



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et Géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mines

Option : Exploitation minière

Présenté par

BELLOUAAR Hadjer

CHADI Siham

Thème

***L'ouverture et l'exploitation du filon N° 10
(Cas de la mine de AinMimoun-Khenchela)***

Soutenu le 20/ 06 /2017 devant le jury composé de:

Présidente: M^{me} AZIZOU MAA

Promoteur: M^r SAADOUN.A MAB

Examineur : M^r AYADEN.B MAA

Année Universitaire: 2016-2017



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. Saadoun, pour avoir accepté de nous encadrer, pour son suivi et ses orientations tout au long de ce travail.*
- ❖ Le personnel technique de la mine de Ain Mimoun en particulier Mr BAKEROUN Majed, Mr HELLAL 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 AZIZOU pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Mr AYADEN pour lire, examiner et évaluer notre mémoire ;*
- ❖ Personnel du département Mines et Géologie de l'université A/ Mira de Béjaia à leur tête le chef de département Mr MAZA.*
- ❖ 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 : CHADI Siham et BELOUAAR Hadjer

Je dédie ce modeste travail

A **mes parents** pour leurs sacrifices, soutien et encouragements que dieu les gardent dans son vaste paradis.

A mon **frère** et **sœur** que j'adore.

A toute ma famille en particulier Maa **Hizya**, Jedi **Naoui**, **Meroua** et **Jouba**.

A mes amis (es) et collègue en particulier **Hadjer**, **Abdellatif**, **Halim** et **Sabah**.

« In three words I can sum up
everything i've learned about life: IT
GOES ON » Robert Frost

Hajiki

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- ❖ *À mes parents, pour leurs sacrifices, soutien et encouragements.*
- ❖ *À Mes frères : Kamel et Hossam.*
- ❖ *À Mes sœurs : Nadia, Faeza, Amel, Rima.*
- ❖ *À Mes meilleurs amis : boubekeur maouchi, DifAllah wafa, Khima Walid, Mouloud Gettal.*
- ❖ *À Mes amies : Katia, bilouche, Yamina, habiba.*
- ❖ *À mon ami "اليمن" خليل احمد علي العنسي*

Table des matières

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des sigles et des abréviations	III
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Généralités sur la barytine	
Introduction	2
I.1. Définition	2
I.2. Nom et étymologie.....	3
I.3. Propriétés fondamentales	3
I.4. Caractéristiques physico-chimiques.....	4
I.5. Principales roches encaissantes de la barytine.....	5
I.6. Principaux gisements de la barytine	6
I.6.1. Gisements filoniens et de remplissage de cavités	6
I.6.2. Gisements stratiformes	7
I.6.2.1. Gisements de couvertures sédimentaires en milieu évaporite, lagunaire ou lacustre	7
I.6.3. Gisements résiduels.....	8
I.7. Domaine générale d'utilisation de la baryte	8
I.7.1. Boues de forage	9
I.7.2. Charge minéral	9
I.7.3. Industrie chimique	9
I.7.4. Génie civil	10
I.7.5. Médecine et pharmacie	10
I.7.6. Autres utilisations	10
I.8. Production mondiale de la barytine	10
I.9. Aperçu sur l'exploitation du minerai de la baryte	11
Conclusion.....	12
Chapitre I: Présentation et géologie de la zone d'étude	
Introduction	14
II.1. Historique des travaux de prospection.....	14
II.2. Présentation de l'unité d'Aïn Mimoun	14
II.3. Cadre géographique.....	15
II.4. Cadre géologique du Gisement d'Ain Mimoun	17
II.4.1. Stratigraphie.....	17

II.4.1.1. Crétacé.....	17
II.4.1.2. Néogène.....	18
II.4.1.3. Quaternaire	18
II.4.2. Tectonique.....	18
II.4.2.1. Tectonique régionale	18
II.4.2.2. Tectonique locale	20
II.5. Géologie	21
II.5.1. Morphologie.....	21
II.5.2. Mode génétique de la minéralisation barytique	22
II.6. Hydrogéologie [.....	22
II.7. Climat	22
II.8. Couverture végétale.....	23
Conclusion.....	24

Chapitre I: L'ouverture du filon N° 10

Introduction	25
III.1. Situation du filon N° 10	25
III.2. Mode d'exploitation pour le filon N°10.....	25
III.3. Travaux de recherches réalisées sur le filon N°10	25
III.3.1. Travaux géologiques.....	25
III.3.1.1. Itinéraires à 1/2000ème	25
III.3.1.2. Echantillonnage.....	25
III.3.2. Travaux géophysiques	27
III.3.3. Travaux topographiques	27
III.3.4. Travaux de forage et miniers	27
III.4. Calcul des réserves géologiques de filon N°10.....	28
III.4.1. Définition des catégories de réserves	28
III.4.2. Méthode de calcul des réserves géologiques de gisement d'Ain-Mimoun	29
III.4.3. Calcul des épaisseurs réelles et réelles moyennes du filon	29
III.4.4. Calcul des teneurs moyens du filon	31
III.4.4.1. Calcul des teneurs moyennes pondérées des sondages du filon N°10.....	31
III.4.4.2. Calcul des teneurs moyennes pondérées des tranchées du filon N°10	34
III.4.5.3. Calcul des teneurs moyennes total du filon N° 10.....	35
III.4.5. Calcul du volume et des réserves en minerai du filon N°10	36
III.4.5.1. Calcul de l'aire réelle du filon.....	36
III.4.5.2. Calcul le volume du filon.....	37

III.4.5.3. Calcul des réserves en minerai du filon	37
III.5. Paramètres de calcul des réserves exploitables et récupérables	38
III.5.1. Réserves exploitables	38
III.5.2. Réserves récupérables.....	38
III.6. Résultats final des réserves du filon N°10	38
III.7. Caractéristiques obtenues pour le filon N° 10.....	39
III.8. Choix du mode d'ouverture.....	40
III.8.1. Facteurs qui influent sur le choix du mode d'ouverture	40
III.8.2. Modes d'ouvertures dans les mines souterraines.....	40
III.8.2.1. Ouverture par galerie au jour	40
III.8.2.2. Ouverture par puits vertical.....	41
III.8.2.3. Ouverture par puits incliné	42
III.8.3. Mode d'ouverture appliqué	43
III.8.4. Paramètres de la galerie au jour.....	43
III.8.5. Avantage de l'ouverture par galerie au jour	44
III.8.5.1. Cas de l'effondrement du toit de la galerie au jour du filon N° 10.....	44
III.9. Travaux d'infrastructure.....	45
III.9.1. Travaux d'infrastructures au filon N° 10.....	45
III.10. Soutènement.....	45
III.10.1. Paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement.....	46
III.10.2. Choix du mode de soutènement.....	46
III.10.3. Différents modes de soutènement dans les mines souterraines	46
III.10.4. Mode de soutènement appliqué	47
III.11. Aérage	48
III.11.1. Types d'aérage.....	48
III.11.2. Objectif de l'aérage	49
III.11.3. Type d'aérage appliqué	49
III.11.4. Normes de sécurité pendant l'aérage naturelle.....	49
Conclusion.....	50

Chapitre I: Exploitation du filon N° 10

Introduction	51
IV.1. Méthodes d'exploitation utilisée au niveau d'Ain Mimoun	51
IV.2. Choix des méthodes d'exploitation en souterrain.....	51
IV.2.1. Les facteurs qui influent sur le choix de la méthode d'exploitation.....	51

IV.2.2. Méthodes d'exploitation en souterrain adéquates pour le filon N° 10	54
IV.2.2.1. Méthode d'exploitation par chambres boisées ou charpentées	54
IV.2.2.2. Méthodes d'exploitation par chambres remblayées	57
IV.2.3. Méthode d'exploitation retenue pour le filon N° 10	60
IV.2. Travaux de foration et de tir.....	60
IV.2.1. Mode d'abattage	60
IV.2.1.1. Choix du mode d'abattage	60
IV.2.1.2. Mode d'abattage retenu pour le filon N° 10	61
IV.3. Explosifs.....	61
IV.3.3.5. Caractéristiques d'explosifs utilisés dans la mine d'Ain Mimoun	62
IV.4. Conception d'un plan de tir.....	63
IV.4.1. Classification des paramètres de tir	63
IV.4.2. Méthode de conception d'un plan de tir	64
IV.4.2.1. Méthode suédoise	64
IV.4.2.2. Division d'une section de galerie par la méthode suédoise	65
IV.4.2.3. Découpage de la section de bouchon par la méthode suédoise	66
IV.4.3. Dimensionnement d'un plan de tir	67
IV.4.3.1. Dimensionnement d'une galerie ou d'une cheminée.....	68
IV.4.4. Bourrage	74
IV.5. Estimation de la consommation spécifique d'explosif	74
IV.5.1. Selon la méthode soviétique classique :	74
IV.5.2. La charge linéaire de l'explosif	76
Conclusion.....	77
Conclusion générale	78
Références bibliographiques	



Liste des tableaux

Chapitre I : Généralité sur la barytine

Tableau I.01 : Caractéristiques physico-chimique de baryte04

Chapitre II : Présentation et géologie de la zone d'étude

Tableau II.01 : Les coordonnées UTM de périmètre 115

Tableau II.02 : Les coordonnées UTM de périmètre 215

Chapitre III : L'ouverture du filon N° 10

Tableau III.01 : Intervalles minéralisés et leur taux de récupération dans les sondages.....28

Tableau III.02: Les épaisseurs réelles et épaisseurs réelles moyenne des sondages et des tranchées30

Tableau III.03 : Les teneurs moyennes pondérées des sondages du filon31

Tableau III.04 : Les teneurs moyennes pondérés des tranchées34

Tableau III.05: Les teneurs moyennes du filon N°10 d'après les teneurs moyennes pondérées des sondages et des tranchées.35

Tableau III.06 : Les réserves du filon N°10.39

Tableau III.07: Les caractéristiques du filon N° 1039

Chapitre IV : L'exploitation du filon N° 10

Tableau IV.01 : Le choix des différentes méthodes d'exploitation adéquate52

Tableau IV.02 : Les caractéristiques d'explosif TEMEX62

Tableau IV.03 : Les dimensionnements de la cartouche.63

Tableau IV.04 : Les paramètres de tir.64

Tableau IV.05: Loi d'application pour déterminer les calculs d'un plan de tir d'une galerie et d'une cheminée selon la méthode suédoise.....70

Tableau VI.06: Les résultats de calcul nécessaire lors de découpage d'une galerie.....71

Tableau VI.07: Les résultats de calcul nécessaire lors du découpage d'une cheminée.....71

Tableau IV. 08: La résistance au tirage.....74



Liste des figures

Chapitre I : Généralité sur la barytine

Figure I.01 : Minéral de la baryte de la mine de Vierves	02
Figure I.02 : Minéralisations de barytine filonienne en contextes sédimentaire et métamorphique	06
Figure I.03 : Minéralisations de barytine stratiforme ancien	07
Figure I.04 : Galerie d'exploitation souterraine de barytine (Algérie)	11
Figure I.05 : Exemples d'exploitations de barytine à ciel-ouvert (industrielle à Chaillac)	12

Chapitre II : Présentation et géologie de la zone d'étude

Figure II.01 : Localisation géographique d'Aïn Mimoun (extrait de la carte touristique de l'Algérie)	16
Figure II.02 : Le climat en hiver et en printemps (2017)	23
Figure II.03 : La couverture végétale (2017)	23

Chapitre III : L'ouverture du filon N° 10

Figure III.01 : Schéma d'ouverture par puits vertical Source environnement Canada 2009.	42
Figure III.02 : L'ouverture par puit incliné	42
Figure III.03 : Galerie au jour filon N°4	44
Figure III.04 : L'effondrement du toit de la galerie du filon N° 10 niveau 1855 m	45
Figure III.05 : Cadre en bois de soutènement appliqué dans la mine de Ain Mimoun	48

Chapitre IV : Exploitation du filon N° 10

Figure IV.01 : Schéma d'exploitation par chambres boisées	55
Figure IV.02 : Schéma de la méthode d'exploitation par chambre charpentée avec remblayage.....	56

Figure IV.03 : Méthode d'exploitation par chambre montante remblayée.....59

Figure IV.04 : Méthode d'exploitation par chambre descendante remblayée59

Figure IV.05: Différentes sections d'une galerie66

Figure IV.06: Le découpage de la section de bouchon en quatre sections67

Figure IV.07: Le découpage de la section de bouchon en deux sections67

Figure IV.08 : La forme d'une galerie de roulage68

Figure IV.09 : Plan de tir pour une galerie72

Figure IV.10 : Plan de tir pour une cheminée73

Figure IV.11 : Trou de mine.....74



**Liste des sigles et des
abréviations**

Liste des sigles et des abréviations

P.PH : Pound per hour.

Ech : Les Echantillons.

Cv : Cheval Vapeur.

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

PEC-PP : Méthode de Profilement Electrique Combiné.

UTM : Universal Transverse Mercator.

ONEX : Office National des EXplosifs.

DMR : Détonateur Micro Retard.

P.V.C: Polychlorure de Vinyle.

R.W.S: Relative Weight Strength.

CUP: Coefficient d'Utilisation Pratique.

RX: Rayon X.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- [1]: A. GORODISKI, B. de TREZVINSKY, Y. VASSILEVSKY « B. BOKY exploitation des mines » Edition MIR MOSCOU 1968.
- [2]: BELLADAH, F. « Revalorisation des rejets barytiques issus des jigs et impact environnemental cas de la mine d'Ain-Mimoun / khenchela ». Thèse de magister, Université badji Mokhtar d'annaba (2012).
- [3]: « Coup d'œil sur le marché mondial de la barytine » ; Importance de l'usage dans l'activité de forage hydrocarbures. econote-économie (juillet 2013).
- [4]: DIDI, T. « d'ouverture et d'exploitation des réserves de baryte du filon n°3 de la mine de Ain Mimoun comprises entre les niveaux 1260 et 1300m (khenchela) ». Mémoire de l'ingénieur d'état en génie minier, Ecole Nationale Polytechnique (2007).
- [5]: « Dossier pilote des tunnels » ; Genie civil. Section 3 conception et dimensionnement ; (juillet 1993).
- [6]: « Du bon air sous terre »; ABB optimise la ventilation des mines souterrains (Aout 2010).
- [7]: Duflos, G « Association des ames d'allègre ». Association de la Niera x (2014).
- [8]: HOSSAINI, M. « Modification of four- section cut model for drift blast design in Razi coal mine. North Iran». Université Tehran, Iran Hadi Poursaeed, Iran.
- [9]: HOLMBERG, R. « Charge calculations for tunneling, underground mining methods Handbook » SME, New York, 1982.
- [10] : Jérôme, A. « Exploitation du congrès de la société de l'industrie minérale ». 2002
- [11] : KERKEBANE, H. « Etude des vibrations dues aux tirs de mines, apport de la modélisation», école nationale polytechnique. 2008
- [12] : « La baryte » ; Livre ; Mémento roche et minéraux industriels (Aout 1993).
- [13] : « le soutènement en béton projeté » ; document clé 6°1128.
- [14] : « Les travaux souterrains » ; fiche de prévention. D4F0211.CPPBTP 2011.

Références bibliographiques

- [15] : LOUNIS, F. « projet d'ouverture et d'exploitation du gisement du calcaire de kef batha (tissemsilt) ». Projet de fin d'études, école nationale polytechnique. 2006/2007
- [16] : « Mémento barytine »; Rapport final BRGM/RP63974.FR (Novembre 2014).
- [17] : OFFICE NATIONAL DES SUBSTANCES EXPLOSIFS, « Techniques d'utilisations des explosifs ».
- [18] : OPPBT ouvrage. « Travaux à l'explosif CPT option 1 travaux souterrain ». Université de French-comte. Octobre 2012
- [19] : Plans d'exploitation de la mine d'Ain-Mimoun ; document interne (2017).
- [20] : ROGER, D. « Livre explosif et techniques de minage ».
- [21] : TOUAT, M, DJILI, I. « Conception d'un plan de tir pour l'ouverture du niveau 1160 m du gisement AMMEL. BOUCAID. Tessemsilt », Mémoire de master 2, Univesité bejaia (2016).



Introduction générale



Chapitre II



Chapitre III



Chapitre IV



Chapitre I

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, l'entreprise a prévu l'exploitation des nouveaux filons « filon N° 10 ».

Cette étude a pour vocation d'une part de permettre l'ouverture et l'exploitation du filon N° 10 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 dans notre vie quotidienne.

Dans le second chapitre, nous aborderons la présentation et la géologie de la zone d'étude.

Dans le troisième chapitre nous évoquerons le choix du mode d'exploitation et d'ouverture le plus adéquat pour accéder au gisement en parlant sur les différents travaux de recherches réalisés par l'unité de Ain Mimoun.

Dans le quatrième chapitre, il sera question de choisir la méthode d'exploitation adéquate et la conception d'un plan de tir en souterrain.

Enfin une conclusion résumera le travail réalisé.

Chapitre I : Généralités sur la barytine

Introduction

La barytine est l'un des minéraux essentiels grâce à ses applications dans les différents secteurs industriels, elle est largement répondeuse et exploitée en carrière ou en souterrain dans le monde entier. Dans ce chapitre on donne un aperçu général sur la baryte et ses caractéristiques.

I.1. Définition [7]

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.01 : Minéral de la baryte de la mine de Vierves[2].

I.2. Nom et étymologie [12]

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.

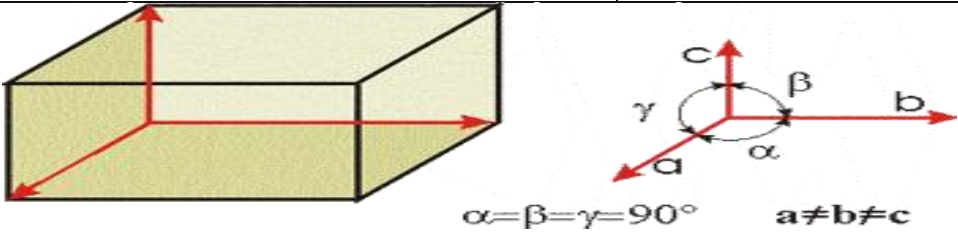

I.3. Propriétés fondamentales [12]

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.4. Caractéristiques physico-chimiques

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

Tableau I.01 : caractéristiques physico-chimique de baryte [2].

Composition chimique	BaSO ₄ (Sulfate de Baryum)
Classe minéralogique	Sulfates
Système cristallin	Orthorhombique
 <p style="text-align: center;">$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ $a \neq b \neq c$</p>	
Forme des cristaux	
	
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
Faciès	La Barytine se cristallise dans le système orthorhombique et forme habituellement des cristaux plutôt plats mais aussi en cristaux tabulaires, prismatiques épais, rhombiques; des cristaux peuvent être présents en granulats (en général clivables), lamelliformes et fibreux (rarement) et toutes ces formes atteignent souvent des dimensions très importantes. Souvent ces cristaux sont lenticulaires et groupés en rosettes, les prétendues rosettes de barytine.

Clivage	Parfait dans une direction, faible dans les autres. La barytine grossière constitue divers agrégats, en général clivables.
Fracture	Conchoïdale (comme celle du verre).
Couleur	Elle est de couleur claire. Pure, elle est incolore ou blanche, mais on la trouve le plus souvent colorée diversement par des adjonctions. Elle devient alors safran, gris léger, brun pâle au brun foncé, 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.5. Principales roches encaissantes de la barytine [7]

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.6. Principaux gisements de la barytine [12]

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 :

- ✓ Les gisements filoniens et de remplissage de cavités ;
- ✓ Les gisements stratiformes de couvertures sédimentaires et le gisement stratiformes d'origine hydrothermale exhalative ;
- ✓ Les gisements résiduels.

I.6.1. Gisements filoniens et de remplissage de cavités

On distingue les gisements strictement filoniens et les remplissages de cavités en milieu carbonaté [12] :

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 formé, 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 chargeant d'azimut brutalement.

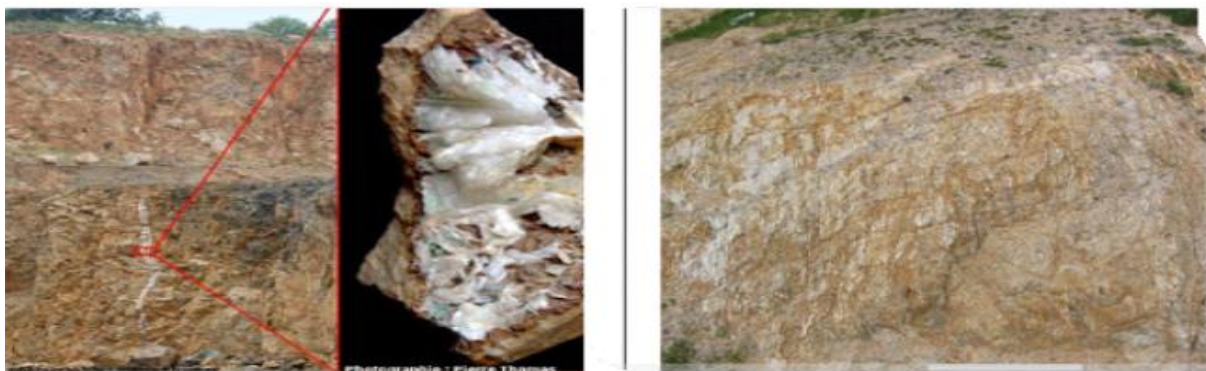


Figure I.02 : Minéralisations de barytine filonienne en contextes sédimentaire et métamorphique [12].

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.6.2. 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 caractérisées.

I.6.2.1. Gisements de couvertures sédimentaires en milieu évaporite, lagunaire ou lacustre [12]

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.03 : Minéralisations de barytine stratiforme ancienne [12].

I.6.2.2. Gisements d'origine hydrothermale-exhalative[12]

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.6.3. Gisements résiduels [12]

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.7. 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 charge minérale, moindres en volume, jouent un rôle important dans de nombreuses industries.

I.7.1. Boues de forage [12]

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.7.2. Charge minéral [16]

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 à l'avantage d'être blanche, inerte, dense et non abrasive. Elle est résistante aux intempéries et à 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.7.3. Industrie chimique [16]

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.7.4. Génie civil [16]

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.7.5. Médecine et pharmacie [16]

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.7.6. Autres utilisations [16]

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.8. Production mondiale de la barytine [3]

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 forage, 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.9. Aperçu sur l'exploitation du minerai de la baryte [16]

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 $BaSO_4$ et la densité correspondante. Ces séparations sont généralement effectuées à proximité des centres d'extraction.



Figure I.04: Galerie d'exploitation souterraine de barytine (Algérie) [16].



Figure I.05: Exemples d’exploitations de barytine à ciel-ouvert
(industrielle à Chaillac) [16].

Conclusion

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.

Chapitre II : Présentation et géologie de la zone d'étude

Introduction

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

Dans ce second chapitre, nous allons donner une vision globale sur la géologie de la zone d'étude.

II.1. Historique des travaux de prospection [19]

- ✓ 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.

II.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.
- ✓ **Daïra:** El Hamma.
- ✓ **Wilaya:** Khenchela.

II.3. Cadre géographique [19]

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 II.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 II.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** ».

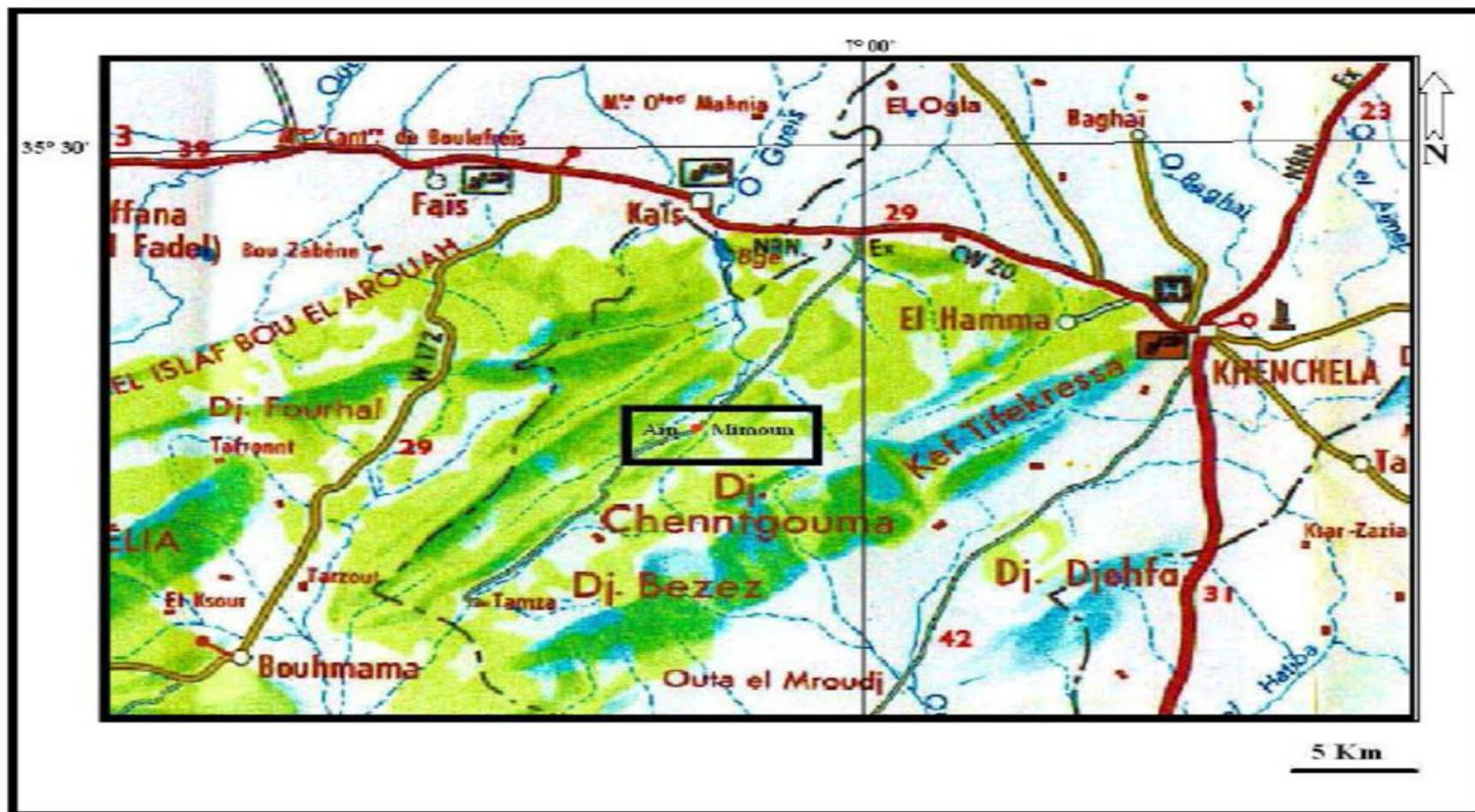


Figure II.01: Localisation géographique d'Aïn Mimoun (extrait de la carte touristique de l'Algérie).

II.4. Cadre géologique du Gisement d'Ain Mimoun [19]

II.4.1. Stratigraphie

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

II.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 détritiques. 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.

II.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.

II.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

II.4.2. Tectonique [19]

II.4.2.1. 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) ;
- ✓ Subméridiennes (rares).

II.4.2.2. Tectonique locale [19]

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 voûte subhorizontale de 10° et naît 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).

II.5. Géologie [19]

II.5.1. 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.

II.5.2. 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.

II.6. Hydrogéologie [19]

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.

II.7. 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 II.02 : Le climat en hiver et en printemps (2017).

II.8. 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 II.03 : La couverture végétale(2017).

Conclusion

La mine d'Ain Mimoun appartient au champ minier de Mizab, qui fait l'objet de l'exploitation de la barytine, qui est encaissé 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.

Chapitre III : L'ouverture du filon N° 10

Introduction

Dans l'exploitation minière la procédure pour la conception d'une mine commence par l'identification et le bornage des périmètres de la minéralisation, ainsi que l'évaluation des réserves existant. Il existe différents cas de figure pour atteindre le gisement à exploiter et permettre l'évacuation des produits. Si le gisement possède une couche de morts-terrains pas grand épaisseur, on pourra exploiter à ciel ouvert. Si le gisement est situé à flanc de coteau ou d'une colline surplombant une vallée, il peut être atteint par des galeries à flanc de coteau et son exploitation se fera en souterrain. Toutes excavations souterraines doivent être desservies par des systèmes d'aérage et de soutènement.

III.1. Situation du filon N° 10

Le filon n° 10 Situé à 15 km au sud de l'usine de traitement est subdivisé en deux niveaux, le niveau supérieur 1855 m et niveau inférieur 1815 m.

III.2. Mode d'exploitation pour le filon N°10

Le choix du mode d'exploitation dépend de la valeur du rapport de découverte, la situation et la forme de la couche minéralisé dans le cas de la mine de baryte d'Ain Mimoun, qui se situe au flanc de coteau sous forme d'un filon, pour cela le mode d'exploitation adéquat pour le filon N°10 est l'exploitation souterraine du fait que la partie affleurant a été déjà exploitée en ciel ouvert (écrémage).

III.3. Travaux de recherches réalisées sur le filon N°10 [19]

III.3.1. Travaux géologiques

III.3.1.1. Itinéraires à 1/2000ème

Les itinéraires du levé géologique à 1/2000ème ont été effectués suivant des profils topographiques et à la boussole et avaient pour buts principaux qui sont la cartographie géologique, l'observation et description détaillée des caractéristiques (puissance, plongement...) du filon, le levé topographique de ce dernier a une surface de 0.45 km².

III.3.1.2. Echantillonnage

Le prélèvement d'échantillons de carottes, saignées (surface et tranchées), pour le poids volumique, lames minces et technologique.

a) Échantillonnage de carotte

Les échantillons de carotte consistent en prélèvements dans les zones qui caractérisent les minerais de barytine et dans la roche encaissante. La longueur des carottes prélevées dépend de la variation et de l'homogénéité du minerai est varié de 0.3 à 2 m.

La carotte est divisée en deux parties suivant le grand axe, une moitié est prélevée comme échantillon et envoyée au laboratoire et l'autre moitié est conservée dans les caisses comme duplicata au niveau des ateliers de conservation à Boumerdes. Le volume de carotte prélevée est de 127 m³.

b) Echantillonnage de saignée des tranchées

Les échantillons des saignées dans les tranchées sont prélevés sur le filon de baryte qui est mis à jour, les prélèvements sont effectués à travers le corps de baryte sur des longueurs variées en fonction de l'homogénéité de la minéralisation et peuvent atteindre de 0.3 à 2 m. La section de la saignée est de 50 cm.

c) Echantillonnage de poids volumique

Les échantillons soumis à ce type d'étude sont prélevés des affleurements, au cours des itinéraires de la prospection, des tranchées et des sondages.

Pour caractériser au mieux ce paramètre le nombre d'échantillons prélevé dans chaque type d'ouvrage et type de travail, était en fonction de la variation et de l'homogénéité du minerai et avait le poids de 600 à 800 g.

d) Echantillonnage de lame mince

Les échantillons des lames minces ont également été prélevés des affleurements au cours des itinéraires de levé géologique, des tranchées et dans les sondages. Ils nous ont permis de confectionner des lames minces pour l'étude pétro-minéralogique du minerai et caractériser plus particulièrement minéralisation de silice qui pénalise la qualité du produit.

III.3.2. Travaux géophysiques

La méthode de profillement électrique combiné (PEC-PP) est généralement utilisée pour la prospection et la cartographie des corps minéralisés bon et mauvais conducteurs et aussi pour la détection des fissures tectoniques verticales.

Pour le cas de la baryte c'est l'image inverse des corps minéralisés bon conducteur qui se produit car elle possède une grande résistivité.

La méthode PEC-PP appliqué donc sur le Filon N°10 consiste à mettre en relief la forme des corps anomaux. Leur pendage approximatif et leur extension en profondeur (40 à 60 m de la surface) est latéralement. Le volume des travaux géophysiques réalisés est de 840 P.P.h.

III.3.3. Travaux topographiques

En se basant sur les points trigonométriques relevés au GPS. Les réseaux de polygonation sont développés à l'aide de la station de topographie-TOP CON-sur le filon 10.

III.3.4. Travaux de forage et miniers

Le filon N ° 10 a été étudié en profondeur par 11 sondages qui ont totalisé un volume 944.9 m³. Ils ont été implantés 7 profils de coupes transversales à la direction du filon.

Le premier objectif de ce sondage était la vérification et la confirmation, à l'endroit même des anciens sondages. Du paramètre qualitatif et en second lieu resserrer la maille 50 m en direction et en aval pendage et prospector jusqu'au niveau 1815 m afin d'augmenter le potentiel en minerai du filon.

En surface, pour sa mise à jour et pour connaître les paramètres, il a été étudié par dix tranchés suivant la direction selon une maille de 50 à 70 m environ pour un volume totale de 78.56 m³, le tableau ci-dessous représente les intervalles minéralisés et leur taux de récupération dans les sondages.

Tableau III.01 : intervalles minéralisés et leur taux de récupération dans les sondages.

N° d'ordre	N° de sondage	Intervalle minéralisé(m)		Total(m)	Taux de récupération		Angle de pendage
		De	A		M	%	
01	S-77bis	54.5	62.8	8.3	6.5	78	85°
02	S-74bis	54.8	66.4	11.6	11.1	95	75°
03	S-76bis	103.2	109.3	6.1	5.2	85	75°
04	S-75bis	63	64.7	1.7	1.7	100	79°
05	S-1	86	90.5	4.5	2.8	68	75°
06	S-3	115	115.9	0.9	0.9	100	80°
07	S-71bis	98.3	101.2	2.9	2.9	100	83°
08	S-2	51.9	54.7	2.9	2.9	100	75°
09	S-4	99.9	101	1.1	1	98	75°
10	S-73bis	44.9	46.4	1.5	1.5	100	82°
11	S-5	87.8	89.1	1.3	1.3	100	80°

III.4. Calcul des réserves géologiques de filon N°10

III.4.1. Définition des catégories de réserves [4]

D'après le degré de prospection trois catégories de réserves se distinguent : B, C 1, C 2.

✓ **Les réserves de la catégorie B :**

C'est les réserves prospectées par les travaux miniers (galerie, cheminées etc.) et par les sondages d'après une maille de 50 x 50 m.

✓ **Les réserves de la catégorie C1 :**

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

✓ **Les réserves de la catégorie C2 :**

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

III.4.2. Méthode de calcul des réserves géologiques de gisement d'Ain-Mimoun

La méthode appliquée au niveau de l'unité d'Ain Mimoun pour calculer les réserves géologique de Filon N° 10 est la méthode des blocs géologiques.

La maille de prospection est en fonction des conditions avant tout géologiques, et qui étaient dans tous les cas de figure les mêmes puisqu'il s'agit de filon qui avait été mis en exploitation auparavant (écrémage).

Donc, tenant compte du degré de reconnaissance du filon les réserves ont été calculés dans la catégorie C1 et C2.

Les réserves de la catégorie C1 sont déterminées dans les blocs étudiés par sondage dont la maille est de 2500 m², celles de la catégorie C2 sont reconnues par les sondages dont la maille est de 100-200 * 50-80 m ou par interpolation entre deux ouvrages voisins.

Conformément aux particularités géologiques et plus spécialement celles liées au pendage du filon, les réserves ont été calculées par la méthode des blocs géologiques en projetant la couche de minerai sur le plan vertical (pendage subvertical à vertical du filon).

Pour une meilleure représentation de la morphologie et les conditions de disposition du filon, il a été établi des coupes géologiques au 1/500 eme. Elles sont pour but de montrer la corrélation et la continuité du filon entre les sondages suivant une même direction.

III.4.3. Calcul des épaisseurs réelles et réelles moyennes du filon

La puissance réelle du corps barytique dans les ouvrages a été établie par la formule :

$$E_r = \sin(\beta + \alpha) * E_{ap} \dots\dots\dots(III.01)$$

Sachant que :

E_{ap} : Epaisseur recoupée par le sondage(m) ;

β : Angle d'inclinaison du sondage ;

α : Angle du pendage du filon barytique.

L'épaisseur moyenne réelle dans les blocs du filon N° 10 a été calculée d'après la moyenne arithmétique à l'aide de la formule suivant :

$$E_{r \text{ moy}} = \frac{\sum E_{Pr}}{nE_{Pr}} \dots \dots \dots (III.02)$$

Sachant que :

E_{Pr} : Epaisseur réelle (m) ;

nE_{Pr} : Nombre des épaisseurs réelles (m).

Les résultats des épaisseurs réelles et épaisseurs réelles moyenne des sondages et des tranchées du filon N°10 sont portés dans le tableau suivant :

Tableau III.02: Les épaisseurs réelles et épaisseurs réelles moyenne des sondages et des tranchées.

N° d'ouvrage	Epaisseurs recoupées(m)		Epaisseurs réelles(m)	
	Sondage	Tranchée	Sondages	Tranchées
S-76bis	1.5	-	0.5	-
S-77bis	1.3	-	0.2	-
Tr-1	-	2.2	-	2.2
S70	1.5	-	0.9	-
S-71	1.8	-	0.8	-
S-71bis	0.9	-	0.3	-
Tr-7	-	1.0	-	1.0
S-4	1.7	-	0.8	-
S-5	4.5	-	1.8	-
Tr-8	-	2.25	-	2.2
S-72	1.9	-	1.4	-
S-73bis	2.3	-	0.75	-
Tr-9	-	5.8	-	5.7
S-2	11.6	-	4.35	-
S-3	6.1	-	1.8	-
Tr-6	-	3.3	-	3.47

S-74bi	2.9	-	1.1	-
S-75bis	1.1	-	0.36	-
Tr-5	-	1.5	-	1.49
S-1	8.3	-	3.77	-
Tr-4	-	2.5	-	2.45
Tr-153	-	1.6	-	1.6
Tr-169	-	1.4	-	1.3
Tr-2	-	1.6	-	1.6
Totaux			17.47	23.01
Moyennes			1.75	2.3
Moyenne bloc			2.025	

III.4.4. Calcul des teneurs moyens du filon

Les teneurs moyennes en BaSO₄ et SiO₂ dans les sections des sondages et les tranchées ont été calculées par la méthode de la moyenne pondérée suivant la formule :

$$t(\%) = \frac{\sum t_i \cdot E_i}{\sum E_i} \dots\dots\dots (III.03)$$

Sachant que :

T(%) : Teneur moyenne pondérée (%) ;

t_i : La teneur dans chaque sondage (%) ;

E_i : L'épaisseur dans chaque sondage (m).

III.4.4.1. Calcul les teneurs moyennes pondérées des sondages du filon N°10

Le tableau suivant représente les teneurs moyennes pondérées des sondages du filon N° 10 :

Tableau III.03: les teneurs moyennes pondérées des sondages du filon.

N° d'ouvrage	N° Ech	Intervalle		Total E (m)	Teneur en (%)		Teneur pondérée (m*%)	
		Ech	(m)					
S75bis	S-75/02	99.9	101.0	1.1	82.26	6.03	90.486	6.633

Total				1.1			90.486	6.633
Moyenne					82.26	6.03		
S-77bis	S-77/18	87.8	89.1	1.3	51.31	19.3	66.703	25.09
Total				1.3			66.703	25.09
Moyenne					51.31	19.3		
S-76bis	S-76/29	44.9	45.3	0.4	54.2	35.3	21.68	14.12
s-76bis	S76/30	45.3	46.4	1.1	82.98	8.52	91.278	9.372
Total				1.5			112.95	23.492
Moyenne					75.305	15.661		
S-74bis	S74/06	51.8	52.8	1	28.98	11.31	28.98	11.31
S-74bis	S-74/07	52.8	53.8	1	93.77	2.53	93.77	2.53
S-74bis	S-74/08	53.8	54.7	0.9	88.09	9.05	79.281	8.154
Total				2.9			202.03	22.054
Moyenne					69.67	7.6	1	
S1	S1/02	54.5	55.2	0.7	63.09	14.04	44.163	9.828
S1	S1/03	55.2	56	0.8	72.55	11.34	58.04	9.072
S1	S1/04	56	57	1	11.32	11.15	11.32	11.15
S1	S1/05	57	58	1	58.12	33.37	58.12	33.37
S1	S1/06	58	59	1	66.21	31.22	66.21	31.22
S1	S1/07	59	61	2	56.19	33.75	112.38	67.5
S1	S1/08	61	62.8	1.8	75.19	18.75	135.34	195.89
Total				8.3			485.57	195.89
Moyenne					58.503	23.601		
S3	S3/02	103.2	104.2	1	82.13	4.27	82.13	4.2
S3	S3/03	104.2	105.2	1	82.44	3.24	82.24	3.24
S3	S3/04	105.2	106.2	1	84.41	13.02	84.41	13.02
S3	S3/05	106.2	107.5	1.3	43.78	51.45	56.914	66.885
S3	S3/06	107.5	108.5	1	73.68	20.02	73.68	20.02
S3	S3/07	108.5	109.3	0.8	77.44	15.27	61.952	12.216
Total				6.1			441.53	119.58
Moyenne					72.381	19.603		
S-71bis	S-71/13	115	112	0.9	91.55	2.51	82.395	2.259

Total				0.9			82.395	2.259
Moyenne					91.55	2.51		
S4	S4/68	63	64	1	42.1	37.51	42.16	37.51
S4	S4/69	64	64.7	1.7	49	17.64	34.3	12.348
Total				1.7			76.46	49.858
Moyenne					44.976	29.328		
S2	S2/72	54.8	55.6	0.8	60.07	11.41	48.056	9.128
S2	S2/73	55.6	56.6	1	71.89	23.26	71.89	23.26
S2	S2/74	56.6	57.4	0.8	72.27	27.12	57.816	21.696
S2	S2/75	57.4	58.4	1	85.5	13.71	85.5	13.71
S2	S2/76	58.4	59.4	1	88.64	10.72	88.64	10.72
S2	S2/77	59.4	60.2	0.8	0.07	55.28	-	-
S2	S2/78	60.2	61.2	1	55.28	19.88	55.28	19.88
S2	S2/79	61.2	62.2	1	65.7	22.53	65.7	22.53
S2	S2/80	62.2	63.2	1	73.29	10.71	73.29	10.71
S2	S2/81	63.2	64.2	1	83.8.8 8	9.04	88.88	9.04
S2	S2/82	64.2	65.2	1	77.73	24.36	77.73	24.36
S2	S2/83	65.2	66.4	1.2	63.45	32.85	76.14	39.42
Total				10.8			788.92	204.45
Moyenne					73.05	18.93		
S5	S5/92	86	7.87.5	1.5	40.5	55.12	60.75	82.68
S5	S5/93	87	89	1.5	34.51	44.49	51.765	66.735
S5	S5/94	89	90.5	1.5	64.38	33.56	96.57	50.34
Total				4.5			209.08	204.45
Moyenne					46.46	44.39		
S-73bis	S-73/106	98.3	99	0.7	75.57	18.43	52.899	12.901
S-73bis	S73/107	99	99.6	0.6	21.52	63.04	-	-
S-73bis	S73/108	99.6	100.6	1	93.33	4.74	93.33	4.74
S-73bis	S73/109	100.6	101.2	0.6	87.2	8.3	52.32	4.98
Total				2.3			145.65	9.72
Moyenne					69.40	6.075		

III.4.4.2. Calcul les teneurs moyennes pondérées des tranchées du filon N°10

Les teneurs moyennes pondérées des tranchées du filon N°10 sont portés dans le tableau ci-dessus :

Tableau III.04 : Les teneurs moyennes pondérés des tranchées.

N° d'ouvrage	N° Ech	Intervalle Ech (m)		Total	Teneur en (%)		Teneur pondérée (m*%)	
		De	A		BaSO ₄	SiO ₂	BaSO ₄	SiO ₂
TrN°1	Tr-1/47	2.3	3.5	1.2	86.45	8.33	103.74	9.996
Tr N°1	Tr-1/48	3.5	4.5	1	72.33	13.75	72.33	13.75
Total				2.2			176.046	23.746
Moyenne					80.03	10.79		
Tr N°2	Tr-2/64	1.3	2.2	0.9	90.27	8.14	81.243	7.326
Tr N°2	Tr-2/65	2.2	2.9	0.7	72.6	21.05	50.82	14.735
Total			1.6				132.063	22.061
Moyenne					82.54	13.79		
Tr N°3	Tr-3/69	1.3	2	0.7	91.46	4.67	64.022	3.269
				0.7			64.022	3.269
					91.46	4.67		
Tr N°5	Tr-5/75	1.5	2.3	0.8	95.89	1.16	76.712	0.928
Tr N°5	Tr-5/76	2.3	3	0.7	96.49	1.77	67.543	1.239
Total				1.5			144.255	2.67
Moyenne					96.17	1.44		
Tr N°6	Tr-6/77	1	2.1	1.1	88.83	5.5	97.713	6.05
Tr N°6	Tr-6/78	2.1	3.35	1.25	87.6	8.06	109.5	10.075
Tr N°6	Tr-6 /79	3.35	4.5	1.15	85.6	12.13	98.44	13.949
Total				3.5			305.653	30.074
Moyenne					87.33	8.59		
Tr N°4	Tr-4/80	0.0	1.25	1.25	78.11	12.68	97.637	15.84
Tr N°4	Tr-4/81	1.25	2.5	1.25	91.55	6.07	114.437	7.587
Total				2.5			212.074	23.437

Moyenne					84.83	9.37		
Tr N°7	Tr-7/82	3.2	4.1	0.4	76.59	21.03	30.638	8.412
Tr N°7	Tr-7/83	5.3	5.9	0.6	74.07	24.41	44.442	14.646
Total				1.0			75.078	23.058
Moyenne					75.08	23.06		
Tr N°8	Tr-8/84	4.0	5.0	1.0	89.2	7.91	89.2	7.91
Tr N°8	Tr-8/85	5.0	6.25	1.25	74.11	23.94	92.637	29.925
Total				2.25			184.837	37.835
Moyenne					82.15	16.81		
Tr N°9	Tr-9/86	2.7	3.9	1.2	98.36	<0.05	118.032	
Tr N°9	Tr-9/87	3.9	5.0	1.1	98.59	<0.05	108.449	
Tr N°9	Tr-9/88	5.0	6.1	1.1	96.3	2.02	105.93	2.222
Tr N°9	Tr-9/89	6.1	7.3	1.2	96.13	2.86	115.356	3.432
Tr N°9	Tr-9/90	7.3	8.5	1.2	94.45	3.91	113.34	4.692
Total				5.8			561.107	10.346
Moyenne					96.74	1.78		

III.4.5.3. Calcul les teneurs moyennes total du filon N° 10

Les teneurs moyennes en BaSO₄ et SiO₂ dans les blocs ont été calculées selon la moyenne pondérée des sondages et des tranchées.

Le tableau suivant représente les teneurs moyennes des sondages et des tranchées du filon N° 10 :

Tableau III.05: Les teneurs moyennes du filon N°10 d'après les teneurs moyennes pondérées des sondages et des tranchées.

N° d'ouvrage	Puissance en (m)	Teneur en %	Teneur pondérées	
			BaSO ₄	SiO ₂
S-1	8.3	58.503	485.57	195.89
S-74bis	2.9	69.67	202.031	22.054
S-2	10.8	73.05	788.922	204.454
S-3	6.1	72.381	441.526	119.581
S-70bis	1.5	72.381	123.9	10.68

S-71bis	1.8	82.6	162.936	11.088
S-72bis	1.9	90.52	128.06	53.371
S-4	1.7	67.4	76.46	49.858
S-5	4.5	46.976	209.085	199.755
S-73bis	2.3	91.031	145.65	9.72
Total	41.8		2764.145	876.451
Moyenne	4.2		66.13	20.97
Tr-2	1.6	82.54	132.063	22.061
Tr-1	2.2	80.03	176.07	23.746
Tr-4	2.5	84.83	212.074	23.437
Tr-5	1.5	96.17	144.255	2.167
Tr-6	3.5	87.33	305.653	30.074
Tr-7	1	75.08	75.078	23.058
Tr-8	2.25	82.15	184.837	37.835
Tr-9	5.8	96.74	561.107	10.346
Tr-153	1.6	91.48	146.368	4.576
Tr-169	1.4	92.02	128.828	10.192
Total	23.53		2066.333	187.492
Moyenne	2.3		88.5	8.03
Total des moyennes (tranchées et sondages)			154.63	29
Moyenne du bloc			77.32	14.5

III.4.5. Calcul du volume et des réserves en minerai du filon N°10

III.4.5.1. Calcul de l'aire réelle du filon

L'aire du bloc a été calculée sur logiciel CALTOP après avoir déterminé ses coordonnées graphiquement sur tout le périmètre.

L'aire réelle du bloc a été déterminée par le rapport de sa surface mesurée au cosinus de son angle de plongement à l'aide de la formule suivante :

$$S_r = \frac{S_m}{\cos \alpha} \dots \dots \dots (III.04)$$

Sachant que :

S_r : surface ou l'aire réelle du bloc (m^2) ;

S_m : surface ou aire mesurée du bloc (m^2) ;

α : l'angle de plongement.

Selon le logiciel CALTOP on trouve que $S_r = 32847 m^2$.

III.4.5.2. Calcul le volume du filon

Le volume du bloc ou son cubage est déterminé par le produit de la surface avec celui de son épaisseur moyenne réelle.

$$V = E_{pr} * S_r \dots \dots \dots (III.05)$$

Sachant que :

V : volume du bloc ;

E_{pr} : épaisseur réelle moyen du bloc (2.025 m).

S_r : surface ou l'aire réelle du bloc (32847 m^2)

AN :

$$V = 2.025 * 32847 ;$$

$$V = 66515.2 m^3.$$

III.4.5.3. Calcul les réserves en minerai du filon

Les réserves en minerai sont calculées par la formule connue :

$$Q = d * V * Km \dots \dots \dots (III.06)$$

Sachant que :

Q : les réserves en minerai (m^3) ;

d : poids volumique moyen du bloc (3.87t/ m^3) ;

V : volume du bloc (66515.2 m^3) ;

K_m : coefficient de minéralisation (0.98).

AN :

$$Q=3.87*66515.2*0.98$$

$$Q= 252265.56 \text{ t.}$$

III.5. Paramètres de calcul des réserves exploitables et récupérables [19]

III.5.1. 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).

III.5.2. 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%

✓ Perte d'exploitation : 20%

✓ **Pour la catégorie C2**

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

III.6. Résultats final des réserves du filon N°10

Les résultats finals pour le filon N° 10 sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.06 : les réserves du filon N°10.

Niveau	Catégorie	Réserves. géologiques.		Réserves. exploitables.		Réserves. Récupérables	
		Quantité t	Teneur %	Quantité t	Teneur %	Quantité t	Teneur %
1815 m	B	0	0	0	0	0	0
	C1	142277	77,8	135163	69,61	81098	69,61
	C2	2280	75,22	0	0	0	0
	Total	144557	77,76	135163	69,61	81098	69,61
1855 m	B	0	0	0	0	0	0
	C1	111358	77,8	105790	69,61	63474	69,61
	C2	14683	75,22	0	0	0	0
	Total	126041	77,5	105790	69,61	63474	69,61
TOTAL FILON	B	0	0	0	0	0	0
	C1	253635	77,8	240953	69,61	144572	69,61
	C2	16963	75,22	0	0	0	0
	Total	270598	77,64	240953	69,61	144572	69,61

III.7. Caractéristiques obtenues pour le filon N° 10

Les gisements filoniens se distinguent non seulement par leur composition, mais aussi par leur géométrie ainsi que leurs caractéristiques qui varie d'un filon à un autre et qui influe sur le choix de la méthode d'exploitation.

Les différentes caractéristiques du filon N° 10 sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.07: Les caractéristiques du filon N° 10.

Longueur(m)	900
Profondeur moyen. (m)	64.6
Pendage (°)	75° à 85° vers le Sud-ouest
Encaissant	Complexe marno-calcaire

III.8. 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 [2] :

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

III.8.1. 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.

III.8.2. Modes d'ouvertures dans les mines souterraines

Suivant ces différents facteurs on a quatre modes d'ouvertures qui sont les suivants:

- ✓ L'ouverture par galeries au jour (galerie à flanc de coteau) ;
- ✓ L'ouverture par puits vertical. ;
- ✓ L'ouverture par puits ou galeries inclinés ;
- ✓ Ouverture combinée.

III.8.2.1. Ouverture par galerie au jour

Ce mode d'ouverture est employé dans les gisements situés à flanc de coteau. La longueur d'une galerie au jour peut atteindre 5 à 6 km.

III.8.2.2. Ouverture par puits vertical

Ce mode d'ouverture est le plus utiliser, on l'applique pour les gisements plats inclinés et dressant. Généralement on creuse un puit principal et un ou plusieurs puits auxiliaires destinés à l'aéragé, à la circulation du personnel ou au transport de matériel et d'équipements.

L'ouverture par puits vertical comporte deux type de schémas d'ouverture sont les suivants :

a) Ouverture d'un gite dressant

Quand le pendage des gisements est supérieur à 35° , l'ouverture de ces gisements est réalisée par des puits et des travers bancs d'étage.

b) Ouverture d'un gite horizontal

Quand le pendage des gisements est inférieur à 18° .

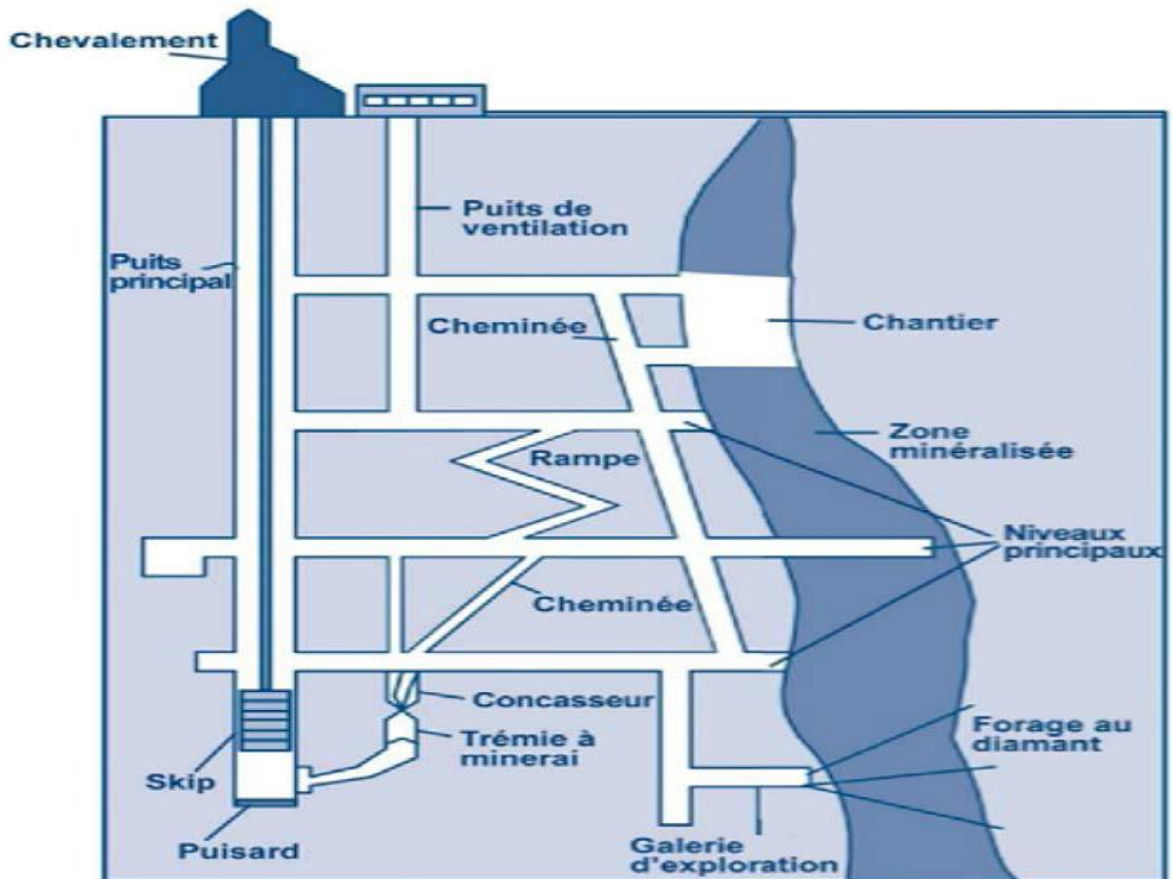


Figure III.01 : Schéma d'ouverture par puits vertical (Source environnement Canada 2009).

I.8.2.3. Ouverture par puits incliné

Pour les gîtes dans l'angle de pendage varié entre 18° et 35° , on emploie l'ouverture par puits incliné. Suivant la nature des gisements trois schémas d'ouverture par puits inclinés sont possibles :

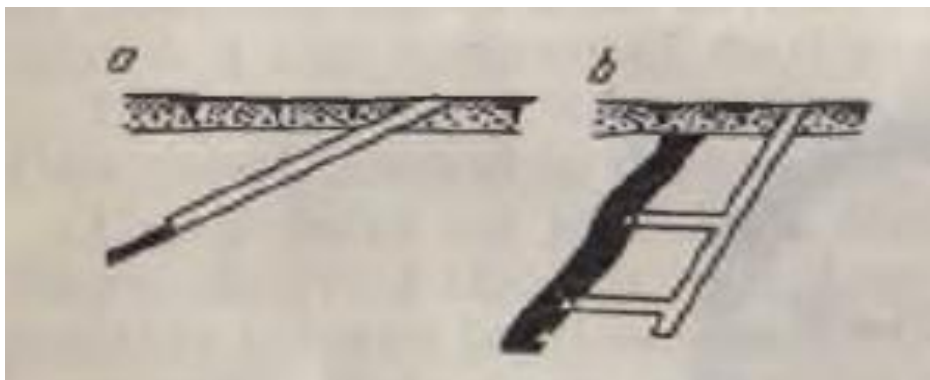


Figure III.02 : L'ouverture par puit incliné [1].

a) Ouverture par puits incliné placé dans le gisement

Ce schéma d'ouverture peut être appliqué pour les gisements minces, mal prospectés et peu profonds.

Ce mode d'ouverture permet d'accélérer la mise en service de la mine, de supprimer les travers bans et continuer l'étude du gisement.

b) Ouverture par puits incliné creuser dans le mur du gisement

Ce mode d'ouverture est appliqué pour les gisements puissants, son avantage est éviter les pertes considérable de le minerai dans les piliers de protection mais il nécessite des travers bancs.

c) Ouverture par puits incliné creuser dans les roches de recouvrements

Pour les gisements plats et qui ont une faible profondeur on applique ce schéma d'ouverture.

III.8.3. Mode d'ouverture appliqué [19]

Dans le cas d'un relief à flanc de coteau, la nature de la roche encaissante « marno-calcaire » et selon les investissements et les frais d'exploitation, le mode d'ouverture le plus adéquat pour le filon N° 10 est par galerie au jour, c'est une galerie horizontale dans les deux niveaux 1815 m à 1855 m.

III.8.4. Paramètres de la galerie au jour

Les différents paramètres de la galerie au jour sont les suivants [19]:

- ✓ Longueur : elle est égale à l'extension longitudinale de la partie à exploiter ;
- ✓ La forme de section: trapézoïdale ;
- ✓ Grande base : 3.2 m ;
- ✓ Petite base : 2.2 m ;
- ✓ Hauteur : 2.7 m² ;
- ✓ Section : 7.29 m².

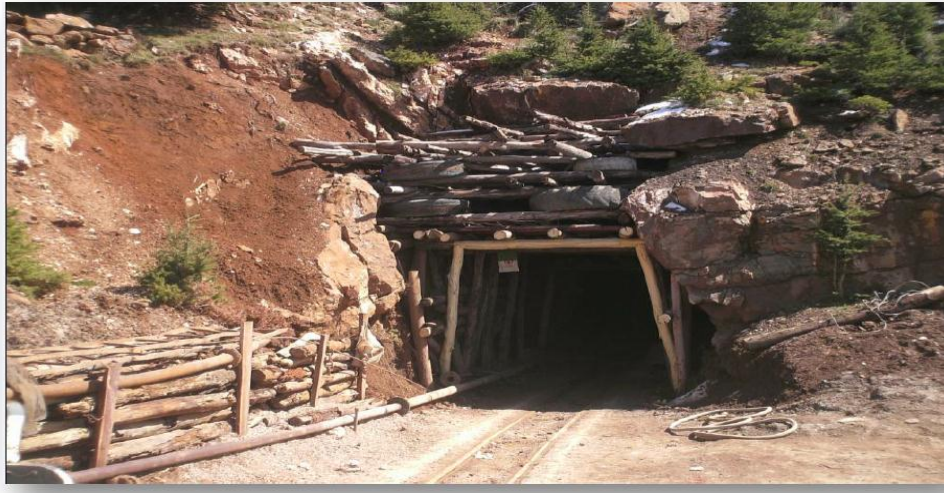


Figure III.03: Galerie au jour du filon N°4.

III.8.5. Avantage de l'ouverture par galerie au jour

L'ouverture par galerie au jour a des avantages par rapport à l'ouverture par puits vertical ou inclinée, les avantages sont les suivants :

- ✓ Simplicité de schéma d'ouverture ;
- ✓ Absence de dépense pour la construction des installations des puits d'extraction et d'exhaure ;
- ✓ Possibilité d'emploi du transport sur pneus ;
- ✓ Le cout de creusement et d'entretien est réduit ;
- ✓ Rapidité de la mise en service de la mine ;

Pour les inconvénients de ce mode d'ouverture par rapport aux autres, l'inconvénient principal c'est que les galeries aux jours ne permettent pas souvent d'atteindre les étages inférieurs.

III.8.5.1. 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 subit 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 III.04 : L'effondrement du toit de la galerie du filon N° 10 niveau 1855 m.

III.9. Travaux d'infrastructure

Toute approche méthodologie dans la conception d'un projet minier commence par la réalisation des pistes d'accès au filon et les voies de roulage principales et les cheminées.

III.9.1. Travaux d'infrastructures au filon N° 10

L'accès au filon nécessite la création de liaison entre l'activité d'extraction du filon avec l'usine de traitement. Cette liaison est assurée par une piste principale de longueur de 16 km qui existe déjà pour atteindre les filons périphériques au filon N° 10. Mais du fait que cette piste n'est pas en bonne état elle nécessite un réaménagement. De plus il est nécessaire de préparer une piste secondaire (environ 100 m) pour atteindre le chantier.

III.10. 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.10.1. Paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement

Les paramètres qui influent sur le choix de mode de soutènement sont les suivants [6] :

- ✓ 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 ;
- ✓ Le phasage du terrassement.

III.10.2. Choix du mode de soutènement

Le choix de mode de soutènement comprend schématiquement deux phases successives qui sont [19] :

- ✓ 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.10.3. 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 [13]

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 [13]

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 placées les longs des parois ou elles sont calées, soit directement soit par l'intermédiaires d'une peau de blindage, plusieurs types des cintres utilisés 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 [1]

En tant que matériau de soutènement on utilise aussi bien le bois des espèces résineuses que des espèces feuillues. Parmi les espèces résineuses, 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.10.4. Mode de soutènement appliqué

Plusieurs types de soutènement des excavations minières sont appliqués dans le filon N° 10 [19]:

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

- ✓ Un soutènement espacé par cadre en bois dans les zones moyennement stable ;
- ✓ Le matériel utilisé pour les travaux de soutènement est le bois de mine de type Eucalyptus.



Figure III.05 : Cadre en bois de soutènement appliqué dans la mine d'Ain Mimoun.

III.11. 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.

III.11.1. Types d'aérage

- ✓ **Aérage artificiel** [6]

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** [19]

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.

III.11.2. 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.

III.11.3. 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.

III.11.4. Normes de sécurité pendant l'aérage naturelle [19]

Afin de réaliser une Bonne aération avec sécurité à l'intérieur du filon N° 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.

Conclusion

Le mode d'ouverture qui est la galerie au jour est choisie selon des paramètres et conditions du filon N° 10.

Les travaux de recherches appliqué par la mine de Ain Mimoun pour le filon N° 10 sont une étape importante ils sont réalisés pour la confirmation d'existence du minerai de la barytine au niveau du filon N°10 ainsi que le calcul des réserves géologiques, exploitables et récupérables qui sont successivement les suivants (270598 t, 240953 t et 144572 t).

Le mode de soutènement qui est le boisage et le type d'aérage naturelle au niveau de filon N°10 sont réalisées afin d'assurer les conditions du travail acceptables pendant l'ouverture du filon N° 10.

Chapitre VI : Exploitation du filon N° 10

Introduction

Dans le but d'augmenter et améliorer la production de la mine en tenant compte du côté économique et technique, le choix de la méthode d'exploitation adéquate et la conception d'un plan de tir en souterrain sont primordiaux.

Au cours de ce chapitre, nous allons présenter la méthode d'exploitation et la conception d'un plan de tir adéquate pour le filon N° 10.

IV.1. Méthodes d'exploitation utilisée au niveau d'Ain Mimoun

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 à 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 qui est en cours d'exploitation;
- ✓ Chambre et piliers artificiels pour le filon N° 3 il est déjà épuisé.

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

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

IV.2.1. Les facteurs qui influent sur le choix de la méthode d'exploitation

Le choix de la méthode d'exploitation des gîtes métallifères dépend de plusieurs facteurs dont les principaux sont [1] :

- ✓ La forme du gîte ;
- ✓ Les dimensions du gîte (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 gîte.

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 IV.01**) ci-dessous.

Tableau IV.01 : Le choix des différentes méthodes d'exploitation adéquate [1].

Type du gisement	Pendage	Résistance du minerai	Résistance des épontes	Méthode d'exploitation applicable
Couche ou filon très mince (moins de 1 m)	Forte	Bonne ou mauvaise	Bonne ou mauvaise	Tranches montantes
				Sous-niveaux abattus
				Gradin droit
Couche ou filon mince (de 1 à 5 m environ)	Faible	Bonne	Bonne	Chambres et piliers
				Taille remblayée
	Forte	Bonne ou mauvaise	Mauvaise	Traçage et dépilage
				Longue taille foudroyé
				Longue taille remblayée
Forte	Bonne	Bonne	Gradins droits ou renversés (chambres vides)	
			Chambre magasins	
			Sous-niveaux abattu	
			Sous-niveaux foudroyé	
				chambre montante remblayée

		Bonne	Mauvaise	Chambre montante remblayée		
				Chambre charpentée		
		Mauvaise	Bonne	Gradins droits		
				Sous-niveaux foudroyé		
				Chambre montante remblayée		
				Chambre charpentée		
		Mauvaise	Mauvaise	Chambre montante remblayée		
				Chambre charpentée		
		Couche ou filon puissant (> 5m)	Faible	Bonne	Bonne	Chambres et piliers
				Bonne ou mauvaise	Mauvaise	Sous-niveaux foudroyé
				Bonne ou mauvaise	Bonne	Gradin droit (chambres vides) Chambre charpentée
			Forte	Bonne	Bonne	Gradins droits (chambres vides)
Chambre magasins						
Sous-niveaux abattu						
Chambre montante remblayée						
Chambre charpentée						
Bonne	Mauvaise			Chambre montante remblayée		
				Chambre charpentée		
				Sous-niveaux foudroyé		
Mauvaise	Bonne			Bloc foudroyé		
		Chambre charpentée				
		Sous-niveaux foudroyé				
		Gradins droits (chambres vides)				

		Mauvaise	Mauvaise	Chambre charpentée
				Sous-niveaux foudroyé
Amas	/	Bonne ou mauvaise	Bonne	Gradins droits (chambres vides)
				Chambre magasins
				Sous-niveaux abattu
		Chambre montante remblayée		
		Mauvaise	Bonne ou mauvaise	Chambre charpentée
				Sous-niveaux foudroyé
Bloc foudroyé				

IV.2.2. Méthodes d’exploitation en souterrain adéquates pour le filon N° 10

D’après le tableau IV.01 et les caractéristiques de notre gisement, gisement filonienne type flanc de coteau, mince dont la puissance est de l’ordre de 2,025 m, un pendage sub-vertical (75° et 85°) et la résistance du minerai et des épontes sont successivement bonne à moyenne et mauvaise (la roche encaissante calcaires et des marnes parfois des argilites et dolomies) qui nous permet de choisir ces deux méthodes qui sont :

- ✓ Chambre montante remblayée ;
- ✓ Chambre boisée ou charpentée.

IV.2.2.1. Méthode d’exploitation par chambres boisées ou charpentées [1]

Les méthodes des chambres boisées ou charpentées employées pour l’exploitation des gites inclus dans des terrains instables, nécessitant la mise en place d’un soutènement systématique, où les méthodes des chambres vides seraient inapplicables.

Ces méthodes peuvent être classées en deux groupes :

- 1) Méthodes d’exploitation par chambres boisées ou charpentées sans remblayage ;
- 2) Méthodes d’exploitation par chambres boisées ou charpentées avec remblayage.

a) Méthodes d’exploitation par chambres boisées ou charpentées sans remblayage

Le premier groupe comprend les méthodes dans lesquelles le vide de l’exploitation est maintenu au moyen du seul soutènement artificiel ; dans ce cas, s’il y a remblayage, ce

remblayage n'est pas destiné à soutenir les terrains mais résulte de l'abandon de la roche stérile abattue en même temps que le minerai dans le vide de l'exploitation. Dans les méthodes appartenant à ce groupe, le soutènement sert également à l'installation d'un plancher de travail sur lequel se tiennent les ouvriers.

En pratique, les méthodes d'exploitation par chambres boisées ou charpentées sans remblayage sont employées pour l'exploitation des gites filoniens dont la puissance est inférieure à 5 m.

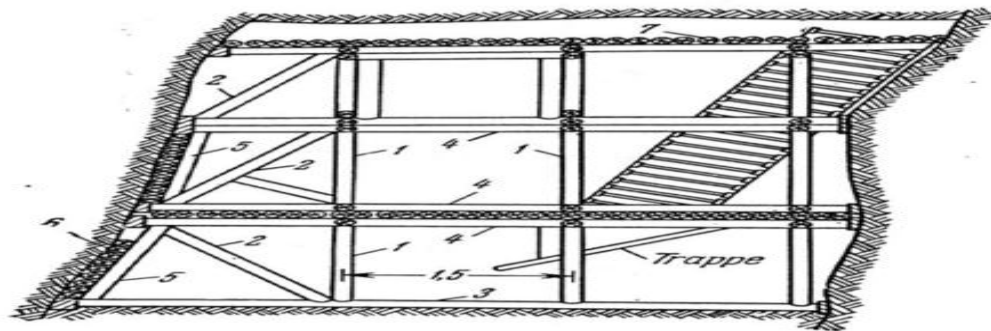


Figure IV.01: Schéma d'exploitation par chambres boisées [1].

Nomenclature

1- Etais verticaux ;	4- Poussards transversal ;	6- Garnissage ;
2- Poussards diagonal ;	5- Montants placés coté toit ;	7- Bois ronds formant le plancher.
3- Semelle ;		

b) Méthodes d'exploitation par chambres boisées ou charpentées avec remblayage

Les méthodes d'exploitations par chambres boisées ou charpentées avec remblayage sont celles où, pour soutenir le vide créé par l'exploitation, on procède à la mise en place d'un soutènement artificiel et au remblayage de manière permanente et systématique. Le soutènement est placé au fur et à mesure de l'abattage du minerai, il sert à maintenir le toit et les épontes à l'emplacement de travail. Ces méthodes sont employées pour l'exploitation des gisements puissants.

2) Méthode d'exploitation par chambre charpentée avec remblayage « avec boisage poussardé ou avec charpentes »

Lorsqu'on emploie les méthodes avec boisage poussardé ou avec charpentes, l'étage d'une hauteur de 30 à 40 m est découpé au moyen de voies ascendantes en blocs dont la longueur comptée en direction est de 30 à 50 m. Les blocs sont exploités en chassant simultanément de deux cotés à partir de la voie ascendante.

Les filons minces et moyens sont exploités avec mise en place d'un boisage poussardé ; pour les filons plus puissants, on emploie les charpentes (cubes de soutènement).

Ces deux méthodes peuvent être employées avec un remblayage ultérieur du vide de l'exploitation.

✓ Avantages et inconvénients

Les Avantages :

- ✓ Bonne sécurité des ouvriers pendant les travaux ;
- ✓ L'aération des chantiers d'abattage se fait sans difficulté.

Inconvénients :

- ✓ Faible rendement du bloc ;
- ✓ Grande consommation du bois ou charpentes ;
- ✓ Les méthodes par chambres boisées ou charpentées sont onéreuses.

IV.2.2.2. Méthodes d'exploitation par chambres remblayées

Ces méthodes sont celles dans lesquelles le vide créé par l'exploitation est comblé par un remblai qui remplace le minerai enlevé et maintient les épontes.

a) Paramètres d'application de la méthode :

- ✓ Caractéristiques du minerai : le minerai doit être dur et moyennement dur ;
- ✓ Caractéristiques de la roche encaissant : faibles résistances des roches stériles ;
- ✓ La forme de gisement : tabulaire et peut être irrégulier, discontinu ;
- ✓ Pendage : Le pendage de gisement doit être supérieur à 45° ;

- ✓ Dimension de gisement : gisement de puissance allant de 2 à 30 m et inférieur à 1,2 à 2,4 km de profondeur ;

Le remblayage peut être effectué de deux manières :

- ✓ En même temps que les travaux d'exploitation, au fur et à mesure du déplacement du chantier ;
- ✓ Après l'enlèvement du minerai dans un secteur déterminé.

b) Principe de la méthode

La méthode doit permettre d'accéder dans les parties verticales du gisement tout en assurant la sécurité du personnel. Le gisement est attaqué du bas, et l'exploitation remonte le long du filon. La méthode s'accompagne généralement de remblaiement des zones exploitées.

Une fois l'abattage et le déblocage terminé, les vides sont remblayés de manière à former un plancher de travail pour la foration de la volée suivante et assurer le soutènement des chambres.

c) Travaux préparatoires

Travaux préparatoires comprennent le creusement au niveau principal : une galerie de roulage en direction, la pratique d'une saignée à la base du gisement et la mise en place de drains en vue de remblayage hydraulique, le creusement d'un plan en spirale avec accès aux chantiers ainsi que le creusement d'une cheminée à remblai et d'aérage entre le niveau en exploitation et le niveau supérieur.

L'abattage peut se faire par gradins renversés, les vides étant remblayés avec des matériaux secs ou humides. Le minerai est abattu par tranches de 3 à 4 m d'épaisseur, par tir de mines.

Les vides sont remblayés avec du sable (stérile) amené dans la mine par des canalisations en plastique. Les vides sont presque complètement remplis, le sable formant une surface suffisamment dure pour les travaux.

d) Types de méthodes et de remplissage

Il existe de nombreuses méthodes d'exploitation et de remplissage et de nombreuses combinaisons hybrides.

Voici un ensemble de descripteurs de base :

✓ **Progression verticale de l'exploitation minière**

1) Exploitation en montant (au-dessus du remblai) ;

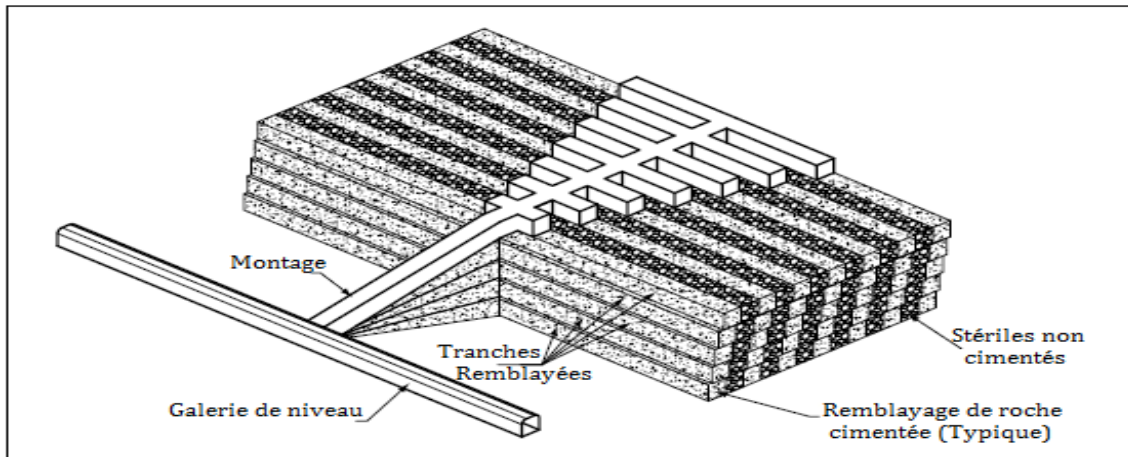


Figure IV.03 : Méthode d'exploitation par chambre montante remblayée.

2) Exploitation en descendant (sous le remblai).

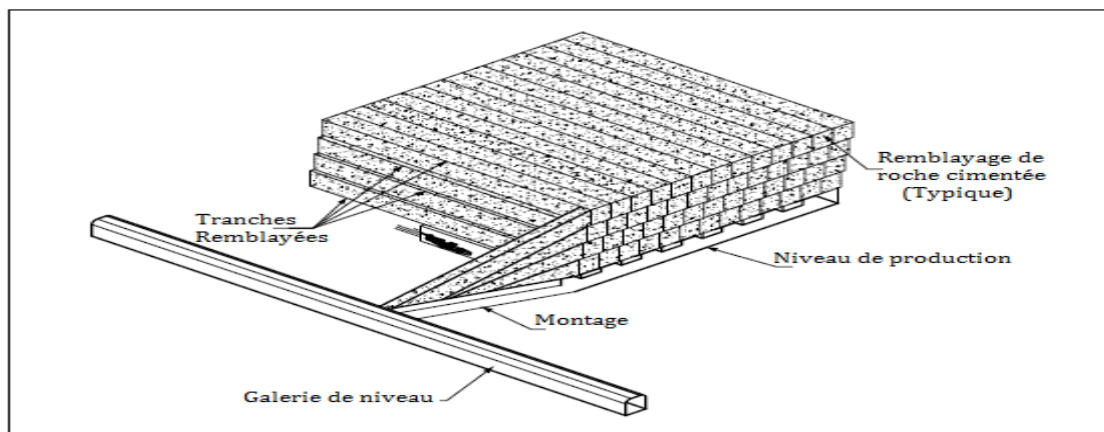


Figure IV.04 : Méthode d'exploitation par chambre descendante remblayée.

e) **Type de remplissage**

- 1) Remblai cimenté ;
- 2) Remblai non cimenté ;
- 3) Remplissage de sable (hydraulique).

L'exploitation par chambres remblayées est extrêmement flexible et diverses combinaisons de méthodes d'extraction et de remplissage peuvent être utilisées pour faire face à des situations minières spécifiques. Cependant, certaines combinaisons ne sont pas réalisables, comme la méthode d'exploitation en descendant remblayée de roche non cimenté.

IV.2.3. Méthode d'exploitation retenue pour le filon N° 10

La décision à prendre en matière de choix de la méthode est une situation fréquente, puisqu'elle se présente non seulement pour un nouveau gisement, mais à chaque fois qu'un paramètre important connaît une variation sensible exigeant pour le moins une adaptation de la méthode précédente. En se basant sur les propriétés du minerai et des roches encaissantes, ainsi que des possibilités techniques de la mine (prix de revient, taux de récupération du minerai, sécurité ...), la méthode retenue pour l'exploitation du filon N° 10 du gisement d'Ain Mimoun est par chambres remblayées, ainsi que l'entreprise voie que la méthode d'exploitation par sous-niveaux abattu est la plus adéquate qui peut provoquer des dégâts comme l'affaissement et l'effondrement ...

IV.2. Travaux de foration et de tir

IV.2.1. Mode d'abattage

L'abattage 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) [10].

IV.2.1.1. Choix du mode d'abattage

Le choix du mode d'abattage des roches dépend [15]:

- ✓ 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 [11]:

- ✓ 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.

IV.2.1.2. Mode d'abattage retenu pour le filon N° 10

D'après les critères de choix de la méthode d'abattage des roches, le filon N° 10 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).

IV.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 [20].

IV.3.3.5. 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.

Les tableaux ci-dessous représentent les caractéristiques et les dimensionnements du TEMEX :

Tableau IV.02 : Les caractéristiques d'explosif TEMEX [17].

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 IV.03: les dimensionnements de la cartouche [17].

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

IV.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 [17].

Sur un plan de tir souterrain il doit figurer [18]:

- ✓ 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.

IV.4.1. Classification des paramètres de tir

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 IV.04 : Les paramètres de tir [21].

Paramètre contrôlable	Paramètre incontrôlable ou difficilement contrôlable
Paramètres géométriques	Paramètres de massif en place
Type d'ouvrage Section Nombre de tir de mine Longueur de trou de mine 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	Géologie Résistance et propriétés de matériaux Discontinuité préexistant dans un massif
Paramètres liés à l'énergie explosive	Autres
Type d'explosif utilisé Energie (choc, gaz) Configuration de chargement Méthode de chargement Type d'amorçage Séquence d'initiation	Temps

IV.4.2. Méthode de conception d'un plan de tir

Plusieurs méthodes sont utilisées pour déterminer les schémas de tir [15] :

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

IV.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 Holmberg publie le modèle complémentaire en (1982), adapté après par Persson et AL (2001) [9].

IV.4.2.2. 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 [8].

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 [8].

- ✓ **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.

La figure ci- dessous représente les différentes sections dans le tunnel ou galerie.

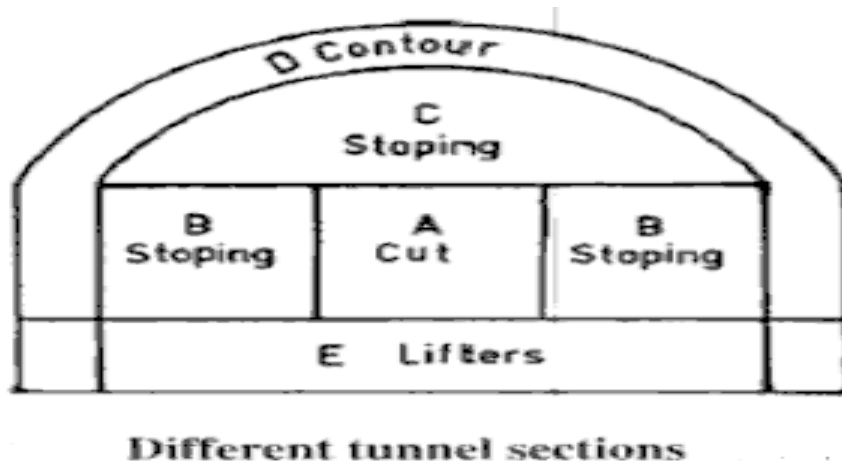


Figure IV.05: Différentes sections d'une galerie [8].

IV.4.2.3. 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 ;

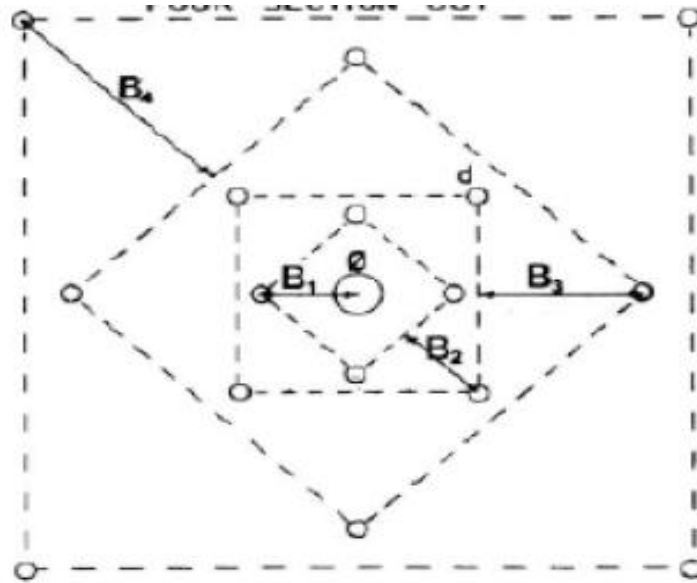


Figure IV.06: Le découpage de la section de bouchon en quatre sections [8].

- ✓ Si la surface est inférieure à 10 m^2 le bouchon sera divisé en deux, comme il figure dans le schéma ci-dessous.

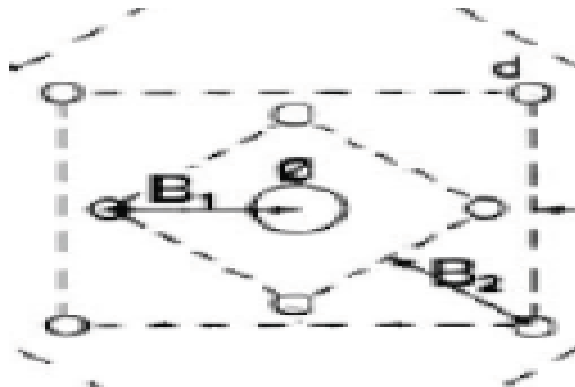


Figure IV.07: Le découpage de la section de bouchon en deux sections.

IV.4.3. Dimensionnement d'un plan de tir

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 couts 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 le filon N° 10 ;
- ✓ Pendage du corps minéralisé 75° à 85° ;
- ✓ Epaisseur moyen du corps minéralisé : 2,025 m ;
- ✓ Roche encaissante un complexe marno-calcaire ;
- ✓ Mode d'abattage par explosif ;
- ✓ Méthode d'exploitation par chambre montante remblayée.

IV.4.3.1. 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

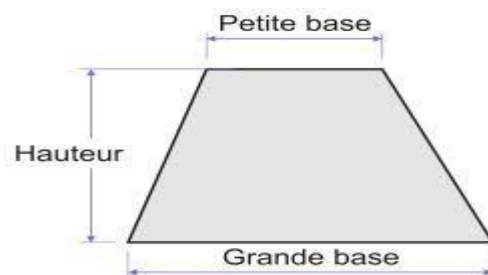


Figure IV.08 : la forme d'une galerie de roulage.

Sachant que :

- ✓ La section est trapézoïdale ;
- ✓ 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.

$$S = \frac{(c + b) \cdot h}{2} \dots\dots\dots (IV.04)$$

A N :

$$S = \frac{(2,2 + 3,2) \cdot 2,7}{2}$$

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

✓ Cheminée

Sachant que :

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

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

A N :

$$S = 2 * 2$$

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

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 $\Phi_{\text{vide}} = 76 \text{ mm}$;
- ✓ Diamètre équivalent $\Phi_{\text{équ}}$:

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

Sachant que :

Φ_{vide} : Diamètre des trous vides (mm);

$\Phi_{\text{équi}}$: Diamètre équivalent de vide, variant entre 105 et 125 mm;

N : nombre des trous vides qui égale à 2 trous vides.

AN :

$$\Phi_{\text{équi}} = 107,48 \text{ mm}$$

- ✓ Diamètre de la charge $\Phi_c = 30 \text{ mm}$ TEMEX I ;
- ✓ Diamètre de foration $\Phi_f = 40 \text{ mm}$;
- ✓ 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 :

$$E = 0,03 * 1,2 + 0,01$$

$$E = 46 \text{ mm}$$

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

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

Tableau IV. 05: 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	$B_1 = 1,7 * \Phi_{\text{équi}}$	$X_1 = 2^{1/2} * B_1$	$S_{t1} = 10 * \Phi_f$
	2 ^{ème} Section	$B_2 = (2^{1/2} * B_1 + 2 * X_1) / 2$	$X_2 = 2^{1/2} * B_2 * 1,5$	$S_{t2} = 10 * \Phi_f$

Abattage	Abattage	$B= 0,012*[(2* \gamma_c/\gamma_r)+1,5]*\Phi_c -E$	$S=1,1*B$	$S_{ts}= 0,5*B$
contour	Couronne	$B= 0,012*[(2* \gamma_c/\gamma_r)+1,5]*\Phi_c -E$	$S=0,8 * B$	$S_{ts}= 0,5*B$
	Paroi	$B= 0,012*[(2* \gamma_c/\gamma_r)+1,5]*\Phi_c -E$	$S=0,8 * B$	$S_{ts}= 0,5*B$
	Radier	$B= 0,012*[(2* \gamma_c/\gamma_r)+1,5]*\Phi_c -E$	$S=0,8 * B$	$S_{ts}= 0,5*B$

Tableau VI.06: 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 VI.07: 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 AUTOCAD.

IV.4.4. Bourrage

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.

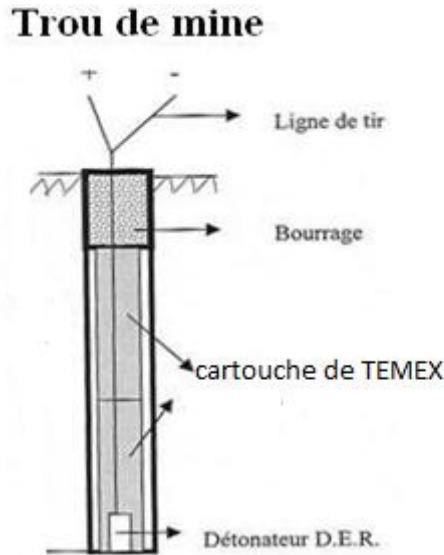


Figure IV.11 : Trou de mine.

IV.5. Estimation de la consommation spécifique d'explosif

IV.5.1. Selon la méthode soviétique classique :

$$q = C * k_{ex} * k_{sd} * k * k_{ch} * k_a * k_d \dots \dots \dots (IV.08)$$

Sachant que:

C : la résistance au tirage (Kg/m³);

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 IV.08: La résistance au tirage.

Roche	C (kg/m ³)
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

Dans notre cas on prend $C = 0,35$ à $0,4$

$C = 0.4$ (Kg/m^3);

k_a : Coefficient tenant compte de la dimension maximal admissible des blocs de la roche abattue ;

tel que :

$K_d = 0,5 / d_{\max}$, avec d_{\max} : 80% de l'ouverture de concasseur primaire (m) ;

$$K_d = 1.56$$

k_a : Coefficient tenant compte de l'angle de pendage de la couche exploité ;

Tel que :

$K_a = 1 - 0,1 \sin(2\alpha)$, avec α : l'angle de pendage du filon (0.75 à 0.85°) ;

$$K_a = 0,97$$

k_{ch} : coefficient de tassement de l'explosif utilisé ;

Tel que :

$$k_{ch} = K_r * \Phi / \Phi_c \dots\dots\dots (IV.09)$$

Avec :

K_r : coefficient de remplissage du trou par explosif (varie entre $0,5$ et $0,6$) ;

Φ : Diamètre de trou de mine (mm);

Φ_c : Diamètre de la cartouche d'explosif (mm);

$$K_{ch} = 0,67$$

k_{ex} : Coefficient d'utilisation pratique de l'explosif utilisé ;

$$K_{exp} = 1$$

k_{sd} : Coefficient tenant compte de nombre de surface libre entourant les trous de mine ;

Tel que :

$$k_{sd} = (0,665)^{n-1} \dots \dots \dots (IV.20)$$

Avec :

n : nombre de surface libre ;

$$K_{sd} = 1$$

k : Coefficient tenant compte de la masse volumique des roches (t/m^3) ;

Tel que :

$$K = \gamma / 2,16 \dots \dots \dots (IV.21)$$

avec γ : la masse volumique de la roche ;

$$K = 1,94$$

La consommation spécifique de l'explosif est :

$$Q = 0,79 \text{ kg/m}^3$$

D'après les calculs on a trouvé que la consommation spécifique utilisé au niveau de la mine de Ain Mimoun qui est de l'ordre de $1,6 \text{ kg/m}^3$ est deux fois plus que la consommation spécifique calculé.

IV.5.2. La charge linéaire de l'explosif

Le calcul de la charge linéaire de l'explosif pour la galerie et la cheminée est donné par la relation suivante :

$$Q = [(55 * \Phi_f) / PRP_{ANFO}] * (B_1 / \Phi_{\text{équi}})^{3/2} * (B_1 - (\Phi_{\text{équi}} / 2)) * (c / 0,4) \dots \dots (IV.22)$$

Sachant que :

Q : la charge linéaire de l'explosif (kg/ml) ;

PRP_{ANFO} : puissance relative à l'ANFO $\rightarrow PRP_{ANFO} = 0,78$;

$$c=0,4 \text{ kg/m}^3;$$

$$B_1= 0,182 \text{ m}$$

AN :

$$Q = [(55 * 0,04) / 0,78] * (0,182 / 0,107)^{3/2} * (0,182 - (0,107 / 2)) * (0,4 / 0,4)$$

$$Q= 0,803 \text{ Kg/m.}$$

Conclusion

Pour conclure, le filon N° 10 est situé dans des terrains instables qui influe généralement sur notre choix et aussi on tenant compte du coté technique la méthode d'exploitation par chambre montante remblayée est la plus adéquate pour notre cas.

Une connaissance approfondie sur les caractéristiques d'explosifs utilisés, accessoire de tir ainsi que le dimensionnement des ouvrages miniers nous a permis de choisir la méthode suédoise pour que le schéma de tir puisse être fait.

Conclusion générale

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

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° 10.

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

Au terme de notre projet de fin d'études : « L'ouverture et l'exploitation du filon N° 10 cas de la mine de Ain Mimoun Wilaya de kenchela » 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, pour le filon N° 10 ils ont obtenu les quantités des réserves géologiques, exploitables et récupérables qui sont successivement les suivants (270598 t, 240953 t et 144572 t).
- ✓ La situation du filon N° 10 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 en deux niveaux, le niveau inférieur 1815 m et le niveau supérieur 1855 m avec un soutènement par cadre en bois et un système d'aérage naturel.
- ✓ Parmi l'ensemble des méthodes d'exploitation, eu égard à ses avantages et les caractéristiques du filon N° 10, la méthode d'exploitation par chambre montante remblayée est choisie pour l'exploitation du filon N° 10.
- ✓ 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.

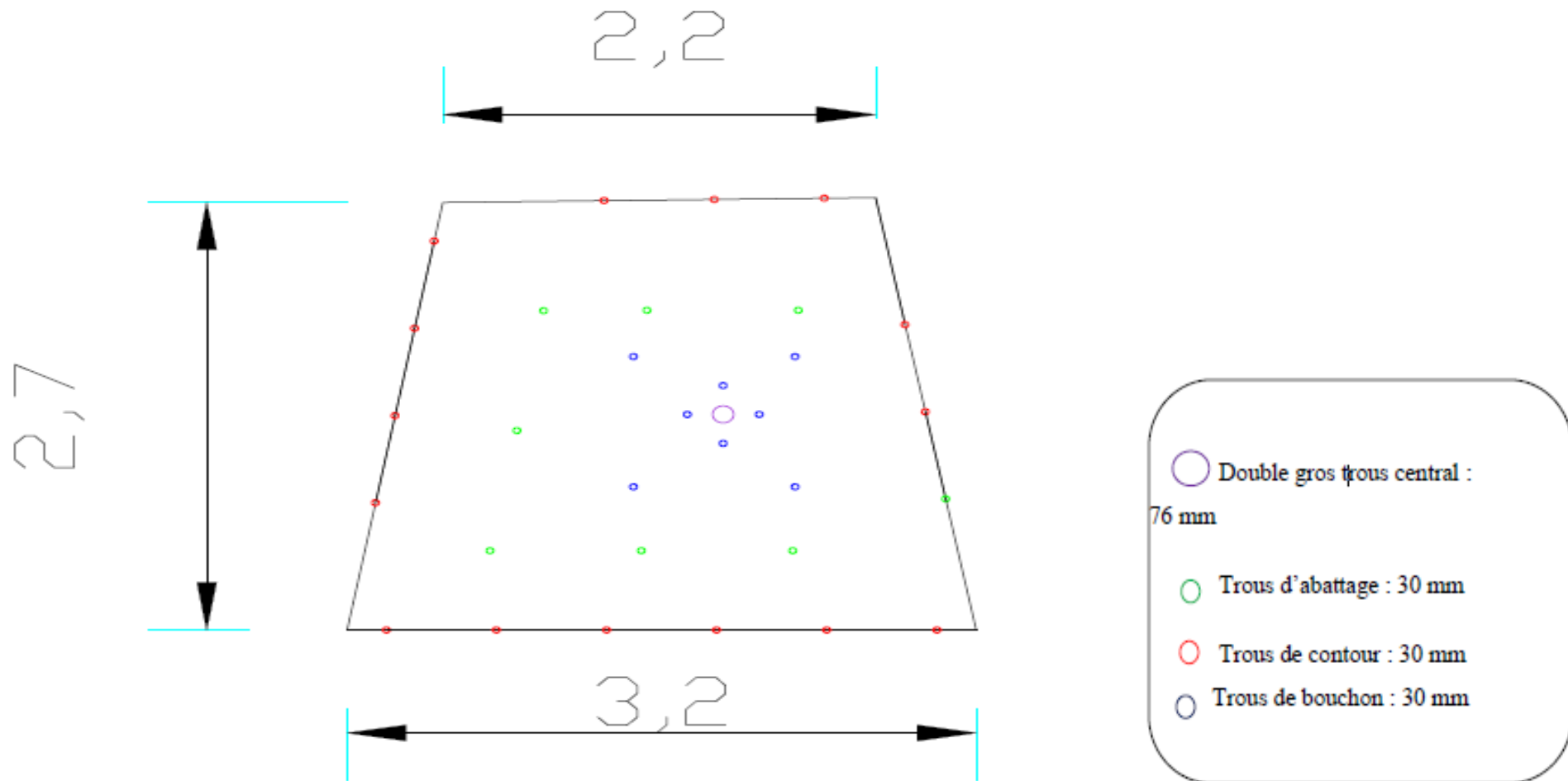


Figure IV.09 : Plan de tir pour une galerie.

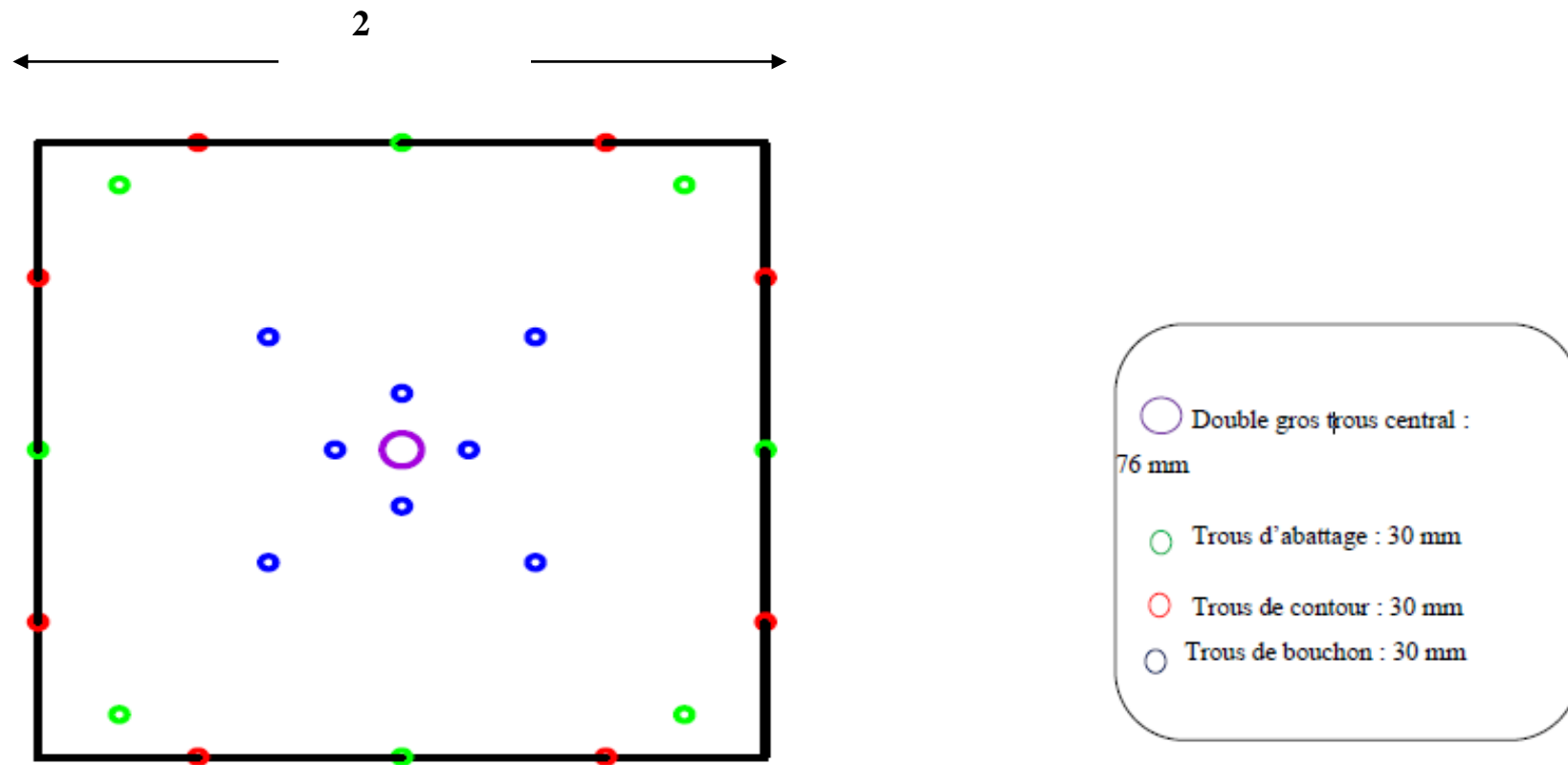


Figure IV.10 : Plan de tir pour une cheminée.

Résumé

Ce projet de fin d'étude est consacré, à présenter les travaux d'ouvertures et d'exploitation d'un nouveau filon dénommé filon N° 10 de la mine de Ain Mimoun Wilaya de Khenchela qui s'occupe de la production de la baryte.

L'objectif de ce travail est de choisir le mode d'ouverture et la méthode d'exploitation qui convient au filon N° 10.

A cette effet, nous avons choisi le mode d'ouverture par galerie au jour en deux niveaux (1815 m et 1855 m), la méthode d'exploitation par chambre montante remblayée et l'utilisation de la méthode Suédoise dans les calculs pour les différents dimensionnements des ouvrages, pour assurer une exploitation sur et rentable.

Mots clés : Barytine, Exploitation souterrain, Méthode suédoise, Filon, Chambre.

ملخص

هذه المذكرة من شأنها تقديم مختلف الاعمال لفتح واستغلال عرق جديد المسمى عرق رقم 10 لمنجم عين ميمون ولاية خنشلة لإنتاج معدن الباريت.

ان الهدف من هذه الدراسة هو اختيار طريقة الفتح والاستغلال المناسبة للعرق رقم 10 ومن اجل هذا قمنا باختيار طريقة الفتح المتمثلة في نفق يومي مع مستويان (1815 م و 1855 م) ، طريقة غرفة الردم الصاعدة للاستغلال واستعمال الطريقة السوفياتية في الحسابات لمختلف ابعاد المشروع من اجل انتاج مربح.
الكلمات الرئيسية: الباريت، الاستغلال تحت الأرض، الطريقة السوفياتية، عرق، غرفة.

Abstract

This memory is dedicated to presenting the works opening underground and the exploitation of the new seam called seam N° 10 of the mine Ain Mimoun Wilaya of khenchela producer of baryte.

The objective of this work is to choose the mode of opening and the mining underground method for the seam N° 10.

For that, we choose the opening underground by daily gallery in tow level (1815 m and 1855 m), the mining underground method by fill and rising room and the utilization of Swedish method for the different calculation to mining dimension, to insure a profitable exploitation.

Key words: Baryte, underground exploitation, Swedish method, Seam, Room.