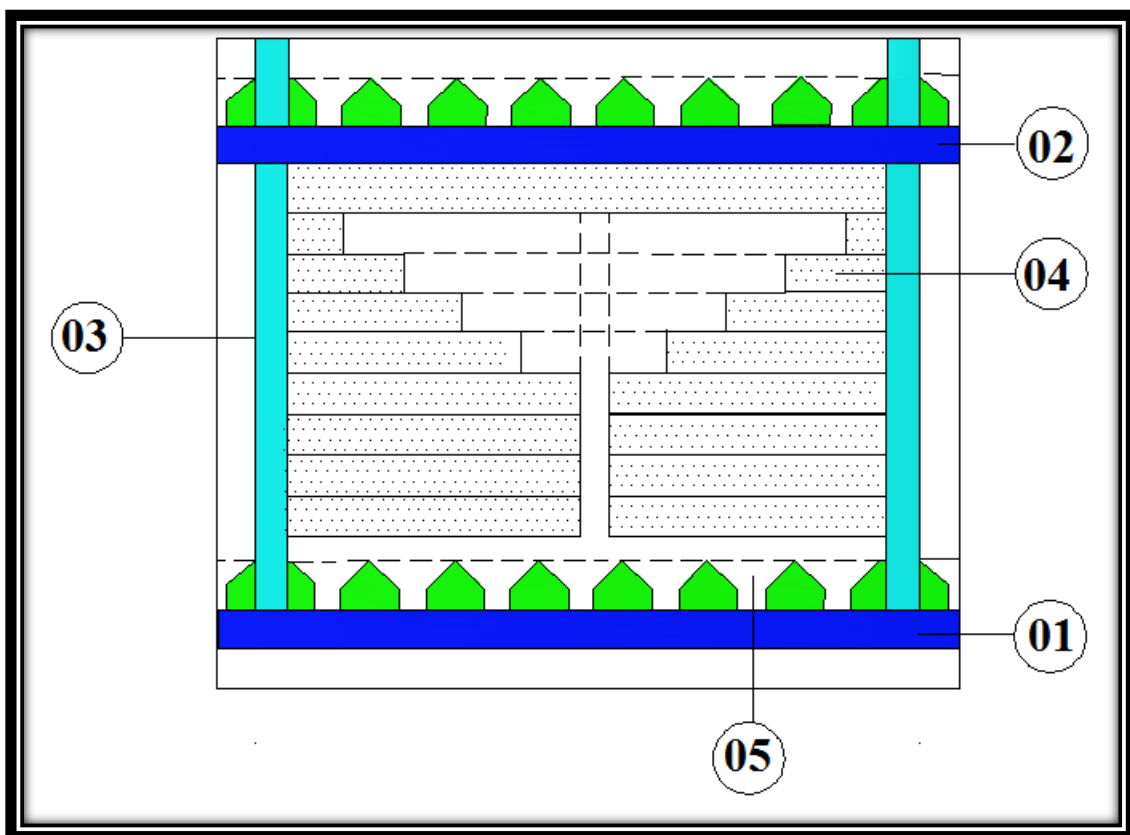
Nomenclature des ouvrages : [17]

1. Galerie de base
2. Galerie de tête
3. Cheminées latérales
4. Gradins droits

5. Entonnoirs de déversement

III.3.3.1. Paramètres principaux de la méthode : [17]

- Longueur du bloc : 40 m
- Hauteur du bloc : 40 m
- Distance entre les entonnoirs : 6 m
- Largeur de l'enlevure : 1.5 m
- Hauteur de l'enlevure : 3 m



III.02 Schéma de la Méthode d'exploitation par gradins droits
III.3.3.2. Principe de la Méthode : [17]

L'avancement des travaux s'effectue à partir du pilier de couronne c-à-d, au niveau de la galerie de tête. L'obtention des gradins droits vient par l'élargissement de la cheminée centrale (3) (schéma a), La largeur de ces gradins est de 1.5m et la hauteur est de 3m. le déblocage du minerai se fait gradin par gradin, sous l'action de son propre poids, et partiellement par déblayage manuel vers la galerie de roulage, ou il sera transporté par des wagonnets vers l'extérieur (la trémie de réception).

- Avantage :
- Aisance des travaux de forage.
- Bon rendement.
- Dépenses minimales.

III.3.3.3. TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES : [17]

Les travaux d'infrastructures au niveau de la mine de Ain-Mimoun consistent à :
L'entretien des pistes d'accès vers les différents niveaux d'exploitation du fait que ces dernières sont intensément dégradables sous l'action des facteurs climatiques, il s'agit donc du revêtement et de construction des rigoles de part et d'autre sur une longueur d'environ 16 kms.

III.3.3.4. TRAVAUX PREPARATOIRES : [17]

Les travaux préparatoires sont des ouvrages destinés à diviser un gisement en blocs ou chambres d'exploitation de dimensions définies, et que chaque bloc doit être limité par des cheminées destinées pour le déplacement du personnel et des équipements, et qui servent aussi à l'aération des chantiers. Ces ouvrages comportent :

- la galerie de roulage (ou de base) ;
- la galerie de tête (dans notre cas, il s'agit de la galerie de base du niveau supérieur) ;
- les cheminées ;
- les recoupes ;
- les entonnoirs.

III.4. Paramètre d'abattage

III.4.1. Paramètre de creusement [17]

1/. Galerie de roulage de section trapézoïdale:

- Longueur, elle est égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter
- Grande base : 3.2 m
- Petite base : 2.2 m

- Hauteur : 2.7 m²
- Section : 7.2 m²



Figure.III.03 : Galerie de roulage

2/. Cheminée de section carrée :

- Longueur, elle est égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter.
- Coté : 2.0 m
- Section : 4.0m²



Figure.III.04 :Cheminée boisée

3/.Recoupe de Section carrée

- Longueur, elle est égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter
- Coté : 2.0 ml
- Section : 4.0 m

4/.Entonnoirs :

Creusés au niveau du toit de la galerie de roulage à forme conique, servant pour le stockage et le soutirage du tout-venant abattu.



Figure .III.05: Entonnoir de soutirage

III.4.2. LA FORATION : [28]

C'est l'action de creuser des cavités dans un front appelées trous de mine selon un plan de tir approprié à l'aide des marteaux perforateurs type T21, et T28 avec des fleurets monobloc de 1.2m de longueur et 40 mm de diamètre. L'énergie pneumatique est assurée par : Trois compresseurs diesel type ATLAS COPCO :

- 02 compresseurs de marque Atlas Copco type XRHS506 d'une capacité de 35 m³/mn et une Pression minimum effectif de réservoir 12.5 bar, Pression maximum 22 bar en bon état
- 01 compresseur de marque Atlas Copco type XRHS 506 d'une capacité de 35 m³/mn et une Pression minimum effectif de réservoir 7 bars, Pression maximum 16 bars dans un état moyen



Figure.III.06 Front de Taille foré

III.4.3.CHARGEMENT ET TIR : [28]

une fois les travaux de foration sont terminés et les trous sont bien nettoyés (soufflage) on procède au chargement de ces derniers par l'introduction de la matière explosive de type TEMEX de 30mm sous forme de cartouches de 250g à l'aide d'un bourroir en bois en commençant d'abord par la cartouche amorce puis le reste de la charge .l' amorçage des charges explosive est effectué par des détonateurs électrique type D E R. par la suite intervient le bourrage des trous à l'aide de l'argile ainsi le chargement étant terminé on effectue la connexion des détonateurs (connexion en série), les relier à la ligne de tir qui est relié à son tour à la source d'explosion (exploseur).

III.4.3.1.TECHNOLOGIE DES TRAVAUX DE TIR : [17]

Le nombre de trou de mine depont de fonction suivant :

- Propriété physico mécanique du roche
- Section de l'excavation
- Diamètre de trou de mine
- Coefficient de remplissage des trou de mine

III.4.4. Les calculs des travaux d'abattage :

La consommation d'explosif par cycle est déterminée par les formules suivantes :

a/Charge spécifique d'explosif :

$$q = q_1 \times f_1 \times v \times e \dots \dots \dots \text{Kg/m}^3.$$

Où :

- q_1 : Charge spécifique d'explosif pour les conditions standardisées en Kg/m³, on la détermine d'après la dureté de la roche.

Pour $f = 8$ à 9 on a : $q_1 = 0.8$ à 0.9

Où f : coefficient de dureté d'après PROTODIAKONOV.

Pour $f_1 = 0.8$ on prend $q_1 = 0.8 \text{ Kg / m}^3$

- f_1 : Coefficient qui tient compte de la structure de la roche.

Pour les roches dures et fissurées, $f_1 = 0.8$ à 0.9 On prend $f_1 = 0.8$.

- v : coefficient qui tient compte du nombre de surface libre, on a :

$$v = \frac{6.56}{\sqrt{St}}$$

Où St : section de la galerie = 7.2 m^2

$$v = \frac{6.56}{\sqrt{7.23}} = 2.41$$

D'où ;

- e : puissance ou capacité relative de l'explosif, Pour le TEMEX égal à $1,02$

D'où : $q = 0.8 * 0.8 * 2.41 * 1.02 = 1.57 \text{ Kg/m}^3$

$$q = 1.57 \text{ kg/m}^3$$

b/ Calcul de la charge totale d'explosif:

Calcul de la consommation totale d'explosif

Elle est calculée d'après la formule suivante :

$$Q_{\text{exp}} = q \times v$$

Où :

q : la charge spécifique d'explosif kg/m³.

v : est le volume à abattre $v = s * Lav = s * Ltr * \eta$

s : la section de l'excavation ;m²

L_{av} = l'avancement de la volée : $L_{av} = L_t * \eta$

L_{tr} = longueur de trou de mine d'abattage et contour

. η : coefficient d'utilisation des trous ; $\eta=0.9$ pour $f=(5\div 7)$

On calcule donc :

la consommation totale d'explosif pour (galerie)

$$Q_t = q.v \dots\dots\dots ; \text{kg}$$

On a

La section est égale a $S=7.2 \text{ m}^2$

$$V_g = 0.9 * 1.4 * 7.2 = 9.072 \text{ m}^3$$

$$Q_t = 1.57 * 9.072 \approx 14 \text{ kg}$$

la consommation totale d'explosif pour (niche)

$$Q_t = q.v$$

On a

La section est égale a $S=4 \text{ m}^2$

$$V_n = 0.9 * 1.4 * 4 = 5.04 \text{ m}^3$$

$$Q_t = 1.57 * 5.04 = 7.9 \approx 8 \text{ kg}$$

la consommation totale d'explosif pour (cheminée)

$$Q_t = q.v$$

On a

La section est égale a $S=4.5 \text{ m}^2$

$$V_{ch} = 0.9 * 1.4 * 4. = 5.67 \text{ m}^3$$

$$Q_t = 1.57 * 5.67 \approx 9 \text{ kg}$$

Calculs de ligne de moindre résistance

La ligne de moindre résistance est calculée par la formule suivante :

$$W = \sqrt{(0.785 \times d^2 \times \Delta \times kch) / (m \times q_{exp} \times \gamma)}$$

D'où

d : Diamètre de trou $d=40 \text{ mm}$

$$kch = 0.6 \div 0.85$$

$$m=1$$

$$Q_{exp} = 1.56 \text{ kg}$$

$$\gamma = 1.22 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Alors

$$W = \sqrt{(0.785 \times (0.04)^2 \times 1.22 \times 10^6 \times 0.85) / (1 \times 1.56 \times 4.5)}$$

$$W = 0.43074$$

$$W \approx 43 \text{ cm}$$

III-5-2-Calcul de la quantité (volume)de roche abattue

La quantité (volume)de roche abattue est calculée par la formule suivant

Pour (galerie)

$$V_{ab} = S_g \cdot L_{tr}$$

$$V_{ab} = 7.2 \times 1.4$$

$$V_{ab} \approx 10.5 \text{ m}$$

Pour (cheminée)

$$V_{ch} = S_{ch} \cdot L_{tr}$$

$$V_{ch} = 4.5 \times 1.4$$

$$V_{ch} \approx 6.3 \text{ m}$$

Pour (niche)

$$V_n = S_n \cdot L_{tr}$$

$$V_n = 4 \times 1.4$$

$$V_n \approx 5.6 \text{ m}$$

III.5.Méthodes d'exploitation retenue en 2018 : [17]

4.1. La méthodes d'exploitation par gradins droits:

a/Technologie des travaux de tir (abattage):

Le principe de l'abattage par trous de mines, consiste à déterminer les paramètres suivants :

- Distance entre les trous. a
- *Distance entre les rangées. w*

III.5.1. Détermination de la distance entre les trous de mine :

$$a = \sqrt{0.785 \cdot \mu \cdot d^2 \cdot \Delta \cdot K_{ch} / Q \cdot Y} ; (\text{m})$$

Ou :

–

K_{ch} : coefficient de chargement du trou $K_{ch} = 0.65-0.85$

Δ : la densité d'explosif dans un trou

μ : coefficient de rapprochement des trou $\mu=0.6-1.5$

Y : la masse volumique de minerai en Kg/m^3

A.N :

$$a = \sqrt{0.785 \cdot \mu \cdot d^2 \cdot \Delta \cdot K_{ch} / Q \cdot Y} ; (m)$$

$$a = \sqrt{0.785 * 1.5 * 9 * 1.22 * 0.85 / (1.6 * 4.5)}$$

$$a = 43 \text{ cm}$$

III.5.1.2.Détermination de la distance entre les rangée des mines

$$W = \sqrt{0.785 \cdot d^2 \cdot \Delta \cdot K_{ch} / \mu \cdot Q \cdot Y} ; m$$

Ou :

d : diamètre du trou

K_{ch} : coefficient de chargement du trou

$$K_{ch} = 0.65-0.85$$

Δ : la densité d'explosif dans un trou

μ : coefficient de rapprochement des trou

$$\mu = 0.6-1.5$$

Y : la masse volumique de minerai en Kg/m^3

$$W = \sqrt{0.785 * (0.04)^2 * 1.22 * (10)^3 * 0.85 / (1.57 * 4.5)}$$

$$W = 43 \text{ cm}$$

III.6.Organisation de travail :

L'organisation du travail dans la mine dépend en grande partie de l'alimentation en

substances explosives, l'autorisation d'utilisation dès réception, le nombre de fronts, et la capacité d'extraction, obligent l'unité à travailler en un seul (01) poste de 07 heures.

Tableau III.02 : cyclo gramme de travail

Durée	7.00 à 7.30	7.30 à 8 :00	8 :00 à 8.30	8 :30 à 10 ; 30	10 :30 à 13 :00	13 :00 à 13 :30	13 :30 à 14 :00
Opération	déplacement	Préparation	purgeage	Déblayage	foration	chargement	Tir

III.7.Soutènement

Le creusement d'une galerie nécessite généralement la mise en place d'un soutènement d'importance variable selon la nature du terrain, la dimension de l'excavation et la méthode utilisée.

Le soutènement est réalisé pour plusieurs objectifs parmi ceux-ci [5] :

- ✓ De garantir la sécurité du personnel travaillant dans la galerie ;
- ✓ d'assurer la stabilité des parois de celle-ci dès la phase d'abattage du terrain et, si nécessaire, d'en limiter les déformations ;
- ✓ Protéger le terrain dans le cas où celui-ci est susceptible de subir une évolution défavorable (altération, déconsolidation, etc).

III.7.1.Paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement

Les paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement sont les suivants [21]

- ✓ La forme et le volume de terrain excavé ;
- ✓ La nature de la roche encaissante ;
- ✓ L'avancement unitaire, c'est-à-dire la longueur excavée avant mise en place du soutènement ;

III.7.2.Choix du mode de soutènement

Le choix de mode de soutènement comprend schématiquement deux phases successives qui sont [14] :

- ✓ La phase d'analyse technique du problème qui aboutit à l'élimination d'un certain nombre de types de soutènement en raison de leur incompatibilité avec certain des données techniques du projet qui peuvent être d'ordre

géotechnique, géométrique ou liées à l'environnement.

- ✓ Une phase complémentaire d'analyse économique qui fait intervenir d'une part le dimensionnement du soutènement qui est l'un des éléments de calcul du cout et d'autre part les éléments de prix de revient propre à l'organisation du chantier considéré.

III.7.3. Différents modes de soutènement dans les mines souterraines

Selon la section de la galerie des filons et la nature des roches ils existent plusieurs méthodes de soutènement basé sur des matériaux qui mirent la déférence entre l'une de l'autre à l'objectif d'assurer la stabilité des galeries pendant le creusement du minerai.

a) Soutènement en béton projeté [18]

Ce mode de soutènement est utilisé souvent pour les demi-sections supérieures des galeries et tunnels isolés Conceptuellement, il s'agit d'un revêtement provisoire en coque nervurée qui ne fait pas participer le massif encaissant.

b) Cintres [18]

Les cintres peuvent être définis comme des ossatures le plus souvent métalliques en forme d'arcs ou de portiques disposés dans la section transversale de l'ouvrage et dont les membrures sont placés les longs des parois ou elles sont calées, soit directement soit par l'intermédiaires d'une peau de blindage, plusieurs types des cintres utilisé pour le soutènement :

- ✓ Les cintres en bois ;
- ✓ Les cintres métalliques lourds ;
- ✓ Les cintres métalliques légers et coulissants.

c) Boulonnage [14]

Il s'agit d'ancrage ponctuel ou d'ancrage réparti, le diamètre des trous forés pour la mise en place des boulons à l'aide d'un marteau boulonneur à partir du tas de déblais dépend du type de boulon utilisé et leur profondeur doit être suffisante pour que la partie filetée du boulon puisse être positionnée correctement de façon à pouvoir obtenir un serrage efficace de la plaque d'appui contre le terrain. L'utilisation de la plaque d'appui à rotule est souhaitable. De plus, avant de procéder à la pose du boulon,

le trou doit être soigneusement nettoyé.

Dans le cas d'encrage ponctuel, les coquilles d'expansion sollicitent le terrain d'une façon très intense et pour le cas d'ancrage réparti, la quantité de cartouches à mettre en place doit être vérifiée par les essais.

d) Boisage [16]

En tant que matériau de soutènement on utilise aussi bien le bois des espèces résineuses que des espèces feuillues. Parmi les espèces résineuse, la plus utilisée est le pin et parmi les feuillues c'est le chêne. Le bois utilisé pour le soutènement minier doit posséder de haute propriété mécanique (résistance), être imputrescible et résister aux influences physico- chimiques des roches et de l'atmosphère.

III.7.4 Mode de soutènement appliqué

Plusieurs types de soutènement des excavations minières sont appliqués dans le filon N ° 10 [14]:

Un soutènement jointif par cadre en bois dans les endroits instables (zone faillée) ;

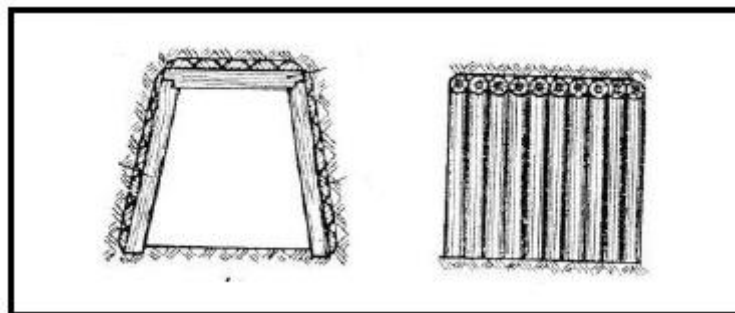


Figure III.07 : soutènement jointif

Un soutènement espacé par cadre en bois dans les zones moyennement stable ;

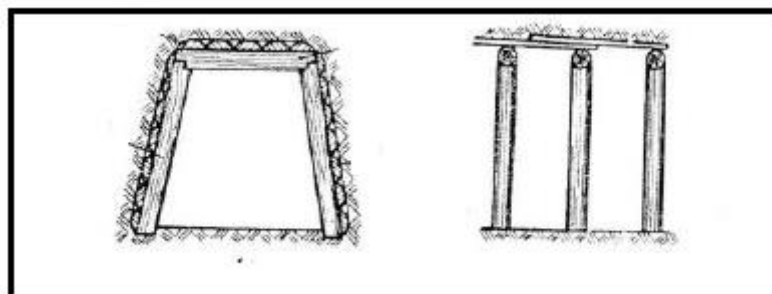


Figure III.08 : soutènement espacé

Le matériel utilisé pour les travaux de soutènement est le bois de mine de type Eucalyptus.



Figure III.09 : Cadre en bois de soutènement appliqué dans la mine d'Ain Mimoun.

III.8.Chargement et transport : [19]

III.8.1 Chargement :

Les excavateurs et les chargeuses sont des engins destinés à l'excavation et au chargement des roches dans les chantiers et à leur déplacement vers le lieu de déchargement. L'efficacité des travaux de chargement des roches dépend des résultats des travaux d'abattage (tir et forage).

Les engins d'excavation et de chargement employés dans l'exploitation souterraine sont principalement chargeuse à pelle sur rail, scrapers, chargeuses lourds.

La détermination ou le choix du type d'engin d'excavation et de chargement est basés sur les facteurs principaux suivants :

- La matière des roches
- La méthode d'exploitation
- Les mesures de sécurité
- la production envisagée L'adoption des engins de grandes capacités est conditionnée par les dimensions et les réserves du gisement.

Dans la mine d'Ain- Mimoun les travaux de chargement se subdivisent suivant deux étapes

Chargement fond : Se fait à l'aide de la pelle retro marque EMICO de capacité 0,5 m³.

Chargement au jour : Se fait par chargeuse de capacité 2,5m³



Figure. III.10 : Pelle sur rail de chargement



Figure. III.11:Pelle chargeuse

III.8.2 Le transport :

L'un des processus principaux dans les mines souterraines est le transport des minéraux utiles et des roches stériles, dont le pourcentage dans le prix de revient total exploitation atteint 30-70%.

Le transport dans les mines souterraine dépend généralement de la distance séparent la mine et l'usine de traitement, les équipements miniers, la méthode d'exploitation etc..... Le but principal du transport est le déplacement de la masse minière des chantiers aux points de déchargement qui sont les usines de traitement le lieu de vente. Dans la mine d'Ain-Minoune les travaux de Transport se subdivisent suivant deux étapes :

Transport fond : L'opération de transport fond se fait à l'aide des locotracteurs type ZITRO et des wagons de 3t vers le jour puis vers la Trémie de réception. Transport

Transport au jour : Se fait par les camions IVECO de capacité 10 t et autre camion de marque Nissan de 14t vers l'usine de traitement.



III. Figure.12 Loco tracteur (diésel)



III. Figure.13 : Camion du Transport



III. Figure 14 : Déchargement du minerai dans l'aire de stockage [20]

Les déblais sont chargés soit à l'aide des pelles sur rails, qui versent leurs contenus dans les wagonnets enchaînés et entraînés par un locotracteur.

L'évacuation du minerai et des déblais de fond vers l'aire de stockage ou vers les terrils se fait par les wagonnets de capacité de 2 tonnes pour chacune enchaînés avec un locotracteur qui ramène ces wagonnets à l'extérieur.

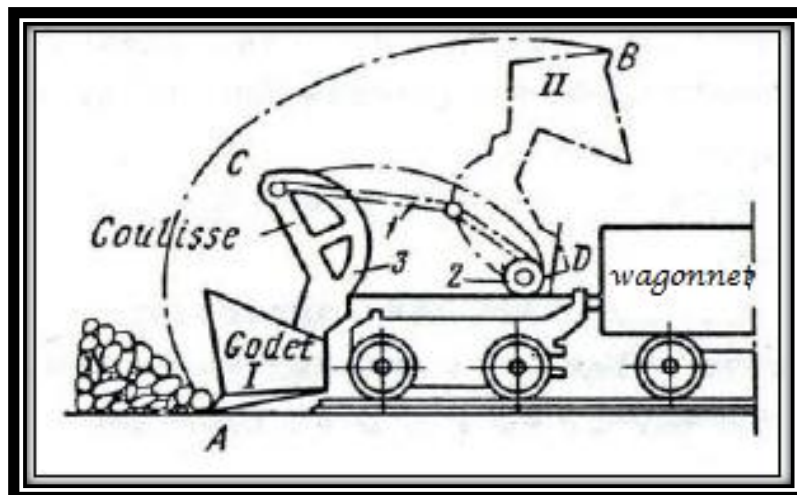


Figure II.15 : schéma du fonctionnement de la chargeuse [19]

Et pour le transport du minerai de la zone de stockage vers les laveries et les stations de traitement, ils utilisent des camions de capacité de 18 tonnes pour chacun, et une pelle chargeuse de godet de volume de 1.5 m³ :

III.8.3. Caractéristiques des engins de roulant :

Berlines (wagonnet)

Type Villaret (marque française) ;

Poids propres 0.27 ; t

Ecartement 500 ; mm.

Hauteur 960 ; mm.

Longueur : 1220 ; mm.

Largeur : 790 ; mm.

Locomotive (locotstructure)

Type locotstructure ZITRO.

Poids d'adhérence : 5 ; t.

Ecartement 500 ; mm.

Vitesse a charge : 308 kg/h .

Puissance de moteur : 7.3 km .

Force de traction : 750 da

III.8.4. Les calcule d'extraction :

III.8.4.1. Les Paramètres de chargement :

Rendement par poste de la pelle rétrochargeuse « zitron » :

$$R_P = (3600 * E_g * K_r * K_u * T_p * K_f) / T_c$$

Où

E_g - capacité du godet = 0.2m³.

K_r - coefficient de remplissage du godet= 0.7.

K_u - coefficient d'utilisation de la pelle = 0.8.

T_p . durée d'un poste de travail = 6 h.

T_c - durée d'un cycle de la pelle = 30 sec.

K_f - coefficient de foisonnement =1.2

Donc le rendement par poste.

$$R_P = 3600 * 0.17 * 0.7 * 0.8 * (6 / 300) * 1.2 = 9.65 \text{ m}^3.$$

$$R_P = 9.65 \text{ m}^3.$$

➤ Rendement journalier en tonne :

$$R_j = R_p * N_p * m_v$$

R_p = rendement de la pelle par poste 9.65 m³/p

N_p = nombre de poste par jour = 1 p

m_v = masse volumique de la roche = 2.8 t/m³

d'ou : $R_j = 9.65 * 1 * 2.8 = 27 \text{ tonne/poste}$

$$R_j = 27 \text{ t/p}$$

III.8.4.1: Les Paramètres de transport

Le transport du tout-venant de la mine jusqu'à l'usine de traitement, est assuré par deux camions.

➤ Le Rendement du camion existant :

$$R_{pc} = 3600 * E_c * T_p * K_r * K_u / T_c$$

E_c : capacité du camion = 20 t

$T_p = 7$ h

$K_r = 0.7$

$K_u = 0.8$

$T_c = 3600$ sec

$$R_{pc} = 3600 * 20 * 7 * 0,7 * 0,8 / 3600 \approx 80 T/p$$

➤ Le Rendement journalier en tonne :

$$R_j = R_p * N_p$$

R_p = rendement du camion par poste 80 T/p

N_p = nombre de poste par jour = 1 p discontinu.

$$R_j = 80 * 1 = 80 \text{ tonnes/jour}$$

Nombre de camions nécessaire est :

$$N_c = P_j / R_j = 180 / 80 = 2.25 \text{ donc } 2 \text{ camions.}$$

Donc, le nombre de camions nécessaire est de : 2 camions.

Comparaison les résultats :

tableau III.03 tableau de comparaison

	La valeur calculée	La valeur existante
Nombre du trou (galerie)	25	22
Nombre de cartouche	56	40
Longueur de bourrage / m	0.14	0.15
Longueur de trou / m	1.4	1.2 a 1.6
Ligne de moindre résistance /m	0.43	0.4
Consommation d'explosif (galerie) / kg	14	11
Consommation d'explosif (cheminé) / kg	8	7
Consommation d'explosif (niche) / kg	9	7
Volume de roche abattre (galerie) / m ³	10.5	10,8
Volume de roche abattre (cheminé) / m ³	6.3	4,5
Volume de roche abattre (niche) / m ³	5.6	6

Interprétation du résultats :

Après notre comparaison entre les valeurs calculées et les valeurs qui existent dans la mine les résultats sont généralement acceptables.

Conclusion

Dans ce chapitre, on conclut le mode d'abattage par l'explosif, il y a une partie affleurant est déjà exploitée par pelle excavatrice

Au niveau de filon N°4, 10 et 11 appliquée d'aéragage naturelle et boisage pour le mode de soutènement sont réalisées afin d'assurer les conditions du travail acceptables pendant exploitation du filon N° 4,10 et 11.

Les caractéristiques du gisement de ain memoun, imposent l'utilisation de différentes méthodes d'exploitation (sous niveaux abattu et gradin droit).

L'extraction du minerai, nécessite des travaux de perforation, chargement des trous de mine et d'abattage.

La préservation de la sécurité du personnel au sein de la mine est primordiale pour le bon fonctionnement des différentes opérations d'exploitation.

IV.1. Economie

IV.1.1. INTRODUCTION

Considérons une activité industrielle quelconque, par exemple une entreprise qui fabrique des cannettes métalliques pour des boissons. Cette entreprise achète une matière première, en l'occurrence de l'aluminium ou de l'acier, transforme mécaniquement cette matière première, et revend des cannettes. De la même manière, une fonderie achète des concentrés, réalise la fusion, et vend du métal pur ou assez pur pour être considéré comme tel.

Si nous comparons à une entreprise minière, nous constatons immédiatement une différence: la mine n'achète pas une matière première qu'elle transforme. La matière première est dans le gisement, et le gisement appartient à l'entreprise. Le gisement est la première particularité, et elle est lourde de conséquences.

Revenons à notre industrie qui fabrique des cannettes. S'il s'avère que les cannettes de forme hexagonale ont une valeur ajoutée supérieure à celles de forme cylindrique, rien n'empêche de fabriquer des cannettes hexagonales, et de les vendre à un autre prix à d'autres clients. Une entreprise minière, au contraire, ne peut, le plus souvent, fabriquer qu'un seul produit (son concentré), et le vendre à un seul prix, celui fixé par le marché mondial des matières premières.

Finalement, nous verrons que l'industrie minière est une industrie à haute intensité capitalistique, et qu'elle intéresse souvent plus particulièrement l'Etat.

IV.1.2. Spécificités techniques [21]

Au cours de l'étude de n'importe quel projet industriel. on accorde un intérêt particulier au choix du site d'implantation. Le projet minier. Quant à lui. ne possède pas cet atout majeur. C'est le gisement qui dicte le choix du site. situé souvent dans des régions éloignées où les infrastructures de base font défaut.

C'est ainsi que dans certains cas. Le projet minier doit tout prévoir à partir d'un site vierge : routes d'accès, logement, eau, énergie, ateliers etc. Ce qui le rend très capitalistique et d'investissement requis très lourd.

IV.1.3. Risques liés aux investissements

La longue durée nécessaire pour assurer une rentabilité acceptable à un projet minier rend son étude encore plus difficile. ce qui impose aux mineurs d'accorder une importance particulière à toutes les étapes de pré-investissement. En effet. L'incertitude est grande quand il s'agit. sur des périodes de 15 à 20 ans. d'évaluer à la fois l'évolution du cours des substances à valoriser. la possibilité de substitution. à plus ou moins long terme. de ces substances par d'autres matériaux. en plus de certains aspects politiques (changement de politiques fiscales ou sociales par exemple).

Il s'agit donc de projets caractérisés par l'importance des investissements requis. mais également par des risques élevés. Les décisions impliquent souvent des conséquences économiques lourdes. Le choix de la conception de la valeur est guidé par l'expérience et le jugement suivi de l'estimation des données disponibles. les valeurs estimées sont choisies pour avoir plus de sûreté et plus de confiance (introduction de facteur de sécurité). Actuellement.

L'évaluation du taux de risque se base sur des modèles mathématiques complexes en utilisant des fonctions de densité bien précises pour l'estimation des composants ou des indicateurs de la rentabilité.

Les projets miniers sont considérablement influencés par les prix de métal fixés par le marché mondial. Les approches utilisées pour définir les options de prix sont très difficilement appliquées dans ce cas.

IV.1.4. Approches d'estimations [21]

A cause de la lourdeur des investissements requis dans l'industrie minière et de son caractère risqué. il est d'une extrême importance de procéder à des estimations aussi précises que possible de l'avancement des études. On procédera au départ par analogie avec les exploitations existantes de même nature dans les mêmes conditions.

Au stade de la pré-faisabilité. On pourra procéder par modélisation des principaux postes en fonction des paramètres les plus pertinents. et au stade de la faisabilité. On procédera à une

analyse économique de l'influence des séquences d'exploitation prévues à l'avance sur la faisabilité d'un projet minier.

IV.1.5. Performances économiques [21]

La prise d'une décision de développer un projet minier dépend d'une multitude de facteurs technico-économiques. Les plus importants sont :

- Réserves minières et leur teneur.
- Méthode d'exploitation et productivité.
- Coût du capital et de production.
- Prix de minerai (actuel et ultérieur).
- Politique et objectifs de la compagnie à moyen et à long terme.

IV.1.6. Facteurs économiques influençant la méthode d'exploitation

- coûts directs de l'exploitation.
- coût de récupération du capital d'investissement initial.
- aptitude du cash-flow généralisé pour assurer les opérations à long terme et les caractéristiques du marché dans lequel le produit se vend.

Le coût de production d'une tonne de minerai est parmi les principaux facteurs à analyser. Souvent, il dépend beaucoup de la méthode d'abattage utilisée. En général, il est plus élevé pour les méthodes dites à faible rendement comme chambres-magasins et chambres remblayées et plus faible pour les méthodes dites à haut rendement comme chambres vides et sous-niveaux longs trous

IV.1.7. Facteurs économiques influençant l'infrastructure générale

Pour commencer la production, il faut effectuer une infrastructure générale adéquate permettant l'accès au gisement.

Le fonçage de puits est l'étape la plus difficile. Les galeries, les travers-banc, les monteries sont plus faciles à creuser et coûtent moins cher que les puits verticaux ou les rampes.

La construction d'une rampe d'accès est souvent plus onéreuse, même si elle présente des avantages techniques tels que sa flexibilité pour le transport d'équipement et de personnel d'un niveau à l'autre. Cet ouvrage exige une bonne qualité de terrain.

IV.1.8. La production de la barytine

1. Au niveau national [22]

Le potentiel de production est représenté par les mines de Bou caïd et Aïn Mimoun actuellement en exploitation et qui fournissent 50 000 tonnes de barytine utilisée principalement dans le secteur des forages pétroliers.

2. Au niveau mondial

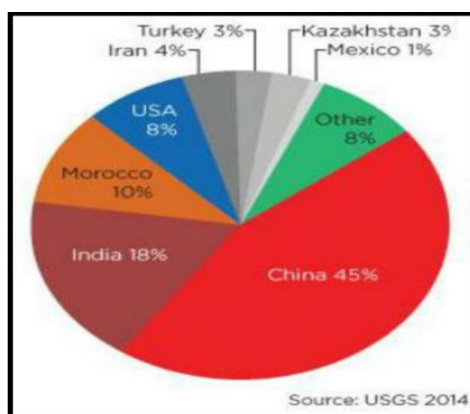


Figure IV.01 : La production mondiale de la barytine en 2014 (USGS) [22]

IV.1.9. La consommation de la barytine

Au niveau national

La consommation de la barytine en Algérie en 2015 a atteint 250000 tonnes. Une part de 100000 tonnes est assurée par les producteurs locaux et le reste par l'importation.

Au niveau mondial

Tableau IV.01: La consommation mondiale de la barytine [22]

Pays	La consommation (×10 ³ tonnes)
Chine	1450
États-Unis	2690
Pays de golfe	700
Amérique du sud	370
Inde	330
Russie	330
Afrique	290
Malaisie	210
Union européenne	670
Monde	8400

IV.1.10. Les prix de barytine [23]

Les prix pratiques sont très variables et dépendent de la qualité du matériau et des procédés de traitement plus au moins sophistiqués qui sont utilisés pour répondre aux besoins des consommateurs.

La barytine brute pour le forage vaut environ 40 dollars du tonne (FOB Maroc). La barytine Broyée qualité forage coute 75 dollars du tonne (CIF USA) .En Europe, le cout moyen de la barytine broyée pour la chimie varie de 75 à 95 dollars du tonne, la barytine broyée pour charges et verrerie coute entre 130 et 135 dollars du tonne.

IV.1.11. Les dépenses de la mine [17]

Tableau IV.02: Les Charges d'Exploitation en 10³ DA

Rubriques	Réalisations Jan-Aout2017	Prévision de clôture	Objectif 2018
Carburant, Lub. Comb.	3 951	6 200	6 000
Explosifs et Accessoires	5 292	9 000	11 000
PR, Pneus & Accessoires	7 154	9 809	8 500
réactifs droguerie	102	201	250
Quincaillerie P. outillage	774	980	1 100
Fer, fonte & acier	459	800	930
Bois mine, Mat. Const.	1 348	1700	2 200
Mat et Four. Électriques	748	1 000	1050
fournitures de bureaux	406	589	700
fournitures diverses	105	150	200
Emballage commercial	5 302	9 500	13 300
électricité & eau	3 654	4 200	4 500
Total	25 363	47 020	50 459

Tableau IV.03: Services

Rubriques	Réalisations Jan-Aout2017	Prévision de clôture	Objectif 2018
Autres services	301	450	400
Charges de réparation et de location	8885	10 500	12 300
Assurance	633	850	1 250
Transport s/ Vente	2 306	1100	30 000
Transport personnel	2 847	4 000	4 200
Déplacement	2 300	2 800	2 950
Téléphone	190	250	390
Formation	693	800	850
Honoraires	50	200	250
Total	18 205	20 950	52 90

Tableau IV.04: Frais de Personnel:

Rubriques	Réalisations Jan-Aout2017	Prévision de clôture	Objectif 2018
Effectifs	177	177	175
Frais de Personnel	114 031	170 000	1690

Tableau IV.05: Impôts et Taxes:

Rubriques	Réalisations Jan-Aout2017	Prévision de clôture	Objectif 2018
Red. Extraction	4 520	4 056	9 000
Taxe su.perficiare	156	260	300
Taxe. Environ.	329	419	220
Remise en état	3 300	4 800	4 600
TAP, Taxes Fonci, Format. et Apprentis.	6 700	8 200	8 500
Autres droits, impots et taxes	0	50	150
Don et liberates	0	0	0
Total	15 005	17 785	22 770

Parté calcule :

- **prix de revient**

$$Z=z/q; (DA/T.M3)..... (1)$$

z ; dépones productives annelle (DA)

q ; production annuelle (T.M3).

$$z = 47\,020 + 20\,950 + 170\,000 + 17\,785$$

$$z = 255\,755 * 10^3 \text{ da}$$

$$q = 40\,000$$

$$Z = \frac{255\,755}{40\,000} * 10^3$$

$$Z = 6,393 * 10^3 \text{ da}$$

- **Prix de vent :**

$$75 \text{ dollar} = 8712 \text{ da}$$

$$A = 8,712 * 10^3 \text{ da}$$

- **Le bénéfice :**

$$B_n = (A - Z) * q$$

$$B_n = 92760 * 10^3 \text{ da}$$

$$B_n = 92760000 \text{ da}$$

IV.2. SÉCURITÉ

le travail était source d'accidents et de maladies, source de danger logiquement, nous vont chercher à le rendre moins préjudiciable pour la santé.

IV.2.1. Les risques identifiés à l'unité Ain Mimoun Mine filon n°4 et filon10 : 17

- La manipulation de la matière d'explosive et des artifices de mise à feu.
- Le travail en sous terrain (risque de chute de blocs).
- Le travail dans le fond (utilisation des lampes mineures).
- Accès difficile aux différents fronts d'abatage et d'extraction.
- Utilisation des marteaux perforateurs.
- Le sous tirage de minerai et leur chargement à l'aide des pelles sur rail.
- La circulation des camions et engins et les mouvements du personnel .
- Le stockage d'explosif et de carburant.
- Inondation ou glissement des gisements.
- Les glissades et chute des personnes.
- manque Aérations et issue de secours

IV.2.2. Risque de chute des blocs et d'éboulement et Chute des ouvriers :17

- Dans le cas ou les épontes sont stables, s'assurer que le chantier a subit des opérations de purgeage.
- Dans le cas ou les épontes sont moins stables, élaborer une protection par boisage (soutènement exécuté conformément aux règles).
- La hauteur du chantier ou galeries doit être réglée de manière à permettre la surveillance des toits et des fronts de taille. Interdire tous les travaux sous- vides ou en sous- cavage.

- Aménagement de piste de passage entre les niveaux.

Exemple : cas de l'effondrement du toit de la galerie au jour du filon N° 10.

Après le creusement de 15 m de galerie, ce niveau a subi un effondrement du toit de la galerie suite à l'instabilité de l'encaissant à nature détritique, cet effondrement a été accentué pendant la période hivernale. À cet effet il a été décidé d'arrêter les travaux à ce niveau et de l'attaquer à partir du filon N° 11 sur le même niveau soit le niveau 1855 m qui lui est parallèle est distant de 100 m. Actuellement, les travaux d'infrastructure (plateforme et talus de l'embouchure) sont réalisés.



Figure II.02 : L'effondrement du toit de la galerie du filon N° 10 niveau 1855 m.

IV.2.3. Les Mesures de sécurité [17]

Tableau II.06: Plan détaillé sur les Mesures de sécurité à prendre au niveau du filon 4 et 10 :

Risques	Impacts	Solution
Manque d'éclairage	Accidents des employeurs	Améliorer la qualité d'éclairages
Utilisation des moyens de transport moins confortable	Négatif pour la santé et les conditions de travail des employeurs	Acquisition d'un camion de transport de personnel
Manque de moyens de communication à l'intérieur de la mine	Sauvetage en cas d'accident	Augmenter la possibilité de communications
Risque chimique du au fumée de gaz après l'abattage	Négatif pour la santé et les conditions de travail des employeurs	-Acheter de nouveaux équipements de sécurités de qualité. -Assurer la propreté de lieu de travail. -Assurer la ventilation du puits de mine

Tableau **II.07**: Plan détaillé sur les Mesures de sécurité à prendre au niveau de l'Usine :

Risques	Impacts	Solution
Dégradation des équipements	Négatif pour la santé et les conditions de travail des employeurs & risque du bruit	Remplacer les équipements dégradés
Manque de canaux	Pénétration des eaux dans les autres ouvrages .	Créer des canaux pour dévier l'eau
Emanation de poussière	Négatif sur l'environnement & la santé des employeurs	Mise en place d'un system de dépoussiérage
Conditions de travail difficiles	Négatif pour la santé et les conditions de travail des employeurs	Améliorer les conditions du travail
Risque du bruit.	Négatif pour la santé et les conditions de travail des employeurs	Remplacer les équipements dégradés

IV.2.4. Drainage des eaux [20]

Les eaux présentes dans la mine proviennent essentiellement des infiltrations des pluies et circulant dans les différents ouvrages miniers .

Leur évacuation se fera par un système de drainage dans une rigole de 40 cm de largeur à pente douce permettant l'écoulement des eaux vers la sortie de la mine.

IV.2.4. Eclairage [20]

L'éclairage au niveau de la mine est assuré par deux procédés :

- Éclairage individuel : assuré par des lampes frontales à énergie électrique à batterie retro chargeables
- Eclairage des ouvrages miniers : assuré par du courant électrique à basse tension généré par un groupe électrogène installé à l'extérieur de la mine

IV.2.5. Aérage

Le déplacement de l'air dans les galeries indispensable pour l'aérage des mines peut être réalisé soit à partir d'aérage artificiel à l'aide des mécanismes, (ventilateurs installés spécialement), soit par l'aérage naturel sans l'utilisation des mécanismes.

IV.2.5.1. Types d'aérage

✓ Aérage artificiel [14]

Dans les exploitations modernes, de gros ventilateurs de surface insufflent l'air frais qui est ensuite diffusé sous terre par des ventilateurs auxiliaires et/ou des régulateurs d'air. Selon la profondeur de la mine, l'air peut être chauffé ou rafraîchi. La ventilation « à la demande », qui consiste à n'alimenter que des endroits ciblés, selon la quantité appropriée et seulement pendant la durée nécessaire, est à la pointe des techniques de gestion de la ventilation, même si de nombreux sites miniers en sont dépourvus.

✓ Aérage naturel [14]

En absence de toute ventilation mécanique forcée, la vitesse du courant d'air résulte de l'action combinée :

- ✓ Des différences de pression en tête d'ouvrage (pression atmosphérique ou pression dynamique due au vent), ces dernier sont naturellement variables et ne doivent être pris en compte dans le projet qu'à titre d'appoint éventuel intermittent ;
- ✓ Du pistonnement de l'air par les véhicules dont l'action n'est réellement significative que dans les galeries unidirectionnels.

Pour des galeries courts et à faible circulation, le courant d'air résultant de ces deux termes peut être suffisant pour assurer la ventilation qui ne requiert, dans ce cas, aucune installation spécifique. C'est le cas de certaines galeries de courte longueur en site montagneux.

IV.2.5.2. Objectif de l'aérage

- ✓ Garantir la salubrité de l'atmosphère ;
- ✓ Eviter toute accumulation des gaz ;
- ✓ Evaluer les besoins en air dans le différent endroit du réseau ;
- ✓ Faire les calculs de choix de ventilation ;
- ✓ Assurer des conditions de travail acceptable.

IV.2.5.3. Type d'aérage appliqué

L'aérage principal de la mine est de type naturel. Les cheminées sont creusés tous les 40 m, assurent un courant d'air circulant au niveau de tous les ouvrages miniers.

IV.2.5.4. Normes de sécurité pendant l'aérage naturelle [19]

Afin de réaliser une Bonne aération avec sécurité à l'intérieur du filon N° 4 et 10 il faut respecter les normes suivantes:

- ✓ La teneur en oxygène dans les chantiers en activité, ne doit pas être inférieure à 20% en volume ;
- ✓ La teneur en gaz carbonique (CO₂) dans tous les lieux de travail souterrain, ne soit pas supérieure à 0,5 % et dans le courant général de retour d'air ne dépasse pas 1% ;
- ✓ La teneur de CO est fixée à 0,0016 % ;
- ✓ La teneur en hydrogène sulfuré inférieure à 0,00066 % en volume ;
- ✓ La teneur en oxydes d'azote inférieure à 0,001 % en volume.

utilise des engins miniers, on doit tenir compte des facteurs suivants :

- ✓ Le nombre de Personne se trouvant en même temps dans la mine.
- ✓ Gaz des travaux de tir
- ✓ Nombre des engins diesel
- ✓ Extraction journalière

IV.2.5.5. La quantité d'air nécessaire (Qper) :

Suivant le plus grand nombre de personnes susceptibles de se trouver en même temps dans le fond de la mine : $Q_{per} = N \times N_{pe} \times K_r$

Où :

N : est la norme de la quantité d'air nécessaire pour un travailleur ($n=3 \text{ m}^3/\text{minute}$; $0.05 \text{ m}^3/\text{seconde}$)

Npe : le plus grand nombre de personnes qui se trouvent en même temps dans les ouvrages miniers souterrains.

Kr : coefficient de réserve pour un ventilateur aspirant $K_r= 1,2$

$$A.N : Q_{per} = 3 * 13 * 1.2 = 47 \text{ m}^3/\text{min}.$$

L'organisation de la prévention des risques professionnels en sauvegardant la santé et la sécurité des travailleurs et création d'un environnement de travail sûr et sain.

Conclusion générale

Le problème auquel nous sommes intéressés, s'inscrit dans le cadre de l'augmentation de la production de la mine, on exploitant d'autre filon et améliorer les méthode existé .

Notre travail s'est articulé autour de deux objectifs, le premier c'est le choix du mode d'exploitation et d'ouverture pour filon N° 4,10 et 11.

Le second centre d'intérêt c'est l'exploitation du filon N°4, 10 et 11 en tenant compte du côté technique.

Au terme de notre projet de fin d'études : « Etude exploitation souterrain du gisement de la Baryte cas de la mine de Ain Mimoun Wilaya de khenchela » nous nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

- ✓ Les différents travaux d'exploration effectués au niveau du gisement d'Ain Mimoun ont permis de donner une description générale sur la formation géologique de la zone étudiée, qui est composé généralement de la barytine où elle est utilisée dans divers domaine spécialement dans le domaine pétrolier.
- ✓ Avant d'entamer l'exploitation, la méthode des blocs géologique est la méthode d'évaluation des réserves applicable dans la mine de Ain Mimoun.
- ✓ La situation du filon N°(4, 10 et 11) qui est à flanc de coteau « relief montagneux », nous a permis de choisir le mode d'exploitation en souterrain, l'ouverture par galerie au jour, avec un soutènement par cadre en bois et un système d'aérage naturel.
- ✓ Le mode d'abattage convenable pour l'exploitation du filon est l'abattage à l'explosif du fait que la partie affleurant est déjà exploité par pelle excavatrice, un plan de tir sera implanté avant la réalisation des trous de mines et l'exécution du tir, dans lesquels nous avons défini les paramètres géométriques suivant la méthode suédoise.

Référence bibliographique

- [1] :Plans d'exploitation de la mine d'Ain-Mimoun ; document interne (2017).
- [2] : mémoire2016-2017 par KERROUM Kamel «Plan d'exploitation du gisement de baryte de djebel Ichemoul wilaya de Batna». univ.Bejaïa
- [3]: BELLADAH, F. « Revalorisation des rejets barytiques issus des jigs et impact /
- [4] : « La baryte » ; Livre ; Mémento roche et minéraux industriels (Aout 1993
- [5] : mémoire de magister en mine 2011-2012. Revalorisation des rejets barytique issues des jigs et impacts environnementales : cas de la mine de Ain Mimoun. BALADHA FARES
- [6] : « Mémento barytine »; Rapport final BRGM/RP63974.FR (Novembre 2014).
- [7] : Cour de mine souterrain PDF document sur internet 2013
- [8]: Plan d'exploitation 2016 de Ain Mimoun. W. Khenchela (géologie et développement,
- [9] mémoire2016-2017par KERROUM Kamel «Plan d'exploitation du gisement de baryte de djebel Ichemoul wilaya de Batna». univ.Bejaïa
- [10] : OFFICE NATIONAL DES SUBSTANCES EXPLOSIFS, « Techniques d'utilisations des explosifs».
- [11] : Jérôme, A. « Exploitation du congrès de la société de l'industrie minérale ». 2002
- [12] : KERKEBANE, H. « Etude des vibrations dues aux tirs de mines, apport de la modélisation», école nationale polytechnique. 2008
- [13] : OPPBT ouvrage. « Travaux à l'explosif CPT option 1 travaux souterrain». Université de French-comte. Octobre 2012
- [14] : BELOUAAR Hadjer/(L'ouverture et l'exploitation du filon N° 10 Cas de la mine de AinMimoun-Khenchela).2016-2017 .univbedjaia.
- [15] : ROGER, D. « Livre explosif et techniques de minage».
- [16]: A. GORODISKI, B. de TREZVINSKY, Y. VASSILEVSKY « B. BOKY exploitation des mines » Edition MIR MOSCOU 1968.
- [17] PLAN D'EXPLOITATION .2018 de la mine d'Ain mimoun
- [18] : « le soutènement en béton projeté » ; document clé 6e1128

[19] : Allalysidnaaly et al/mémoire ETUDE D'UN TIR D'UNE GALERIE DE ROULAGE DANS LES CONDITIONS DU TRAVAIL DE LA MINE D'AIN-MIMOUN.2014/2015.univ tebessa

[20] Etude de l'application d'une concentration minéralurgique du minerai barytique d'Ain Mimoun (Khenchela) BELMEKKI-MOHAMED-ELMADANI

[21] AZIZ GAMAR Évaluation économique des séquences d'exploitation Mémoire présenté à la faculté des études supérieures de l'Université Laval pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc) Département des mines et inéallurgie FACULTE DE SCIENCES ET GÉNIES UNIVERSITE LAVAL Québec Janvier 2000

[22] BATOUCHE Toufik et ABBASSI Ishak/Calcul qualitatif quantitatif d'un nouveau schéma de traitement du minerai barytique de Ain Mimoun KHENCHELA 2015/2016 univ.tebessa

[23] : Mémento roche et minéraux industriel rapport BRGM R37775 DMM-RMI-93 de – la barytine – (page 01).