



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 Génie Minier

Option : Exploitation minière

Présenté par

- *CHEGRA Nassim*
- *BENABDESLAM Moussa*

Thème

***Etude Technico-économique de production de
la Baryte :
Cas de la mine de Boucaid-Tissemsilt***

Soutenu le 11/10/2021 devant le jury composé de :

Président : Mr. B AYADEN	M.A.A	U.A.M.B
Promoteur : Mr. O DJEZEIRI	M.A.A	U.A.M.B
Examineur : Mr. A SAADOUN	M.C.B	U.A.M.B

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciement

Dieu merci pour nous avoir donnés la santé, la volonté et le courage sans lesquels ce travail n'aurait pas être réalisé.

On tient tout d'abord à remercier Monsieur **Omar DJEZAIRI**, pour son encadrement bénéfique et ses conseils judicieux qui nous ont été d'une grande utilité, qu'il trouve ici, l'expression de nos profondes reconnaissances.

Nos sincères remerciements vont aussi à Monsieur **AYADEN. B** pour avoir accepté de présider le jury de notre mémoire.

Un grand merci à Monsieur **SAADOUN. A** pour avoir accepté d'examiner ce mémoire. On le remercie pour son aide et sa gentillesse

Nos remerciements vont également à Monsieur **Mohamed BENDINNE** chef de service d'exploitation de l'unité de BOUCAID de nous avoir accepté parmi eux.

Nos pensées les plus chaleureuses à l'ingénieur d'exploitation au sein de la mine **Younes kAMEL**, et le géologue **Toufik BOUGANA**, pour leurs efforts inestimables tout au long de la période de stage.

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes chers parents qui m'ont notablement encourage à poursuivre mes études,

Nous ne pouvons passer sous silence sans remercier chaleureusement nos familles pour leur soutien moral et physique qu'ils nous ont fourni tout le long de la réalisation de ce travail.

Nassim et Moussa

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*En premier lieu à ma chère mère qui m'encourage et qui m'entoure
d'amour.*

*Mon très cher père qui m'a favorisé tous les moyens pour ma réussite
dieu le garde.*

Mes chers frères et sœurs: Nadjim, Leila et Céline.

Mon cousin : Amhamed.

A toute la famille adorable "CHEGRA "

Mes meilleurs amis : Moussa, Yamine et Soufian, Mhenni.

A toutes les personnes de département des Mines et Géologie.

NASSIM

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*En premier lieu à ma chère mère qui m'encourage et qui m'entoure
d'amour.*

*Mon très cher père qui m'a favorisé tous les moyens pour ma réussite
dieu le garde.*

Mes chers frères, sœurs et cousins.

Mes meilleurs amis : Nassim, Yanis et Soufian, Yamine.

A toutes les personnes de département des Mines et Géologie.

MOUSSA

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 : Localisation géographique de la mine de Boucaid	04
Figure I.2 : Echantillon de baryte de la mine de Boucaid (année 2021)	04
Figure I.3 : Carte Géologique de l'Ouarsenis.....	07
Figure I.4 : La litho-stratigraphie de l'Ouarsenis.....	09
Figure I.5 : Localisation les niveaux de gisement Lakhdar.....	13
Figure I.6 : Localisation des niveaux de gisement Nord.....	15

Chapitre II : Processus d'exploitation et Condition technico-minières

Figure II.1 : Schéma explicatif de la méthode des chambres et piliers	18
Figure II.2 : Schéma explicatif de la méthode des sous niveau abattu	19
Figure II.3 : Schéma explicatif de la méthode des chambres magasins	19
Figure II.4 : Pelle sur rail et locotracteur et Wagonnet	22
Figure II.5 : Pelle et camion pour le chargement du tout-venant à l'extérieur de la mine.....	23
Figure II.6 : Lampes électrique	30
Figure II.7 : Locotracteur électrique.....	31
Figure II.8 : Soutènement dans le Gisement Lakhdar.....	31
Figure II.9 : Soutènement dans le Gisement Nord.....	31
Figure II.10 : Schéma technologique de traitement de la baryte de Boucaid.....	33

Chapitre IV : Identification des coûts et Indications financière de l'entreprise

Figure IV. 1 : Coûts totaux dans une entreprise	43
--	----

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I.1 : Caractéristiques physico-chimique de la baryte.....	05
Tableau I.2 : Les coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M du gisement Lakhdar.....	11
Tableau I.3 : Réserves géologiques et exploitables clôturés au 31/12/2019	13
Tableau I.4 : Les coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M du gisement Nord.....	14
Tableau I.5 : Réserves géologiques et exploitables clôturés au 31/12/2019.....	15

Chapitre II : Processus d'exploitation et Condition technico-minières

Tableau II.1 : Nombre de Piste d'accès et les Plates-formes de stockage.....	20
Tableau II.2 : Nombre des trous de mines pour chaque ouvrage minier.....	21
Tableau II.3 : Principaux Paramétré de tir.....	21
Tableau II.4 : Caractéristiques techniques des engins de chargement	23
Tableau II.5 : Production de l'entreprise minière (mine de Boucaid)	25
Tableau II.6 : Temps de cycle pour chaque niveau.....	26
Tableau II.7 : Production par poste pour chaque niveau.....	27
Tableau II.8 : Test de qualité et de conformité.....	34

Chapitre III : la législation et l'économie minière

Tableau III.1 : Barème de base de la taxe superficiare.....	38
Tableau III.2 : Barème du droit d'établissement d'acte.....	39
Tableau III.3 : Taux de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles.....	40
Tableau III.4 : Taux d'Amortissement des couts de recherche et de développement suivant la loi minière 2001.....	41

Chapitre IV : Identification des coûts et Indications financière de l'entreprise

Tableau IV.1 : Coefficient dépend de la durée d'amortissement.....	45
Tableau IV.2 : Frais d'acquisition et Amortissement des matériels.....	46
Tableau IV.3 : Frais d'acquisition des matériels déjà amorti.....	47
Tableau IV.4 : Structure de l'effectif de l'unité ENOF Boucaid.....	49
Tableau IV.5 : Coûts fixes annuels de l'entreprise.....	49
Tableau IV.6 : Les frais des consommable au niveau de la mine.....	50
Tableau IV.7 : Taxes annuels de cette l'entreprise minière	51
Tableau IV.8 : Représentation des résultats d'entreprise.....	53

Liste d'abréviations et symboles

ENOF : Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles ;

SONAREM : Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière ;

SOMIBARE : Société des Mines de Baryte d'Algérie ;

BAREM : Bureau Algérien de Recherche Minière ;

B.G.P : Blende, Galène, Pyrite ;

U.T.M : Universelle Transverse Mercator ;

API : (American Petroleum Institute) est l'un des 600 organismes de normalisation présents aux États-Unis. Celui-ci regroupe les industriels américains du gaz et du pétrole ;

ASGA : Agence du Service Géologique de l'Algérie ;

ANGCM : Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier ;

ANPM : Agence Nationale du Patrimoine Minier ;

ANAM : Agence Nationale des Activités Minières ;

BaSO₄ : Sulfate de Baryum ;

L.B : Livre US

TM : Tonne Métrique

B : Catégorie des réserves prouvées ;

C1 : Catégorie des réserves probables ;

C2 : Catégorie des réserves possible.

Significations	Unités	Notations
P _M	tonne/mois	Production mensuelle.
P _A	Tonne	Production par année.
N _M	12 mois	Nombre de mois/année.
P _J	tonne/jour	Production journalière.
N _J	N _j /année	Nombre de jours ouvrables par année.
P _P	tonne /poste	Production par poste.
N _{p/j}	1 poste	Nombre de poste par jour.
P _H	tonne/heure	Production horaire.
N _{h/j}	7 h	Nombre d'heures par jour.
T	ans	Durée de vie de la mine.
Q _{exp}	t	Réserves exploitables.

Liste d'abréviations et symboles

R _{ch}	m ³ /an	Rendement annuel de la pelle chargeuse.
E _G	m ³	Capacité du godet de la pelle chargeuse.
K _U	%	Coefficient d'utilisation de la pelle.
K _R	%	Coefficient de remplissage du godet de la pelle hydraulique.
T _C	Secondes.	Durée d'un cycle de la pelle chargeuse.
K _F	/	Coefficient de foisonnement de la roche.
N _{Ch}	/	Nombre de chargeuse nécessaires.
R _{Ch}	poste	Rendement de chargeuse par poste.
P _P	poste	Production par poste.
E _c	m ³	Capacité de charge du camion.
E _g	m ³	Capacité du godet de la chargeuse.
P _{vc}	t/m ³	Poids volumique de la charge dans la benne du camion.
P _m	t/m ³	Masse volumique de la roche dans le massif.
K _f	/	Coefficient de foisonnement.
P _b	tonne	Poids de la roche contenu dans la benne du camion.
E _c	m ³	Capacité de charge du camion.
K _r	%	Coefficient de remplissage de la benne du camion.
N _{cy}	cycle	Nombre de cycles effectués par le camion par poste.
T _p	min	Durée d'un poste de travail.
K _u	%	Coefficient d'utilisation du camion.
T _c	min	Durée d'un cycle du camion.
R _c	m ³ /poste	Rendement du camion par poste.
E _c	m ³	Capacité de charge du camion.
N _c	camion	Nombre de camions nécessaires.
CA	DA	Chiffre d'affaire
PA	tonne	Production annuelle.
PV	DA	Prix de vente.
Tr	/	Taux de la provision
R _m	DA/ans	Remise en état de lieu
CF	DA	Coûts fixes
A	DA/ans	Amortissement
C _p	DA/ans	Coûts personnel
EA	DA/ans	Etudes et rapports annuels
CV	DA	Coûts variables
T _s	DA	Taxe superficiare
RDV	DA	Redevance d'extraction
T	%	Taxes

Liste d'abréviations et symboles

Da	DA/ans	Droit d'établissement d'acte.
Pr	DA/tonne	Prix de revient
Mb	DA	Marge brute
R _{BE}	DA/ans	Résultat brut d'exploitation.
R _{NE}	DA/ans	Résultat net d'exploitation.
I _{BM}	%	Impôts sur le bénéfice minier
CFB	DA	Cash-flow brut
VN	DA	Valeur nette
VAN	DA	Valeur actuelle nette
I _p	/	Indice de profitabilité
I ₀	DA	Investissement initial
M _{cv}	DA	Marge sur coûts variables
R _E	DA	Résultat d'exploitation
S _R	DA	Seuil de rentabilité
T _{m_{cv}}	%	Taux de marge sur coût variable.
e	/	Levier opérationnel

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviation

Introduction générale 01

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. Introduction 02

I.2. Historique des travaux..... 02

I.3. Présentation de l'ENOF 03

I.4. Situation géographique de la mine Boucaid 03

I.5. Caractéristiques de la substance exploitée 04

 I.5.1. Caractéristique physico-chimique de la baryte 05

 I.5.2. Domaines d'utilisation 05

I.6. Géologie du gisement 06

 I.6.1. Litho-stratigraphie 07

 I.6.1.1. Le Paléozoïque 07

 I.6.1.2. Le Mésozoïque 07

 I.6.1.2.1. Trias 07

 I.6.1.2.2. Jurassique 08

 I.6.1.2.3. Crétacé inférieur 09

 I.6.2. Tectonique 09

I.7. Caractéristiques et Genèse de la minéralisation..... 10

 I.7.1. Caractère particulier morphologique des gisements 10

I.8. Hydrologie et hydrogéologie..... 10

I.9. Réserves géologiques et exploitables 11

 I.9.1. Gisement lakhdar 11

 I.9.1.1. Présentation générale..... 11

 I.9.1.2. Géologie de gisement lakhdar 12

 I.9.1.3. Réserves Géologique et Exploitable 13

Table des matières

I.9.2. Gisement Nord	14
I.9.2.1. Présentation générale	14
I.9.2.2. Géologie de gisement Nord	14
I.9.2.3. Réserves Géologique et Exploitable	15
Conclusion.....	16

Chapitre II : Processus d'exploitation et Condition technico-minières

II.1. Introduction	17
II.2. Exploitation de la Baryte dans la mine de BOUCAID	17
II.2.1. Description du mode d'ouverture de la mine	17
II.3. Description des méthodes d'exploitation du la mine BOUCAID	17
II.3.1. Exploitation par Chambre et pilier	18
II.3.2. Exploitation par Sous niveau abattu	18
II.3.3. Exploitation par Chambre magasin	19
II.4. Travaux réalisés aux gisements Lakhdar et Nord	20
II.4.1. Travaux préparatoires et d'infrastructures	20
II.4.2. Travaux de tirs.....	20
II.4.2.1. Mode de creusement	20
II.4.2.2. Foration	20
II.4.2.3. Chargement des trous et tir.....	21
II.4.3. Travaux de chargement et de transport.....	22
II.4.3.1. Chargement	22
II.5. Condition technico-minières de la mine	23
II.5.1. Régime de fonctionnement de la mine.....	23
II.5.2. Production annuelle théorique (P_A)	24
II.5.3. Production mensuelle théorique (P_M)	24
II.5.4. Production journalière (P_J)	24
II.5.5. Production par poste (P_P)	24
II.5.6. Production horaire (P_H)	25
II.6. Durée de vie de la mine.....	25
II.7. Dimensionnement du parc engin.....	25

Table des matières

II.7.1. Temps de cycle des wagonnets.....	26
II.7.2. Chargement	26
II.7.2.1. Rendement d'un chargeur R_{ch}	26
II.7.2.2. Nombre de chargeuses nécessaires N_{Ch}	27
II.7.3. Transport	28
II.7.3.1. Rendement du camion R_C	28
II.7.3.2. Nombre de camions nécessaires N_c	29
II.8. Travaux auxiliaire	29
II.8.1. L'aérage de la mine	29
II.8.2. Exhaure	30
II.8.3. L'éclairage	30
II.8.4. Energie utilisée dans la mine	30
II.8.5. Soutènement	31
II.8.6. Travaux d'arpentage	31
II.8.7. Hygiène et Sécurité des travaux	32
II.9. Traitement du minerai baryte	32
II.10. Travaux Laboratoire	34
Conclusion	34

Chapitre III : La législation et l'économie minière

III.1. Introduction	35
III.2. Généralités sur la législation minière en Algérie.....	35
III.2.1. Organismes de l'activité minière	35
a- Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA).....	35
b- Agence Nationale des Activités Minières (ANAM)	35
c- Antennes régionales	36
III.2.2. Procédures de titre minier.....	36
A- Adjudication	36
B- Permis minier de la recherche ou de l'exploitation	36
C- Expert en étude géologique	37
III.3. Contrôle Administratif et Technique	37

Table des matières

III.4. Régime fiscal applicable aux activités minières (Taxes et Impôts)	37
III.4.1. Taxe superficiaire	38
III.4.2. Droit d'établissement d'acte	38
III.4.3. Taux de la redevance d'extraction des substances minérales	39
III.4.4. Droit d'amortissement des travaux	40
Conclusion	41

Chapitre IV : Identification des coûts et Indications financière de l'entreprise

IV.1. Introduction	42
IV.2. Capital de l'entreprise	42
IV.3. Chiffre d'affaire de l'entreprise	42
IV.4. Coûts de l'entreprise	43
IV.4.1. Coûts fixes (Cf)	44
IV.4.1.1. Amortissement	44
a. Amortissement dégressif (Ad)	44
b. Amortissement linéaire (Al)	45
IV.4.1.2. Amortissement des matériels et équipements	45
IV.4.1.3. Amortissement des travaux de recherche.....	47
IV.4.1.4. Amortissement des bureaux administratifs et accessoires	47
IV.4.1.5. Études et rapport annuelles	47
IV.4.1.6. Etude de faisabilité initiale d'ouverture et d'exploitation	48
IV.4.1.7. Remise en état des lieux	48
IV.4.1.8. Frais du personnel	48
IV.4.1.9. Frais de transport des personnels	49
IV.4.2. Coûts variables(Cv)	49
IV.4.2.1. Frais des consommable	49
IV.4.2.2. Taxes	50
IV.5. Prix de revient de la production	51
IV.6. Indications financière de l'entreprise	52
IV.6.1. Marge brute(Mb)	52

Table des matières

IV.6.2. Résultat brut d'exploitation (R_{BE})	52
IV.6.3. Résultat net d'exploitation (R_{NE})	52
IV.6.4. Cash-flow brut (CFB)	52
IV.7. Classification des couts et seuil de rentabilité	53
IV.7.1. Marge sur coûts variables (M_{CV})	53
IV.7.2. Résultat d'exploitation(R_E)	53
IV.7.3 Seuil de rentabilité(S_R)	53
IV.7.4. Levier opérationnel	54
IV.7.5. Valeur nette	54
IV.7.6. Valeur actuelle nette	54
IV.7.7. Indice de profitabilité	55
Conclusion	55
Conclusion générale	56

Références bibliographiques

Annexes

Introduction Générale

Introduction générale

L'industrie minière est une ressource qui pourra à l'avenir jouer un rôle important dans l'économie national sachant qu'à ce jour l'Algérie s'est totalement focalisée sur l'industrie pétrolière, qui représente plus de 95 % de ses exportations.

En Algérie, l'activité minières a connu un développement remarquable depuis les années 70 avec la reprise des travaux d'exploitation dans les mines abandonnées. L'Entreprise Nationale des produits non Ferreux et des substances utiles (l'ENOF), chargée de l'exploitation du gisement de baryte de Boucaïd (Tissemsilt), pour l'importance de la substance et afin de répondre à l'accroissement de demande en matière de baryte surtout dans l'industrie pétrolière.

Notre travail a pour but d'élaborer une étude technico-économique de la production de baryte de la mine de Boucaïd.

Dans cette étude nous allons déterminer les différents paramètres technico-économiques tel que le nombre des camions, la production annuelle et le mode d'abattage, le chiffre d'affaire, le prix de revient de production, cash-flow, valeur actualisée nette, le taux de rentabilité interne, Indice de profitabilité et de voir leur sensibilité à travers les variations des données de base (Production, Tout venant, teneur en baryte, investissement).

Notre travail se compose de quatre chapitres. :

- ✓ Le premier chapitre est le résultat d'une étude bibliographique où nous présentons la géologie régionale et locale de ce gisement avec ses réserves.
- ✓ Le deuxième chapitre est basé sur le processus d'exploitation et conditions technico-minières où nous exposerons, les méthodes et le planning d'exploitation, le déroulement des travaux miniers, le plan de tir et le dimensionnement des équipements utilisés.
- ✓ Le troisième chapitre est pour but de donner des définitions et des explications sur la législation et l'économie minière.
- ✓ Et nous finalisons notre travail avec le quatrième chapitre qu'est basé sur l'étude économique de cette entreprise (Identification des coûts et Indications financière de l'entreprise).

Nous terminons notre étude par une conclusion générale.



**Chapitre I : Présentation de
la zone d'étude**

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1. Introduction

La demande en baryte augmente d'une façon exponentielle. A cet effet, l'industrie minière en Algérie s'occupe de l'exploitation de ce type de minerai. La mine de Boucaid (wilaya de Tissemsilt), fait l'objet de cette exploitation.

Dans ce premier chapitre, nous allons exposer la géologie régionale du massif de l'Ouarsenis, ainsi la situation géographique des gisements Nord et LAKHDAR qui feront l'objet de notre étude.

I.2. Historique des travaux

Les gisements de l'Ouarsenis, ont été cités en 1743 dans les récits du grand voyageur, Shaw. En 1880, et dans une importante liste d'indices qui a été dressé par les autorités coloniales, les amas calaminaires du Grand Pic de l'Ouarsenis, figuraient déjà en tête de liste. Les filons du Grand Pic de la mine de Boucaid ont été signalés en 1856, ceux de belkheiret en 1860 et celui d'Abdelkader en 1863. Une demande de permis de recherche a été introduit en 1872 par les nommés Terrailon et Cahen, mais ces derniers ont abandonné la région, sans entamer leurs travaux.

C'est en 1886 que la société de VIEILLE MONTAGNE obtient l'autorisation de recherche, et qu'elle procéda à la reconnaissance rationnelle de ces gisements qui lui ont été concédés en 1890. Dans cette période l'exploitation basé sur l'extraction des polymétaux (Pb-Zn), qui a connu son apogée dans les année 1940 suite aux études réalisées par le géologue français M. Fourmel, la deuxième période a démarré avec la nationalisation des mines qui est intervenue le 06 mai 1966. La mission de développement et de relance de l'activité de la mine a été confiée au **BAREM** (Bureau Algérien de Recherche Minière).

La SONAREM lui succéda une année plus tard, et engagea un important programme de recherche dans la région. L'exploitation du Zinc s'est poursuivi jusqu'à épuisement total des réserves en 1976. Les quantités produites par la mine ont été en moyenne de 8 000 tonnes par an.

Les travaux de recherche menés par la **SONAREM** ont mis en évidence un important gisement de Baryte, qui a permis de reconverter la mine qui employait plus de 350 travailleurs en unité de production de la Baryte en 1976.

La restructuration de SONAREM en 1983, a donné naissance à l'entreprise **ENOF** qui hérita des unités de production de la baryte dont l'unité Boucaïd. A son tour et dans le cadre de sa restructuration en filiale en 2001, l'ENOF donna naissance à la Filiale **SOMIBAR** qui hérita la mine de Boucaïd en même temps les mines de Ain Mimoun et de Mellal.

La mine de Boucaïd est aujourd'hui une unité prospère [1].

I.3. Présentation de l'ENOF

Le groupe ENOF (Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles) crée le 16 juillet 1983 exploite 18 mines et carrière et possède 2 unités de productions de Baryte qui sont [23] :

- ❖ Unité AIN MIMOUNE (KHENCHLA).
- ❖ Unité BOUCAID (TISSEMSILTE).

L'Unité de BOUCAID s'occupe de l'exploitation et la commercialisation de la baryte, elle constitue de [2] :

- ❖ Gisement LAKHDAR (présence de filons et amas).
- ❖ Gisement AMMAL (corps filonien).
- ❖ Gisement NORD (corps filonien)
- ❖ Gisement de Sidi Bel Abbes (corps filonien)
- ❖ Gisement Sidi Ouadhah (corps filonien)
- ❖ Gisement Grand Pic (forme irrégulière).

I.4. Situation géographique de la mine Boucaïd

Le champ minier de l'Ouarsenis est situé à 250 km au Sud-Ouest d'Alger, c'est la partie la plus élevée du massif appartenant au système montagneux de l'atlas tellien (**Figure I.1**) Le relief est très accidenté, avec des dénivelées de 500 à 900 m, ce qui explique les conditions d'affleurement excellentes, dont les formes positives de la topographie sont constituées d'époinçements de roches Jurassiques composées le plus souvent du calcaire. Ces derniers affleurent sous forme de crêtes étroites et de sommets rocheux. Les massifs sont peu boisés et la végétation n'est observée qu'au pied des montagnes [3].

Les influences continentales méridionales s'opposent dans l'Ouarsenis aux influences maritimes d'origine septentrionale déjà fortement affaiblies par les reliefs du littoral et par la plaine intérieure Chelif. Mais grâce aux importants reliefs, la pluviosité reste notable au cœur de l'Ouarsenis (plus de 600 mm par an), et un été torride. Les cotes absolues atteignent 1985 m [4].



Figure I.1 : localisation géographique de la mine de Boucaïd [22].

I.5. Caractéristiques de la substance exploitée

La baryte décrite en 1800 par le minéralogiste allemand **Carl Karsten**, la barytine doit son nom au **grec ancien** signifiant « lourd ». Ce nom est utilisé pour la première fois au 19^{ème} siècle pour caractériser un minéral qui formait une gangue dans certains gîtes métallifères [24].

La Barytine (ou Baryte) est un minéral tendre mais lourd avec une densité de 4,48, d'origine Hydrothermal, pas soluble dans l'eau et opaque aux rayons X, présente un éclat vitreux à nacré, légèrement teinté de blanc, gris, jaune ou brunâtre d'une poussière blanche et dont sa formule chimique est $BaSO_4$ (**Figure.02**) [5].



Figure I.2 : Echantillon de baryte de la mine de Boucaïd .

I.5.1. Caractéristique physico-chimiques de la baryte

Les caractéristiques physico-chimiques de la baryte sont résumées au tableau ci-après.

Tableau I.1 : Caractéristiques physico-chimique de la baryte [6].

Nomenclature	Barytine
Composition chimique	BaSO ₄
Système cristallin	Orthorhombique
Dureté	3.5
Densité	3.5 – 4.48
Cassure	Irrégulière
Trait	Blanc
L'éclat	Vitreux
Couleur	blanche et gris
L'insolubilité	Insoluble
Teneur	70 à 85,79%
Résistance au choc	Fragile

I.5.2. Domaines d'utilisation

a-Boues de forage :

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 ». [7].

b-Charge minéral :

L'emploi comme charge minérale dans une grande variété de produits, comme peintures, papier, caoutchouc, plastique, barrières de protection contre les rayonnements et matériaux de friction [8].

c-Génie civil :

La barytine est utilisée dans la confection de bétons lourds et de briques barytées, ayant une masse volumique de 3 200 kg/m³ (contre 2 300 kg/m³ pour un béton classique).

d- Peinture :

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

e-Médecine et pharmacie :

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).

f-Autres utilisations :

Le carbonate de baryum 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 [8].

Remarque : Environ 75-80% de la baryte extrait à unité de Boucaid est utilisé comme la boue de forage pétrolier.

I.6. Géologie du gisement

Le massif culminant de l'Ouarsenis est constitué essentiellement de formations sédimentaires d'âge jurassique avec des couches retournées qui affleurent à la surface sous forme de massifs isolés parmi les terrains crétacés (**voir la figure I.3**). Les terrains jurassiques se subdivisent en des terrains du Lias inférieur (dolomites béchiques à grains fins, dans la partie supérieures de la coupe, succédant graduellement par des calcaires du Lias inférieur et supérieur), moyen et supérieur (calcaire massifs homogènes gris et gris clair), du Dogger (alternance des couches de calcaires massifs avec leur variétés marneuses, béchiques sablonneuses et conglomérats ; les terrains jurassiques sont succédés graduellement par les terrains du Crétacé.

Le massif du Grand Pic est coupé par quelques grandes failles sub-méridionales et par une grande quantité de cassures sub-longitudinales. Les secteurs des contacts de ces derniers contrôlent ordinairement le placement des corps des minerais. L'assise encaissante essentiellement est composée de terrains du Lias moyen et supérieur, affleurent au Nord-Sud du massif d'une superficie de 0,5 Km².

La morphologie du gisement de l'Ouarsenis est conditionnée par les accidents tectoniques en donnant des corps en filons, lentilles, amas et veinules [9].

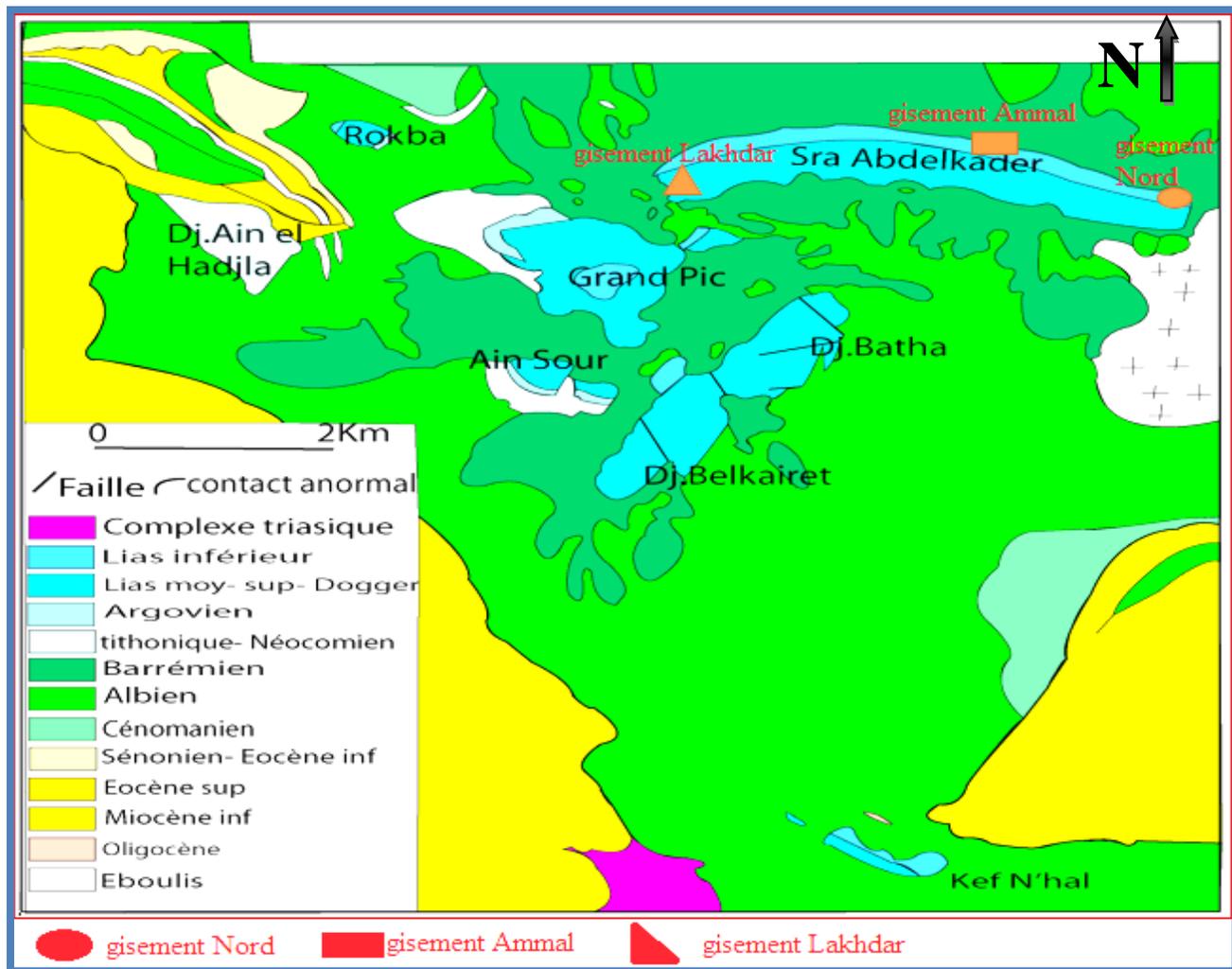


Figure I.3 : Carte Géologique de l'Ouarsenis. [M.Mattauer 1958].

I.6.1.litho-stratigraphie

Les termes stratifiés du massif de l'Ouarsenis sont divisés selon leurs compositions lithologiques et la relation entre les roches en trois groupes : Le Paléozoïque, le Mésozoïque et le Cénozoïque [4].

I.6.1.1.Paléozoïque

Les séries Paléozoïques sont représentées par les massifs : Doui, Zaccar et Rouina. Ces séries sont caractérisées par des formations schisto-gréseuses et conglomératiques surmontant un complexe volcano-sédimentaire acide d'Age Westphalien.

I.6.1.2.Mésozoïque

I.6.1.2.1. Trias

Le Trias affleure sous forme de coins tectoniques étroits qui se trouvent parmi les formations plus jeunes du Crétacé et de l'Eocène.

Les terrains Triasiques sont représentés essentiellement par des roches sédimentaires (Argiles, marnes bariolés, gypses, dolomies, calcaires magnésiens et des quartzites) et par des roches éruptives (Ophites altérées, diabases à amphibolites, andésines et épidotes).

I.6.1.2.2. Jurassique

D'après la composition lithologique et les caractéristiques de la faune, le Lias se subdivise en : Lias inférieur, moyen et supérieur.

Il est constitué par des formations concordantes de tous les étages dont l'épaisseur totale est de 650 à 850 m.

A) Lias inférieur-moyen

Il affleure au Nord-Est de Rokba, à la base et sur toute la longueur du versant Nord de la Sra Abdelkader, au Nord du massif des Chicots, au sommet du Grand pic, à Oued Fodda et accessoirement à la bordure du massif de BouMaalah et Djebel Fartas.

B) Lias supérieur-Dogger

Le Toarcien présente une réduction considérable d'épaisseur soit par condensation stratigraphique (Sra Abdelkader), soit par lacunes (Rokba et Grand pic). Les faciès qui se trouvent sont des calcaires à Lumachelles, marno-calcaires à Brachiopodes, des niveaux conglomératiques et des calcaires gréseux à silex et oolites.

L'Aalénien- Bajocien est parfois absent et quand il existe, les faciès qui régnaient sont des calcaires détritiques à Entroques, filaments et silex et des calcaires marneux.

C) Malm

Le Callovien est représenté par des calcaires à rares filaments et à Ammonites ainsi par l'augmentation d'apport détritique.

L'Oxfordien inférieur est absent au niveau de l'Ouarsenis, par contre l'Oxfordien supérieur est constitué d'une alternance de calcaire rognon eux à inter lits argileux, à débris d'Entroques, Globigérines de type Ammonitico-rosso ; et Bélemnites, et des marno-calcaires.

Au Kimméridgien se trouve des faciès calcaires et marno-calcaire parfois riches en Saccocoma et Aptychus.

Dans le Tithonique se rencontre des calcaires gris noir et marno-calcaire à Aptychus et Calpionelles [4].

I.6.1.2.3. Crétacé inférieur

Il consiste en assise monotone de schistes argileux à intercalation de grès, quartzites, rarement de marnes leur épaisseur dépasse 100 m.

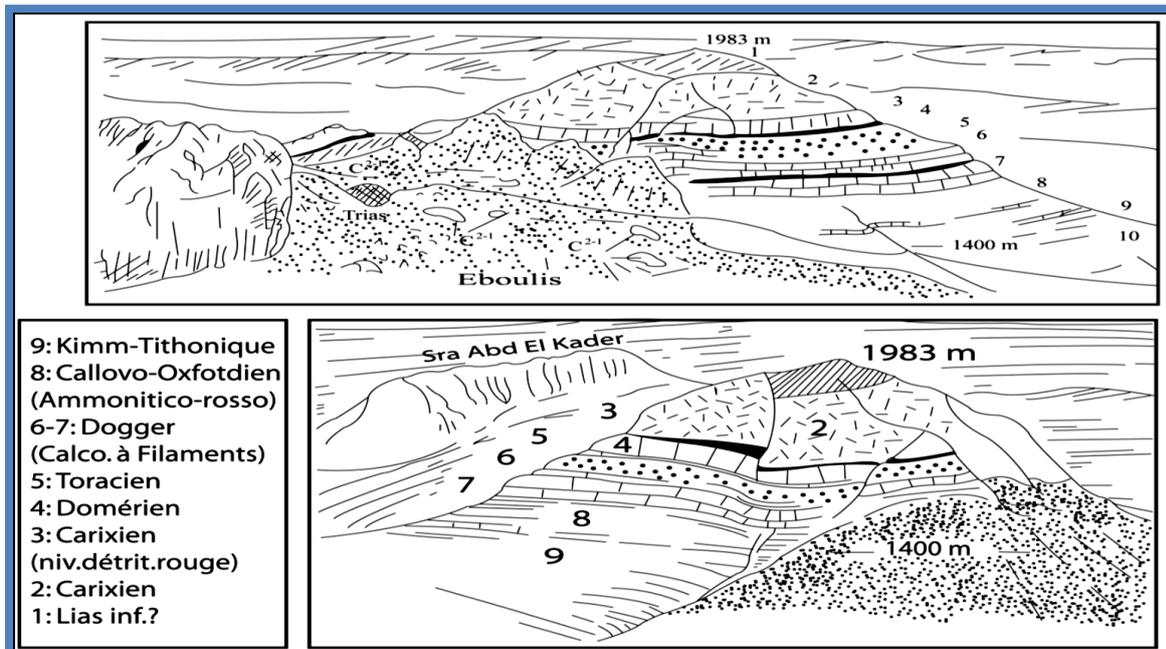


Figure I.4 : La litho-stratigraphie de l'Ouarsenis [4].

I.6.2. Tectonique

La tectonique ayant affecté intensément le massif de l'Ouarsenis est à l'origine des déplacements des nappes. Il en résulte un anticlinorium à ennoyage vers le Nord-est constituant ainsi l'ossature du massif montagneux, et un flanc inverse l'anticlinal couché au sud remplissant l'aire synclinale.

Ceci ayant été à l'origine de nombreux accidents tectoniques affectant les différentes masses calcaires beaucoup plus favorables à la cassure que les terrains plus souples du pays environnant, leurs donnant ainsi un aspect plus complexe et écaillé, caractérisant chacune des grandes masses calcaires.

Le massif de l'Ouarsenis de roches jurassiques a été amené à la surface à la faveur d'une faille profonde, morcelé en plusieurs blocs. Certains blocs ont été arrachés à leur socle et déplacés en direction du Sud-Est (Massifs de Belkheiret et Rokba). Vers l'Est la tectonique

devienne moins forte et le bloc suivant a été déversé sans déplacement considérable (Massif Grand Pic).

L'action tectonique de même direction sur le massif d'Abdelkader s'est traduite par le renversement partiel vers le Sud-Est de ces flancs occidentaux. Après la stabilisation tectonique, sur le versant Sud du Grand Pic, se manifestent largement les phénomènes de déplacement et de glissement par gravité des blocs [4].

I.7. Caractéristiques et Genèse de la minéralisation

Les gîtes métallifères de l'Ouarsenis sont sur tout Zincifères et deviennent du type **B.G.P** (Blende, Galène, Pyrite) en profondeur, la présence de fluorine dans la gangue, ainsi que des autres caractères conduisent à ranger la minéralisation dans la catégorie mésothermale [3].

I.7.1. Caractère particulier morphologique des gisements

La morphologie du gisement de l'Ouarsenis est conditionnée par les accidents tectoniques qui ont affecté les terrains encaissants donnant des corps en filons, lentille, amas et veinule.

A)-Les filons

La minéralisation filonienne dans la mine de BOUCAID est observée dans les gisements suivants : (filon Sidi Djbar, filon Nord, filon AMMAL).

B)-Les amas

Cette morphologie est représentée dans le gisement Lakhdar.

I.8. Hydrologie et hydrogéologie

Les réservoirs d'eau de l'Ouarsenis sont surtout contrôlés par les masses calcaires dont la tectonique a favorisé la circulation des eaux pluviales, qui ont provoqué la dissolution des minéraux constitutifs. En générale, les sources exogènes n'ont pas un grand débit, ce qui est dû à l'enfouissement du réseau hydrographique qui demeure généralement en dessous du niveau atteint par les marno-schistes, les drainages des nappes se fait naturellement par les failles.

Les divers cours d'eau constituent le poids hydrologique dans la commune de Bordj Bounaâma qui se résume à des puits et sources localisées dans les différents douars et sont destinées à la consommation locale, tel que [3] :

a) *Ain Tolba* : Elle s'agit de l'exécutive d'une nappe perchée due à la disposition tabulaire en bassin des assises liasiques.

b) *Ain Khadra* : Elle apparaît dans des éboulis à proximité du contact par faibles déformations liasiques des chaînons Belkheiret qui s'élève à une altitude de 1662m avec le flysch du socle au bord Sud.

Dans la région de Bordj-Bounaâma, la nature des formations géologiques ne permet pas la présence d'aquifère important. L'eau des pluies s'infiltré dans les calcaires par des fissures et réapparaît à la surface à des niveaux bas, sous forme de résurgences ou sources d'eau.

I.9. Réserves géologiques et exploitables

Dans cette étude nous allons présenter seulement les réserves géologiques et exploitables des quartiers qui sont en activités.

I.9.1. Gisement lakhdar

I.9.1.1. Présentation générale

Le Gisement LAKHDAR est exploité par le Titre minier d'exploitation délivré par l'Agence National des Activités Minière (ANAM) N° 59 PXM du 15/05/2017 pour 10 ans, avec une superficielle de 22 hectares. Les Coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M sont présentées au tableau ci-après.

Tableau I.2 : Les coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M du gisement Lakhdar [3].

Points	X	Y
1	377 300	3 972 100
2	378 000	3 972 100
3	378 000	3 971 900
4	377 500	3 971 900
5	377 500	3 971 800
6	377 000	3 971 800
7	377 000	3 972 000
8	377 300	3 972 000

I.9.1.2. Géologie de gisement lakhdar

a) Corps Lakhdar Supérieur

Le corps du minerai se présente sous forme d'amas d'une structure très irrégulière, dont une base de 350m² au niveau 1475m. Au niveau 1485m le corps est d'une section de 654m². Cependant avant l'exploitation de la partie supérieure au niveau 1485m, le corps présentait une allure conique avec un axe décentré. Le minerai très dense (4,2) est contenu dans une gangue argileuse plus ou moins importante. Le minerai est encaissé dans les calcaires Lias moyen-supérieur. La teneur moyenne du minerai en BaSO₄ est de 76,08%.

b) Corps Lakhdar Inférieur

Ce corps de minerai se présente sous forme d'amas d'une structure très irrégulière. Le corps se trouve situé en contrebas du corps de Lakhdar du niveau 1452m. Il s'agit de sa continuité vers le bas. Le gisement est localisé entre les niveaux 1330m et 1452m. Le minerai très dense (4,32) est contenu dans une gangue argileuse plus ou moins importante. Le minerai est encaissé dans les calcaires du lias moyen-supérieur. La teneur moyenne du minerai est de 78,86%.

Le corps minéralisé a été développé par galerie au jour et par des sondages fond, les réserves développées sur ce niveau sont de l'ordre de 148.000 tonnes en **C1**.

c) Lakhdar Niveau 1497m

C'est le prolongement du filon Sidi Ouadah niveau 1518m, cette galerie qui évoluée avec le corps du minerai constitué la limite supérieure de cette partie. Quant à la limite inférieure est arrêtée à 50m plus bas.

Ce filon est d'une puissance moyenne de 1,30m d'une teneur moyenne de 85,79% BaSO₄ et d'un pendage de 25° à 35° vers sud. Le filon se trouve encaissé dans les calcaires du Lias moyen-supérieur [3].



Figure I.5 : Localisation des niveaux de gisement Lakhdar [22].

I.9.1.3. Réserves Géologiques et Exploitable

Tableau I.3 : Réserves géologiques et exploitables clôturés au 31/12/2019.[3]

Niveaux	Catégories	Réserves géologiques tonne au 31/12/2019	Réserves exploitables tonne au 31/12/2019	Réserves récupérables tonne au 31/12/2019
1452m	B	13.299	11.352	10.217
	C1	40.327	18.979	13.665
	C2	00	00	00
	S/Total	53.626	30.331	23.882
1330m	B	12.660	10.603	9.543
	C1	115.791	89.064	64.126
	C2	00	00	00
	S/Total	128.451	99.667	73.669
1497m	B	2.915	4.054	3.649
	C1	5.185	4.550	3.276
	C2	00	00	00
	S/Total	8.100	8.604	6.925
1620m	B	2.480	2.123	1.911
	C1	43.344	38.085	27.421
	C2	00	00	00
	S/Total	45.824	40.208	29.332
1550m	B	39.750	38.398	34.558
	C1	701	2.452	1.765
	C2	00	00	00
	S/Total	40.451	40.850	36.324
Total Lakhdar	B	71.104	66.530	59.877
	C1	205.348	153.130	110.254
	C2	00	00	00
	Total	276.452	219.660	170.131

I.9.2. Gisement Nord

I.9.2.1. Présentation générale

Le Gisement Nord est exploité par le Titre minier d'exploitation Délivré par l'Agence National des Activités Minière (ANAM) N° 60 PXM du 15/05/2017 pour 10 ans, avec superficielle de 07 hectares. Les Coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M sont présentées au tableau ci-après.

Tableau I.4 : Les coordonnées du périmètre d'exploration en U.T.M du gisement Nord [3].

Points	X	Y
1	380 600	3 972 000
2	381 000	3 972 000
3	381 000	3 971 900
4	381 200	3 971 900
5	381 200	3 971 800

I.9.2.2. Géologie de gisement Nord

Il s'agit d'une structure filonienne mise en place dans un accident cassant de direction sub-latitudinale (112-192°) et à pendage de 70-75° vers le N-NE.

La minéralisation est reconnue en surface sur une longueur de 300m environ. Elle est encaissée dans les dolomies du Lias inférieur, au voisinage du contact avec les schistes argileux de l'Albo-Aptien.

L'épaisseur varie de 0,4-0,6m à 9-10m et fait en moyenne 1,5-1,6m. La teneur moyenne en BaSO₄ est de 70%.

Le filon Nord est ouvert sur trois niveaux, niveaux 1200m, niveau 1150m et le niveau 1116m, les niveaux 1200m et 1150m ont fait l'objet de l'exploitation durant les précédentes, ces deux niveaux ont subi au début de l'exercice 2009 des affaissements et des fissurations naturelles aux alentours des entrées des galeries des niveaux et aux niveaux des pistes d'accès [3].



Figure I.6 : Localisation des niveaux de gisement Nord [22].

1.9.2.3. Réserves Géologiques et Exploitable

Tableau I.5 : Réserves géologiques et exploitables clôturés au 31/12/2019.[3]

Niveaux	Catégories	Réserves géologiques tonne au 31/12/2019	Réserves exploitables tonne au 31/12/2019	Réserves récupérables tonne au 31/12/2019
1200m	B	765	187	168
	C1	2.660	2.502	1.801
	C2	00	00	00
	S/Total	3.425	2.689	1.970
1150m	B	20.229	20.188	18.169
	C1	39.522	20.144	14.504
	C2	00	00	00
	S/Total	59.751	40.332	32.673
1116m	B	58.018	38.966	35.069
	C1	96.078	86.265	62.111
	C2	00	00	00
	S/Total	154.096	125.231	97.180
Total Nord	B	79.012	59.341	53.407
	C1	138.260	108.911	78.416
	C2	00	00	00
	Total	217.272	168.252	131.823

Remarque :

Catégorie B : réserves réelles, ce qu'on trouve par calcul du volume totale du minerai et la connaissance de sa densité

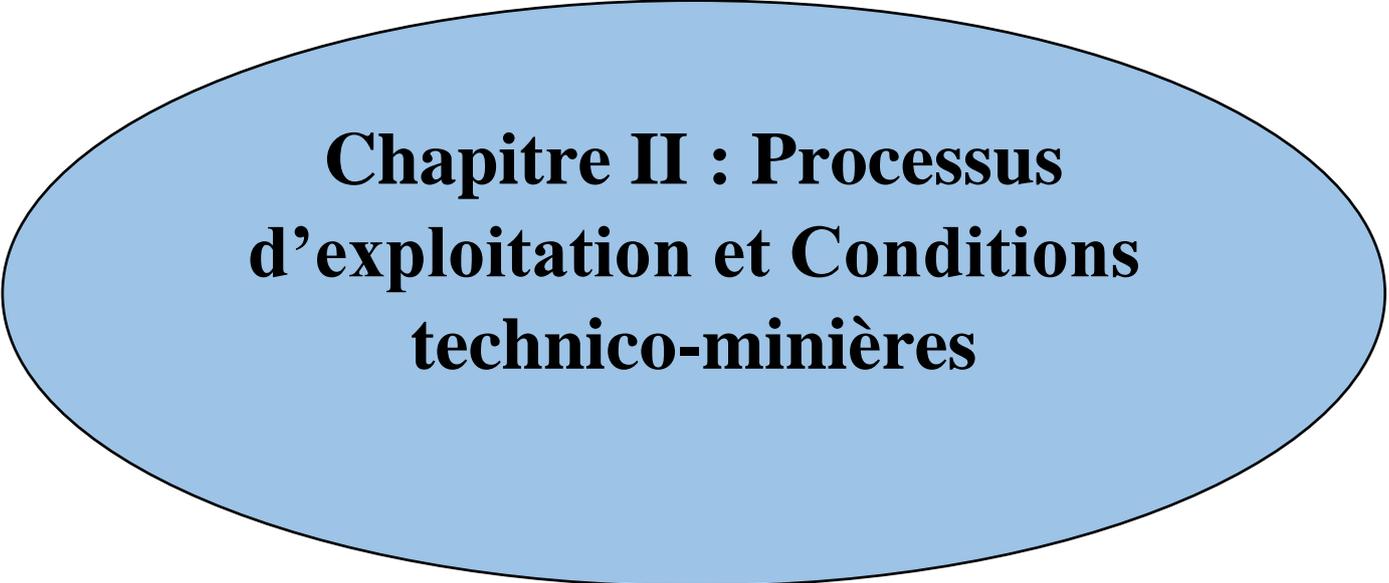
Catégorie C1 : ce sont des réserves probables, calcule de la profondeur par un sondage.

Catégorie C2 : ce sont des réserves estimables on le faite à la phase de prospection aux surfaces on peut calculer la longueur et l'épaisseur moyenne (surface) après en calcule le volume par un troisième paramètre qui est la profondeur de 1 m pour voir la réserve géologique friable.

Conclusion

L'étude géologique de gisement Ouarsenis nous a permis d'illustrer une description générale sur la formation de la zone d'étude à savoir :

- La roche encaissante de calcaire qui date du jurassique ;
- La morphologie des gisements de la barytine et qui sont sous forme de filonien et amas ;
- Les réserves géologiques estimés en 2019 du gisement Lakhdar, et gisement Nord sont **493 728 tonnes** ;
- Les réserves exploitables estimés en 2019 du gisement Lakhdar, et gisement Nord sont **387 912 tonnes**.



**Chapitre II : Processus
d'exploitation et Conditions
technico-minières**

Chapitre II : Processus d'exploitation et conditions technico-minières

II.1. Introduction

L'exploitation souterraine d'un gisement dans les profondeurs, nécessite d'un réseau de puits et de galeries, communiquant avec la surface et permettant la circulation du personnel, le transport du matériel et du minerai. L'accès au gisement, se fait à partir du choix du mode d'ouverture. Toutes les excavations souterraines doivent être desservies par des systèmes d'aérages, d'alimentation en électricité, en eau d'exhaure, de roulage, et l'extraction du minerai se fait suivant des méthodes d'exploitation adéquates pour chaque gisement.

II.2. Exploitation de la Baryte dans la mine de BOUCAID

Selon les conditions géologiques du gisement de la mine de BOUCAID (cité au chapitre 1), la mine est exploitée par le mode souterrain [11].

II.2.1. Description du mode d'ouverture de la mine

La minéralisation de BOUCAID est située dans des reliefs montagneux, dans ce cas, le mode d'ouverture employé est par galerie au jour qui est au même temps un accès au gisement et un chemin pour l'évacuation du tout-venant [11].

II.3. Description des méthodes d'exploitation de la mine BOUCAID

La méthode d'exploitation adéquate est dépende de plusieurs paramètres, dont les principaux sont comme suites [3] :

- ❖ La morphologie du gisement ;
- ❖ Pendage du gisement ;
- ❖ Puissance du gisement ;
- ❖ Les caractéristiques physico mécaniques du minerai et des encaissants ;
- ❖ Pertes et salissures minimums ;
- ❖ Prix de revient minimum pour le maximum rendement des travaux ;
- ❖ Sécurité des travaux et des travailleurs ;
- ❖ Rendement.

Trois méthodes d'exploitation sont utilisées dans la mine de Boucaid (gisements Lakhdar et Nord) :

- Méthode d'exploitation par Chambre et pilier ;
- Méthode d'exploitation par Chambre magasin ;

- Méthode d'exploitation par Sous niveau abattu.

II.3.1. Exploitation par chambre et pilier

L'exploitation par chambres et piliers en gisement filoniens concerne les gisements tabulaires à pendage compris entre 15° et 30° (cette méthode utilise un gisement Lakhdar). Les méthodes d'exploitation traditionnelles des gisements reposent sur le travail manuel. Les mineurs forent les trous de mines avec un marteau perforateur, et les matériaux abattus sont déblayés par des scrapeurs.

L'exploitation commence par le traçage de chambres horizontales, à partir d'une galerie servant à la fois d'accès et de roulage (galerie principale). Le premier étage horizontal suit le toit, l'étage suivant est tracé un peu plus bas dans la même direction et ainsi de suite en descendant de façon à obtenir un découpage en gradins.

Des piliers de minerai sont laissés en place pour supporter le toit. Après avoir tracé complètement deux ou trois chambres contiguës, on passe à l'étage inférieur, en laissant un long pilier de minerai. Des parties de ce pilier peuvent être récupérées ultérieurement, en pratiquant des recoupes depuis le chantier situé au-dessous [3].

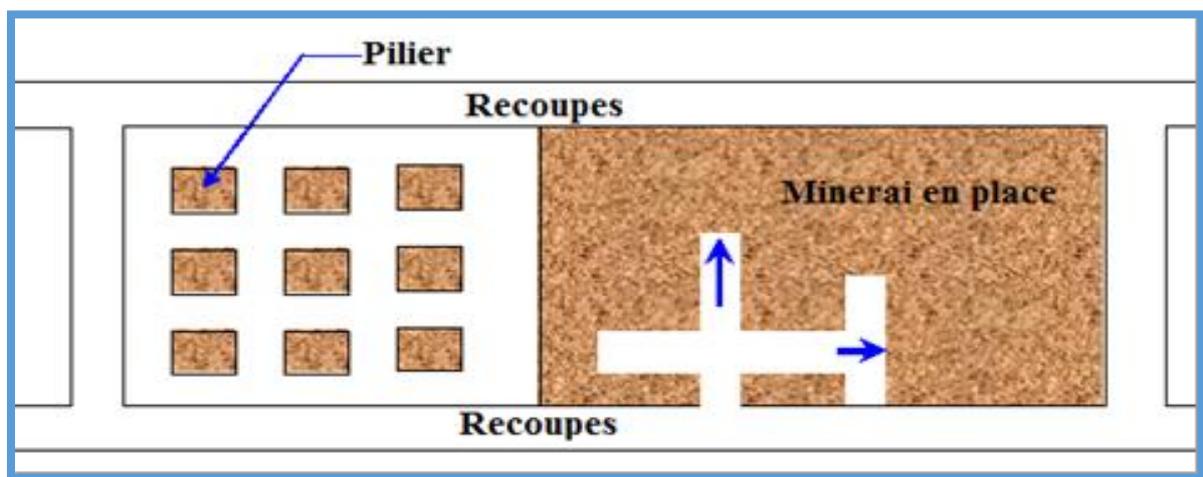


Figure II.1 : Schéma explicatif de la méthode des chambres et piliers [3].

II.3.2. Exploitation par sous niveau abattu

La méthode consiste au creusement des trémies de soutirage au niveau de la voie déroulage, ensuite le creusement des sous niveaux du bas vers le haut et des recoupes pour le traçage et le découpage et enfin un tir de masse par bloc pour récupérer le reste du gisement comme est éclairé dans la figure ci-dessous (cette méthode utilise un gisement Lakhdar et nord) [3].

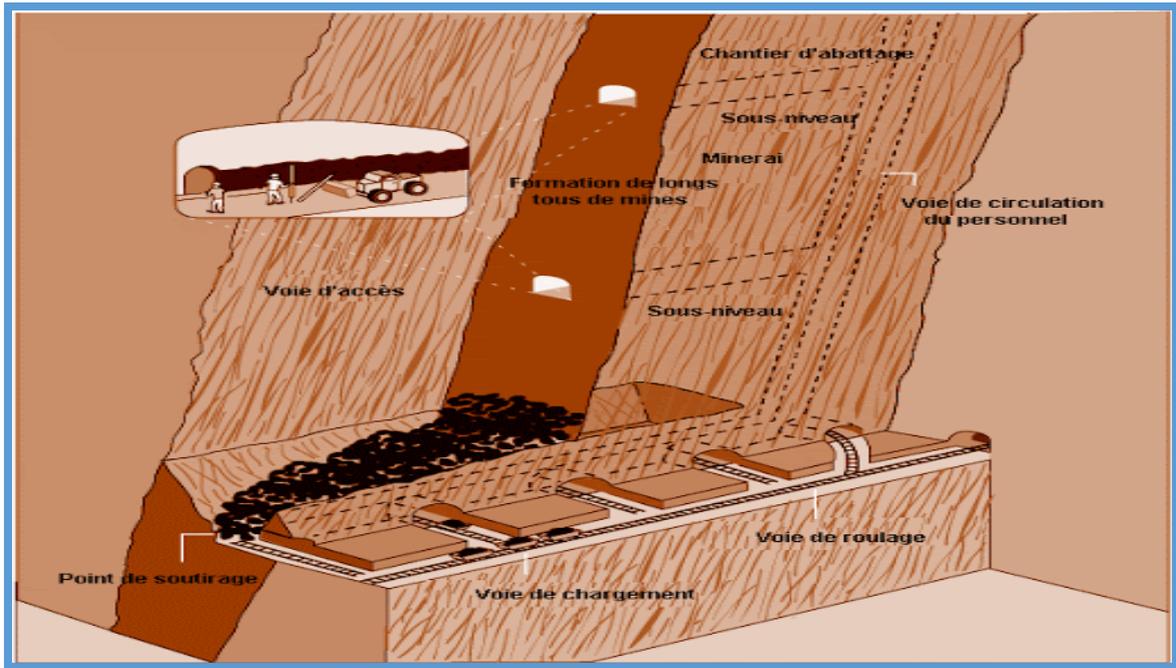


Figure II.2 : Schéma explicatif de la méthode des sous-niveau abattu [3].

II.3.3. Exploitation par chambre magasin

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

Une fois le panneau entièrement abattu, il se trouve rempli de minerai qui entièrement soutiré par les mêmes trémies de la voie de base, le vide ainsi laissé est laissé tel quel. Les stots de protection latérale peuvent être abattus lors de l'abandon définitif de ce panneau [3].

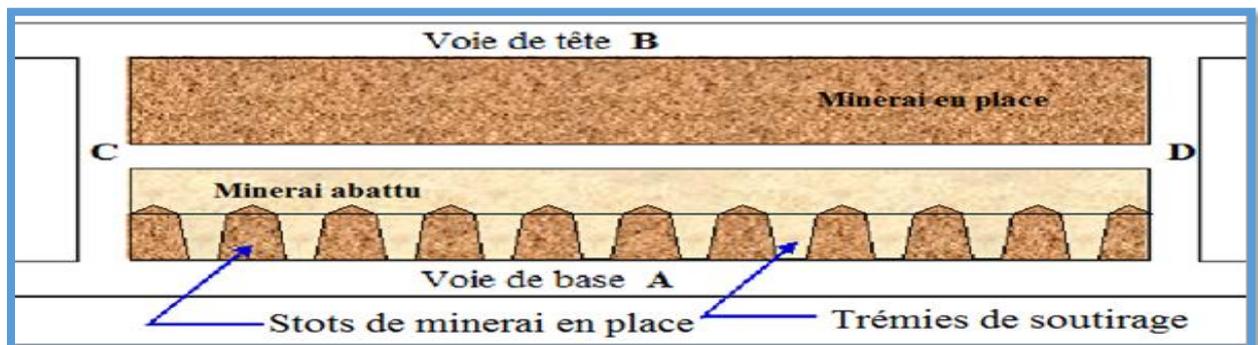


Figure I.3 : Schéma exploitation de la méthode des chambres magasins [3].

II.4.Travaux réalisés des gisements Lakhdar et Nord

II.4.1.Travaux préparatoires et d'infrastructures

Ces travaux sont primordiaux pour toute exploitation minière rationnelle qui respecte les règles de l'art minier, pour une bonne optimisation d'abattage et d'extraction, de production et de faciliter l'accès aux différents niveaux du site.

Cette opération consiste à réaliser de divers ouvrages miniers (galeries, cheminées, recoupes, pistes d'accès) dans le but de préparer 511 752 tonnes à l'extraction pour l'année en cours, pour une durée de 10 ans [11].

Tableau II.1 : Nombre de Piste d'accès et les Plates-formes de stockage réalisé (2021)

Travaux	Gisement Nord	Gisement Lakhdar	Gisement Ammal
Piste d'accès (km)	4	5	4
Plates-formes de stockage (m)	1116	1550	1160

II.4.2. Travaux de tirs

II.4.2.1.Mode de creusement

Les galeries et les recoupes ainsi que les cheminées représentent les travaux de creusement des ouvrages miniers. Les galeries et les recoupes ont une section horizontale de forme de cloche, par contre, les cheminées ont une structure verticale de forme carrée [3].

II.4.2.2. Foration

Le creusement des ouvrages miniers commence par la foration des trous de mines à l'aide des marteaux perforateurs montés type T21 sur des poussoirs pneumatiques (à l'air comprimé) individuels, ces trous forés ont environ 0,8m à 2,4m de longueur selon la nature de l'ouvrage où on a :

- ❖ De 0,8m à 1,2m pour les galeries et les recoupes et les cheminées
- ❖ De 1,6m à 2,4m pour l'abatage de front d'une chambre.

Le diamètre des trous de mine est d'environ 38mm, celui de la cartouche de GELANITE est de 30mm (un espace libre entre la cartouche et les parois intérieures de trou pour éviter tout frottement qui peut provoquer l'explosion de GELANITE).

On peut déterminer le nombre des trous de mines selon la méthode suivante :

Pour une section de 5m² on fore de 15trous, selon un plan de tir Prédéterminé.

Tableau II.2 : Nombre des trous de mines pour chaque ouvrage minier [3].

Ouvrage Minier	Section (m ²)	Nombre des trous
Galerie	7	21
Recoupe	4	12
Cheminé	2.25	06

II.4.2.3. Chargement des trous et tir

Une fois les travaux de foration sont terminés et les trous sont bien nettoyés (soufflage) on procède au chargement de ces derniers par l'introduction de la matière explosive de type GELANITE30mm sous forme de cartouches de250g, à l'aide d'un bourroir en bois en commençant d'abord par la cartouche amorce puis le reste de la charge.

L'amorçage des charges explosives est effectué par des détonateurs électriques type **D.E.R.** Par la suite intervient le bourrage des trous à l'aide de l'argile ainsi le chargement étant terminés on effectue la connexion des détonateurs (connexion en série), les relie la ligne de tir qui est relie à son tour à la source d'explosion (exploseur).

Tableau II.3 : Principaux paramètres de tir [3].

Type d'ouvrage	Galerie	Recoupe	Cheminée
Type de la roche	Calcaire ou Baryte	Calcaire ou Baryte	Calcaire ou Baryte
L'utilité de l'ouvrage	Recherche et roulage	Préparatoire	Recherche et travaux Préparatoire
Section (m ²)	7	4	2.25
Nombre de trou de mine	21	12	06
Avancement par volet (m)	1.1	1.1	1.1
Longueur de trou de mine (m)	1.2	1.2	1.2
Quantité d'explosif dans un trou de mine (Kg)	0.5	0.5	0.5
Quantité de détonateur (Pièce)	1	1	1
Quantité totale d'explosif dans un volet (Kg)	10.5	06	03
Quantité totale de détonateur (Pièce)	21	12	06
Volume de la roche abattue (m ³)	10.5	06	04
Coefficient de foisonnement	1.5	1.5	1.5
Consommation spécifique d'explosif (g/m ³)	909	909	808

II.4.3. Travaux de chargement et de transport

II.4.3.1. Chargement

On distingue deux types de chargement et transport :

- ❖ Chargement et transport souterrain.
- ❖ Chargement et transport au jour.

a) Chargement et transport souterrain

Généralement, le transport souterrain de minerais abattu s'effectue par gravité, le cas de gisement sub-vertical ou par des racleurs dans le cas de gisement incliné.

Le chargement se fait par soutirage à partir des trémies de soutirage et on utilise les moyens suivants :

- ❖ Des pelles chargeuses sur rail pour le chargement de la roche abattu dans les avancements (galeries).
- ❖ Wagonnets pour le transport vers l'extérieure de la mine.
- ❖ Locotracteur (électrique ou diesel) pour tracter les wagonnets vers les aires de stockage du tout-venant à l'extérieure de la mine.



Figure II.4 : Pelle sur rail et locotracteur et Wagonnet.

b) Chargement et transport au jour :

Le chargement et le transport de ce minerai vers l'usine de concassage et traitement se fait à l'aide d'une pelle chargeuse sur pneu et de camions de la mine de 24 tonnes (Figure II.5) sur des pistes d'accès entretenues périodiquement [12].



Figure II.5 : Pelle et camion pour le chargement du tout-venant à l'extérieur de la mine.

Le chargement de tout-venant s'effectue par les moyens ci-dessous et qui présente les caractéristiques techniques suivantes :

Tableau II.4 : Caractéristiques techniques des engins de chargement.

Caractéristiques techniques	Unité	Valeurs
Capacité du godet	m ³	3
Vitesse maximale de déplacement	Km/h	30
Puissance du moteur	Cv	335
Poids	Tonne	20
Longueur	m	8,6
Largeur	m	3,1
Hauteur de déchargement	m	3,55
Rayon de braquage	m	7,30

II.5. Conditions technico-minières de la mine

II.5.1. Régime de fonctionnement de la mine

Le régime de travail adopté par l'entreprise au niveau de la mine est le suivant :

- ❖ Nombre de jours ouvrables par an :..... **230 jours / ans ;**
- ❖ Nombre de jours ouvrables par semaine :..... **5 jours / semaine ;**
- ❖ Nombre de postes de travail par jour :..... **1 poste / jour ;**
- ❖ Nombre d'heures de travail par jour :..... **7 heures / jour;**

II.5.2. Production annuelle théorique(P_A)

L'entreprise à un objectif d'assurer une production annuelle de **45 000** tonne/ans.

II.5.3. Production mensuelle théorique(P_M)

La production mensuelle est déterminée par la formule suivante :

$$P_M = \frac{P_a}{N_m} \text{ (tonnes/mois)}$$

Avec :

- ❖ P_A: Production par an (Tonnes) ;
- ❖ N_M: Nombre de mois/an (12 mois) ;

AN :

$$P_M = \frac{45\,000}{12}$$

$$P_M = 3750 \text{ Tonnes/mois.}$$

II.5.4. Production journalière (P_J)

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

:

$$P_J = \frac{P_{an}}{N_{j/an}} \text{ (tonnes/jour)}$$

Tel que :

- ❖ N_{j/an} : Nombre de jours ouvrables par ans ;

AN :

$$P_J = \frac{45000}{230}$$

$$P_J = 195.65 \text{ Tonnes/jour.}$$

II.5.5. Production par poste (P_P)

La production par poste est donnée par la formule suivante :

$$P_P = \frac{P_j}{N_{p/j}} \text{ (tonnes/poste)}$$

Tel que :

- ❖ N_{p/j} : Nombre de poste par jour, (1 poste) ;

AN :

$$P_P = 195.65 \text{ Tonnes/poste}$$

II.5.6. Production horaire (P_H)

La production horaire est donnée par la formule suivante :

$$P_H = \frac{P_p}{N_h/p} \text{ (tonnes/heure)}$$

Tel que :

- ❖ N_h/j : Nombre d'heures par jour, (7 h) ;

AN :

$$P_H = \frac{195.65}{7}$$

$$P_H = 27.95 \text{ Tonnes/heure.}$$

II.6. Durée de vie de la mine

La durée de vie est calculée suivant la formule suivante :

$$T = \frac{Q_{exp}}{P_a} \text{ (ans)}$$

- ❖ P_A : productivité annuelle (t) ;
- ❖ Q_{exp} : réserves exploitables (t) ;

Les réserves exploitables du gisement, sont de l'ordre **511752 tonnes**.

AN :

$$T = \frac{511\ 752}{45\ 000}$$

$$T = 11.37 \text{ an} \cong 12 \text{ ans.}$$

Tableau II.5 : Production de l'entreprise minière (mine de Boucaid)

Désignations	Valeur
Production annuelle(P_A)	45 000 Tonnes
Production mensuelle(P_M)	3750 Tonnes
Production journalière (P_j)	195.65 Tonnes
Production par poste (P_p)	195.65 Tonnes
Production horaire (P_H)	27.95 Tonnes

II.7. Dimensionnement du parc d'engin

Les coûts fixes, ce sont des coûts liés à l'utilisation du matériel, et pour minimiser ces couts, il faut déterminer pour chaque opération d'exploitation, le nombre d'engins requis.

L'utilisation rationnelle de ces engins est assurée à partir du calcul de leurs rendements et de certains coefficients [3].

II.7.1. Temps de cycle des wagonnets

Le temps du cycle des wagonnets est calculé à partir de la formule suivante :

$$T_{Cyc} = T_{remp.T} + T_{allez-ret} + T_{dech.T} + T_{regl rail} + T_{miseposition.T} \text{ (Sec)}$$

$$T_{CYC} = T_{remp} \times N_{wag} + T_{allez-ret} + T_{dech} \times N_{wag} + T_{regl rail} + T_{misposavide} \times N_{wag} + T_{misposacharg} \times N_{wag}$$

Ou :

- T_{Cyc} : Durée d'un cycle de wagonnet (sec) ;
- T_{remp} : temps de remplissage (sec) ;
- $T_{allez-ret}$: temps de cycle aller-retour (sec) ;
- T_{dech} : temps de déchargement (sec) ;
- $T_{regl rail}$: temps de réglage rail (sec) ;
- $T_{miseposition}$: temps du mise position (sec) ;
- $T_{misposavide}$: temps du mise position à vide (sec) ;
- $T_{misposacharg}$: temps du mise position à charge (sec) ;
- N_{wag} : nombre des wagonnets (sec) .

Tableau II.6 : Temps de cycle pour chaque niveau.

Gisement	Niveau	Distance	Nombre des wagonnets	Temps de cycles
Lakhdar	1550m	430m	05	01h42m
	1458m	400m	03	01h06m
	1452m	680m	05	01h30m
	1330m	900m	05	01h30m
Nord	1200m	600m	03	02h00m
	1150m	460m	05	01h12m
	1116m	670m	08	02h00m

II.7.2. Chargement

II.7.2.1. Rendement d'un chargeur

Il est déterminé selon la formule suivante :

$$R_{ch} = \frac{3600 \times E_g \times N_j \times N_p \times N_h \times K_u \times K_r}{TC \times KF}; \text{ (m}^3\text{/poste)}$$

Où :

- R_{ch} : Rendement de la pelle chargeuse ($m^3/poste$).
- E_g : Capacité du godet de la pelle chargeuse : $3 m^3$.
- N_J : Nombre de jours ouvrables par an : 230j/an.
- N_P : Nombre de postes par jour : 1p/jour.
- N_H : Nombre d'heures par poste : 8h/poste.
- K_U : Coefficient d'utilisation de la pelle : 70%.
- K_R : Coefficient de remplissage du godet de la pelle hydraulique : 80%.
- K_F : Coefficient de foisonnement de la roche : 1,5.
- Masse volumétrique du tout-venant de baryte à transporter : 2,5 tonnes/ m^3 .

$$R_{ch} = \frac{3600 \times 3 \times 230 \times 1 \times 8 \times 0,7 \times 0,8}{360 \times 1,5} ; m^3/poste$$

$$R_{ch} = 20\ 608 ; m^3/poste$$

$$R_{ch} = 51\ 520 ; tonnes/poste$$

II.7.2.2. Nombre de chargeuse nécessaires

Il est déterminé selon la formule suivante :

$$N_{Ch} = \frac{P_p}{R_{ch}}$$

Où :

- ❖ N_{Ch} : nombre de chargeuse nécessaires.
- ❖ R_{Ch} : rendement de chargeuse par poste.

$$R_{ch} = R_{AC} / N_J \times N_P = 51\ 520 / 230 \times 1 = 224\ t/poste.$$

- ❖ P_P : production par poste.

Tableau II.7 : Production par poste pour chaque niveau.

Désignations	Lakhdar	Nord	Ammal	Total mine
Extraction (t)	21.000	19.000	10.000	50.000
Nbre de jours ouvrable	230	230	230	230
Production par poste	91	83	43	217

$$N_{ch} = \frac{217}{224} = 0,97 \approx 1$$

Donc le nombre des chargeuses nécessaires est une chargeuse

II.7.3. TransportII.7.3.1. Rendement du camion**a) Capacité théorique de la charge du camion :**

La capacité rationnelle du camion dépend du rapport entre la capacité de la benne du camion et la capacité du godet de la chargeuse.

Le rapport rationnel : $Ec/Eg = (3\sim 4)$

Dans notre cas, on prend : $Ec/Eg = 3$

Donc, $Ec = 3Eg ; (m^3)$

Où :

- ❖ Ec : capacité de charge du camion ; m^3 .
- ❖ Eg : capacité du godet de la chargeuse ; m^3 .

Donc :

$$Ec = 3 \times 3 = 9 \text{ m}^3$$

b) Masse volumique de la charge dans la benne du camion (Pvc) :

Il est déterminé d'après la formule suivante : $Pvc = Pm/Kf ; (t/m^3)$

Où :

- ❖ Pm : Masse volumique de la roche dans le massif ; $\delta_c = 3,8 \text{ t/m}^3$.
- ❖ Kf : Coefficient de foisonnement ; $Kf = 1,5$.

Donc

$$Pvc = 3,8/1,5 = 2,5 ; (t/m^3)$$

c) Poids de la roche contenu dans la benne du camion Pb :

Il est déterminé comme suit :

$$Pb = Ec \times Pvc \times Kr ; (tonne)$$

Où :

- ❖ Ec : Capacité de charge du camion = $8m^3$.
- ❖ Pvc : Masse volumique de la charge dans la benne = $2,5 \text{ t/m}^3$.
- ❖ Kr : Coefficient de remplissage de la benne du camion = 85% .

Donc :

$$Pb = 8 \times 2,5 \times 0,85 = 17 ; (tonne)$$

d) Nombre de cycles effectués par le camion par poste N_{cy} :

Il est déterminé comme suit :

$$N_{cy} = \frac{T_p \times K_u}{T_c} ; (\text{Cycle})$$

Où :

- ❖ T_p : Durée d'un poste de travail = 8h = 480min.
- ❖ K_u : Coefficient d'utilisation du camion = 70%.
- ❖ T_c : Durée d'un cycle du camion = 1,5h = 90min.

Donc :

$$N_{cy} = \frac{480 \times 0,7}{90} = 3,73 \approx 4 ; (\text{Cycle})$$

e) Rendement du camion par poste R_c :

Il est déterminé d'après la formule suivante :

$$R_c = N_{cy} \times E_c ; (m^3/\text{poste})$$

Où :

- ❖ E_c : Capacité de charge du camion = 8 m³.

Donc :

$$R_c = 4 \times 8 = 32 ; (m^3/\text{poste})$$

$$R_c = 80 ; (\text{tonne}/\text{poste})$$

II.7.3.2 Nombre de camions nécessaires N_c :

Il est déterminé comme suit :

$$N_c = P_p \times R_c ; (\text{camion})$$

Où :

- ❖ P_p : Production de la mine par poste.

$$N_c = 217 \times 80 = 2,71 \approx 3 ; (\text{camion})$$

Donc : le nombre des camions nécessaire est **3 Camion**.

Remarque : le nombre d'engins calculé est égal le nombre d'engins sur le chantier.

II.8. Travaux auxiliaire**II.8.1. L'aérage de la mine**

L'atmosphère de la mine est généralement polluée, surtout après le tir, pour cela, il est important de choisir un système d'aérage. Dans les différents sites de la mine de Boucaid, il y'a l'aérage naturel par circulation de l'air d'un niveau inférieur à travers les cheminées vers

le niveau supérieurs. Et pour le dépoussiérage après le tir, il se fait à l'aide de l'air comprimé [3].

II.8.2. Exhaure

La mine a rencontré le problème de la remonté des eaux souterraines durant l'exploitation du plomb-zinc, ce qui a nécessité l'évacuation de ces eaux et leurs utilisation dans la phase de traitement. Des travaux sur place sont menés pour l'évacué [11].

II.8.3. L'éclairage

L'éclairage à l'intérieur des galeries se fait par les lampes des mineures, comme il figure dans l'image ci-dessous.

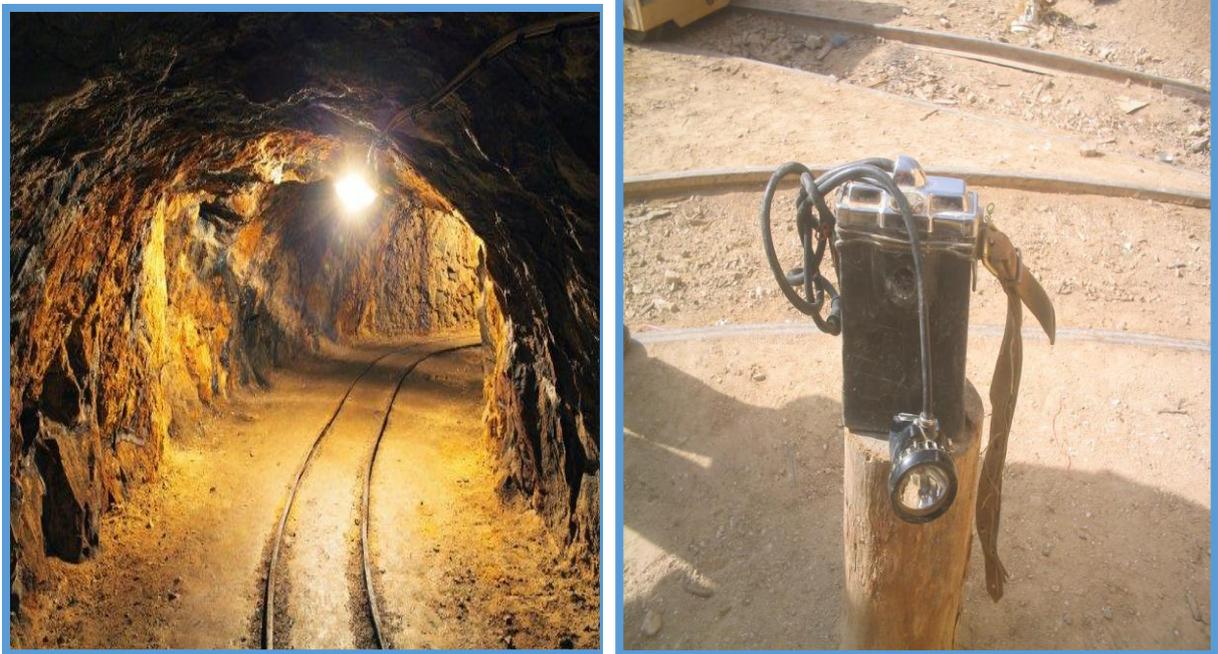


Figure II.6 : lampes électrique.

II.8.4. Energie utilisée dans la mine

L'énergie utilisée dans la mine de BOUCAID est :

L'Energie carburant pour les engins de transports (camions, locotracteurs, véhicule) et pour quelques compresseurs, comme le montre la (figure II.7) ;

Energie électrique pour l'éclairage (le cas du quartier Lakhdar au niveau de roulage), et pour alimenter le compresseur de Sidi Djbar et aussi pour alimenter quelque treuil et scrapers (grand pic et Lakhdar) [11].

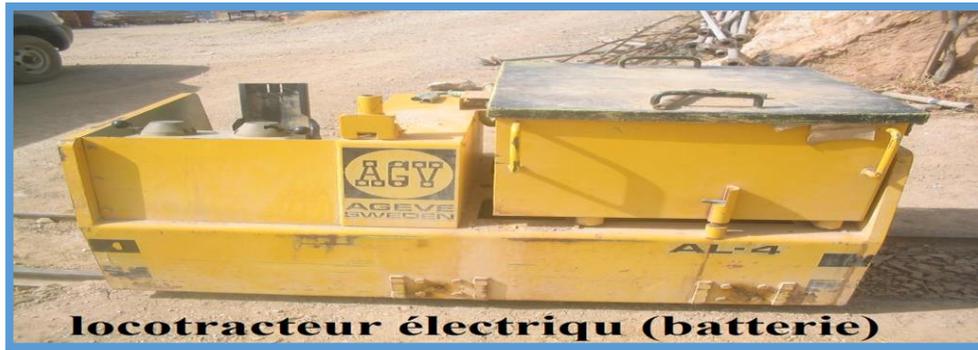


Figure II.7 : locotracteur électrique.

II.8.5. Soutènement

En général, la mine utilise un soutènement systématique en bois qui sert à soutenir les toits et éviter les éboulements possibles et les chutes des blocs. Le soutènement ne se fait que dans les endroits qui présentent des dangers, que ce soit des failles ou bien des zones fissurées ou friables. Puisque le minerai et l'encaissant sont généralement durs et stables (calcaire). Ces dangers rencontrés sont renforcés par des étais en bois (boisage d'eucalyptus) [3].

Le soutènement dépend de la stabilité du toit et des parois (Figure II.8 et II.9)

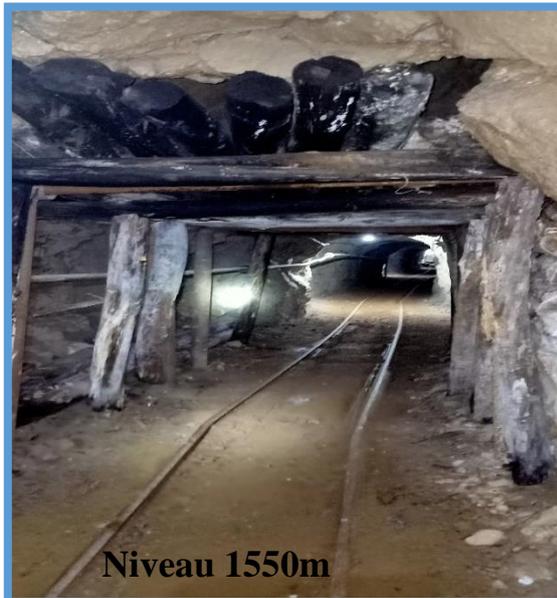


Figure II.8 : Soutènement dans le Gisement Lakhdar.

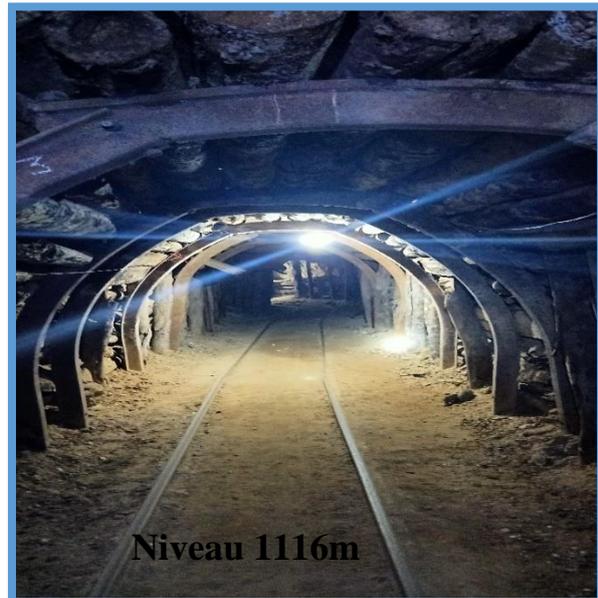


Figure II.9 : Soutènement dans le Gisement Nord.

II.8.6. Travaux d'arpentage

Les travaux de topographie sont réalisés systématiquement pour le suivi de l'évolution des travaux de l'exploitations de la mise à jour de leur plan (plan de chantier d'exploitation souterraine).

II.8.7. Hygiène et Sécurité des travaux

La plus part des accidents dans les travaux miniers sont liées à [3] :

- ❖ L'explosif ;
- ❖ Chute des blocs et des objets ;
- ❖ Les glissades et chute des personnes ;
- ❖ Les heurts ;
- ❖ L'électrocution ;
- ❖ Les brûlures ;
- ❖ L'incendie.

Pour limiter ces accidents et assurer la sécurité des travailleurs, il est nécessaire d'exiger des précautions, qui peuvent se résumer comme suit [3] :

- Les ouvriers doivent porter obligatoirement des masques respiratoires anti-poussière, les casques, et les lunettes dans certains cas même le contrôle périodique des chantiers par le chef de poste et la surveillance périodique des mineures est obligatoire ;
- Des visites fréquentes par les responsables techniques et l'évaluation des lieux de travail ;
- Toutes zones d'éboulement affleurent au jour doivent être barrées ;
- Aménagement de piste de passage entre les niveaux ;
- Utilisation des ceintures de sécurités dans les travaux d'avancement dans les cheminées ;
- Mise en service des ambulances au niveau de chaque quartier, et des boites pharmacies au niveau de chaque chantier ;
- Des visites médicales et suivies des dossiers médicaux.

II.9. Traitement du minerai de baryte

L'usine de Boucaid traite, enrichit et transforme le tout-venant Baryte (Matière première) provenant des différents quartiers dans un but d'obtenir un produit marchand conforme à la norme API (*American Petroleum Institute*).

Le tout-venant est une grosseur maximale de 500 millimètre et une teneur minimale de 60% en BaSO₄ est traitée suivant trois stations (**Figure II.10**) :

- ❖ Station de concassage : préparation du tout-venant à l'enrichissement.
- ❖ Station d'enrichissement : enrichissement de tout-venant par la méthode de séparation gravimétrique humide.
- ❖ Station de broyage : séchage, broyage fin et mise en Big-Bag et/ou en sacs.

Le produit conditionné dans des Big-Bag de 1,5 tonne représente le produit fini de l'usine, il est destiné pour l'utilisation en boue de forage pétrolier [10].

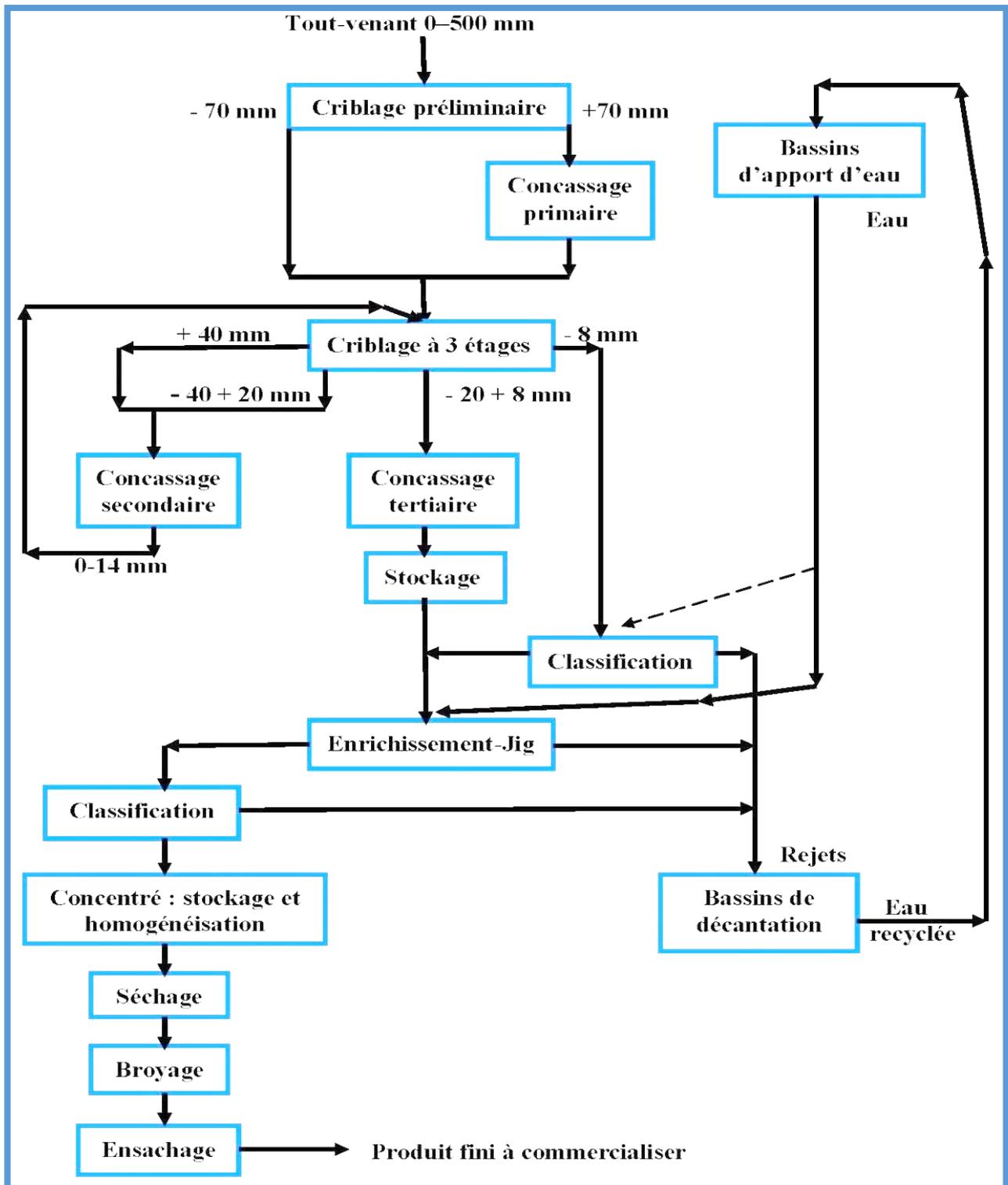


Figure II.10 : Schéma technologique de traitement de la baryte de Boucaid [10].

II.10.Laboratoire d'analyse de Boucaid

Après avoir mis le produit dans les big-bag, on les trie par lot de 13 big-bag, et on prend un petit échantillon de chaque big-bag, on aura donc un grand échantillon regroupant 13 petits échantillons du lot.

Les échantillons subiront alors une série de tests afin de confirmer leur qualité et de vérifier qu'ils sont en accord avec les normes fixées par l'API (American Petroleum Institute).

Tableau II.8 : Test de qualité et de conformité [10].

Paramètres	Requis (Norme)	Requis (Boucaid)
Densité	4.2 min	3.8 min
Métaux alcalino-terreux solubles exprimés en calcium	250 mg/kg max	250 mg/kg
Résidus supérieur à 75 micron	3 % en poids max	3 % en poids
Particules inférieur à 6 microns	30 % en poids max	30 % en poids

Remarque : les résultats obtenus de l'unité de Boucaid sont presque les mêmes résultats de la norme mondiale.

Conclusion

Les caractéristiques du gisement de BOUCAID, imposent l'utilisation de différentes méthodes d'exploitation (chambre et pilier ; chambre magasin et sous niveaux abattu).

Cette étude nous a permis de retenir quelque point sur l'organisation le dimensionnement du matériel nécessaire et le régime de fonctionnement de l'entreprise pour assurer une production annuelle de 45 000 t/an.

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



**Chapitre III : La législation
et l'économie minière**

Chapitre III : La législation et l'économie minière

III.1. Introduction

Les droits de propriété sur les ressources minérales à savoir le pouvoir de concéder des droits d'exploration, de production et de vente de ces ressources est défini par des lois, règlements et procédures qui couvrent toutes les phases de leur mise en valeur. Il reste à établir comment permettre à l'État d'assurer une part suffisante des ressources sans gêner les investissements privés dans le secteur. Le code minier dessine les contours de l'interaction entre l'État et la compagnie minière.

Dans ce chapitre nous allons exposer des généralités sur la législation minière algérienne avec les taxes et impôts applicables aux titulaires des titres miniers.

III.2. Généralités sur la législation minière en Algérie

Les substances minérales sont gérées dans tous les pays du monde par une législation et une réglementation qui leurs sont propres. Ce dispositif est appelé « Un code minier ».

De 06/05/1966 date de la nationalisation des mines à aujourd'hui, la législation minière a connu 5 époques [Annexe III].

III.2.1. Organismes de l'activité minière

a- Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA) :

Est instituée par la loi n° 14-05 le 24 février 2014 portant loi minière. Conformément à l'article 37 de la loi, l'Agence du service géologique de l'Algérie.

(ASGA), chargée de la gestion de l'infrastructure géologique est dotée de la personnalité juridique et de l'autonomie financière.

b- Agence Nationale des Activités Minières (ANAM) :

Cette agence a été instituée par la loi n° 14-05 le 24 Février 2014 portant loi minière. Elle est dotée de la personnalité juridique et de l'autonomie financière.

L'ANAM est chargé de la gestion du patrimoine minier, de la recherche et de la promotion minière ainsi que du contrôle des activités minières.

c- Antennes régionales :

Sont formé à la base des ingénieurs chargés de la police des mines :

Boumerdes, Blida, Saida, Tiaret, Tlemcen, Oran, Chleff, Djelfa, Bordj Bou Arreridj, Sétif, Guelma, Mila, Constantine, Batna, Tébessa, Oum el Bouagui, Ouargla, Tamanrasset, Bechar [23].

III.2.2. Procédures d'acquisition de titre minier

Pour avoir un permis minier il est nécessaire de passer par l'adjudication :

A- Adjudication :

L'attribution d'un permis minier pour l'exploitation ou la recherche d'un site minier (site mise en concurrence) se fait après la mise aux enchères de ce site par l'administration chargée des activités minières (ANAM).

B- Permis minier de la recherche ou de l'exploitation :

Un Permis minier, c'est un document délivré par l'autorité administrative compétente, (ANAM) accordant des droits d'exercer des activités de recherche ou d'exploitation minière sur un périmètre délimité par des coordonnées UTM (Universel Transversal Mercator).

Conformément à législation algérienne, Avant d'entamer les travaux de prospection, d'exploration ou d'exploitation, il faut avoir un permis minier. La demande doit être déposée auprès de l'Agence Nationale des Activités Minières ANAM.

❖ La recherche des gisements miniers nécessite un permis de recherche (prospection ou exploration), ce permis doit être obtenu pour démarrer la phase de prospection ou d'exploration. Il donne à son détenteur le droit exclusif d'explorer et de rechercher des substances préalablement définies à l'intérieur d'un territoire délimité et pendant une durée limitée (1 ans pour la prospection et 3 ans pour l'exploration, renouvelable).

❖ Exploiter un gisement minier n'est possible qu'avec la détention d'un titre d'exploitation. La durée de permis d'exploitation est pour une période maximale de vingt (20) ans avec possibilité de renouvellements successifs, chacun de durée inférieure ou égale à dix (10) ans pour chaque renouvellement.

- Permis de prospection minier (PPM pour une grande surface)
- Permis d'exploration minier (PEM ou PEC)

- Permis d'exploitation :

Les types de permis minier sont :

- ✓ D'un permis d'exploitation des mines, PXM ;
- ✓ D'un permis d'exploitation des carrières, PXC ;
- ✓ D'un permis d'exploitation minière artisanale, AR ;
- ✓ D'un permis de ramassage, PR ;

C- Expert en étude géologique :

Tous les travaux d'études pour la constitution des dossiers de demande de permis miniers, doivent être réalisés par des bureaux d'études, bureaux d'expertises ou experts en études géologiques et minières, agréés par le ministre chargé des mines.

La demande d'inscription d'expert en étude géologique et minière au registre nationale des experts se fait auprès du ministère de l'industrie et des mines.

Un expert est toutes personnes physiques justifiant de la qualification et de l'expérience professionnelle nécessaire et suffisante, possédant le diplôme universitaire requis, reconnu par l'état au titre d'ingénieur d'état au minimum ou équivalant dans l'une des spécialités suivantes [27] :

- ❖ Géologie et géotechnique minière ;
- ❖ Génie minier ;
- ❖ Minéralurgie et traitement des minerais ;
- ❖ Topographie, arpentage et géodésie.

III.3. Contrôle Administratif et Technique

L'Agence Nationale des Activités Minières est dotée d'une police des mines constituée par le corps des ingénieurs des mines [17].

- ❖ Les ingénieurs de la police des mines sont chargés :
- ❖ Du contrôle administratif et technique des exploitations minières ;
- ❖ Du contrôle du respect de l'art minier et des règles d'hygiène et de sécurité ;
- ❖ Du contrôle des activités minières de manière à préserver l'environnement ainsi que la réhabilitation des sites miniers ;
- ❖ Du contrôle de la gestion et de l'utilisation des substances explosives.

III.4. Régime fiscal applicable aux activités minières (Taxes et Impôts)

Le régime fiscal des activités minières est régi par les dispositions de la loi minière qui énoncent que les activités d'infrastructure géologique, de prospection, d'exploration et d'exploitation des substances minérales sont soumises aux droits et taxes suivants [25] :

- ❖ Taxe superficielité ;
- ❖ Droit d'établissement d'acte ;
- ❖ Taux de la redevance d'extraction des substances minérales ;
- ❖ Droit d'amortissement des travaux ;

III.4.1. Taxe superficiaire

Les titulaires de permis d'exploration minière et de permis d'exploitation minière sont soumis à une taxe superficiaire annuelle. La taxe superficiaire est perçue sur la base du barème fixé de la loi minière. (Tableau III.1)

Tableau III.1 : Barème de base de la taxe superficiaire [15].

Nature du Permis	droit fixe annuel (DA)	droit proportionnel annuel par hectare (DA)		
		Période initiale	Première renouvellement	Autre renouvellement
Régime des mines				
Exploration	5 000	100	150	200
Exploitation	10 000	200	250	300
Régime des carrières				
Exploration	5 000	150	200	250
Exploitation	10 000	250	300	350

La taxe superficiaire (TS) est calculée selon la formule suivante :

$$TS \text{ (DA)} = \text{droit fixe annuel (DA)} + \text{droit proportionnel (DA/ha)} \times \text{surface (ha)}$$

III.4.2. Droit d'établissement d'acte

cette taxe, couvre les frais engagés par l'administration lors de l'instruction de dossiers de demande de renouvellement ou de modification de tout permis minier.(Tableau III.2)

Tableau III.2 : Barème du droit d'établissement d'acte [15].

Nature de l'activité		Montant(DA)
I. Recherche Minière	Prospection minière	
	-Demande initiale	30 000
	-Renouvellement ou modification	50 000
	Exploration minière	
	- Demande initiale	40 000
	- Renouvellement ou modification	100 000
II. Exploitation Minière	Exploitation de mines	
	- Demande initiale	75 000
	- Renouvellement, modification, transfert (partiel ou total), cession	150 000
	Exploitation de carrières	
	- Demande initiale	100 000
	- Renouvellement, modification, transfert (partiel ou total), cession	200 000
	Exploitation minière artisanale	
	- Demande initiale	40 000
	- Renouvellement ou modification	100 000
	Ramassage. Collecte et/ou récolte	30 000
- Demande initiale et de Renouvellement		

Dans notre cas d'étude : il s'agit :

- ❖ Un permis minier d'exploration des mines, BP N°68 Bouquais- Tissemsilt, dont les frais du droit établissement d'acte est 100 000 DA.
- ❖ Les frais du droit établissement d'acte du futur permis d'exploitation des mines, est 150 000 DA.

III.4.3. Taux de la redevance d'extraction des substances minérales

Sont soumis à une redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles extraites de gisements terrestres ou maritimes, les titulaires de permis d'exploitation de mines, de permis d'exploitation de carrières et de permis d'exploitation minière artisanale.

Les taux applicables pour le calcul de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles sont fixés par la loi minière (**Tableau III.3**)

Tableau III.3 : Taux de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles [15].

Substance minérale ou fossiles		Unité de mesure	Taux (%)
Substances minérales radioactives	Uranium	LB	3
	Autre substance radioactives (radium, thorium.....)	LB	2
Combustible solide	la houille, l'anthracite, le lignite,	TM	1.5
Substances minérales métalliques	Substances minérales métalliques ferreuses (fer, cobalt, nickel)	TM	1.5
	Substances minérales métalliques non ferreuses (cuivre, plomb, zinc)	TM	2
Substances minérales non métalliques régime des mines	soufre, arsenic, graphite, phosphate, baryte ; mica, quartz	TM	2.5
Substances minérales non métalliques régime des carrières	Argile, gypse, calcaire, sable, tuf....	M ³	6
Métaux précieux, pierres précieuses et semi-précieuses	or, argent, platinoïdes, diamant, agate, topaze, grenats, zircon,	Oz, CT, g	6

NB : TM : tonne métrique, g : gramme, Oz : once Troy = 31,103477 g. L.B. : Livre US = 0,4535923 kg. Ct. : carat = 0,2051965g

La redevance d'extraction est calculée selon la formule suivante :

RDV= Taux (%) × prix de vente (DA/tonne) × quantité annuelle extraite (tonne).

III.4.4. Droit d'amortissement des travaux

Les amortissements sont portés en comptabilité par l'entreprise, conformément à la législation en vigueur.

Les frais de prospection et d'exploration sont admis à amortissement, sous réserve que leurs montants soient validés par l'Agence Nationale des activités minière (**Tableau III.4**) [16].

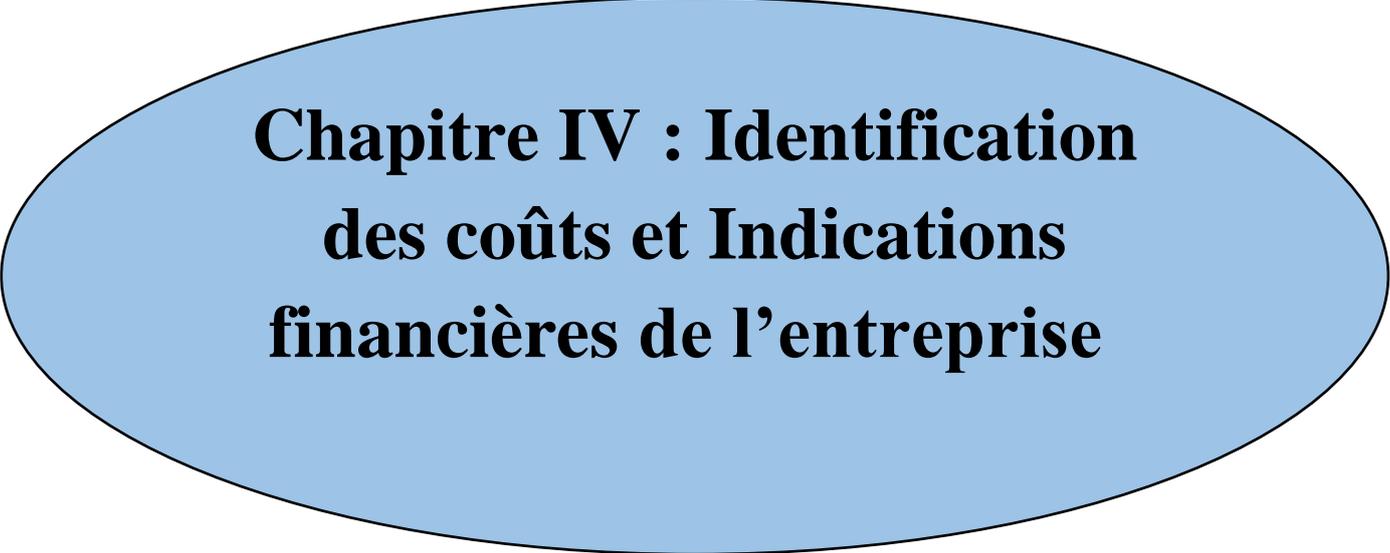
Tableau III.4 : Taux d'Amortissement des coûts de recherche et de développement suivant la loi minière 2001.

Nature des Frais	Taux (%)
Coût de recherche (prospection et exploration, avant démarrage de production)	100
Coût d'acquisition du titre (sans réalisation de travaux de recherche par l'acquéreur)	20 à 33
Travaux développement préparatoires avant mise en production	33
Travaux développement pour extension, après mise en production	33 à 100

Conclusion

La législation minière en Algérie accompagne le titulaire d'un permis minier de la recherche ou bien d'exploitation, pendant toute la durée de vie de l'activité minière sur site attribué, dès l'accord de titre jusqu'à la remise en état des lieux, elle indique toutes les procédures que l'entreprise minière doit suivre en fixant leur droits et obligations.

Et à savoir droit d'amortissement des travaux, taux de la redevance d'extraction des substances minérales, droit d'établissement d'acte, et la taxe superficiaire.



**Chapitre IV : Identification
des coûts et Indications
financières de l'entreprise**

Chapitre IV : Identification des coûts et Indications financières de l'entreprise

IV.1. Introduction

La réussite d'un projet minier dépend d'une large gamme de facteurs, ce qui rend sa mesure délicate, pour l'entrepreneur, l'indice synthétique final est le profit que dégage l'exploitation du gisement concerné par le projet. Ce chapitre, sera consacré à l'identification des coûts de l'entreprise minière durant l'année 2020, et nous allons commencer par l'identification des différents coûts (fixes et variables) de l'entreprise de production de baryte avec le calcul du prix de revient et les indices de rentabilités.

IV.2. Capital de l'entreprise

Il représente toutes les biens de l'entreprise tel que (les machines, les bâtiments, les ouvrages, les équipements ... etc).Le capital fixe se divise en deux groupes [19] :

- a) Le capital fixe de production :(utilisé directement dans le processus de production),

Ce capital est classé en 3 sous-groupes (Les composantes actives) :

- Les installations, matériels énergétiques et machines de commande ;
- Les moyens de transport ;
- Les machines de production et machines opératrices.

- b) Le capital fixe non productif :(non intervenant dans le processus de production), Ce capital est classé en 4 sous-groupes (Les composantes passives) :

- Les bâtiments et accessoires ;
- Les constructions ou ouvrages (galeries, cheminées, recoupes...etc) ;
- Les appareillages et appareils spécifiques ;
- L'inventaire.

IV.3. Chiffre d'affaire de l'entreprise

Le chiffre d'affaires est la somme des ventes de biens ou de services d'une entreprise avec les tiers dans l'exercice de son activité professionnelle normale et courante. Il correspond à la partie vendue de la production et aux reventes de marchandises(en l'état).

Il demeure une référence pour traduire l'importance de l'évolution de l'activité : c'est le principal indicateur comptable d'activité de l'entreprise [18].

Le chiffre d'affaire annuel de l'entreprise est calculé par la formule suivante :

$$CA = PA \times PV \text{ (DA)}$$

- PA : production annuelle finie (tonne) ;
- PV : prix de vente (DA) ;

Le chiffre d'affaire annuel de l'unité de production Boucaid est comme suit :

$$CA = 25\,000 \times 16\,000 = 400 \times 10^6 \text{ DA/Année.}$$

IV.4. Coûts de l'entreprise

Les coûts sont une somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable. Le plan comptable général donne la définition du coût comme suit [19] :

Un coût est constitué par un total de dépenses rapportées à un moment donné :

- Soit à une fonction ou partie de l'entreprise ;
- Soit à un objet, une prestation de service, un groupe d'objet pris à un stade autre que le stade final de livraison aux clients ;

Certains des coûts supportés par les entreprises varient avec la production, et d'autre non. Les coûts d'une entreprise minière sont divisés en deux catégories :

- **Coûts fixes** : non proportionnels à la quantité de production ;
- **Coûts variables** : directement liés avec la quantité de production, appelé aussi consommables ;

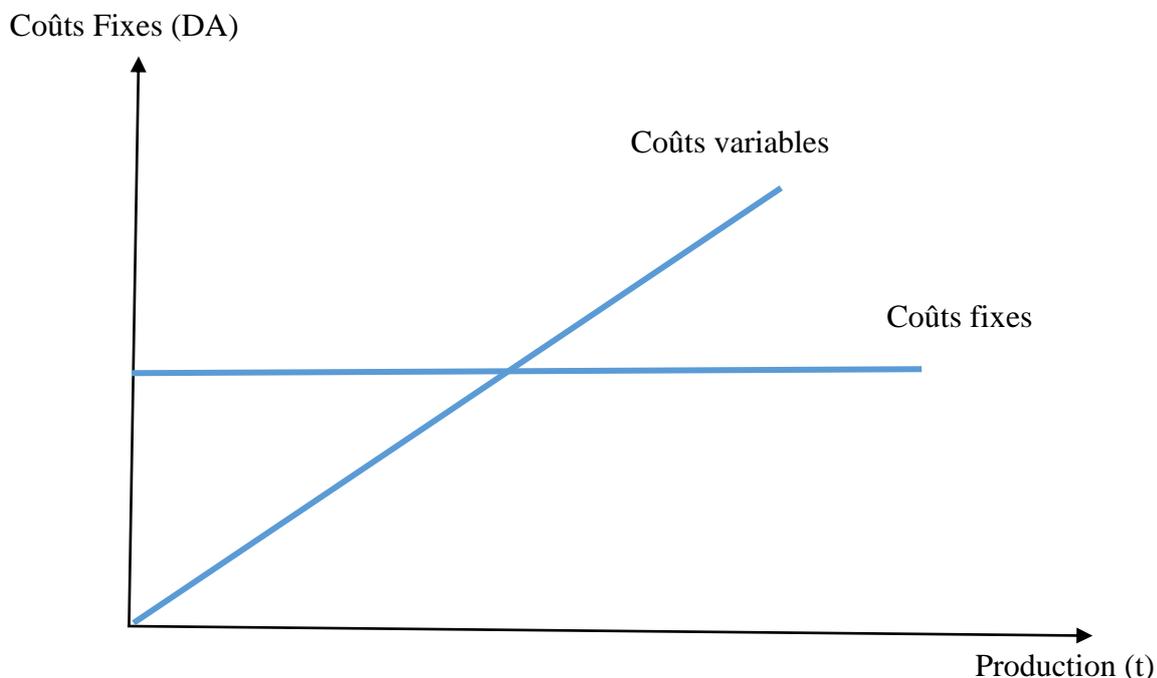


Figure IV.1 : Coûts totaux de l'entreprise.

IV.4.1. Coûts fixes (Cf)

Le cout fixe (CF), c'est une dépense qui ne varie pas en fonction du niveau de la production.

Les composantes des coûts fixes de l'unité Boucaid sont :

- Le droit d'établissement d'acte ;
- L'amortissement des engins ;
- L'amortissement des travaux de prospection et d'exploration ;
- L'amortissement des bureaux administratifs et accessoires ;
- Les frais du personnel ;
- L'amortissement des usines de traitement et accessoires
- Les frais du titre minier (adjudication et autres) ;
- Les frais des études annuelles effectuées par les bureaux d'études ;
- L'étude initiale de faisabilité technico-économique d'ouverture et d'exploitation ;
- Coûts de la remise en Etat des Lieux ;
- Les taxes superficielles.

IV.4.1.1. Amortissement

Les amortissements représentent une part de la valeur du capital fixe qui, dans le processus de production, au fur et à mesure, est transmis dans le prix de revient du produit. Les amortissements d'un engin constituent l'un des éléments des frais fixes que l'entreprise doit récupérer pour reconstituer le capital nécessaire à l'achat d'un nouvel engin. Donc, amortir un équipement, c'est mettre chaque année de côté une somme d'argent qui permet de payer les intérêts et de rembourser le capital à la fin de la vie de l'équipement. C'est donc une manière de répartir les grosses dépenses sur plusieurs années et de régulariser les résultats [20].

L'amortissement est composé en deux types :

a. Amortissement dégressif (Ad) :

L'amortissement dégressif (Ad) est la prise en charge d'un investissement par un amortissement plus important en début de période et sa continuité de manière décroissante.

L'amortissement dégressif est considéré comme étant plus réaliste que l'amortissement linéaire, car on peut constater que la perte de valeur des biens amortis est plus forte en début de période d'amortissement, qu'à la fin [20].

Pour le calcul de l'amortissement dégressif on utilise la formule suivante :

$$Ad = \frac{Fa}{Na} \times Cf ; (DA)$$

Avec :

- Ad : amortissement dégressif ;
- Fa : frais d'acquisition ;
- Na : Nombre d'année ;
- Cf : coefficient fiscal .

Tableau IV.1 : Coefficient dépend de la durée d'amortissement [20].

Durée d'amortissement	Coefficient Fiscal
De 3 à 4 ans	1.25
De 5 à 6 ans	1.75
Supérieur à 6 ans	2.25

b. Amortissement linéaire (Al) :

Le montant de l'amortissement (Al) est fixe et est déterminé annuellement par l'application du pourcentage d'amortissement à la valeur de l'investissement. L'amortissement (Al) est calculé selon la formule suivant : [20].

$$Al = \frac{Fa}{Na} ; (DA)$$

Avec :

- Al : amortissement linéaire DA/ans ;
- Fa : frais d'acquisition DA ;
- Na : Nombre d'année d'amortissement ou (durée de vie théorique) ;

En Algérie les entreprises minières appliquent l'amortissement linéaire.

IV.4.1.2. Amortissement des matériels et équipements

Les matériels et équipements utilisés dans la mine qui sont en cours d'amortissement avec leur frais d'acquisitions et amortissements sont présentés au tableau ci-après :

Tableau IV.2 : Frais d'acquisition et Amortissement des matériels au niveau de l'unité de Boucaid (année2020).

Désignations	Frais d'acquisition(DA)	Dotations aux amortissements	valeur restant(DA)
Terrains autres	8082600.00	0.00	8082600.00
Bâtiments industriels	15 032 037.54	37 501.00	3438870.62
Bâtiments administration et commerciales	11 5330350.50	432 674.10	6 872 935.40
Bâtiments et logement du personnel	4 375 800.00	15 729.00	402 184.29
Bâtiments démontables (cabines)	692 472.50	11 700.00	69 225.00
Installation concassage et broyage	26 086 476.86	323 087.00	10 772381.16
Installation et production d'énergie	8 311 695.54	431 227.00	812 323.59
Matériels d'extraction et foration	64 816 740.32	656 510.00	84 150.00
Matériels de roulage et de chargement	95 805 028.91	1 111.11	41 018.54
Matériels et équipement d'exhaure	6 105 471.11	348 561.44	1 407 220.99
Matériels et équipement d'atelier	6 685 278.73	15 800.00	135 983.33
Matériels électroniques et télécommunication	11 740 760.82	203 224.50	577 002.74
Matériels de protection	1 975 869.84	37 125.00	231 474.09
Installation générales d'eau	1 083 452.38	6 000.00	7 500.00
Installation générales d'téléphone	2 474 375.68	214 000.00	1 854 666.67
Matériels de transport ferroviaire	10 771 617.34	1 142 717.00	1 866 437.79
Matériels d'habitation	1 424 038.18	22 423.33	17 275 .00
Matériels de bureau	2 536 747.7	34741.00	9 647.67
Matériels informatique	3 863 075.35	99 000.04	402 499.99
Equipement ménager	373 380.95	3 855.00	15 006.67
TOTAL		4 504 625.34	41 516 359.16

Les matériels et équipements utilisés dans la mine ce sont déjà amortis avec leur frais d'acquisitions et amortissements sont présentés au tableau ci-après :

Tableau IV.3 : Frais d'acquisition des matériels déjà amorti à Boucaid (année 2020).

Désignations	Frais d'acquisition (DA)	Dotations aux amortissements	La valeur restant(DA)
Etanchéités Bâtiments admin et commercial	2 236 500.00	0.00	0.00
Logement des personnels	2 259 696.55	0.00	0.00
Bâtiments pour œuvres sociales	2 973 953.35	0.00	0.00
Matériel de laboratoire	9 088 169.06	0.00	0.00
Galleries d'ossatures	1 801 912.27	0.00	0.00
Installation de manutention	148 636.37	0.00	0.00
Matériels d'exploitation	993 911.39	0.00	0.00
Matériel de vérification de la mine	1 496 646.76	0.00	0.00
Matériel et équipement cantine	51 440.00	0.00	0.00
Matériel reforme	1 785 282.05	0.00	0.00
Matériel de projection	85 000.00	0.00	0.00
Installation chauffage	8 248 473.71	0.00	0.00
Véhicules de transport	69 722 967.88	0.00	0.00
Total	396 240 592.54	0.00	0.00

IV.6.1.3. Amortissement des travaux de recherche

Les travaux de prospections et d'exploration sont déjà amortis.

IV.6.1.4. Amortissement des bureaux administratifs et accessoires

Vu que des bâtiments sont construits durant les années 1976, et autres pendant la période coloniale, alors les bureaux administratifs sont déjà amortis.

IV.6.1.5. Études et rapport annuels

Les différentes études et rapport élaboré par les entreprises sont comme suites :

- a) **Plan annuel d'exploitation** : c'est un document représente les travaux d'extraction prévisionnelle élaborée pour chaque début d'année.
- b) **Rapport d'activité minière** : c'est un document élaboré chaque fin d'année par l'exploitant.
- c) **Plan topographique** : c'est un levé topographique élaboré chaque six mois.
- d) **Rapport géologique** : c'est un rapport établir pour l'actualisation des réserves géologique et exploitables de la mine élaboré chaque deux ans.

Remarque : vu que la majorité de ces rapports sont élaborée par les cadres de l'ENOF Boucaïd eux même, les frais de ces études sont de l'ordre 100 0000 DA.

IV.4.1.6. Etude de faisabilité initiale d'ouverture et d'exploitation

L'étude initiale de faisabilité technico-économique d'ouverture et d'exploitation se fait avant le début de l'exploitation de la mine (dossier d'attribution du titre minier). Les frais de cette étude ne sont pas mentionnés à cause du manque des données.

IV.4.1.7. Remise en état des lieux

Le taux de cette provision, déterminé par l'agence nationale des activités minières est fixé au maximum, à deux pour cent (2%) du chiffre d'affaire annuel hors taxe, en rapport avec le degré des nuisances modifications susceptibles d'être apportées à l'état des lieux et à l'intégrité du site minier [26].

La remise en état de lieu est calculée à partir la formule suivante :

$$\mathbf{Rm = CA \times T (\%)}$$

Avec :

- CA : chiffre d'affaire annuel ;
- T : taux de la provision pour la remise en état des lieux [Annexe II] :

AN:

$$Rm = 400\ 000\ 000 \times 0,02$$

$$\mathbf{Rm = 8\ 000\ 000\ DA/ans}$$

IV.4.1.8. Frais du personnel

C'est le total des rémunérations versées à l'ensemble du personnel (salaires de base, primes).

Sur la base d'un effectif de 216, la masse salariale annuelle globale (année 2020) est de **224 278 491.00 DA / année**

La structure des personnels à de l'entreprise ENOF-SPA unité de Boucaïd est définie au tableau ci-dessous :

Tableau IV.4 : Structure de l'effectif de l'unité ENOF Boucaid (année 2020).

Personnels 2020	Totale
Cadres supérieurs	2
Cadres	39
Maitrises	111
Exécutions	64
Total	216

IV.4.1.9. Frais de transport des personnels

Le transport est assuré par un transite avec un coût 75000 DA/mois soit : 900 000.00DA

Alors les coûts sont calculés comme suite :

$$CF = \sum Rm + A + Cp + EA \quad ;(DA)$$

- CF : Coûts fixes ;
- A : Amortissement ;
- Cp : Coûts personnel ;
- EA : Etudes et rapports annuels.

Tableau IV.5 : Coûts fixes annuels de l'entreprise.

Désignations	Valeur (DA/Année)
Remise en état	8 000 000
Amortissement des matériels	4 504 625.34
Coûts personnel	224 278 492.54
étude annuelle	100 000
Total coûts fixe	236 883 117.88 DA

IV.4.2. Coûts variables(Cv)

Les coûts variables (C_v), sont des coûts qui varient avec la production, Pour les entreprises minières, ces coûts englobent les consommables qui concernent la consommation des engins en gasoil, lubrifiant et pièces de rechange lors des entretiens préventifs, la consommation en électricité des installations, la remise en état des lieux et la redevance d'extraction...etc [19].

IV.4.2.1.Frais des consommables

Le montant des matières de fourniture et des consommables tel que les carburant, les pièces de rechanges, pneumatique est de l'ordre **77 384 733.27 DA/An.**

Tableau IV.6 : Les frais des consommables au niveau de la mine.

Désignation	Coûts consommables annuel (DA)
Explosifs et accessoires	3 460 700.00
Pièces de rechanges	23 837 323.77
Lubrifiants et Carburant	5 720 691.70
Accessoires	3 232 810.31
Bois de mines	3 299 835.56
Fournitures de bureau et informatiques	8 953 432.00
Emballage (Big-bag)	14 138 388.33
Matériaux de sécurité et vêtements	2 527 114.80
Electricité	7 522 460.00
Eau	3 132 038.25
Gaz	1 559 940.76
Total	77 384 733.27

La somme totale des coûts variables de la mine sera comme suit :

Coûts variables = 77 384 733.27 DA

IV.4.2.2. Taxes

Il existe quatre types de taxes imposé sur l'industrie minière :

a. Droit d'établissement d'acte :

Le droit d'établissement d'acte est perçue sur le barème du droit d'établissement d'acte (voire le tableau N° 2 du chapitre III). il s'agit d'un renouvellement du permis minier, dont le droit d'établissement d'acte = 150 000 DA.

b. Taxe superficielle :

La taxe superficielle est perçue sur la base du barème fixé de la loi minière (voire le tableau N° 1 du chapitre III), il s'agit d'un renouvellement du permis minier, dont la taxe superficielle (TS) est calculée selon la formule suivante :

Ts (DA) = droit fixe annuel (DA) + droit proportionnel (DA/ha) × surface (ha)

Ts = 10 000 (DA) + 300(DA/ha) × 47 h

Ts = 24 100 DA.

c. Redevances d'extractions :

Les taux applicables pour le calcul de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles sont fixés (notre minerai est une **Substances minérales non métalliques**).

Le taux = 2.5% d'après la loi minière 2001-2014(voire le tableau N° 3 du chapitre III)

La redevance d'extraction est calculée selon la formule suivante :

RDV = Taux (%) × Prix de vente fixé par la loi [Annexe I] (DA/tonne) × quantité annuelle extraite (tonne)

$$\mathbf{RDV} = 0.025 \times 16\,000 \times 25\,000$$

$$\mathbf{RDV} = 10 \times 10^6 \text{ DA}$$

Alors les taxes sont calculées comme suite :

$$\mathbf{T} = \sum \mathbf{T_s} + \mathbf{RDV} + \mathbf{D_a} \quad ;(\text{DA})$$

- T : Taxes ;
- Ts : Taxe superficiaire ;
- RDV : Redevance d'extraction ;
- Da : Droit d'établissement d'acte.

Tableau IV.7 : Taxes annuels de l'entreprise minière.

Désignations	Valeur (DA/Année)
Taxe superficiaire	24 100
Redevance d'extraction	10×10 ⁶
Droit d'établissement d'acte	150 000
Taxes	10 174 100 DA

IV.5. Prix de revient de la production

C'est le coût moyen d'une unité de production, d'une tonne de minerai ou d'une tonne de concentré.

Pour calculer le prix de revient d'un travail effectué ou d'une opération ou le prix de revient d'une entreprise il faut donc faire la somme des dépenses effectuées dans une certaine période (mois, an,...) et diviser cette somme par le nombre d'unités de production obtenues dans la même période. [15]

Le prix de revient est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{Pr} = \frac{\mathbf{CF+CV+T}}{\mathbf{PA}} \quad ; (\text{DA/tonne})$$

$$\mathbf{Pr} = \frac{236\,883\,117.88 + 77\,384\,733.27 + 10\,174\,100}{25\,000}$$

$$\mathbf{Pr} = 12\,977.67 \text{ DA/tonne}$$

IV.6. Indications financière de l'entreprise**IV.6.1. Marge brute (Mb)**

C'est la différence entre le prix de vente d'un produit et son prix de revient.

$$Mb = P_v - P_r ; (\text{DA/tonne})$$

- P_v : prix de vente sur la loi minière [Annexe II].

$$Mb = 16\,000 - 12\,977.67$$

$$\mathbf{Mb = 3\,022.33 \text{ DA/tonne}}$$

IV.6.2. Résultat brut d'exploitation (R_{BE})

C'est la différence entre le chiffre d'affaire et les coûts totaux.

$$R_{BE} = C_A - C_{\text{Toutaux}}$$

$$C_A = 25\,000 \times 16\,000 = 400\,000\,000 \text{ DA/an}$$

$$R_{BE} = 400\,000\,000 - (236\,883\,117.88 + 77\,384\,733.27)$$

$$\mathbf{R_{BE} = 85\,732\,148.85 \text{ DA/an}}$$

IV.6.3. Résultat net d'exploitation (R_{NE})

Le résultat net d'exploitation est le résultat d'exploitation diminué du montant de l'impôt que l'entreprise verse (impôt sur le revenu ou impôt sur les sociétés).

$$R_{NE} = R_{BE} - I_{BM}$$

I_{BM} : impôts sur le bénéfice minier 33% du Résultat brut d'exploitation.

$$I_{BM} = 33\% R_{BE}$$

$$I_{BM} = 0.33 \times 85\,732\,148.85$$

$$\mathbf{I_{BM} = 28\,291\,609.12 \text{ DA/ans}}$$

Donc : $R_{NE} = 85\,732\,148.85 - 28\,291\,609.12$

$$\mathbf{R_{NE} = 57\,440\,539.72 \text{ DA/an}}$$

IV.6.4. Cash-flow brut (CFB)

C'est la somme du résultat net et la somme des amortissements.

$$C_{FB} = R_{NE} + A_{\text{TOTAL}}$$

$$A_{\text{TOTAL}} = \mathbf{4\,504\,625.34 \text{ DA}}$$

$$C_{FB} = 57\,440\,539.72 + 4\,504\,625.34$$

$$\mathbf{C_{FB} = 61\,945\,165.06 \text{ DA}}$$

Les différents résultats de l'entreprise sont mentionnés au tableau ci-après.

Tableau IV.8 : Représentation des résultats d'entreprise.

Désignation	Résultat d'entreprise DA/an
Marge brute M_B	3 022.33
Résultat brut d'exploitation R_{BE}	85 732 148.85
Impôt I_{BM}	28 291 609.12
Résultat net d'exploitation R_{NE}	57 440 539.72
Cash-flow brute C_{FB}	61 945 165.06

IV.7. Classification des coûts et seuil de rentabilité

IV.7.1. Marge sur coûts variables (M_{CV})

M_{CV} = chiffre d'affaire – coûts variable

$$M_{CV} = 400\,000\,000 - 77\,384\,733.27$$

$$\mathbf{M_{CV} = 322\,615\,266.73\ DA}$$

IV.7.2. Résultat d'exploitation (R_E)

$R_E = M_{CV} - \text{coûts fixes}$

$$R_E = 322\,615\,266.73 - 236\,883\,117.88$$

$$\mathbf{R_E = 85\,732\,148.85\ DA}$$

IV.7.3. Seuil de rentabilité (S_R)

Le seuil de rentabilité est aussi appelé point mort : c'est le niveau d'activité pour lequel l'ensemble des produits couvre l'ensemble des charges, soit le chiffre d'affaires pour lequel le montant des frais fixes est couvert par la marge sur coûts variables [21].

$$\mathbf{SR = \frac{\text{Coûts fixe}}{\text{Taux de MCV}} ; (\text{DA})}$$

S_R : Seuil de rentabilité.

T_{mcv} : taux de marge sur coût variable.

$$\mathbf{T_{mcv} = \frac{MCV}{CA}}$$

$$T_{mcv} = \frac{322\,615\,266.73 \times 100}{400\,000\,000}$$

$$\mathbf{T_{mcv} = 80,65\%}$$

Donc :
$$\mathbf{SR = \frac{236\,883\,117.88}{0.8065}}$$

$$\mathbf{SR = 293\,717\,443.12\ DA}$$

IV.7.4. Levier opérationnel

Le levier opérationnel peut aussi se calculer par la sensibilité du résultat :

e = Marge sur coût variable / résultat d'exploitation

$$e = \frac{MCV}{RE}$$

$$e = \frac{322\,615\,266.73}{85\,732\,148.85}$$

$$e = 3.76$$

IV.7.5. Valeur nette

La valeur nette, est la différence entre le résultat d'exploitation et résultats d'exploitation fois taux d'imposition.

$$VN = R_{BE} - (R_{BE} \times \text{taux d'imposition})$$

Avec :

- VN : valeur nette
- R_{BE} : résultats d'exploitation
- Taux d'imposition 33 %

AN :

$$VN = 85\,732\,148.85 - (85\,732\,148.85 \times 0.33)$$

$$VN = 57\,440\,539.72 \text{ DA}$$

Remarque : d'après les calculs on a trouvé que le résultat net d'exploitation (R_{NE}), et la valeur nette (VN) sont de mêmes résultats, car nous avons fait l'étude juste pour une seule année (2020).

IV.7.6. Valeur actuelle nette

$$VAN = -I_0 + \frac{VN}{(1-t)^N}$$

Avec :

- t : taux d'actualisation (10 %)
- N : nombre d'année =1 (l'investissement initial équivalent à la dotation aux amortissements annuelle)

AN :

$$VAN = -4\,504\,625.34 + \frac{57\,440\,539.72}{(1-0.10)^1}$$

$$VAN = 59\,318\,196.57 \text{ DA}$$

Remarque : vu manque des données, dans notre étude nous avons pris l'investissement initial, est la somme des donations de l'année 2020.

IV.7.7. Indice de profitabilité

L'indice de profitabilité est le rapport entre le cumul actualisé des flux de trésorerie (cash flows nets actualisés) et le capital investi. En fait c'est le rapport entre la Valeur actuelle nette des cash flows et le capital investi [21].

Il est calculé par la formule suivante :

$$Ip = \frac{VAN}{I_0} + 1$$

Avec :

- Ip : indice de profitabilité ;
- VAN : valeur nette actualise ;
- I₀ : investissement initial (la somme des dépenses initiale = 396 240 592.54 DA)

Donc :

$$Ip = \frac{59\,318\,196.57}{396\,240\,592.54} + 1$$

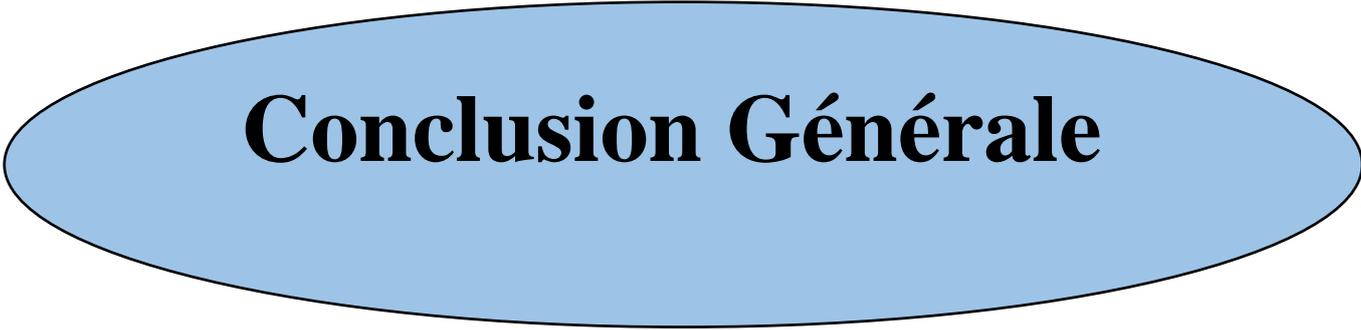
$$Ip = 1.15$$

Si : IP > 1 Le projet est rejeté
IP < 1 Le projet est rentable

Remarque : d'après les calculs que nous avons fait, l'indice de profitabilité est supérieur à un donc le projet est profitable.

Conclusion

A la fin de ce chapitre on a réuni tous les investissements concernant l'entreprise, l'analyse des résultats de cette études à travers les résultats de l'indice de profitabilité qui est supérieure à un, et la valeur nette actualisé qui est positif, donc le projet est profitable, par contre la seuil de rentabilité est élevé par rapport au chiffre d'affaire initial à cause les couts variable, et la valeur obtient de levier opérationnel est 3,76 (une valeur qui est très élevé), on conclue d'après l'indication de risque que le risque est important pour ce projet.



Conclusion Générale

Conclusion générale

L'entreprise doit être rentable et bénéficiaire pour assurer sa survie, si pour cela il doit être entouré d'une bonne gestion de la structure générale des différentes opérations qu'elle possède.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études « Etude technico-économique de la production de la baryte de la mine de Boucaid, W de Tissemsilt », et nous avons déterminé le prix de revient de production de baryte et résultats de la rentabilité de l'entreprise, nous somme arrivés aux conclusions suivantes :

- ✓ Sur la base d'une superficie du périmètre octroyé de **47 Ha**, une taxe superficielle annuelle payée auprès de l'ANAM de **24 100 DA**
- ✓ La quantité annuelle produite (produit fini) est **25 000 tonnes**, donc un chiffre d'affaire annuel en 2020 de l'unité de production Boucaid est **400 ×10⁶ DA**. Ce qui impose une redevance d'extraction de l'exercice en 2020 est **10 ×10⁶DA**
- ✓ L'amortissement des engins et équipements miniers est **4 504 625.34 DA**.
- ✓ Les coûts des personnels de l'entreprises en 2020 sont **224 278 491.00 DA/ans**, tandis que coûts variable qui inclus le minage et les frais des consommables sont **77 384 733.27 DA**

Après les calculer les différents coûts, le prix de revient trouvé est **12 977.67 DA** /tonne de baryte, tandis que son prix de vente est **16 000 DA/tonne**, ce qui nous a permis de trouver une marge bénéficiaire de **3 022.33 DA/tonne**.

Sur la base de calcul des indices de rentabilité économiques de notre projet à savoir : la valeur nette (VN), la valeur actuelle nette (VAN) et l'indice de profitabilité, nous concluons que le projet d'exploitation de la Baryte de l'unité Boucaid - Tissemsilt est bénéfique.

Références bibliographiques

- [1] : **EKENDRI A.** 2004. Rapport sur l'exploitation du gisement de calcaire de Batha, Tissemsilt .Mine de BOUCAID.
- [2] : **POLVECHE J.** « Contribution à l'étude géologique de l'Ouarsenis. Oranais ». Tome 1.
- [3] : Plan d'exploitation 2020 (document interne de l'unité de Boucaid).
- [4] : Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (par Maurice MATTAUER. BULLETIN : N° 17) service de la carte géologique de l'Algérie (1958).
- [5] : **DUFLOS G.** 2014. « Association des âmes d'allègre ».
- [6] : **BALADAH F.** 2011. « Revalorisation des rejets Barytique issues des jigs et impact environnemental : cas de la mine d'Ain Mimoun Khenchla ».Thèse de magister d'université Badji Mokhtar d'Annaba.
- [7] : « La baryte » ; Livre ; Mémento roche et minéraux industriels (Aout 1993).
- [8] : « Mémento barytine » ; Rapport final BRGM/RP63974.FR (Novembre 2014).
- [9] : les travaux et les études de L.Calambert(1952) ; M Mattauer(1958) et Fares khodja (1968).
- [10] : **MEFTAH, Lamine.** Rapport " Audit environnemental unité de traitement de baryte de Boucaid (w. Tissemsilt) ". (2020).
- [11] : Plan directeur d'exploitation et de développement. ; 2015. Mine de BOUCAID ENOF.
- [12] : **MEFTAH L.** ; 2007. « Etude d'impact sur l'environnement des activités de barytes ».
- [13] : **GUECEB A.** Rapport « Méthode de traitement de la baryte de l'unité de Boucaid (Tissemsilt) », Génie de la Formulation, universités akli Mohand oulhadj Bouira 2017/2018.
- [14]: **HANS H.** « Underground mining Method and application; Retired, Atlascopo, Stockholm, Sweden».
- [15] Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire, N° 53. 2015.
- [16] Code général des impôts (loi n° 2012-31 du décembre 2012).
- [17] : **Dr. Dassamiour Mohamed** (Université Ferhat Abbas Sétif 1) Représentant des enseignants- Sciences de le Terre et de l'Univers (STU).
- [18] : « Les grands courants de la pensée économique » PAR ALAIN SAMUELSON. MIR MOSCOU 1993

- [19] : **AIT KAID, Y.** « Etude économique de l'exploitation de la partie inférieure du gisement de zn de chaâbet el-hamra et sensibilité des paramètres production, teneur, tout venant, cours métal et investissement », mémoire de fin d'études, école nationale supérieure Polytechnique. 2009
- [20] : **OUMENKHACHE, N.** « Progiciel de structuration des dépenses de production des Agrégats et des sables sous forme de fiche de coûts (Application carrière de Keddara ALGRAN) ». Projet de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique. 2009
- [21] : **HOUDAYER R.** Evaluation Financière Des Projets Ingénierie de projets et décision d'investissement 2ème édition. 1999
- [27] : article 2 du décret exécutif n°2- 468 du 24/12/2002 de la loi minière.

Web Biographies :

- [22] Google Earth 2021.
- [23] : <http://enof.dz/v/presentation/COPYRIGHT> ENOF 2020
- [24] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Barytine>.
- [25] : http://www.anam.gov.dz/act_miniere/index.php?lang=_fr.
- [26] : https://www.anam.gov.dz/news/divers/proc_fermeture_site_minier.pdf

ANNEXE I

Note fixant les valeurs moyennes marchandes des produits miniers l'exercice 2020

En vertu des dispositions de l'article 135 de la loi n°14-05 du 24 février 2014, portant loi minière, les valeurs moyennes marchandes des produits miniers, devant servir de référence pour le calcul de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles pour l'année 2020, sont fixées comme suit :

Substances minérales	unité	Valeur moyenne (DA)
Bentonite (forage)	Tonne	15 000
Bentonite (fonderie)	Tonne	15 000
Bentonite de charge	Tonne	8 000
Kieselguhr (toutes qualités confondues)	Tonne	28 000
Kaolins tout venant	Tonne	12 00
Kaolins trié	Tonne	15 00
Kaolin traité	Tonne	6 700
Kaolin djebel debagh (toutes qualités confondues)	Tonne	6 000
Feldspath (brut)	Tonne	700
Feldspath 0-3	Tonne	1 000
dolomie	Tonne	1 100
Phosphate 63/65% BPL	Tonne	5 800
Phosphate 66/68% BPL	Tonne	5 900
Minerai de fer pour cimenteries	Tonne	2 700
Minerai de fer pour sidérurgie	Tonne	5 100
Concentré de zinc	Tonne	110 000
Pouzzolane pour ciment	Tonne	600
Baryte traitée et conditionnée	Tonne	16 000
Baryte tout-venant	Tonne	12 000
Gypse pour ciment	Tonne	500
Gypse pour plâtre	Tonne	600
Calcaire pour chaux	Tonne	600
Sel raffiné alimentaire	Tonne	28 000
Sel raffiné industriel	Tonne	20 000
Sel alimentaire produit à partir de lacs, chotts et autres, et après cristallisation saumure dans des tables salantes.	Tonne	7 000
Sel alimentaire pour boulangeries produit à partir de lacs, chotts et autres, et après cristallisation saumure dans des tables salantes.	Tonne	6 000
Sel industriel produit à partir de lacs, chotts et autres, et après cristallisation saumure dans des tables salantes.	Tonne	2 500
Sel but non alimentaire extrait des lacs, chotts et autres	tonne	2 500

Annexes

travertin	Tonne	16 000
Carbonate de calcium		
▪ Unité Sig	Tonne	2 000
▪ Unité Maghnia	Tonne	3 500
▪ Unité El khroub	Tonne	1 826
Toutes autres catégories	Tonne	2 600
Calcaire pour ciment (permis miniers PXC et titres miniers assimilés aux PXC)	M ³ /T	800/600
Schiste	M ³ /T	500/300
Marbre		
Bloc		
Fil fila et gites proches		
▪ Blanc	M ³	13 000
▪ Réséda	M ³	6 300
▪ Gris clair	M ³	6 000
▪ Gris fonce	M ³	13 000
KRYSTEL		
▪ Rouge	M ³	16 000
▪ Rose	M ³	16 000
▪ Jaune	M ³	16 000
Mahouna	M ³	3 000
Granulés de marbre		
▪ Filfila	T	4 000
▪ Krystel	T	1 600
▪ Remchi	T	1 300
▪ Mekle	T	1 600
▪ Mahouna	T	1 000
▪ Honaine	T	1 500
▪ Autre région	T	1 200
Poudre de marbre		
▪ Filfila	T	1 200
▪ Krystel	T	800
▪ Remchi	T	600
▪ Mekle	T	1 800
▪ Mahouma	T	400
▪ Honaine	T	1 200
▪ Autre région	T	400
Pierres décoratives (w .Tlemcen et w.Sidi Bel Abbès)	M ³	16 000
Moellons de marbres et d'autres pierres décoratives	M ³	1 800
Sables siliceux		
▪ Brut	T	700
▪ Traité	T	3 800
Argiles et Marnes		
○ Zone I	T	400
○ Zone II	T	400
○ Zone III	T	400
Tuf		
○ Zone I	M ³	350

Annexes

○ Zone II	M ³	350
○ Zone III	M ³	350
Agrégats toutes granulométries confondues		
○ Zone I	M ³ /T	500/400
○ Zone II	M ³ /T	500/400
○ Zone III	M ³ /T	600/450
Sables concassés		
○ Zone I	M ³ /T	500/400
○ Zone II	M ³ /T	400/300
○ Zone III	M ³ /T	300/250
Sables de construction hors domaine hydraulique et hors sables concassés		
○ Zone I	M ³ /T	600/500
○ Zone II	M ³ /T	400/300
○ Zone III	M ³ /T	300/200
Tout venant de substances minérales rocheuses ou à l'état meuble destiné aux différentes utilisations (routes, travaux publics, etc.)	M ³ /T	400/300
Or	Gramme	6 380
Argent	Gramme	69

Annexe II

Le taux de la provision du compte séquestre pour les gîtes et gisements de substances minérales ou fossiles qui relèvent du régime des mines et ce conformément aux dispositions de l'article **08 de la loi minière N° 14-05 du 24 février 2014** est fixé comme suit :

Substance	Zone	Taux de la provision (%)
Substances minérales radioactives : radium, thorium, toutes autres substances radioactives.	Zone I	2
	Zone II	1.5
	Zone III	1
Combustibles solides : houille, l'anthracite, lignite, tourbe et tous autres combustibles fossiles solides.	Zone I	2
	Zone II	1.5
	Zone III	1
Substances minérales métalliques : fer, cobalt, nickel, chrome, manganèse, vanadium, titane et sable titanifère, bismuth, rhodium, Strontium, hafnium, molybdène, tungstène, étain, aluminium, antimoine, gallium, thallium, béryllium, cuivre, plomb, zinc, cadmium, germanium, indium, rhénium, scandium, cérium, cesium, rubidium, lithium et tous autres éléments de terres rares, niobium, tantale, mercure, métaux lourds alluvionnaires, iridium.	Zone I	2
	Zone II	1.5
	Zone III	1
Substances minérales non métalliques : soufre, sélénium, tellure, arsenic, graphite, phosphate, fluorine, baryte, Célestine, mica, quartz, aluns, amiante, vermiculite, talc, stéatite, magnésite, ocres, dolomie, calcite, kaolin, feldspath, halloysite, pegmatite, diatomites (Kieselguhr), pyrophyllite, wollastonite, roches argileuses exploitées en vue de la fabrication de bentonites et des terres décolorantes, ghassoul, attapulgate, perlites, nitrates, sels de sodium et de potassium à l'état solide ou en dissolution, borates et autres sels associés dans les mêmes gisements, marbres, onyx, calcédoine, aragonite, calcaires et roches éruptives et métamorphiques pour pierres décoratives et ornementales ,roches siliceuses et sables siliceux à usage industriel, calcaire pour carbonate de calcium à usage industriel ou agroalimentaire, andalousite, sillimanite, disthène .	Zone I	2
	Zone II	1.5
	Zone III	1
Métaux précieux et les pierres précieuses et semi-précieuses :	Zone I	2
	Zone II	1.5

Annexes

or, argent, platinoïdes, diamant et pierres précieuses, agate, topaze, grenats, opale, zircon, corindon et toutes autres pierres semi-précieuses.	Zone III	1
---	----------	---

Délimitation territoriale des trois zones retenues

A. Zone I (nord) :

La zone I comprend les Wilayas suivantes :

Tlemcen, Ain T'émouchent, Sidi Bel Abbés, Mascara, Saïda, Relizane, Mostaganem, Tiaret, Tissemsilt, Chlef, Ain Defla, Alger, Blida, Tipaza, Oran, Boumerdes, Médéa, Tizi-Ouzou, Bouira, Skikda, M'Sila, Djelfa, Sétif, Bordj Bou-Arredj, Bejaïa, Mila, Souk-Ahras, El Tarf, Khenchela, Jijel, Annaba, Constantine, Guelma, Oum El Bouaghi, Batna et Tébessa.

B. Zone II (proche et moyen sud) :

La zone II comprend les wilayas suivantes :

Biskra, El Oued, Laghouat, Ghardaïa, El Bayadh, Naâma, Béchar et Ouargla.

C. Zone III (extrême sud) :

La Zone III comprend les wilayas suivantes :

Tamanrasset, Adrar, Tindouf et Illizi.

Annexe III

Historiques de la législation en Algérie

a) De 1966 à 1991 (6 décembre 1991) :

C'est une période marquée par le monopole dans la recherche et l'exploitation minière détenu par SONAREM (Société Nationale de recherche et d'exploitation minière) créée en 11 Mai 1967. La part du secteur privé était très faible et ce dernier se limitait seulement à l'exploitation des carrières d'agrégats.

b) De 1991 à Juillet 2001 (3 juillet 2001) :

Compte tenu de la baisse du cours du pétrole qui constitue 98% des recettes d'exportation du pays d'une part et la nécessité de s'insérer dans l'économie de marché cette situation de monopole n'était plus possible.

Alors l'Etat qui finançait, à fonds perdus, la totalité de la recherche minière (Environ 800 MDA par an) et maintenait par des subventions le fonctionnement des mines structurellement déficitaires (poly-métaux).

La loi 91-24 du – décembre 1991 a fait éclater les premiers verrous (obstacles) qui sont pour l'essentiel :

- la possibilité du secteur privé d'intervenir sur toutes les substances minérales, à l'exception des substances dites « stratégiques ». On ne parle plus de secteur public et de secteur privé mais plutôt d'investisseurs résidents.

Les substances stratégiques (Uranium et substances radioactives) et les gisements stratégiques (fer Ouenza, Phosphate de Djebel Onk, Fer Gara Djebilet) ont été définis par un arrêté ministériel.

- La possibilité pour une société publique de s'associer avec un partenaire étranger pour mener en commun, à travers une société de droit algérien, la recherche et l'exploitation minière.

c) De juillet 2001 à 30 Mars 2014 :

Cette ouverture timide a été très vite jugée insuffisante. En effet devant le déclin du secteur minier le pays avait besoin de capitaux privés (nationaux et étrangers) dans le domaine des mines. Ce sont les effets attendus avec la loi n°01 – 10 du 3 juillet 2001. Cette loi stipule (exprime, parle) que :

- ❖ Que leur recherche et leur exploitation ne peuvent être menées que sur la base de titres miniers délivrés par une seule agence minière.
- ❖ La recherche et l'exploitation peuvent être menées par des personnes morales ou des sociétés de droit algérien.
- ❖ Deux agences minières ont été créées (ANPM, ANGCM) dotées d'une autonomie de fonctionnement.
- ❖ Création du service géologique national et Institution du dépôt légal.
- ❖ Institution du cadastre minier.

Après certaines années d'application, les premiers résultats recensés sont intéressants. Le nombre d'exploitants a augmenté fortement depuis la mise en œuvre de la nouvelle législation. Et le nombre d'investisseurs continue d'augmenter régulièrement en raison des campagnes d'adjudication qui sont organisés l'ANPM trimestriellement.

d) De 30 mars 2014 au 23 juin 2020 :

Bien que les résultats d'application de loi 2001 est intéressantes, mais il restant toujours des insuffisantes relatives à l'environnement minier d'une part, et la plupart des titres miniers ont été destinés à l'exploitation des carrières et sablières d'autre part.

A cet effet, la loi minière de 2001 a été actualisé pour objectif de :

- ❖ Encourager la recherche minière notamment dans ce qui concerne les mines (substances métalliques.....)
- ❖ Réorganisation des deux agences minières ANGCM et ANPM, ces dernières sont devenues (ANAM et ASGA).
- ❖ Autorisation l'exploitation des substances minérales au niveau de la mer.

e) De 2020 à ce jour :

Création (indépendance) d'un nouveau ministre pour le secteur des mines avait pour principaux objectifs :

- Une exploitation optimale des richesses minière de l'Algérie
- Créer un grand nombre de poste d'emploi, au profit des jeunes.

الملخص:

الهدف من هذا العمل هو إجراء دراسة فنية اقتصادية لإنتاج البارييت من منجم بوقائد بولاية تيسمسيلت. تم تنفيذ تحجيم معدات المناجم على أساس إنتاج سنوي يبلغ 25000 طن، أي أن عمر المنجم المتبقي هو 10 سنوات.

بناء على تقييم اقتصادي لربحية الشركة. وبسعر بيع 16.000 دج / طن، فإن حجم مبيعات الشركة في 2020 هو 400×10^6 دج.

بناءً على تحديد التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة والضرائب المختلفة، فإن سعر تكلفة طن البارييت المحسوب هو 12977.67 دج. إما هامش ربح محقق 3022.33 دج / طن.

الكلمات المفتاحية: باريت، منجم بوقائد، التكاليف، سعر التكلفة، الربحية، الاقتصاد.

Résumé :

L'objectif de ce travail est de réaliser une étude technico-économique de la production de Baryte de la mine de Boucaïd, Wilaya de Tissemsilt.

Le dimensionnement des équipements de la mine a été effectué sur la base d'une production annuelle de 25 000 Tonne, soit une durée de vie restante est environ 10 ans.

À partir l'évaluation économique de la rentabilité de l'entreprise. Pour un prix de vente 16 000 DA/Tonne, le chiffre d'affaire annuel de l'entreprise réalisé en 2020 est de 400×10^6 DA.

A la base de l'identification des coûts variables, des coûts fixe et les différentes taxes, le prix de revient d'une Tonne de baryte calculé est 12 977.67 DA. Soit une marge bénéficiaire réalisée de 3022.33 DA/Tonne.

Mot clés : Baryte, Mine de Boucaïd, Coûts, Prix de revient, Rentabilité, Economie.

Summary:

The objective of this work is to carry out a technical-economic study of the production of Baryte of the mine of Boucaïd, city of Tissemsilt.

The dimensioning of the equipment of the mine was carried out on the basis of an annual production of 25 000 Tons, that is to say a remaining life of the mine is 10 years.

From an economic evaluation of the profitability of the company. With a selling price of 16,000 DA/Tons, the company's turnover in 2020 is 400×10^6 DA.

On the basis of the identification of variable costs, fixed costs and the various taxes, the cost price of a ton of barytes is calculated to be 12,977.67 DA. That is to say a profit margin of 3022.33 DA/Tons.

Key words: Baryte, Boucaïd Mine, Costs, Cost price, Profitability, Economy.