



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et Géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Génie Minier

Option : Exploitation des Mines

Présenté par :

OUGUERGOUZ THILELI

SERTI NARIMENE

Thème

Proposition pour la réduction du taux des hors gabarits et l'amélioration de la fragmentation des roches cas de la carrière de Si Mustapha (wilaya de Boumerdes)

Soutenu le 22/06 /2023 devant le jury composé de :

Président	Mr. Hammiche Laid	M.A.A	U.A.M.B
Promoteur	Mr Boukarm Riadh	M.C.B	U.A.M.B
Examineur	Mr Ait Habib Zakaria	M.A.A	U.A.M.B
Invité	Mr Ziane Karim	Ch.S de l'unité	

Remerciement

On remercie en premier lieu Dieu de nous avoir donné du courage et de la détermination pour mener à terminer ce travail qui nécessite un grand effort et beaucoup de volonté.

Remerciements à nos très chers parents et tous les gens qui nous ont soutenu et encouragé de loin ou de près au cours de cette recherche.

Nous tenons à remercier notre promoteur monsieur BOUKARM Riadh de nous avoir fait l'honneur d'assurer notre travail. Il nous a apporté des conseils, grâce à lui que ce travail a pu voir le jour par sa force et son soutien durant tout au long de l'année.

Nous tenons à remercier les membres de jury, Nous tenons à remercier notre promoteur de l'entreprise ENG, Mr ZIAN Karim qui nous aidé, conseillé à réaliser ce travail. Nous remerciment s'adressent également à l'ensemble des travailleurs de l'entreprise ENG, qui nous ont permis d'effectuer notre stage dans les meilleures conditions.

Nous voudrions remercier nos enseignants qui nous ont suivis durant notre formation universitaire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon père que dieu l'accueille dans son vaste paradis,

A ma très chère maman qui était toujours là pour moi et qui m'a toujours soutenue,

A mes sœurs feriel et serine,

A mon très cher frère Rayane,

A ma petite nièce Ritej,

A toute ma famille et mes amis,

Narimene

Dédicace

À mes parents, qui ont toujours été mes plus grands soutiens et sources d'inspiration. Votre amour inconditionnel, vos encouragements constants et votre confiance en moi ont été les piliers de ma réussite. Ce mémoire de fin d'études est dédié à vous, en reconnaissance de tout ce que vous avez fait pour moi.

A mes frères et sœurs mes compagnons de vie, qui ont été toujours prêts à me conseiller, m'encourager et me soutenir Merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait.

Mes amis et à tous ceux qui ont participé à cette recherche en partageant leur temps, leurs connaissances et leurs expériences. Cette dédicace vous est destinée pour votre générosité et votre collaboration.

Enfin, à moi-même, pour avoir persévéré, fait preuve de détermination et repoussé mes limites. Cette dédicace est un rappel de ma capacité à surmonter les obstacles et à atteindre mes objectifs.

Je vous adresse à tous ma plus sincère gratitude pour votre soutien indéfectible et votre confiance en moi. Ce mémoire de fin d'études ne serait pas ce qu'il est sans votre aide. Encore une fois,

LyLy

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Tables des matières

Listes des figures

Liste des tableaux

Symboles et abréviations

Introduction Générale	1
Chapitre I Présentation du site.....	3
I.1 Introduction	3
I.2 Présentation de site	3
I.2.1 Historique	3
I.2.2 Situation géographique.....	4
I.2.3 Topographie	4
I.2.4 Cadre Géologique.....	5
I.2.5 Réseau Hydrographique	8
I.2.6 Hydrogéologie :.....	9
I.2.7 Caractéristique hydro-climatique :.....	9
I.2.8 Les réserves de gisement.....	10
Méthode d'exploitation du gisement	11
I.3 Condition technico-minièrre de la carrière	11
I.3.1 Régime de travail :	11
I.4 Capacité de production de la carrière :.....	12
I.5 Les travaux de forage et de tir	13
I.5.1 Les travaux de forage	13
I.5.2 Les travaux de tir :.....	14
I.6 Chargement et transport.....	16
I.6.1 Chargement	16
I.6.2 Transport	17
I.7 Concassage	17
I.8 Conclusion	18
Chapitre II Problèmes dus aux travaux d'abattage.....	19

II.1	Introduction	19
II.2	Le pied du gradin	19
II.3	Les hors gabarits	20
II.4	L'analyse des résultats du tir (cas de la carrière de Si Mustapha)	21
II.5	Méthodologie d'analyse	22
	L'analyse de notre cas suivra la méthodologie suivante :	22
	22
II.6	Les formules utilisées pour le calcul des paramètres d'u plan de tir.....	22
II.6.1	Pour le cas de Pied de gradin :	26
II.6.2	Application numérique des formules	27
II.6.3	Pour taux élevé des hors gabarits :	29
	Pour évaluer l'influence des éléments mentionnés précédemment, nous utilisons des modèles d'analyse granulométrique, qui se divisent en deux types : Dans notre cas, nous avons opté pour le modèle KuzRam.	32
II.7	Modèle KuzRam.....	32
II.7.1	Organigramme représentatif du principe du fonctionnement des modèles kuz-ram [11] 32	
II.8	Conclusion	36

Figure 1.La carrière de Si-Mustapha (mars 2023)	3
Figure 2.Situation géographique de l'ENG unité de Si Mustapha.....	4
Figure 3. la topographie de gisement [2].....	5
Figure 4.carte géologique de la région de Thenia	8
Figure 5. Réseau hydrographique de la région de Si Mustapha.....	9
Figure 6. Opération de foration	13
Figure 7. Eléments géométrique d'un plan de tir[3]	14
Figure 8. Cordon détonant.....	15
Figure 9. Fil électrique	15
Figure 10.les détonateurs utilisé.....	15
Figure 11. photo d'un explosif	16
Figure 12. Un ohmmètre	16
Figure 13.Engin de chargement utilisé dans la carrière	17
Figure 14. Engin de transport utilisé par la carrière	17
Figure 15. La station de concassage de la station.....	18
Figure 16 . Pied de gradin	20
Figure 17 . Représentation des blocs hors gabarits	21
Figure 18. Méthodologie d'analyse	22
Figure 19. Taux des hors gabarits de si Mustapha	28
Figure 20. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 10m	34
Figure 21. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 105mm et une hauteur de gradin de 10m.....	34
Figure 22.Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 14m.....	35
Figure 23.Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 14m.....	36

Tableau 1. Coordonnées des points du périmètre du gisement de Si Mustapha	5
Tableau 2. Réserves géologiques	11
Tableau 3 : Les paramètres du plan de tire de l'unité si Mustapha	15
Tableau 4. Résistance au tirage de quelques roches.....	23
Tableau 5: Variation du facteur de contrainte en fonction de l'angle d'inclinaison des trous .	24
Tableau 6. Résultats des calculs pour $\alpha=14, 16, 18^\circ$	27
Tableau 7. Résultats des calculs pour la variation des diamètres des trous avec une hauteur de gradin de 10m.....	28
Tableau 8.. Résultats des calculs pour la variation des diamètres des trous avec une hauteur de gradin de 14m.....	29
Tableau 9. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 10 m.....	33
Tableau 10. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 10 m.....	34
Tableau 11. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 14 m.....	34
Tableau 12. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 14 m.....	35

ENG : Entreprise Nationale des Granulats

ONEX : Office Nationale des substances Explosives.

DMR : Détonateur Microretards.

DEI : Détonateur Electrique Instantané.

Km : kilomètre,

ρ : Masse volumique ($\text{kg/m}^3, \text{g/cm}^3$),

Hg : Hauteur du gradin, (m),

Dtr : diamètres des trous,

B : Distance entre les rangées de trous, (m)

Ltr : longueur de trou,

A : Espacement entre les trous, (m)

Lb : Longueur du bloc, (m).

Qtrou : Quantité de la roche abattue par un trou, (tonne/ trou).

β : Inclinaison du talus de gradin, ($^\circ$)

α : inclinaison des trous,

Vtr : Volume de roche abattu par un trou, (m^3/trou)

Introduction Générale

La demande croissante de matières premières minérales à l'échelle mondiale a conduit de nombreux pays riches en ressources naturelles à intensifier leurs efforts de recherche de nouveaux gisements. L'Algérie fait partie de ces pays qui disposent de vastes ressources minérales. En effet, le territoire national regorge de gisements importants tels que le fer, le cuivre, le plomb, le zinc, et bien d'autres substances telles-que les matériaux de construction (les ciments, les calcaire, et les granulats), en tant que ressource minérale abondante, ils sont largement utilisés dans la construction, les travaux publics et dans l'industrie, comme les granulats qui servent de matériau de base pour la fabrication du béton et de l'asphalte, essentiels à la construction d'infrastructures telles que les routes, les ponts et les bâtiments. Leur disponibilité locale réduit les coûts d'importation et favorise le développement de l'industrie du bâtiment, en Algérie.

Pour une exploitation optimale de tout gisement, les travaux d'abattage revêtent une importance primordiale. Cependant, il est fréquent que les résultats des opérations de tir ne correspondent pas toujours aux attentes, et des problèmes indésirables peuvent survenir. Parmi ces problèmes, deux sont particulièrement significatifs : la présence du pied de gradin et le taux élevé des hors-gabarits. La résolution de ces problèmes revêt une grande importance, car elle a un impact direct sur la qualité de la fragmentation obtenue.

La résolution de ces deux problèmes majeurs peut considérablement améliorer les résultats de fragmentation. Pour faire il est nécessaire de combiner une analyse approfondie des caractéristiques géologiques du gisement avec l'utilisation de modèles et de logiciels spécialisés tels que KuzRam. Ces outils permettent de simuler et de prédire les résultats de fragmentation en fonction des différents paramètres de tir envisagés

Le plan de travail de ce mémoire est composé de 3 chapitres qui sont :

Le premier chapitre offre une présentation détaillée du site minier où s'est déroulé notre stage. Nous examinerons les caractéristiques géologiques, les méthodes d'exploitation minière et les équipements utilisés dans ce contexte spécifique. Une compréhension approfondie du site est essentielle pour évaluer les problèmes liés à la fragmentation de la roche et proposer des solutions adaptées.

Dans le deuxième chapitre, nous nous pencherons sur les problèmes spécifiques rencontrés lors de tir. La présence du pied du gradin et un taux élevé de hors-gabarits. Nous

analyserons en détail ces problèmes, en identifiant les causes potentielles et leurs impacts sur l'efficacité des travaux d'abattage.

Le troisième chapitre présente une conclusion générale établie à partir des différentes hypothèses et prévision et prévision proposée pour traiter les problèmes dus aux travaux d'abattage ou niveau de la carrière de Si-Mustapha.

Chapitre I Présentation du site

I.1 Introduction

La carrière de granodiorite de Djebel Boukhanfer appartient à l'Entreprise Nationale des Granulats (ENG), qui se situe dans la wilaya de Boumerdes. Elle s'étend sur 59 hectares. Dans ce chapitre, nous allons présenter la carrière ainsi que les paramètres du plan de tir et les travaux de forage. Ces informations sont essentielles pour comprendre l'exploitation du site.

I.2 Présentation de site

I.2.1 Historique

L'Entreprise Nationale des Granulats "ENG" issue de la restructuration de la SNMC a été créée par décret N° 86.270 du 04 novembre 1986, avec effet à partir du 1er janvier 1987. Cette dernière est une société étatique par action (SPA) dotée d'un capital social de trois milliards de dinars, elle fait partie du groupe Industriel Manadjam El-Djazair « MANAL ».

Le patrimoine de l'ENG est constitué de :

- Neuf (09) carrières de granulats.
- Une usine de carbonate de calcium.
- Une unité chargée des pierres ornementales appelée rocaal.[1]



Figure 1.La carrière de Si-Mustapha

I.2.2 Situation géographique

La zone d'étude fait partie de la wilaya de Boumerdès qui est située dans la partie centrale de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, à l'Est par la wilaya de Tizi-Ouzou, au sud par celle de Bouira et Blida et à l'Ouest par celle d'Alger. La carrière de Djebel Boukhnafer se trouve à environ à 03 Km au Nord-est de la commune de Thenia. De point de vue administratif le gisement est rattaché à la wilaya de Boumerdès, commune de Si Mustapha et Thenia.[2]

La carrière est accessible à partir de 3Km, la route qui relie la ville de thenia et zemouri.



Figure 2. Situation géographique de l'ENG unité de Si Mustapha

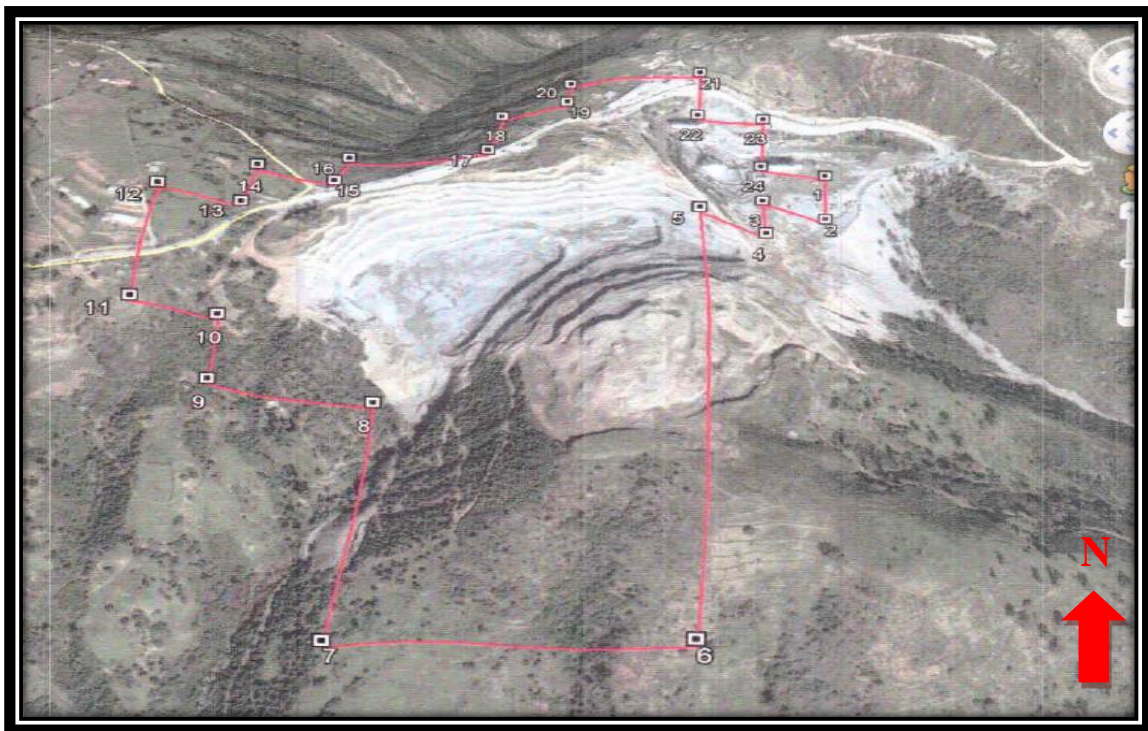
I.2.3 Topographie

Le gisement de granodiorites est situé dans la partie centrale du massif ouled Ben Melah. Il représente une élévation ovale qui domine avec 440m, en s'étendant dans la direction Nord-ouest. Les versants sud - ouest et Nord - Est ont des pentes abruptes couvertes de broussailles et d'arbres isolés. Le versant sud descend en pente douce jusque dans la vallée de l'oued Isser. Sa superficie est occupée par des plantations fruitières des olivaias, des potagers des pâturages. Vers le Nord-ouest il est uni par un petit col à une autre élévation culminant à 426m(ulad Bou Koufer).[2]

Les coordonnées des sommets du périmètre délimitant le gisement en système U.T.M fuseau 3l sont les suivantes (Tableau 1)

Tableau 1. Coordonnées des points du périmètre du gisement de Si Mustapha

Borne	X	Y	Borne	X	Y
1	552 800	4 065 800	13	552 000	4 065 500
2	552 800	4 065 700	14	552 000	4 065 600
3	552 700	4 065 700	15	552 100	4 065 600
4	552 700	4 065 600	16	552 100	4 065 700
5	552 600	4 065 600	17	552 300	4 065 700
6	552 600	4 064 800	18	552 300	4 065 900
7	552 200	4 064 800	19	552 400	4 065 900
8	552 200	4 065 200	20	552 400	4 066 000
9	552 000	4 065 200	21	552 600	4 066 000
10	552 000	4 065 300	22	552 600	4 065 900
11	551 900	4 065 300	23	552 700	4 065 900
12	551 900	4 065 500	24	552 700	4 065 800

**Figure 3.** la topographie de gisement [2]

I.2.4 Cadre Géologique

I.2.4.1 Géologie Régionale

Les formations qui constituent la région d'étude de Si Mustapha sont représentées par le précambrien, le Néogène, le Quaternaire et des roches effusives et intrusives.[2]

– Lithostratigraphie

• Paléozoïque

Précambrien : Il est formé par une série de schistes et de phyllades cristallins affleurant sur les talus et dans le Nord de la crête de Bou Arous et renfermant des lentilles et des lits de calcaires marmorisés.[2]

- **Cénozoïque**

- Le néogène : Il est représenté par des dépôts miocènes et pliocène.
- Miocènes : les dépôts miocènes comprennent des termes burdigalien et helvétien.

Le burdigalien se développe dans la partie sud-ouest de la région où il est représenté par des conglomérats rouges à blocs et galets avec passées gréseuses, des marnes bigarrées et des grès calcaires jaunâtres.[2]

Les formations helvétiques bordent, en bande étroite (jusqu'à 2.5 Km), au sud au Nord et à l'Est les affleurements précambriens. Elles sont représentées par une série volcano-sédimentaire comprenant des conglomérats des laves acides et des tufs.[2]

Paléocène : les dépôts de pliocènes sont représentés par des marnes argileuses; des argiles calcaires d'épaisseur décimétrique (plésoncien) et des marnes gréseuses intercalées de grès calcaires (Astien).[2]

- **QUATERNAIRE**

Les dépôts quaternaires sont constitués de galets villafranchiens pluri dimensionnels friables bruns rouges. les galets sont représentés par des débris schisteux et phylliteux de grès et de quartz immergés dans du sable argileux à grains non calibrés.[2]

Les terrains quaternaires forment des terrasses qui s'étendent le long ligne de la côte actuelle (sables friables, faiblement cimentés et gravier avec bancs de galets et lentilles isolées de faluns) et des sables de plage.[2]

- **Les roches effusives et intrusives**

Le massif de granodiorites de Thénia connu encore sous le nom de massif de Thénia, occupe une superficie de 8Km² sur les versants sud de la crête de Bou-Arous, en s'étendant dans une direction sensiblement E-W. Vues d'en haut, les granodiorites affleurent en surface sous forme de coin.[2]

Le massif de granodiorites est (par l'intermédiaire des grandes failles sud-ouest et Nord-Est) entre les schistes cristallins précambriens et les formations volcano-sédimentaires helvétiques. Sa partie sud-Est est recouverte par des conglomérats de base de l'Helvétien inférieur. Les roches sont intensément fissurées et ont subi une forte altération.[2]

I.2.4.2 Géologie de gisement

La région de gisement est caractérisée par un contexte tectonique complexe, Au Sud et au Nord, le massif de granodiorites se trouve tectonique en contact avec les roches encaissantes. Vers le sud, le contact passe par une faille qui bien que masquée sous les terrains quaternaires apparaît nettement sur les photos aériennes. Son axe est orienté dans le sens S.E -

N.W et fait jonction dans l'ouest du massif avec une zone d'accidents sensiblement E-W servant de contact Nord entre granodiorites et roches encaissantes.

La zone étudiée est marquée par la prédominance des accidents tectoniques E-W. La partie Nord de l'aire de la carrière est également affectée par plusieurs accidents parallèles distants de 100 à 125m.[2]

L'un des deux passes, avec un fort pendage (75°) vers le nord sous la plateforme de l'unité de concassage SNMC (zone de bréchification de 2.5m d'épaisseur) deux autres accidents disjonctifs E-W s'observent au centre du gisement et dans son extrémité Sud.[2]

– **Litho-stratigraphie du gisement :**

Le gisement de Si Mustapha qui fait partie du massif de Thenia est constitué essentiellement de granodiorites à grains fins et moyens de couleur rose et gris foncé à teinte verdâtre souvent porphyroïdes et de diorites quartziques grises ou gris foncé teintées de vert, à texture massive. La teinte verdâtre est due à la présence dans les roches de minéraux foncés de hornblende, de chlorite de biotite et plus rarement de pyroxène.[2]

D'après les résultats de l'étude pétrographique réalisée par l'ENDMC, les granodiorites et les diorites quartziques ont une structure hypidion-morphogrenue ou souvent, porphyroïde et sont essentiellement constituées de feldspaths (52 à 69%), de plagioclase, en générale zoné et maclé (du type d'andésite - oligoclase), d'orthoclase alcaline plus rare de grains irréguliers quartz (10 à 17%), de biotite (0 à 10%) de chlorite (5 à 10%) d'amphibole -hornblende (0 à 5%).

Les minéraux métalliques (magnétite et pyrite) et accessoires (apatite, sphène, zircon, tourmaline) sont présents en proportion d'environ 1% de la masse générale de la roche.[2]

Lors de la période de stage pratique, on a mesuré les différents éléments géométriques des discontinuités qui consiste le massif fracturé de gisement les résultats pour un mètre carré sont les suivants :

- Nombre de familles : 4
- Espacement moyen : 11cm
- La longueur moyennes des discontinuités : 0.9m
- La direction de pendage :45°
- La direction des discontinuités : nord, nord-est

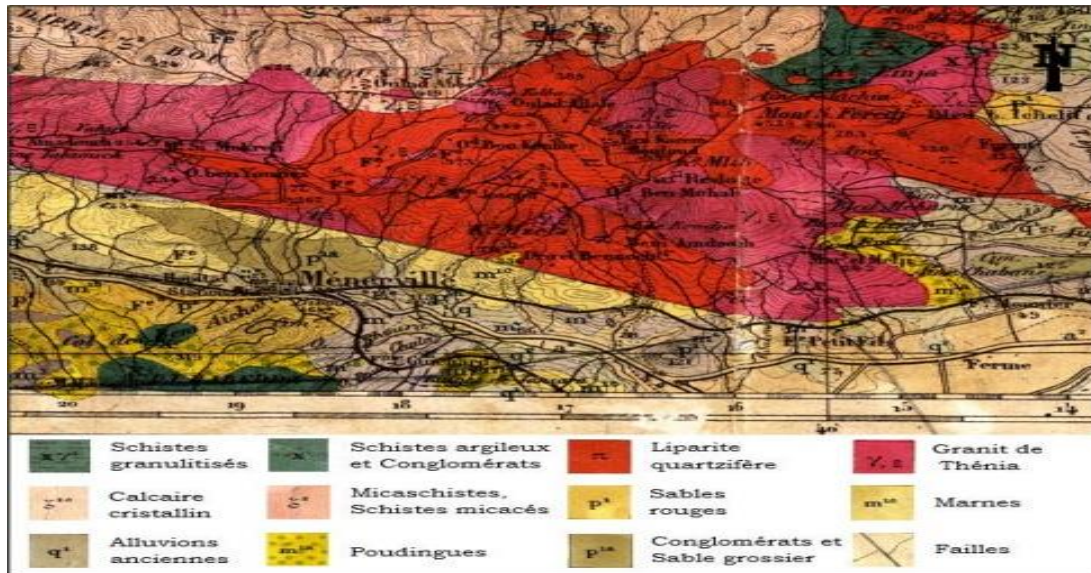


Figure 4.carte géologique de la région de Thénia

(Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la région de Thénia (Ménerville) n° 22 (Ficheur 1895)).

I.2.5 Réseau Hydrographique

Le secteur d'étude est inclus dans la plaine de Mitidja, la région est sillonnée par un réseau d'oueds bien développé, dont l'oued Boudouaou et l'oued Isser sur lesquels deux barrages sont réalisés pour alimenter en eau potable et industrielle les agglomérations d'Alger et de Boumerdès. Avec ses nombreux affluents, passant respectivement à 4Km au sud et à 3Km à l'ouest du gisement' Leur débit, en général faible, est tributaire des fluctuations pluviométriques.

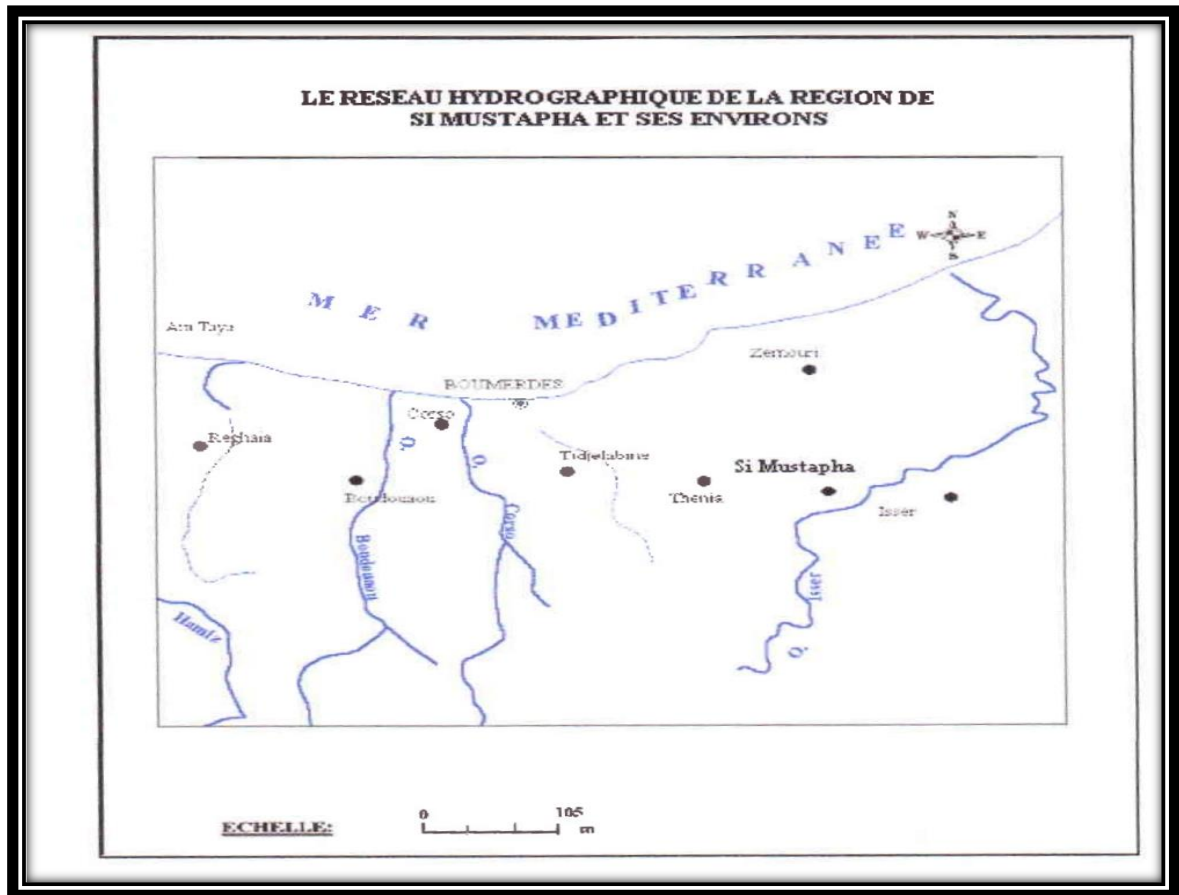


Figure 5. Réseau hydrographique de la région de Si Mustapha

I.2.6 Hydrogéologie :

La haute perméabilité des granodiorites fissurées favorise l'infiltration des eaux atmosphériques. La topographie fortement disséquée de la région du gisement facilite l'émergence des eaux souterraines dont la quantité est en fonction des précipitations annuelles qui peuvent atteindre parfois 800 mm[2]

Les sources ont un débit de 1 à 3 l/s servent à alimenter en eau la ville de Thenia à l'exception d'une petite source (0.02 l/s) jaillissant dans la partie Nord-est du site, de l'unité de concassage, qui semble liée aux accidents tectoniques d'extension N-W. Aucune résurgence d'eaux souterraines ne se manifeste dans le périmètre du gisement.[2]

I.2.7 Caractéristique hydro-climatique :

I.2.7.1 Climat

Le climat de cette région est typiquement continental, un hiver très froid avec des températures minimales et maximales de 0°C à 16°C, et un été relativement chaud avec des températures parfois atteintes les 42°C.[2]

I.2.7.2 Température

Les températures maximales marquant la région varient de 25 à 30 °C enregistrées en mois de juin à septembre. Par contre les plus basses marquant les mois de Décembre à Février sont de l'ordre de [2 à 8] °C.[2]

I.2.7.3 Pluviométrie

Les quantités de pluie qui tombent varient de 250 à 400 mm/an au nord de la région et n'excède pas 200mm/an avec des exceptions de 700mm.[2]

I.2.8 Les réserves de gisement

I.2.8.1 Estimation des réserves

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

Les réserves mises en évidence, selon l'étude géologique faite en 1976 par l'Ingénieur géologue MEDVIDEV.I, sont estimées à 86 986 000 tonnes.

8 405 000 tonnes dans la catégorie B jusqu'au niveau 325 m;

33 186 000 tonnes ou 41 591 000 tonnes dans la catégorie C1 jusqu'au niveau 267 m.

La méthode de calcul adoptée. Pour le calcul des réserves est celle des coupes géologiques.

Les formule utiliser pour l'estimation des réserves sont les suivantes :

- Dans le cas ou $(S1-S2) < 0.4 * S1$ les réserves sont calculé par la formule suivante:

$$Q = \frac{S1+S2}{2} * L * \rho(\text{tonnes}) \quad (1)$$

- Dans le cas ou $(S1-S2) > 0.4 * S$ les réserves sont calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{S1+S2+\sqrt{S1*S2}}{3} * L * \rho(\text{tonnes}) \quad (2)$$

Avec :

Q : la quantité de matériau en Tonnes ;

$S1$: la surface du niveau 1 en (m^2) ;

$S2$: la surface du niveau 2 en (m^2) ;

L : l'intervalle entre les deux niveaux en (m) ;

ρ : la masse volumique de la roche en (t/m^3).

Tableau 2. Réserves géologiques

Catégorie des réserves	N° du bloc de calcul et coupes	Surface des sections M ²	Distance entre profil	Volume du bloc m ³	Formules utilisés	P. Volumique (T/m ³)	Quantité des Réserves
B	(A-A')	17316	100	1581050		2.5	3952625
	(B-B')	14305					
	(B-B')	14305	100	1384300		2.5	3460750
	(C-C')	13381					
	(C-C')	13381	100	1290250		2.5	3225625
	(D-D')	12424					
	(D-D')	12424	100	1112950		2.5	2782375
	(E-E')	9835					
(E-E')	9835	100	934700		2.5	2336750	
(F-F')	8859						
Total				6303250		2.5	15758125

Méthode d'exploitation du gisement

D'après les données topographiques et géologiques, l'exploitation gisement de si Mustapha, se faite ciel ouvert, avec la méthode par fosse, la carrière est caractérisée par 10 gradins d'une hauteur de 7 jusqu'à 14m. Pour accéder au gisement on utilise des tranchés d'accès intérieurs en commun. Le côté nord de la carrière consiste les bords exploitables et le côté sud consiste les bords inexploitable.

I.3 Condition technico-minièrre de la carrière

I.3.1 Régime de travail :

- Nombre d'heures de travail par poste06 heure/poste
- Nombre de postes par jour02 poste/jour
- Nombre de mois ouvrables par année.....12 mois/ans
- Nombre de jours ouvrables par an250 jour/ans
- Nombre de jours ouvrables par semaine.....05 jour/semaine

I.4 Capacité de production de la carrière :

– Production horaire :

L'entreprise ENG dispose de deux stations de concassage de marque SANDVIK et DRAGO de même capacité de production théorique a savoir 400 t/h.[3]

La production horaire est donnée par la formule suivante :

$$P_h = C_{th} \times N_{st} \times Ku \quad (\text{tonnes/heure}) \quad (3)$$

Où :

C_{th} : Capacité théorique de production horaire (400 t/h) ;

N_{st} : Nombre de station de concassage (2) ;

Ku : Coefficient d'utilisation intensive de concasseur dans notre cas ($Ku=87\%$).

$$P_h = 400 \times 2 \times 0.87 \quad (\text{tonnes/heure})$$

$$P_h = 696 \quad (\text{tonnes/heure})$$

– Production journalière :

La production journalière Est donnée par la formule suivante :

$$P_j = P_h \times N_{h/p} \times N_{p/j} \quad (\text{tonnes/jour}) \quad (4)$$

Où :

P_h : La production horaire

$N_{h/p}$: Nombre des heures de travail par poste (6 heures)

$N_{p/j}$: Nombre des postes de travail par jour (2 postes)

$$P_j = 696 * 6 * 2 = 8352 \quad (\text{tonnes/jour})$$

– Production par poste :

La production par poste est donnée par la formule suivante :

$$P_p = \frac{P_j}{N_{p/j}} \quad (\text{tonnes/poste}) \quad (5)$$

Où :

$N_{p/poste}$: nombre de poste par jours (2postes)

$$P_p = \frac{8352}{2} \quad (\text{tonnes/poste})$$

$$P_p = 4176 \quad (\text{tonnes/poste})$$

– Production annuelle :

La production annuelle est donnée par la formule suivante :

$$P_{an} = P_j * N_{j/an} \text{ (tonnes/an)} \quad (6)$$

ou :

P_j : La production journalière ($P_j=8352$)

$N_{j/an}$: Le nombre de jours ouvrables par an ($N_{j/an}=250$ jours)

$$P_{an} = 8352 * 250$$

$$P_{an} = 2088000 \text{ (tonnes/an)}$$

I.5 Les travaux de forage et de tir

I.5.1 Les travaux de forage

L'opération foration dans la carrière de si Mustapha est assurée par une foreuse de type roto-percutant à l'aide d'un marteau pneumatique au fond de trou, alimenté par de l'air comprimé. Les machines utilisées à cet effet sont :

- 02 Chariots de forage SANDVIK et FURIKAWA, à 18 bars ;
- 03 Compresseurs (CPI 2018, CPI 2024, CPI NOUV) ;
- 01 Sondeuse TITON 400 FRS 45002 à 24 bars.



Figure 6. Opération de foration

I.5.2 Les travaux de tir :

Les travaux de tir représentent l'étape fondamentale de l'exploitation minière, permettant la fragmentation des roches dans les gradins, la conception d'un plan de tir s'appuie sur un certain nombre de données variables. Les paramètres du plan de tir jouent un rôle crucial en assurant la qualité des fragments extraits dans une mine, influençant ainsi leur taille, leur distribution et leur fragmentation.

- **Élément géométrique d'un plan de tir**

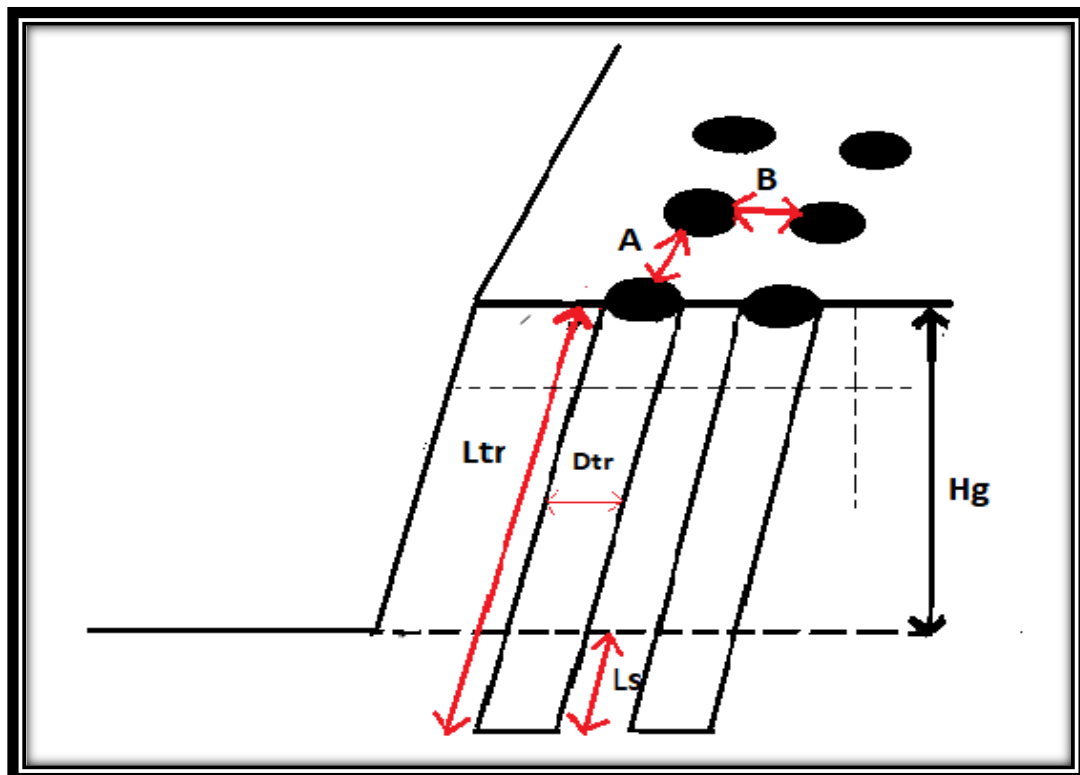


Figure 7. Eléments géométrique d'un plan de tir

Où :

H_g : Hauteur du gradin ;

L_{tr} : Longueur de trou ;

L_s : La sur-foration ;

B : Distance entre deux rangés ;

A : Distance entre deux trous dans la même rangé ;

D_{tr} : Diamètre du trou.

Pour notre cas on a les paramètres géométriques du gradin sont : Les gradins de la carrière présentent une hauteur variante entre 7 et 14 mètres, avec une plateforme de travail d'une largeur moyenne de 18 mètres. L'inclinaison du talus des gradins est de 14 degrés.

Les paramètres du plan de tir de la carrière de si Mustapha, sont représentés dans le tableau suivant : (Tableau3).

Tableau 3 : Les paramètres du plan de tir appliqué à l'unité si Mustapha

Profondeur des trous Lt (m)	15.5
Banquette W(m)	3.5 m
Espacements des rangées B (m)	3.5 m
Espacement entre les trous A (m)	4m
Diamètre des trous	Ø 105 mm
Inclinaison des trous	14 °
Sous-foration	1.5 m
La consommation spécifique	294g/m ³
La maille	Quinconce

- **Les accessoires de tir :**

L'unité de si Mustapha utilise deux types d'explosifs et d'autres accessoires pour réaliser le tir :

- Type d'explosifs : TEMEX (le poids d'une cartouche est de 2.5 Kg) et L'ANFOMILE (le poids d'un sac est de 25Kg)
- Les accessoires :
- **Cordon détonant et fil électrique :**
 - Cordon détonant : est un tube en plastique mince et rempli. Il s'agit d'une mèche ultra-rapide qui explose plutôt qu'elle ne brûle, et qui est adaptée pour faire détoner des explosifs puissants. [4]
 - Fil électrique : sert à transmettre de l'énergie électrique.



Figure 8. Cordon détonant



Figure 9. Fil électrique

➤ **Exploseur et détonateurs :**

➤ Le détonateur : est un élément de la chaîne pyrotechnique dont le rôle consiste à produire, au départ d'un courant électrique ou d'une flamme, une onde de choc suffisamment puissante pour provoquer la détonation d'une charge explosive. [5]
Dans le site ils utilisent : détonateur électrique a micro retard avec un retard de 20ms, et un détonateur électrique instantané.

➤ Exploseur : appareil électrique générateur d'impulsions suffisantes pour la mise à feu des détonateurs électriques d'une volée. [6]



Figure 10. les détonateurs utilisé



Figure 11. photo d'un exploseur [4]

➤ **Ohmmètre** : Un ohmmètre est un instrument de mesure qui permet de mesurer la résistance électrique d'un composant ou d'un circuit électrique. [7]



Figure 12. Un ohmmètre [8]

I.6 Chargement et transport

I.6.1 Chargement

Le chargement des roches abattues est assuré par deux chargeuses de la marque KOMATSU d'une capacité du godet de 6 m³ de capacité. Ces deux engins assurent le chargement dans les deux champs d'exploitation, garantissant donc une continuité optimale des travaux.



Figure 13.Engin de chargement utilisé dans la carrière

I.6.2 Transport

- Le transport des roches abattues dans la carrière se fait par 5 dumpers TEREX TR60 d'une capacité de 60 tonnes. Ils sont utilisés uniquement pour le transport entre les points de chargement des roches et le concasseur primaire.



Figure 14. Engin de transport utilisé par la carrière

I.7 Concassage

L'opération de concassage est assurée par deux concasseurs à mâchoires, de marque SANDVIK et DRAGO d'une capacité de 400t/h. Les concasseurs A et B sont disposés symétriquement, face à face, et sont contrôlés par un seul poste équipé d'un tableau de commande. Ce poste est situé au centre de la station. Les concasseurs A et B fonctionnent de manière alternative, chacun étant alimenté par une puissance électrique de 600 kW.

La partie du concasseur primaire est constituée de deux cribles superposés : un crible de diamètre 300 mm en haut et un autre de diamètre 40 mm en bas, avec un espace de 50 cm entre

eux et une inclinaison de 20° par rapport à l'horizontale. Ils sont en mouvement de vibration. Le concasseur à mâchoires est composé de deux mâchoires, l'une mobile et l'autre fixe. La granulométrie des matériaux traités est de 0-1000 mm et est dirigée vers le concasseur. Le produit final sortant du concasseur a un diamètre de 0-300 mm



Figure 15. La station de concassage de la station

I.8 Conclusion

La carrière de si Mustapha a une grande importance dans l'industrie des agrégats. La granodiorite extraite de la carrière est généralement utilisée dans le domaine du revêtement routier et la fabrication de béton hydraulique. Toutefois, la production de la carrière est parfois perturbée par les travaux d'abattage. Cette problématique est l'objet de notre cas sera présenté dans le chapitre suivant.

Chapitre II Problèmes dus aux travaux d'abattage

II.1 Introduction

Les travaux d'abattage ne sont pas généralement optimaux et peuvent générer certaines lacunes. Parmi les problèmes dus au tir on peut mentionner le pied de gradin un taux assez élevé des hors gabarits.

La non-résolution de ces problèmes entraîne un ralentissement de la production de l'entreprise et engendre des dépenses supplémentaires liées aux travaux de débitage secondaire et à l'ajustement des gradins. Afin de remédier à ces problèmes, il est essentiel d'identifier et de maîtriser leurs causes. Ce chapitre met l'accent sur ces problèmes et les mesures que nous pouvons prendre pour résoudre ces problématiques et améliorer les résultats.

II.2 Le pied du gradin

Le pied de gradin constitue un défi majeur dans les travaux d'abattage. Il se réfère à la partie non fragmentée de la roche située à la base du front de taille. Parmi les causes de ce problème :

- On a en premier lieu facture incontrôlables qui est la structure fracturée du gisement cette dernière pose un défi, car l'explosif perd une partie de son effet en s'échappant à travers les fractures, réduisant ainsi son efficacité, donc une partie de gradin peut rester non dégager
- Un angle d'inclinaison inapproprié peut affecter l'intégrité du pied de Par conséquent, gradin sécurisé et fonctionnel.

Pour la résolution de ce problème il existe de nombreuses méthodes, parmi ces méthodes on a :

- Optimisation des paramètres de plan de tire (inclinaison des trous, longueur de trou ...).
- La vérification de la distribution de la charge des explosifs.
- Adaptation d'explosifs.

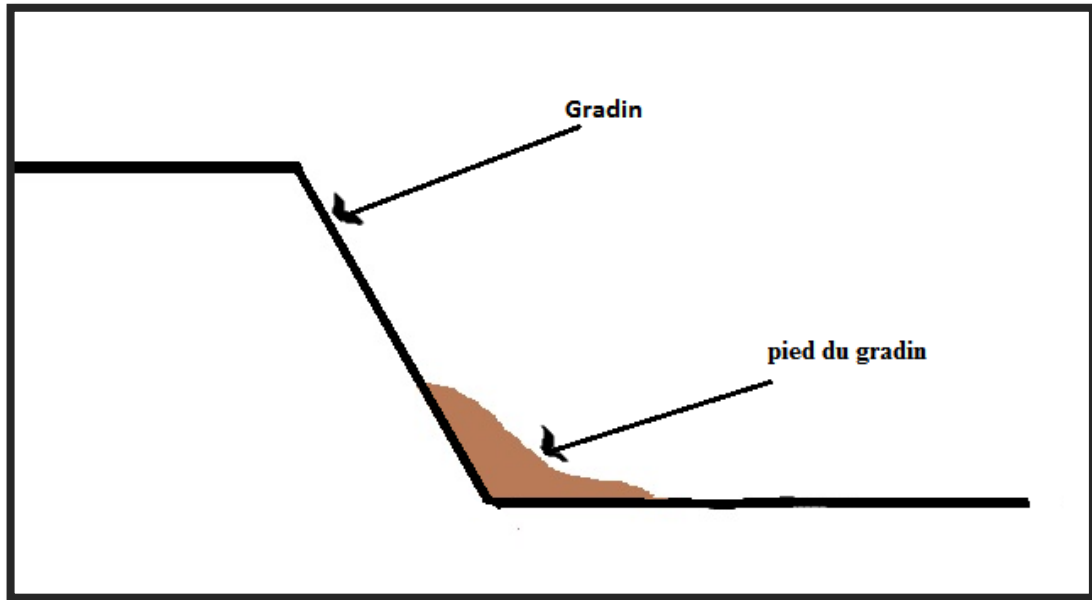


Figure 16 . Pied de gradin

II.3 Les hors gabarits

Le taux élevé des hors-gabarits est également un problème couramment rencontré dans les opérations de tir. Les hors-gabarits se réfèrent aux fragments de roche dont la taille dépasse les limites définies pour une exploitation efficace, parmi les causes de cette problématique :

- La structure fracturée de gisement comme on la mentionner précédemment influence sur la fragmentation

- On a aussi Les éléments géométriques du plan de tir qui jouent un rôle majeur dans la qualité de la fragmentation des roches extraites ainsi que dans la prévention des hors gabarits,

Pour résoudre ce problème il est nécessaire de :

- Optimisation des paramètres de plan de tire (inclinaison des trous, longueur de trou ...).
- La vérification de la distribution de la charge des explosifs.
- Adaptation d'explosifs.



Figure 17 . Représentation des blocs hors gabarits

II.4 L'analyse des résultats du tir (cas de la carrière de Si Mustapha)

Durant la période de stage nous avons remarqué que le tir a donné des résultats indésirables qui sont le taux élève des hors-gabarits et la présence de pied du gradin.

On essaie de proposer des solutions pour ces problématique, notre analyse suivra la méthodologie suivante :

II.5 Méthodologie d'analyse

L'analyse de notre cas suivra la méthodologie suivante :

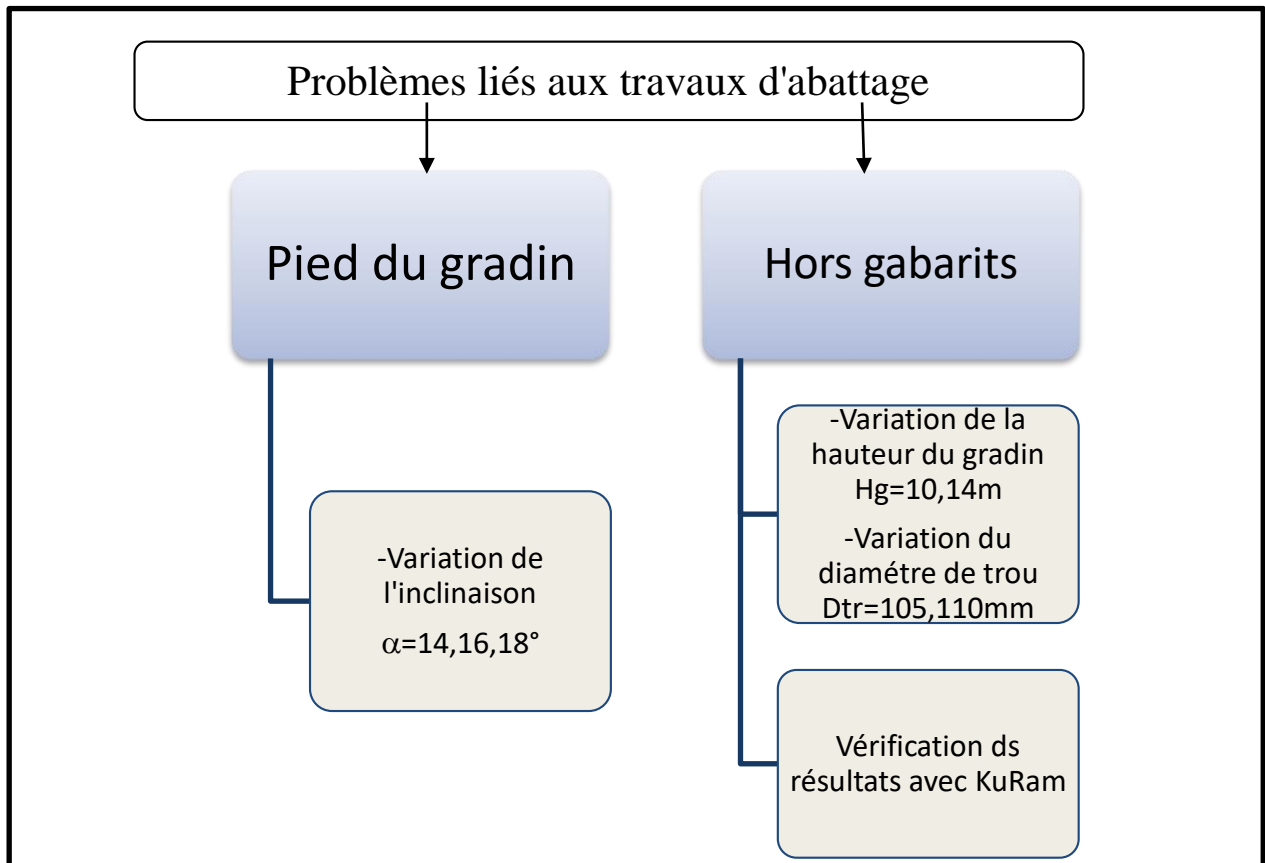


Figure 18. Méthodologie d'analyse

Pour effectuer l'analyse on doit calculer les éléments de plan de tir, Pour le calcul des paramètres du tir il existe deux méthodes, la méthode soviétique et la méthode Langfors. Dans la carrière de Si-Mustapha il utilise la méthode Lang fors.[9]

II.6 Les formules utilisées pour le calcul des paramètres d'u plan de tir

– La banquette maximale

La banquette maximale est définie par la formule suivante

$$B_{max} = 0.03 \times D_{tr} \times \sqrt{\frac{\rho \times S}{\check{c} \times f \times A/B}} ; (m) \quad (7)$$

- B max : Banquette maximale ;
- Dtr : diamètre du trou de mine (mm) ;
- S : puissance de la charge de fond de l'explosif ;
- ρ: Densité de l'explosif (d = 1.2 kg/m³). [6]

– Correction de la résistance au tirage de la roche[\check{C}]

$$\check{C} = C + 0.05 \quad ()$$

- C : La résistance au tirage de la roche
- f : facteur de contrainte dépendant de l'inclinaison du trou de mine (α) ;
- A/B : rapport de la maille.[6]

– Puissance de la charge de fond de l'explosif ; (*weightstrength*)

Puissance de la charge est définie par la formule suivante :

$$S = \frac{5}{6} \times \left(\frac{Et}{Eto} \right) + \frac{1}{6} \times \left(\frac{Vg}{Vgo} \right) \quad (8)$$

- Et : énergie totale dégagée par l'explosif (Et =3987 KJ /Kg) ;
- Vg : volume de gaz dégagé par l'explosif (Vg =868L/Kg) ;
- Eto et Vgo sont les valeurs correspondant à celle de la dynamite suédoise (dynamite de référence).(Eto=4848.8KJ/Kg; Vgo=850L/Kg).

Dans notre cas on utilise l'Anfomil et temex d'où:

$$S = \frac{5}{6} \times \left(\frac{3987}{4848.8} \right) + \frac{1}{6} \times \left(\frac{868}{850} \right)$$

S=0.86

– Résistance au tirage [c]

Tableau 4.Resistance au tirage de quelques roches

Roche	C
Basalte	0.33
Calcaire crayeux	0.25
Calcaire moyen a dur	0.35-0.4
Diorite	0.45
Granite dur	0.45
Grés fin	0.4
Quartzite pate fine	0.53
Quartzite facture	0.3

La roche de diorite et d'une résistance : C= 0.45

– Facteur de contrainte [f]

Facteur de contrainte La variation du facteur de contrainte en fonction de l'angle d'inclinaison des trous illustré dans le tableau

Tableau 5 : Variation du facteur de contrainte en fonction de l'angle d'inclinaison des trous :

Inclinaison du trou, β (°)	0	15	30	45
Facteur de contrainte, f	1.11	1.02	0.92	0.83

Pour notre cas $\beta = [14^\circ - 15^\circ]$; on prendra la valeur de f égale à 0.925

– **Rapport de la maille [A/B]**

Ce rapport influe sur la granulométrie des produits :

- Pour l'obtention de granulats on recommande $1 < A/B < 1.3$;
- Pour la production d'enrochement on conseille $0.8 < A/B < 1$;

Dans notre cas on prend le rapport de la maille A/B égale à 1.14.

Où

A : Espacement (A=4m)

B : Banquette (B=3.5m)

– **La banquette pratique [B]**

La banquette pratique est définie par la formule suivante :

$$B = B_{max} - F \quad (9)$$

F: les erreurs de foration

$$F = 0.05 + 0.03 \times Hg \quad (10)$$

Hg : hauteur de gradin, (m); Hg=14m.

– **Espacement entre les trous de la mine [A]**

L'espacement entre les trous est défini par la formule suivante :

$$A = 1.25 \times B \quad (11)$$

– **Profondeur de Sur – forage [Ls]**

La profondeur de sur-forage est définie par la formule suivante :

$$Ls = 0.3 \times B_{max}(m) \quad (12)$$

– **Longueur du trou [Ltr]**

Pour le cas des trous inclinés, la longueur est définie par la formule suivante :

$$Ltr = \frac{Hg}{\sin\beta} + Ls \text{ (m)} \quad (13)$$

– Distance entre deux rangées [b]

La distance entre deux rangées est définie par la formule suivante

$$b = \frac{B}{\sin\beta} \text{ (m)} \quad (14)$$

– Construction de la charge

L'explosif est reparti dans le trou sous forme de deux charges :

- Charge de pied ;
- Charge de la colonne.

– La hauteur de la charge pied [Lp]

La zone qui assurée le cisaillement de la partie basse et son déplacement est définie par la formule suivante :

$$Lp = 1.3 \times Bmax \text{ (m)} \quad (15)$$

– Charge linéaire de pied [Cp]

La charge linéaire de pied est définie par la formule suivante :

$$Cp = 0.88 \times \frac{f}{s} \times \frac{A}{B} \times \left[\left(\frac{0.07}{B} \right) + C + (0.004 \times B) \right] \times B^2 \text{ (Kg/m)} \quad (16)$$

– Quantité d'explosif au pied du gradin [Qp]

La quantité d'explosif au pied du gradin est définie par la formule suivante :

$$Qp = Lp \times Cp \text{ (kg)} \quad (17)$$

– Longueur de bourrage [Lb]

La longueur de bourrage est définie par la formule :

$$Lb = B ; \text{ (m)} \quad (18)$$

– La hauteur de la charge de colonne [Lc]

La hauteur de la charge de colonne est définie par la formule suivante :

$$Lc = Ltr - (lp + lb); \text{ (m)} \quad (19)$$

– Charge linéaire de la colonne [Cc]

La charge linéaire de la colonne est définie par la formule suivante :

$$Cc = 0.5 \times Cp ; (Kg/m) \quad (20)$$

– Quantité d'explosif en colonne [Qc]

La quantité d'explosif dans la colonne est définie par la formule suivante :

$$Qc = Lc \times Cc ; (kg) \quad (21)$$

– Quantité de charge d'explosifs dans un trou [Q]

La quantité de charge d'explosif dans un trou est définie par la formule suivante :

$$Q = Qc + Qp ; (Kg) \quad (22)$$

– Volume de roche abattu par un trou [Vtr]

Le volume de roche abattu par un trou est défini par la formule suivante :

$$V_{tr} = A \times B \times \frac{Hg}{\sin \beta} ; (m^3) \quad (23)$$

– Quantité de la roche abattue par un trou [Qtr]

La quantité de la roche abattue par un trou

$$Qtr = Vtr \times \rho ; (kg) \quad (24)$$

• ρ : La masse volumique de la roche ($\rho=2.6 \text{ kg/m}^3$)

– Consommation spécifique d'explosif [q]

La consommation spécifique d'explosif est définie par la formule suivante :

$$q = \frac{Q}{Vtr} ; (g/m^3) \quad (25)$$

II.6.1 Pour le cas de Pied de gradin :

On procède à Varier l'inclinaison des trous, il est recommandé d'utiliser des trous inclinés. Selon Langfors, l'utilisation de trous inclinés est efficace jusqu'à une inclinaison de 19°. Au-delà de cette valeur, les résultats obtenus seront similaires à ceux obtenus avec des trous verticaux. Dans notre cas, nous avons choisi de varier l'inclinaison entre 14°, 16° et 18°, l'augmentation de pas de 2° permet de mieux comprendre l'effet de l'inclinaison sur la qualité de la fragmentation.

II.6.2 Application numérique des formules

– **La variation de l'inclinaison pour pied de gradin :**

Pour la variation de l'inclinaison des trous (α les résultats des calculs sont présenté dans le tableau suivant :

Les calculs sont faits à l'aide d'une feuille Excel (les résultats sont approximatifs de 10^2 après la virgule)

Tableau 6. Résultats des calculs pour $\alpha=14, 16, 18^\circ$

Inclinaison	$\alpha=14^\circ$	$\alpha=16$	$\alpha =18$
Hg(m)	14	14	14
Dtr(mm)	105	105	105
Bmax (m)	4.08	4.08	4.08
B(m)	3.61	3.61	3.61
A(m)	3.51	3.51	3.51
Ls(m)	1.22	1.22	1.22
Ltr(m)	15.65	15.8	15.96
b(m)	3.72	3.75	3.8
Lp(m)	4.69	4.69	4.69
Cp(m)	6.69	6.69	6.69
Qp(kg)	31.11	31.11	31.11
Lb(m)	3.61	3.61	3.61
Lc(m)	7.35	7.48	7.65
Cc(m)	3.31	3.31	3.31
Qc(kg)	24.35	24.80	25.36
Q(kg)	55.47	55.91	54.47
Vtr(m ³)	235.36	237.56	240.31
Qtr(kg)	611.94	617.67	624.82
q(kg/m ³)	0.235	0.235	0.235

- **L'interprétation des résultats**

Les calculs effectués révèlent que la variation de l'inclinaison des trous a une influence sur la longueur de la charge de la colonne, ce qui à son tour affecte la quantité d'explosif utilisée. Cela a un impact direct sur le volume de roche abattu par chaque trou.

II.6.3 Pour taux élevé des hors gabarits :

Comme le montre la figure 19

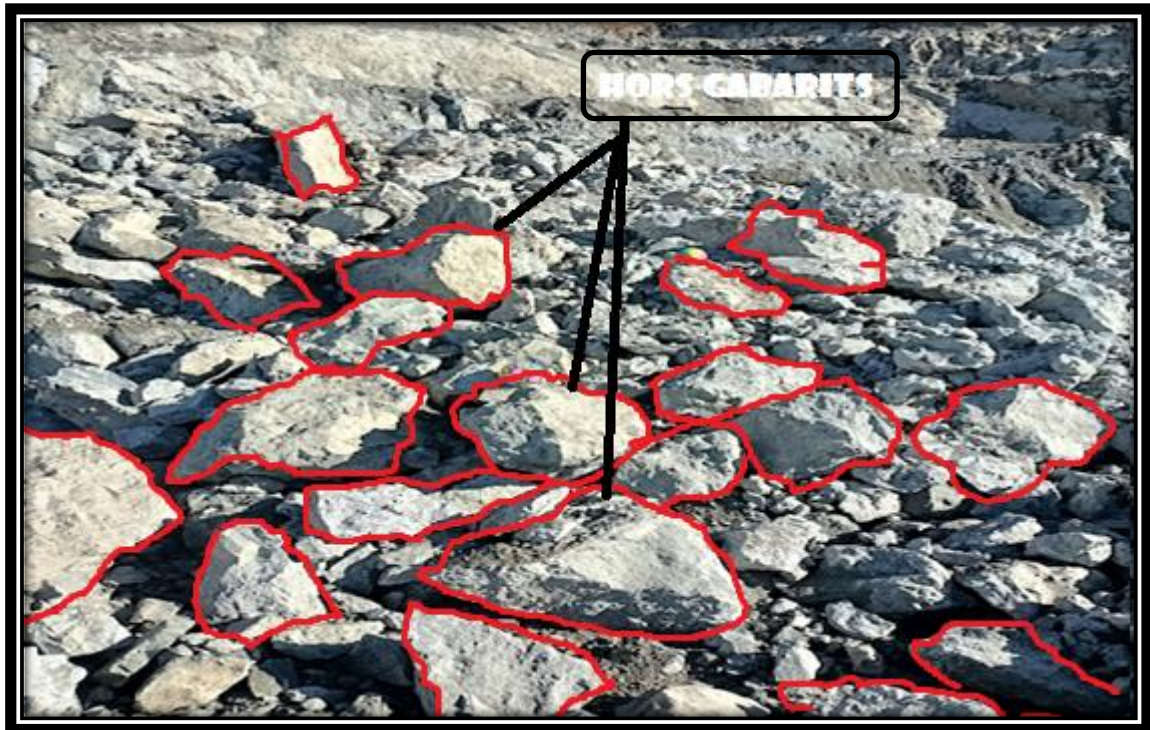


Figure 19. Taux des hors gabarits de si Mustapha

- **Pour la variation de la hauteur du gradin et le diamètre du trou**

Pour la variation de la hauteur du gradin et le diamètre des trous les résultats des calculs sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7. Résultats des calculs pour la variation des diamètres des trous avec une hauteur de gradin de 10m

Diamètre de trou	Hauteur du gradin =10m	
	105mm	110mm
Inclinaison	14°	14°
Bmax(m)	3.71	3.88
B(m)	3.36	3.53
A(m)	4.20	4.42
Ls(m)	1.11	1.16
Ltr (m)	11.42	11.47
B(m)	3.46	3.63
Lp(m)	4.37	4.60
Cp(kg/m)	6.33	7.01
Qp(kg)	27.69	32.28
Lb(m)	3.36	3.53
Lc(m)	3.68	3.33
Cc (kg/m)	3.16	3.50
Qc(kg)	11.62	11.70
Q (kg)	39.39	42.98
Vtr (m ³)	145.63	161.39
Qtr(kg)	378.75	419.62
Q (g/m ³)	0.270	0.272

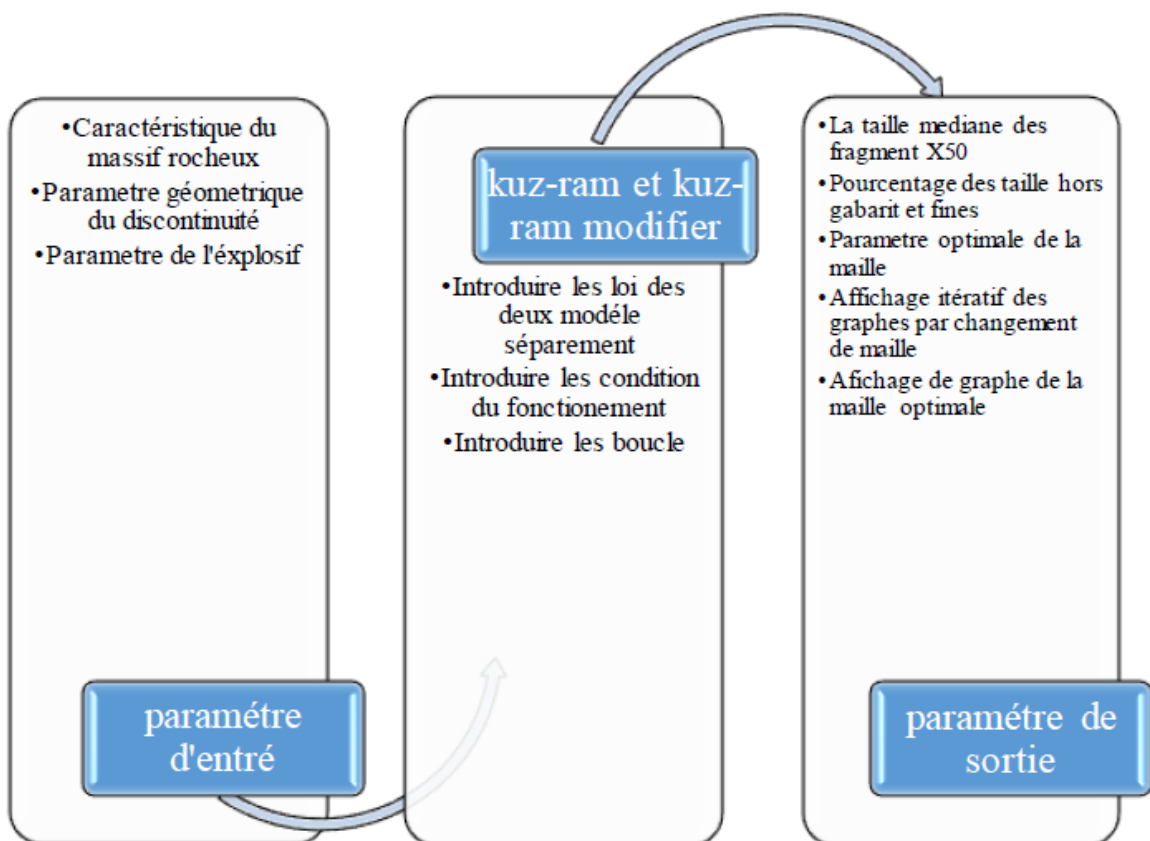
Tableau 8.. Résultats des calculs pour la variation des diamètres des trous avec une hauteur de gradin de 14m

Diamètre de trou	Hauteur du gradin =14m	
	105mm	110mm
Inclinaison	14°	14°
Bmax(m)	4.08	4.27
B(m)	3.61	3.8
A(m)	4.51	4.75
Ls(m)	1.22	1.28
Ltr (m)	15.65	15.75
B(m)	3.72	3.92
Lp(m)	4.69	4.94
Cp (kg/m)	6.62	7.35
Qp(kg)	31.11	36.4
Lb(m)	3.61	3.8
Lc(m)	7.35	6.92
Cc (kg/m)	3.31	3.67
Qc(kg)	24.35	25.61
Q(kg)	55.47	62
Vtr (m ³)	235.36	261.37
Qtr(kg)	611.94	679.57
Q(g/m ³)	0.235	0.237

Pour évaluer l'influence des éléments mentionnés précédemment, nous utilisons des modèles d'analyse granulométrique, qui se divisent en deux types : Dans notre cas, nous avons opté pour le modèle KuzRam.

II.7 Modèle KuzRam

KuzRam est une combinaison de deux formules semi-empiriques : l'équation de Kuznetsov et l'équation de Rosin-Rammler. Son objectif est de prédire la distribution des dimensions des fragments de roche après une explosion. L'équation de Kuznetsov, développée par Kuznetsov en 1973, est utilisée pour prédire le diamètre moyen des morceaux de roche issus de l'explosion. Cette formule était initialement spécifique à un type d'explosif. En 1982, Cunningham a développé une formulation plus généralisée de l'équation de Kuznetsov qui s'applique à d'autres explosifs commerciaux. Cette nouvelle formulation permet d'adapter la prédiction des dimensions des fragments en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque explosif utilisé. [10]



II.7.1 Organigramme représentatif du principe du fonctionnement des modèles kuz-ram [11]

– Résultats des prédictions de KuRam

Les valeurs détaillées des paramètres sont présentées dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 9. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 10 m

Dimension des blocs	Pourcentage
Roches hors gabarits	27.6%
Roches moyennes	4.42%
Roches fines	3%

Tableau 10. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 10 m

Dimension des blocs	Pourcentage
Roches hors gabarits	30%
Roches moyennes	66.7%
Roches fines	3.3%

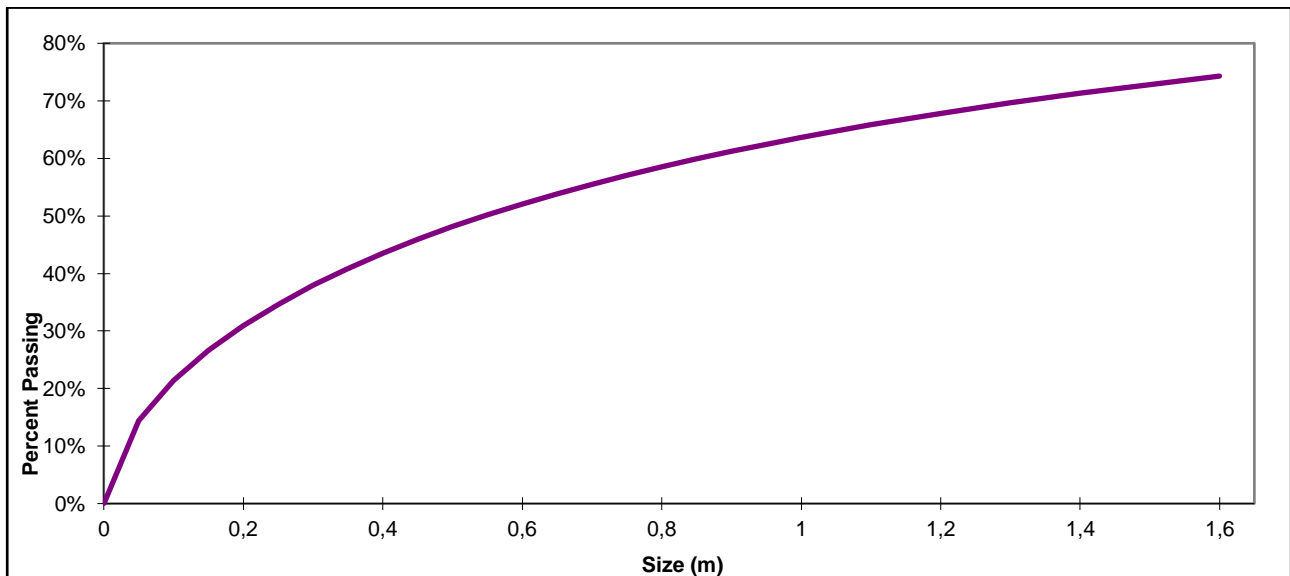


Figure 20. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 10m

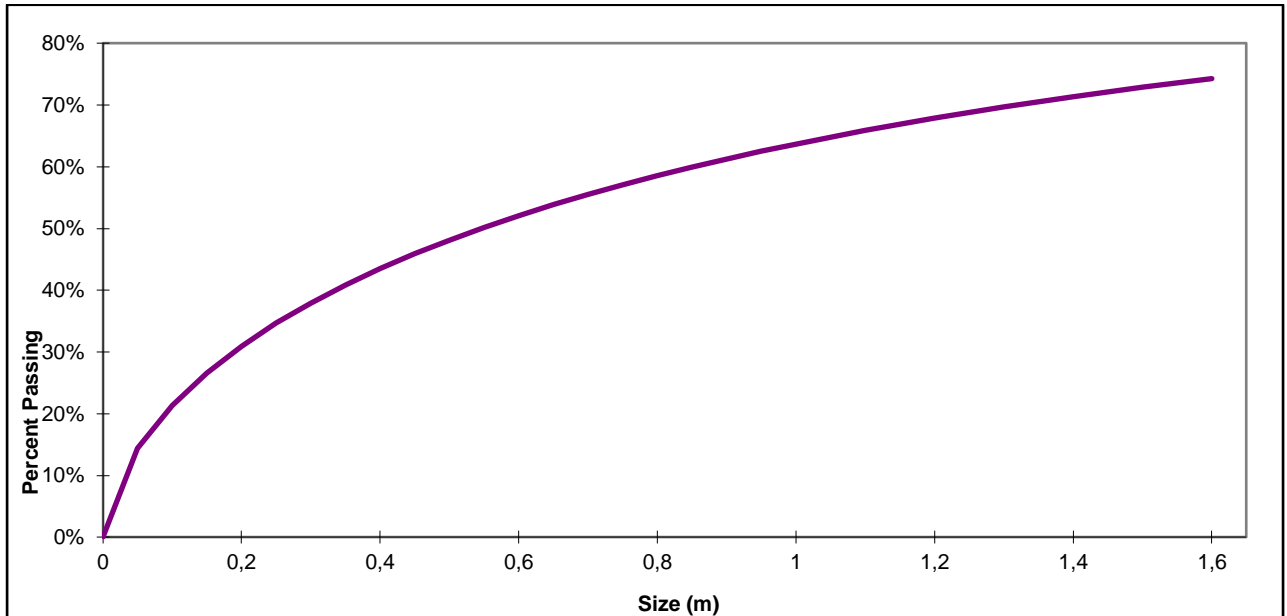


Figure 21. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 110mm et une hauteur de gradin de 10m

Tableau 11. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 14 m

Dimension des blocs	Pourcentage
Roches hors gabarits	42.1%
Roches moyennes	51.6%
Roches fines	6.3%

Tableau 12. Répartition de roches abattues pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 14 m

Dimension des blocs	Pourcentage
Roches hors gabarits	41.4%
Roches moyennes	53%
Roches fines	5.5%

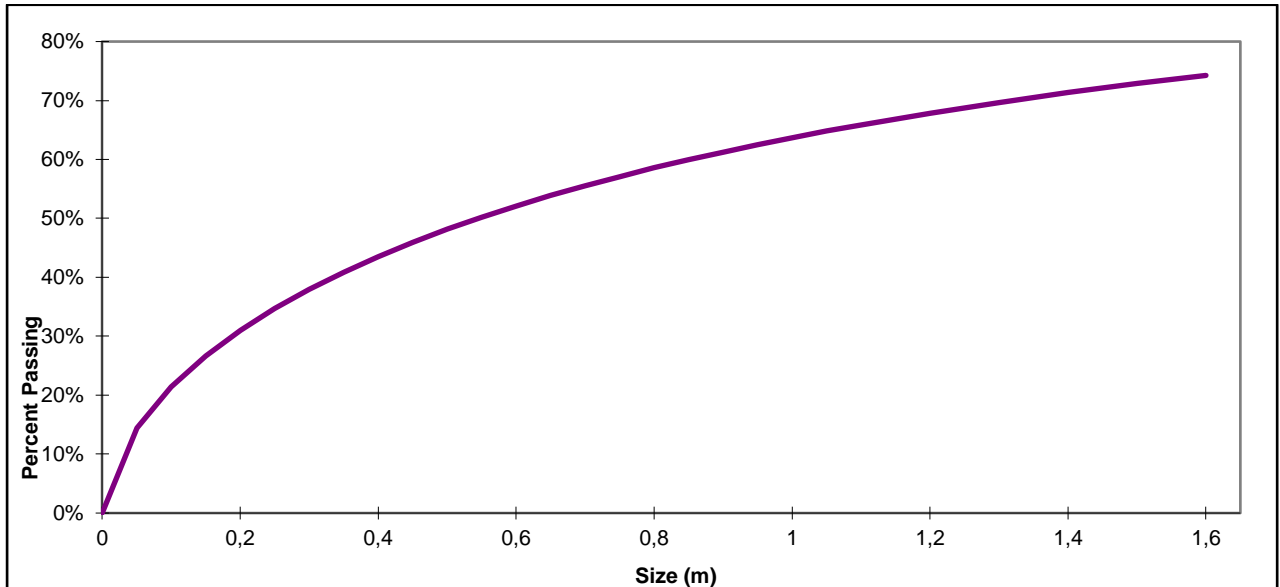


Figure 22. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 105 mm et une hauteur de gradin de 14m

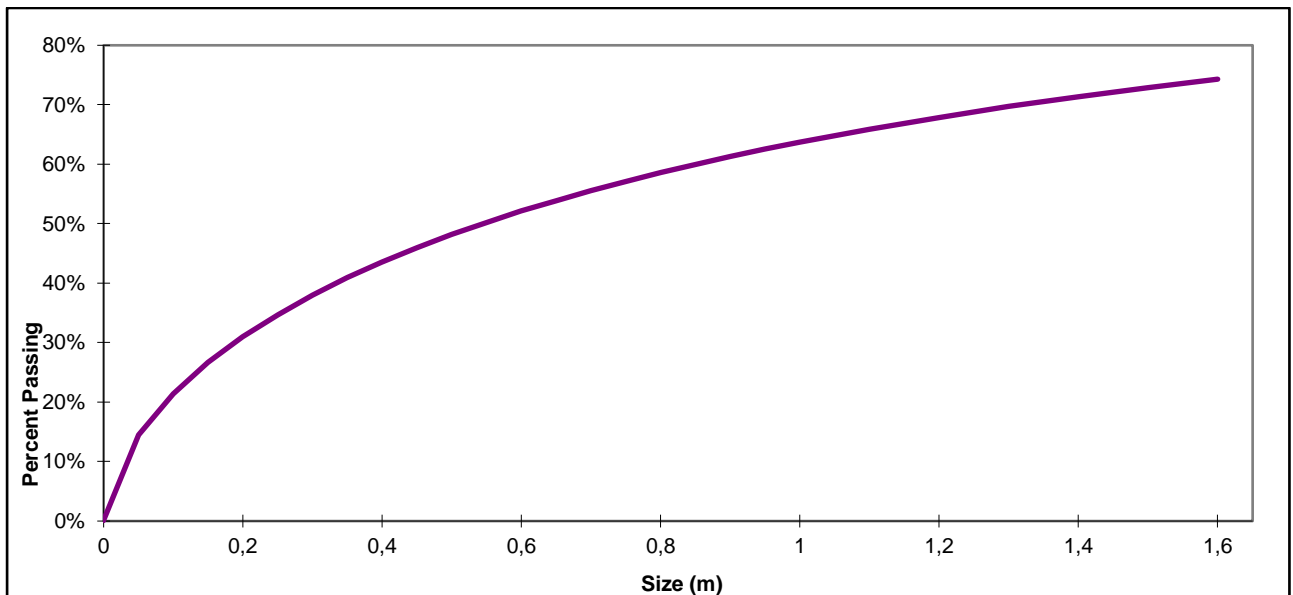


Figure 23. Courbe granulométrique des résultats pour un diamètre de 110 mm et une hauteur de gradin de 14m

- **Interprétation des résultats**

– **Pour la variation de diamètre :** Selon les tableaux 9 et 10, où la hauteur de gradin est la même, il est observé que le taux de hors gabarits est plus faible pour un diamètre de 110 mm par rapport à un diamètre de 105 mm. Les résultats des tableaux 11 et 12, où la hauteur de gradin est fixée à 14 mètres, confirment cette constatation.

– **Pour la variation de la hauteur de gradin** : Selon les tableaux 9 et 11, où le diamètre est identique (105 mm), on constate que le taux de hors gabarits est plus faible pour une hauteur de 10 mètres par rapport à une hauteur de 14 mètres. De plus, les résultats des tableaux 10 et 12 confirment cette observation théorique.

II.8 Conclusion

Selon les résultats des calculs et les prédictions de KuzRam, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Pour l'inclinaison des trous, on ne peut pas tirer de conclusion car cela exige des essais sur terrain.
- La variation du diamètre des trous, d'après KuzRam, a une influence sur le taux de hors-gabarits. Ce taux diminue avec l'augmentation du diamètre du trou et augmente avec sa diminution.
- Selon les prédictions de KuzRam, la variation de la hauteur de gradin a un effet sur le taux de hors-gabarits. Ce taux diminue avec la diminution de la hauteur de gradin et augmente avec son augmentation.

D'après les résultats des calculs et les prédictions de KuzRam pour résoudre le problème de taux élevé des hors gabarits on propose la diminution de la hauteur de gradin. Cependant, il est important de noter que ces résultats ne sont que des prédictions basées sur des calculs. Pour confirmer leur validité, il est essentiel de réaliser des essais réels sur le terrain.

Conclusion Générale

La carrière a une importance considérable dans le domaine de la construction et des routes, car la granodiorite extraite est utilisée pour le revêtement et la fabrication du béton. Cependant, l'abattage présente certains défauts, tels que la présence de pieds de gradin et un taux élevé de hors gabarits. L'analyse des causes de ces problèmes a révélé que l'état fracturé du massif rocheux est un facteur principal mais incontrôlable, de plus l'inclinaison des trous et la hauteur des gradins peuvent également influencer ces travaux.

Pour atténuer ces problèmes, on procède à la variation de l'angle d'inclinaison ($\alpha = 14, 16, 18$) et de la hauteur des gradins. Pour la hauteur des gradins, la méthode de KuzRam a démontré que la réduction de la hauteur peut résoudre le problème des hors gabarits. Cependant, en ce qui concerne l'inclinaison des trous, aucune conclusion définitive ne peut être tirée, car cela nécessite des essais sur le terrain. Il est donc nécessaire de continuer à étudier et à expérimenter pour trouver des solutions appropriées

Références Bibliographique

- [1] “Historique ENG.” <https://www.eng.dz/a-propos/historique-eng> (accessed Mar. 27, 2023).
- [2] entreprise Nationale des granulats, “Rapport géologiques de gisement de Granodiorite de Djbel Boukhnafer,” pp. 1–23, 2016.
- [3] L. Nabil and A. Abdellah, “projet d’ouverture et d’exploitation de gisement de granidiorite de Djbel Boukhnafer (Si Mustapha)”.
- [4] Primacord technical data sheet, detonating cord
- [5] wikipedia.org/wiki
- [6] larousse.fr/dictionnaires/francais/exploseur
- [7] scopex.fr/produits/exploseur-mecanique
- [8] wiki.org
- [9] Sandvik Tamrock Corp., “Rock excavation handbook,” 1999.
- [10] Kuznetsov. R, 1973: The mean diameter of fragments formed by blasting rock, soviet mining science, 9, 1973.
- [11] M. D. E. L. Enseignement, S. Et, and D. E. L. A. Recherche, “Thème Simulation des paramètres de tir par prédiction empiriques à l ’ aide des modèles KUZ-RAM & KUZ- RAM modifié,” pp. 2021–2022, 202

Annexe 1. Caractéristique des explosifs fabriqué par l'ONEX

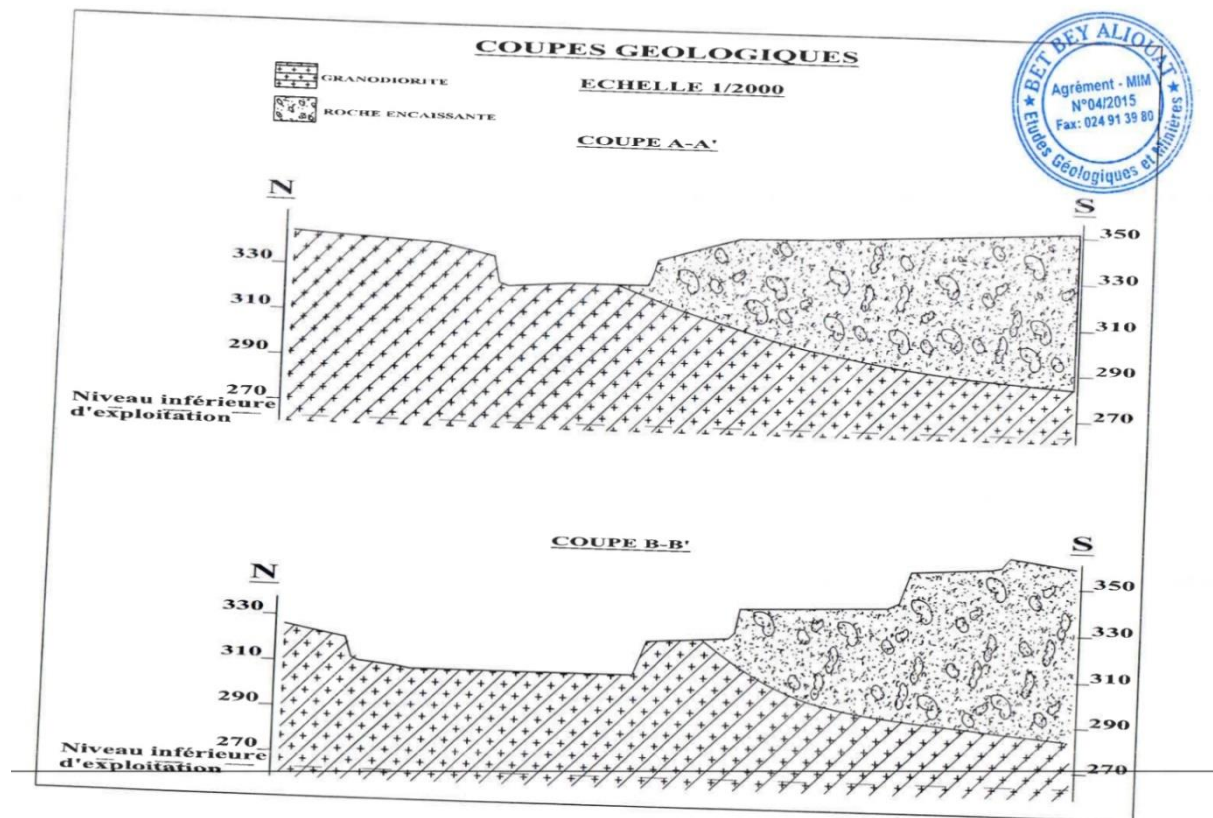
Destination commerciale	Résistance à l'eau	Densité	Vitesse de détonation (m/s)	Puissance C.U.P	C.S.E (cm)	Volume Gaz:(L/kg)	Utilisation
Géonit	Très bonne	1.50	5800	1.15	18	733	Explosif sismique en région humide et offshore. Explosive pour roche dure.
Gélanit I	Bonne	1.4	6300	1.33	08	865	Abattage en carrières roches dure
Gélanit II	Bonne	1.45	6000	1.27	06	808	Explosif pour roches dures. Abattages souterrains
Carmit	Médiocre	01	4500	1.27	10	892	Explosif pour roches dures à mi-dures
Marmanit I	Médiocre	0.95	4000	1.28	05	842	Explosif pour les roches de dureté moyenne. Abattages souterrains
Marmanit II	Médiocre	0.98	4100	1.27	02	868	Explosif pour roches de dureté moyenne
Marmanit III	Médiocre	0.95	3800	1.18	02	907	Explosif pour les roches tendres.
N.18 BIS	Médiocre	0.95	2500	1.16	4.5	/	Explosif sismique en régions sèche. Explosif pour roches tendres.
Anfomil	Médiocre	0.85	3000	1.15	0	975	Explosif pour travaux a ciel ouvert, Explosif pour roches tendres
TEMEX I	Très bonne	1.22	4500	/	5	/	Explosif pour travaux a ciel ouvert. Explosif pour roches dure
TEMEX II	Très bonne	1.22	4000	/	4	868	Explosif pour travaux a ciel ouvert. Explosif pour roches dure

Annexe. 2 La feuille de calcul utilisé pour les calculs par la méthode Langfors

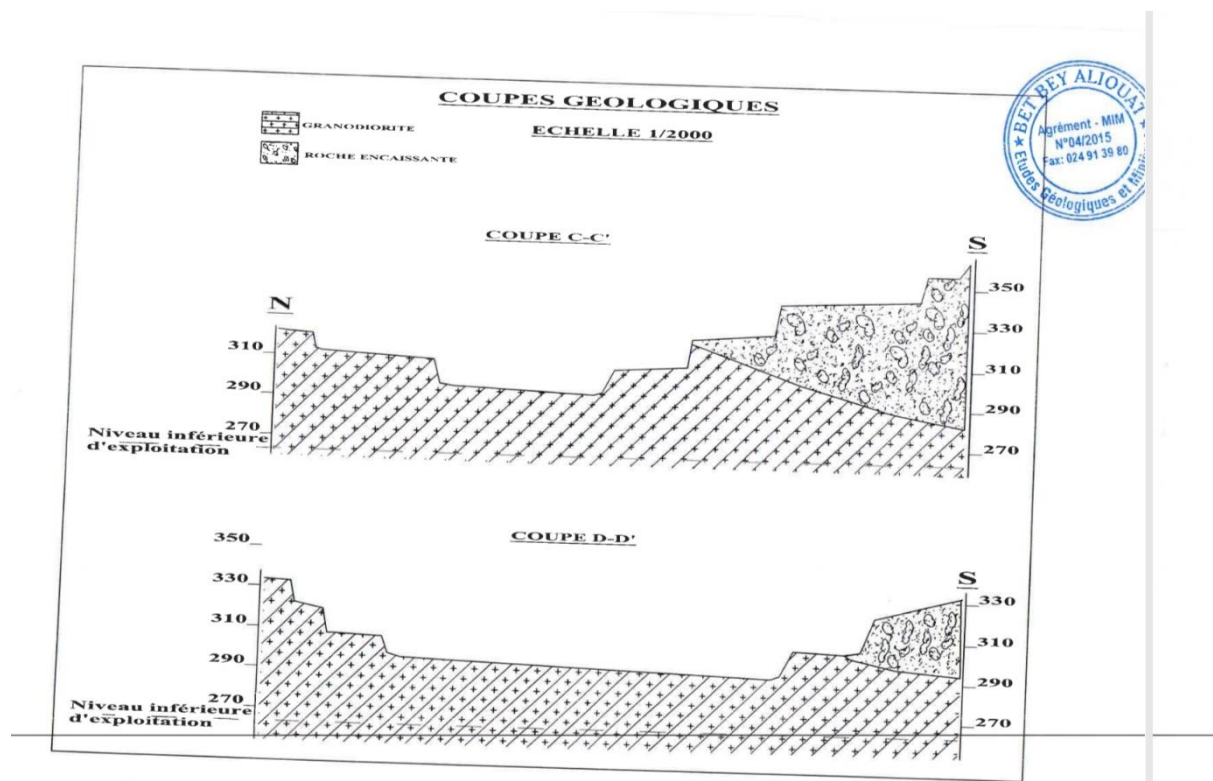
La méthode langfors

Hg(m)	14		
Dtr(mm)	105		
inclinaison	0,97		
densité	1,035		
F	0,47	Lp	4,69545844
densit de la roche	2,6	Cp	6,62700175
A/B	1,14	Qp	31,1168113
C	0,5	Lb	3,6118911
f	0,925	Lc	7,35020748
Et	3987	Cc	3,31350088
Eto	4848,8	Qc	24,3549189
Vg	868	Q	55,4717302
Vgo	850	Vtr	235,361602
S%	0,85541716	Qtr	611,940164
Bmax	4,0818911	q	0,23568726
B	3,6118911	Lch	12,0456659
A	4,51486388		
b	3,72359908		
Ls	1,22456733		
Ltr	15,657557		

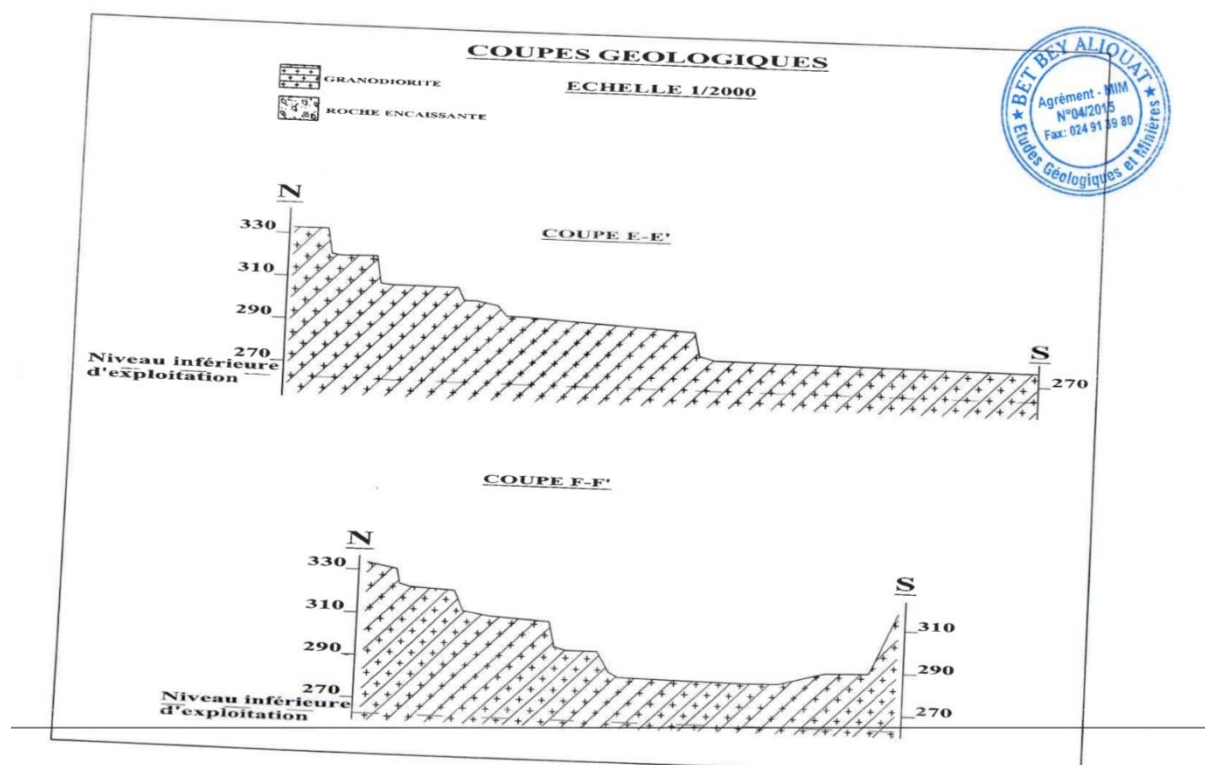
Annexe. 3 coupes géologique a échelle 1/2000 (coupe A-A')(B-B')



Annexe 4: coupe géologique (C-C')(D-D')



Annexe 5 : coupe géologique (F-F') ;(E-E')



Résumé

L'efficacité d'un tir de mine revêt une grande importance dans toute exploitation minière, tant du point de vue économique que technique. Les opérations d'abattage de roche doivent être réalisées de manière optimale afin d'obtenir une granulométrie qui optimisera les étapes ultérieures de l'exploitation, telles que le chargement, le transport, le concassage et le broyage. La fragmentation des roches est un concept complexe dans le contexte de l'exploitation des carrières, car elle dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- Les propriétés mécaniques du massif rocheux.
- Les paramètres du plan de tir.
- La configuration de la charge à l'intérieur du trou.
- Le mode d'initiation des charges.

L'objectif principal de cette étude est l'analyse des paramètres qui influencent la conception d'un tir. Par conséquent, nous proposons des recommandations visant à améliorer la qualité de la fragmentation.

Abstract

The efficiency of a blasting operation is of great importance in any mining operation, from both an economic and a technical point of view. Rock blasting operations must be carried out optimally to obtain a grain size that will optimize subsequent mining stages, such as loading, conveying, crushing and grinding. Rock fragmentation is a complex concept in the context of quarrying, as it depends on several factors, including:

- Mechanical properties of the rock mass.
- Blasting plan parameters.
- Load configuration inside the hole.
- Load initiation mode.

The main objective of this study is to develop a methodology for the design of a blast pattern that promotes adequate fragmentation of hard materials, such as rocks, when subjected to explosives. Such a methodology will facilitate systematic analysis of the parameters influencing blast design, and improve our understanding of the mechanisms of rock fragmentation by explosives. We therefore propose recommendations for improving fragmentation quality.