



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tebessi – Tébessa

معهد المناجم

Institut des mines

قسم المناجم والجيوتكنولوجيا

Département des mines et de la géo technologie



MEMOIRE

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

Filière : Génie minier

Option : Exploitation minière

**Amélioration des paramètres technologiques des
travaux d'abattage à l'explosif et limitation de
leurs impacts socio-économiques et
environnementaux dans les conditions de la mine
de Rouina wilaya d'Ain Dafla**

Présenté et soutenu par

Nousra Abd Alaziz

Devant le jury:

			Etablissement
Président:	Merah Chafia	MCB	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Encadreur :	Gadri Larbi	Pr	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Co-encadreur :	Slimane Houcine	Cadre	SOMIFER - Tébessa
Examineur :	Debbouz Mokhtar	MAA	Université Larbi Tebessi - Tébessa
Examineur :	Saadaoui Salah	MAA	Université Larbi Tebessi - Tébessa

Promotion 2021-2022

Année universitaire : 2021-2022

Tébessa le :

Lettre de soutenabilité

Noms et prénoms des étudiants :

1 Abd Alaziz Noursa

Niveau : 2^{ème} année Master **Option :** Exploitation minière

Thème : Amélioration Des paramètre technologique des travaux d'abattage à l'explosif et limitation de leurs impacts sociaux, économique et environnementaux dans les conditions de la mine de Rouina wilaya d'Ain Dafla.

• **Nom et prénom de l'encadreur :**

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur
Chapitre 1 : Géologie de gisement.	
Chapitre 2 : L'état actuel de la mine de Rouina.	
Chapitre 3 : Influence des caractéristiques du massif rocheux sur les travaux de tir et d'abattage.	
Chapitre 4 : Impact socio-environnemental des travaux miniers sur la région d'étude.	
Chapitre 5 : Estimation des vibrations provoquées par les travaux de tir à l'explosif dans la mine de Rouina.	

Remerciement

Avant tout je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et la foi et de m'avoir permis d'arriver à ce stade là, Au terme de ce travail je tiens à remercier chaleureusement

Mon encadreur **Pr. GADRI LARBI** et mon Co encadreur **Mr. SLIMANE HOUCINE** qui m'ont fait découvrir le sens de responsabilité et qui ont assuré le bon déroulement scientifique des travaux réalisés dans ce mémoire de fin d'étude de master en exploitation minière, Je les remercie pour leurs patiences et disponibilité à mon égard et leurs nombreux conseils ainsi que leurs soutien sans faille, tout au long de ce travail qu'il trouve ici toute ma reconnaissance et ma gratitude.

J'adresse mes vifs remerciements au **docteur : MERAH CHAFIA** pour le grand honneur qu'elle me fait en présidant le jury de ma soutenance. J'exprime également mes chaleureux remerciements aux messieurs **DEBBOUZ MOKHETARE** et **SADDAOUI SALH** pour l'honneur qu'ils m'ont fait, d'avoir accepté d'examiner mon travail. Plus précisément, je voudrais remercier tous les enseignants de département des mines.

Je tiens à remercier mes camarades **MESSI BACHIRE**, **BOUAKAZ CHAHERDINE**, de la promotion pour leur aide à la réalisation de ce travail et pour leurs précieux conseils. Mes remerciements les plus profonds vont à tous les cadres de la société de **SOMIFER** surtout **Mr RAMZI ZIANI ingénieur d'exploitation** pour leurs aides. La réalisation de ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien moral et effectif de mon père. Un grand merci de ton affection et pour ton encouragement. Je m'excuse auprès de ceux que j'ai sans doute oubliés dans cette liste, mais que je remercie également.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à **mon cher Père** qui m'a notablement encouragé à poursuivre mes études et à ma chère **Mère** et Je me demande à DIEU d'accueillir sa défunte dans son vaste paradis. Je le dédie aussi :

- A ma famille.
- A ma chère sœur **RAHIMA**
- A mon frère **ZOUHAIRE**
- A tous(tes) mes amis (es).
- A tous ceux qui me sont chers.

Résumé

L'extraction de matériaux rocheux impose de mettre en œuvre une énergie supérieure à la résistance mécanique du massif rocheux afin de le fragmenter et de le foisonner pour permettre son chargement. Pour vaincre cette résistance, il convient donc d'utiliser une énergie très élevée sur un temps très court que seul l'explosif est capable d'atteindre, Ou bien d'utiliser une énergie plus faible sur des temps très longs par énergie mécanique.

Les mouvements de vibrations qui se propagent dans les terrains vont soumettre les constructions à un régime de vibrations forcées qui engendreront des déformations. Si celles-ci sont trop importantes, des ruptures.

Mots clés : vibration, résistance, roche, déformation, explosif

Summary

The extraction of rocky materials requires the implementation of an energy greater than the mechanical resistance of the rock mass in order to fragment it and to abound it to allow its loading. To overcome this resistance, it is therefore necessary to use a very high energy over a very short time that only the explosive is able to reach, Or else to use a lower energy over very long times by mechanical energy.

The vibration movements which propagate in the ground will subject the constructions to a system of forced vibrations which will generate deformations. If these are too important, ruptures.

Keywords: vibration, resistance, rock, deformation, explosive

ملخص

يتطلب استخراج المواد الصخرية استخدام طاقة أكبر من المقاومة الميكانيكية للكتلة الصخرية لتفتيتها وتكثيفها للسماح بتحميلها. للتغلب على هذه المقاومة، من الضروري استخدام طاقة عالية جدًا خلال فترة زمنية قصيرة جدًا لا يستطيع الوصول إليها سوى المادة المتفجرة، أو استخدام طاقة أقل على مدى أوقات طويلة جدًا بواسطة الطاقة الميكانيكية.

ستخضع حركات الاهتزاز التي تنتشر في الأرض الإنشاءات لنظام الاهتزازات القسرية التي ستولد تشوهات. إذا كانت هذه مهمة للغاية، يتميزق
الكلمات المفتاحية: اهتزاز ، مقاومة ، صخر ، تشوه ، متفجر .

liste d'abréviations:

- **T** : le tonnage du minerai en tonnes
- **S1** : la surface du premier niveau (m²)
- **S2**: la surface du deuxième niveau (m²)
- **L**: la distance entre les deux surface (m)
- **ρ**: la masse volumique de la roche $\rho = 2.70$ (t/m³).
- **K** : un coefficient entre (25-45), généralement en prend $k=35$.
- **E** : l'erreur de forassions (m)
- **D** : diamètre du trou en (mm)
- **H** : Hauteur de gradin
- **L_T**: la longueur de trou en m
- **H_G** : hauteur de gradin en m
- **B°**: Angle d'inclinaison du trou
- **L_s**: la longueur de sous forage
- **L_p** : la charge du pied en (kg /m)
- **L_c**: longueur de cartouche (cm)
- **Q_c**: la quantité charge au colonne
- **L_c**: charge de colonne
- H_{ch}** : hauteur de charge dans trou (m)
- H_p** : hauteur de charge pied (m)
- H_c** : hauteur de charge colonne (m)
- **Q_{ch}** : poids total d'explosif par trou ;(kg)
- **W** : banquette pratique ;(m)
- **a** : espacement entre les trous de mine ;(m)

- **Hgr** : hauteur de gradin ;(m)
- **Qs** : 0.28 kg/ m

- H** : Hauteur de gradi
- Nr** : nombre de cartouches real

- N_{th}** : nombre de cartouches théoriques ;
- H_{th}** : hauteur de charge de fond théorique ;(m)
- Nr** : nombre de cartouche real ;
- Pc** : poids de la cartouche ;
- ρ_{exp}** : densité d'explosif

- Hf** : hauteur de la charge de fond real ;(m)
- D_c** : diamètre de la cartouche ;

- S**:Le coefficient d'énergie

- L**: La charge linéaire (kg/m)

- C** :Le coefficient d'inclinaison

- R**: - La résistance au tirage

- E/w** : - Le rapport de maille

- V** : vitesse particulaire (mm/s)
- D** : distance tir-capteur en (m)
- Q** : charge instantanée maximale du tire en (kg)

- A ,B** : paramètres liés caractéristiques du terrain

- V** :vitesse maximale pondérée en mm / s

- QI** : charge instantanée maximale du tire en Kg
- K** : coefficient d'amortissement du massif

Liste des figuiers :

<u>Figure I.1 :</u> Situation géographique de la mine de Rouina.....	(3)
<u>Figure I.2 :</u> Schéma du périmètres du gisement de Rouina.....	(4)
<u>Figure I.3 :</u> Topographie en 3Ddu ravin sud de la mine de Rouina.....	(4)
<u>Figure I.4 :</u> Image satellitaire de la mine de rouina.....	(5)
<u>Figure I.5 :</u> Stratification de la région de Rouina.....	(6)
<u>Figure I.6:</u> carte géologiques de gisement de fer rouina	(6)
<u>Figure I.7 :</u> Carte géologique du massif de Rouina.....	(7)
<u>Figure I.8 :</u> Coupe palispastique à travers le tell Ouest-Algérois au Crétacé inferieur.....	(7)
<u>Figure I-9 :</u> coupe géo logique montrant le rejet apparent d'une faille normale...	(9)
<u>Figure II-1 :</u> la localisation de la mine de rouina.....	(17)
<u>Figure II-2 :</u> le périmètre de la mine de rouina superficie :436 Ha.....	(18)
<u>Figure II-3 :</u> zone de ravin sud.....	(19)
<u>Figure II-4 :</u> la zone filonienne	(20)
<u>Figure II-5 :</u> chariot de forassions.....	(23)
<u>Figure II-6 :</u> MARMANITIII.....	(23)
<u>Figure II-7 :</u> Détonateurs Electriques Micro - Retard D.M.R.....	(25)
<u>Figure II-8 :</u> le front de tas abatte	(25)
<u>Figure II-9 :</u> plat forme et les travaux de charge du tours	(26)
<u>Figure II-10 :</u> les effets aaréaire de tire.....	(26)
<u>Figure II-11 :</u> le tas abatte après la tire.....	(26)
<u>Figure II-12 :</u> brise roche.....	(26)
<u>Figure II-13 :</u> camion de transport ivco	(27)
<u>Figure II-14 :</u> bulldozer (bull CAT D9).....	(27)
<u>Figures II-15 :</u> Station de concassage.....	(29)

<u>Figures II-16</u> : bulldozer (bull CAT D9).....	(31)
<u>Figures II-17</u> : Station de concassage.....	(31)
<u>Figure III-1</u> : Classification de la facilité d'un massif rocheux à être abattu en fonction de la matrice rocheuse d'après B.MULLER , 1997.....	(35)
<u>Figure III-2:</u> Emploi du bourrage intermédiaire en présence d'une fissure.....	(37)
<u>Figure III-3:</u> Les zones de fragmentations avec du bourrage intermédiaire...	(37)
<u>Figure III-4</u> : Risque de projection résultant de la présence d'hétérogénéités et des zones de faiblesse d'après M. Kiszlo, 1995).....	(37)
<u>Figure III-5:</u> Bloc ou hors-format gênant le chargement	(38)
<u>Figure III-6:</u> Adaptation du chargement des trous de tirs à l'hétérogénéité de du massif rocheux	(39)
<u>Figure III. 7:</u> Schéma représentatif des paramètres de Langefors.....	(53)
<u>Figure VI-1</u> : L'exploitation à ciel ouvert.....	(75)
<u>Figure VI-2</u> : la nature de site minier.....	(75)
<u>Figure VI-3</u> : La poussière après les travaux de tire.....	(76)
<u>Figure VI-4</u> : barrage de oulade mlouke.....	(77)
<u>Figure VI-5</u> : Paysage après exploitation.....	(78)
<u>Figure VI-6</u> : Déchet solide de travaux d'exploitation.....	(82)
<u>Figure V-1</u> : Le site de la mine de Rouina.....	(89)
<u>Figure V-2:</u> les distance entre les station et le volet 01 et volet 2.....	(90)
<u>Figure V-3</u> : courbe Vitesses particulières enregistrées suivant les directions LONG ,TRAN,VERT au niveau des stations lors des opérations de tir des deux (02) volets.....	(92)

Figure V-4 : Courbe Vitesses particulières enregistrées suivant les directions
LONG ,TRAN,VERT au niveau des stations lors des opérations de tir des deux (02)
volets.....(93)

Figure V-5: Courbe de coefficient d'amortissement (K) au niveau des stations lors
des opérations de tir des deux (01) volets.....(95)

Figure V-6 : Courbe de coefficient d'amortissement (K) au niveau des stations lors
des opérations de tir des deux (02) volets.....(95)

Liste des tableaux :

<u>Tableau I.1</u> : Réserves géologiques au niveau de ravin sud jusqu'au niveau 220.....	(13)
<u>Tableau I.2</u> : Réserves géologiques de la bute entre les niveaux 280 à 315.....	(13)
<u>Tableau II-1</u> : les paramètres de la forassions.....	(22)
<u>Tableau II-2</u> : Paramètres de tir	(24)
<u>Tableau II-3</u> : Caractéristiques de MARMANITIII.....	(25)
<u>Tableau II-4</u> : calcul de chargement par l'entreprise.....	(28)
<u>Tableau II-5</u> : calcul de transport proposé.....	(30)
<u>Tableau III-1</u> : La matrice rocheuse et son influences sur le tir	(34)
<u>Tableau III-2</u> : Les discontinuités et leurs influence sur le tir.....	(40)
<u>Table III-3</u> : Paramétré du plan de tir de méthode empirique.....	(45)
<u>Table III-4</u> : Paramétré du plan de tir de méthode empirique	(52)
<u>Tableau III-5</u> : Les caractéristiques MARMANIT III	(54)
<u>Tableau III-6</u> : Les paramètres calculés d'après les formules de Langefors.....	(56)
<u>Tableau III-7</u> : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Langefors...	(61)
<u>Tableau III-8</u> : Les paramètres calculés d'après les formules de Langefors.....	(64)
<u>Tableau III-9</u> : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Langefors...	(68)
<u>Tableau III-10</u> : Paramètre du plan de tir au niveau de la carrière de Rouina.....	(68)
<u>Tableau III-11</u> : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Langefors...	(69)
<u>Tableau III-12</u> : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Lange fors2....	(69)
<u>Table III -13</u> :Paramétré du plan de tir de méthode empirique2.....	(70)
<u>Tableau III-14</u> : Valeurs des paramètres de tir adoptées à Rouina et celles calculée par la méthode (Langefors).....	(70)

Tableau III- 15: Valeurs des paramètres géométriques adoptées à Rouina et celles par les deux méthode (Langefor).....(71)

Tableau III-16 : valeurs du retard pour les types d’amorçage.....(72)

Tableau V-1 : Les distances des stations d’enregistrement par rapport aux deux (02) sources d’explosions.....(90)

Tableau de Reference :

- [01] : SOMIFER, 2015 « permis de développement et de l'exploitation de Rouina».
- [02] : SOMIFER, 2015 « le rapport géologique ». Bureau d'étude géologique et minière.
- [03] : RAACH Khadidja,[2010], "Contribution à l'étude geologique et gîtologique des minéralisations ferrifères du massif de ROUINA (Bassin du Cheliff)", Mémoire en vue de l'obtention de diplôme d'Ingénieur d'Etat en Géologie de l'université de USTHB.
- [04] : B.BOKY, 1968 « exploitation des mines ». Edition Mir Moscou.
- [05]: Mémoire de fin d'études (2015) Etude des paramètres d'exploitation à ciel ouvert de la mine de Rouina (Ain Defla) par MAROUF Nesrine
- [06] :Plan exploitation 2021
- [07] :Mémoire de Master Présenté par Mr. LEMRABET Abdelkrim Mr. TAYEBI Abdallah
Thème Approche comparative de deux gisements de fer Boukhadra et Rouina :
Contexte géologique et Méthodes d'exploitation .
- [08] :Mémoire de fin d'études Option : Exploitation Minière Présenté par Melle :
MAROUF Nesrine Thème Etude des paramètres d'exploitation à ciel ouvert de la mine
de Rouina (Ain Defla) .
- [09] : O.N.E.X : office national des substances explosif fiche technique des
caractérisations et les propriétés mécanique de certaines type de roche dans les
gisements exploitable.
- [10] : B. Soltani : Paramètres influent sur les résultats d'abattage a l'explosif, mémoire
de magister d'état
- [11] : Kimour Mohamed : caractérisation des discontinuées du massif en vue de
l'abattage à l'explosif concept Mine to Mill carrière Socar (Guelma)
- [12] : Analyse et optimisation des pratiques d'abattage a l'explosif dans une carrière de
granulats .HAL archives ouvertes.
- [13] : Saadoun abderrezak : Contribution à l'analyse des effets des tirs d'abattage dans
les conditions de la carrière de calcaire Chouf-Amar. M'sila

- [14] :Hubert Heraud, Alan Blancheier, Yvan Sifre Essai d'optimisation d'une blocométre d'abattage à l'explosif
- [15] : Boudjllel Housse, Bouklouha Houssam 2015 : Optimisation des paramètres d'abattage a l'explosif pour améliorer les résultat de tir (carrière Chouf –Amar)
Présenté par
- [16] :Melle : MAROUF Nesrine Thème Etude des paramètres d`exploitation à ciel ouvert de la mine de Rouina (Ain Defla)
- [17] :Mémoire de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du Diplôme de Master En Génie Minier thème Influence Des Discontinuités Du Massif Sur Le Tir A L'explosif (Cas De La Carrière De Hamma Bouziane Constantine) Présenté par : ACHOU Abir
- [18] :ETUDE DE DANGERS 2014 MINE DE ROUINA WILAYA DE AIN DEFLA
- [19] : MEMOIRE SUR L'IMPACT DES TRAVAUX SUR L'ENVIRONNEMENT INDICE : GRAND PIC par MEFTAH Lamine Expert minier agréé
- [20] :MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC A TROIS-RIVIÈRES PAR EL HADJ MAT AR GUEYE ÉLABORATION D'UN MODÈLE D'ÉVALUATION DES IMPACTS SOCIOÉCONOMIQUES D'UN SITE MINIER SELON UNE VISION DE DÉVELOPPEMENT DURABLE.
- [21] : étude DES PROBLEMES D'ENVIRONNEMENTET COMPARAISON DES Le GILATIONS DANS LE DOMAINE DES CARRIERESDANS LES PAYS DE LA CEE
- [22] :RAPPORT D'AUDIT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL GISMENT DE FER MINE DE ROUINA AIN EDEFLA
- [23] :RAPPORT D'EXPERTISE DU SITE DU BARRAGE DE OULED MELLOUK SOUS L'EFFET D'UNE CHARGE EXPLOSIVE TOTALE DE 500KG EN 2 VOLETS DE 250KG CHACUNE (CHARGE INSTANTANEE DE 20KG)GENEREES PAR L'EXPLOITATION DE LA CARRIERE SOMIFER (FERPHOS)
- [24] :loi expérimentale de propagation des vibrations dues aux tirs d'explosifs par P. Chapot ,Laboratoire Régional des ponts et chaussées, Nancy

Table des matières :

Chapitre n°1 :Géologie de gisement

Introduction générale :.....	(1)
Introduction :.....	(3)
I-1-Situation géographique :.....	(3)
I-2- Géologique régional :.....	(5)
I-2-1- Stratigraphie :.....	(5)
I-2-2- Tectonique :.....	(7)
I-3- Géologie local :.....	(10)
I-3-1- Minéralisation :.....	(10)
I-3-2- Hydrogéologie du gisement :.....	(10)
I-4- Réserves géologiques :.....	(11)
I-4-1- L'évaluation des réserves géologiques :.....	(11)
Conclusion :.....	(16)

Chapitre n°2: L'état actuel de la mine de Rouina

Introduction :.....	(17)
1- Présentation de la mine de Rouina :.....	(17)
1-1- Localisation géographique :.....	(17)
2- Méthode d'exploitation :.....	(18)
3- Caractéristiques géométriques des ouvrages miniers :.....	(18)
4- Déroulement des travaux d'exploitation à ciel ouvert :.....	(19)
4-1- Ravin sud :.....	(19)
4-2- Zone filonienne :.....	(19)

5-	Le tonnage de la minerai inclut dans le contour projeté pour l'exercice 2021 est comme suite :.....	(20)
5-1-	Par niveau pour le ravin sud (teneur de 50°/° Fe ₂ O ₃) :....	(20)
5-2-	Pour la zone filonienne :.....	(20)
6-	Le tonnage de le stérile inclut dans le contour projeté pour l'exercice 2021 est comme suit :.....	(20)
6-1-	Pour le Ravin sud :.....	(20)
6-2-	Pour butte :.....	(21)
6-3-	Pour la zone filonienne :.....	(21)
7-	Paramètres d'exploitation dans la zone de Ravin sud :.....	(21)
7-1-	Côté sud – ouest :.....	(21)
7-2-	Côté sud – est (la butte) :.....	(21)
8-	Travaux d'abattage :.....	(22)
8-1-	Travaux de forassions :.....	(22)
8-2-	Travaux de tir :.....	(23)
9-	Abattage mécanique :.....	(27)
10-	Travaux de chargement :.....	(27)
11-	Travaux de transport :.....	(28)
12-	Régime de travail :.....	(30)
13-	Travaux de terrassement :.....	(30)
14-	Station de concassage :.....	(31)
15-	Objectif de production :.....	(32)
16-	Destination du minerai :.....	(32)
	Conclusion :.....	(32)

Chapitre n°3 : Influence des caractéristiques du massif rocheux sur les travaux de tir et d'abattage

	Introduction :.....	(33)
1-	Influence de la matrice rocheuse :.....	(33)
2-	Influence de l'hétérogénéité du massif :.....	(35)

I-1-Hétérogénéités synectiques ;.....	(36)
I-2- Hétérogénéités post – génétiques :.....	(36)
I-2-1- Adaptation du plan de tir en fonction de l'influence des hétérogénéités :....	(36)
I-3- Influence de discontinuités :.....	(39)

II- La première méthode de calcul pratique des paramètres du plan de tir dans la mine de Rouina :

II-1- Les paramètres géométriques :.....	(40)
II-2- paramètres du chargement des trous :.....	(43).

III- La deuxième méthode de calcul pratique avec deux types de l'explosif :

III-1- Les paramètres géométriques :.....	(46)
III-2- paramètres du chargement :.....	(48)

VI – Optimisation de l'abattage du massif par la méthode de langefors :

Introduction :.....	(52)
VI-1- Les règles de langefors :.....	(53)
VI-1-1- Le coefficient d'énergie (S) :.....	(54)
VI-1-2- La charge linéaire (L) :.....	(54)
VI-1-3- Le coefficient d'inclinaison (C) :.....	(55)
VI-1-4- La résistance au tirage (R) :.....	(55)
VI-1-5- Le rapport de maille (E /V) :.....	(56)
VI-1-6- Constante de langefors (1,08) :.....	(56)
VI-1-7- Corrections sur la banquette théorique :.....	(56)
VI-1-8- La maille réelle :.....	(58)
VI-1-9- Le bourrage final :.....	(59)

VI-1-9-1- paramétrer de charge :.....(59)

V- Calcule théorique de paramètres de tire avec deux types de explosif (langefor2) :

V-1- Paramètres géométrique :.....(62)

V-1-1- Types de explosif :.....(62)

V1-2- Le coefficient d'énergie (S) :.....(62)

V1-3- La charge linéaire L(Kg /m) :.....(62)

V-1-4- Le coefficient d'inclinaison (C) :.....(63)

V-1-5- La résistance au tirage (R) :.....(63)

V-1-6- Le rapport de maille (E / V) :.....(63)

V-1-7- Constante de langefors (1.08) :.....(63)

V-1-8- La banquette théorique W_{TH} :.....(64)

V-1-9- Corrections sur la banquette théorique :.....(64)

V-1-10- La maille réelle :.....(64)

V-1-11- Le bourrage final :.....(65)

V-2- Paramétrer de charge :.....(65)

V-2-1- Calcul des charge :.....(65)

V-2-2- Charge de pied :.....(66)

V-2-3- Calcul des charges de colonne :.....(67)

V-2-4- La charge de trous :.....(67)

V- 2-5- La consommation spécifique Q_s :.....(67)

IV –Comparaison et interprétation de la procédure de tir utilisée à Rouina et les résultats théoriques de l'étude (langfor) :

VIV- 1-Résultat de calcul :.....(68)

IV-1-1- Paramétrée chargement :.....	(70)
IV-1-2- Paramétrée de géométrie :.....	(71)
IV-1-3- Amorçage :.....	(71)
Conclusion :.....	(72)

Chapitre n°4 : Impact socio-environnemental des travaux miniers sur la région d'étude

Introduction :.....	(74)
1- L'impact de l'activité minière sur les composantes de l'environnement :(74)	
1-1- L'impact d'activité minière sur le sol :.....	(74)
1-2- La flore et la faune :.....	(75)
1-3- L'air (l'atmosphère) :.....	(76)
1-4- Le système hydrique :.....	(76)
1-5- Le paysage :.....	(78)
1-6- Nuisances (Bruit et vibration) :.....	(78)
1-7- Vibrations dans le sol :.....	(79)
1-8- Impact sur l'agriculture :.....	(81)
2- La dimension sociale :.....	(82)
3- Impact économiques :.....	(83)
4- Axes d'amélioration des effet :.....	(83)
Conclusion :.....	(85)

Chapitre n° 5 : Estimation des vibrations provoquées par les travaux de tir à l'explosif dans la mine de Rouina.

Introduction :.....	(86)
1- Impact des travaux de et d'abattage sur les structures à proximité de la mine de Rouina :	(86)
2- Détermination des degrés de vibration dans les conditions de la mine :....	(87)
2-1- objectif de l'expertise :.....	(87)
2-2- matériels et méthodes :.....	(88)
2-2-1- accélérographe ETNA :.....	(88)

2-2-2- sismographe K2 :.....	(89)
3- Plan de tir :.....	(91)
4- Résultats :.....	(91)
5- La vitesse particulaire :.....	(93)
6- Caractérise de l'amortissement K :.....	(93)
Conclusions :.....	(96)
Conclusions générale :.....	(97)

Introduction

Introduction générale :

Actuellement, des gisements de fer sont exploités en Algérie par la filiale SOMIFER-spa, le gisement de Chaabet-El Ballout (SoukAhras), avec une teneur de 53% Fe., Khanguet (Tébessa), Sidi Maarouf (Jijel), Djebel Anini (Sétif), Rouina (Ain Defla) avec une teneur moyenne de 40 % Fe₂O₃. Le gisement de Gara Djebilet avec une réserve qui dépasse 3.5 milliards de tonne n'est toujours pas exploité.

Le gisement de fer –ROUINA est situé dans la Wilaya d'Ain Defla est l'une des anciennes mines d'Algérie, sa production est destinée à servir les cimenteries du centre et Ouest y compris : Meftah (Blida), Rais Hamidou (Alger), Chlef, LCO LAFARGE, Sig (Mascara), Zahana (Mascara), Beni Saf (Ain Temouchent) comme ajout parce que la matière première extraite est considérée comme un minerai de fer de faible teneur contient un taux élevé des impuretés tels que la silice et l'alumine.

- L'extraction de matériaux rocheux impose de mettre en œuvre une énergie supérieure à la résistance mécanique du massif rocheux afin de le fragmenter et de le foisonner pour permettre son chargement. La résistance mécanique d'une roche saine est de plusieurs dizaines de méga Pascal (plusieurs centaines de bars). Pour vaincre cette résistance, il convient donc d'utiliser une énergie très élevée sur un temps très court que seul l'explosif est capable d'atteindre, Ou bien d'utiliser une énergie plus faible sur des temps très longs par énergie mécanique.
- Un tir de mines de 1 tonne d'explosifs permet de fragmenter environ 2.500 m³ de rocher en moins de 3 secondes. Le même résultat peut être obtenu par un brise roche hydraulique de 5 tonnes en 25 journées de 10 h soit 250 heures.
- Le choix de l'explosif s'impose sans discussion en terme économique, mais également en terme de nuisances émises dans l'environnement car il génère des effets certes plus intenses mais maîtrisables, sur des durées extrêmement courtes.

Un tir de mines a pour but de fragmenter le volume de matériaux à extraire, pour une destination bien particulière mais ses effets se propagent au-delà sous trois modes:

- Une fracturation du massif rocheux en périphérie de la zone à extraire sur quelques mètres autour du tir et une ouverture de la fissuration existante sur quelques dizaines de mètres (effets arrière).
- Des vibrations transmises par le sol.
- Des surpressions transmises dans l'air.

Les vibrations ont pour origine l'énergie résiduelle émise par un tir, non consommée en travail mécanique. Cette énergie résiduelle se caractérise à proximité immédiate de la source comme une onde se propageant par déformations élastiques à la vitesse sismique propre au milieu encaissant (quelques milliers de m/s).

Dans notre travail nous allons nous intéresser à l'effet du tir sur l'environnement minier. Pour atteindre cet objectif, ce mémoire est composé de cinq chapitres d'études, qui résument l'état actuel de la mine de Rouina , sa géologie ainsi que les impacts socio-économiques de mine sur les habitants de la région. Une grande partie du travail sera effectuée pour mieux comprendre les effets de tir sur le barrage limitrophe à la mine de Rouina. Finalement des conclusions et recommandation achèveront ce travail.

Chapitre n° 01 :
Géologie de gisement

Chapitre 1 : Géologie de gisement

Introduction :

SOMIFER est l'une des plus importantes entreprises minières en Algérie. Avec ses activités minières relatives au minerai de fer et de pouzzolane connues en Algérie depuis plus d'un siècle. SOMIFER spa est la filiale conçue pour l'exploitation des mines de fer d'Algérie, la mine de Rouina (Wilaya d'Ain Defla) fait partie des mines de fer exploité par SOMIFER [1].

I-1-Situation géographique :

Le gisement de fer est situé à 4,5 km au Sud de la commune de Rouina, sur la rive Ouest de l'Oued Rouina, et distant de 17 km à l'Ouest de chef lieux de la wilaya d'Ain Defla.

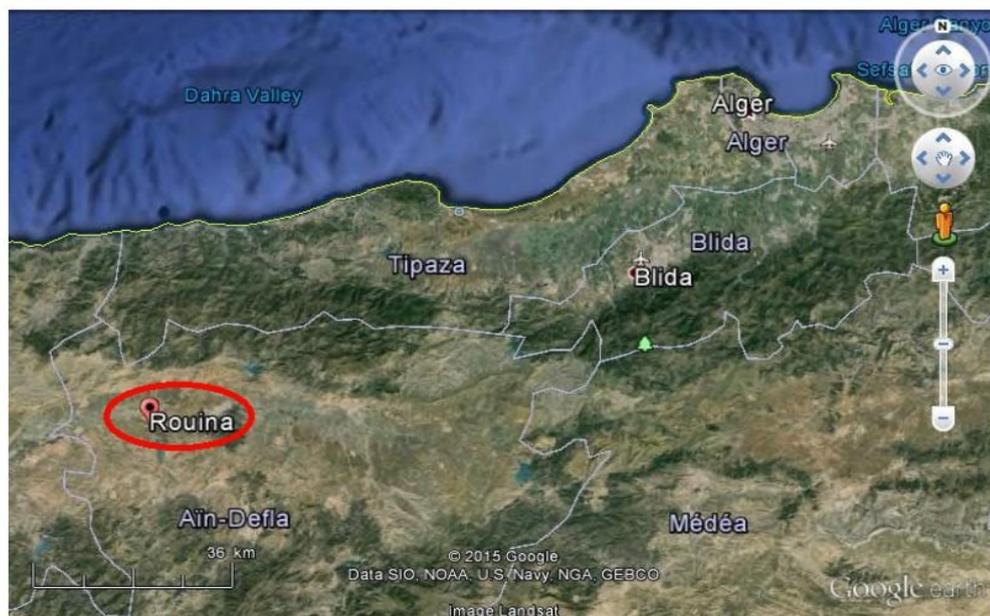


Figure I.1 : Situation géographique de la mine de Rouina.

Une route asphaltée reliant le gisement à Rouina ville, est bien aménagée avec l'existence des pistes d'accès. [1]

➤ Le climat :

Le climat de la région de Rouina est typiquement méditerranéen avec des étés chauds et secs et des hivers frais et pluvieux. La pluviométrie est malgré tout très faible, les moyennes annuelles pour les stations d'El-Khémis, et Chlef sont respectivement de 473 et 400 mm, les Évapotranspirations potentielles annuelles (formule de turc) sont entre

1145 et 1300. Le vent souffle dans la région généralement avec une direction SO–NE. Par son intensité et sa fréquence influe sur le transport des poussières qui seraient éventuellement produites pendant les travaux. Cette région d'étude est caractérisée par un taux d'humidité faible, de l'ordre de 23%. [2]

Le périmètre du gisement est délimité par 46 points avec une superficie de 436 Ha (Titre Minier obtenu en date 15/05/ 2013).

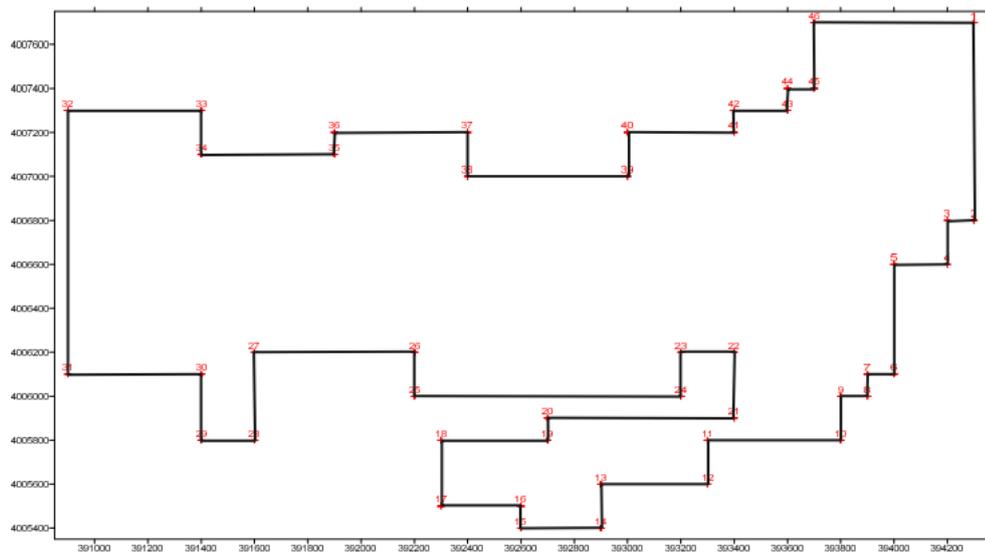


Figure I.2 : Schéma du périmètre du gisement de fer de Rouina. [1]

Les coordonnées du périmètre de la mine de rouina en (UTM) sont présentées à l'annexe 1.

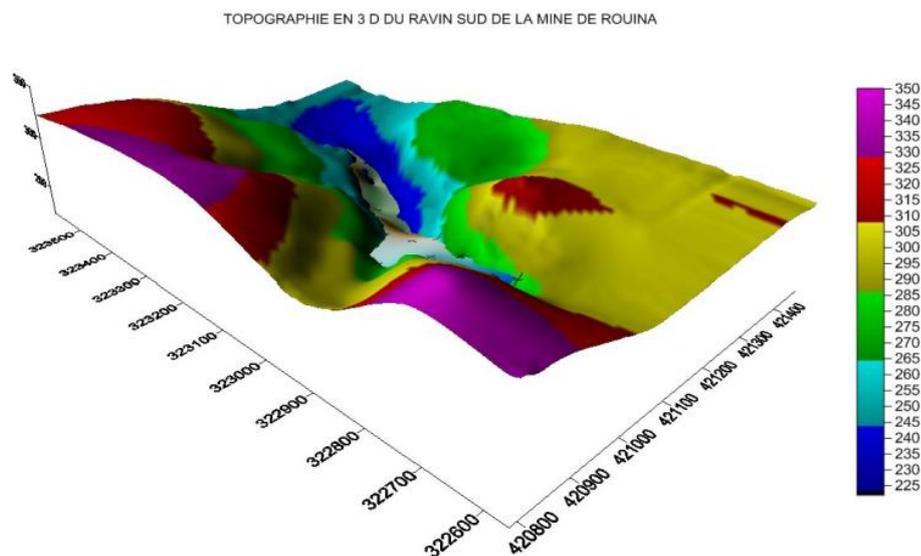


Figure I.3 : Topographie en 3D du ravin sud de la mine de Rouina. [1]



Figure I.4 : Image satellitaire de la mine de rouina

I-2-Géologique régional :

I-2.1. Stratigraphie :

La région du gisement de fer de Rouina est représentée par un massif rocheux d'un étendu d'environ 9Km², formé de roches d'âge Paléozoïque et Jurassique. Rouina, Djebel Temoulga et Djebel Doui sont des inselbergs de la chaîne montagneuse érodée, situés parmi les alluvions anciens et récents de la vallée du Chlef. Sur les coupes géologiques du massif de Rouina nous observons des schistes Paléozoïques et des quartzites surmontés en discordance avec les calcaires du Lias.

Les formations d'âge Paléozoïque affleurent à l'Est du Ravin Sud. A la base des dépôts du Jurassique ce sont des roches brun jaunâtre, parfois bariolées de composition argilo-carbonatée.

La couche basale du Jurassique inférieur repose directement sur les roches du Paléozoïques. Plus haut dans la série ce sont des calcaires rougeâtres érodés par l'érosion et ce dans la partie SE du gisement, ensuite viennent des calcaires massifs à teinte claire Les dépôts alluvionnaires sont largement répandus dans les dépressions de la région du gisement. [1]

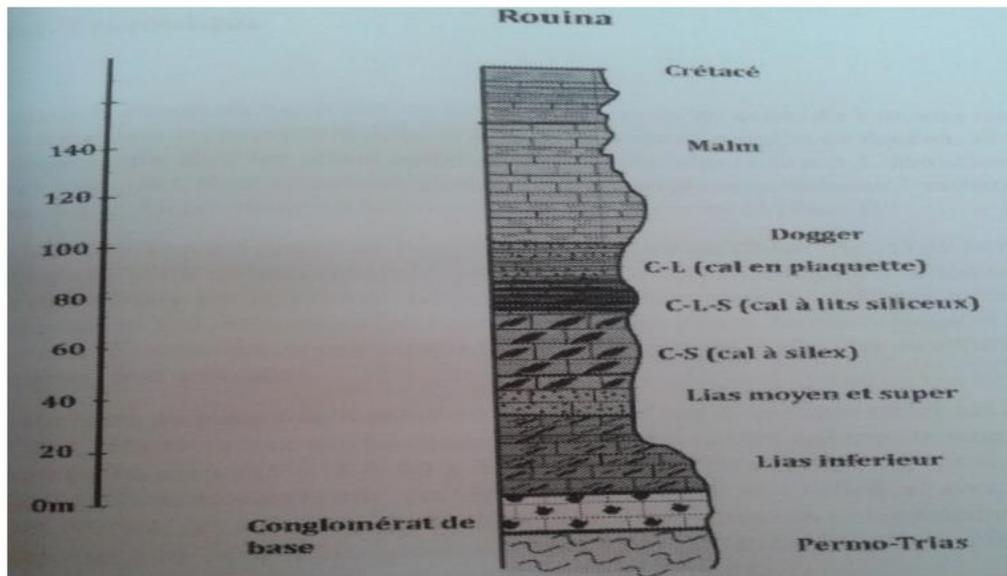


Figure I.5 : Stratification de la région de Rouina. [2]

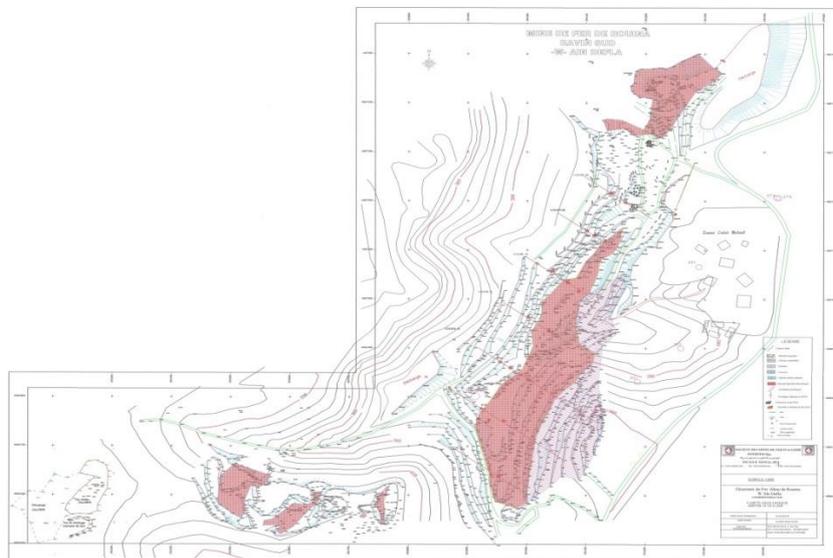


Figure I.6: carte géologique de gisement de fer rouina

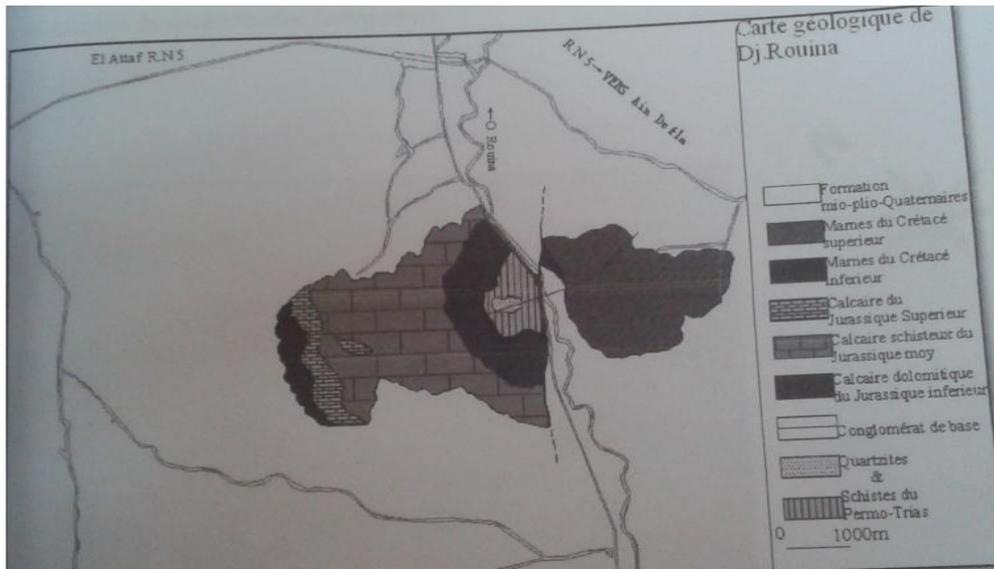


Figure I.7 : Carte géologique du massif de Rouina. [2]

I-2-2-Tectonique :

Dans le bâti tellien, la sédimentation des blocs basculés est contrôlée par d'énormes accidents (fig.08). Ces derniers répondent à la compression par des décrochements et des chevauchements. Du Trias au Sénonien ces accidents ont fonctionné en failles listriques. Selon Kireche (1993), les failles de détachement provoquent un amincissement crustal. Suite à ce dernier, un thermo-métamorphisme décroissant s'installe et disparaît pratiquement dans le Sénonien et dans les séries Eocènes.

Dans cette architecture, le bassin du Chlef, se disloque suite à l'orogénèse Alpine, qui comporte les évènements suivants :

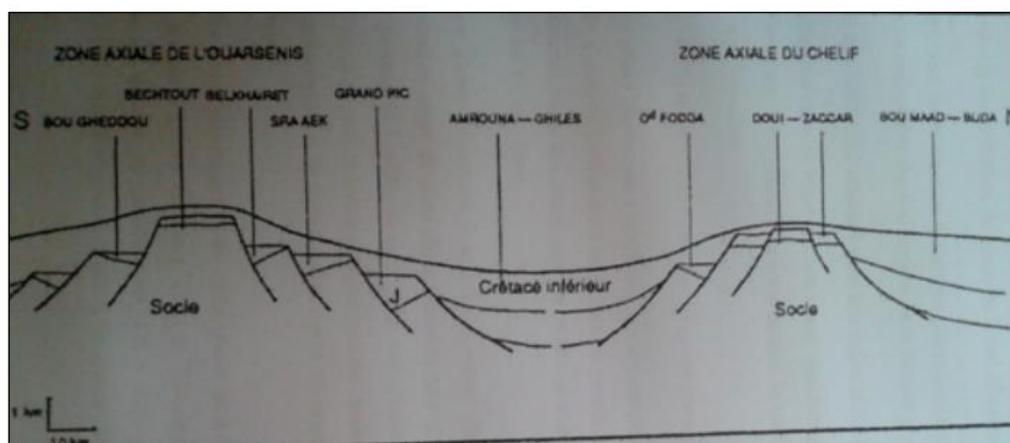


Figure I.8 : Coupe palispastique à travers le tell Ouest-Algérois au Crétacé inférieur

D'abord une tectonique tangentielle qui fait naître un écaillage des séries à la fin du Crétacé. Cette compression est accompagnée de plissement à schistosités et un métamorphisme, dans les massifs autochtones.

A l'Eocène l'amorce de la mise en place des nappes s'annonce et au Lutétien des chevauchements, à grandes flèches, du nord vers le sud débutent.

Le Miocène inférieur fut le siège de la dernière phase importante de tectonique tangentielle. Cette dernière est responsable des écaillages et de la mise en place des structures de nappes.

Enfin le bassin de Chelif s'individualise suite au mouvement du Miocène moyen.

Les massifs affleurant dans ce bassin montrent une manifestation tectonique différente dans la forme et la structure, d'un massif à un autre suivant la nature du matériel et les conditions qui précèdent la déformation.

Ainsi Kireche, (1993) résume cette tectonique en quatre phases :

➤ **Première phase**

Plissement à schistosité et métamorphisme. C'est la phase majeure de plissement, elle s'observe parfaitement en grandes et petites structures dans le Témoulga et dans le Doui contrairement aux autres régions où elle s'identifie grâce à la schistosité et les linéations qui lui sont liées.

➤ **Deuxième phase**

Plissement à schistosité moins marquée et métamorphisme. Les structures formées au cours de cette phase (linéaires ou planaires) sont réparties de manière différente sur les massifs. Les plis de cette phase sont d'échelle variable, de centimétriques à métriques au Témoulga jusqu'à hectométriques au Doui tandis qu'il constitue tout le massif de Rouina. Un métamorphisme de type «schiste vert » accompagne le plissement, comme pour la première phase.

➤ **Troisième phase**

Plissement tardif. Cette phase est à l'origine des plis droits à grande amplitude et des plans axiaux verticaux. Dans le Témoulga cette phase se rencontre sous forme de plis en

genoux ou en chevrons. On y distingue aussi la présence des plis d'entraînement (centimétriques) accompagnant les grands plis.

➤ **Quatrième phase**

Tectonique cassante (failles et diaclases) contemporaine, peut être d'une surrection générale de l'ensemble des massifs. Elle est compressive, faite à un niveau structural élevé, suivie d'une distension responsable d'énormes fractures (Glangeaud, 1932). [3]

➤ **Les failles**

Elles affectent les formations du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du massif de Rouina. Elles sont très fréquentes dans la partie occidentale du secteur.

Dans la partie Ouest de la mine, où les failles s'observent mieux, deux types de failles majeures, ont été relevées :

- ✚ Des failles de décrochement, elles sont de direction $N40^\circ$ à $N60^\circ$ et leur mouvement est dextre avec des patchs entre 20° à $30^\circ SW$.
- ✚ Des failles normales, elles sont les plus abondantes et de direction $N0^\circ$ à $N10^\circ$. Des failles inverses plus discrètes.

➤ **Les fentes de tensions**

Une autre manifestation des contraintes s'observe, ce sont les fentes de tensions qui sont peu abondantes et renferment généralement de la calcite, Leur taille est centimétrique à décimétrique.

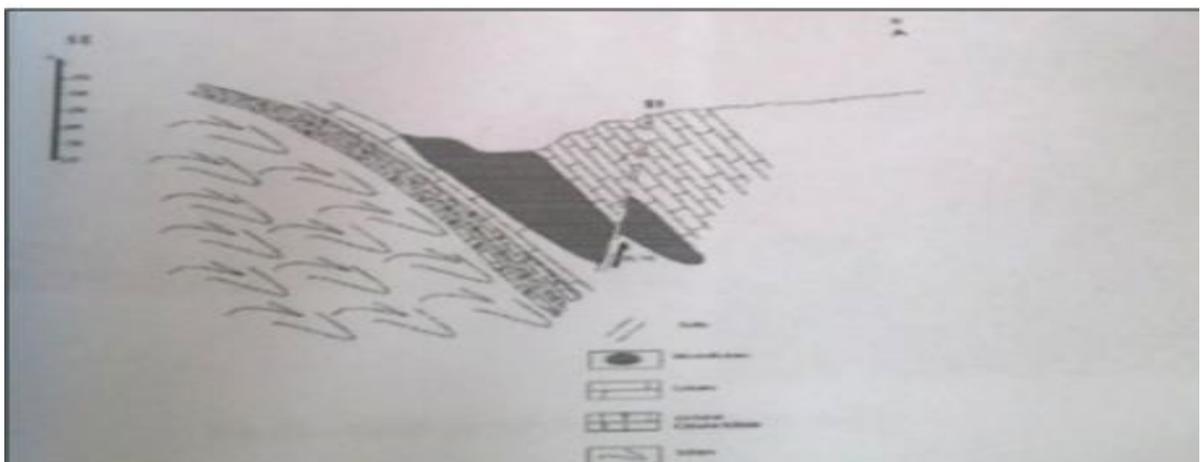


Figure I-9 : coupe géo logique montrant le rejet apparent d'une faille normale

I-3-Géologie local :

I-3-1-Minéralisation :

La minéralisation ferrifère est encaissée dans les calcaires du Lias. Elle se localise dans la zone de contact des calcaires précités et les schistes du Paléozoïque. La minéralisation en question est d'origine hydrothermale méta- somatique. Le processus de la métensomatose hydrothermale a été accompagné par l'élimination de CaO et par l'apport en fer et en silice.

Le minerai de fer est constitué essentiellement par la goethite –hématite, ainsi que par la limonite et hydro-hématite.

Le minerai bréchiq ue est affecté de nids à remplissage de minerai friable et des vides qui ont été comblés par des argiles récentes. Les corps de minerai de fer ont une configuration complexe, parfois on note un biseautage brusque en profondeur et suivant la direction jusqu'à la rupture de la continuité.

Les analyses chimiques faites sur le minerai de fer du gisement de Rouina ont permis de démontrer qu'il y a une dépendance entre la teneur en Fer et celle en silice. Un minerai riche est généralement peu siliceux, par contre un minerai pauvre est très siliceux.

En général le minerai de fer du gisement de Rouina (toutes qualités confondues) est destiné aux cimenteries. Ainsi dans le minerai extrait nous pouvons avoir une teneur allant de 40 à 41 % de fer Total, Ce qui correspond à 57 -58% de Fe 2O3. [1]

I-3-2-Hydrogéologie du gisement :

Les formations aquifères sont représentées par les calcaires du lias d'origine hydrothermales et qui constituent un réservoir karstique important sur une épaisseur atteignant 400 m et l'existence du barrage d'Ouled-Melouk, situé sur l'oued Rouina, et à moins d'un 01 Km au nord de la carrière de fer de Rouina est caractérisé par une longueur de 730 m, une hauteur de 47 m et une capacité de 127 millions de m3, dont la superficie est de 8500 Hectares. [2]

I-4-Réserves géologiques :

La zone du Ravin Sud a fait l'objet d'une exploitation à ciel ouvert de 1912 à 1958, Les filons de la région filonienne ont été exploités en surface et en souterrain jusqu'à une profondeur de 20 m. De 1989 à 1992,

Les travaux de recherches et de prospection dans la région de ROUINA ont été organisés et réalisés par la Direction de la Planification du Développement et du Contrôle de FERPHOS au mois de Novembre 1989, par une équipe de géologues de FERPHOS0 .les résultats de ces travaux donnent une estimation des réserves géologiques, à 4 219 025 Tonnes pour tous type de minerai et inférieur au niveau 190.

En 2002, a commencé l'exploitation du minerai de fer de la mine de Rouina dans la zone du Ravin Sud. [1]

I-4-1-L'évaluation des réserves géologiques :

La détermination de la quantité de minerai dans le gisement suivant la qualité et le type à partir des données des travaux de prospection s'appelle l'évaluation des réserves qui consiste à diviser la surface du gîte en secteur qui ressemblent à tel ou tel corps géométrique à multiplier la surface de ce secteur par la puissance de son gîte puis par le poids spécifique du minerai.

Pour obtenir le poids des réserves en tonnes le poids spécifique est déterminé expérimentalement en additionnant les réserves des sections isolées, on détermine les réserves de tout gîte .la surface de gîte et la puissance sont fournis par les données géographiques obtenus au cours des travaux de prospection ; le poids spécifique d'après les données de l'échantillonnage.

Pour l'évaluation des réserves on utilise des méthodes différentes suivant la précision du calcul demandée, la quantité l'exactitude des données de prospection, la forme du gîteEtc.

Pour une évaluation plus précise des réserves, on utilise la méthode des coupes verticales et horizontales des régions les plus proches qui consiste au calcul des surfaces moyennes entre les coupes géologiques établie. [4]

Cette méthode est appliquée au niveau de la mine de Rouina avec;

- Une maille de prospection (100x20 et 100x50) m.
- les surfaces sont calculées par la méthode planimétrique digitale.
- La densité moyenne du minerai considéré est de 2.7 T/m³ d'après les données des essais effectués durant la campagne de prospection (1989-1992). □ Les réserves sont classées dans la catégorie C1, à cause du degré de prospection (maille), et de la morphologie du corps.

On calcule les réserves exploitables à partir des formules suivantes :

Si ; $S_1 / S_2 < 40\%$

$$T = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L \times \rho$$

Si ; $S_1 / S_2 > 40\%$

$$T = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} \times L \times \rho$$

Où :

T : le tonnage du minerai en tonnes

S1 : la surface du premier niveau (m²)

S2: la surface du deuxième niveau (m²)

L: la distance entre les deux surface (m)

ρ: la masse volumique de la roche $\rho = 2.70$ (t/m³).

Les surfaces sont mesurées à l'aide du logiciel Auto-CAD.

Les réserves géologiques arrêtées au mois décembre 2014 sont estimés à 1 387 147,5 tonnes (Ravin Sud + la Butte).

Tableau I.1 : Réserves géologiques au niveau de ravin sud jusqu'au niveau 220.

coupes	Surfaces (m³)	Surfaces moyennes (m²)	L(m)	Volume (m³)	densité	Tonnage (T)
C6	110	95	85	8075	2,7	21 803
C8	80					
C10	597	298,51	100	29 851	2,7	80 599
		630	95	59 850	2,7	161 595
C12	663	766,5	100	76 650	2,7	206 955
		1606,3	95	152 598	2,7	412 014
C14	870	1031,8	90	92 859	2,7	250 719
C16	2480					
C18	105					
Total réserves géologiques				419883	2,7	11336684

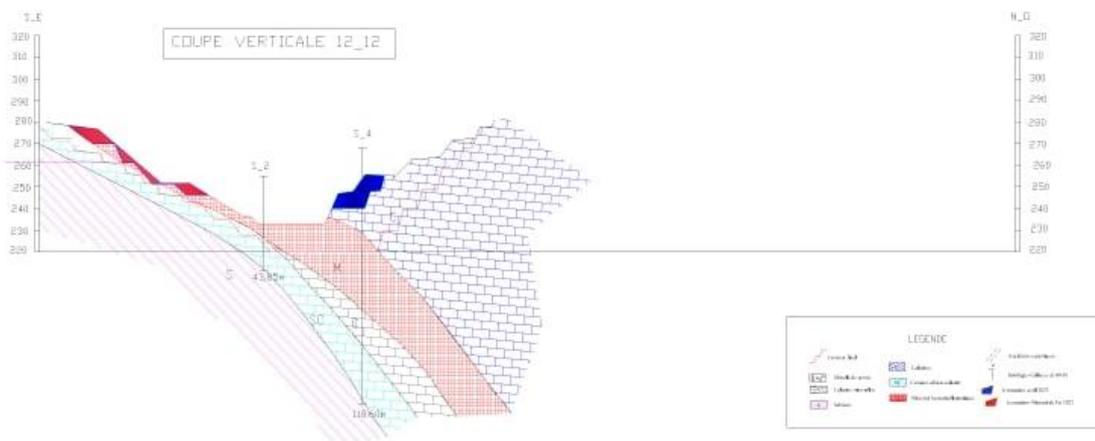
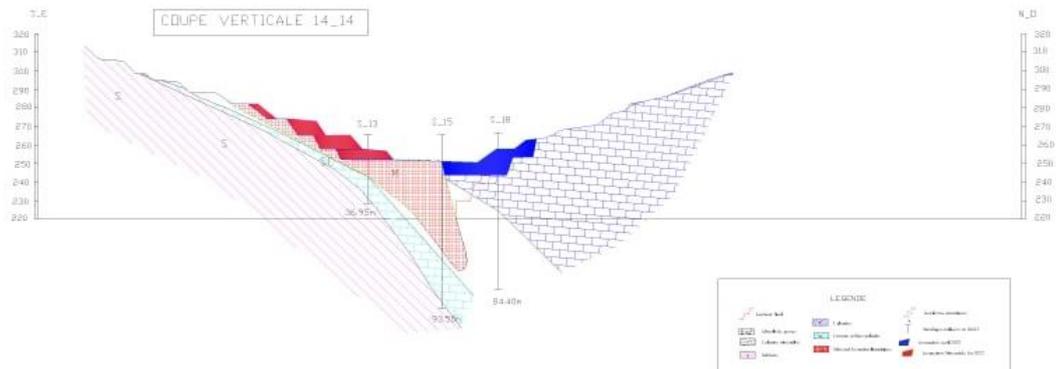
Tableau I.2 : Réserves géologiques de la bute entre les niveaux 280 à 315.

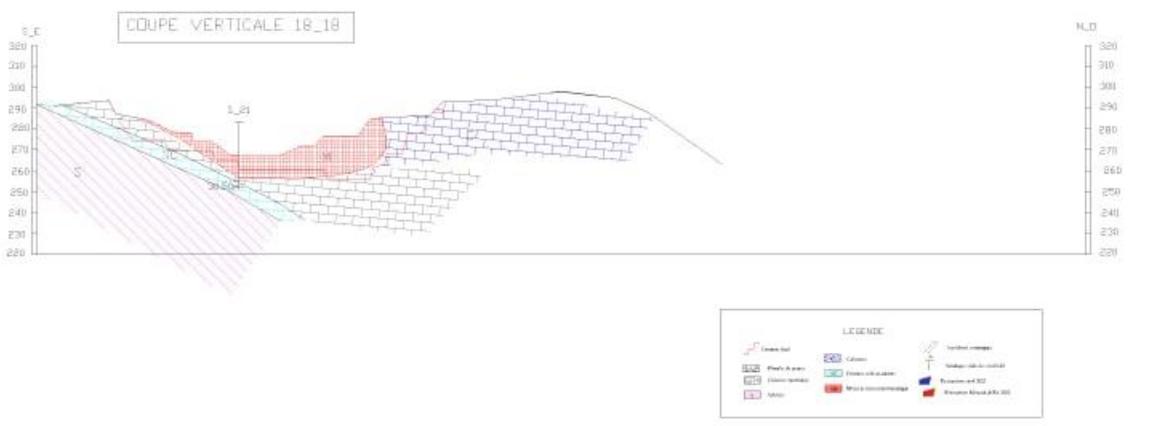
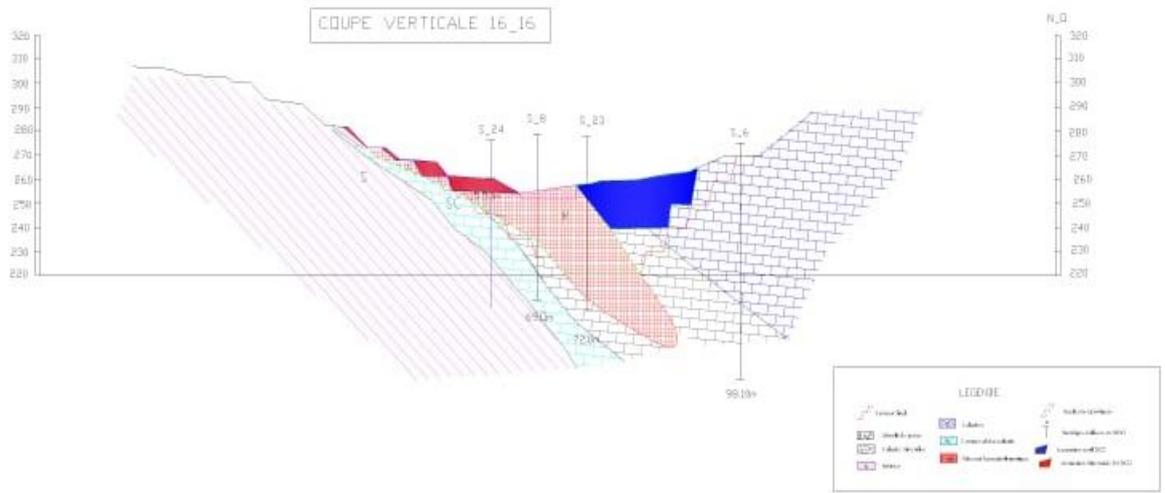
coupes	Surface (m²)	Surfaces moyennes (m²)	L(m)	Volume (m³)	densité	Tonnage (T)
C14 A	459	609,5	50	30475	2,7	82282,5
C14	760					
C14B	730	745	50	37300	2,7	100710
		580	45	26100	2,7	70470
C16	430					
Total réserves géologique				93875	2,7	253462,5

Zone Filonienne (RESERVES PREPAREES AU 02/11/2020) [05]

DESIGNATION	MINERAIS(t)	Fe2O3%
Niveaux 335/330	24 030	45
Niveaux 330/325	23 814	45
Niveaux 325/320	13 891	45
Total	61 735	45

• **Les coupes de la mines rouina**





Conclusion :

Les formations d'âge Paléozoïque affleurent à l'Est du Ravin Sud. A la base des dépôts du Jurassique ce sont des roches brun jaunâtre, parfois bariolées de composition argilo-carbonatée

Les massifs affleurant dans ce bassin montrent une manifestation tectonique différente dans la forme et la structure, d'un massif à un autre suivant la nature du matériel et les conditions qui précèdent la déformation.

Les encaissants du minerai de fer ce sont des calcaires rougeâtres érodés par l'érosion et ce dans la partie SE du gisement, ensuite viennent des calcaires massifs à teinte claire. Les dépôts alluvionnaires sont largement répandus dans les dépressions de la région du gisement.

La minéralisation ferrifère est encaissée dans les calcaires du Lias. Elle se localise dans la zone de contact des calcaires précités et les schistes du Paléozoïque.

La minéralisation en question est d'origine hydrothermale méta-somatique. Le processus de la métensomatose hydrothermale a été accompagné par l'élimination de CaO et par l'apport en fer et en silice.

Le minerai de fer est constitué essentiellement par la goethite –hématite, ainsi que par la limonite et hydro-hématite.

Les analyses chimiques faites sur le minerai de fer du gisement de Rouina ont permis de démontrer qu'il y a une dépendance entre la teneur en Fer et celle en silice. Un minerai riche est généralement peu siliceux, par contre un minerai pauvre est très siliceu

Chapitre 2 :

L'état actuel de la mine de Rouina

Chapitre 2 : L'état actuel de la mine de Rouina

Introduction :

L'exploitation de la mine de Rouina se fait par les deux modes d'exploitation à savoir ; l'exploitation par mode souterrain et à ciel ouvert, cette mine inclut 03 zones principales :

- Zone de Merimet .
- Zone de Ravin Sud .
- Zone filonienne.[6]

1-Présentation de la mine de ROUINA :

1-1- Localisation géographique :

Le gisement de fer de ROUINA est situé dans la Commune de Rouina, Daïra de Rouina, Wilaya d'Ain Defla sur un terrain domanial. Le gisement est limité par les coordonnées suivantes : '01/256 - 01/258' de la longitude Est et '401/222 - 401/224' de latitude Nord. (Voir fig. I.04). Le relief est relativement doux, les côtés absolues varient de +210 à +350m, le coté maximal est de +415m. L'altitude moyenne varie de 30 à 140m. La route nationale RN4 reliant Alger à Oran passe à 3Km du gisement ainsi que la ligne de chemin de fer. Les agglomérations les plus importantes sont : Rouina à 3Km, Ain Defla à 17Km, Khemis-Méliana à 43Km et Chlef à 46Km.



Figure II-1 :la localisation de la mine de rouina

Les minerais de fer de Rouina sont destinés à servir comme adjuvants pour les cimenteries du Centre y compris (Meftah ; Chlef ; Mascara ; Saida). La disponibilité de la main-d'œuvre ne pose pas de problèmes. Le périmètre du gisement est délimité par 46 points avec une superficie totale de 436ha (Titre minier n° du 15/05/2013).

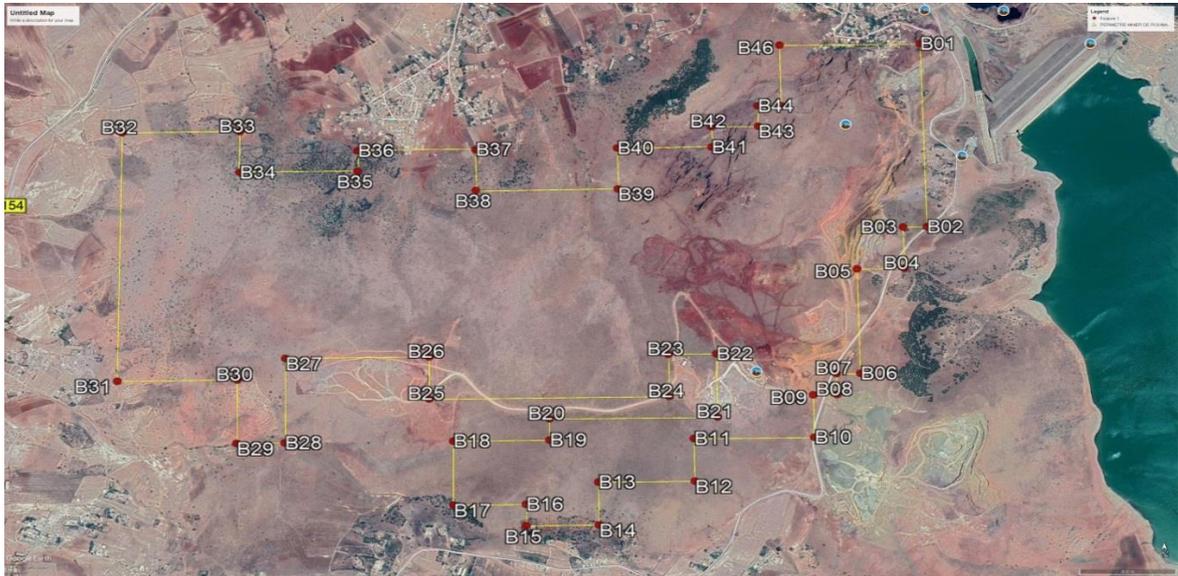


Figure II-2 : le périmètre de la mine de rouina superficie :436 Ha.[7]

2- Méthode d'exploitation :

Compte tenu des conditions géologiques du gisement et l'état actuel des travaux, ainsi que les moyens disponibles, l'exploitation à ciel ouvert s'effectue par gradin à flanc de couteau à deux bords exploitables allant de haut vers le bas avec un sens d'avancement vers le Sud et vers le Sud Est.

Le minerai de fer extrait de la partie Sud- Est de la zone appelée communément la Butte qui se trouve au Sud-Est de la zone du Ravin Sud.

La découverte concerne la partie Nord-Ouest de la zone du Ravin Sud.[6]

3- Caractéristiques géométriques des ouvrages miniers :

- Hauteur moyenne du gradin en exploitation $H_g \leq 10$ m
- Largeur des plateformes de travail, $B_{tr} \approx 10-20$ m.
- Largeur de la berme de sécurité = 2 m
- Largeur de la piste de roulage est de 8-10 m
- La pente de la piste de roulage 8 – 10 %

- Angle de talus du gradin :45° pour la butte - 85° pour le ravin sud

4-Déroulement des travaux d'exploitation à ciel ouvert :

Compte tenu des conditions géologiques du gisement et l'état actuel des travaux, et afin d'atteindre les objectifs planifiés qui sont arrêtés à 220 000 T de minerai pour l'année en cours ;la production par mois variée entre 15000 t à 20000 t A s'étendre au maximum dans le mois Aout (25000 t)

L'exploitation durant l'exercice 2021 concernera les zones suivantes

4-1- Ravin sud :

- ❖ **Côté Sud Est :** l'exploitation se déroulera entre les niveaux 280/270,270/260 et 260/250, on procède à l'extraction du minerai et le développement des niveaux supérieurs 310/300,300/290 et 290/280 vers le Sud Est (pour sécuriser la zone de glissement).
- ❖ **Coté Nord-Ouest :** les travaux de développement se poursuivent avec l'élargissement des niveaux 270/260 et 260/250.



Figure II-3 : zone de ravin sud

4-2-Zone filonienne : l'avancement des niveaux 335/330,330/325 et 325/320 vers le sud à fin d'élargir la plateforme 320 on procède à l'extraction du minerai, ainsi de développer

les niveaux 340/335 vers le Sud et 345/340 vers l'Est.



Figure II-4 : la zone filonienne [6]

5- Le tonnage de la minerai inclut dans le contour projeté pour l'exercice 2021 est comme suite :

5-1-Par niveau pour le ravin sud (teneur de 50% Fe₂O₃) :

- Niveau 280/270, T= 50841 (t)
- Niveau 270/260, T=39 690 (t)
- Niveau 260/250, T=36 855(t)
- Le tonnage Totale est de 127 386 (t)

5-2- Pour la ZONE FILONIENNE :

- Niveau 335/330, T=54 580 (t)
- Niveau 330/325, T=22 329 (t)
- Niveau 325/320, T=15 835 (t)
- Le tonnage Totale est de 92 744 (t)

6- Le tonnage de le stérile inclut dans le contour projeté pour l'exercice 2021 est comme suite :

6-1-Pour le Ravin sud :

- Niveau 270/260, T= 119 500 (t)
- Niveau 260/250, T= 149 150 (t)
- Le tonnage Totale est de 268 650 (t)

6-2-Pour BUTTE :

- Niveau 310/300, T= 18750 (t)
- Niveau 300/290, T= 14250 (t)
- Niveau 290/280, T= 20750 (t)
- Le tonnage total est de **53 750 (t)**

6-3-Pour la Zone fil onienne :

- Niveau 340/335 Sud, T= 40 500 (t)
- Niveau 345/340 Est, T= 37 125 (t)
- Le tonnage Totale est de 77 625 (t)

7- Paramètres d'exploitation dans la zone de Ravin Sud :

7-1-Côté Sud- Ouest :

- Nature de la roche encaissante : calcaire
- Dureté : moyenne (3-7)

Paramètres d'exploitation

- Angle du talus : 85°
- Angle du bord final : 45°
- La largeur de la plate-forme 20 m
- La largeur de la berme de sécurité : 5 m
- Hauteur du gradin : 10 m

7-2-Côté Sud- Est (la Butte):

- Nature de la roche encaissante : Roche argileuse et schistes
- Dureté : tendre (1-2)

Paramètres d'exploitation

- Angle du talus : 85°
- Angle du bord final varie de 34° à 38°
- La largeur de la plate forme de travail est de 20 m
- Hauteur du gradin : 5 m

8- Travaux d'abattage :

Compte tenu des conditions géologiques et minières du gisement de fer de Rouina et les exigences d'utilisation des explosifs, les travaux d'abattage s'effectuent par l'explosif : qui est assuré par des travaux de forage et de tir en utilisant un chariot de forassions de 76 mm de diamètre.

8-1- Travaux de forassions

Travaux de forassions Les travaux de forassions des trous d'abattage s'effectuent à l'aide d'un chariot de forassions de type ATLAS COPCO C M 470 d'un diamètre de forassions de 76m, et qui prend les caractéristiques cités au tableau ci-dessous

- **durée de forage par chariot de forage :**

- pour 1 trou en stérile 9 :30 min
- pour 1 volée de 23 trous de profondeurs 6M 4 :30
- pour 1 trou en minerai 12min
- pour 1 volée de 23 trous de profondeurs 6M 5 :30H

Tableau II-1: Les paramètres de la forassions [6]

Désignation 2021	H Théo	TD%	H dispo	T utilis%	H utilis	Rendement (M/H)	Production (ml/an)	Rendement (T/ML)		Prod prévue T	Production T/An
								Minerai	Stérile		
forage	1875	92	1725	90	1553	25	38 825	19	19	220 000	737 428
										400 000	



Figure II-5 : chariot de forassions

8-2-Travaux de tir :

Suite à l'étude sismique faite par le Centre National de Recherche appliquée en Génie parasismique (C.G.S) dans la mine de fer de Rouina en 2012, dans le cadre de limiter l'effet des vibrations sur les constructions avoisinantes de la mine, la quantité des explosifs autorisée est de 500 kg par tir divisée en deux volets.[8]

- Schéma de plan de tir :

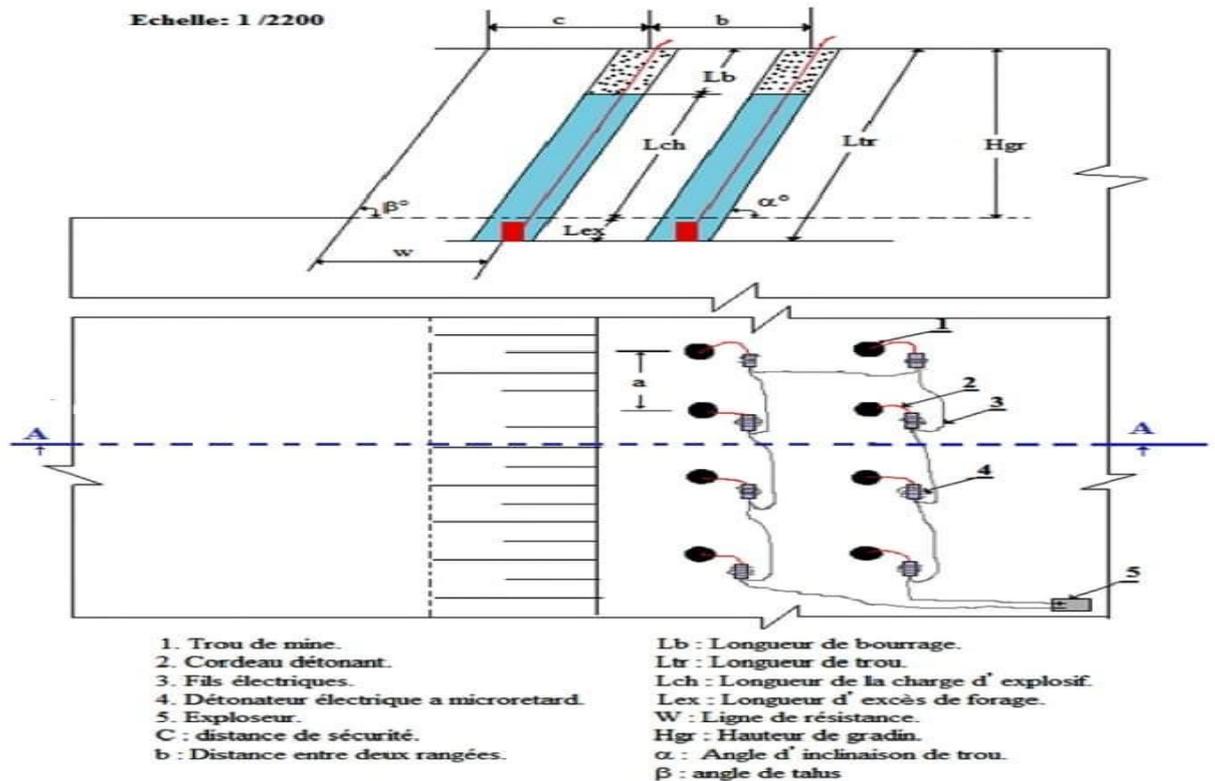


Figure II-6 : schéma de paramètre de tire

- Les paramètres du tir sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau II-2 : Paramètres de tir [6]

P A R A M E T R E S	UNITES	Minerai	Sterile
Hauteur du gradin H	M	5	5
Diamètre de forage D	Mm	76	76
Inclinaison du trou	degré	85	85°
Ligne de moindre résistant W	M	2,66	2,66
La densité de la roche	T/m ³	2.7	2.5
Distance entre les trous a	M	3.19	3,19
Longueur du sous forage ls	M	0,80	0,80
Longueur du trou incliné L _{tr}	M	05.90	05.90
Volume abattu par trou	M ³	42,45	42,45
Volume abattu par un mètre de trou	M ³ /Ml	7,20	7,20
Hauteur de la charge explosive au fond	M	1,30	1,30
Charge explosive au fond	Kg/M	5,78	5,78
Quantité d'explosif au fond	Kg	7,48	7,48
Longueur du bourrage L _b	M	2.66	2.66
Charge explosive de la colonne	Kg	2, 31	2,31
Hauteur de la charge explosive de la colonne	M	1,94	1,94
Quantité d'explosif en colonne	Kg	4,49	4,49
Quantité d'explosif par trou	Kg	11,97	11,97
Consommation spécifique d'explosif q	g/t	106	113
Volume planifiée /an	M ³	83 019	160 000
Quantité d'explosif nécessaire /an	Kg	23 407	45 112
Quantité des explosifs nécessaire pour la masse rocheuse /an	Kg	68 119	

- **Commentaire:** Les quantités des explosifs autorisées à la consommation annuelle et le type d'explosif ne couvrent pas les besoins de la mine et pas de bons résultats.

a- **Explosif :**

Tableau II-3 : Caractéristiques de MARMANITIII [8]

Désignation commerciale	MARMANIT III
Résistance à l'eau	Médiocre
Densité	0,95
Vitesse de détonation m/s	4200
Poids de cartouche (g)	1250
Volume gaz l/kg	907
Utilisation	Explosif pour les roches tendes
Diamètre de cartouche(mm)	50
Longueur de cartouche (mm)	610
Coïnfection du énergie	1.11



Figure II-7 : MARMANITIII

b- **les accessoires de travaux de tire :**

- Détonateur électrique
- Cordeau détonant
- Fil de tir



Figure II-8 : Détonateurs Electriques Micro - Retard D.M.R

c-Photos avant le tir :



Figure II-9: le front de tas abatte



Figure II-10 : plat forme et les travaux de charge du tours

d-Photos après le tir :



Figure II-11: les effets araire de tire



Figure II-12: le tas abatte après la tire

9- Abattage mécanique :

En utilisant la brise roche. Pour le côté Sud- Ouest, on utilise juste l'abattage à l'explosifs ; mais pour la Butte, on utilise les deux modes d'abattage : l'abattage mécanique pour les niveaux supérieurs, et l'abattage à l'explosifs pour les niveaux inférieurs



Figure II-13 : brise roche

10- Travaux de Chargement

Vu les travaux de développement prévues, le chargement de la masse abattue s'effectue à l'aide des trois chargeuses sur pneus ; deux chargeuses parmi ces trois ont une capacité de godet de 4 m³, qui sont destinées au chargement de minerai, et de produit marchand. La troisième chargeuse possède une capacité de godet de 8 m³, et elle est destinée au chargement de stérile.



Figure II-14 : la chargeuse de chargement

Tableau II-4 : calcul de chargement par l'entreprise

Désignation		Minerai	Stérile
Production annuelle (T/an)		220,000.00	400,000.00
Capacité du godet (m3)	C	4.00	4.00
Durée d'un poste (heures)	Tp	7.50	7.50
Coéf du remplissage du godet R	Kr	0.80	0.80
Coéf d'utilisation du temps Ku	Ku	0.80	0.80
Temps du cycle (min)	Tc	0.73	0.73
Nombre de cycle par heure		82.19	82.19
Nombre de poste par jour		1.00	1.00
Nombre de jours par an		250.00	250.00
Densité du matériau T/m3		2.65	2.50
coéf du foisonnement Kf	Kf	1.70	1.50
Rendement de la chargeuse T/h		327.99	350.68
Rendement de la chargeuse T/p		2,459.95	2,630.14
Rendement de la chargeuse T/m		51,658.98	55,232.88
Rendement de la chargeuse T/an		614,987.91	657,534.25
Nombre de chargeuse nécessaire		0.36	0.61
		1.00	1.00
Total		2.00	

✚ Formule de rendement de la chargeuse T/an :

$$R = \frac{C * Kr * Tp * Ku * 3600}{Kf * Tc}$$

11-Travaux de Transport :

Les travaux de transport dans la mine de Rouina s'effectuent en mode de transport discontinu à l'aide des camions de 14 m³ (20T) de front de taille jusqu'au lieu de stockage pour le minerai, et la mise à terril pour le stérile, à une distance moyenne de :

- Minerai : Vers le concasseur : 800 m.
- Stérile : Vers la décharge Nord environ 1200 m.

La mine de Rouina possède 06 camions, dont 02 camions pour le transport de minerai, et quatre pour le stérile. Leurs caractéristiques et paramètres se regroupent dans les tableaux ci-dessous.[8]

✚ Formule de temps de cycle du camion (min)

$$T_C = T_{PAR} + T_{CH} + T_{DECH} + T_{MAN}$$

Avec
$$T_{PAR} = \frac{2 \cdot 60D}{V_{Moy}}$$

✚ nombre de cycle par heure

$$N_V = 60 / T_{Cycle}$$

✚ Formule rendement du camion (t/h)

$$R_{camion} = N_V \cdot C_{Camion}$$



Figure II-15 : Camion de transport ivco

Tableau II-5: calcul de transport proposé [6]

Désignation	Minerai	stérile
Production annuelle prévue (tonnes)	20,000.00	400,000.00
Capacité de la benne (tonne)	20.00	20.00
coéf du remplissage de la benne Kl	0.80	0.80
Durée d'un poste (heures)	7.50	7.50
Distance moyenne du transport(km)	1.65	1.80
Vitesse moyenne (Km/h)	8.61	7.71
coef d'utilisation du temps	0.80	0.80
Nombre de poste par jour	1.00	1.00
Nombre de poste par an	250.00	250.00
Densité t/m ³	2.70	2.50
coef de foisonnement du matériau	1.70	1.50
Temps de cycle du camion (min)	23.00	28.00
Nombre de cycle par heure	2.61	2.14
Nombre de cycle par poste	19.57	16.07
Rendement du camion (t/h)	33.39	27.43
Rendement du camion (t/p)	250.43	205.71
Rendement du camion (t/m)	5,509.57	4,525.71
Rendement du camion (t/an)	2,608.70	51,428.57
nobre de camion nécessaire	3.51	7.78
	4.00	8.00
Total	12	

✚ Le nombre de camion nécessaires est 12

12- Régime de travail :

- Nombre de jours ouvrables par an : 250 jours
- Nombre de jours ouvrables par semaine : 05 jours
- Nombre de postes par jour : 01 poste
- Durée d'un poste de travail (théorique) : 7 h 30.

13-Travaux de terrassement :

Les travaux de terrassement sont caractérisés par :

- Aménagement des pistes et des accès au niveau de la carrière.
- Terrassement des déblais ou niveau des décharges.

- Mise en tas.
- Préparation des surfaces à forer.
- Décapage

Ces taches sont assurées par bulldozer (bull CAT D9).



Figure II-16: bulldozer (bull CAT D9).

14-Station de concassage

Pour le traitement du minerai de fer de la mine de Rouina dispose d'une station de concassage d'une capacité théorique de 120 T/H avec un taux de disponibilité de 50 % soit une production réelle de (153000 T/ an).

Le concasseur utilisé dans la station est un concasseur à mâchoire de marque (ATLASCOPCO), TYPE : PC-02. Alimenté par du minerai de diamètre de 500 mm, qui sera réduit à 150 mm. Suivie d'un autre concasseur à mâchoire qui est muni d'un convoyeur à bande de 17m de longueur, qui va réduire le minerai à un diamètre comprise entre (0-40 mm). [6]



Figures II-17 : Station de concassage

15-Objectif de production :

La production annuelle est planifiée sur la base du plan de développement de la mine à 220 000 Tonnes de Fer avec un volume de stérile de 400 000 Tonnes , soit un taux de découverte de 1,81 t/t. [6]

16-Destination du minerai :

Le minerai de fer de Rouina qui est présenté en majorité par l'Hématite (Fe_2O_3), et après son concassage est destiné aux cimenteries, pour qu'il soit utilisé comme ajout pour la fabrication de ciment et ça est à cause de sa faible teneur en minéral Fe.

Conclusion

Compte tenu des conditions géologiques et minières du gisement de fer de Rouina et les exigences d'utilisation des explosifs, les travaux d'abattage des roches (calcaires, schistes et le minerai de fer) s'effectuent par l'explosif.

Les travaux de forage sont réalisés par l'utilisant d'un chariot de forassions de 76 mm de diamètre d'outil.

Deux modes d'abattages sont utilisés dans la mine à ciel ouvert de Rouina : l'abattage mécanique pour les niveaux supérieurs, et l'abattage à l'explosif pour les niveaux inférieurs sur le côté Sud- Ouest.

Le minerai de fer extrait de la partie Sud- Est qui se trouve dans la zone du Ravin Sud. La découverte concerne la partie Nord-Ouest de la zone du Ravin Sud de la mine de Rouina.

Les objectifs planifiés qui sont arrêtés à 220 000 T de minerai pour l'année en cours ; la production par mois varie entre 15000 à 20000 tonnes. A s'étendre au maximum dans le mois Aout (25000 tonnes) avec un taux de découverte de 1,81 t/t.

Chapitre n°3 :

**Influence des caractéristiques du
massif rocheux sur les travaux de tir et
d'abattage**

Chapitre 3 : Influence des caractéristiques du massif rocheux sur les travaux de tir et d'abattage

Introduction :

Si l'on possède une assez bonne connaissance des caractéristiques du massif rocheux (caractérisation de la matrice rocheuse, caractérisation des discontinuités naturelles, caractérisation globale du massif), qui sont encore du domaine de la recherche scientifique, il est clair que l'interaction du massif rocheux avec les discontinuités est principale pour schématiser un massif homogène, même très dure ne présente pas de difficultés spéciales à fragmenter, sous réserve d'adapter le plan de tir cela, est le cas quotidiennement dans les exploitations des roches. Par contre il est très difficile d'abattre un massif de nature hétérogène très fracturé ou karstifié, particulièrement si les discontinuités sont ouvertes (massifs décomprimés), non seulement le rendement du tir sera mauvais, mais les conditions opératoires seront rendues complexes : mauvaise précision de la forassions, non stabilité des parois des trous de tir, difficultés de chargement des explosifs, risques de rupture des circuits d'amorçage, effets arrières importants.

I-1-Influence de la matrice rocheuse :

Globalement les caractéristiques de la matrice rocheuse influent beaucoup sur les performances de la forassions et la transmission de l'énergie explosive au massif rocheux et la fragmentation de celui-ci.

Les caractéristiques de la matrice rocheuse et leurs influences sur le tir à explosif sont présentées dans le tableau (I.1) suivant :

Tableau III-1: La matrice rocheuse et son influences sur le tir [11]

Eléments	- Mesure et analyse	Influence sur le tir
- Composition minéralogique. - Micro fracturation - Altération, présence d'hétérogénéité.	-Analyse géologique et minéralogique -Ultrasons (indice de continuité) -Diagraphie	- Choix de la méthode de forassions -Efficacité de la forassions . -Fragmentation et micro fragmentation des blocs -Difficulté de la forassions . - Stabilité des trous. -Transmission de l'énergie explosive. -Adaptation du plan de tir -Risque de projection des blocs- Venus d'eau
-propriétés physiques - densité - porosité	- Mesure au laboratoire	- Transmission de l'énergie explosive au massif. - Présence d'eau, propagation des fissures créent par le ti
-propriétés mécaniques (résistance à la traction et à la compression)	-Essai mécanique en laboratoire	- Facilité de la forassions et la Fragmentation de la roche
-propriétés abrasives	Laboratoire (Indice LCPC)	-Usures des outils de forassions .

En 1997, B. Muller a proposé une classification à partir de l'analyse du graph de la variation de l'impédance en fonction de la blocométrie (figure I.1). B. Muller a mis en évidence le fait que les difficultés rencontrées pendant l'opération d'abattage dépendaient en partie du type de roche abattu. En effet, si la roche en question est de nature sédimentaire, sa fragmentation en sera grandement facilitée. Cette dernière devient moins aisée en présence de roches métamorphiques. Enfin, l'abattage devient très difficile lors qu'il s'agit de roches magmatiques. Le massif rocheux de la carrière. De Rouina étant en grande partie de nature sédimentaire, le taux de fragmentation y est donc naturellement assez élevé.

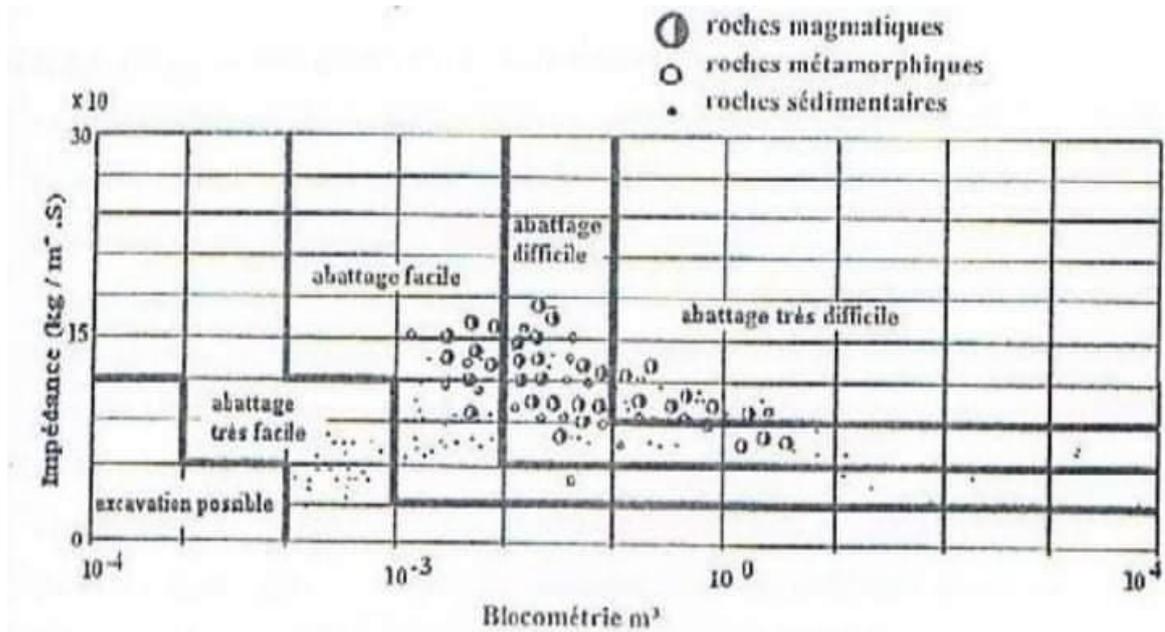


Figure III-1 : Classification de la facilité d'un massif rocheux à être abattu en fonction de la matrice rocheuse d'après B.MULLER , 1997 [11]

I-2- Influence de l'hétérogénéité du massif :

La principale caractéristique d'un massif rocheux est d'être hétérogène, ce qui vient compliquer la conception et la réalisation d'un tir, cette hétérogénéité affecte la structure du massif en fonction des contraintes tectoniques subies historiquement (présence de discontinuités) où sa nature, en effet plus on a la présence de discontinuités, plus la continuité de la matrice peut être affectée par la présence d'hétérogénéité d'origine cynégétique (variation lithologique d'une série sédimentaire où métamorphique) où post-génétique (altération), le tableau (I.2) suivant représente les principales hétérogénéités rencontrées dans la série sédimentaire du massif de la carrière de Rouina.

I- Type d'hétérogénéités rencontré au niveau du massif de la carrière de

Rouina

Roche sédimentaire (calcaire)

I-1-Hétérogénéités synectiques

- variations latérales et verticales des faciès.
- présence de blocs.
- Structure sédimentaires. (plan et joints de stratification)

I-2- Hétérogénéités post-génétiques.

- Altération
- L'latérisation (dissolution : vides, Karst).
- Tectonique (structure) (fracturation, failles,)

I-2-1-Adaptation du plan de tir en fonction de l'influence des hétérogénéités:

Les hétérogénéités ou les variations latérales où en profondeur de la nature de la roche vont aussi perturber le bon fonctionnement du tir si elles ne sont pas prise en compte dans sa conception, notamment la transmission de l'énergie explosive sera fonction des contrastes des propriétés induites par la présence et le volume respectif de roche de nature différentes. Un changement de nature de roche va correspondre à une différence de dureté, il faut alors adapter le plan de tir à cette nouvelle situation (espacement entre trous, énergie spécifique de l'explosif...etc), Lorsque une zone de faiblesse, voire du vide est détectée dans un forage, la charge de colonne devra être interrompue par un bourrage intermédiaire au niveau de cette discontinuité(figure I.2 et I.3) afin que l'énergie explosive soit libérée dans les zones massives et ne s'échappe pas sans travailler dans la discontinuité en provoquant des projections aériennes dangereuses c'est en particulier le cas des zones Karstiques pour les massifs calcaires fig (I.3) qui montre par exemple le risque résultant de la présence des zones de faiblesses (d'après M. Kiszlo, 1995).

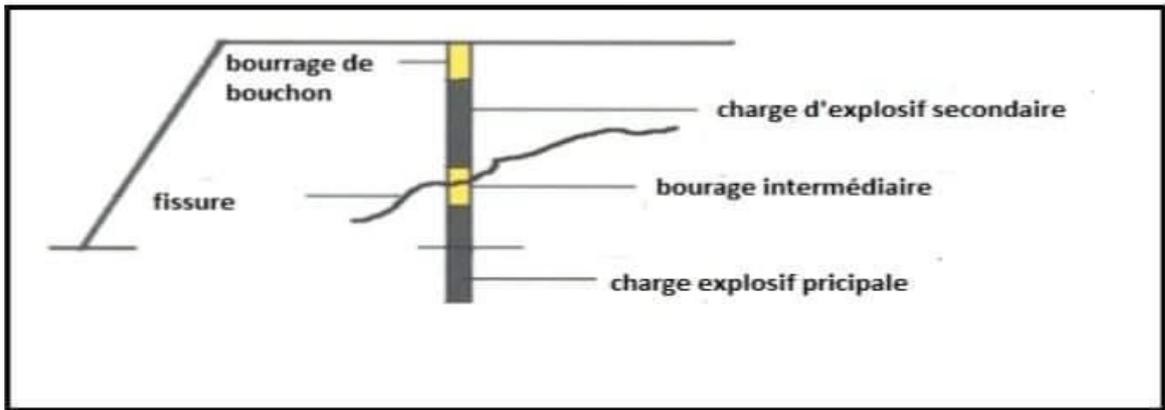


Figure III-2: Emploi du bourrage intermédiaire en présence d'une fissure

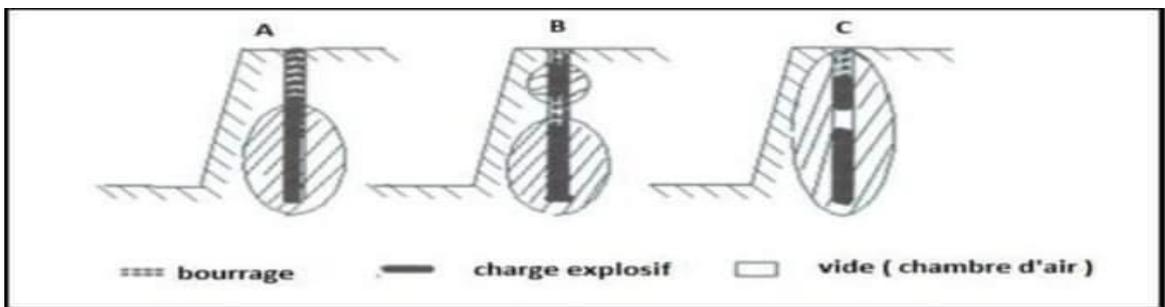


Figure III-3: Les zones de fragmentations avec du bourrage intermédiaire

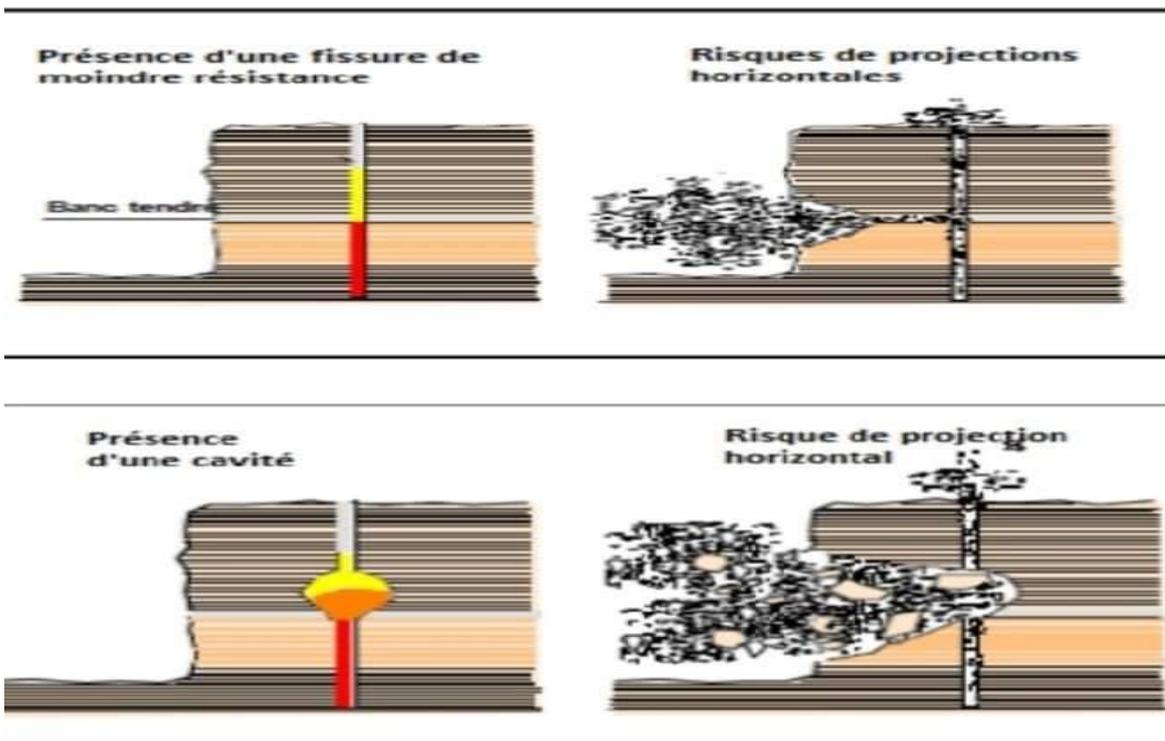


Figure III-4 : Risque de projection résultant de la présence d'hétérogénéités et des zones de faiblesse d'après M. Kiszlo, 1995) [10]

Une bonne connaissance préalable du massif et de toutes ses caractéristiques est la clé pour la réussite d'un bon plan de tir. En effet, les hétérogénéités du massif peuvent être constituées de niveaux ou zones plus résistantes et lorsque le bourrage des trous de mine, qui est destinée à diriger l'énergie explosive vers le massif rocheux, est située dans un niveau plus résistant, ce banc n'est que peu ou pas fracturé et la pousser vers le haut provoqué par la détonation tend à le soulever. Cela mène à la formation de blocs « hors format » gênant les opérations de chargement et de transport. Les hétérogénéités, et les discontinuités plus particulièrement, peuvent également perturber les opérations de forage et tirs en diminuant leur efficacité et en induisant des instabilités avec danger de chute de blocs sur l'atelier de chargement. Ce scénario peut être évité si l'opération de sautage est réalisée après dégagement mécanique (les terrains de couverture en place au niveau de laquelle sera placé le bourrage des trous de mine pour l'abattage du rocher résistant sous-jacent).



Figure III-5: Bloc ou hors-format gênant le chargement [10]

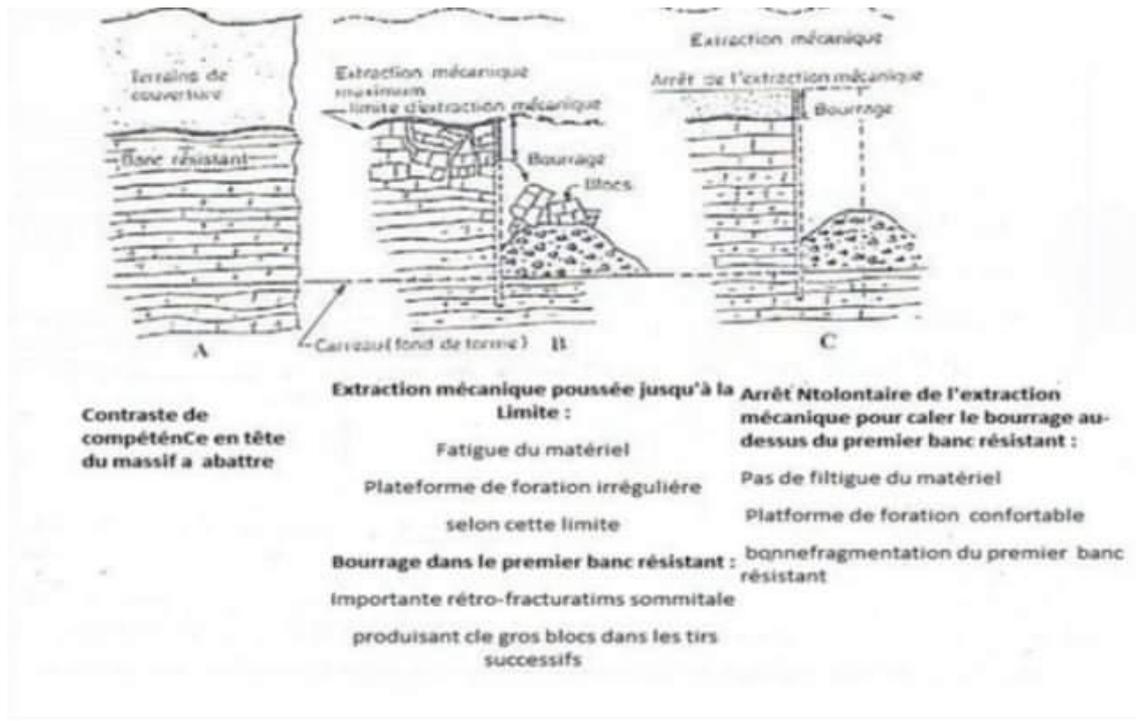


Figure III-6: Adaptation du chargement des trous de tirs à l'hétérogénéité de du massif rocheux [14]

De façon générale la présence d'hétérogénéités nature vient compliquer la mise en œuvre du tir et son fonctionnement. Il faut toujours adapter au cas par cas le plan de tir (choix de la maille, type d'explosif et sa répartition, énergie spécifique à mettre en œuvre). Pour obtenir un résultat satisfaisant, dans le premier cas l'énergie de l'explosif va s'atténuer très rapidement dans la roche altérée et les blocs qui ne seront pas affectés par un trou de tir à proximité de celui-ci ne seront pas fragmentés, cela dévie un problème pour l'engin de chargement et entraîne souvent me perte de temps et nécessité d'un abattage secondaire. La présence des cavités complique les opérations de forassions et de chargement de l'explosif et affecte la transmission de l'énergie explosive à proximité des fronts qui peuvent occasionner des phénomènes de projections.

I-3-Influence des discontinuités :

Les discontinuités à une influence très importante sur le tir, elle conditionne la mise en œuvre du tir (forassions et plan de tir), le fonctionnement même de l'énergie explosive et sa transmission au massif et peut occasionner des problèmes de stabilité

au niveau des trous de tir ou de gradin (talus), les caractéristiques de l'influence des discontinuités sur le tir sont présentées dans le tableau (I.3) suivant :

Tableau III-2: Les discontinuités et leurs influence sur le tir [11]

Eléments	Mesure et analyse	Influence sur le tir
-Géométrie (orientation, extension, espacement, fréquence, densité de discontinuités). Qualité du massif RQD, RMR. -Propriétés mécaniques (cohésion et angle de frottement). -Caractéristiques du remplissage (nature et épaisseur).	-Analyse structurale et géologique norme, ISRM. - Test de cisaillement au laboratoire. - Analyse géologique	- Blocométrie du massif. - Direction du tir /orientation des fronts. - Facilité et précision de forage : déviations, conséquence sur la maille. - stabilité du trou de tir, du front de la paroi. - Développement et intensité des effets arrière. - Efficacité du tir en termes de transmission de l'énergie explosive, consommation de l'explosif. - stabilité des fronts.

II- la première méthode de calcul pratique des paramètres du plan de tire dans la mine de Rouina :

La méthode retenue par notre société, dans le calcul des Paramètres du plan de tir , est la méthode empirique cette méthode est basée sur les formules suivantes :

II-1-Les paramètres géométriques :

a- la ligne de moindre résistance (la banquette) :

La banquette ou la ligne de moindre résistance est la distance entre le trou et la surface libre du gradin. Elle dépend de :

- diamètre de trou (D).
- consommation d'explosif (Qexp)

- le type de l'explosif (la banquette varie proportionnellement à l'énergie de la charge d'explosif).
- hauteur du front (Hgr).

On la détermine à l'aide de la formule pratique suivante :

$$W_{\max} = K * D$$

$$W_{\max} = 35 * 0.076 = 2.66$$

D : diamètre du trou en m

K : un coefficient entre (25-45), généralement on prend $k=35$.

-La banquette doit être corrigée , cette correction est due à l'erreur de forassions des trous :

$$E = (D/1000) + 0.3 * H$$

$$E = (76/1000) + 0.3 * 5 = 0.22 \text{ (m)}$$

E : l'erreur de forassions (m)

D : diamètre du trou en (mm)

H : Hauteur de gradin

b - Ce qui nous donne la banquette pratique (m) :

$$W_p = W_{\max} - E$$

$$W_p = 2.66 - 0.22 = 2.44 \text{ m}$$

c- L'espacement entre les trous a :

-L'espacement (a) c'est La distance ménagée entre deux trous d'une même rangée

$$a = k_e * W_{\max}$$

$$a = 1.2 * 2.66 = 3.19 \text{ m} \quad \text{avec :} \quad 1.5 \geq k_e \geq 1.2$$

d- le sous forage L_S :

La longueur de sous forage dépend de la hauteur du gradin, du diamètre du trou, des propriétés d'explosif, de la résistance au pied (moindre résistance), des propriétés physiques et mécaniques des roches, etc.

$$L_S = 0.3 * 2.66 = 0.80 \text{ m}$$

E - le bourrage B :

Le bourrage est effectué pour utiliser complètement l'énergie du tir à fragmentation des roches. Pour bien utiliser l'espace foré, la longueur de bourrage doit être minimale suffisante pour prévenir les pertes des produits du tir, la projection dangereuse des pierre et de la formation d'ondes de choc fortes. On prend :

$$B = W_{\max} \text{ (m)}$$

$$B = 2.66 \text{ m}$$

f- La longueur de trou L_T :

*Est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$L_T = H_G / \sin (B^\circ) + L_S$$

$$L_T = (1.02 * 5) + 0.80 = 5.90 \text{ m}$$

Avec :

L_T: la longueur de trou en m

H_G: hauteur de gradin en m

B°: Angle d'inclinaison du trou

L_S: la longueur de sous forage

II-2- paramètres du chargement des trous :

a- Hauteur de charge du pied :

pour les gradins de $H_G=5$ et $B=W_{\max}$ on utilisera la formule :

$$H_P = 0.4 * (L_T - B) \text{ m}$$

$$H_P = 0.4 * (5.90 - 2.66) = 1.30 \text{ m}$$

b- la charge du pied :

C'est la quantité d'explosif par mètre linéaire de trou :

$$L_P = D^2 * 10^{-3} \text{ kg/m} \quad \text{avec} \quad L_P : \text{ la charge du pied en (kg /m)}$$

$$L_P = 76^2 * 10^{-3} = 5.78 \text{ kg/m} \quad D : \text{ diamètre du trou en (m)}$$

c- Nombre de cartouches au pied :

$$N_C = H_P / L_C$$

$$N_C = 1.3 / 0.61 = 2.13 \approx 2 \text{ cartouche}$$

d- la quantité d'explosif au pied :

$$Q_P = H_P * L_P \text{ kg}$$

$$Q_P = 1.30 * 5.78 = 7.5$$

E - Hauteur de la charge de colonne :

$$H_C = L_T - (B + H_P) \text{ m}$$

$$H_C = 5.90 - (2.66 + 1.30) = 1.94 \text{ m}$$

F - la charge du colonne

$$L_C = 0.4 * L_P \text{ Kg/m} \quad \text{avec} \quad L_P : \text{ charge de pied (kg/m)}$$

$$L_C = 0.4 * 5.78 = 2.31 \text{ kg / m}$$

H - Nombre de cartouches au colonne :

$$N_C = H_C / L_C$$

$$N_C = 1.94 / 0.61 = 3.18 \approx 3$$

Avec :

H_C : hauteur de colonne (m)

L_C : longueur de cartouche (cm)

G - la quantité d'explosif au colonne :

$$Q_c = H_C * L_C \text{ (kg)}$$

$$Q_c = 1.94 * 2.31 = 4.48 \text{ kg}$$

Q_c : la quantité charge au colonne

H_C : hauteur de colonne

L_C : charge de colonne

K - la quantité d'explosif par trou (Qch) :

La quantité totale de la charge d'explosif dans un trou est la somme des charges d'explosif de colonne et de pied.

Donc ; la quantité de charge d'explosifs dans un trou est :

$$Q_{ch} = Q_p + Q_c ; \text{ (Kg)}$$

$$Q_{ch} = 4.48 + 7.5 = 11.98 \text{ kg} = 12 \text{ kg}$$

I - Hauteur totale de la charge d'explosif dans un trou (Hch) :

La longueur totale de la charge d'explosif dans un trou est la somme entre la longueur d'explosif de colonne et de pied

Donc, la longueur totale de la charge d'explosif dans un trou :

$$H_{ch} = H_p + H_c ; \text{ (m)}$$

$$H_{ch} = 1.30 + 1.94 = 3.24 \text{ m}$$

Avec :

H_{ch} : hauteur de charge dans trou (m)

H_p : hauteur de charge pied (m)

H_c : hauteur de charge colonne (m)

S - Consommation spécifique d'explosif (Qs) :

La consommation spécifique de l'explosif nécessaire pour l'abattage de 1 m³ de roche. Le degré de la fragmentation de la roche à l'explosif dépend avant tout de sa résistance au tir. Ce dernier est caractérisé par la consommation spécifique de l'explosif, g/m³ nécessaire pour atteindre le degré exigé de la fragmentation. La consommation spécifique est déterminée par la formule suivante :

$$Q_s = Q_{ch} / (W * a * H_{gr}) ; (g/tonne)$$

$$Q_s = (12 * 1000) / (2.66 * 3.19 * 5) = 0.28 \text{ kg/m}^3$$

Avec :

Q_{ch} : poids total d'explosif par trou ;(kg)

- W : banquette pratique ;(m)
- a : espacement entre les trous de mine ;(m)
- H_{gr} : hauteur de gradin ;(m)
- Q_s = 0.28 kg/ m³

Tabule III-3 :Paramétré du plan de tir de méthode empirique

paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	5.90
Banquette (m)	2.66
Inclinaison du trou (°)	85
Espacement (m)	3.19
Sous forassions (m)	0.90
Longueur du bourrage (m)	2.66
Nombre du trous	23
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	11.97
volume abattu par trou (m ³)	42.45
Consommation spécifique d'explosif	0.28

REMARQUE : la quantité d'explosif par trou ne proportionnel pas à la longueur de trou

$Q_{CH} = 12$ et $L_{CH} = 3.24$ m et $H_{CH} = 3.24$ m et $L_C = 0.61$ m. Nombre de cartouche para pore la $Q_{CH} / P_C = 12/1.25 = 9.6 \approx 10$ cartouche , nombre de cartouche para pore la $H_{CH} / L_C = 3.24/0.61 = 5.30 \approx 5$ cartouche .

III- la deuxième méthode de calcul pratique avec deux types de l'explosif :

III-1-Les paramètres géométriques :

a- la ligne de moindre résistance (la banquette) :

La banquette ou la ligne de moindre résistance est la distance entre le trou et la surface libre du gradin. Elle dépend de :

- diamètre de trou (D).
- consommation d'explosif (Q_{exp})
- le type de l'explosif (la banquette varie proportionnellement à l'énergie de la charge d'explosif).
- hauteur du front (Hgr).

On la détermine à l'aide de la formule pratique suivante :

$$W_{max} = K * D$$

$$W_{max} = 35 * 0.076 = 2.66$$

D :diamètre du trou en m

K : un coefficient entre (25-45), dans les conditions de la mine de Rouina le coefficient $k=35$.

-La banquette doit être corrigée , cette correction est due à l'erreur de forassions des trous :

$$E=(D/1000)+0.3*H$$

$$E=(76/1000)+0.3*5= 0.22 \text{ (m)}$$

E : l'erreur de forassions (m)

D : diamètre du trou en (mm)

H : Hauteur de gradin

b- Ce qui nous donne la banquette pratique (m) :

$$W_p = W_{max} - E$$

$$W_p = 2.66 - 0.22 = 2.44 \text{ m}$$

C - l'espacement entre les trous a :

-L'espacement (a) c'est La distance ménagée entre deux trous d'une même rangée

$$a = k_e * w_{max}$$

$$a = 1.2 * 2.66 = 3.19 \text{ m}$$

Avec : $1.5 \geq k_e \geq 1.2$

d- le sous forage L_S :

La longueur de sous forage dépend de la hauteur du gradin, du diamètre du trou, des propriétés d'explosif, de la résistance au pied (moindre résistance), des propriétés physiques et mécaniques des roches, etc.

$$L_S = 0.3 * 2.66 = 0.80 \text{ m}$$

E - le bourrage B :

Le bourrage est effectué pour utiliser complètement l'énergie du tir à fragmentation des roches. Pour bien utiliser l'espace foré, la longueur de bourrage doit être minimale suffisante pour prévenir les pertes des produits du tir, la projection dangereuse des pierre et de la formation d'ondes de choc fortes. On prend :

$$B = W_{max} \text{ (m)}$$

$$B = 2.66 \text{ m}$$

f- La longueur de trou L_T :

*Est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$L_T = H_G / \sin (B^\circ) + L_S$$

$$L_T = (1.02 * 5) + 0.80 = 5.90 \text{ m}$$

L_T : la longueur de trou en m

H_G : hauteur de gradin en m

B° : Angle d'inclinaison du trou

L_S : la longueur de sous forage

III-2- paramètres du chargement :

a- Charge linéaire de pied :

$$L_p = (P_c \times 100) / L ; (\text{Kg} / \text{m}):$$

P_c : poids de la cartouche ;($P_c = 1.25\text{kg}$).

L : longueur de la cartouche ;($L = 61 \text{ cm}$)

$$L_p = 1.25 * 100 / 61 = 125 / 61 = 2.04 \text{ kg /m}$$

b- Hauteur de charge de pied théorique :

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$H_{th} = 0.4 (L_t - B) ; (\text{m})$$

Où :

▪ L_t : longueur de trou ;(m).

▪ B : hauteur de bourrage ;(m).

$$H_{th} = 0.4 * (5.90 - 2.66) = 1.30 \text{ m}$$

c- Hauteur réelle de charge de pied :

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$H_p = (N_r * L) / 100 \text{ (m)}$$

Où :

- L : longueur de la cartouche ;(L = 50 cm).
- Nr : nombre de cartouches real, qui est donné par la formule suivante :

$$Nr \approx N_{th} = (100 \times H_{th}) / L$$

Où :

- N_{th} : nombre de cartouches théoriques ;
- H_{th} : hauteur de charge de fond théorique ;(m)
- L : longueur de cartouche ;(cm)

Donc :

- N_{th} = 2.13 => Nr = 2
- H_p = 1.22m

d- quantité de la charge de pied (Qp) :

Il est calculé par la formule suivante :

$$Qp = L_p \times H_p ; (Kg)$$

$$Qp = 2.04 \times 1.22 = 2.48 \approx (2 \times 1.25 = 2.50) \text{ kg}$$

Où :

- Nr : nombre de cartouche real ;
- P_c : poids de la cartouche ;(p_c= 1.25 kg)
- Q_p = 2.5kg

E- Charge linéaire du explosive de colonne (Lc) :

La charge explosive de colonne a pour but d'abattre la partie de la roche au-dessus de charge de fond. La concentration de la charge de colonne est donnée par la formule suivante:

$$Lc = (D / 2)^2 \times [(3.14 * \rho_{exp}) / 1000]; (Kg / m)$$

Où :

- D : diamètre de trou ;(mm).
- ρ_{exp} : densité d'explosif ;(ρ_{exp} = 0,90 g/cm³)
- L_c : 4.08 kg / m

f- Hauteur de charge de colonne (Hc) :

Elle est calculée par la formule suivante :

$$Hc = Lt - (B + Hf) ; (m)$$

Où

- Lt : profondeur de trou ;(m)
- B : hauteur de bourrage ;(m)
- Hf : hauteur de la charge de fond real ;(m)
- Hc = 5.90 - (1.22 + 2.66) = 2.02 m

g- Quantité de charge de colonne (Qc) :

$$Qc = (Lc * Hc) + 3.14 * \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{Dc}{2}\right)^2 \right] * \frac{P_{exp} * H_p}{1000} ; (Kg)$$

Où

- Lc : charge explosive de colonne (kg/m)
- Hc : hauteur de charge de colonne ;(m)
- D : diamètre de trou ;(D= 125 mm)
- Dc : diamètre de la cartouche ;(Dc= 80 mm)
- pexp : densité d'explosif ;(pexp= 0,90 g/cm³)
- Hp : hauteur de charge de pied real ; (m)
- Qc= 11.06 k

K - Quantité total d'explosif par trou (Qch) :

La quantité totale de la charge d'explosif dans un trou est la somme des charges d'explosif de colonne et de pied.

Donc; la quantité de charge d'explosifs dans un trou est :

$$Qch = Qf + Qc ; (Kg)$$

$$Qch = 2.5 + 11.06 = 13.56 \text{ kg}$$

h- Hauteur totale de la charge d'explosif dans un trou (Hch) :

La longueur totale de la charge d'explosif dans un trou est la somme entre la longueur d'explosif de colonne et de pied. Donc, la longueur totale de la charge d'explosif dans un trou :

$$Hch = H_p + H_c; \text{ (m)}$$

$$Hch = 1.22 + 2.02 = 3.24$$

N - Consommation spécifique d'explosif (Qs) :

La consommation spécifique de l'explosif nécessaire pour l'abattage de 1 m³ de roche. Le degré de la fragmentation de la roche à l'explosif dépend avant tout de sa résistance au tir. Ce dernier est caractérisé par la consommation spécifique de l'explosif, g/m³ nécessaire pour atteindre le degré exigé de la fragmentation. La consommation spécifique est déterminée par la formule suivante :

$$Q_s = (Q_{ch}) / (W * a * H_{gr}^*); \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Où

- Q_{ch} : poids total d'explosif par trou ;(kg)
- W : banquette pratique ;(m)
- a : espacement entre les trous de mine ;(m)
- H_{gr} : hauteur de gradin ;(m)
- Q_s = 13.56 / (3.19*2.66*5) = 13.56/42.42 = 0.31kg /m³
 - Volume abattu par trous 42.42 m³
 - Volume abatteur par volet 781m³

$$\text{Production par volet} = 2108.7 \text{ T}$$

Nombre de trous

Table III-4 : Paramétré du plan de tir de méthode empirique 2

Paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	5.90
Banquette (m)	2.66
Inclinaison du trou (°)	85
Espacement (m)	3.19
Sous forassions (m)	0.90
Longueur du bourrage (m)	2.66
Nombre du trous	19
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	13.56
Volume abattu par trou (m3)	42.42
Consommation spécifique d'explosif	0.31

VI - Optimisation de l'abattage du massif par la méthode de Langefors :

Introduction

Un plan de tir réalisé après résultats d'essais préliminaires et relevés topographiques et géologiques. Certes, une bonne connaissance des explosifs et accessoires miniers et l'expérience acquise sur les chantiers sont très utiles pour élaborer un bon plan de tir, qui permettra aux mineurs d'obtenir et d'atteindre les résultats souhaités. Par conséquent, le plan de tir prend en compte ces objectifs en évaluant les paramètres. Par exemple : la hauteur de la marche, la profondeur du perçage, la profondeur du perçage, l'inclinaison du trou et la ligne verticale, la ligne de moindre résistance (la résistance du pied de la marche), le banquette pratique, la distance du trou de diamètre, la distance entre une rangée de trous La distance entre

VI-1-Les règles de Langefors :

La formule de **Lang fors** est une formule semi-empirique qui permet de calculer la valeur théorique (**W_{th}**) de la banquette à abattre en fonction de cinq paramètres et d'une constante. Cette formule ne s'applique qu'aux projectiles de mine parallèles à sa surface de dégagement. Ceci a été écrit :

$$W_{th} = 1.08 * \sqrt{\frac{S * L}{C * R * E / B}} \quad (\text{m})$$

S:Le coefficient d'énergie

L: La charge linéaire (kg/m)

C :Le coefficient d'inclinaison

R: - La résistance au tirage

E/w : - Le rapport de maille

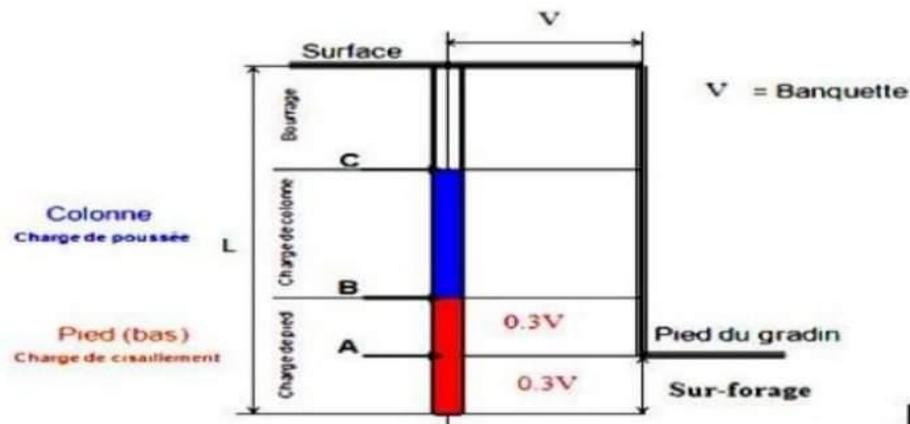


Figure III-7: Schéma représentatif des paramètres de Langefors. [10]

Dans le calcul du plan de tir que l'on propose pour la carrière de Rouina, on utilise.

➤ Type d'explosif :

MARMANIT III de diamètre 50 mm comme une charge de cisaillement et comme charge de poussée.

Tableau III-5 : Les caractéristiques MARMANIT III [9]

Désignation commerciale	MARMANIT III
Résistance à l'eau	Médiocre
Densité	0,95
Vitesse de détonation m/s	4200
Poids de cartouche (g)	1250
Volume gaz l/kg	907
Utilisation	Explosif pour les roches tendes
Diamètre de cartouche(mm)	50
Longueur de cartouche (mm)	610
Coïnfexion du énergie	1.11

VI-1-1-Le coefficient d'énergie (S) :

Le strengite (S) de la formule de Lange fors correspond à l'énergie de la charge de pied (charge de cisaillement 06 B + charge de poussé 0.7 B)

On a :

$$S_{\text{marmanit3}} = 1.11$$

VI- 1-2- La charge linéaire (L)

Donc selon Lange fors la charge de pied est constituée d'une charge de cisaillement de $S = 1.11$ sur 0,6 W et d'une charge de poussée de $S = 1.11$ sur 0,7 W

Le S à prendre en compte est :

$$S = [(1.11 \times 0,6) + (1.11 \times 0,7)] / 1,3 = 1.11.$$

C'est la quantité d'explosif par mètre linéaire de trou.

a-La charge linéaire de marmanit 3 (L_P marmanit 3) :

On calcule le nombre de cartouches ou la fraction de cartouches qui occupent un mètre de longueur de trou

b-Coefficient de tassement à appliquer :

*1.06 à 1.08 Explosif à faible consistance (gel, émulsion).

*1.04 à 1.06 Explosif à consistance moyenne (Dynamite Gomme).

*1.02 à 1.04 Explosif à consistance dure (Explosifs pulvérulents ou nitrates).

➤ Le coefficient de tassement de la marmanit3 est 1.08. Alors :

$L = (1000\text{mm} / \text{longueur de cartouche}) \times \text{poids de cartouche} \times \text{coefficient de tassement}$

$$L_{\text{MARMANIT3}} = [(0.05^2 \times 3.14) / 4] \times 1000 \times 1.08 = 2.12\text{kg/m}$$

*la charge de pied occupe 1.3 *W

VI-1-3- Le coefficient d'inclinaison (C) :

Il grandit avec l'inclinaison. Pour des angles compris entre 10° et 30 ° par rapport la vertical , la valeur de **C** est la suivante :

*Pour $a = 0^\circ \Rightarrow C = 1$

*Pour $a = 10^\circ \Rightarrow C = 0.95$

*Pour $a = 20^\circ \Rightarrow C = 0.90$

*Pour $a = 30^\circ \Rightarrow C = 0.85$

Au niveau de la carrière de Rouina l'inclinaison du trou par rapport à la verticale est à, égale 10°.

Donc : $C = 0.95$

IV-1-4 - La résistance au tirage (R) :

Elle prend en compte la résistance au cisaillement de la roche. Dans le cas d'un terrain homogène, le coefficient de résistance au tirage est de :

*0,35 pour des roches élastiques.

*0,40 pour des roches moyennes.

*0,45 pour des roches plastiques.

Comme le terrain de Rouina est de comportement moyen Alors R=0.40.

IV-1-5- Le rapport de maille (E / V) :

E est l'espacement entre trous et W la banquette. Ce rapport influe sur la granulométrie des produits : Dans notre cas $1 < E / W < 1,3$. Alors on choisit $E / W = 1.25$.

IV-1-6- Constante de Lange fors (1,08) :

Tableau III-6 : Les paramètres calculés d'après les formules de Lange fors

Le paramètre de Lange fors	Valeur
Coefficient d'énergie S	1.11
La charge linéaire Lf (Kg/m)	2.00
Coefficient d'inclinaison C	0.95
Résistance au tirage R	0.40
La maille E/V	1.25
Constant de Lange fors	1.08

➤ **Calcul de W_{TH}**

$$W_{TH} = 1.08 * \sqrt{\frac{S * Lf}{C * R * E / B}}$$

$$W_{TH} = 1.08 * \sqrt{\frac{(1.11 * 2.12)}{(0.95 * 0.40 * 1.25)}} = 2.40 \text{ m}$$

IV-1-7-Corrections sur la banquette théorique :

La valeur B ainsi obtenue est une valeur théorique qui doit être corrigée en fonction de plusieurs paramètres qui dépendent des conditions d'exploitation. On prend en compte :

a- Les défauts d'implantation :

Les défauts d'implantation de la maille sont de 4 ordres comme décrit dans le tableau et avec les erreurs commises pour chaque mode d'implantation.

b- Mode d'implantation et échelle d'erreur commise .

Erreur d'implantation				
Mode d'implantation	Au jugé	Bouroire Rigide	Décamètre	Théodolite
Echelle d'erreur	30cm	10cm	5cm	1cm

Le mode d'implantation au niveau de la carrière de Rouina est réalisé au décamètre alors l'erreur est 5cm

c- Les déviations du forage:

Qui dépendent du type de machine utilisée (fond de trou ou hors trou), à la fracturation naturelle du massif. La position des bancs au niveau de la carrière sont inclinées de 10°.

L'erreur choisie est égale 0.05% Hg

Si Hg.= 5m alors l'erreur de déviation = $0.0005 \cdot 5 = 0.0025m$

d- Les défauts de positionnement de la machine de forage:

L'erreur due à l'attaque du trou est de l'ordre de 0.5 à 1 fois le diamètre du taillant. Elle dépend du mode de repérage et de la nature du terrain au point d'attaque.

Donc l'erreur d'Attaque du trou= $0.75 \cdot \text{diamètre de taillant} = 0.75 \cdot 76mm = 57 \text{ mm}$

d-Les erreurs moyennes engendrées en fonction du mode de réglage de l'angle de forassions

Qui sont également proportionnelles à la profondeur de forage et les erreurs engendrées sont reliées au mode de réglage de l'angle de forassions

E- Erreurs moyennes en fonction du mode de réglage de l'angle de forassions :

Erreur d'inclinaison			
Mode de réglage	Optique	D'éclimètre	Fil à plomb
Echelle d'erreur	0.1%	1%	2%

Le mode de réglage dans la carrière est un mode optique alors l'erreur est de 0.1%Hg.

L'erreur varie en fonction de la hauteur du gradin donc :

Hg. = 5m alors l'erreur d'inclinaison = 0.001*5=0.005m

➤ **Les paramètres géométriques**

On admet que toutes les erreurs (ϵ) précédentes se cumulent dans le sens défavorable et qu'il n'y a pas de compensation. Dans ce cas, la valeur pratique (B) est équivalente

$$\text{à: } W_P = W_{TH} - \sum \epsilon$$

$$\text{Hg.} = 5\text{m} \quad \text{alors} \quad W_P = 2.40 - (0.05 + 0.0025 + 0.057 + 0.005) = 2.28 \text{ m.}$$

Donc. La valeur de la banquette pratique est de 2.28 m

IV-1-8-La maille réelle :

Pour Hg.= 5m ; E/W=1.25 ; E=1.25*W=1.25*2.26 = 2.85 m.

***Calcul de la banquette à porter sur le terrain :**

La formule de Lange fors donne la plus courte distance entre la mine et le front d'abattage. Pour le report sur le terrain il convient de prendre en compte l'inclinaison de la mine β .

$$B \text{ horizontal} = B_P / \cos \beta \quad ; \quad \beta = 10^\circ$$

Pour Hg.= 5m ; B horizontal= 2.28 / cos 10 = 2.32 m.

***La longueur du trou de mine incliné est :**

$$L_t = ((H + L_s)) / \cos \beta$$

Avec L_s est la longueur de sur profondeur :

$$L_s = 0.3 B_p$$

Pour $H_g = 5\text{ m}$ $L_s = 0.3 * 2.28 = 0.68\text{ m}$

Alors :

Pour $H_g = 5\text{ m}$; $L_t = ((5 + 0.68)) / 0.98 = 5.80\text{ m}$.

Si la valeur théorique à forer. En pratique il faut ajouter environ 0,20 m pour tenir compte des "cutting" qui s'accumulent au fond du trou lors du retrait des tiges.

Pour $H_g = 5\text{ m}$; $L_t = 6\text{ m}$

IV-1-9- Le bourrage final :

Le bourrage est effectué pour utiliser complètement l'énergie du tir à la fragmentation des roches. Pour bien utiliser l'espace foré, la longueur de bourrage doit être minimale et suffisante pour prévenir les pertes des produits du tir, la projection dangereuse des pierres et la formation d'ondes de choc fortes.

$B_f = W_p = 2.28$ Pour toutes les valeurs d' H_g .

IV-1-9-1-Paramétrer de charge :

➤ **Calcul des charges :**

On doit maintenant calculer la hauteur de chargement et le poids d'explosif pour chacune des charges définies précédemment. Le calcul se fait en utilisant la valeur V pratique et les différentes charges linéaires déjà calculées. On a :

$w_p = 2.28\text{ m}$.

$E = 2.82\text{ m}$.

$B = 2.28\text{ m}$.

a- Charge de pied : (marmanit3)

*Diamètre de la cartouche : 50 mm.

*Longueur de cartouche : 610 mm.

*Poids de la cartouche : 1.25 Kg.

*La charge linéaire : 2.00 Kg/m

Avec

la répartition recommandée par Lange fors :

-La charge cisaillement est marmanit3 :

$$(2.28*0.6*2.12)/1.25=2.32 \text{ arrondi à 2 cartouches.}$$

- La charge de poussée est : marmanit3 :

$$(2.26*0.7*2)/1.25=2.70 \text{ arrondi 3cartouches}$$

-La hauteur de la charge de cisaillement avec 2 cartouches est de :

$$(2*0.61)/1.02=1.19\text{m}$$

-La hauteur de la charge de poussée avec 3 cartouche est de:

$$(3*0.61)/1.02=1.76\text{m}$$

-La hauteur de la charge de pied avec 5 cartouches de Marmanit3 est de :

$$H_P=1.19+1.76 = 2.95\text{m. Pour une valeur théorique de } 1,3 \times 2.28 = 2.96\text{m}$$

- Calcul des charges de colonne :

Comme les explosifs moins puissants sont moins chers, la première solution est généralement préférable. La charge de colonne se calcule en fonction d'un coefficient de remplissage (k). C'est le rapport entre la longueur totale occupée par l'explosif rapporté à la longueur totale de la charge.

On a :

$$* L \text{ colonne} = L \text{ trou} - (L \text{ charge pied} + B)$$

$$*H_g = 5\text{m.}$$

$$*L \text{ colonne} = 6 - (2.95 + 2.26) = 0.77\text{m.}$$

$$* \text{Charge de colonne} = 2 \times 1 \times 0.77 = 1.6 \text{ Kg}$$

$$* \text{Le nombre de cartouches: } 1.6 / 1.25 = 1.28 \text{ cartouche.} = 1 \text{ cartouche}$$

- LA HAUTEURE DE CHAREGE PAR TROUS

$$H_{CH} = H_P + H_C \text{ m , } H_{CH} = 2.95 + 0.77 = 3.72\text{m}$$

-La consommation spécifique q s :

C'est la quantité d'explosif nécessaire pour abattre 1m^3 abattu

$$Q_s = \frac{\text{la quantité d'explosif par trou}}{\text{le volume abattu par trou}} = \frac{Q \text{ trou}}{E * w * H}$$

Donc : $Q_T = 6 * 1.25 = 7.5 \text{ Kg}$

Alors ; $Q_s = 7.5 / (2.85 * 2.28 * 6) = 0.23 \text{ kg/m}^3$

Tableau III-7 : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Lange fors

Paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	6
Banquette (m)	2.28
Espacement (m)	2.85
Sous forassions (m)	0.68
Longueur du bourrage (m)	2.28
Nombre de trous	34
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	7.5
Volume abattu par trou (m3)	31.86
Consommation spécifique d'explosif kg/ m3	0.23

V –calcul théorique de paramètres de tire avec deux Types de explosif (langfor)2 :

V-1-paramètres géométrique

V-1-1-Types d'explosif :

-ANFOMIL comme charge de poussée

-MARMANIT III de diamètre 50 mm comme une charge de cisaillement

V-1-2-Le coefficient d'énergie (S) :

Le straight (S) de la formule de Lange fors correspond à l'énergie de la charge de pied (charge de cisaillement 06 W + charge de poussé 0.7 W)

On a :

$$S_{\text{MARMANIT3}}=1.11$$

$$S_{\text{ANFOMIL}} = 0.78$$

Donc selon Langefors la charge de pied est constituée d'une charge de cisaillement de $S = 1.11$ sur 0,6 W et d'une charge de poussée de $S = 0.78$ sur 0,7 V.

Le S à prendre en compte est :

$$S = [(1.11 \times 0,6) + (0.78 \times 0,7)] / 1,3 = 0.93$$

V-1-3- La charge linéaire L(kg/m)

a- La charge linéaire de marmanit 3 :

On calcule le nombre de cartouches ou la fraction de cartouches qui occupent un mètre de longueur de trou :

➤ Le coefficient de tassement de la marmanit3 est 1.08. Alors :

$L = (1000\text{mm} / \text{longueur de cartouche}) \times \text{poids de cartouche} \times \text{coefficient de tassement}$

$$L_{\text{MARMANIT3}} = [(0.05^2 \times 3.14) / 4] \times 1000 \times 1.08 = 2.12\text{kg/m}$$

b- La charge linéaire de L'ANFOMIL :

L'anfomil est un explosifs livrés en vrac, cette quantité se calcule en multipliant le volume d'un mètre de trou par la densité du produit. Le diamètre de trou est de 89mm

donc:

$$L_{\text{ANFOMIL}} = ((0.076^2 \times 3.14) / 4) \times 850 = 3.85 \text{ Kg/m.}$$

c- La charge linéaire moyenne Lf :

- la charge de pied occupe $1.3 * V$

- elle est constituée d'une charge de cisaillement de $L_f = 7.68 \text{ kg/m}$ sur 0.6 W et d'une charge de poussé de $L_f = 5.25 \text{ kg/m}$ sur 0.7 W Le L_f à prendre en compte est : $L_f = [(2.12 * 0.6) + (3.85 * 0.7)] / 1.3 = 3.00 \text{ Kg/m}$.

V-1-4- Le coefficient d'inclinaison (C) :

Il grandit avec l'inclinaison. Pour des angles compris entre 10° et 30° par rapport la vertical , la valeur de **C** est la suivante :

- Pour $a = 0^\circ \Rightarrow C = 1$
- Pour $a = 10^\circ \Rightarrow C = 0.95$
- Pour $a = 20^\circ \Rightarrow C = 0.90$
- Pour $a = 30^\circ \Rightarrow C = 0.85$

Au niveau de la carrière de Rouina l'inclinaison du trou par rapport à la verticale est à, égale 10° .

Donc : $C = 0.95$

V-1-5- La résistance au tirage (R) :

Elle prend en compte la résistance au cisaillement de la roche. Dans le cas d'un terrain homogène, le coefficient de résistance au tirage est de :

- 0,35 pour des roches élastiques.
- 0,40 pour des roches moyennes.
- 0,45 pour des roches plastiques. Comme le terrain de Rouina est de comportement moyen Alors $R=0.40$.

V-1-6- Le rapport de maille (E / V) :

E est l'espacement entre trous et W la banquette. Ce rapport influe sur la granulométrie des produits : Dans notre cas $1 < E / W < 1,3$. Alors on choisit $E / W = 1.25$.

V-1-7- Constante de Lange fors (1,08) :

A la suite de nombreux essais de validation de la formule théorique ,Lange for sa déterminé un coefficient correcteur 1,08 qui ne doit pas être modifié.

Tableau III-8 : Les paramètres calculés d'après les formules de Lange fors

Le paramètre de Lange fors	Valeur
Coefficient d'énergie S	0.93
La charge linéaire Lf (Kg/m)	3.00
Coefficient d'inclinaison C	0.95
Résistance au tirage R	0.40
La maille E/V	1.25
Constant de Lange fors	1.08

V-1-8- La banquette théorique W_{TH} :

➤ **Calcul de W_{TH}**

$$W_{TH} = 1.08 * \sqrt{\frac{S * Lf}{C * R * E / W}}$$

$$W_{TH} = 1.08x \sqrt{((0.93*3.00)/(0.95*0.40*1.25))} = 2.61 \text{ m}$$

V-1-9-Corrections sur la banquette théorique :

$$W_p = W_{TH} - \sum \epsilon$$

Hg.= 5m alors $W_p = 2.61 - (0.05 + 0.0025 + 0.057 + 0.005) = 2.50 \text{ m}$.

Donc. La valeur de la banquette pratique est de 2.50 m

V-1-10-La maille réelle :

Pour Hg.= 5m ; E/W=1.25 ; E=1.25*W=1.25*2.50 = 3.12m.

***Calcul de la banquette à porter sur le terrain :**

La formule de Lange fors donne la plus courte distance entre la mine et le front d'abattage. Pour le report sur le terrain il convient de prendre en compte l'inclinaison de la mine β .

$$B \text{ horizontal} = W_p / \cos \beta \quad ; \quad \beta = 10^\circ$$

Pour Hg.= 5m ; W horizontal= 2.50 / cos 10 = 2.55 m.

- **La longueur du trou de mine incliné est :**

$$L_t = ((H + L_s)) / \cos \beta$$

Avec L_s est la longueur de sur profondeur :

$$L_s = 0.3 W_p$$

Pour $H_g = 5\text{ m}$ $L_s = 0.3 * 2.50 = 0.75\text{ m}$

Alors :

Pour $H_g = 5\text{ m}$; $L_t = ((5 + 0.75) / 0.98) = 5.86\text{ m}$.

Si la valeur théoriques à forer. En pratique il faut ajouter environ 0,14 m pour tenir compte des "cutting" qui s'accumulent au fond du trou lors du retrait des tiges.

Pour $H_g = 5\text{ m}$; $L_t = 6\text{ m}$

V-1-11- Le bourrage final :

Le bourrage est effectué pour utiliser complètement l'énergie du tir à la fragmentation Des roches. Pour bien utiliser l'espace foré, la longueur de bourrage doit être minimale et suffisante pour prévenir les pertes des produits du tir, la projection dangereuse des pierres et la formation d'ondes de choc fortes.

$$B_f = W_p = 2.50 \text{ Pour toutes les}$$

V-2- Paramétrer de charge :

V-2-1- Calcul des charges :

On doit maintenant calculer la hauteur de chargement et le poids d'explosif pour chacune des charges définies précédemment. Le calcul se fait en utilisant la valeur W pratique et les différentes charges linéaires déjà calculées.

On a : $w_p = 2.50\text{ m}$ $E = 3.12\text{ m}$ $B = 2.50\text{ m}$.

V-2-2- Charge de pied :

la répartition recommandée par Lange fors :

a- La charge cisaillement est marmanit :

Diamètre de la cartouche : 50 mm. *Longueur de cartouche : 610 mm.Poids
de la cartouche : 1.25 Kg. *La charge linéaire : 2.12 Kg/m

Avec

la répartition recommandée par Lange fors :

-La charge cisaillement est marmanit3 :

$(2.50*0.6*2.12)/1.25=2.34$ arrondi à 3cartouches.

-La hauteur de la charge de cisaillement avec 3 cartouches est de :

$(3*1.25)/2.12=1.76m$

b- Charge de poussée : ANFOMIL

Poids du sac : 25 Kg. ,La charge linéaire : 3.85 Kg/m

$(2.50*0.7*3.85)/25=0.23$alors 5.75kg

La hauteur de la charge de poussée avec0.23 sac de 25kg est de:

$5.75/3.85=1.49m$

c- La hauteur de la charge de pied

Avec 3 cartouches de marmanit3 et 0.23 sac d'ANFOMIL

Est de : $1.76+ 1.49 = 3.25m$.Pour une valeur théorique de $1,3 \times 2.50 = 3.25m$.

d- La quantité charge de pied :

$3*1.25=3.75kg$ et 5.75kg de L' Anfomil

$Qp= 3.75+5.75= 9.50 kg$.

V-2-3-Calcul des charges de colonne :

On a : $L \text{ colonne} = L \text{ trou} - (L \text{ charge pied} + Bf)$

$H_g = 5m.$

$L \text{ colonne} = 6 - (3.25 + 2.50) = 0.25m.$

$\text{Charge de colonne} = 0.25 * 3.85 = 0.96Kg$

Le nombre de sacs est : $0.96 / 25 = 0.038$ sacs

V-2-4-La charge de trous :

a- **La quantité charge par trous :**

$Q \text{ trou} = 0.96 + 9.5 = 10.46kg$

b- **La hauteur de charge de trous :**

$H_{CH} = 0.25 + 3.25 = 3.50 \text{ m.}$

V-2-5-La consommation spécifique Qs :

C'est la quantité d'explosif nécessaire pour abattre $1m^3$ abattu

$$Q_s = \frac{\text{la quantité d'explosif par trou}}{\text{le volume abattu par trou}} = \frac{Q \text{ trou}}{E * W * LT}$$

donc :

$Q_T = 10.46 \text{ Kg}$

$E * W * H = 3.12 * 2.5 * 5 = 39m^3$ alors

$Q_s = 10.46 / 39 = 0.27 \text{ kg /m}^3$

Tableau III-9 : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Lange fors

paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5 m
Diamètre de trou (mm)	76 mm
Longueur du trou a foré(m)	6 m
Banquette (m)	2.50 m
Espacement (m)	3.12 m
Sous forassions (m)	0.75 m
Longueur du bourrage (m)	2.50 m
Nombre de trous	28
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	10.46 kg
volume abattu par trou (m3)	24 m3
Consommation spécifique d'explosif kg/ m3	0.27 kg/m3

VI- Comparaison et interprétation de la procédure de tir utilisée à Rouina et les résultats théoriques de l'étude (langefor) :

VI-1- Résultat de calcul :

Tableau III-10 : Paramètre du plan de tir au niveau de la carrière de Rouina

Paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	5.90
Banquette (m)	2.66
Inclinaison du trou (°)	85
Espacement (m)	3.19
Sous forassions (m)	0.90
Longueur du bourrage (m)	2.66
Nombre du trous	23
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	11.97
volume abattu par trou (m3)	42.45
Consommation spécifique d'explosif	0.28

Tableau III-11 : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Langefors

Paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	6
Banquette (m)	2.26
Espacement (m)	2.82
Sous forassions (m)	0.68
Longueur du bourrage (m)	2.26
Nombre de trous	34
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	7.5
volume abattu par trou (m3)	31.86
Consommation spécifique d'explosif(kg/m3)	0.23

Tableau III-12 : Paramètres du plan de tir calculés par la théorie de Lange fors2

Paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5 m
Diamètre de trou (mm)	76 mm
Longueur du trou a foré(m)	6 m
Banquette (m)	2.50 m
Espacement (m)	3.12 m
Sous forassions (m)	0.75 m
Longueur du bourrage (m)	2.50 m
Nombre de trous	28
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	10.46 kg
volume abattu par trou (m3)	24 m3
Consommation spécifique d'explosif kg/ m3	0.27

Table III-13 : Paramétré du plan de tir de méthode empirique 2

paramètre	Valeurs
Hauteur du gradin	5
Diamètre de trou (mm)	76
Longueur du trou a foré(m)	5.90
Banquette (m)	2.66
Inclinaison du trou (°)	85
Espacement (m)	3.19
Sous forassions (m)	0.90
Longueur du bourrage (m)	2.66
Nombre du trous	19
Quantité totale d'explosifs par trou (kg)	13.56
volume abattu par trou (m3)	42.42
Consommation spécifique d'explosif	0.31

VI-1-1-Paramétrée Chargement :

Tableau III-14 : Valeurs des paramètres de tir adoptées à Rouina et celles calculée par la méthode (Langefors)

Paramètres	Rouina 01	Langefor01	Rouina 02	LANGFOR 02
Choix des explosif	Marmanit 3	Marmanit3	Mar3 et Anf	Mar3 et Anf
Hauteur de la charge	3.24	3.74	3.24	3.50
bourrage	2.66	2.26	2.66	2.50
Consommation spécifique(kg/m3)	0.28	0.23	0.31	0.27
Quantité charge par tous	12	7.5	13.56	10.46

Résultats :

La consommation spécifique pour la carrière de Rouina est donc de l'ordre de 0.28kg/m3. C'est une valeur nettement plus élevée que la valeur annoncée habituellement pour les calcaires. La valeur de la consommation spécifique ainsi

obtenue de 0.23 kg/m³, est plus proche que celles que l'on rencontre typiquement dans l'abattage de calcaire, laissent donc à penser que le chargement calculé est optimal.

- la hauteur de la charge dans la méthode de Langefors donne une bonne fragmentation diminuant ainsi la présence des hors gabarits.

VI-1-2-Paramètre de géométrie :

Tableau III-15: Valeurs des paramètres géométriques adoptées à Rouina et celles par les deux méthode (Langefor)

	Rouina 01	Langefor01	ROUINA 02	Langefor02
Diamètre de forassions	76	76	76	76
Maille	2.66 x 3.19	2.26 x 2.82	2.26 x 2.82	2.26 x 2.82
Rapport E/w	1.25	1.25	1.25	1.25
Sur forassions	0.90	0.68	0.90	0.75
La banquette	2.26	2.26	2.66	2.50

Résultats :

- pour bonne fragmentation et un résultats de tire optimale la paramètre k de la formule empirique $w = k * D$ doit être réduit de k=35 a k= 30 parce que w_{max} théorique égale 2.26m. la sous forage de 0.3 w = 0.80m dans les calcule empirique et 0.88m dans les calcule théorique . Il vaudrait mieux retenir une valeur de sous forassions plus importante, car il est toujours possible de reboucher un trou, mais nettement plus difficile de venir compléter une forassions. Le problème se situe ici dans la détermination de la sous forassions réelle, qui dépend de la longueur à forer, donc de l'inclinaison, de la hauteur du front et de la régularité de la plate-forme de forassions.

IV-1-3-Amorçage :

Du point de vu amorçage nous avons regroupé les deux techniques, celle adopté à Rouina et celle que nous proposons avec les mêmes détonateurs et mêmes types de délais mais avec position au fond du trou.

Tableau III-16 : valeurs du retard pour les types d'amorçage

Type d'amorçage	Pratique à Rouina	Théorique (Langefor) calculé
Détonateurs électriques Hors de trou	Détonateurs électriques Fond de trou	Détonateurs électriques Fond de trou
Retard	Court retard (25ms)	Court retard (25ms)
Délai entre trous	25ms	25ms

CONCLUSION :

Un changement de nature de roche va correspondre à une différence de dureté, il faut alors adapter le plan de tir à cette nouvelle situation (espacement entre trous, énergie spécifique de l'explosif...etc), Lorsqu'une zone de faiblesse, voire du vide est détectée dans un forage, la charge de colonne devra être interrompue par un bourrage intermédiaire au niveau de cette discontinuité.

Bien qu'il n'existe pas de théorie exacte concernant la réalisation d'une séquence d'amorçage, les observations pratiques sur le terrain montre que les tirs à retard ont l'avantage de donner un meilleur résultat de tir avec un niveau de vibration réduit.

Des expériences menées sur les détonateurs électriques, principalement, ont prouvé que le délai court retard de 25 ms était particulièrement bien adapté pour l'abattage classique à ciel ouvert. Ce sont ces courts retards qui sont utilisés à Rouina.

Il faut passer en amorçage fond de trou, à la place de l'amorçage latéral qui est utilisé au niveau de la carrière de Rouina pour éviter la formation de pied de gradin et la diminution de la projection des roches fragmentées.

L'état actuel des travaux d'abattage et de tir dans la mine de fer de Rouina, présentent une adéquation entre la longueur de charge et la quantité de charge vue

l'utilisation de l'explosif en cartouche qui laisse des vides importants entre la cartouche et les parois du trou de mine.

L'utilisation conjointe de deux types d'explosif (charge de poussé + charge cisaillement), présente la meilleure solution pour parer au problème des vides suscités dans le paragraphe précédent.

Chapitre n°4

Impact socio-environnemental des travaux miniers sur la région d'étude

Chapitre 4 : Impact socio-environnemental des travaux miniers sur la région d'étude

Introduction :

L'activité d'exploitation de carrières, comme toute activité de l'industrie extractive est une activité qui engendre des nuisances (bruits, poussières, explosions) qui peuvent avoir des effets sur le voisinage et sur les milieux naturels (végétation, eaux, etc.).

Quant à l'activité de traitement des minerais en usine, elle peut engendrer, elle aussi, des nuisances telles que notamment les effluents liquides et/ou solides pouvant nuire à l'environnement.[19]

1- L'impact de l'activité minière sur les composantes de l'environnement

1-1- L'impact d'activité minière sur le sol :

L'exploitation minière a un effet négatif sur le sol, sous plusieurs formes, et sur le site visité, nous avons relevé la destruction de l'aspect physique, et sa dégradation au fur et à mesure que ces derniers avancent, ce qui engendre la perturbation de la vie biologique et les interactions chimiques dans le sol, à cause de la compaction exercée sur ce dernier, plus une contamination par des différents polluants chimiques, les huiles des moteurs des engins et Leur circulation. La compaction du sol provoquera une perturbation des cohabitations des êtres vivants, et la destruction du réseau macroporeux qui facilite le mouvement de l'eau entre les horizons superficiels et inférieurs, ainsi une bonne aération, et dans ce cas le sol perd ses fonctions naturelles et sa fertilité. Une mauvaise extension du système racinaire provoquera l'érosion de la couche superficielle du sol, qui portera avec elle des quantités énormes du sol.

L'exploitation de la carrière provoque l'émission des poussières, la création des vides, et le déversement des huiles. L'exploitation se fait de haut en bas, selon les règles de l'art d'exploitation minière à ciel ouvert, ce qui évitera tout déstabilisation des sols.



Figure VI-1 : L'exploitation à ciel ouvert

La pollution prévisible du sol c'est sa contamination soit par le carburant des engins suite à une fuite lors de son alimentation via un volucompteur ou bien une fuite d'huile moteur. Pas d'autres produits chimiques identifiés sur la zone exploitée.[22]

1-2- La flore et la faune

L'exploitation minière provoque des dommages directs et indirects sur la faune et la flore, les impacts proviennent principalement de la perturbation, le déplacement et de la redistribution de la surface du sol, de nombreuses espèces de la faune sont fortement dépendantes de la végétation grandissant dans les drainages naturels. Cette végétation fournit les aliments essentiels. Les sites de nidification et des abris pour échapper aux prédateurs.

Toute activité qui détruit la végétation près des marécages réduit la qualité et la quantité de l'habitat essentiel pour les oiseaux et de nombreuses espèces, ainsi une perturbation de tout l'écosystème, l'effet le plus direct sur la faune dans les zones d'excavation c'est l'accumulation des déchets miniers. [22]



Figure VI-2 : la nature de site minier

1-3-l'air (L'atmosphère) :

La poussière pose un problème très crucial aux habitations avoisinantes et au niveau de la mine, le mouvement permanent des équipements et engins dans la mine, et dans la station de concassage émet des poussières avec une grande densité.

Ces émissions provoquent de sérieux problèmes sur la santé et sur l'environnement, et une gêne permanente. Pendant son activité la carrière émet des gaz, des fumées et de la poussière. Ce qui engendre une grande pollution atmosphérique qui peut provoquer des maladies respiratoires chez le personnel et la population riveraine.



Figure VI-3 : La poussière après les travaux de tire.

1-4- Le système hydrique

Les travaux avec les engins provoquent un décalage et une variation du niveau des nappes phréatiques, cela provoquera une pollution des sources, et une modification du bilan hydrique, par l'abaissement du niveau des horizons du sol, par la suite le niveau des ressources hydrique ce qui résulte une altération de la qualité des eaux dans les alentours du site.

Pour les besoins de son activité (l'arrosage) et le besoin de son personnel, SOMIFER puise son eau du barrage de Rouina dit barrage Ouled Mellouk situé à proximité du gisement.

Ce barrage a une capacité de 127 millions de mètres cubes ; sa hauteur est de 47m et sa largeur en crête est de 730m la consommation en eau est de 2400 L/j pour l'exploitation du FER.[22]

L'impact prévisible de l'exploitation d'une carrière sur les eaux souterraines et de ruissellement est de deux types à savoir :

➤ **Impact sur les eaux superficielles:**

Le ruissellement des eaux et par accumulation de poussière provoque des écoulements de boues qui peuvent avoir un impact négatif sur les eaux superficielles (barrage Ouled Mellouk) en augmentant le taux de MES (Matières En Suspensions) dans ces eaux. [18]

➤ **Impact sur les eaux souterraines :**

Le seul risque qui peut provoquer la contamination de la nappe phréatique est l'infiltration des effluents liquides issus de la maintenance des engins de la carrière. Par contre les autres déchets issus des travaux d'exploitation sont de nature minérale et n'ayant aucun risque sur la nappe phréatique. Compte tenu de l'éloignement des nappes aquifères ainsi que la présence d'une couche argileuse imperméable pour l'infiltration rapide des eaux, rend le risque de contamination de la nappe quasiment impossible .

L'entretien des camions et des engins de la carrière s'effectue dans un atelier aménagé pour cet effet. Par contre la plate-forme construite spécialement pour le lavage des engins mobiles nécessite la mise en place d'une retenue d'eau et un drainage guidé de ces effluents jusqu'à la station de collecte de ces eaux usé [18]



Figure VI-4 : barrage de oulade mlouke

1-5-Le paysage

Les opérations minières modifient régulièrement l'aspect du paysage environnant, et détruisent les surfaces dévastées, une altération de la morphologie, ainsi la destruction de la végétation.

Les effets de l'activité de la carrière sur le paysage sont liés à deux points particuliers.

- ❖ Le terrassement (le décapage) : est la première opération elle consiste à remettre à nu le gisement, après le retrait des terres.
- ❖ L'extraction : est la deuxième opération, elle conduit à une modification topographique de gisement, puisqu'elle crée une vaste dépression.[22]



Figure VI-5 : Paysage après exploitation

1-6-Nuisances (Bruit et Vibration) :

Les sources de bruits et vibrations dans les exploitations de carrières peuvent être classées en deux types :

-celles dues aux machines d'exploitation (criblage, broyage, transport, etc.) qui créent des bruits ayant une nature relativement continue et répétitive celles dues aux tirs d'abattage de la roche qui créent des vibrations acoustiques fortes mais de courte durée, qui sont la préoccupation majeure des carriers et des mineurs. En tant que

telles nous les étudieront ici plus spécialement. Concernant les vibrations et bruits dus aux matériels de chantiers, la littérature est relativement pauvre. Ce n'est que ces dernières années que le problème a été étudié au niveau de l'installation globale de la carrière, dans le cadre de la protection de l'environnement. [22]

1-7-VIBRATIONS DANS LE SOL

Effets de vibrations transmises par le sol . Elles sont à prendre en compte pour leurs effets sur les personnes, sur les structures et sur les sols.

a- Effets sur les personnes :

Les organismes humains sont particulièrement sensibles aux vibrations transmises par le sol. Des études montrent que les personnes sont importunées par des vibrations dont le niveau est inférieur au centième de celui qui est admissible pour les immeubles. Les vibrations de vitesse 0,4 mm/s sont déjà perceptibles et on ressent nettement des phénomènes correspondant à des vitesses particulières de 1 mm/s.

Pour des vitesses dépassant 0,5 cm/s, on a déjà des effets que l'on peut qualifier d'inconfortables et au-delà de 2 cm/s, les secousses ressenties sont brutales et peuvent même avoir pour des personnes non averties, un certain effet traumatisant. Les effets psychologiques sont d'autant plus désagréables que les fréquences sont plus élevées ; si l'accélération dépasse la valeur g, l'homme couché ou assis a la très désagréable sensation d'être soulevé de son lit ou de sa chaise même si l'amplitude des déplacements n'est que de quelques microns.

Les facteurs psychologiques sont donc très contraignants pour les travaux en site urbain, surtout si les tirs sont fréquents et répétés. Naturellement, la première des choses à faire sera d'avertir et d'informer les gens pour éviter des réactions inconsidérées dues à l'ignorance des problèmes ; on ne fera pas de tirs de nuit, et on sera amené, surtout si des opérations doivent se répéter pendant une assez longue durée, à limiter les vitesses particulières à des valeurs assez basses de l'ordre du cm/s, ce qui, impose une certaine contrainte au constructeur.[19]

b- Effets sur les constructions :

Les mouvements de vibrations qui se propagent dans les terrains vont soumettre les constructions à un régime de vibrations forcées qui engendreront des déformations. Si celles-ci sont trop importantes, les contraintes qui en résulteront pourront donner lieu à des dommages, fissures, cassures, etc ..

Les paramètres qui entrent en compte sont :

- la longueur d'onde de la vibration : plus la longueur d'onde est importante, plus la déformation unitaire sera faible,
- la fréquence engendrera des contraintes d'autant plus importantes qu'elle est élevée, la fréquence propre de l'ouvrage doit être prise en compte :

* les vibrations seront d'autant plus dangereuses que l'on s'approche de cette fréquence propre, ou fréquence de résonance.

c- Effets sur les sols :

Dans certains cas, l'effet des vibrations peut engendrer des phénomènes de liquéfaction qui désorganisent un sol apparemment cohérent.

Les nuisances sonores générées par les travaux d'exploitation de la carrière sont essentiellement dues au :

- ❖ tirs à l'explosif (à raison de 04 tirs par mois)
- ❖ Concassage, broyage et criblage des matériaux.
- ❖ Déplacement des engins de carrière.
- ❖ Circulation des camions de transport.

La station de concassage (avec les concasseurs primaires et secondaires, le crible vibrant) émet des bruits d'un niveau sonore compris entre 85 et 90 DB.

Le tir à l'explosif engendre des ondes vibratoires qui provoquent des fissures au niveau des constructions voisines. [19]

Les impacts sur la santé du personnel de la carrière peuvent se résumer en deux :

- ❖ L'inhalation de la poussière engendrée par la circulation des engins et camions, les travaux de découverte et le traitement de l'argile peuvent provoquer des maladies respiratoires.
- ❖ La longue exposition aux nuisances sonores engendrées par le bruit des engins et camions ainsi que les stations de traitement en générale peuvent provoquer des surdités et des maux de têtes chroniques.[18]

1-8- Impact sur l'agriculture :

La zone d'étude de Rouina se caractérise par une superficie de forêt de 1217 ha, une superficie agricole utile (SAU) de 4447ha, dont 600 ha irrigués, et des cultures de céréales du bétail et du poulet de chair.

- **Rejets liquides :**

Les rejets liquides issus des travaux de l'exploitation sont de plusieurs sortes :

- Huiles usagées.
- Huile neuves issues des fuites ou de déversement accidentels.
- Carburants issus des fuites.
- Effluents liquides issus des activités d'entretien et de lavage des engins.

- **Déchets solides :**

- stérile.
- Déchets ménagers et assimilés (bois, plastique, carton, papier)
- batteries usagées.
- chiffons contaminés d'huiles, graisse et carburant.
- Pneumatiques et accessoires usagées.
- ferraille.
- déchets d'emballage.
- Rejet de déchets de soins (pansements, compresses....).
- Cartouches d'encre- stylo-toners



Figure VI-6 : Déchet solide de travaux d'exploitation [22]

2-La dimension sociale :

a- Les impacts positifs

L'industrie minière comptabilise emplois directs et indirects, dont plusieurs occupés par les travailleurs locaux.

Des efforts sont aussi constatés de la part des promoteurs miniers à travers les ententes sur les répercussions et les aides socioéconomiques accordées aux communautés locales. La présence d'une mine a un effet positif sur la scolarisation des jeunes. En effet, les écoliers sont plus motivés puisqu'ils ont une chance de décrocher un bon emploi dans le secteur minier.[20]

b- Les impacts négatifs :

Le bruit est en provenance des moteurs des engins, le chargement et le déchargement des roches dans des tombereaux, la production de l'électricité, etc. Les travailleurs miniers sont exposés à diverses sources de bruit dans leur environnement de travail ce qui peut causer, à long terme, la surdité professionnelle. Les vibrations proviennent quant à eux des engins, mais surtout des abattages par explosion au niveau des gisements. Les ondes de choc issues de ces explosions sont assez fortes et peuvent affecter les travailleurs, les citoyens et la stabilité des infrastructures environnantes.

La relocalisation des communautés avoisinant les sites miniers est un autre problème préoccupant qui est devenu une source d'inégalité entre les citoyens et de perte de confiance envers les autorités.

La migration des personnes vers les zones minières est une autre source de problèmes pour les collectivités locales voisines des installations, particulièrement dans les lieux où l'activité minière est la principale source de revenus.

L'installation des nouveaux arrivants peut rapidement créer des conflits. Cette cohabitation avec un faible lien social peut provoquer une désorganisation de la société. ainsi que le changement de mode de vie des locaux.[20]

3- La dimension économique :

Le développement industriel est basé sur l'exploitation des ressources naturelles à cause du rôle majeur qu'occupent ces dernières dans la fabrication des produits finis ou semi-finis pour les secteurs-clés de l'économie.

Au Algérie, l'industrie minière contribue considérablement aux finances publiques .

L'industrie minière a versé des millions de dinars au Gouvernement d'Algérie .

L'impact économique du mine de rouina se ressent du côté des grandes entreprises, dont environ 07 fournisseurs; comme les cimenterie de beni saf, cimenterie Sour el ghozlane, chelif ,setif, zahana, bechar... ; le fond d'investesment de cette société est de 175.000.000 da en 2006 et environ 260.000.000 da en 2021,La mine réalise des bénéfices importants estimés à 560 000 000 DA en 2021.[20]

4-Axes d'amélioration des effet :

- **Pour le sol**

L'entreprise doit identifier les différents scénarios de déversement et déterminer les différents moyens nécessaires pour répondre à des déversements accidentels et cela conformément à la réglementation environnementale [21]

- **pour l'air**

Il est recommandé que l'entreprise établis annuellement un bilan de consommation en carburant afin d'évaluer la quantité en CO2 dégagée dans l'air pour mesurer le seuil CO2 qui est réglementé (voir le décret DE n°06-138). Suite à cette action, on peut établir un plan d'action pour se mettre en conformité. Pour la poussière, on peut faire appel à l'ONEDD (l'observatoire national pour l'environnement et développement durable) qui est spécialisé dans les techniques d'analyse et de mesurages des impacts environnementaux. L'objectif est d'évaluer la nuisance par rapport aux riverains et l'impact négatif sur certaines espèces animales et végétale.[21]

- **Pour les Effets sur les constructions**

Pour cet aspect, ce qui est significatif pour l'environnement c'est le tir à l'explosif, si non pour l'installation et les engins, le bruit généré a un impact sur la santé des travailleurs et non pas sur l'environnement local. Pour la sécurité du personnel il faut prévoir des mesures du niveau sonore afin de déterminer le choix technico-économique le plus adéquat pour la protection du personnel.[18]

- **Pour les déchets et Rejets liquides :**

Le stérile issus de l'activité de découverte est utilisé en grande partie comme merlon pour la sécurité des pistes, une partie a servi pour la construction de la digue du barrage d'oued MELLOUK. Pour les autres déchets spéciaux et spéciaux dangereux générés par l'activité, ne sont pas significatifs vu la quantité stockée (voir photos), l'inconvénient c'est que le tri n'est pas respecté conformément à la loi 01-19 et ces décrets d'application.

Il est recommandé que l'entreprise valorise ces déchets exemple pour les Batteries, les Toners et les pneus usagés, il existe des récupérateurs agréés par le MATEV (ministère de l'aménagement du territoire de l'environnement et de la ville) qui traitent ce type de déchet.

Pour les déchets de soins, il est recommandé que l'entreprise prenne contact avec un centre hospitalier pour établir une convention de destruction de ces déchets par incinération conformément à la réglementation en vigueur.[22]

Conclusion :

Le respect des dispositions et les mesures prises par l'exploitant concernant la sécurité de la mine de Rouina, permettront d'assurer des conditions de travail satisfaisantes et de donner des garanties sur la sécurité au personnel employé dans le respect de la législation en vigueur.

Aucun accident ne se trouve dans la zone critique. Les accidents pouvant nuire à l'environnement ou le voisinage font l'objet de mesures de maîtrise des risques adaptées aux risques que présente la carrière de roches. Néanmoins, pour éviter tout risque lié au dysfonctionnement, le matériel de traitement doit être rénové.

D'une manière générale, et en matière d'hygiène et respect des règles de sécurité, l'intégration de la sécurité au travail, et la lutte contre les maladies professionnelles ne sont complètes et durables qu'avec la concertation et la coordination des acteurs de la prévention des accidents dans l'entreprise :

- la Direction
- le médecin du travail
- le fonctionnel de la sécurité

Trois actions doivent être menées simultanément :

- l'intégration de la sécurité à la technique.
- la sensibilisation et la formation du personnel à tous les niveaux.
- une participation active de chacun dans la lutte contre les accidents.

Chapitre n°5 :

**Estimation des vibrations provoquées par
les travaux de tir à l'explosif dans la mine
de Rouina**

Chapitre 5 : Estimation des vibrations provoquées par les travaux de tir à l'explosif dans la mine de Rouina

Introduction :

En exploitation minière à ciel ouvert, chaque mine a un impact important sur l'environnement. La mine de fer de Rouina se situe à côté du barrage d'Ouled Melouk et près de quelques logements ANBT. Ces structures se trouvent dans la même direction, et sur des distances différentes. 350 mètres est la distance entre les logements et les régions dans lesquelles se font les tirs. ce dernier attire notre attention aux effets des vibrations résultantes des exploitions et nous incite à les résoudre.



Figure V-1 : Le site de la mine de Rouina

1- Impact des travaux de tir et d'abattage sur les structures à proximité de la mine de Rouina :

Introduction : Les travaux d'abattage à l'explosif crée un mouvement vibrant causé par la transmission d'ondes de choc à travers le massif rocheux.

L'Effets de vibration transmise par le sol, Elles sont à prendre en compte pour leurs effets sur les personnes, sur les structures et sur les sols.

a-Effets sur les constructions :

Les mouvements de vibrations qui se propagent dans les terrains vont soumettre les constructions à un régime de vibrations forcées qui engendreront des déformations,

La construction avoisinant la plus proche tire de mines. Dans le cas plus défavorables en termes de distance pour un tire est habitations , au sud –ouest d'environ $d=350m$ est pour logement ANBT $d=540m$,pour la rive du barrage de Ouled mellouk $d= 700$

La vitesse minimale des ondes capables de déformer ou mettre en danger ces construction est $V=2mm/s$. Pour cette raison, nous avons voulu assurer sa sécurité en menant une étude de la vitesse des ondes sismiques a l'aide de de -_Rapport d'expertise du site du barrage de Oulade malouk sous l'effet d'une charge explosive totale de 500kg en 2 volets de 250 kg chacune (charge instantanée de 20kg) générées par l'exploitions de la carrière somifer.

2- détermination des degrés de vibrations dans les conditions de la mine :

Sur demande de la Société SOMIFER de la wilaya de Ain Defla ,une équipe du CGS a procédé à une expertise du site (champ libre et les structures du barrage de Oulade Malouk :commune de Rouina distantes de 700KG de la source d'explosif(carrière soiffer).L'objectif de cette expertise est de mettre en évidence les effets induits sur le comportement dynamique des structures du barrage (évacuateur de crue et galerie)par l'explosion d'une charge totale de 500KG en deux volets de 250KG chacune (charge instantanée de 20KG) .[23]

2-1-objectif de l'expertise :

Les objectifs de la présente étude peuvent être énumérés comme suit :

- Enregistrement des mouvements en champ libre :pour une meilleure caractérisation .des expositions(contenu fréquentiel ,amplitude maximale, durée)

- L'étude du phénomène d'atténuation entre la source d'explosion et les points de mesure , et la comparaison entre la vitesse mesurée et la vitesse réglementaire proche des structures.

2-2- matériels et méthodes :

L'expertise est effectuée à l'aide d'accélérographes de type ETNA et sismographes composées d'un capteur triaxial de type LE-3Dlite (mode LENNARTZ) et un digitaliseur de type K2.

Les caractéristiques et les paramètres de calibration peuvent être résumé comme suit :

2-2-1- Accélérographe ETNA :

a- Caractéristiques :

Ces accélérographes sont de type numérique et présentent le caractéristiques techniques suivantes :

- ❖ Fréquences naturelles des accéléromètres :200Hz
- ❖ Amortissement critique : 0.70
- ❖ Enregistrement sur carte PCMCLA de 16Mo

b- Paramètres de calibration :

✓ Seuil de déclenchement :

Les accéléromètres ont été calibrés pour un seuil minimum de déclenchement de $1/1000^e$ de g.il est à noter que dans le domaine du génie parasismique l'accélération inférieures à $5/100^e$ de g sont considérées négligeables et sar effet sur les structures.

✓ Echantillonnage :

Le pas d'échantillonnage est choisi égale à $\Delta t=0.004$ s (250 enregistrements par seconde). Ce choix permet d'enregistrer aussi les hautes fréquences induites par les explosions.

✓ **Orientation :**

- Accéléromètre longitudinal suivant la direction longitudinale du tir.
- Accéléromètre transversal la direction transversale du tir .
- Accéléromètre vertical.

Ces accélérographes de type ETNA présentent un support d'enregistrement de type fichier numérique, qui ne nécessite pas des opérations spéciales au préalable et sont directement utilisables.[23]

2-2-2- Sismographe K2 :

a) **Caractéristiques :**

ces sismographes sont de type numérique et les caractéristique techniques suivantes :

- ❖ Fréquences naturelles des capteurs :1Hz.
- ❖ Amortissement critique :0.707.
- ❖ Enregistrement sur carte PCMCIA de 64Mo.

b) **Paramètres de calibration :**

✓ **Seuil de déclenchement :**

Les capteurs ont été calibrés pour un déclenchement en STA /LTA(short Tim ave rage /long time ave rage)pour éviter la saturation des capteurs.

✓ **Orientation :**

- ❖ Capteur longitudinal suivant la direction longitudinale du tir.
- ❖ Capteur transversal suivant la direction transversale du tir .
- ❖ Capteur vertical.

Tableau V-1 : Les distances des stations d'enregistrement par rapport aux deux (02) sources d'explosions [23]

STATION	Distance à la source1 Volet 1 (m)	Distance à la source 2 volet (m)
ST1 (ETNA)	100	275
ST2 (ETNA)	200	360
ST3 (ETNA)	350	460
ST4 (ETNA)	540	650
ST5 (ETNA)	630	760
ST6 (K2)	540	650
ST7 (K2)	700	840

- ❖ Un accélérographe (ST1) en champ libre situé au Sud-Ouest des deux sources
- ❖ Un accélérographe (ST2) en champ libre situé au Sud-Ouest des deux sources
- ❖ Un accélérographe (ST3) en champ libre (au voisinage des habitations) situé au Sud-Ouest des deux sources .
- ❖ Un accélérographe (ST4) en champ libre (au voisinage des logement de l'ANBT du barrage de Ouled Mellouk) situé au Sud-Ouest des deux sources .
- ❖ Un accélérographe (ST5) sur l'axe de l'évacuateur de crue situé au sud-ouest des deux sources.
- ❖ Un sismographe (ST6) en champ libre (au voisinage des logement de l'ANBT du barrage de Ouled Mellouk) situé au Sud-Ouest des deux sources .
- ❖ Un sismographe (ST7) sur la rive gauche du barrage de Ouled Mellouk à l'entrée de la galerie situé au Sud-Ouest des deux sources.



Figure V-2: les distance entre les station et le volet 01 et volet 2

3-PLAN DE TIR :

L'expertise est effectuée en deux (02) volets. La source de l'explosion pour chaque volet est mentionnée dans le plan de tir (voir figure ci-dessus). Les charges instantanées et totales sont les mêmes pour les deux volets et sont résumées comme suit :

- ❖ Charge totale :250kg
- ❖ Charge instantanée :20kg [23]

4-RESULTATS :

Après vérification du bon fonctionnement des instruments installés pour ces opérations de tir ,les explosions de la charge totale de 500Kg ,effectuée en deux volets de 250Kg chacune avec une charge instantanée de 20Kg .

Tous les événements sont enregistrés au niveau des stations dans le cas des (02)opérations de tir sauf au niveau des stations 4 et 5 et station 3 pour le cas du volet N°2.

Les courbes des vitesses temporelles enregistrées au niveau des cinq (05) stations lors des opérations de tir des volets N°1 et N°2 sont données en annexe .

Les valeurs maximales des enregistrements sont données dans le tableau .

Les valeurs maximales obtenues doivent être comparées à la vitesse limite recommandée par les règlements internationaux . Cette vitesse limite dépend essentiellement du type de construction et de la fréquence de vibration de la structure (fréquence prédominante de vibration

Les valeurs maximale des vitesses suivant les trois directions :

VOLET N°1							
STATION (distance)	ST 1 (100m)	ST2 (200 m)	ST3 (350 m)	ST4 (540 m)	ST5 (630m)	ST6 (540 m)	ST7 (700 m)
V longitudinal	2.72	0.46	0.32	-	-	0.09	0.05
V transversale	3.61	0.42	0.30	-	-	0.09	0.05
V Vertical	1.18	0.40	0.12	-	-	0.07	0.04
VOLET N°2							
STATION	ST 1 (275m)	ST2 (360 m)	ST3 (460 m)	ST4 (540 m)	ST5 (760m)	ST6 (650 m)	ST7 (840 m)
V longitudinal	0.66	0.20	-	-	-	0.05	0.02
V transversale	0.96	0.30	-	-	-	0.05	0.01
V vertical	0.32	0.16	-	-	-	0.03	0.01

✓ **Les vitesses maximales de volet 01 et 02 :**

A 100 (m) du volet numéro 1 dont-on 'à placer une charge totale d'explosif de 250 kg, les vitesses maximales enregistrées suivant les trois directions sont comme suit figure 2 :

- Vitesse longitudinale =2.72 mm/s.
- Vitesse transversale= 3.61mm/s.
- Vitesse vertical =1.18mm/s.

A 275 (m) du volet numéro 2 les vitesses maximales enregistrées sont figure 3 :

- Vitesse longitudinale =0.46 mm/s.
- Vitesse transversale= 0.42 mm/s.
- Vitesse vertical =0.40 mm/s.

Remarque : Tous Ces résultats sont inferieure à 2mm/s, qui représente la limite inférieur acceptable des vibrations sur les structures d'habitations. Pour le barrage d'ouled melouk les stations 06 et 07 ont enregistré des niveaux de vibration très bas de l'ordre de 0.09 mm/s comme vitesse maximale enregistrée. .

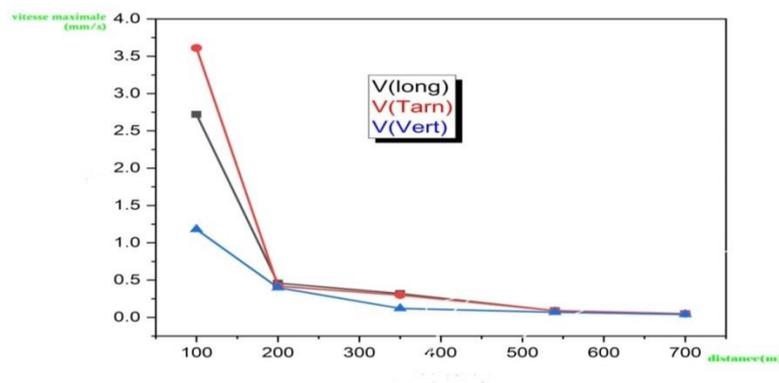


Figure V -3: courbe Vitesses particulières enregistrées suivant les directions LONG ,TRAN,VERT au niveau des stations lors des opérations de tir des deux (02) volets

Chapitre 5 : Estimation des vibrations provoquées par les travaux de tir à l'explosif dans la mine de Rouina

massif suivant les différentes réponses du terrain . On veillera à réaliser un maximum de mesures , afin de déterminer un facteur K représentatif. [24]

- 1) Avec plusieurs mesures de vibration dans le même massif et principalement dans la même direction , l'on peut estimer le coefficient K relatif au massif selon la formule :

$$K = \frac{V}{\left(\frac{D}{\sqrt{Q_i}}\right)^{-1,8}}$$

- V= vitesse maximale pondérée en mm / s
- D= distance tir-captteur en mètre
- QI= charge instantanée maximale du tire en Kg
- K= coefficient d'amortissement du massif ..

VOLET N°1								
Coefficient d'amortissement (K)	STATION et distance	ST 1 (100m)	ST2 (200 m)	ST3 (350 m)	ST4 (540 m)	ST5 (630m)	ST6 (540 m)	ST7 (700 m)
		/	969.57	430.21	819.49	-	-	503.06
VOLET N°2								
Coefficient d'amortissement (K)	STATION et distance	ST 1 (275m)	ST2 (360 m)	ST3 (460 m)	ST4 (540 m)	ST5 (760m)	ST6 (650 m)	ST7 (840 m)
		/	1526.36	808.23	-	-	-	390.19

- **Les valeurs maximales de coefficient d'amortissement (K) pour chaque station (volet 01) :**

Pour le volet numéro 1 : nous avons déterminé un coefficient d'amortissement maximale de 969.57 pour une distance de 100 mètres de la source d'explosion. Et 445.88 à 700 mètres de la source.

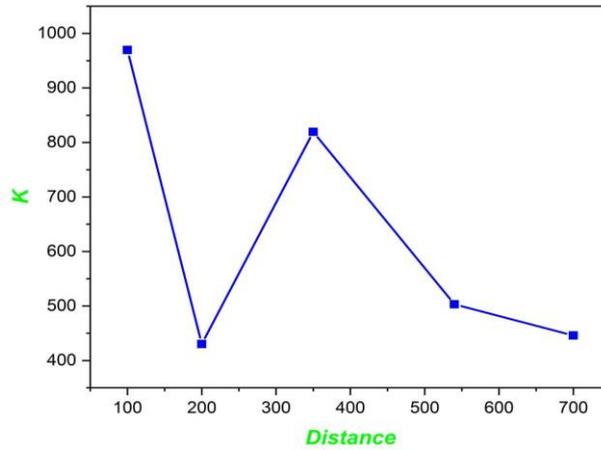


Figure V-5 : Courbe de coefficient d'amortissement (K) au niveau des stations lors des opérations de tir des deux (01) volets

➤ **Les valeurs maximales de coefficient d'amortissement (K) pour chaque station (volet 02) :**

Pour le volet numéro 2 : nous avons déterminé un coefficient d'amortissement maximale de 1526.36 pour une distance de 275 mètres de la source d'explosion. Et 247.63 mètres de la source.

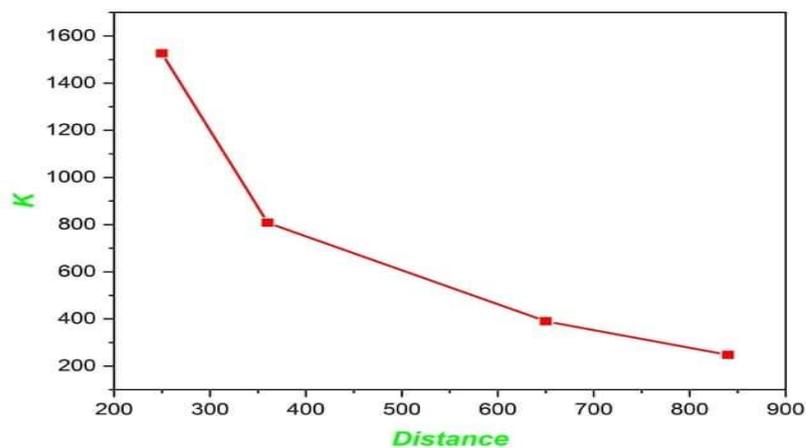


Figure V-6: Courbe de coefficient d'amortissement (K) au niveau des stations lors des opérations de tir des deux (02) volets

CONCLUSIONS :

Pour les deux volets effectués avec une charge totale de 250Kg chacune et une charge instantanée de 20Kg, les vitesses particulières enregistrées au niveau des stations montrent une atténuation en fonction de la distance à la source.

Cependant, les enregistrements qui ont un intérêt particulier sont ceux enregistrés au voisinage des structures (Logements ANBT) et la rive gauche du barrage de Ouled Melluk à l'entrée de la galerie. en utilisant la norme française, les vitesses particulières maximales suivant les trois directions son négligeables ($V_{part,max}=0.09\text{mm/s}$) comparées à la vitesse minimale recommandée ($V_{lim}=2\text{mm/s}$).

Dans ces conditions, on peut conclure que les opérations de tir effectuées avec la charge totale de 250Kg et instantanée n'ont aucun effet les structures environnantes.

Conclusion

Conclusion générale et recommandations :

Les massifs affleurant dans le bassin de Rouina montrent une manifestation tectonique différente dans la forme et la structure, d'un massif à un autre suivant la nature du matériel et les conditions qui précèdent la déformation. Les encaissants du minerai de fer ce sont des calcaires rougeâtres érodés par l'érosion et ce dans la partie SE du gisement, ensuite viennent des calcaires massifs à teinte claire. Les dépôts alluvionnaires sont largement répandus dans les dépressions de la région du gisement.

La minéralisation ferrifère est encaissée dans les calcaires du Lias. Elle se localise dans la zone de contact des calcaires précités et les schistes du Paléozoïque. La minéralisation en question est d'origine hydrothermale méta-somatique. Le processus de la métasomatose hydrothermale a été accompagné par l'élimination de CaO et par l'apport en fer et en silice.

Les objectifs planifiés qui sont arrêtés à 220 000 T de minerai pour l'année en cours ; la production par mois varie entre 15000 à 20000 tonnes. A s'étendre au maximum dans le mois Aout (25000 tonnes) avec un taux de découverte de 1,81 t/t.

Compte tenu des conditions géologiques et minières du gisement de fer de Rouina et les exigences d'utilisation des explosifs, les travaux d'abattage des roches (calcaires, schistes et le minerai de fer) s'effectuent par l'explosif.

Il faut passer en amorçage fond de trou, à la place de l'amorçage latéral qui est utilisé au niveau de la carrière de Rouina pour éviter la formation de pied de gradin et la diminution de la projection des roches fragmentées.

L'état actuel des travaux d'abattage et de tir dans la mine de fer de Rouina , présentent une adéquation entre la longueur de charge et la quantité de charge vue l'utilisation de l'explosif en cartouche qui laisse des vides important entre la cartouche et les parois du trou de mine.

L'utilisation conjointe de deux type d'explosif (charge de poussé + charge cisaillement) , présente la meilleur solution pour parer au problème des vides suscités dans le paragraphe précédent .

Une vibration se caractérise par : La variation de son amplitude en fonction du temps, exprimée soit en déplacement, soit en vitesse, soit en accélération. En matière de tir de mines, c'est généralement la vitesse qui est utilisée. Son contenu fréquentiel, la fréquence étant le nombre d'oscillations par seconde. Plus la fréquence est basse, plus le déplacement est important à vitesse égale. Ainsi une vitesse de vibration de 10 mm/sec correspond à un déplacement de:

- 1,6 mm à 1 Hz
- 0,32 mm à 5 Hz
- 0,05 mm à 30 Hz
- 0,002 mm à 80 Hz