

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT: *G. Minier*

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Contribution à la Réalisation
d'un plan de tir dans les
Grandiorites de St. MUSTAPHA
En utilisant les Explosifs
Fabriqués En Algérie*

Proposé par :

L'u.k.f.g

Etudié par :

Leghrieb.y

Dirigé par :

D. M. A. Bachar.

PROMOTION : *Juin 1989*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى: "وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا"

وَقَالَ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: "مَنْ سَأَلَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ بِهِ عِلْمًا
سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ"

لِذَا أُرَادَ الْإِنْسَانُ أَنْ يَعْرِفَ مَقَامَ أُمَّةٍ مَا يَزِيدُ الْأُمَّةَ
فَلْيَنْظُرْ إِلَى مَدْرَجَةِ الْعِلْمِ فِي نَفْسِ أَسْبَابِهَا، فَلِلْعِلْمِ
شَأْنٌ عَظِيمٌ فِي حَيَاةِ الْأَفْرَادِ وَالْأُمَّةِ، فَهُوَ
السَّيَّاحُ الْوَارِثُ مِنْ ظِلْمَاتِ الْجَهْلِ وَالْخَبْطِ
فِي الْمَجْمُوعِ.

وَأَعْظَمُ أَنْوَاعِ الْعِلْمِ مَا اسْتَطَاعَ أَنْ يَعْرِفَ
الْإِنْسَانِيَةَ بِحَقِّيْقَةٍ وَجُودِهَا وَغَايَتِهِ، وَيَجِيبُ عَنْ أَسْئَلَتِهَا
الَّتِي ظَالَمَتْ حَيَاتِ الْمَفَكِّرِ وَالْعَالِمِ.

ثُمَّ يَلِيهِ كُلُّ عِلْمٍ يَحْتَقِقُ لِلْإِنْسَانِ الْخَيْرَ وَالرِّخَاءَ فِي دُنْيَاهُ،
وَيُعْرِفُهُ عَلَى مَا لَيْسَ الْكَوْنُ وَكَيْفِيَّةَ تَسْخِيرِهَا وَالنَّعْمَ بِهَا.
وَالْعِلْمُ لَيْسَ لَهُ جِنْسِيَّةٌ وَلَا حُدُودٌ، وَكُلُّ وَعَاءٍ
يَضِيْقُ بِمَا فِيهِ إِلَّا وَعَاءُ الْعِلْمِ فَهُوَ دُونَ مَا يَشْعُرُ.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

والله اعلم

أهدي هذا العمل المتواضع إلى:

- أبي العزيز الذي جدد لوكذا من أجل تربيته ثم تعليمي، وكذا أبي الحنود التي نشأت في فيضي حنانها وحبها.
- وإلى كل من جاءه بنية حسنة، من أجل إظهار كلمة الحق.
- وإلى رجال أحببتهم من خلال يسرهم العطرة.

« لغريب يومئذ »

REMERCIEMENTS

Mes sinceres remerciements s'adressent au personnel d'encadrement technique et administratif de l' "E.N.P.A "et l'U.R.E.G", et a tout ceux qui ont bien voulu participer de loin ou de pres par leurs capacités pedagogiques et techniques pour que ce travail voit le jour :

-Mr.le Dr. :MOHAMMED AGUID BACHAR.

Pour les conseils utiles, le temps precieux, l'encouragement continu, qu'il me accordè durant l'elaboration de ce travail;..

-Mr.le Dr. :KOCH

Pour son suivi serieux et ces aides multiformes .

-Mr.(le S.D. du departement mine"U.R.E.G.") : SALHI MOHAMMED.

Pour l'aide precieuse qu'il me apportè durant toute l'année scolaire.

-Mr. le chef de depart.(AIT YAHYATENE.A.), et l'ex.chef de depart.(SAADA .A).

Pour leurs demarches administratives.

-Mr. :LOUMI KHALED,(Magistère en Geologie).

POUR ces aides gentilles et volontaires.

Je tiens également a associer a ces remerciements tous les professeurs qui ont contribué a ma formation.

Sans oublier Messieurs les membres du JURY qui se feront l'honneur de juger ce modeste travail.

CHAPITRE N°I: CONDITIONS TECHENICO-GEOLOGIQUES.

| | |
|--|----|
| 1.1- Généralité et situation géographique..... | 01 |
| 1.2- Conditions géologiques..... | 01 |
| 1.2.1- Structure tectonique et fissuration..... | 01 |
| 1.2.2- Mineralogie et pétrographie..... | 03 |
| 1.2.3- Hydrogéologie..... | 05 |
| 1.2.4- Caractéristiques physico-mécaniques:..... | 06 |
| a- Essais physico-mécaniques réduits..... | 06 |
| b- Résistance mécanique..... | 06 |
| c- Abrasivité..... | 06 |
| d- Broyabilité..... | 07 |
| 1.2.5- Les réserves géologiques et le coefficient de découverte..... | 07 |
| 1.2.6- Les travaux effectués sur site..... | 08 |
| a- Échantillonnage..... | 08 |
| b- Localisation et mesures des failles et diaclases..... | 08 |
| c- La photographie..... | 08 |

CHAPITRE N°II: ANALYSE ET APPRECIATION DES CONDITIONS TECHENICO-MINIERES ET TECHNOLOGIQUES.

| | |
|---|----|
| 2.1- Définitions..... | 12 |
| 2.2- Paramètres technico-miniers de la carrière..... | 12 |
| 2.2.1- Délimitation de la carrière..... | 12 |
| 2.2.2- Capacité, durée de vie et régime de fonctionnement de la carrière..... | 13 |
| 2.2.3- Les travaux miniers et la mécanisation complexe dans la carrière..... | 14 |
| 2.3- Procédés de découverte..... | 15 |
| 2.3.1- Définitions et généralités..... | 15 |
| 2.3.2- Mode de découverte dans la carrière..... | 17 |
| 2.4- Système d'exploitation..... | 18 |
| 2.4.1- Généralités..... | 18 |
| 2.4.2- Éléments du système d'exploitation..... | 18 |
| 2.4.3- Les processus technologiques..... | 19 |
| 2.5- Travaux de foration et de tir..... | 20 |
| 2.5.1- Procédés et engins de foration..... | 20 |
| 2.5.2- Les dimensions de la fragmentation..... | 20 |
| 2.5.3- Les paramètres du plan de tir employés..... | 20 |
| 2.6- Les propriétés géomécaniques et technologiques..... | 21 |
| 2.6.1- Les propriétés géomécaniques..... | 21 |
| 2.6.2- Les propriétés technico-minières des roches..... | 24 |

CHAPITRE N°III: LES EXPLOSIFS ET LEURS ACCESSOIRES.
A- Notion général sur les substances explosives.

| | |
|---|----|
| 3.1- Généralités sur les substances explosives..... | 29 |
| 3.2- Types d'explosions..... | 30 |
| 3.3- Classification des substances explosives..... | 31 |
| 3.3.1- Selon leurs compositions chimiques..... | 31 |
| 3.3.2- Selon leurs applications..... | 31 |
| 3.3.3- Selon leurs emplois pratiques..... | 31 |
| 3.4- Types d'explosifs..... | 31 |
| 3.4.1- Les explosifs..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.4.2- Les poudres..... | 35 |
| 3.5- Caracteristiques des explosifs..... | 36 |
| 3.5.1- La brisance..... | 36 |
| 3.5.2- L'energie des explosifs..... | 36 |
| 3.5.3- La sensibilite..... | 37 |
| 3.6- Les choix des explosifs..... | 37 |
| 3.7- Accessoires des explosifs..... | 38 |
| 3.7.1- Artifices pyrotechniques..... | 38 |
| 3.7.2- Artifices electriques..... | 40 |
| 3.8- Les charges..... | 40 |
| 3.9- Chargement d'explosifs..... | 42 |
| 3.9.1- Chargement manuel..... | 42 |
| 3.9.2- Chargement pneumatique..... | 42 |
| 3.10- La securite dans le stockage, le transport et l'emploi des explosifs..... | 42 |
| 3.10.1- Depots d'explosifs..... | 42 |
| 3.10.2- Le transport..... | 43 |
| 3.10.3- La securite..... | 43 |

B- Les explosifs fabriques en Algerie.

| | |
|--|----|
| 3.11- Les explosifs fabriques en Algerie..... | 47 |
| 3.11.1- Presentation des explosifs fabriques au sein du comp- lexe..... | 47 |
| 3.11.2- Les caracteristiques des differents types d'explosifs..... | 50 |
| 3.11.3- Les artifices de mise a feu..... | 52 |
| 3.11.4- Les prix de vente des produits finis..... | 54 |

CHAPITRE N°IV: PLAN DE TIR.

| | |
|--|----|
| 4.1- Generalites..... | 55 |
| 4.1.1- Introduction..... | 55 |
| 4.1.2- Tir des charges..... | 56 |
| 4.2- Exigence a l'egard des travaux de tir dans la carriere..... | 57 |
| 4.3- Choix de la methode de tir..... | 59 |
| 4.3.1- Les differents types de tir dans les mines profondes..... | 59 |
| 4.3.2- Tir specieux..... | 60 |
| 4.4- Choix du procede de foration, du diametre du trou et l'engins..... | 62 |
| 4.4.1- Procedes de foration..... | 62 |
| 4.4.2- Diametre des trous de mine..... | 63 |
| 4.4.3- Engins de foration..... | 63 |
| 4.5 - Calcul de la consommation specifique d'explosif..... | 64 |
| 4.6- Cacul des parametres du plan de tir..... | 64 |
| 4.6.1- Appreciation du degre de fragmentation..... | 64 |
| 4.6.2- Engin necessaire pour la fragmentation..... | 66 |
| 4.6.3- Energie de destruction..... | 66 |
| 4.6.4- Determination de la consommation specifique..... | 67 |
| 4.6.5- Diametre du trou de mine..... | 67 |
| 4.6.6- La ligne de resistance au pied du gradin..... | 68 |
| 4.6.7- Distance entre les trous de la rangee..... | 69 |

| | |
|--|----|
| 4.6.8- Calcul de la longueur du bloc..... | 69 |
| 4.6.9- Calcul du nombre du trous par tir..... | 69 |
| 4.6.10-L'axe de forage..... | 69 |
| 4.6.11-Longueur du trou..... | 69 |
| 4.6.12-La charge par trou..... | 69 |
| 4.6.13- La longueur de la charge du trou.t..... | 70 |
| 4.6.14-La longueur du bourrage..... | 70 |
| 4.6.15-Nombre de rangee..... | 70 |
| 4.6.16-Construction des charges d'explosifs..... | 70 |
| 4.6.17-Longueur de l'espace libre entre les deux chargs..... | 71 |
| 4.6.18-La distance entre la chargé et la bouche du trou..... | 71 |
| 4.6.19- Les schemas des plans de tir..... | 71 |
| CONCLUSION GENERALE | 74 |

Les matériaux de construction jouent un rôle très important sur tous les plans, social; économique et technique ce rôle deviendra capital dans les pays qui rencontrent un problème de logement.

Parmi ces matériaux on a dans les environs d'alger, l'agrégat de si- MUSTAPHA qui alimente plusieurs unités et entreprises par la granodiorite à granulométrie variable, suivant les fins à laquelle est destinée, béton et routes.

Vu l'importance économique de cette carrière, une étude détaillée du gisement est exigé avant la phase d'exploitation, c'est la tâche accomplie par L.U.R.E.G. (D.R.E.G. précédemment).

Les travaux détaillés mis en œuvre par la D.R.E.G. en mars-mai 1976 sur une partie du massif (dite si-MUSTAPHA) ont conduit à la localisation de 64 400 000 tonnes de réserves.

pour avoir un appoint de réserves propres à assurer le fonctionnement normal de l'unité d'agrégat durant 50 ans la D.R.E.G. a réalisé en 1978, une étude géologique complémentaire (l'établissement des logs de sondages et l'échantillonnage des carottes).

les travaux de prospection repris en janvier 1979 consistaient en un prélèvement d'échantillons carottes supplémentaires pour une étude plus approfondie.

La structure et la tectonique du gisement ont été étudiées fin 1979 début 1980

Pour faciliter la tâche d'exploitation de ce gisement, il faut avoir un plan de tir qui répond aux conditions suivantes.

- Assurer la production journalière, mensuelle et annuelle.
- La granulométrie uniforme et convenable pour le traitement mécanique.
- Diminution du pourcentage des blocs hors gabarit.
- Assurer la sécurité des travailleurs et de l'environnement.
- Minimiser la consommation d'explosifs sur site et l'énergie électrique, au niveau de la station de concassage.

C'est dans ce sens que se situe notre contribution quand à la réalisation de ce projet de fin d'étude; contribution à la réalisation d'un plan de tir dans les granodiorites de si-MUSTAPHA, en utilisant les explosifs fabriqués en algérie.

CHAPTER I
CONDITIONS TECHNICAL-SCIENTIFIC

CHAPITRE : (I)

- CONDITIONS TECHNIQUES-GÉOLOGIQUES -

1.1. Généralité et situation géographique :

Le gisement de granodiorites de SI-MUSTAPHA est situé à 53 km de l'est d'Alger et à 3 km au nord-est de Thenia (voir fig 1).

Ce gisement se trouve dans la partie centrale du massif OULED BEN MELAH. Les routes nationales N° 5 et N° 12 passent à 2 km. Au sud de celui-ci, une route goudronnée THENIA-ZEMOURI touche le flanc Nord-ouest du gisement. Un chemin en terre battue descend par le versant EST du massif de THENIA et une voie ferroviaire ALGER-TIZI-OUZOU passe parallèlement à la route nationale N° 12.

La gare de THENIA est située à 3 km au sud-ouest du gisement.

Une ligne de haute tension passe à 4 km vers le sud du gisement et une ligne secondaire à partir de celle-ci sert à alimenter l'unité. Par endroit, la surface du gisement est couverte de plants. Le versant sud descend en pente douce jusque dans la vallée de l'ouest ISSER. Sa superficie est occupée par des plantations fruitières des oliviers, des potagers et des pâturages. Le versant sud-ouest est fortement dénudé et se termine en conyon dans la carrière SONATRACH. La carrière a été implantée à proximité de la faille régionale de THENIA. Dans la partie sud du massif granodioritique, caractérisée par une puissante zone d'altération et d'hématite et affectée par de très intenses mouvements tectoniques.

1.2. Conditions géologiques :

1.2.1. Structure tectonique et fissuration :

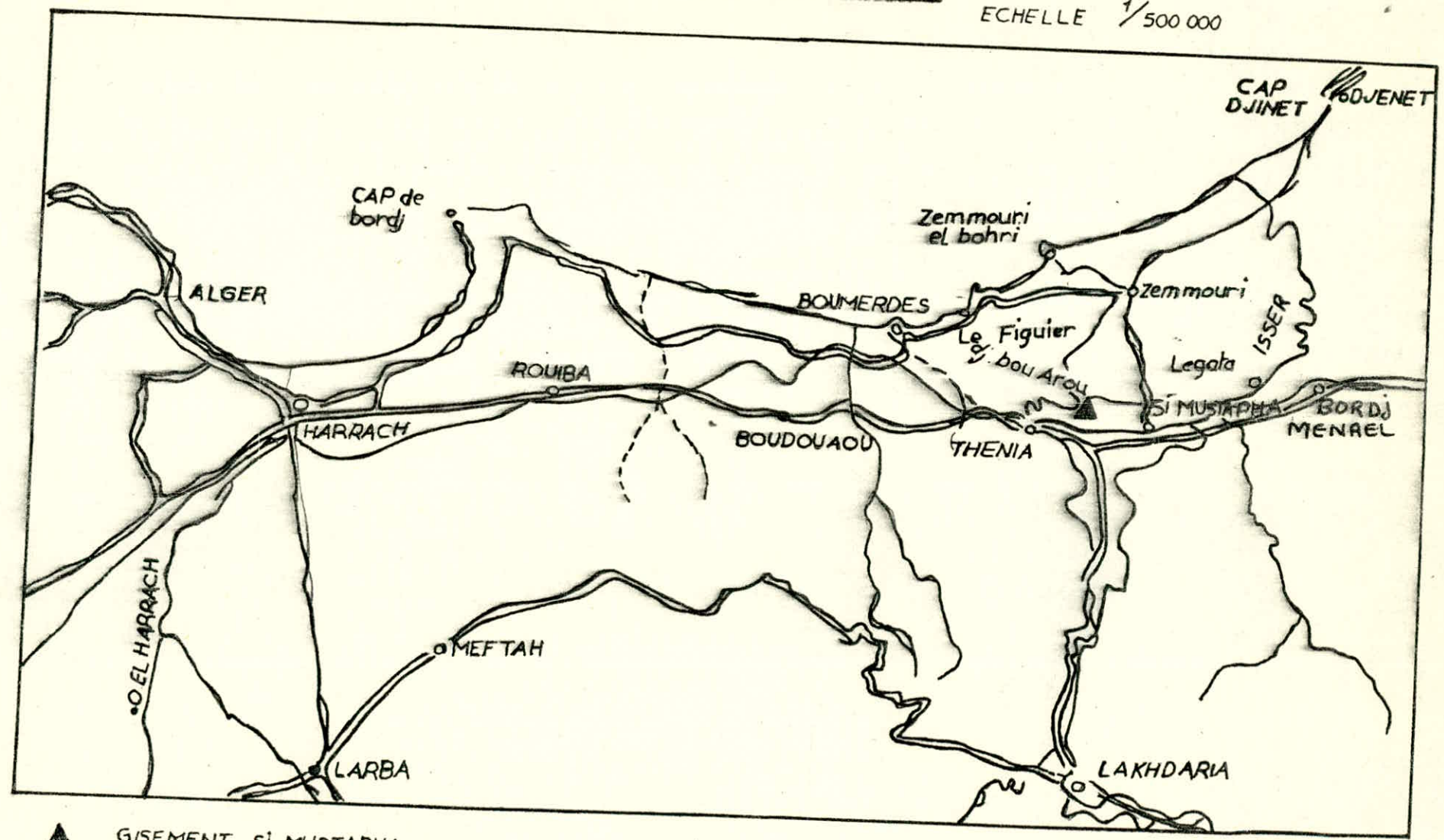
L'interprétation des photos aériennes au 1 / 25 000, l'étude desaffleurements naturels et artificiels (carrière sonatrach, sonatro). Et l'examen des carottes de sondages, indiquent que la région est caractérisée par un contexte tectonique complexe. Vers le sud, au-delà de la surface explorée, le contact passe par une faille qui bien que masquée sous les terrains quaternaires apparaît nettement sur les photos aériennes. L'orientation de cette faille est sud-est-nord-ouest et fait jonction vers l'ouest du massif avec une zone d'accidents sensiblement Est-ouest de contact nord entre granodiorites et roches encaissantes. La zone étudiée est caractérisée par la prédominance d'accidents tectoniques de directions Est-ouest. Ainsi la partie Nord de l'aire explorée est affectée par plusieurs accidents parallèles distants de 100 à 125m. Les zones tectoniques des accidents disjonctifs sont marquées par un développement généralisé de cataclasites et de brèches de granodiorite. Ces zones sont marquées par une forte porosité et un degré de résistance mécanique moindre.

D'une manière générale, dans la carrière de SI-MUSTAPHA les roches sont fortement fissurées et micro-fissurées avec des zones de broyage et de bréchification au voisinage des accidents tectoniques.

Les roches constituant les zones de bréchification sont également marquées par une forte fissuration. Les plans des fissures montrent des stries qui indiquent un déplacement.

carte de situation regionale

ECHELLE 1/500 000



▲ GISEMENT SI MUSTAPHA

FIG. 1

2

Pour déterminer la puissance des zones de roches fortement fissurées et bréchiques, les sondages de recherche ont été réalisés et les résultats obtenus sont reportés dans (le tableau N° 1 suivant).

* TABLEAU N° 1:

Calcul de puissance des zones de roches fortement fissurées et bréchiques suivant les sondages de recherche

| N° DU SONDAGE | PUISSANCE DE L'ASSISE UTILE SUIVANT LES SONDAGES (M) | PUISSANCE DES ZONES SUIVANT LES SONDAGES | | FLUCTUATION DE LA PUISSANCE DES ZONES (M) |
|---------------|--|--|------------------|---|
| | | M | % | |
| S-1 | 170,0 | 17,20 | 10,7 | 1,0 - 3,5 |
| S-26 | 67,0 | 7,40 | 10,0 | 1,0 - 3,5 |
| S-27 | 55,6 | 9,95 | 17,9 | 1,0 - 3,05 |
| S-28 | 37,2 | 6,10 | 16,4 | 1,05 - 3,05 |
| S-29 | 103,4 | 44,0 | 42,5 | 0,1 - 5,8 |
| S-30 | 54,5 | 16,9 | 31,0 | 1,3 - 3,0 |
| | 487,7 | 101,55 | 20,8 | |
| | | | MOYENNE PONDEREE | |

1.2.2. Minéralogie et pétrographie :

La granodiorite est une roche qui appartient à la famille des granites. D'après la classification chimique et minéralogique, elle se trouve entre la granite et la diorite. Du point de vue pétrographique c'est une roche magmatique, plutonique, à texture grenue. Elle est constituée essentiellement:

- De feldspaths (52 à 69 %).
 - . Feldspaths alcalins (orthoclase)
 - . Feldspaths calco-alcalin ou plagioclase (de type oligoclase, andésite).
- Plus rare de grains irréguliers de quartz (10 à 17 %).
- Biotite (0 à 10 %).
- Chlorite (5 à 10 %).
- Amphibole de type hornblende (0 à 5 %).
- Les minéraux métalliques (magnétite et pyrite) et accessoires (apatite, sphène, zircon, tourmaline) sont présents, proportion d'environ 1 % de la masse générale de la roche.
- En trouve aussi environ (2 à 10 %) de calcite.
- Rarement de pyroxène.

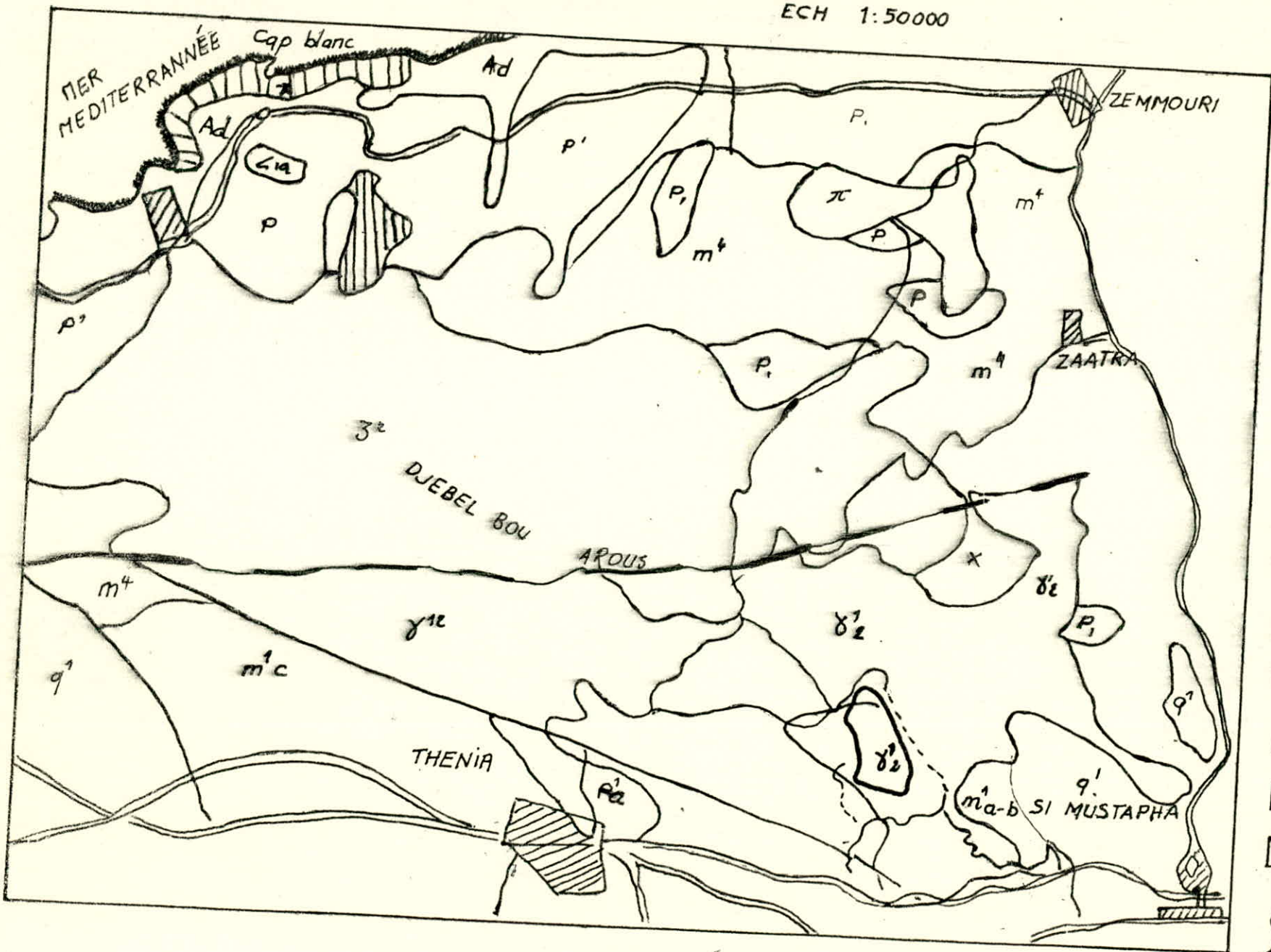
Le gisement est constitué de granodiorite et de diorites quartziques grises ou gris foncé teintées de vert, à structure massive.

D'après les résultats de l'étude pétrographique, la granodiorite et les diorites quartziques ont une structure hypidiomorphe grenue ou souvent, porphyroïde.

La teinte verdâtre est due à la présence dans les roches de minéraux foncés comme l'hornblende, chlorite, biotite et plus rarement, de pyroxène.

CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE THENIA
ECH 1:50000

FIG. 2



- Ad dunes
- q1 alluvions anciens actuels
- P1 sable rouge Pliocène Supérieur
- Pa conglomerats et sable de THENIA
- m+ marnes bleues sahéliennes
- m+c carténien - marnes dures
- m'a-b carténien inf - poudingues
- x schistes salines Phyllades conglomerats
- z2 micaschistes et schistes micaces
- pi'a conglomerats liparitiques
- pi liparites feldspathiques
- pi liparites quartifères
- delta'2 granodiorites THENIA
- / faille
- S limite du gisement

On observe une chloritisation quasi-généralisées de la biotite et de l'amphibole .Il n'est pas rare de voir la chlorite se substituer complètement à la biotite et les carbonates et de la montmorillonite se développer au dépens des plagioclases.

La calcite constitue (2 à 10 %) de la masse totale des roches et se développe, en minces filats et grains isolés, dans les interstices. Parallèlement les feldspaths subissent une séricitisation alors que la chloritisation gagne la biotite et les amphiboles.

On peut expliquer la présence de calcite, pyrite et chlorite par une altération hydrothermale due à une infiltration des eaux thermals et des composés volatiles dans les fissures et les micro-fissures.

Il faut bien signaler une hétérogénéité du gisement, qui est expliquée par une contamination crustale du magma. C'est à dire lors de l'intrusion de la granodiorite à travers le socle cristallin, le magma a été contaminé par les roches en-caissantes cela est prouvé par la présence d'inclusion visibles différents d'après leurs dimensions (quelque cm jusqu'a 2 m). Leurs structures (grenue ou avec linéation visible), leurs couleurs (souvent plus foncé), et probablement d'après leurs compositions minéralogique et chimique.

Dans le périmètre du massif de granodiorites, la zone d'altération superficielle est irrégulière en extension latérale comme en profondeur.

Au coeur de l'accident et un concordance avec celui-ci, on observe une zone de minéralisation hématitique épaissé de (0,6 à 0,8 m), et langue de plus de 6m. Cette intensification du processus d'hématisation témoigne de la présence d'une cassure profonde. Les roches quaternaires sont largement représentées dans la région du gisement par des formations de pentes et des terrains éliminaires, épais de 1 à plus de 12 m. Elle sont constituées des sables argileux bruns et d'arènes contenant des cailloux de granodiorites et des passées d'argiles.

Engénéral, les roches de couverture atteignent leur maximum d'épaisseur dans les zones d'accidents tectoniques (zones de bréchification et de cataclase).

1.2.3. L'hydrogéologies

Le réseau hydrographique de la région est bien développé a 4 km au S.E. du gisement on trouve l'oued "ISSER" à 13 km à l'ouest l'oued BOUDOUAOU ayant plusieurs affluants.

La superficie du gisement en question est presque dé-pour-vue de source d'eau, excepté une petite source (0,02 L / S) jaillissant dans la partie N.E. du site de l'unité de coreussage , qui semble liée aux accidents tectoniques de direction N.W. Les sondages de prospection n'ont pas recoupé de nappe aquifère.

Le relief du terrain permet l'éconlement des eaux par gravitation.

la haute perméabilité des granodiorites fissurées favorise l'infiltration des eaux atmosphériques. La quantité des eaux souterraines est fonction des précipitations annuelles qui peuvent atteidre ici 800 mm/ an. Par conséquent, les conditions hydrogéologiques du gisement sont favorables pour son exploitation.

1.2.4. Caractéristiques physico-mécaniques:

a - Essais physico-mécaniques réduits :

Les essais physico-mécaniques réalisés en 1976 ont porté sur:

- Poids volumique et absorption d'eau = 9 échantillon.
- Poids spécifique et porosité = 8 échantillon.

Le poids volumique des granodiorites était dans la plupart du échantillons compris entre 2,4 et 2,6g / cm³, en moyenne 2,5g / cm³.

L'absorption d'eau variait de 0,2 à 3,6 % mais ne dépassait pas pour l'essentiel 2 % sa valeur moyenne était de 1,3 %.

La porosité varie en général de 2,6 à 6,1 %.

Les essais physico-mécaniques, effectués dans le cadre des travaux de recherches complémentaires de 1978 - 1979, sur les échantillons carottés et les prélèvements faits sur les affleurements et dans la carrière SONOTRACH, ont donné les résultats suivants:

- Poids volumique (76 éch): 2,35 à 2,65g / cm³, soit 2,5g / cm³ en moyenne.
- Poids spécifique (90 éch): 2,5 à 2,85g / cm³, soit 265g / cm³ en moyenne.
- Absorption d'eau (77 éch) 0,09 à 3,88 % et se situe ou dessus de 2 % dans la majeure partie des échantillons.
- Porosité (76 éch) : 0,07 à 6,51 % certains échantillons présentent des volumes de porosité plus élevées.

Les valeurs moyennes de porosité sont de 4,09 % dans zone d'études complémentaires et de 4,25 % pour l'ensemble du gisement.

b - Résistance mécanique :

Elle est déterminée sur 15 échantillons (provenant de 5 sondages) et varie de 199 à 1130 kg / cm². Les échantillons sont essentiellement constitués de granodiorites dures mais fissurées . La fissuration élevée assure une destruction rapide de l'échantillon. Les échantillons ayant un poids volumique au dessus de 2,7g / cm³ et une faible absorption d'eau (inférieur à 1 %) se caractérisent par des valeurs de résistance à la compression plus élevée (plus de 1000kg/cm²). Les granodiorites ayant une faible résistance à la compression (200 à 300 kg / cm²) montrent de hautes valeurs de broyabilité au cours des essais de compression dans le cylindre (calosse d'agrégats 800 à 1200).

c - Abrasivité :

Le coefficient " los angles " varie (d'après les données de 18 échantillons) de 17,5 à 32,0 % et constitue en moyenne 24,1 %.

Conformément aux normes en vigueur en URSS (G.O.S.T. 8267-75) les valeurs de résistance à l'abrasion des agrégats en question permettent de les reporter avec classes UI et U II, exceptés deux échantillons appartenant à la classe U III pour l'ensemble du gisement, l'abrasivité des agrégats est de 26,6 % ce qui correspond à la classe U II.

Les essais physico-mécanique faits sur l'échantillon technologique N° 1 ont donné une abrasivité dans le tambour à palettes, égale à 26,04 % (classe U II).

Les essais de broyabilité dans le cylindre ont été faits sur 22 échantillons de granodiorites.

Ils ont donné des valeurs de pertes de masse allant de 9,60 à 24,06 %, soit 17,7 % en moyenne, ce qui correspondait à la classe 1000 des agrégats de roches intrusives.

La détermination de la classe d'agrégats fait sur les carottes de petite diamètre donne des résultats légèrement au dessus des valeurs réelles.

Cela est dû à l'évacuation des particules friables aux cours du forage avec injection d'eau, ainsi qu'à la forme arrondie des agrégats. Les déterminations de contrôle se font normalement sur des échantillons provenant d'autres ouvrages miniers (carrières, puits). L'indice de broyabilité de l'échantillon technologique N° 1 (pris sur le site de l'unité de concassage de S.N.M.C.) était de 17,96 % (classe 1000). Il en ressort que d'après les normes soviétiques les granodiorites de SI-MUSTAPHA appartiennent à une classe de broyabilité élevée égal en moyenne à " 1000 ".

Une large fourchette des classe de broyabilité, allant de " 600 à 1200 " s'explique par la présence sur le gisement des zones de forte fissuration et bréchiques.

*LES PRINCIPAUX RESULTATS DES ESSAIS PHYSICO-MECANQUES SONT REPORTEES DANS LE TABLEAU N° 2:

| E S S A I S | QUANTITE D'E- CHANTILLONS | ECHANTILLONS INDIVI- DUELS SUIVANT LES CAROTTE DES SONDAGES | | | ECHANTILL- ONS TEC- NOLOGIQUE. |
|---|------------------------------|---|-------|------|--------------------------------------|
| | | DE | A | MOY. | |
| Poids volumétrique | 173 | 2,35 | 2,65 | 2,5 | |
| POIDS volumétrique apparent | - | - | - | - | 1,43 |
| Absorption d'eau (%) | 77 | 0,09 | 3,88 | | 0,62 |
| Porosité (%) | 76 | 0,07 | 6,51 | - | - |
| Poids spécifique, g/cm ³ | 90 | 2,50 | 2,83 | 2,65 | 2,850 |
| Resistance à la compression g/cm ³ | 15 | 199 | 1130 | - | - |
| Resistance à l'abrasion | 34 | 14,2 | 39,7 | 26,6 | 26,04 |
| LOS ANGLES | | | | | |
| Broyabilité | 22 | 9,60 | 24,06 | 17,7 | 17,96 |
| Taux de rendement des agrégats | 32 | 79,6 | 89,1 | 85,1 | 77,26 |

1.2.5. Les réserves géologiques et la coefficient de découvertures:

Les calcul des réserves de granodiorites du gisement SI-MUSTAPHA fut réalisé en tenant compte des limites éventuelles de la carrière dont l'angle de talus du bord est 60 °c.

La puissance des granodiorites s'élève à 788m (celle en catégorie B atteint 56,6m). Le taux des granodiorites très fissurés dans la masse globale des réserves est de 20,8 %.

La découverte totale totalise 1317000 m³ dont 231000 m³ des blocs de catégorie B. les rapports moyens (découvert/assise utile) dans les limites des réserves des catégories industrielles est (1/14,1).

1.2.6. Les travaux effectués sur site:

La carrière de SI-MUSTAPHA comporte trois gradins.

- Le premier est entièrement exploité.
- le deuxième est en pleine exploitation.
- Le troisième est en préparation.

Suivant le projet, l'ouverture du 3ème gradin était prévu du côté Nord-Est de la carrière, mais la présence d'habitation impose le changement du front des côté Sud-Ouest.

On note que nos travaux ont porté essentiellement sur le deuxième gradin.

a - Echantillonnage:

Les échantillons ont été prélevés au niveau du deuxième gradin. Ils sont destinés à une simple vérification des résultats donnés par la documentation.

on'a pris de échantillons de deux station différentes, l'un orienté et l'autre non orienté.

Puisque les deux échantillons ont été pris pour faire des cubes destinés aux essais de compression, nous étions obligés de choisir des échantillons compactes.

b - localisation et mesure des failles et diaclases:

Les failles et les diaclases portées sur le plan d'exploitation ont été observés essentiellement sur le front de deuxième gradin.

Pour mesurer l'inclinaison et la direction des plans de failles et diaclases on'a utilisé une boussole géologique.

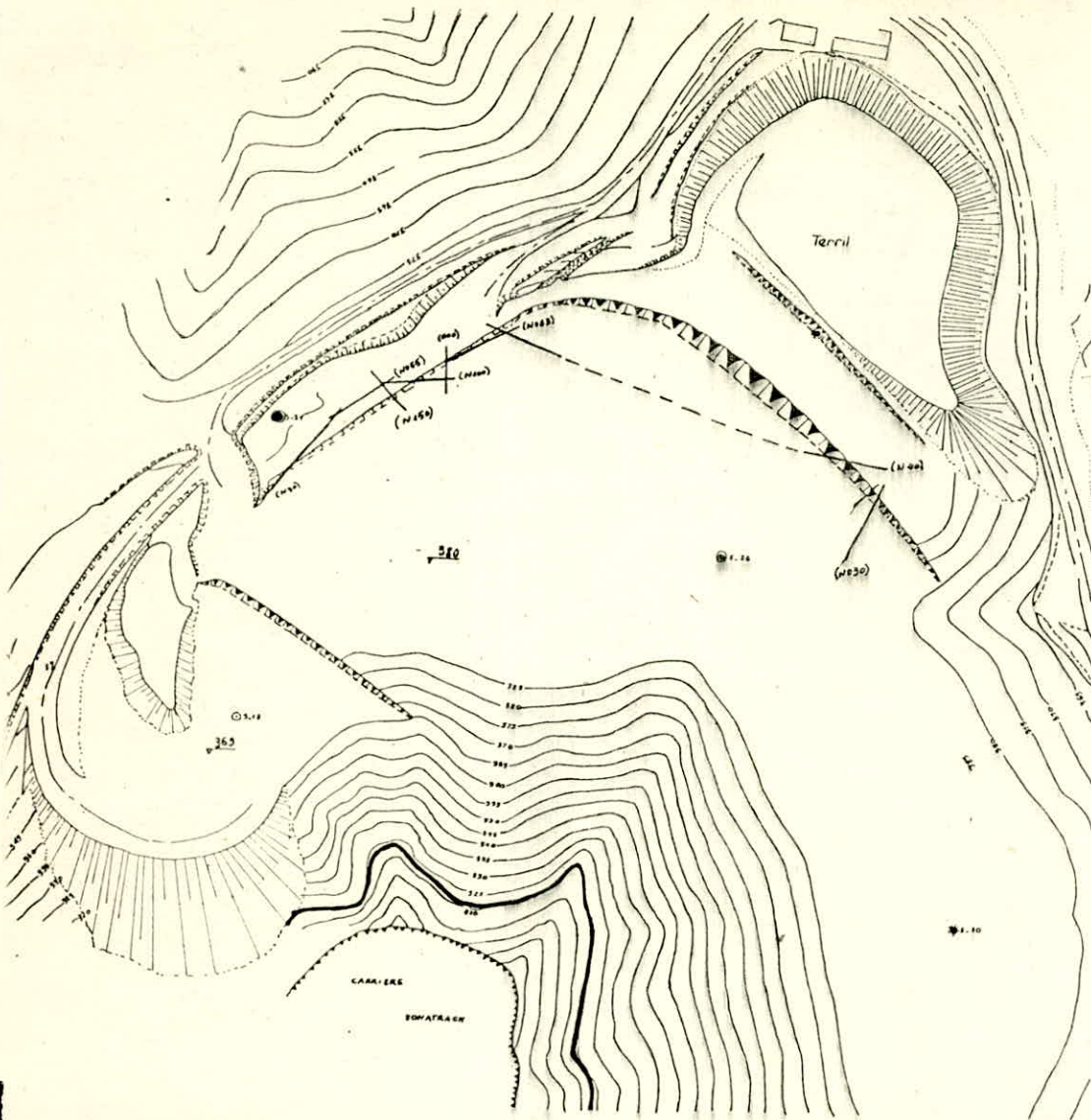
La boussole utilisée permet de mesurer l'azimut magnétique des plans de failles et des diaclases, par référence au Nord magnétique.

On'a remarqué qu'il y avait un couloir de faille d'orientation général N030 d'équipé par un ensemble de failles d'orientation N.100. Ce couloir traverse le premier et le deuxième gradin. (VOIR PLAN D'EXPLOITATION).

c - La photographie :

Pour mieux imaginer la situation actual et pour bien montrer l'hétérogénéité de notre massif, on'a pris ces photos.

PLAN D'EXPLOITATION



LEGENDE

- GRADIN D'EXPLOITATION EN LIQUIDATION
- GRADIN DE DECOUVERTE
- PLATE-FORME DE STOCKAGE DES ROCHES STERILES
- BORNES PROFONDES DE RECHERCHES
- BORNES DE DECOUVERTE
- LIMITE DU REMPLI
- TRANCHEE D'EVACUATION DES EAUX
- PLAN DE FAILLE
- DIRECTION DES FAILLES

AGREGATS
THENIA

GISEMENT DE GRANCOORITES
SI-MUSTAPHA

PLAN D'EXPLOITATION
PHASE - I
(EN.P.A)

1:25000

$$e = \frac{1}{25000}$$

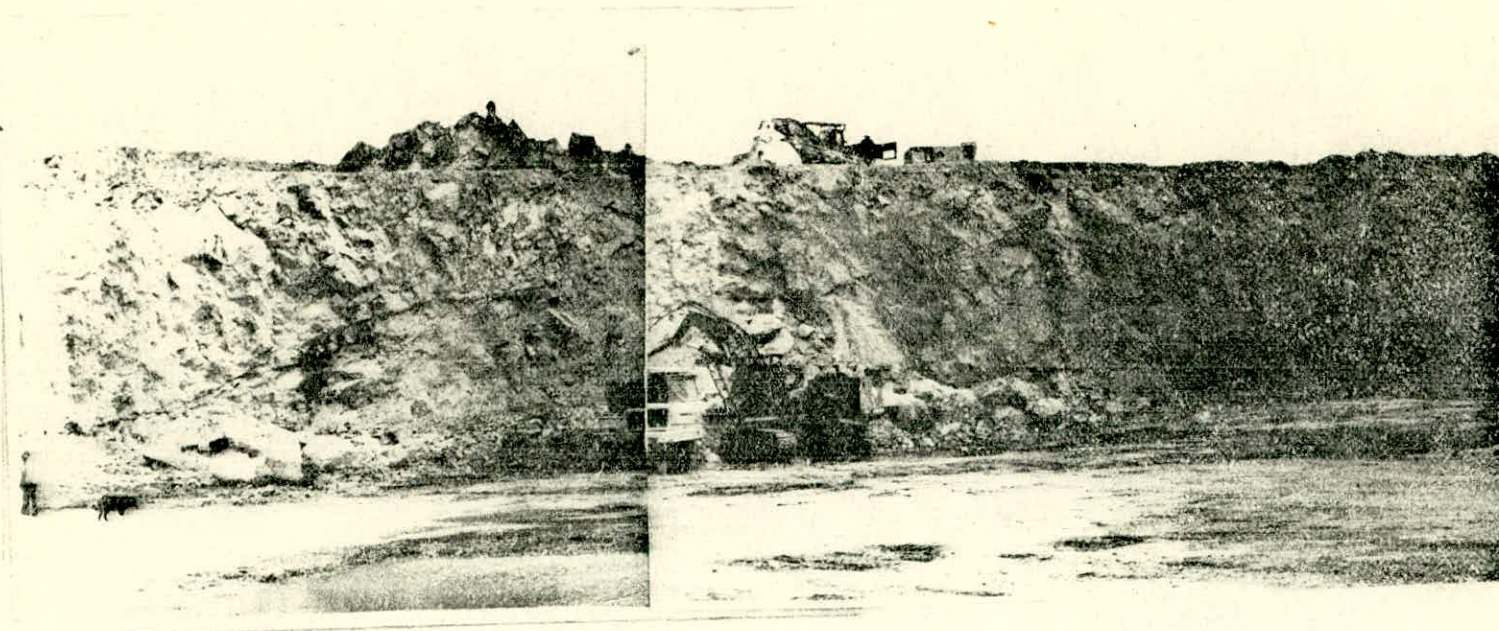


PHOTO N°1 "Granodiorite de SI-MUSTAPHA"

Photo pris sur le deuxieme gradin dont la direction Nord-Est (En haut on observe le premier gradin.)

On voit sur le front du gradin que le granodiorite est diaclasé, un plan de glissement est bien visible (plus de 40m de longueur).

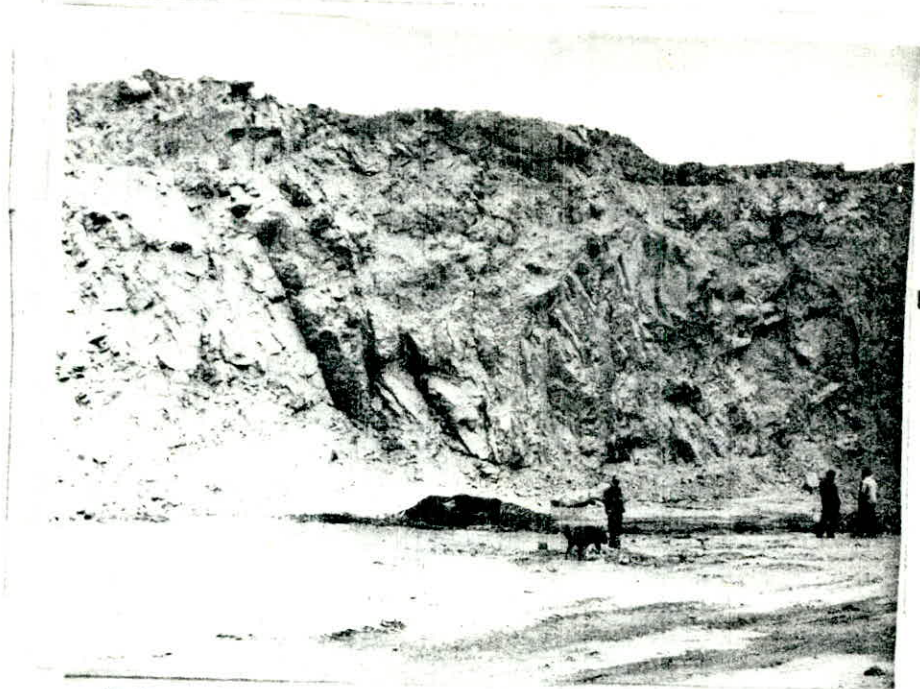


PHOTO N°2

"Granodiorite de SI-MUSTAPHA"
photo pris sur le deuxième gradin dont la direction Est (En haut, on trouve le premier gradin).
Sur cette photo, la granodiorite montre bien les différents direction de la fracturation.



PHOTO N°3

"Granodiorite de SI-MUSTAPHA"
Photo d'un bloc hors gabarit après un tir, la roche montre bien la fracturation des diaclases avec présence d'enselaves (microdiorite) dans une zone bréchique.

CHAPITRE II
ANALYSE ET APPRECIATION DES CONDITIONS
TECHNICO-MINIERES ET TECHNOLOGIQUES

C H A P I T R E N ° IIII - ANALYSE ET APPRECIATION DES CONDITIONS TECHNICO-MINIÈRES ET TECHNOLOGIQUES2.1 Définitions

Par propriétés physiques des roches on entend le comportement de ces dernières sous l'action des champs et corps physiques déterminés.

Chaque propriété physique des roches s'appuie par un ou plusieurs paramètres (indices, caractéristiques) qui sont des unités de mesures de la propriété. Les propriétés des roches apparaissent suite à l'action sur ces dernières, des instruments et mécanisme et les caractéristiques qui leur correspondent s'appellent technologico-minières.

L'ensemble des paramètres des roches, caractérisant les comportement de ces derniers, lors de l'exploitation s'appellent les paramètres physico-techniques lors de l'explosion de la charge de la matière suite au développement sur lui des contraintes mécaniques et de déformations, c'est pourquoi la difficulté de destruction des roches par l'explosion se détermine par l'ensemble des paramètres mécaniques.

Les propriétés mécaniques des roches minières se déterminent par des paramètres liant les contraintes mécaniques et les déformations des roches correspondant pour l'appréciation qualitative est comparative des propriétés des roches. Pour l'appréciation des roches minières, comme objet géométrique et matière d'exploitation, il suffit d'en connaître les principales propriétés qui sont les suivantes.

- La poids volumique (γ , kg / m³),
- La résistance à la compression (σ_c , MPa)
- La porosité (p, %)
- La résistance à la traction (σ_{tr} , MPa)
- La résistance au cisaillement (σ_{cis} , MPa)
- Le module de young (E, MPa)
- Le coefficient de poisson (ν)

Ces paramètres sont utilisés pour la systématisation, l'étude, la comparaison et la classification et aussi pour le choix, l'appréciation et le calcul des principaux processus technico-minières.

2.2. Paramètre technico-minière de la carrières2.2.1. Délimitation de la carrières

Les contours de la carrière ont été établis tenant compte de :

- Du degré de connaissance du gisement.
- De la situation réelle de la carrière de la S.N.M.C.
- Des réserves (environ 12 millions de tonnes) requises par la demande de travaux.
- De l'écoulement libre des eaux à partir de la carrière.
- De la distance minimale de transport des matières premières et des stériles.
- De l'existence au de-là de la limite ouest du gisement d'une carrière en activité de SONATRACH.

Les contours de la carrière envisagée tracés sur le plan reprennent en général la limite de calcul des réserves en catégorie B et C 1. Au flanc sud-ouest on dénote un écart de la carrière limité par la côte 350 m. Le plancher de la carrière reposera également sur la côte 350 m.

L'exploitation de la carrière doit s'effectuer en tenant compte des paramètres suivants:

- Angle des talus du gradin d'abattage à 60°c.
- Angle des talus du gradin de découverte à 45°c.
- Largeurs des bermes de protection de 3 à 6 m. (en fonction de la hauteur du gradin).
- Gradins d'abattage sont rattachés aux côtes 350m, 365m, 380m et 389m a la liquidation de chaque niveau d'exploitation les front d'abattage et de découverte seront juxtaposés.

Les réserves des granodiorites, ainsi que le volume de stériles, à la carrière sont calculés par méthode de moyenne arithmétique et par celle de coupes horizontales parallèles dont les résultats figurent au tableau n° 1;

*Réserves de matière première et volume de stériles à la carrières:

TABLEAU N°1:

| COTE DU PIED DE GRADIN | QUANTITE EN MILLE M3 | | RESERVE DE GRANODIORITES EN MILLE TONNES | TAUX DE DECOUVERTE M3 /M3 |
|------------------------------|----------------------|---------------|--|------------------------------|
| | STERILE | GRANODIORITES | | |
| 389 | 208,8 | 157,9 | 394,8 | |
| 380 | 254,2 | | 1469,5 | 0,43 |
| 365 | 304,7 | 1664,6 | 4161,5 | 0,18 |
| 350 | 221,6 | 2200,5 | 5501,2 | 0,10 |
| TOTAL | 989,3 | 4610,8 | 11 527,0 | 0,21 |

L'extraCTION efficace de la majorité des réserves (plus, bas que le niveau 350m ne s'avère possible qu'après l'achèvement de l'exploitation de la carrière "senatrach" permettant l'écoulement libre des eaux pluviales à partir des niveaux inférieurs de la carrière.

2.2.2. Capacité, durée de vie et régime de fonctionnement de la carrières:

La capacité de l'unité agregats THENIA est de 750 000 tonnes d'agregats par an.

La capacité de l'entreprise s'élève à:

$$A : \frac{750\ 000}{0,208 \cdot 0,50 + 0,792 \cdot 0,75} = 1.074\ 498,5 \text{ tonnes}$$

Où : A - capacité de l'entreprise

750 000 - capacité annuelle de l'unité en agregats

0,208 - taux de granodiorite fortement fissurés.

0,50 - production d'agregats à partir des granodiorites fortement fissurés.

0,792 - taux de granodiorites faiblement fissurés.

0,75 - production d'agregats à partir du granodiorites faiblement fissurés.

Vu l'énormité des pertes à l'abattage et du transport atteignant 2 %, la production annuelle de la carrière s'élève à 1 100 000 T. selon la demande de travaux:

Le régime de fonctionnement de la carrière pour l'ensemble des travaux d'abattage et aussi pour le découverture de la 1ère première phase sont les suivantes.

- Nombre de jours ouvrables par an ---230 jours .
- Nombre de jours ouvrables par semaine--- 5 jours.
- Nombre de postes de travail par jour ---2 postes.
- Durée d'un poste de travail ---8 heures.

Pour les phases suivantes, la découverture sera effectuée en un poste.

* PRODUCTION DE LA CARRIERE ;

TABLEAU N° 2;

| CAPACITE DE LA CARRIERE | VALEURS DE CAPACITE DE LA CARRIERE | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------|-------------|-------|-----------|------|----------|------|
| | ANNUELLES | | JOURNALIERE | | PAR POSTE | | HORAIRES | |
| | T | M3 | T | M3 | T | M3 | T | M3/H |
| GRANODIORITES (PHASES I.IV. STERILES : | 1 100 000 | 440 000 | 4 783 | 1 913 | 2 392 | 957 | 299 | 120 |
| I PHASE | - | - | - | 2 840 | - | 1420 | - | 178 |
| II PHASE | - | 156 860 | - | 682 | - | 682 | - | 85 |
| III PHASE | - | 88 090 | - | 383 | - | 383 | - | 48 |
| IV PHASE | - | 42 320 | - | 184 | - | 184 | - | 23 |

Les réserve géologiques totales des granodiorites en catégorie B et C1 sont suffisantes pour assurer le fonctionnement de l'entreprise en activité pendant 42 ANS

2.2.3. Les travaux minières et la mécanisation complexe dans la carrière :

Les travaux minières à la carrière correspondent:

- Foration du réseau de tir par foreuses " HOLMAN " (diamètre du trou 110mm) et perforatrices ATLAS-COPCO (diamètre du trou 42mm).
- Montage du réseau de tir et sautage simultanément au débitage des blocs hors gabarit.
- Chargement des roches abattues, au tir par excavatrices O.Z.K(275-B).
- Transport de granodiorites à la station de concassage avec camions à benne basculante PERLINI
- Enlèvement, refoulement et mise à teril des roches stériles par bulldozer * FIAT?ALLIS 21 8).L'emploi des camions bennes aux opérations de découverture, puisque l'efficacité du bulldozer diminuera avec l'accroissement de la distance de refoulement des stériles;

*Le procédé proposé correspond:

- Enlèvement des stériles par bulldozer.
- Chargement des stériles par chargement.
- Evacuation des stériles au teril par camion.

- Mise à terril par bulldozer. (voir tableau n° 3)

* TABIEAU N° 3 :

| N° | MATERIEL | TYPE MARQUE | FLOTTE DE MATERIEL | | | | |
|----|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-------|----------------|----------------|
| | | | POUR ABA TTAG E | POUR DECO VERT E | TOTAL | DONT | |
| | | | | | | DISPO NIBLE | A ACQU ERIR |
| 1 | FOREUSE 120mm | HOLMAN | 2 | - | 2 | 2 | 0 |
| 2 | PERFORATRICE 42 mm | ATLAS COPCO | 2 | - | 2 | 2 | 0 |
| 3 | Compresseur | ATLAS COPCO PR-700 D | 1 | - | 1 | 1 | 0 |
| 4 | CHARGEUSE(6,0M) | CLARK 275-B | - | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | EXCAVATRICE (2,4 M3) | OZK(A/C) | 2 | - | 2 | 2 | 0 |
| 6 | CAMION-BENNE (32 T) | PERLINT | 5 | 2 | 7 | 7 | 0 |
| 7 | BULLDOZER | FIAT ALLIS 21 B. | - | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | CAMION-CITERNE | BERLIT L-486 R | - | - | 1 | - | 1 |

2.3. Procédés de découvertures :

2.3.1. Définitions et généralités:

L'ouverture d'un gisement se magnefaste dont l'ensemble des travaux qui nous permetrons d'accéder au gisement dans des carrières.L'ouverture se fait généralement par tranchées.

On appelle tranchées,une excavation à ciel ouvert de grande longueur par rapport à sa longueur et profondeur.

Les tranchées peuventêtre d'après leurs formes:

- Horizontales (voir fig 1).
- Pentées (voir fig 2).
- Pentées et horizontales (voir fig 3).

On distingue :

a - Les tranchées principales:

Elle donnent l'accée au gisement.Lorsquelles sont destinées au transport par locomotive et wagons,leur pentes est (de 0,025 à 0,040).Pour les camions,le pendage augmente (de 25 à 33 %).La pente devient très faible pour les skips.

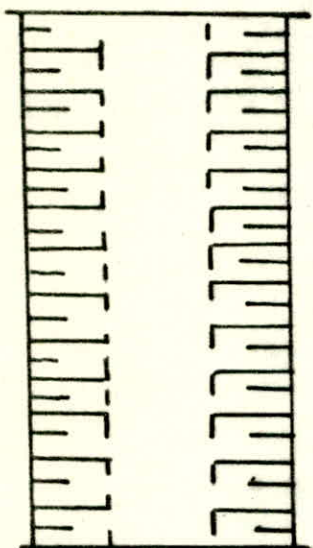
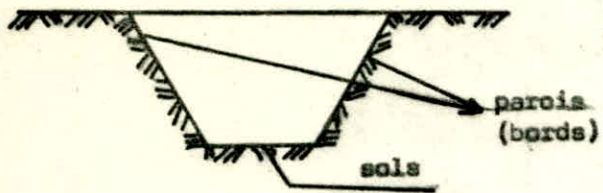


Fig. 1.

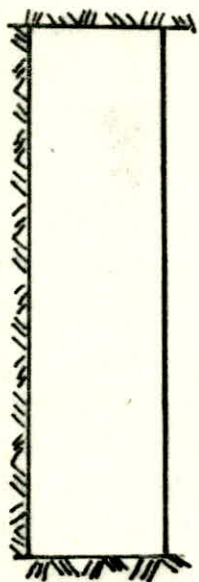
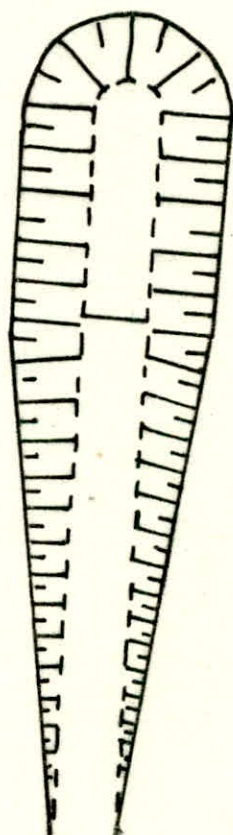
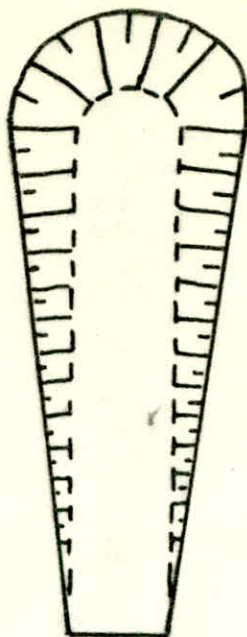


Fig. 3.

Fig. 2.



DIFFERENTES FORMES DES TRANCHEES.

b - Les tranchées de découpage :

Elles préparent le champs du carrière à l'exploitation autrement dit, ces tranchées permettent de réaliser un front initial des travaux d'exploitation.

c - Les tranchées spéciales :

Elles sont destinées à l'exhaure, au drainage et au travaux de recherche.

Les modes d'ouvertures sont classés d'après:

- Le type d'ouvrage donnant l'accé au gisement .
- Leur disposition par rapport au champs de la carrière.
- Leur nombre et destination.

On appelle tranchée extérieur, toute tranchées disposée en dehors du contour de la carrière, et elle est intérieur, si elle est disposée à l'extérieur du contour de la carrière.

* 1 L'ouverture se fait par tranchées, on distingue plusieurs modes d'ouverture dont les principaux sont les suivants:

- Ouverture par tranchées isolées.
- Ouverture par tranchées de groupe.
- Ouverture par tranchées communes.
- Ouverture par tranchées doublées.

L'utilisation de chaque mode d'ouverture doit répondre conformément:

- . La géométrie du gisement.
- . La mécanisation complexe choisie.
- . A nos conditions économiques.

* 2 Ouverture sans tranchées:

* 3 Ouverture à l'aide d'un demi-tranchée:

* 4 Ouverture combinées:

2.3.2. - Mode de découverte dans la carrière:

Le relief montagneux impose le mode d'ouverture suivant, qui correspond au troisième mode d'ouverture cité au-dessus.

Ils commencent l'ouverture du gisement, en ouvrant dans le gradins supérieurs par tranchées de découpage intérieurs à côté des limites de la carrière, leur exploitation se déroule en un seul bord et connaît l'avancement de l'abattage de l'Ouest à l'Est suivant le petit axe du gisement, et par la suite vers le sud. Pour ouvrir deux gradins inférieurs il faudra creuser les tranchées de découpage au centre de la carrière. Par conséquent l'exploitation de ces gradins aura deux bords d'abattage et connaît deux fronts d'avancements simultanés des travaux vers le sud et le nord.

Actuellement l'accé au gisement se fait par une piste d'accés au niveau 389m fut aménagée sur le flanc nord.

2.4. Système d'exploitations:

2.4.1. Généralités:

Le système d'exploitation est ^{une} méthode qui consiste à extraire la quantité de la matière utile qui a été identifiée.

- On distingue plusieurs méthodes d'exploitations:

- a - Méthodes d'exploitation sans transport
- b - Méthodes d'exploitation avec engins de transfert.
 - 1 - Avec saurerelle
 - 2 - Avec pont de transfert.
- c - Méthodes d'exploitation avec transport des déblais.
 - 1 - Par wagons et locomotives.
 - 2 - Par camions.
 - 3 - Par convoyeurs.
 - 4 - Par transport combiné.
- d - Méthodes d'exploitations combinées.

2.4.2. Élément du système d'exploitation :

- Une méthode d'exploitation est définie par des paramètres principaux :

- a - Hauteur du gradin.
- b - Mode de déplacement du front de travail.
- c - Largeur de la plate forme de travail.
- d - Longueur du bloc.

Ces paramètres sont commandés par:

- La nature du gisement.
- Des engins de déblayement et de transport.

a - Hauteur du gradin:

Elle est choisie en fonctions:

- Des paramètres de travail de l'excavateur.
- Travaux de forage et de tir.
- Sécurité de travail.
- Nature des terrains.

Dans les terrains meubles ou dans les roches dures, mais bien fragments par tir à l'explosif, la hauteur du gradin ne doit pas être supérieure à 1,5 Hc max.

Le gradin du granodiorite de si-MUSTAPHA fait 15m de hauteur.

b - Mode de déplacement des fronts de travail: (voir fig 4)

Le front de travail peut se déplacer:

- Parallèlement.
- En éventail.
- Radialement.

Le front de taille dans notre carrière de si-MUSTAPHA se déplace presque radialement, c'est à dire la vue de dessus de la front de taille rappelle la forme d'un fer à cheval.

c - La largeur de la plate forme de travail; (voir fig 5).

Sa largeur dépend:

- Des dimensions des engins de transport et de déblayement.
- De la technique de tir.

Si on utilise l'explosif à l'abattage, la largeur minimale de la plate forme du travail sera calculée par la formule suivantes:

$$L_{p.t} = z + t + g + x + a, \text{ en mètre.}$$

Z - Largeur des prisme éventuel déboulement, en mètre.

T - Largeur de la voie de transport, [m]

G - Distance entre l'arrête inférieur du tas et la voie de transport, en mètre

X - Largeur du tassement des roches abattues en dehors de l'enlevure, en mètre

A - Largeur de l'enlevure en massif, en mètre.

Z, est donné par la formule suivantes:

$$Z = Hgr (\text{ctg} \alpha - \text{ctg} \gamma), \text{ en mètre.}$$

Hgr. - hauteur des gradin.

α - angle du talus du gradin en exploitation (60°c - 80 °c)

γ - angle du talus de liquidation (35 °c - 60°c)

La largeur de la plate forme de si-MUSTAPHA augmente au même temps que l'avancement du front de taille de travail.

Au niveau de la carrière de si-MUSTAPHA l'abattage de la roche s'effectue par explosif. La masse abattue est chargée par pelles. Les déblais et la roche utile sont transportés par camions respectivement vers les terrils et le concasseur. Les paramètres du système d'exploitation en tenant compte des propriétés physico-mécaniques des roches à extraire et les performances du matériel de carrière à employer.

Ces paramètres sont les suivants:

- L'angle de talus des gradin d'abattage en exploitation est égal à 70 - 75°c.
- L'angle de talus du gradin liquidé égal à 60°c.
- L'angle de talus du gradin de découverte en exploitation est égal 50-55°c.
- L'angle de talus du gradin de découvert. liquidé jusqu'à 45°c.
- Largeur minima de la plate forme 50m.
- Déplacement minimum du front de découverte égal à 20m.
- Hauteur du gradin 15m.
- Inclinaison du gradin vers le caniveau d'exhaure est égal à 0,5 %.

D'après ce qui précède, dans la carrière de si-MUSTAPHA la méthode d'exploitation utilisée est la suivante.

" Exploitation avec transport par camions "

2.4.3. Les processus technologiques:

Le volume de chargement des granodiorites par poste de travail s'élève à 957m³, soit 2392 tonnes. Le rendement de la chargeuse CLARK 275-B disponible à la carrière est de 542m³ / poste.

On utilise pour le chargement les excavatrices et en réserve la chargeuse à la découverte.

L'intérêt d'utiliser les deux excavatrices à l'abattage de la roche sur les deux fronts de taille est de rendre homogène la matière livrée à l'atelier de concassage et des roches de couvertures aux terrils se fera par camions-bennes PERLINI de 32 tonnes disponibles à la carrière en nombre de 7. Le projet prévoit le calcul de rendement des camions, et la justification de leur nombre requis. D'après les résultats de calcul fait par l'unité, le nombre des camions-bennes disponible à la carrière sont en mesure de carrière les volumes de transport à toutes les phases d'exploitation.

Pour assurer la continuité adéquate des travaux d'extraction. Il est prévu des aménagements des niveaux d'extraction avec des pentes allant presque à 0,5 %, ce qui facilitera l'écoulement des eaux de précipitation par gravitation, vers le sud-ouest en direction de la carrière SONATRACH. Un caniveau creusé le long de la limite sud-ouest de la carrière servira à capter et détourner les eaux dans un oued avoisinant. La section du caniveau sera de $0,75 \times 0,80$ m², sa longueur de 540 m la différence des altitudes de 12 m.

2.5. - Travaux de foration et de tir:

2.5.1. - Procédés et engins de forations:

La foisonnement des granodiorites de SI-MUSTAPHA. Se fait actuellement par procédé de foration et de tir à l'aide de charges de trou de mine.

Les trous de mine sont percés par foreuses "HOLMAN "

sous l'angle de 70 - 75 ; par rapport à l'horizontale et on un diamètre de 110 mm.

La foration des trous sur des zones périphériques du gradin, là où son hauteur ne dépasse pas 3 m, ainsi que la foration des blocs de granodiorites hors gabarit s'effectue par perforatrices manuelles "ATLAS COPCO " dotées de compresseur. Le diamètre des trous de mine est de 42 mm.

2.5.2. - Les dimensions de la fragmentation :

A l'heure actuelle, après chaque tir on'a un taux des blocs hors gabarit. On peut parler des blocs hors gabarit, lorsque la dimension des blocs soient supérieure ou égal à la dimension admissible calculée " 0,7 m".

Notre tâche est de minimiser le taux des blocs hors gabarits et le pourcentage de la poussière. Cela sera possible en utilisant la consommation spécifique optimale et en respectant les paramètres de forage et de tir proposés.

2.5.3. - Les paramètres du plan de tir employés:

Les explosif anfohil (mélange de nitrate d'ammonium avec 5-6 % de mazoute) et les cartouches de sécurex sont prévus pour sauté les trous de 110 cm le taux de l'explosif d'amorçage (sécurex) ne dépasse pas 21 % - 5 % de la charge totale. La cartouche de sécurex reliée au cordeau détonant servira de dispositif de mise à feu. Pour améliorer le foisonnement des granodiorites il est prévu de modifier le schéma de tir à micro-retard qui préconise l'emploi des relais pyrotechnique comme dispositif de retardement, les trous longs (ϕ 110 mm) seront forés en

trois rangées. Les schéma du montage du réseau de tir sera longitudinal en rangé. Chaque trou de mine aura obligatoirement un double cordeau détonant, un schéma de tir est prévu pour les charges des trous de (\varnothing 42mm).

TABLEAU N° 4:

Principaux paramètres de forage et de tir employés :

(trous de diamètre 110mm)

| PARAMETRES | unité de mesure | hauteur de gradin |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Distance entre les trous | m | 3,0 |
| Distance entre les rangées | m | 3,0 |
| Ligne de moindre résistance "w 1 " | m | 3,0 |
| Poids de charge d'1 trou | | |
| a)- Anfoail " Qa " | kg | 90,0 |
| b)- Sécurex " Qs " | kg | 4,5 |
| Longeur de charge " L ch " | m | 9,5 |
| Sur profondeur " L surp " | m | 1,5 |
| Profondeur du trou " L1 " | m | 17,5 |
| Longeur du bourrage " Lb1 " | m | 107,5 |

Les rayons de zones dangereuses en fonction de la projection des fragments de roches sont les suivantes:

- Pour les engins 100m.
- Pour le personnels 200m.

2.6. - Les propriétés géomécaniques et technologiques :

2.6.1. - Les propriétés géomécaniques:

Dans le présent chapitre, nous allons tenter d'apprécier les paramètres géomécaniques du massif de granodiorite répartis selon leur catégorie du blocs structural " dm ".

Les massifs des granodiorites suivant la catégorie de leurs fissuration peuvent être caractérisé par des différentes coefficients:

- Coefficients d'affaiblissement structural " λ "

- Indice acoustique de fissuration " A "

- Coefficient, tenant compte de la fissuration, lors de la détermination de

l'indice de difficulté de destruction des roches: " K T.P. " $K_{T.P} = K_T$

La répartition des granodiorites par catégorie de fissurations et les paramètres d'affaiblissement structural correspondants vont être données au tableau N° 5, en se basant sur les données de l'étude du gisement de SI-MUSTAPHA et de la pratique de l'exploitation à ciel ouvert.

Les valeurs de " λ " (coefficient d'affaiblissement structural) sont donnees par le tableau n°5.

- λ - depend essentiellement de :
- .L'intensite de fissuration.
 - .DE L'orientation de fissuration.
 - .Du facteur mineralogique.
 - .Du caractere lithologique.

TABLEAU N°5. - Classement des massifs d'apres le degre de fissuration.

| Categorie de fissuration des roches | d_m [cm.] | $K_{TR. T.P}$ | A_i | λ |
|-------------------------------------|-------------|---------------|------------|--------------|
| I Roches extremement fissurees. | 10 | 0,05 - 0,1 | 0,01 - 0,1 | 0,01 - 0,065 |
| II Roches tres fissurees | 10 - 50 | 0,2 - 0,5 | 0,1 - 0,25 | 0,05 - 0,15 |
| III Roches moyennement fissurees. | 50 - 100 | 0,6 - 0,8 | 0,25 - 0,4 | 0,1 - 0,55 |
| IV Roches peu fissurees | 100 - 150 | 0,8 - 0,95 | 0,40 - 0,6 | 0,5 - 0,9 |
| V Roches pratiquement monolithiques | 150 | 0,95 - 1,0 | 0,6 - 1,0 | 0,6 - 0,98 |

K_T - Coefficient de fissuration, qui sera determine par la formule suivante:

$$K_T = 1,2 d_m + 0,2.$$

d_m - Dimension moyenne des blocs structurales des granodiorite.

$$d_m = 1,20 m.$$

On calcul les parametres suivants ($\varphi_f, \sigma_{ci}, \sigma_{tr}$ et C) a l'aide des formules suivantes: (voir tableau n°6).

- l'angle de frottement interne:

$$\varphi_f = \arctg \frac{\sigma_c - \sigma_{tr}}{\sigma_c + \sigma_{tr}}.$$

- Resistance de cisaillement :

$$\sigma_{ci} = 0,8 \cdot \sigma_c.$$

- Resistance a la traction :

$$\sigma_{tr} = 0,1 \cdot \sigma_c.$$

- La cohesion :

$$C = \frac{\sigma_c}{2 \operatorname{ctg}(45 - \varphi_f / 2)}$$

TABLEAU N°6. calcul des contraintes.

| ENDROIT D'ech. | Etat de la roche | σ_c [Kgf/cm ²] | σ_c [MPa] | $\sigma_{tr.}$ [Kgf/cm ²] | $\sigma_{tr.}$ [MPa] | $\sigma_{cis.}$ [Kgf/cm ²] | $\sigma_{cis.}$ [MPa] | λ | d_m [m.] |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--|-------------------------|---|--------------------------|-----------|---------------|
| S2 | Dure massive | 1130 | 113.0 | 113.0 | 11.3 | 904 | 90.4 | 0.6 | 1.5 |
| S26 | Tres fissures | 199 | 19.9 | 19.9 | 1.99 | 159.2 | 15.92 | 0.2 | 0.2 |
| S26 | Faiblement fissure (75/) | 290 | 29.0 | 29.0 | 2.9 | 232 | 23.2 | 0.5 | 1.5 |
| S28 | Moyennement fissures | 474 | 47.4 | 47.4 | 4.74 | 379.2 | 27.92 | 0.11 | 0.70 |
| S27 | Fortement fissures: | 252 | 25.2 | 25.2 | 2.52 | 201.6 | 20.16 | 0.08 | 0.2 |
| ECHANTILLONS ORIENTES | Pratiquement monolithiques | 3800 | 380 | 380 | 38 | 3040 | 304 | 0.7 | 2 |
| | // | 1600 | 160 | 160 | 16 | 1280 | 128 | 0.7 | 2 |
| | // | 3900 | 390 | 390 | 39 | 3120 | 312 | 0.7 | 2 |
| Ech. MON ORIENTES | // | 4600 | 460 | 460 | 46 | 3680 | 368 | 0.7 | 2 |
| | // | 3400 | 340 | 340 | 34 | 2720 | 272 | 0.7 | 2 |

1,2 m

2.6.2. - Les propriétés technologico-minières des roches :

- La durté des roches se détermine par la formule

$$f_m = \frac{\sigma_c}{10}, \quad \sigma_c, \text{ en [MPa]}$$

Le coef. f_m caractérise la résistance générale des roches à la destruction, lors de la foration du tir et aussi dans d'autres processus.

- L'abrasivité est la capacité ou propriété des roches miniers d'user, par frottement sur elles les métaux, les alliages et d'autres corps. Elle est déterminée par un coefficient déterminé expérimentalement désigné par "K ab". La durté et l'abrasivité, influent essentiellement sous forme d'usure sur le matériel de foration et sur le choix de la pression axiale de l'engin de foration.

- Cependant, pour caractérisée d'une manière plus précise, le sens physique de l'action de l'engin de foration sur les roches, on utilise actuellement l'indice de la résistance au contact "Ic" qui se détermine par la formule suivante:

$$I_c = 1,9 \cdot \sigma_c^{1,5}, \quad \sigma_c \text{ en [MPa]}$$

- La pression relative correspondante au moment de la destruction des roches, se caractérise par ce qu'on appelle "coefficient de la durté de la grégat" qui dépend de "Ic" suivant la relation suivante:

$$f_{ag} = \frac{I_c}{0,62} \approx 1,6 \cdot I_c.$$

Le coefficient de frottement interne des roches f_f expriment la valeur de la tangente de l'angle de frottement interne, φ_f est paramètre qui permet l'appréciation de la stabilité du massif :

$$f_f = \text{tg } \varphi_f = \frac{\sigma_c - \sigma_{tr}}{\sigma_c + \sigma_{tr}}$$

(voir tableau 7).

- L'indice de difficulté de foration est formulée par la relation suivante:

$$I_f = 0,007 (\sigma_c + \sigma_{tr}) + 0,7 \cdot \gamma.$$

$$\sigma_c, \sigma_{tr} \text{ et } \sigma_{tr}, \text{ en [Pa]}$$

$$\gamma = 2,5 \text{ T/m}^3 \text{ - Poids volumique.}$$

TABLEAU N° 8 - Les valeurs de I_f .

TABLEAU N°7

| ENDROIT D'ECH. | σ_c [MPa] | σ_c [Kgf/cm ²] | $\sigma_{tr.}$ [MPa] | $\sigma_{tr.}$ [Kgf/cm ²] | f | I _c [MPa] | f _a | f _f | Φ_f [degré] | C [MPa] |
|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|--|------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------|------------|
| S2 | 113 | 1130 | 11.3 | 113 | 11.3 | 2282.29 | 3651.66 | 0.82 | 39.3 | 2677 |
| S26 | 19.9 | 199 | 1.99 | 19.9 | 1.99 | 168.67 | 269.87 | 0.82 | 39.3 | 4.71 |
| S26 | 29.0 | 290 | 2.90 | 29 | 2.90 | 296.04 | 474.75 | // | // | 6.87 |
| S28 | 47.4 | 474 | 4.74 | 47.4 | 4.74 | 620.04 | 992.06 | // | // | 11.23 |
| S27 | 25.2 | 252 | 2.52 | 25.2 | 2.52 | 240.35 | 384.56 | // | // | 5.97 |
| ECHANTILLONS ORIENTES | 380 | 3800 | 38 | 380 | 38 | 14074.37 | 22528.99 | // | // | 90.01 |
| | 160 | 1600 | 16 | 160 | 16 | 3845.33 | 6152.53 | // | // | 32.90 |
| | 390 | 3900 | 39 | 390 | 39 | 14633.58 | 34413.73 | // | // | 92.38 |
| ECHAN. non orientes | 460 | 4600 | 46 | 460 | 46 | 18745.21 | 29992.35 | // | // | 108.7 |
| | 340 | 3400 | 34 | 340 | 34 | 11911.65 | 19058.64 | // | // | 80.54 |

| σ_c [MPa] | $\sigma_c \cdot 10^6$ [Pa] | σ_{cis} [MPa] | $\sigma_{cis} \cdot 10^6$ [Pa] | σ_{tr} [MPa] | $\sigma_{tr} \cdot 10^6$ [Pa] | I_f |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------|
| 113 | 113 | 90.4 | 90.4 | 11.3 | 11.3 | 1.75 |
| 19.9 | 19.9 | 15.92 | 15.92 | 1.99 | 1.99 | // |
| 29 | 29 | 23.2 | 23.2 | 2.9 | 2.9 | // |
| 47.4 | 47.4 | 37.92 | 37.92 | 4.74 | 4.74 | // |
| 25.2 | 25.2 | 20.16 | 20.16 | 2.52 | 2.52 | // |
| 380 | 380 | 304 | 304 | 38 | 38 | // |
| 160 | 160 | 128 | 128 | 16 | 16 | // |
| 390 | 390 | 312 | 312 | 39 | 39 | // |
| 460 | 460 | 368 | 368 | 46 | 46 | // |
| 340 | 340 | 272 | 272 | 34 | 34 | // |

- Consommation théorique spécifique d'explosif étalan :

$$q = 0,001 (0,1 \cdot K_T (\sigma_c + \sigma_{cis} + \sigma_{tr}) + 40 \cdot \gamma), \text{ en kg/m}^3$$

$$\sigma_c, \sigma_{cis} \text{ et } \sigma_{tr} \text{ en kgf/cm}^2$$

$$K_T = 1,2 \cdot d_m + 0,2, \quad d_m = 1,20m, \quad K_T = 1,64.$$

- L'indice de difficulté de la destruction de la roche:

$$D_{des} = 0,005 \cdot K_T (\sigma_c + \sigma_{cis} + \sigma_{tr}) + 0,5 \cdot \gamma$$

$$\sigma_c, \sigma_{cis} \text{ et } \sigma_{tr} \text{ en kg f/cm}^2, \quad \gamma - \text{kg/dm}^3$$

- L'indice de difficulté d'excavation pour les roche non abattus:

$$I_{exc} = 0,3 \cdot \lambda (0,2 \cdot \sigma_c + \sigma_{cis} + \sigma_{tr}) + 0,3 \cdot \gamma$$

$$\sigma_c, \sigma_{cis} \text{ et } \sigma_{tr} \text{ en [Pa]}$$

- L'indice de difficulté d'exploitations (voir tableau 10)

L'indice de difficulté d'exploitation caractérise les roches dans leurs état naturel et tout en tenant compte de changement que les roches subissent lors de préparation a l'extraction, l'excavation et au chargement. La valeur de cete indice peut être appréciés par la formule empirique suivantes:

$$D_{exp} = 0,2 (K_f \cdot I_f + K_q \cdot q + K_{exc} \cdot I_{exc})$$

En choisi les coefficients K_f, K_q et K_{exc} respectivement en fonction de I_f, q et I_{exc} suivant le tableau. *N°9*

TABLEAU N° 9.- Les valeurs de K_f, K_q et K_{exc}

| FORMATION | | EXPLOSION | | EXCAVATION | |
|-----------|-------|-----------|-------|------------|------------|
| I_f | K_f | q | K_q | $D_{exc.}$ | $K_{exc.}$ |
| 5 | 0,8 | 0,2 | 30 | 3 | 0,8 |
| 6 - 10 | 0,9 | 0,2 - 0,4 | 35 | 3 - 5 | 0,9 |
| 11 - 14 | 1,0 | 0,4 - 0,6 | 40 | 6 - 9 | 1,0 |
| 15 - 17 | 1,1 | 0,6 - 0,8 | 45 | 9 - 12 | 1,1 |
| 17 | 1,2 | 0,8 - 1,0 | 50 | 12 - 15 | 1,2 |

Suivant les valeurs de D_{exp} nous pouvons noter que les granodiorites du SI-

MUSTAPHA appartient à la catégorie I et III

Catégorie I: D_{exp} (1-5): dans cet intervalle, il est possible d'exploiter les roches sans leur préparation à l'explosif.

Catégorie III: D_{exp} (11+15): exploitation avec utilisation de l'explosif.

L'exploitation à l'explosif est nécessaire pour toutes les deux catégories citées ci-dessus à cause de l'abrasion forte causée par le taux de silice présent.

Pour l'appréciation quantitative de la variation des propriétés des roches dans un cycle. On peut utiliser le coefficient de non homogénéité qui se détermine suivant la formule:

$$K_H = \frac{d_{max} \cdot \sigma_{c_{max}} - d_{min} \cdot \sigma_{c_{min}}}{0,4 (\sigma_{c_{max}} + \sigma_{c_{min}})}$$

- Pour tous les valeurs :

$$K_H = \frac{2.460 - 0,20 \cdot 19,9}{0,4 (460 + 19,9)} = \frac{920 - 3,98}{0,4 \cdot 479,9} = 4,77$$

- Pour les valeurs données par la documentation:

$$K_H = \frac{1,5 \cdot 113 - 0,2 \cdot 19,9}{0,4 (113 + 19,9)} = \frac{169,5 - 3,98}{53,16} = 3,11$$

- Pour les valeurs données par les essais sur nos échantillons:

$$K_H = \frac{2.460 - 2.160}{0,4 (460 - 160)} = \frac{600}{120} = 5$$

On remarque bien que $K_H > 1$ dans les trois cas précédents. $K_H > 1$ implique que le cycle est hétérogène et dans ce cas les paramètres de tir peuvent être déterminés séparément pour chaque bloc.

Cas au bloc.

TABLEAU N°10

| d_m [m] | K_T | ρ_0 [kg/m ³] | $D_{dos.}$ | K_f | K_g | $I_{exc.}$ | $K_{exc.}$ | $D_{exp.}$ |
|--------------|-------|----------------------------------|------------|-------|-------|------------|------------|------------|
| 1.20 | 1.64 | 0.452 | 19 | 1.0 | 40 | 0.75 | 1.0 | 4.12 |
| 1.20 | 1.64 | 0.162 | 4.35 | 0.8 | 30 | 0.75 | 0.8 | 1.37 |
| 1.20 | 1.64 | 0.190 | 5.77 | 0.8 | 30 | 0.75 | 0.8 | 1.54 |
| 1.20 | 1.64 | 0.248 | 8.64 | 0.9 | 35 | 0.75 | 0.9 | 2.2 |
| 1.20 | 1.64 | 0.179 | 5.18 | 0.8 | 30 | 0.75 | 0.8 | 1.5 |
| 1.20 | 1.64 | 1.28 | 60.45 | 1.2 | 50 | 0.75 | 1.2 | 13.4 |
| 1.20 | 1.64 | 0.599 | 26.18 | 1.0 | 40 | 0.75 | 1.0 | 5.3 |
| 1.20 | 1.64 | 1.31 | 62.01 | 1.2 | 50 | 0.75 | 1.2 | 13.7 |
| 1.20 | 1.64 | 1.53 | 72.92 | 1.2 | 50 | 0.75 | 1.2 | 15.9 |
| 1.20 | 1.64 | 1.16 | 54.22 | 1.2 | 50 | 0.75 | 1.2 | 12.2 |

C H A P I T R E. III
LES EXPLOSIFS ET LEURS ACCESSOIRES.

A- NOTION GENERAL SUR LES EXPLOSIFS.

III - LES EXPLOSIFS ET LEURS ACCESSOIRES :

A- Notion général sur les explosifs:

3.1. - Généralités sur les substances explosives:

On désigne sous le nom de substances explosives des composés définis ou des mélange des corps capables par décompositions chimique de liberer en un temps très court leurs énergie potentielles, cette libération s'accompagnant le plus souvent du dégagement d'un important volume de gaz, qui, porté à une température élevé, exercent sur les éléments ambiants, une pression extrêmement forte

L'origine de l'énergie calorifique de la réaction explosive permet de distinguer.

a - Les substances explosives endothermiques:

Dont les molécules, sont formés à partir de leurs éléments avec absorption de la chaleur. Le dégagement de la chaleur est alors dû à la décomposition des substances de ces éléments. Mais pas nécessairement toute molécule endothermique sera explosive, l'énergie libéré par sa décomposition peut être insuffisance pour provoquer celle des molécules voisines.

b - Les substances explosives exothermiques :

Dont les molécule sont formés à partir de leurs éléments avec dégagement de chaleur. Dans ce cas l'énergie fournie par l'explosion provient de la chaleur, c'est à dire qu'elle provient de la destruction de l'édifice moléculaire, qui s'accompagne de réaction exothermiques. Il s'agit notamment, le plus souvent, de phénomène de combustion entre:

* des groupements porteurs d'oxygène comme:

- Nitré (- NO₂).
- Nitrates (-O-NO₂) etc.

*des éléments facilement oxydables comme:

- carbone.
- l'hydrogène.

Presque tout les substances explosives appartiennent à ce second groupes auquel se rattachent naturellement les mélanges constitués d'un ou de plusieurs comburants (NITRATES, CHLORATES, PERCHLORATES, PEROXYDES, OXYGENE LIQUIDE...) et d'un ou de plusieurs combustibles (charbons, hydro-carbures, dérivés nitrés...), qui peuvent avoir isolément des propriétés explosives. Les molécules explosives présentent seulement l'intérêt de permettre la réaction de grande puissances instantanées et de ne pas avoir besoin de emprunter à l'atmosphère extérieur l'oxygène nécessaire à leur combustion. L'énergie fournie par l'explosif sert à arracher la masse rocheuse qui se trouvent lui, en direction de la surface libre ou de la ligne de moindre de résistance. La majeure partie de cette énergie provient du grande volume de gaz produits par l'explosion. Quand un explosif détone, il se produit simultanément et selon une succession rapide, une série de phénomènes, d'abord de nature chimique puis de nature statique, à savoir:

- Lorsque l'explosion a lieu, l'onde de choc parcourt la roche à une vitesse de 3000 à 5000 m/s.
- Le diamètre initial du trou s'élargit de près du double, par suite d'une déformation plastique.
- L'onde de choc des tensions radiales et des tensions tangentielles. arrivée à certain point, ces deux tensions subissent des variations, qui vont d'un maximum négatif (distension), puis s'annulent.
- L'onde de choc lorsqu'elle arrive à la surface libre du gradin, tend à projeter le matériau à la surface.

Lorsqu'il s'agit d'un matériau relativement peu compact, l'onde de choc peut constituer un danger par suite de projection de fragments à grande distance. Pour le granite homogène et les roches semblables ce phénomène se produit très rarement.

Dans l'onde de choc, 9% seulement de l'énergie totale sont utilisés.

Les matériaux n'ont pas encore pratiquement atteint la phase de rupture.

L'action dynamique jusqu'alors, commence à devenir statique, par suite des pressions des gaz qui se forme dans le trou. Grâce à cette poussée, les résistances internes des roches sont surmontées et la fragmentation se produit suivie de la projection de matériaux.

3.2 - types d'explosions:

La vitesse avec laquelle s'opère le transfert d'énergie d'activation entre les produits de décomposition et les molécules non décomposées amène à distinguer deux phénomènes: la déflagration et la détonation.

La déflagration c'est la décomposition plus ou moins vive des substances, capables de propulser des projectiles, des roquettes ou d'entretenir le mouvement d'un engin autopropulsé.

La "poudre noire" se présente sous forme pulvérisant appartient à ces substances. la décomposition avec une vitesse extrêmement élevée de substance désignées sous le nom de "explosifs détonant ou brisant" s'appelle détonation. cette dernière se propage dans la masse entière de la substance sous forme d'ondes de choc, qui s'accompagnent d'effets mécaniques destructeurs.

entre les deux phénomènes il existe des différences qui méritent d'être soulignées

* lorsqu'une substance explosive déflagre/:

- la surface en ignition progresse à une vitesse, qui varie avec les conditions de l'essai notamment avec la pression de l'espace ambiant (de q.q. millimètre à q.q mètres par seconde)
- sans phénomène mécanique et sans bruit notable.
- les gaz et les fumées qui prennent naissance se déplacent en sens contraire de la surface de décomposition de la substance.
- la flamme se dirige donc vers la partie consommée, de la poudre, et la partie intacte de celle-ci reçoit une impulsion dans le sens même de la propagation de la surface en ignition.

* lorsqu'une substance explosive détone:

- la surface de décomposition progresse à une vitesse constante atteignant

plusieurs Km/s et cette propagation s'accompagne d'un "claquement violent et d'une forte élévation de température "

- les gaz et les fumées se déplacent dans le même sens que la surface de décomposition.
- la partie de la substance qui n'a pas encore détoné ne reçoit aucunes impulsions.

pour provoquer la décomposition d'une substance explosive, il est nécessaire de lui apporter une certaine quantité d'énergie d'activation, qui peut revêtir différentes formes, dont les deux particulièrement importantes sont.

- l'échauffement.
- le choc mécanique.

3.3. - Classification des substances explosives :

3.3.1. - Selon leurs compositions chimiques :

- les azotures et les fulminates.
- explosifs nitrés.
- explosifs nitrates.
- explosifs chloratés et perchloratés.
- poudres noires et les mélanges analogues.

3.3.2 - selon leurs applications:

- explosifs militaires.
- explosifs civils (explosifs de mine, agricultures, ...etc)
quoi qu'une même substance puisse parfois avoir des applications militaires aussi que civiles.

3.3.3. - selon leurs emplois pratiques:

- les poudres.
- les explosifs, qui se repartissent en explosifs primaires et explosifs secondaires.
les explosifs primaires (ou explosifs d'amorçage) détonent presque toujours sous l'effet d'un choc, d'une étincelle, d'une flamme ou de toute autre source de chaleur de valeur convenable.

dont les principaux sont (le fulminate de mercure, l'azoture de plomb).

les explosifs secondaires (ou de chargement) détonent par l'action d'un explosif primaire, et qui exigent le plus souvent pour détoner l'excitation d'un dispositif, le détonateur, renfermant un explosif primaire.

le mot "explosif" possède donc un sens large, où il est synonyme de substance explosive et un sens restreint à celui d'explosif brisant, par opposition à poudre la distinction entre " poudre " et " explosif " n'est justifiée que d'un point de vue pratique, car il est possible, par un amorçage approprié, de faire détoner une poudre ou, inversement, de faire déflagrer un explosif.

3.4. - types d'explosifs :

3.4.1. les explosifs :

3.4.1.1. les explosifs d'amorçage: (les azotures et les fulminates).

Bien qu'il ne s'agisse pas de substances d'une même famille chimique, on a l'habitude de les regrouper dans une classe spéciale, on les séparant nettement des autres explosifs simples. Appartiennent à cette classe:

- le fulminate de mercure (dérivé de l'acide fulminique)

bivalent et que l'on n'a pu isoler).

- l'azoture de plomb,
- le trinitroresorcinate de plomb ou styphnate de plomb.
- le tetrazène (explosif entièrement organique, contrairement aux trois premiers.

3.4.12. - Explosifs nitrés.

ces explosifs correspondent au remplacement d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène par un (ou plusieurs) groupement nitrés (-NO2) on distingue principalement:

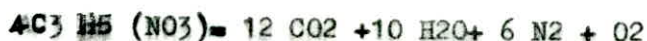
- la tolite ou trinitoluène (T.N.T.), usage militaire.
- la mélinite, usage militaire.
- les dynamites.
- la penthrite et l'hexogène.

dans les domaines civils, peuvent être utilisés seuls les dynamites et les penthrites. Que nous développerons ci-dessous.

3.4.1.2.1.- les dynamites;

Ce sont des explosifs de grande rapidité imaginés par NOBEL EN 1866 et dont le constituant essentiel est la nitroglycérine (nitration de la glycérine).

la nitroglycérine pure est un liquide ayant un point de congélation de 15,4°C, et elle est très sensible aux chocs. Elle fut ensuite employée comme explosif, avec tous les dangers et tous les des-avantages inhérents à ses propriétés physiques.



En 1867, ALFRED NOBEL l'additionne d'une diatomite (Kieselguhr la rendant utilisable dans la pratique, dans des conditions élémentaires de sécurité etc...) elle se présente sous forme de pâte onctueuse ou sous forme pulvérulente. On les emploie généralement en cartouches cylindriques à enveloppe de papier paraffiné.

"Formules des dynamites du premier, deuxième et troisième groupe "

la dynamite se présente, actuellement, sous diverses formes commerciales, qui diffèrent entre elles par une ou plusieurs de leurs qualités suivantes.

- | | |
|--------------|------------------------------|
| - la force | - la résistance à l'humidité |
| - la densité | - les gaz |
| - la vitesse | - la sensibilité |

parmi les dynamites on a l'habitude de distinguer les dynamites où la nitroglycérine n'est pas gélatinisée ou gélatinisée, le support comme on le dit la base de la dynamite où la nitroglycérine n'est pas gélatinisée peut être lui même.

- ACTIF: quand l'absorbant solide constitue de (charbon en poudre ou en nitrate, intervient dans la réaction produite et contribue à augmenter le volume de gaz obtenu et de la chaleur dégagé.
- INACTIF: (inerte): la substance ajoutée et la nitroglycérine n'a pas d'action propre sur l'explosion de celle-ci et qu'elle n'a d'autre rôle que d'absorber l'explosif liquide. Dans ce cadre on utilise généralement du kieselguhr, rendanite,...

la base de 75% de nitroglycérine et de 25% de kieselguhr. La nitroglycérine est gélatinisée à pour support...

la dynamite normale, dit aussi dynamite NOBEL N°1 par exemple est constituée de 75% de nitroglycérine et de 25% de kieselguhr, la dynamite où la nitroglycérine est gélatinisée a pour support du gel .le coton azotique(ou coton actonitré, ou coton collodion) dont la nitrocellulose à taux d'azote est relativement faible, variable entre 11,1 et 12,5%, se repartie en gelatines explosives et dynamites gélatinées.

les gélatinés explosives, renferment uniquement de la nitroglycérine (90-98%) et au coton azotique (10-2%) constitue la première dynamite a gomme brevetées en 1875 par NOBEL qu'il l'appelait justement gelatine explosive.

la gelatine explosive est fabriquée en france sous le nom de dynamite A. c'est un explosif très puissant et très brisant qui convient aux tir, dans les milieux rocheux les plus dures aux travaux sous-marins car il conserve ses propriétés explosives dans l'eau.

les dynamites gélatinisés renferment en dehors du gel de nitroglycérine, une quantité importante de constituants additionnels combustibles, et comburants dont parfois certaines peuvent absorber de la nitroglycérine;

notons que l'emploi de la dynamite gelée est extrêmement dangereux, on ne prend pas de grandes précautions par la degeler.

*Avantages principaux des dynamites:

- densité importante.
- grande vitesse de détonation.
- énergie.
- résistance à l'eau.

*Inconvénients principaux des dynamites:

- sensibilité élevée aux actions extérieures.
- susceptibilité pour la congélation avec augmentation importante de la sensibilité aux chocs en état gelé.

3.4.1.2.2.- les penthrites et l'hexogène:

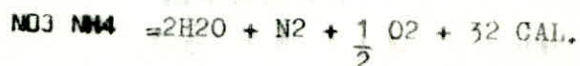
Ce sont des corps cristallisés, peu solubles dans l'eau très stables, ils sont sous action pur^{sur} les métaux. tous deux sont des explosifs très puissants et brisants par leur stabilité, leur puissance et leur vitesse de détonation, ce sont pratiquement les seuls qui permettent la fabrication des explosifs plastiques.

les cordons détonants français, à gaine souple sont chargés à la penthrite.

3.4.1.3.- explosifs nitrates (explosifs de sureté).

le nitrate d'ammoniaque est une substance qui détone sous l'effet d'une brusque élévation de température ou d'un choc violent.

la décomposition du nitrate d'ammoniaque libère de l'oxygène et donne lieu à un dégagement de température.



Elle est aussi difficile à obtenir que pour les explosifs chloratés et la quantité de chaleur dégagée rapportée à l'unité de poids est faible et ne permet pas d'obtenir des pressions élevées. la température d'explosion (1051°C) est inférieure à celle de tous les explosifs connus.

on ne l'emploie donc pas seul mais associé à des produits combustibles dont le rôle essentiel est d'accroître le dégagement de chaleur donné par la décomposition du nitrate d'ammoniaque.

les corps combustibles généralement adoptés sont des dérivés nitrés des carbures aromatiques tels que: La naphthaline, la benzine et le toluène seuls ou en mélange.

les explosifs au nitrate d'ammoniaque ont les qualités et caractéristique ci-après:

- coloration variée.
- insensible aux chocs et à l'échauffement.
- n'exsudent pas.
- très sensibles à l'action de l'eau ils reprennent toute fois leurs propriétés explosives après stockage.
- exigent pour leur décomposition l'emploi de détonateur puissants.

3.4.1.4. explosifs en vrac:

Nous ne développerons ici que le premier paragraphe.

3.4.1.4.1. nitrate-fuel;

le nitrate d'ammonium est actuellement de plus en plus utilisé comme explosifs, prenant peu à peu la place que la dynamite occupait jusqu'à présent sans concurrents sérieux. C'est un engrais, qui se présente en cristaux blancs hygroscopiques, en tant qu'explosifs, sa meilleure utilisation a lieu quand il est mélangé de "fuel-oil" léger ou domestique (densité 0,83 à 0,85) à raison de 5 à 6% on les appelle également explosifs "AN - FO" (ammonium nitrate-fuel oil). le mélange se présente sous l'aspect d'un produit pulvérisant ou granulé, légèrement humide, et en ballé dans des sacs plastiques dont les masses sont variables.

C'est en additionnant le nitrate d'ammonium de 5,5 à 5,6% de fuel-oil qu'on obtient le mélange considéré comme optimum, étant donné que celui-ci donne le maximum de puissance d'explosion et le minimum de production de gaz.

La réaction chimique provoquée par l'explosion est la suivante.



* Les caractéristiques de nitrate d'ammonium:

- Vitesse de détonation: 2500 à 5000 M/S.
- Volume de gaz: 845 L/ KG.
- Essais au chocs, au frottements et à l'électricité statique : résultats négatifs.

* Les avantages d'utilisation :

- Temps de chargement moins long.
- Puissance identique à celle du dynamite (légèrement inférieur dans certains cas).
- Meilleure fragmentation de la roche.
- Meilleur bourrage d'explosif dans le trou.
- Moindre production des gaz toxiques que la dynamite.
- Grande insensibilité aux chocs.
- Réduction globale du prix de revient des travaux de 5%.

* Les inconvénients d'utilisations :

- La nécessité d'une amorce de dynamite représentant 10% en poids du nitrate.
- Sa sensibilité à l'humidité.

même règles de stockage, transport et distribution que les explosifs nitrates. Vu la grande sensibilité à l'eau et à l'humidité, d'où une utilisation rapide de ces explosifs après réception.

3.4.1.4.2. Explosifs bouillies (slurries ou hydro-gél)

Les " slurries " ou " slurry blasting agents ", ou " S B A " en abrégé, sont des mélanges gélatineux ou liquide de nitrate d'ammonium avec d'autres sensibilisateurs tels que le T.N.T., la poudre B, la poudre sans fumée, ou la poudre d'aluminium. Pour avoir la consistance physique voulue, on les additionne d'eau. Leurs potentiel, vitesse de détonation et puissance, bien qu'élevés, sont inférieurs à ceux des gommes, l'avantage unique de sa forte densité se manifeste par la nature fluide de ces mélanges; Ces explosifs peuvent être emballés dans de longs cylindres plastiques, souples, qui peuvent être introduits directement dans le forage.

3.4.1.5. Explosifs à l'oxygène liquide :

Les explosifs à oxygène liquide n'acquiescent des propriétés destructrices qu'au moment précis de leur mise en œuvre. Ils sont essentiellement composés :

- d'un comburant qui est l'oxygène liquide.
- d'un combustible qui est généralement un mélange de matières très facilement oxydable qui est généralement un mélange de matières très facilement oxydables présenté en cartouches de dimensions qui peuvent être variables.

la réalisation de l'explosif est obtenue par tronçage des cartouches dans l'oxygène liquide.

L'effet utile de l'explosif diminue naturellement assez vite par suite de l'évaporation de l'oxygène liquide; les cartouches doivent donc être employées immédiatement après leur tronçage.

3.4.2. les poudres :

3.4.2.1. les poudres noires :

Par comparaison aux autres explosives les poudres noires se caractérisent comme étant un explosif " lent " qui développe assez lentement la formation des gaz et la force d'expansion .

Elle doit être soigneusement chargée, afin d'éviter des vides dans le trou. La poudre noire est sensible à l'humidité et produit beaucoup de gaz, ce qui limite son champ d'utilisation.

La poudre noire se présente sous forme de poudre noire de mine, et poudres noires comprimées.

la poudre noire de mine est de deux types A et B.

le type A en composition avec du nitrate de potassium est plus fort, plus rapide et moins hygroscopique que la poudre noire du type B.

la poudre noire de mine trouve son emploi dans certaines mines de charbon.

L'explosif est livré en vrac, soit en grains ronds dans le cas contraire.

le poids spécifique réel des grains est en moyenne de 1,7 alors que le poids spécifique apparent des cartouches préparées est de 0,94.

3.4.2.2. les poudres comprimées:

La poudre est comprimée afin que la densité de chargement soit accrue dans des limites convenables. Il s'en suit que lors de la décomposition, la pression des gaz résultant de celle-ci, s'exerçant dans un espace plus réduit, les effets mécaniques sont plus puissants.

En effet, pour un même travail de destruction, la consommation est réduite de 1/4 à 1/3 en poids par rapport aux poudres noires en grains.

3.5. Caractéristiques des explosifs:

3.5.1. La brisance:

La brisance d'un explosif est ^{son} aptitude à fragmenter un matériau placé en son voisinage. L'action brisante de l'explosif est déterminée par l'essai de brisance.

Cette épreuve est basée sur le sertissage d'un cylindre en plomb par l'explosif de 50g après l'explosion on mesure la hauteur du cylindre et la différence en hauteur avant et après l'explosion, exprimée en millimètres, caractérise la brisance de l'explosif éprouvé.

3.5.2. Energie des explosifs:

le travail développé par un explosif est susceptible d'être mesuré par un certain nombre de grandeurs donnant chacune un aspect partiel de l'énergie:

- Volume spécifique des gaz " V "

C'est le volume des gaz produits par la décomposition complète d'1kg d'explosif à 0°C et 1 atm.

- Température d'explosion " T_e "

C'est la température à laquelle seraient portés les gaz par la décomposition complète de l'explosif à vitesse constante.

- La force:

la force d'un explosif est la pression que développeraient les gaz produit par l'explosion adiabatiques d'1kg d'explosif dans un volume de 1l.

pour les dynamites, elle est exprimée en pourcentage de nitroglycérine qu'elles contiennent.

- Potentiel:

si la détente des gaz se poursuivait adiabatiquement jusqu'à la pression atmosphérique, le travail enregistré serait égal à la variation d'énergie interne, qui est à peu près égale à la chaleur de décomposition de l'explosif ramené à la température ordinaire (à V_{scst}). cette valeur est appelée potentiel de l'explosif varie.

- Coefficient d'utilisation pratique " C.U.P "

on fait exploser sans bourrage dans une cavité du bloc de plomb, une quantité d'explosif " M " et en ajuste " M' " de façon à obtenir après explosion un évase-
ment de volume V égal à celui que donne une masse M_0 d'un explosif^{de} référence
l'acide picrique ou mélinite facile à obtenir pur.

$$C.U.P. = 100 \cdot \frac{M_0}{M}$$

3.5.3. Sensibilité:

- Sensibilité à l'amorce:

La sensibilité à l'amorce est caractérisée par la plus petite charge de fulminate de mercure pur, qui, formant détonateur, suffit à amorcer la détonation de l'explosif.

la sensibilité décroît lorsque la densité augmente, pour devenir nulle à la densité limite.

- Sensibilité à l'onde explosive: " C.S.E. "

C.S.E. traduit la selfexcitation de l'explosif qui peut exploser lorsqu'un explosif de même nature explose au voisinage C.S.E., est la distance qui peut séparer les extrémités de deux cartouches de 50g et de 30 mm de diamètre, à l'air libre, pour que la détonation de l'une entraîne celle de l'autre dans les 50 % des cas.

En pratique la distance d'influence est beaucoup plus grande dans les trous de mine, mais peut être réduite par l'interposition de matière inerte.

- Sensibilité au choc:

La sensibilité au choc est exprimée suivant la plus ou moins grande hauteur de laquelle un marteau (ou un poids)-étalon doit tomber sur une charge-étalon pour la faire détoner.

3.6. le choix d'explosifs:

- Le choix de l'explosif dépend :

- Des caractéristiques de la roche (dureté, homogénéité, humidité).
- Du travail à effectuer (abattage, avancement en galerie, pétordage).
- La fragmentation désirée.
- Des conditions atmosphériques (sensibilité à l'hygrométrie, à la T°).
- De la consommation spécifique d'explosif.
- De la situation locale (voisinage, ébranlements du sol, etc...).

En général un explosif trop brisant donne une fragmentation exagérée, une forte production de poussières et des projections à grandes distances, pas assez brisant, il donne une forte proportion de gros blocs. Pour cela on a choisi les types d'explosifs suivants:

- Gélanit 2 + anfoail. (période pluviale).
- Marmanit 2 + anfoail. (période sèche).

3.7. Accessoires des explosifs :

Les dispositifs de mise à feu sont destinés à provoquer l'explosion d'une ou plusieurs charges.

On distingue deux artifices de mise à feu:

- artifices pyrotechniques.
- artifices électriques.

3.7.1. Artifices pyrotechniques:

- **Inflammeur pyrotechnique:** Il est destiné à produire une flamme, on utilise suivant les cas

- Soit des inflammeur à action mécanique (frottement, percussion ...).

- Soit un corps en ignition (mèche, cigarette, allumettes...).

- **Mèche lente " mèche de sûreté = cordeau bickford " (voir fig 1).**

Elle sert à transmettre le feu à l'amorce ou l'explosif. Elle est constituée par un mince filet de poudre (âme) enveloppé d'une ou de plusieurs couches de coton (gaine) et d'un revêtement intérieur étanche. Pour l'allumage du cordeau bickford on utilise la mèche, les bougies et les cartouches d'allumage. Elle brûle avec grande régularité et lenteur ce qui donne au boutefeu le temps d'abriter avant l'explosion. Les vitesses avec lesquelles les méches lentes brûlent sont:

- Pour le cordeau bickford normal : 1 cm/s.

- Pour le cordeau bickford lent : 0,5 cm/s.

- **Détonateurs pyrotechniques: " détonateurs ordinaires " .**

Les détonateurs simples sont constitués par un petit cylindre en cuivre ou en aluminium ou en papier, fermé à une extrémités ouvert à l'autre.

le tube est rempli à deux tiers d'explosif. Dans la partie inférieure placé la charge détonante (penthrite, tétryl ou la tolite) et dans la partie supérieure la charge amorçante (azoture de plomb et fulminate de mercure).

En fin, il y a une composition d'allumage à base de poudre noire comprimées protégée par un capuchon métallique percé d'un trou centrale réculent le danger et assurant le passage de l'étincelle du cordeau bickford qui est enfoncée dans la partie vide du tube et rendue solidaire par sertissage.

(voir fig 5).

le tube a un diamètre extérieur de 6 mm et une longueur de 40 à 50 mm.

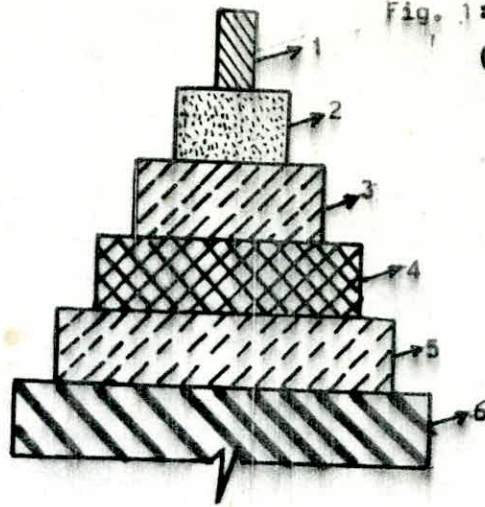
Il sont très sensibles à la flamme, au frottement et au choc.

L- **Cordeau détonant:** (voir fig 2).

Le cordeau détonant est un allumeur et un transmetteur qui comporte un noyau ou une âme d'explosif à brisance renforcée (penthrite) et un revêtement extérieur constitué de trois gaines dont deux sont des mastics étanches.

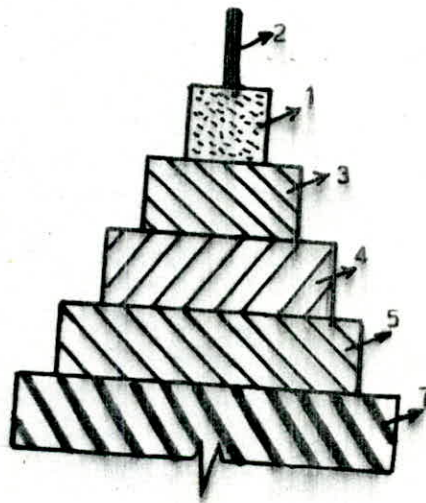
Il est fabriqué en fils d'environ 5,2 mm de diamètre, et d'une longueur de 150

Fig. 1: Meche lente.
(cordeau Bickford)



- 1-fil en coton.
- 2-ame de poudre.
- 3.5-gaines en coton.
- 4.6-gaines asphaltées.

Fig. 2: Cordeau detonant.



- 1-ame explosive.
- 2-fil en coton.
- 3.4.5-gaines(enveloppe)en coton.
- 7-gaines des mastics etanches.

à 300 m.

- 40 -

Il sert à transmettre la détonation, cette transmission est très rapide (6 à 700 m/s).

Le cordeau détonant est peu sensible au choc, au frottement et à la flamme.

Il se courbe et se plie facilement. Assez résistant il peut être manié sans trop de précaution, mais il vaut mieux éviter de la soumettre à des efforts de traction.

3.7.2. Artifices électriques :

- Inflamateur électriques :

Il est composé d'un petit tube contenant une substance fusante traversée par un fil de platine très fin (fil de pant) résistant, soudé aux extrémités de deux fil conducteur isolé. L'extrémité du tube est fermée par un tampon étanche.

- Exploseurs :

Un exploseur sert à fournir l'énergie électrique nécessaire pour l'amorçage d'une série d'amorces, dont leur nombre caractérise la puissance de l'exploseur.

Les exploseurs électriques sont des générateurs qui peuvent produire un courant continue d'intensité très élevée de courte durée. On distingue deux types d'exploseurs.

* Exploseurs à dynamo :

- à commande directe à main.

- à commande à ressort.

* Exploseurs à condensateur :

- type à batteries.

- type à manivelle.

- Détonateur électrique instantané :

Un détonateur électrique est un détonateur pyrotechnique plus un inflammateur électrique pour l'amorçage. (voir fig 3).

- Détonateur électrique à retard :

Le principe de fonctionnement est le même que celui des détonateurs électriques instantanés, mais la composition fusante en flamme un relais qui met un certain temps à brûler et qui fait ensuite détonner la charge du détonateur. (voir fig 4)

- Relais de détonation ou micro retardateur :

C'est une pièce de jonction dans un circuit de tir, qui lie deux extrémités d'un cordeau détonant. Ils interrompent le cours de la détonation puis provoquent la continuation de cette détonation après un temps de retard connu. (voir fig 6)

- Conducteurs électriques :

Pour cela on utilise des fils en cuivre ou d'alliage dans des gaines isolantes ces conducteurs électriques servent pour réunir les deux fils de chaque détonateur à la source d'énergie électrique.

3.8. Les charges :

la charge représente la quantité d'explosif déterminée, préparée pour le tir et destinée à la destruction, l'abattage ou la projection d'un certain volume de minéral ou de roche.

- On distingue deux types de charges :

- Les charges superficielles.

- Les charges internes (enfouées).

Concernant la charge interne utilisée dans le domaine minier on distingue :

à 300 m.

- 40 -

Il sert à transmettre la détonation, cette transmission est très rapide (6 à 700 m/s).

Le cordeau détonant est peu sensible au choc, au frottement et à la flamme.

Il se courbe et se plie facilement. Assez résistant il peut être manié sans trop de précaution, mais il vaut mieux éviter de la soumettre à des efforts de traction.

3.7.2. Artifices électriques :

- Inflamateur électrique :

Il est composé d'un petit tube contenant une substance fusante traversée par un fil de platine très fin (fil de pant) résistant, soudé aux extrémités de deux fil conducteur isolé. L'extrémité du tube est fermée par un tampon étanche.

- Exploseurs :

Un exploseur sert à fournir l'énergie électrique nécessaire pour l'amorçage d'une série d'amorces, dont leur nombre caractérise la puissance de l'exploseur.

Les exploseurs électriques sont des générateurs qui peuvent produire un courant continue d'intensité très élevée de courte durée. On distingue deux types d'exploseurs.

* Exploseurs à dynamo :

- à commande directe à main.

- à commande à ressort.

* Exploseurs à condensateur :

- type à batteries.

- type à manivelle.

- Détonateur électrique instantané :

Un détonateur électrique est un détonateur pyrotechnique plus un inflamateur électrique pour l'amorçage. (voir fig 3).

- Détonateur électrique à retard :

Le principe de fonctionnement est le même que celui des détonateurs électriques instantanés, mais la composition fusante en flamme un relais qui met un certain temps à brûler et qui fait ensuite détonner la charge du détonateur. (voir fig 4)

- Relais de détonation ou micro retardateur :

C'est une pièce de jonction dans un circuit de tir, qui lie deux extrémités d'un cordeau détonant. Ils interrompent le cours de la détonation puis provoquent la continuation de cette détonation après un temps de retard connu. (voir fig 6)

- Conducteurs électriques :

Pour cela on utilise des fils en cuivre ou d'alliage dans des gaines isolantes ces conducteurs électriques servent pour réunir les deux fils de chaque détonateur à la source d'énergie électrique.

3.8. Les charges :

la charge représente la quantité d'explosif déterminée, préparée pour le tir et destinée à la destruction, l'abattage ou la projection d'un certain volume de minerai ou de roche.

- On distingue deux types de charges :

- Les charges superficielles.

- Les charges internes (enfouies).

Convient et se utilise dans le domaine minier en détonation

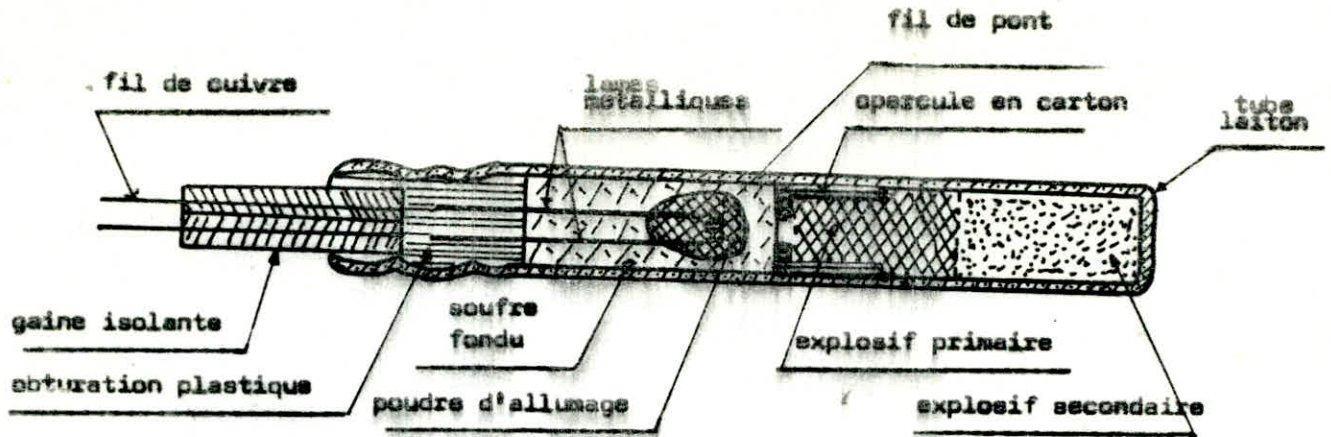


Fig.3: SCHEMA D'UN DETONATEUR ELECTRIQUE INSTANTANE.

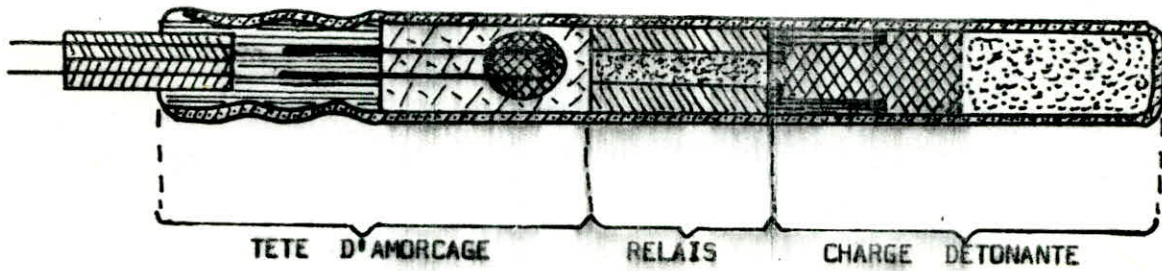


Fig.4 : SCHEMA D'UN DETONATEUR ELECTRIQUE A RETARD.
SCHEM

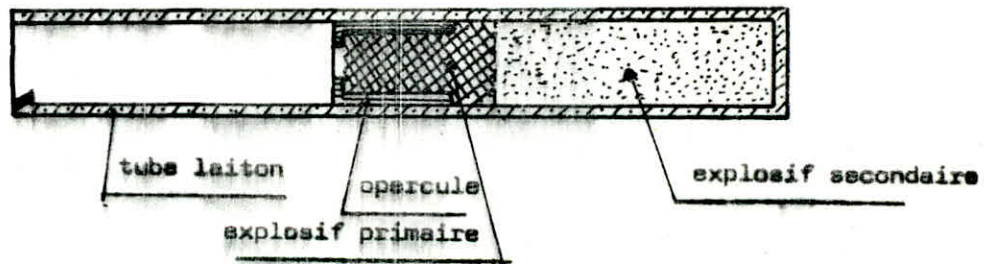


Fig.5 : SCHEMA D'UN DETONATEUR ORDINAIRE A MECHE.

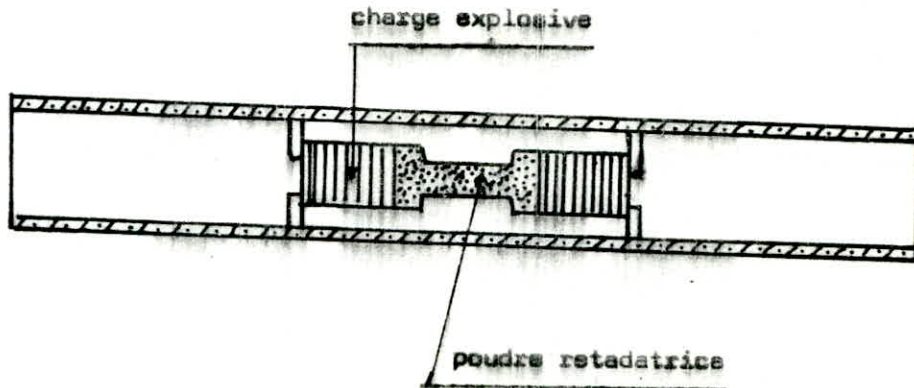


Fig.6 : SCHEMA D'UN RELAIS DE DETONATION.

d'après leurs formes:

- La charge concentrées.
- La charge allongées.
- Les charges concentrées ont les formes suivantes (voir fig.7)
 - Sphérique.
 - Cubique.
 - Cylindrique.
 - Parallélipipédique.

Les charges sont dites allongées si leur longueur est plus de cinq fois leur diamètre .

Pour le chargement des trous de mines on distingue (voir fig.8).

- Les charges allongées continues.
- Les charges allongées discontinues.

3.9. Chargement d'explosifs :

On donne le nom de chargement à l'opération de préparation et placement d'une charge explosive dans un trou ou dans un autre endroit approprié. Avant de placer la charge explosive, on doit nettoyer complètement le trou retirant toutes les impuretés, l'eau la boue, etc. ceci se fait à l'aide d'un " fusil soufflant " à air comprimé.

- On distingue deux types de chargement:

- Chargement manuel.
- Chargement pneumatique.

3.9.1. Chargement manuel :

Lorsque on procède au chargement manuel, on se sert d'un bâton en bois, appelé " bourroir " Les cartouches doivent être inférieures de 3 à 7 mm du diamètre du trou, au fond, où la charge d'explosif doit être plus grande. On place les cartouches une à une ou deux à deux, en les poussant bien par de vigoureux coups de bourroir.

3.9.2. Chargement pneumatique :

Ils existe au jourd'hui des méthodes et des machines modernes de chargement pneumatique, largement utilisées pour l'abattage des roches. Nous les distinguant ici deux sortes:

- Chargement des explosifs sous forme de cartouches.
- Chargement des explosifs en grains.

Le chargement pneumatique d'explosifs en grains a amené avec lui un nouveau problème : l'apparition d'électricité statique.

3.10 La sécurité dans le stockage, le transport et l'emploi des explosifs:

3.10.1. Dépôts d'explosifs:

Les explosifs de mine, pour leur stockage, sont classés en cinq classes affectées de coefficient d'équivalence suivants par rapport à la dynamite.

- Classe I : E = 1. Les explosifs à base de nitroglycérine.
- Classe II : E = 2 Les poudres noires en nitrate de potassium ou de sodium.
- Classe III : E = 1. Les explosifs chloratés.
- Classe IV : E = 10. Les poudre noires comprimées de densité supérieures à 1,5 en cartouches.
- Classe V : E = 2. Les explosifs au nitrate d'ammonium.

Les coefficients sont réduits de moitié si les explosifs ne sont pas encartouchés et contenir dans des récipients non étanches. Ils existe trois catégories de dépôts:

- Un dépôt est de première catégorie s'il peut recevoir plus de 250 E kg d'explosifs.
- Un dépôt est de deuxième catégorie s'il peut recevoir de 50 E à 250 E kg d'explosifs.
- Un dépôt est de troisième catégorie s'il ne peut pas recevoir plus de 50 E kg d'explosifs.

Les différents type de dépôts d'explosifs dans les mines sont:

Exceptés les dépôts mobiles et temporaires qui sont superficiel les dépôts permanents peuvent être:

- Superficiel.
- Enterré et semi enterré.
- Souterrain.

3.10.2. Le transport:

Le transport des explosifs doit être fait par certaines précautions spéciales et soigneux, pour éviter le minimum d'accidents.

Les détonateurs et les explosifs ne peuvent être transportés que dans des récipients distincts.

Dans les puits, la descente et la remontée des substances explosives doivent se faire avec les précautions sont exigées pour la circulation exceptionnelle du personnel. L'orsqu'un train ou un véhicule autonome transporte des explosifs ou des détonateurs, seuls les ouvriers chargés du transport et le personnel de surveillance peuvent y prendre place.

3.10.3. La sécurité :

3.10.3.1. Les causes des explosions accidentelles :

*Les causes principales :

- Le choc ou le frottement.
- L'excitation par influence à distance.
- La chaleur ou le feu.

* Les causes particulières :

Ces causes sont présent dans le cas d'utilisation des détonateurs électriques en particulières.

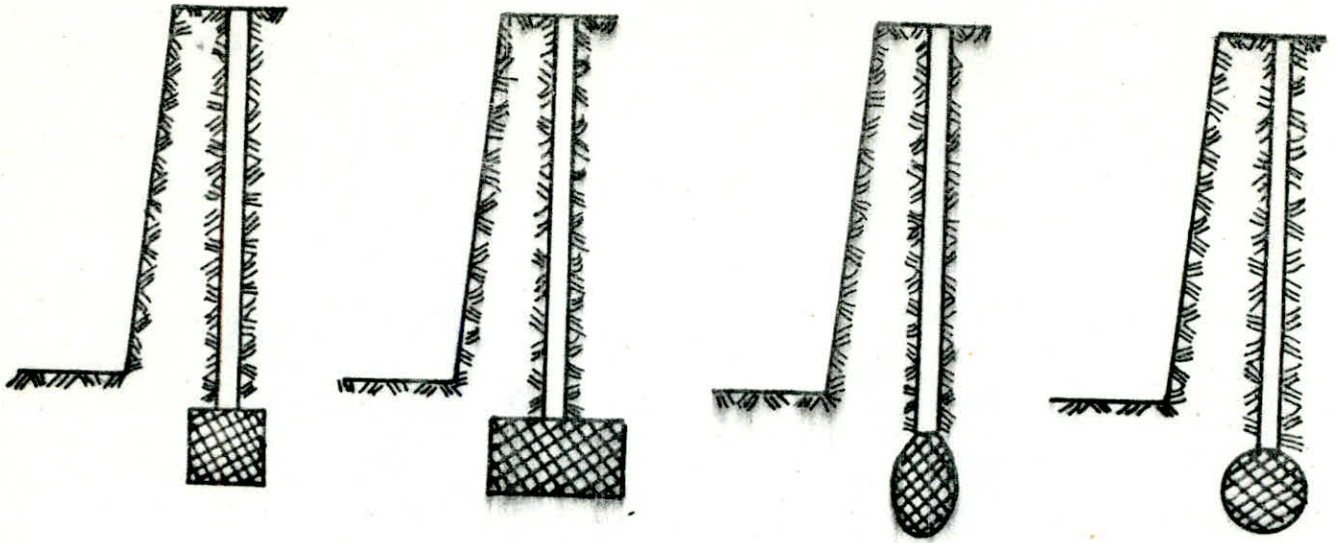
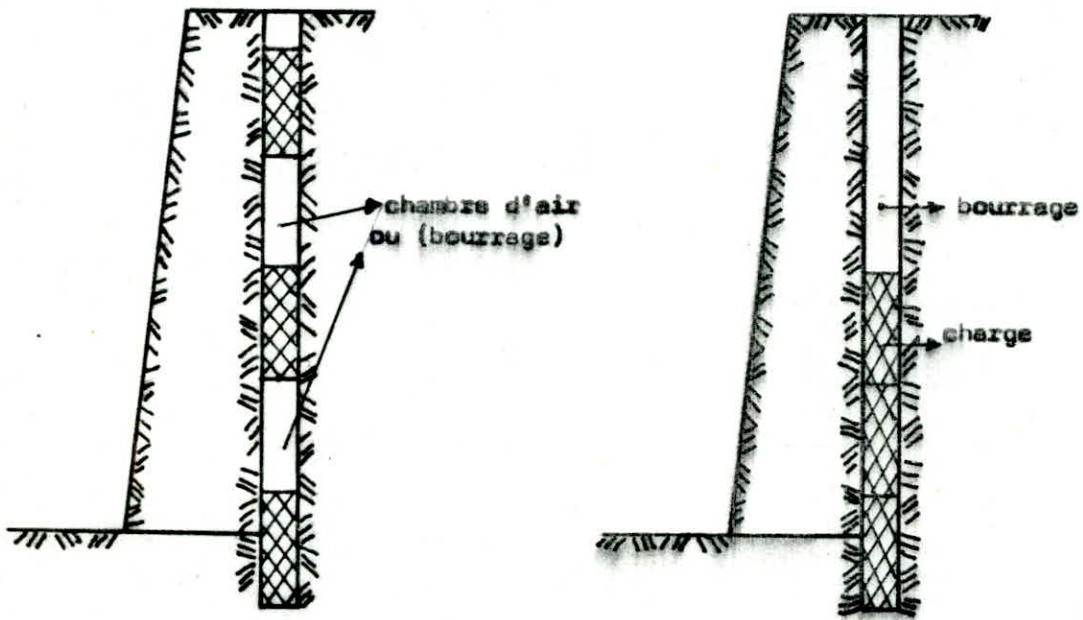


Fig. 7: DIFFERENTS TYPES DE CHARGES CONCENTREES.



a) chargement discontinu.

b) chargement continu .

Fig. 8: CHARGEMENT ALLONGE.

- Les champs électromagnétiques, à proximité d'installations radio, de ligne à courant alternatif (haute tension, courant de traction) ou en cas d'orage.
- Les courants vagabonds à proximité de voies ferrées à traction électrique.
- L'électricité statique.

3.10.3.2. Mesures de sécurité avant l'utilisation :

* Stockage et manipulations :

- Les risques d'explosion dans les dépôts :

Pour cela il faut interdire toute chose produisant le feu ou la chaleur (cigarettes, allumettes, frottements, soleil, ...).

- Les risques de champs électromagnétiques :

Il ne faut jamais ouvrir les boîtes des détonateurs électriques à des distances des émetteurs inférieures à celles données par la réglementation de sécurité.

- Les risques des explosifs en vrac :

Pour éliminer le danger des explosifs qui peuvent se répandre en petites quantités sur le sol, il faut un nettoyage et un contrôle continu.

- Les risques de manipulation des explosifs :

- * manipuler avec soin le chargement et déchargement des explosifs.
- * minimiser le nombre de personnel nécessaire.
- * il faut respecter la hauteur des piles de stockage pour éviter les chutes.
- * ne pas mélanger les types d'explosifs dans leur stockage.
- * il faut laisser l'espace nécessaire et suffisant autour de chaque pile.

- Les risques de l'atmosphère des dépôts :

Pour éviter l'inflammation des vapeurs et des poussières dégagés par les explosifs, il faut une ventilation spéciale pour les locaux d'explosifs.

- Les risques des matières suspectes :

Il faut éliminer les matières suspectes après chaque contrôle.

- Les risques de vol des explosifs :

Pour protéger les personnels et les explosifs, une surveillance sévère est nécessaire.

3.10.3.3. Mesures de sécurité au cours de l'utilisation des explosifs :

- Il faut bien isoler les deux lignes de tir.

- Aucune partie des lignes de tir ne doit être en contact avec terre (partie dénudée).

- On doit utiliser les détonateurs électriques à pont (intensité de sécurité = 0,18 A) à l'exclusion de tout autre modèle.

3.10.3.4. Mesures de sécurité d'ordre général :

Pendant la préparation des charges des dispositifs pyrotechniques ou électriques il faut :

- Garder votre sang-froid.
- Ne fait pas tomber les caisses d'explosifs.
- Utiliser la corde pour faire descendre les charges de fonds.
- Ne j'amaiz chargé un trou directement après l'opération de forage.
- Néttoyer les trous bien avant leurs chargement.
- Eloigner toute feu de l'explosif (cigarettes, alumettes...).
- Surveillance continue d'un forage chargé.

B- LES EXPLOSIFS FABRIQUES EN ALGERIE .

B - LES EXPOSIFS FABRIQUEES EN ALGERIE :

3.11. Les explosifs fabriquées en algeries:

3.11.1. Présentation des explosifs fabriqués au sein du complexe de meliana :

3.11.1.1. Les explosifs :

Au sein du complexe de meliana on fabrique deux types d'explosifs : les gélatineux et les pulvérulents. Les derniers types se repartit en deux groupes: Les pulvérulents contenant peu de N.G.L./N.G.C. et les pulvérulents ne contenant pas de N.G.L./N.G.C.

Les explosifs gélatineux sont de consistance gélatinée, (pâte plastique) contenant de 16-29 % de N.G.L./N.G.C. qui sont gélatinisés par la nitrocellulose, vu la grande puissance de cette huile explosive on lui ajoute du D.N.T./T.N.T. de la farine de bois, du nitrate d'ammonium flégnatisant, du N.G.L./N.G.C. afin d'avoir un explosif de manipulation sûre.

Les explosifs gélatineux comportent trois types d'explosifs variant leur composition et le taux des éléments de bases entrant dans la composition des trois types d'explosifs gélatineux (voir tableau 3.1.)

*Les explosifs pulvérulents existent en trois groupes :

- Les explosifs contenant peu de N.G.L./N.G.C.
- Les explosifs ne contenant pas de N.G.L./N.G.C.
- Les explosifs ne contenant pas de N.G.L./N.G.C., faiblement brisant.

Dans le premier groupe d'explosifs rentre la carrinit 1 et 2 qui contient jusqu'a 6 % de N.G.L./N.G.C. sa brisance est plus petite que celle des gélatineux, sa résistance à l'eau est moyenne et peut être utilisée dans les trous de mine de faible humidité à condition de ne pas la laisser s'éjourner assez longtemps (pas plus d'une heure).

La N.G.L./N.G.C. est absorbée par la farine de bois. La carrinit est un explosif moyennement brisant, son énergie est comme charge primaire. (voir tableau 3.2.)

Le second groupe est composé de : marnanit 1, 2 et 3 ce sont des explosifs dont la matière principale est le nitrate d'ammonium. Leur résistance à l'eau est faible ce qui présente des problèmes pour le chargement dans les trous de mines humide. ces explosifs sont utilisée pour les roches tendres à mi-dures dans les terrains secs ou faiblement humides à condition de ne pas

* TABLEAU 3.1. - LES EXPLOSIFS GELATINEUX .

| MATIERE PREMIERE | GELANIT.1 | GELANIT.2 | GEONIT |
|------------------------------|-----------|-----------|--------|
| prills de nitrate d'ammonium | + | + | + |
| D.N.T. (dinitrotoluène) | + | + | + |
| oxyde de fer | + | + | + |
| farine de bois | + | + | + |
| nitrate de sodium | | + | |
| nitrocellulose | + | + | + |
| N.G.L./N.G.C. 20/80 | + | + | + |
| T.N.T. (trinitrotoluène) | + | + | + |

* TABLEAU 3.2. - LES EXPLOSIFS PULVERULENTS CONTENANT PAS DE N.G.L./N.G.C.

| MATIERE PREMIERE | CARRINIT.1 | CARRINIT.2 |
|-----------------------------|------------|------------|
| nitrate d'ammonium | + | + |
| farine de bois | + | + |
| oxyde de fer | + | |
| T.N.T. | + | + |
| mélange N.G.L./N.G.C. 20/80 | + | + |

* TABLEAU 3.3. - LES EXPLOSIFS PULVERULENTS NE CONTENANT PAS DE N.G.L./N.G.C.

| MATIERE PREMIERE | MARMANIT.1 | MARMANIT.2 | MARMANIT.3 |
|---------------------|------------|------------|------------|
| nitrate d'ammonium | + | + | + |
| farine de bois | + | | + |
| T.N.T. | + | + | + |
| poudre d'aluminium | + | + | |
| D.N.T. | + | | + |
| oxyde de fer | + | + | |
| stearate de calcium | | + | |
| huile minérale | | + | |

* TABLEAU 3.4. - LES EXPLOSIFS PULVERULENTS NE CONTENANT PAS DE N.G.L./N.G.C. FAIBLEMENT BRISANT.

| M A T I E R E P R E M I E R E | MILANIT 1 | ANFOMIL |
|---|-----------|---------|
| nitrate d'ammonium | + | |
| farine de bois | + | |
| poussière de charbon | + | |
| D.N.T. | + | |
| carbonate de magnésie | + | |
| prills de nitrate d'ammonium (poudres) | | + |
| huile minérale | | + |

Laisser les cartouches s'éjourner trop longtemps (plus qu'une heure) (voir tableau 3.3.).

Dans le dernier groupe entrent l'anfomil et la milanit qui sont composés de nitrate d'ammonium jusqu'a 94 % et d'un combustible,huile minérale pour l'anfomil et le charbon de bois pour la milanit.(voir tableau 3.4.).

Ils sont utilisés dans les terrains secs et pas fissurés comme charge secondaire vu qu'ils ne sont pas sensibles aux amorces,ce qui nécessite l'utilisation d'une charge primaire plus sensible pour les amorces (gélanit 1 ou 2 suivant les cas) Pour les trous de mine de grande profondeurs il est préférable d'intercaler de temps à autre une charge primaire;Dans le cas des roches compactes,la charge doit être continue .

Pour les terrains fissurés,il convient de contfoler le chargement des trous afin d'éviter leur fuite a travers les fissures.

Notons que l'anfomil n'est pas bien initiée par le cordeau détonant à 10g/m, c'est à dire qu'il y aura fuite de gaz. Par contre l'anfomil est bien initiée avec un cordeau à 40g /m,et dans ce cas on'a un meilleur rendement de l'explosif utilisé; (voir tableau 3.4.).

Remarquons d'apres les tableaux donnés précédément donnant les matiers premières utilisée pour les differents types d'explosif,que le nitrate d'ammonium est l'élément de base pour tous les explosifs.

3.11.1.2. Les poudres;

Au niveau du complexe de meliana on fabrique également les poudres qui sont de deux types :

Poudre à mèche et poudre fantasia.

Pour la fabrication de la poudre noire on peut partir du nitrate de potassium, du soufle et du charbon de bois.

3.11.2. Les caractéristiques de différents types d'explosifs:
3.11.2.1. Les explosifs:

On va essayer de résumer les (caractéristiques des explosifs dans deux tableaux

- Tableau 3.5. (caractéristiques techniques).

- Tableau 3.6. (caractéristiques géométriques).

*TABLEAU 3.5. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES:

| type d'explosif | densité (g/cm ³) | vitesse de détonation (cm/s) | trou à l (c.u.p.) (cm ³ /10g) | tet ca tu | résistance à l'eau | domaine d'utilisation (usage) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|---|-----------------|--------------------|--|
| geonit | 1,5 | 5800 | 360 | 1,05 | très bonne | excellent explosif sismique tir sous l'eau |
| gelanit 1 | 1,45 | 5700 | 400 | 0,95 | " | travaux souterrains et à ciel ouvert, ouvert pour roches dures et très dure |
| gelanit 2 | 1,5 | 5500 | 360 | 1,05 | " | " " " |
| marmanit 1 | 0,95 | 4300 | 395 | 0,96 | faible | travaux souterrains et à ciel ouvert, ouvert pour roches tendres et mi-dures |
| marmanit 2 | 1,05 | 4500 | 360 | 1,05 | " | " " " |
| marmanit 3 | 1 | 4200 | 360 | " | " | " " " |
| carrinit | 1 | 4500 | 360 | " | " | travaux à ciel ouvert pour roches tendres à mi-dures |
| milanit | 1,05 | - | - | - | très faible | travaux à ciel ouvert, terrains sec et tendre fissurité. |
| anfomil | 0,9 | - | - | - | " " | " " " |

* TABLEAU 3.6. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES

| type d'explosif | diamètre de la cartouche (mm) | longueur de la cartouche (mm) | poids de la cartouches (gr.) |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| geonit | 50..... | 370..... | 1000 |
| | 50..... | 420..... | 1250 |
| | 65..... | 500..... | 2500 |
| GELANIT 1 | 65..... | 130..... | 100 |
| | 30..... | 120..... | 125 |
| | 30..... | 230..... | 250 |
| | 50..... | 420..... | 1250 |
| | 65..... | 500..... | 2500 |
| | 65..... | 500..... | 2500 |
| gelanit 2 | 80..... | 340..... | 2500 |
| | 25..... | 130..... | 100 |
| | 30..... | 120..... | 125 |
| | 30..... | 230..... | 250 |
| | 60..... | 420..... | 1250 |
| | 65..... | 500..... | 2500 |
| MARMANIT 1,2 et 3 | 65..... | 500..... | 2500 |
| | 80..... | 340..... | 2500 |
| | 25..... | 135..... | 70 |
| | 30..... | 135..... | 100 |
| | 60..... | 610..... | 1250 |
| CARRINIT | 65..... | 750..... | 2500 |
| | 80..... | 500..... | 2500 |
| | 25..... | 135..... | 70 |
| | 30..... | 135..... | 100 |
| MILANIT | 50..... | 610..... | 1250 |
| | 65..... | 750..... | 2500 |
| ANFOMIL | sac en p.e | - | 25 kg (norme internationale pour le transport) |
| | sac en p.e | - | 25kg (" " ") |

3.11.2.2 Les poudres⁵

- Poudre pour mèches

On s'intéresse ici seulement pour la poudre à mèche, car elle est utilisée dans le domaine minier.

c - Cordeau détonant :

Le cordeau détonant a été créé pour renforcer l'amorçage normal des explosifs, pour obtenir plus de brisance et un meilleur rendement.

Le cordeau détonant est amorcé en effet par un détonateur ordinaire N° 8 ou par une amorce électrique, il détone avec une grande violence et une très grande vitesse

Le cordeau détonant est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- Pentrite.....au moins 10 g / m, au moins 40 g / m.
- Diamètre..... 5,2 mm ± 0,3 mm, 9 mm ± 0,5 mm.
- Vitesse de détonation..... au moins 6500 m / s, au moins 6000 m / s.
- Résistance à la répture..... 24 kg / 24 H.
- Stockage à chaud..... + 50°c / 4 H pas de changement dans l'aspect du gainage plastique.
- Stockage a froid..... - 20°c / 4 H.

La transmission de la détonation d'un cordeau détonant à un cordeau de même type, disposé au voisinage, et vice versa, ne doit être possible que jusqu'à une distance de 5 cm (pour cordeau à 10g / m).

- Le cordeau détonant n'entrouve pas la transmission de la détonation à la zone latérale (pour le cordeau 40g / m).

Au sein du complexe de méliana, on fabrique deux types de cordeau détonant:

- Milacord 1 = à 10g / m de penthrite (son enveloppe est verte).
- Milacord 2 = à 40g / m de penthrite (son enveloppe est rouge).

3.11.3.2. L'allumage électrique :

Au sein du complexe de méliana, on fabrique les différentes amorces suivantes:

- Amorces instantannées.
- Amorces à retard.
- Amorce à micro-retard.

a - Amorce instantannées:

Elle est constituée par une enveloppe cylindrique de cuivre ou d'aluminium contenant un dispositif d'allumage appelé " tête d'amorçage " relié lui même à deux conducteurs de cuivre. Au fond du tube en aluminium se trouvent logées les deux charges (primaires et secondaires).

b - Amorces à retard et micro-retard:

Pour ces amorces on intercale entre les deux charges (primaires et secondaires), et la tête d'amorce une charge retardatrice. La longueur de cette charge varie avec le temps du retard.

Pour les amorces à retard, il y a 12 numéros de retard dont la progression est 1/2s (voir tableau 3.8).

Pour les amorces à micro-retard, il y a aussi 12 numéros de retard dont la progression est de 20 m / s (voir tableau 3.9).

***TABLEAU 3.8. TEMPS DE RETARD POUR LES AMORCES A RETARD;**

| N° DE RETARD | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| TEMPS DE RETARD | 0,5s | 1s | 1,5s | 2s | 2,5s | 3s | 3,5s | 4s | 4,5s | 5s | 5,5s | 6s |

****TABLEAU 3.9. TEMPS DE RETARD POUR LES AMORCES A MICRO-RETARD;**

| N° DE RETARD | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TEMPS DE RETARD | 20 ms | 40 ms | 60 ms | 80 ms | 100 ms | 120 ms | 140 ms | 160 ms | 180 ms | 200 ms | 220 ms | 240 ms |

3.11.4. Les prix de vente des produits finis :

Le prix de ventes des produits finis fabriqués au sein du complexe de méliana sont comme ci-dessus:

| | |
|------------------------|---------------------|
| - Gélanit 1..... | 21,60 D.A. / KG |
| - Gélanit 2..... | 21,24 D.A. / KG |
| - Marmanit 1..... | 15,66 D.A. / KG |
| - Marmanit 2..... | 14,94 D.A. / KG |
| - Marmanit 3..... | 14,80 D.A. / KG |
| - Anfomil..... | 6,08 D.A. / KG |
| - Poudre à méche..... | 67,23 D.A. / KG |
| - Cordeau 10g / m..... | 1,87 D.A. / M |
| - Cordeau 40g / m..... | 8,00 D.A. / M |
| - Méche lente..... | 0,72 D.A. / M |
| - D.E.I. 2m..... | 4,37 D.A. par pièce |
| - D.E.R. 3m..... | 7,71 D.A. par pièce |
| - D.E.M. 3-6m..... | 7,88 D.A. par pièce |
| - D.E.I. 3m..... | 4,76 D.A. par pièce |

C H A P I T R E. IV
P L A N D E T I R.

IV - PLAN DE TIR:

4.1. - Généralités:

4.1.1. - Introductions:

Les travaux de tir s'emploient aussi bien pour la construction que pour l'exploitation et pour la destruction des roches avant leur excavation. Un document qui contient tous les renseignements permettant d'exécuter un gradin est généralement connu sous le nom " plan de tir " ,

L'établissement d'un plan de tir passe par la résolution d'importantes tâches, lesquelles sont déterminantes pour la période de la carrière. on peut dire qu'un plan de tir précise les tâches suivantes:

- L'emplacement des trous de mine et leur nombre.
- Choix des procédé de foration des trous de mine.
- Choix du type d'explosif correspondant.
- Déterminations des dimensions des trous de mine (diamètre)et profondeur.
- Optimisation de la quantité nécessaire du materiel pour le forage et le chargement des trous de mines.
- Calcul de la quantité optima de la charge et sa repartition dans le trou en fonctions:
 - . de l'explosif choisi d'après les caractéristiques de la roche.
 - . des conditions de forage.
 - . la fragmentation désirée.
- Choix de la méthode de fragmentation des blocs hors gabarits.
- Dispositif d'amorçage.
- L'ordre de mise de feu des diverses charges.
- Calcul économique de la rentabilité de la techenologie utilisée pour la destruction des roches.
- Détermination des limites des jours dangereuses suite à l'exécution des travaux de tir dans la carrière.

Les travaux de tir s'exécutent avant les autres processus techenologiques (excavation, transport et formation des terriles), et en grande partie conditionnent le rendement du complexe d'engin minier.

La sécurité du travail est l'effect économiques des travaux à ciel ouvert. c'est pourquoi dans les carrières actuelles les travaux de tir deviennent une des importants processus techenologiques. Cette importances est encore plus grande pour les carrières exploitants des roches durs ou le coût des travaux de tir atteint jusqu'a 40 % des cout général d'extraction des materiaux utiles. cependant il est a remarquée que les travaux de tir engendre des atteinte aux cycle de production des travaux miniers lié à l'execution des travaux secondaires.

La réduction maximale de l'arrêt des engins liés à l'exécution des travaux de tir devient une tâche importante de l'organisation des travaux de tir.

4.1.2. - tir des charges:

a - tir à la mèche lente:

On allume une extrémité du cordeau BICK FORD sortant de trou et après combustion de l'autre extrémité un faisceau d'étincelles de la poudre brûlante par vers l'amorce. Les étincelles font exploser l'amorce, ce qui provoque le tir de toute la charge. Le tir à la mèche lente comprend cinq opérations principales: préparation des amorces, préparation des cartouches, amorces, chargement et tir.

b - tir électrique:

Un tir électrique comprend les opérations suivantes: vérification des détonateurs électriques, préparation des cartouches-amorces, chargement, préparation des jonction et connexions, Du circuit de tir, calcul de l'intensité du courant dans le circuit de tir et dans les détonateurs électriques, tir.

Les avantages principaux du tir électrique comparativement au tir à la mèche lente sont les suivants:

- Possibilité d'effectuer un tir simultané à retard, à micro-retard, en utilisant respectivement des détonateurs instantanés, à retard et à micro-retard.

- Possibilité de vérification de l'état du circuit de tir y, compris celle des détonateurs, en utilisant des appareils, avant chaque tir.

c - tir au cordeau détonant:

On ligature l'extrémité du cordeau détonant sur la première cartouche en enfonce celle-ci au fond du trou, par conséquent le cordeau détonant se déroule sur toute la longueur du trou de mine. Lors de l'explosion l'onde de choc parcourt le trou de mine de haut jusqu'en bas et initie toutes cartouches en contact avec le cordeau.

Le chargement des trous de mine peut être soit jointives, soit séparées par bourrage intermédiaire, ce qui permet dans certains cas de mieux répartir la charge sur toute la longueur du trou, et par conséquent une meilleure fragmentation. Cette possibilité permet aussi parfois d'éliminer les inconvénients créés, de point de vue rendement de tir, par une discontinuité dans la nature du terrain, comme la présence d'une faille vide ou remplie d'argile pourra être neutralisée en disposant un bourrage intermédiaire au place de cette anomalie.

Pour amorcer plusieurs trous en une seule volée, on ^{relie} (remplie) les cordeaux ainsi disposés et appelés cordeaux secondaires à un cordeau principal à l'extrémité duquel sera mis le détonateur.

Le cordeau secondaire doit être en contact avec le cordeau principal à l'aide d'une simple ligature. Il lui est placé tangentielle mais il faut toujours prendre soin de le diriger dans le sens de la propagation de l'onde de détonation. Les avantages de l'amorçage par cette méthode:

- Augmentation considérable de la sécurité du fait qu'il supprime les détonateurs ordinaires et amorces électriques à l'intérieur des trous de mine et parcequ'il est insensible aux aléas et aux frottements.

- Suppression du danger d'explosion aux cartouches qui n'ont pas explosées, puisque toutes les cartouches étant placées au contact du cordeau, elles sont toutes amorcées par la détonation de celui-ci.

- Meilleur rendement des explosifs qu'il amorce et augmentation de leur brisance du fait de l'accroissement de la vitesse de détonation qu'il permet.

- Possibilité d'amorcer simultanément un très grand nombre de charges et d'assurer l'intégrabilité de l'explosion des charges allongées.

- Il peut être utilisé sous l'eau car son enveloppe est bien étanche. on se basant sur les avantages cités ci-dessus, on va amorcer nos charges par le cordeau détonant N° 4, appelé " Milacord " 4, " à 40g/m de penthrite, et qui sera doublé pour chaque trou de mine on'a choisi ce cordeau puissant pour renforcer l'amorçage normale des explosifs, et pour obtenir plus de brisance et un meilleur rendement.

4.2. - Exigence à l'égard des travaux de tir dans la carrières

La preparation des roches durs et semi-dur à l'abattage doit permettre d'obtenir

- Le degrés nécessaire de fragmentation en assurant le type, la qualité, et la destruction complete de la roche.

- La correspondance des dimensions et formes de tassement aux paramètres du complexe des engins minier de la chaîne technologique déterminée

- Le volume nécessaire pour le travail continue des engins d'excavation et de transport et leur rendement.

- Une conduite de travaux minier plus économique et avec plus de sécurité. Pour une meilleur relation entre les dimensions de la fragmentation et les paramètres du complexe d'engins miniers de la chaîne technologique, il est nécessaire de respecter les exigences suivantes.

- Considérant le godet de l'excavation:

$$d_{max} \leq 0,75 \sqrt[3]{E}$$

le volume du godet $E = 2,5 \text{ cm}^3$, $d_{max} \leq 1,02 \text{ m}$.

- Pour le transport des roches abattues par camion:

$$d_{max} \leq 0,5 \sqrt{V_b}$$

le volume de la benne du camion $V_b = 15,24 \text{ m}^3$, $d_{max} \leq 1,23 \text{ m}$.

- Si on utilise les convoyeurs à bande:

$$d_{max} \leq 0,5 B_c + 0,1,$$

la largeur de la bande $B_c = 1,2 \text{ m}$, $d_{max} \leq 0,7 \text{ m}$.

Pour l'ouverture de concasseur.

$$d_{max} \leq 0,8 b.$$

l'ouverture de la trémie de réception $b = 1,25 \text{ m}$, $d_{max} \leq 1 \text{ m}$.

Les morceaux des roches dont les dimensions maximales ne satisfond pas aux conditions exigées seront considérés hors gabarits et donc nécessiterons un débitage secondaire à l'explosif ou par procédés mécaniques l'existence dans

les masses miniers abattus d'une grande quantités de fragmentation hors gabarit réduit le rendement et la durée d'exploitation des engins miniers.

D'autres parts la fragmentation secondaire des morceaux hors-gabarits enfreint au rythme, de travail de la carrière et diminue en général le rendement de la carrière. On prend donc $d_{max} = 0,7 m$.

Pour le projet du plan de tir la sortie des fragments hors gabarits hors du tir primaire, ne doit pas dépasser 5 % de l'existence des blocs dans le massif est définie par le tableau N°1 suivant:

*Classification des roches suivant leurs fissurations :

| CATEGORIE DES FISSURATION | DEGRE DE FISSURATION | d _m M | 1/d _m | % DES BLOCS CONTENU DANS LE MASSIF (mm) | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---|--------|-------|--------|-------------|-------|
| | | | | + 300 | + 500 | + 700 | +1000 | 1500 à 2000 | +2000 |
| I | EXTRC-FISSURES | <0,1 | >10 | 10 | 5 | - | - | - | - |
| II | TRES FISSURES | 0,1+0,5 | 2+10 | 10-70 | 5-40 | <30 | <5 | - | - |
| III | MOYENNE FISSURE | 0,5+1,0 | 1-2 | 70-100 | 40-100 | 30-80 | 5-40 | <10 | >0 |
| IV | PEU FISSURE | 1+1,5 | 0,65-1,0 | 100 | 100 | 100 | 40-100 | 10-50 | 10 |
| V | PRATIQUE EMENT MANOLITHIQUE | >1,5 | <0,65 | 100 | 100 | 100 | 100 | >50 | >10 |

En ce qui concerne les conditions structuruelles de si-MUSTAPHA où les granodiorites appartiennent aux II, III, et IV catégorie de fissuration. Nous pouvons mentionner pour la sortie des fragment hors gabarit ne doit pas dépassés en général les 4 à 5 % (voir tableau ci-dessus).

Pendant longtemps on'a considéré que la quantité des travaux de tir se caractérise par le poncentage de la fragmentat. des roches hors gabarits. Actuellement la qualité de la fragmentation des roches se détermine aussi bien par le pourcentage des hors gabarits que par la dimension moyenne du fragment dans les roches foisonnées.

La diviation exagéré du contour du projet et l'inégalité de son niveau influent énormément sur le rendement des excavateurs et crée également des difficultés dans le calcul des volumes des roches abattues.

La connaissance de la largeur et la forme du tassement des masses abattues, servent à déterminer la hauteur limite du gradin de telle sorte que $H_t < H_c$ (H_t et H_c sont respectivement hauteur des tassement et hauteur de creusement de l'excavateur). ceci permet d'assurer le remplissage du godet de l'excavateur tout le long de la largeur du tassement et donne la possibilité de réaliser le tir, sans dégagement de l'espace libre de transport.

La largeur de l'entrée de l'excavateur "B" doit satisfaire aux conditions suivantes:

$$B \leq 0,8 (R_c + R_{dech.}) - C;$$

$$B \leq 1,7 \cdot R_c \cdot m.$$

où : R_c et $R_{dech.}$ - rayon de creusement et de déchargement de l'excavateur, en [m]

C - berme de transport, en mètre.

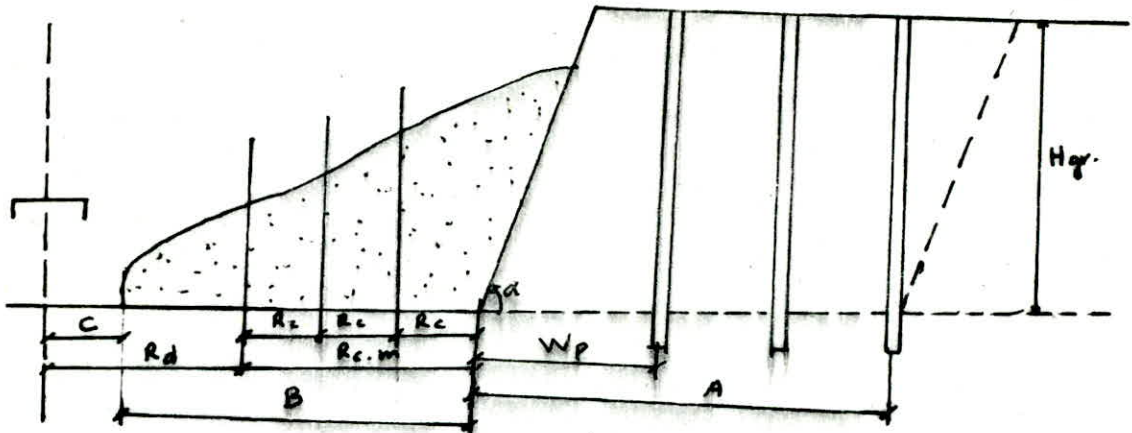
m = 1. nombre d'entrée de l'excavateur.

$$R_c = 9,5m, R_{dech.} = 8,0m, C = 3,0m, m = 1.$$

$$B = \leq 0,8 (9,5 + 8,0) - 3 = 11m.$$

$$B = \leq 1,7 \cdot 9,5 \cdot 0,7 = 16,15m$$

On prend $B = 11m$.



La hauteur de déchargement se détermine par la formule empirique suivante

$$H_d = \frac{\left[\sqrt{B^2 + \frac{1,68 \cdot A \cdot Hgr \cdot K_f}{\sin \alpha}} - B \right] \sin 2\alpha}{0,42}$$

$$H_d = \frac{\left[\sqrt{121 + \frac{225,41}{\sin \alpha}} - 11 \right] \cdot 0,5}{0,42} = 9m.$$

où : A - l'entrée de l'excavateur dans la roche utile.

$$A = b (g - 1) + W_p = W_p \quad (\text{car } g = 1).$$

b - distance entre les rangées des trous de mines.

g - le nombre de rangé de mines.

W_p - la ligne de moindre résistance du centre du trou de la première rangée jusqu'au pied du gradin.

Hgr - hauteur du gradin

$K_f = 1,2$ - coefficient de foissement des roches.

$\alpha = 75^\circ$ - angle du talus du gradin.

4.3. - Choix de la méthode de tir :

Pour l'exécution des travaux de tir pour l'exploitation de la roche, on utilise les méthodes suivantes:

4.3.1. - Les différents types de tir dans les mines profondes:

On appelle mine langue toute mine dont la longueur est égale ou supérieure à 6m. Il rentre dans cette catégorie de mine une variété particulièrement importante appelée "mines profondes verticales".

ce sont des mines qui bien entendu ont une profondeur égale au supérieur à 6m mais qui de plus sont verticales ou sensiblement oblique pouvant aller jusqu'à 25°.

en rencontre ce type de mine souvent dans tout les travaux importants à l'explosif à ciel ouvert, dans le domaine civil et minier.

a - Tir par charge de chambre de mines :

si le diamètre du trou ne permet pas d'y loger la charge indispensable jusqu'à une hauteur déterminée, la partie inférieure du forage peut être élargie. on réalise ainsi le chambrage du trou.

le chambrage consiste à mettre à feu. À la suite de l'explosion, la roche s'écroule au fond du forage. Après nettoyage des chutes de roche au fond du forage, on recharge de nouveau de nouveau avec une quantité légèrement supérieur. Cette opération est menée plusieurs fois jusqu'à ce que le volume de la partie inférieure du forage atteigne une dimension suffisante pour recevoir la quantité de la charge indispensable.

b - Tir par charge au fourneau :

lorsque l'on fait du tir au fourneau, des quantités importantes d'explosif sont entassées dans des chambres spéciales pratiquées soit au bout du gradin d'allogement et au niveau inférieur de la taille, soit à partir de puits de recherche

c - Tir par charge des mines profonds à grande diamètres :

On appelle mine profonde de grand ϕ , toute mine dont la longueur du mine varie entre 6m et 50m et de diamètre entre 64mm et 250mm (le plus souvent 200mm).

C'est la méthode de tir la plus répandue car elle donne une importante quantité de matériaux morcelés, ce qui donne avantages techniques et économiques pour les conditions, correspondantes, c'est pourquoi on utilise des forages profonds, et on préfère cette méthode pour notre carrière si-MUSTAPHA pour des raisons économiques (moins de consommation d'explosif), sécurités (diminution des effets sismiques), de mécanisation complexe disponible au niveau de la carrière.

d - Tir par des mines profonds à petits diamètres :

Même procédé, que la méthode précédente, la seule différence qui distingue les deux méthode est le diamètre des trous de mines qui varient entre 32 mm à 42mm.

4.3.2. - Tir spéciaux :

a - Pétardage de bloc rocheux :

Le pétardage consiste à faire exploser au centre d'un bloc une charge d'explosif amorcée avec un détonateur électrique ou un cordeau détonant (voir fig. 1).

Il faut en général 50g d'explosif par m³ pour assurer un bon résultat.

L'inconvénient de ces pétards est de provoquer des projections dangereuses parfois à grande distance. Il faut donc ne pas trop charger le trou.

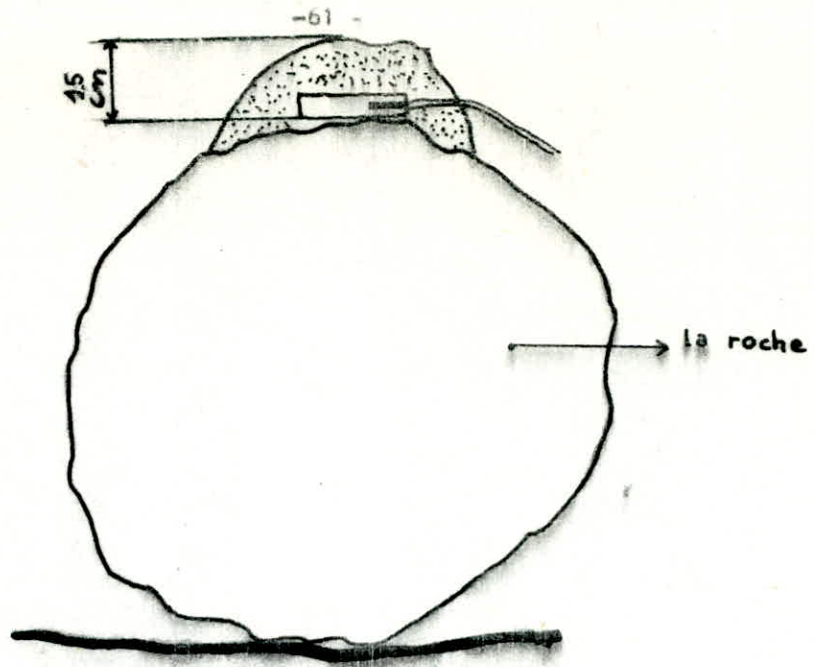


Fig. 2: Tir à l'anglaise.

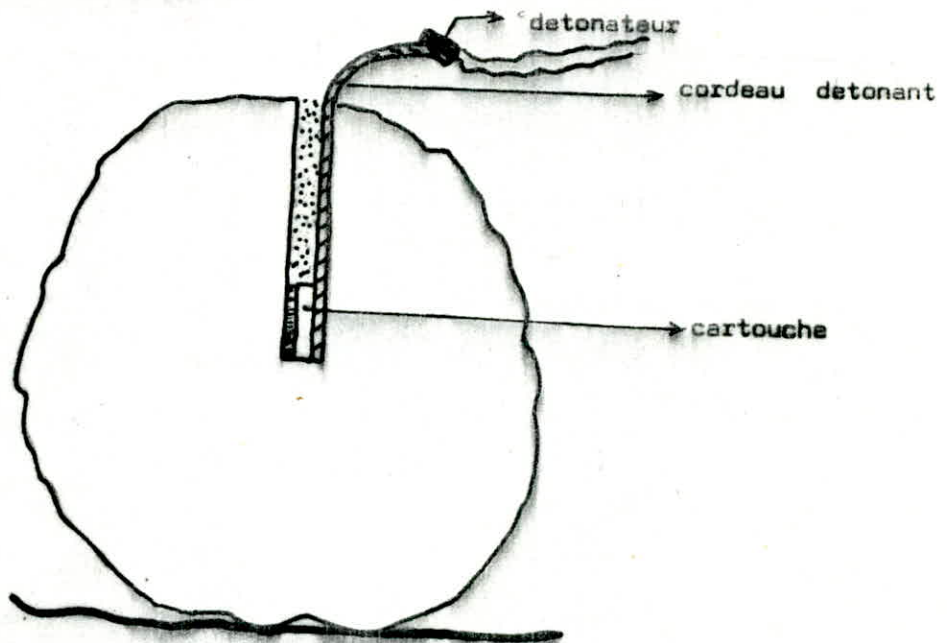


Fig. 1: Petardage.

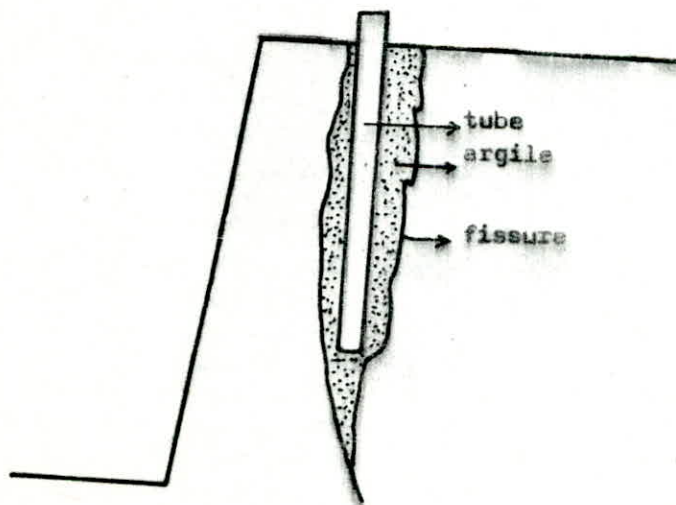


Fig. 3: Tir fissure.

C'est ainsi que pour de petits blocs, s'il l'on ne possède pas de cartouche de 50gr, on pourra utiliser une charge composée de petits morceaux de cordons ligaturés entre eux.

b - Tir par charge superficielle: (ou tir à l'anglaise)

Si l'on ne possède pas de moyens de perforation, il est possible de débiter un bloc en déposant dans une cavité pas profonde ou sur une partie plate de bloc, une charge d'explosif à grande vitesse de détonation que l'on recouvre d'une calotte d'argile d'une épaisseur d'au moins 15cm.

Cette charge peut être amorcée par un détonateur de n'importe quel type (à mèche, électrique). (voir fig. 2).

Dans ce mode de tir, on n'utilise que les effets de l'onde de choc qui agit comme un coup de masse sur l'endroit où la charge a été déposée. Les gaz dégagés sont sans effet sur le bloc par report au pétardage, cette méthode présente l'avantage de provoquer peu de projections mais par contre l'onde de choc qu'elle engendre peut en limiter l'utilisation dans certains endroits.

A noter également que le tir à l'anglaise entraîne une consommation d'explosif au moins quatre fois supérieure au pétardage puisque le taux des roches hors gabarit au niveau de la carrière de SI-MUSTAPHA est faible environ 3 % en moyenne ou moins, et pour minimiser la consommation d'explosif brisant qui est plus chère, on préfère garder la méthode de pétardage utilisée actuellement au niveau de la carrière.

c - Tir fissures :

Pour purger un front de taille, pour faire un abattage en profitant d'une fissure naturelle du terrain, il est interdit de tirer des charges d'explosif à l'air libre. Il faut reconstituer un trou de mine en tassant dans la fissure un matériau humide (argile) autour d'un tube cylindrique de diamètre en relation avec celui des cartouches utilisées.

La charge est placée dans ce tube comme on le fait dans un trou directement foré dans le rocher (voir fig. 3).

4.4. - Choix du procédé de foration, du diamètre de trou et d'engins

de forations:

4.4.1. - Procédés de foration :

La foration consiste à creuser le trou de mine destiné à recevoir la charge d'explosif.

Il existe trois procédés de foration qui ont comme caractéristiques communes l'emploi : d'un outil de foration, placé à l'extrémité d'une barre dont la longueur peut atteindre 4m, le fleuret, d'un moteur et d'un dispositif destiné à donner la poussée nécessaire pour appuyer l'outil sur la roche. Ils diffèrent seulement par la façon dont l'outil attaque la roche:

- la foration percutante :

Dans ce cas, le moteur qui anime le fleuret est un moteur-perforateur à air comprimé. Sa conception est identique à celle d'un marteau-piqueur mais comporte

en plus, un dispositif obligeant le fleuret à tourner d'une fraction de tour pendant la course retour du piston. Les débris de roche sont classés par un courant d'eau. La cadence de frappe du marteau est de l'ordre de 3000 coups par minute et la vitesse d'avancement du fleuret, variable suivant la dureté des roches, peut atteindre 1,00m/mn.

- La foration relative:

un moteur à air comprimé, électrique ou hydraulique, imprimé un mouvement de rotation continue, à une vitesse comprise entre 100 et 300 t/mn. à un fleuret dont l'outil, fortement poussé contre la roche, en enlève des copeaux et s'émette ainsi dans le massif. Dans la foration rotative, les fleurets sont pleins et torsadés en hélice pour évacuer mécaniquement les débris car la foration se fait à sec. La poussée est manuelle pour les substances tendres et obligatoirement mécanique ou hydraulique pour la foration dans les substances dures qui exigent de très fortes poussées.

- La foration roto-percutante:

Dans le but de réduire la très grande poussée nécessaire à la foration rotative, on a eu l'idée de lui associer le principe de la foration percutante: l'outil pendant sa rotation, reçoit de la perforatrice des percussions à la cadence de 3000 à 5000 coups/mn.

4.4.2. - Diamètre des trous de mines :

Vu la grande débit de notre carrière, nous sommes amenés à choisir des trous de grande diamètre (64 - 250mm), mais on doit signaler que le choix du diamètre est fonction de:

- La quantité d'explosif et sa
- La fragmentation des roches désirée.
- La dureté de la roche.
- La dimension moyenne du bloc dans le massif.

4.4.3. Engin de foration :

Le choix des sondeuses dans les carrières se fait souvent en se basant sur plusieurs paramètres:

- En fonction du diamètre des trous de mines maximal.
- La dureté de la roche.
- Nature des terrains.
- Profondeurs et inclinaisons des trous de mine.
- L'abrasivité de la roche.
- en fonction du nombre des trous à forer par chaque sondeuse/poste.

Vu l'existence de sondeuses dans la carrière, il est nécessaire de les utiliser dont les caractéristiques sont données ci-dessous.

* Caractéristiques de l'une des sondeuses utilisées: (DU HCR 300).

- Poids.....10 000 kg.
- Longueur totale..... 8,10 m.
- Largeur totale..... 2,53 m.

- Hauteur totale..... 2,80m.
- Largeur du bras..... 2,00m.
- Poids de tige..... 340 kg.
- Nombre de tige..... 6.
- Diamètre des taillants..... 65 à 125 mm.

4.5. - Calcul de la consommation spécifique d'explosif :

On appelle par consommation spécifique d'explosif, la quantité d'explosif optimale pour déplacer 1 m³ de roche en place. Sa valeur peut être calculée sur la base de la consommation spécifique théorique étalon "q_e" de l'explosif en tenant compte des conditions technologiques et organisationnelles du tir pour la fragmentation des roches.

$$q = q_e \cdot K_\gamma \cdot K \cdot K_d \cdot K_{exp} \cdot K_w \cdot K_n \quad (1)$$

Les coefficients tenant compte de l'influence des différents facteurs sur la consommation spécifique d'explosifs sont les suivantes:

| Facteurs influents sur "q" | Formules | résultats |
|--|--|-----------|
| Masse volumique des R. $\gamma = 2,5 \text{ T} / \text{m}^3$ | $K_\gamma = \frac{\gamma}{2,16}$ | 0,96 |
| L'angle du gisement des couches rocheuses dans le gradin ($\alpha = 0^\circ$) | $K = 1 - 0,1 \sin 2\alpha$ | 1 |
| la dimension moyenne des morceaux de roches $d_{max} = 700 \text{ mm}$ | $K_d = \left[\frac{(500) \cdot 0,4}{(d_{max})} \right]^{0,4}$ | 0,87 |
| Aptitude au travail de l'explosif utilisé A _u = 360. Aptitude au travail de l'explosif étalon A _{ét} = 380. | $K_{exp} = \frac{A_{ét} \cdot 380}{A_u \cdot 360}$ | 1,05 |
| Le rayon d'action de l'explosif, $W_p, H_{gr.} [m]$ | $K_w = 0,89 \cdot e^{(1,1/H-w)}$ | 1,02 |
| Le nombre de surfaces libres entourant le trou de mine. $n = 1$ | $K_n = (0,665)^{n-1}$ | 1 |

$$q = 0,190 \cdot 0,96 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,05 \cdot 1,02 \cdot 1 = 0,170 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Compte tenu de certaines conditions géologiques inattendues, on peut considérer que $q = 0,200 \text{ kg} / \text{m}^3$ ce qui augmente la quantité d'explosifs et par conséquent "q" devient une valeur moyenne caractérisant la roche de si-MUSTAPHA, d'où le plan de tir établi sera apte à être appliqué pour l'exploitation de toute la carrière.

4.6. - Calcul des paramètres du plan de tir : (voir fig. n°4).

4.6.1. Appréciation du degré de fragmentations:

$$N_f = 240 - 110 \log (d_m) + 5,5 (\log d_m)^2$$

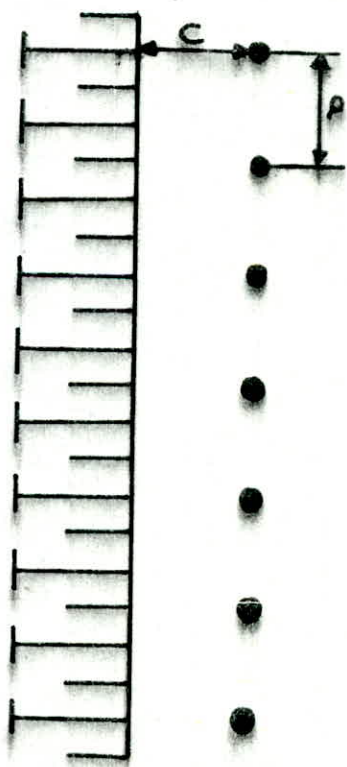
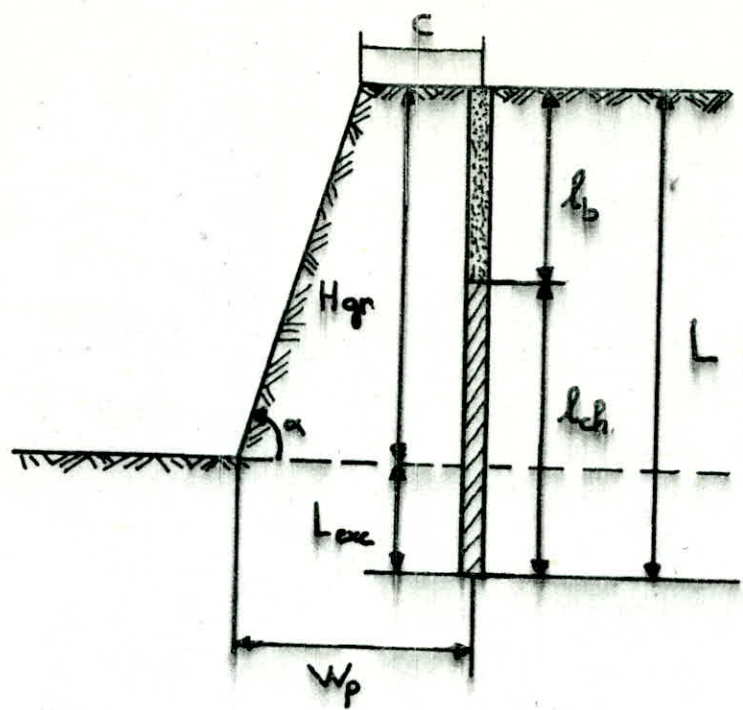


FIG. N° 46 Parametres d'un plan de tir.

: 857

$d_m = 70\text{cm}$ - dimension maximal admissible des blocs après le tir., [cm].
 $N F = 240 - 110 \log (70) + 5,5 (\log (70))^2 = 240 - 202,96 + 18,72 = 55,76$.

4.5.2. - Energie nécessaire pour la fragmentation :

Cette énergie se détermine en tenant compte des propriétés des roches et du degré nécessaires de leur fragmentation.

$$E_f = \frac{\sigma_{dn}^2 \cdot N_f}{2 \cdot E}$$

σ_{dn} - Résistance destructive, en Pa

$E = 8,10 \cdot 10^{10}$ Pa, - module dynamique, en [Pa].

$$\sigma_{dn} = 0,1 \cdot \sigma_{cd} + \sigma_{tr.d}$$

$\sigma_{cd}, \sigma_{tr.d}$ - résistance à la compression, traction dynamique.

Les résistances dynamiques s'obtient comme étant le produit de la résistance statique " σ_s " par le coefficient dynamique K_d .

$$\sigma_{cd} = K_d \cdot \sigma_{c.s} = K_d \cdot \sigma_c, \quad \sigma_{tr.d} = K_d \cdot \sigma_{tr.s} = K_d \cdot \sigma_{tr}$$

$K_d = 2 \div 4$, prenons pour notre cas : $K_d = 2$.

$$\sigma_{dn} = K_d \cdot (0,1 \cdot \sigma_{c.s} + \sigma_{tr.s})$$

$$\sigma_{c.s} = 29 \text{ MPa}, \quad \sigma_{tr.s} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{dn} = 2 (0,1 \cdot 29 + 2,9) = 11,6 \text{ MPa} = 11,6 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Par conséquent.

$$E_f = \frac{\sigma_{dn}^2 \cdot N_f}{2 \cdot E} = \frac{(11,6 \cdot 10^6)^2 \cdot 55,76}{2 \cdot 8,10 \cdot 10^{10}} = 46894,16 \text{ J} = 46,89 \text{ KJ}$$

4.6.3. - Energie de destruction :

Pour atteindre le degré de foisonnement et le tassement des roches abattus convenable, il faut avoir l'énergie de destruction " ϵ_d ".

$$\epsilon_d = \frac{v_0^2 \cdot \gamma \cdot \ln(K_f)}{2} + \frac{v_0^2 \cdot \gamma \cdot \ln(lc.g)}{2}$$

$$\epsilon_d = \frac{v_0^2 \cdot \gamma \cdot \ln(K_f \cdot lc.g)}{2}$$

$v_0 = 10 - 15 \text{ m/s}$ - vitesses de déplacement du centre de gravité des roches minières. $v_0 = 12 \text{ m/s}$.

$K_f = 1,2$ coefficient de foisonnement.

$lc.g$ - dépend du nombre des rangées de trous de mine et de la hauteur du gradin.

Pour une rangée et $H_g = 15\text{m}$, prenons selon les données de pratique $lc.g = 14\text{m}$.

$\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$ - poids volumique.

$$\epsilon_d = \frac{(12)^2 \cdot (2500)}{2} \cdot \ln(1,2 \cdot 14) = 507,85 \text{ KJ}$$

4.6.4. - Détermination de la consommation spécifique :

La somme $(\epsilon_f + \epsilon_d)$ représente l'énergie nécessaire qu'il faut fournir, pour préparer un m^3 de la masse minier exigée par la technologie de la fragmentation en tenant compte des paramètres concrets du massif. Connaissant cet énergie, on peut donc déterminer la consommation spécifique en explosif (Kg / m^3) nécessaire pour atteindre la fragmentation du massif et déterminer le foisonnement, les dimensions du tassement des roches abattus voulus.

$$q = \frac{(\epsilon_f + \epsilon_d)}{\epsilon(1+\eta)} \quad (2)$$

ϵ - énergie potentielle. Des explosifs employés (chaleur spécifique de l'explosion en (J / Kg)).

$\eta = 0,04$ - coefficient de l'utilisation de l'énergie d'explosion vu l'absence des données précises sur l'énergie potentielle fournie par les explosifs fabriqués en algérie, nous prenons comme énergie potentielle de l'énergie employée, le produit de l'énergie potentielle de l'explosif étalon (ammonite 6 JV) par le coefficient d'utilisation pratique correspondant (e).

$$\epsilon = \epsilon_{et} \cdot e \quad e = \frac{T_{et}}{T_u}$$

T_{et} et T_u capacité de travail des explosifs étalon et utilisés.

$$\epsilon_{et} = 4305 \text{ KJ.}$$

Pour la " Gélonit 2 " et la " normanite 2 ", $T_u = 360 \text{ cm}^3 / 10g$.

$$e = \frac{380}{360} = 1,05.$$

$$\epsilon = 4305 \cdot 1,05 = 4520,25 \text{ KJ/kg.}$$

d'où.

$$q = \frac{\epsilon_f + \epsilon_d}{\epsilon(1+\eta)} = \frac{46,89 + 507,85}{(4520,25)1,04} = 0,0876 \text{ kg} / \text{m}^3 = 87,6 \text{ g} / \text{m}^3.$$

On'a déterminé la consommation spécifique d'explosif par deux formules différentes, dont la première (1) tenant compte de toutes les paramètres influant sur " q " et la deuxième (2) formule qui est fonction des energie développées par un explosif. On'a choisi la valeur de " q " donnée par la première formule car elle est plus pratique et plus convenable pour notre cas.

d'où :

$$q = 0,200 \text{ kg/m}^3$$

4.6.5. - Diamètre trous de mine :

Pour la fragmentation normale le coef. de rapprochement peut être déterminé par la formule suivant:

$$m = 0,75 K_f, \text{ en } m.$$

4.6.7. - La distance entre les trous de la rangée:

$a = n \cdot wp, \text{ m.}$

$a = 0,9 \cdot 7,2 = 6,48 \text{ m.}$

on prend $a = 6 \text{ m.}$

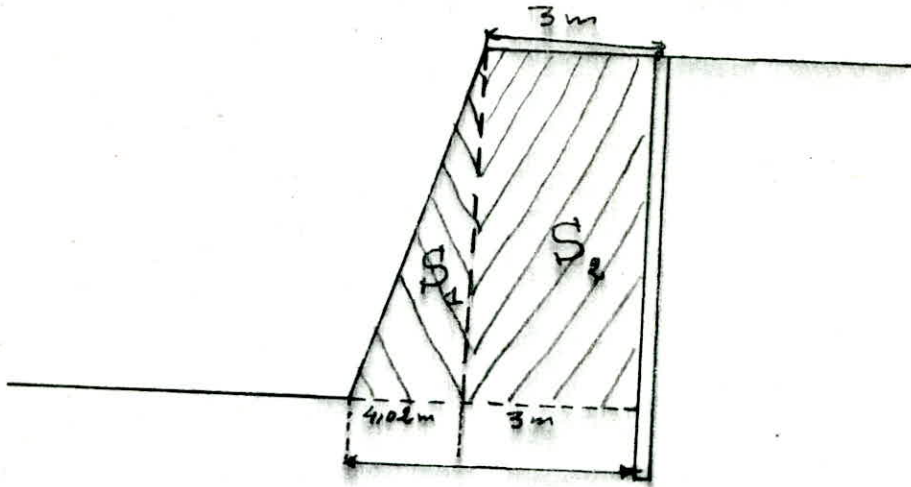
4.6.8. - Calcul de la longueur du bloc:

La production journalière: $Pj = 1913 \text{ m}^3.$

La production par semaine: $Ps = 5 \times Pj = 5 \times 1913 = 9565 \text{ m}^3.$

Pour assurer la production désirée et pour des raisons de sécurité, on'a proposé deux tirs par semaine, donc chaque tir doit assurer le volume suivant:

$V_{1.t} = \frac{Ps}{2} = \frac{9565}{2} = 4782,5 = 4783 \text{ m}^3.$



$S_1 = \frac{4 \times 15}{2} = 30 \text{ m}^2$

$S_2 = 3 \times 15 = 45 \text{ m}^2.$

$S = S_1 + S_2 = 30 + 45 = 75 \text{ m}^2.$

$V_{1.t} = S \cdot lb$

$lb = \frac{V_{1.t}}{S}$

$lb = \frac{4783}{75} = 63,77 \text{ m} \approx 64 \text{ m.}$

4.6.9. - Calcul du nombre de trous par tir:

$Nt = \frac{lb}{a}$

$Nt = \frac{64}{6} = 10,66 \approx 11 \text{ trous / tir.}$

4.6.10. L'exé de forage:

$l_{exc.} = 0,5 \cdot q \cdot wp$

$l_{exc.} = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 7,2 = 0,72 \text{ m.}$

4.6.11. - Longueur du trou:

$L = H + l_{exc.}$

$L = 15 + 0,72 = 15,72 \text{ m.}$

4.6.12. - La charge d'un trou:

$Q_{ch.} = q \cdot wp \cdot H_{gr.} \cdot a = 0,2 \cdot 7,2 \cdot 15 \cdot 6 = 129,6 \text{ kg} \approx 130 \text{ kg.}$

4.6.13 - La longueur de la charge du trou :

$$l_{ch} = \frac{Q_{ch}}{P}$$

P - capacité d'un mètre de trou ; $P_i = \frac{\pi \cdot d^3}{4} \cdot \Delta_i$ [T/m]

-Pour (Gélanit 2 et l'anfomil) : $P_1 = \frac{3,14 \cdot (0,14)^2}{4} \cdot 0,015$ T/m.

-Pour (Marmanit 2 et l'anfomil) : $P_2 = \frac{3,14 \cdot (0,14)^2}{4} \cdot 0,92 = 0,014$ T/m.

$$l_{ch1} = \frac{Q_{ch}}{P_1} = \frac{130}{15} = 8,66 \text{ m.}$$

$$l_{ch2} = \frac{Q_{ch}}{P_2} = \frac{130}{14} = 9,28 \text{ m.}$$

4.6.14. - La largeur du bourrage :

$$l_{b1} = L - l_{ch1} = 15,72 - 8,66 = 7,06 \text{ m.}$$

$$l_{b2} = L - l_{ch2} = 15,72 - 9,28 = 6,44 \text{ m.}$$

4.6.15. - Nombre de rangées :

$$\text{Puissance } A = w_p \cdot$$

A - L'argeur de l'entree de l'excavateur.

$$N = \frac{A - w_p + b}{b} = 1 \text{ (une seule rangée).}$$

4.6.16. - Construction des charges d'explosifs :

Pour assurer un travail utile par le tir, on propose le chargement discontinue. Entre les charges se trouve des espaces vides ou des matériaux de bourrage (sable, argle, dechet, de forage etc...). L'application de ce genre de charge permet d'augmenter la régularité du caractère de fragmentation et diminue d'une part le taux des hors gabarits, et d'autre part réduire la consommation spécifique de l'explosif (de 5 à 15 %).

-Pour ce mode de chargement, on'a :

- La charge superieure : $Q_1 = 0,3 Q_{ch} = 39 \text{ kg.}$

- La charge inferieures : $Q_2 = 0,7 Q_{ch} = 91 \text{ kg.}$

-Pour (Gélanit 2 et l'anfomil) :

- longueur de charge superieur.

- longueur de charge inferieur.

$$l_1 = \frac{Q_1}{P_1} = \frac{39}{15} = 2,6\text{m}$$

$$l_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{91}{15} = 6,06\text{m}$$

$$l_1 + l_2 = l_{ch1} = 8,66\text{m.}$$

- Pour (Marmanit 2 et l'anfomil).

$$l_1 = \frac{Q_1}{P_2} = \frac{39}{14} = 2,78\text{m}$$

$$l_2 = \frac{Q_2}{P_2} = \frac{91}{14} = 6,5\text{m}$$

$$l_1 = l_2 = l_{ch2} = 9,28\text{m.}$$

Les cartouches sont descendues dans le trou au moyen d'une corde.

A la première cartouche sont attachés deux cordeaux détonants de 40g/m de penthrite (voir 4.1.2. - tir des charges par cordeaux détonant).

Le bourrage est fait, à la pelle avec les déchets de forage dont on élimine les gros morceaux. Les cordeaux des trous sont reliés en série à un cordeau détonant principal qui porte des relais pyrotechnique pour chaque intervalle de cinq trous, d'intervalle de retard égal = 25 ms/m.

$K = 3$ ms/m coefficient qui dépend des propriétés de la roche.

(on'a la granodiorite pour nôtre cas).

$$C = K \cdot wp = 3,72 = 21,6 \text{ ms.}$$

L'analyse des résultats des propriétés physico-mécaniques, des cartes, des coupes et des logs des sondages montrent une hétérogénéité étrange que ce soit sur le plan horizontal ou le plan vertical. C'est ce que nous a poussé à établir nôtre plan de tir en se basant sur les données de classe de granodiorite (classe N° IV, granodiorite faiblement fissurée) la plus réponde, représentant 75 % de la masse des réservoirs recherchés.

On faisant nos calculs, on'a essayé d'estimer les résultats trouvés dont le sens à aboutir à un plan de tir résultat, applicable pour l'exploitation de toute la roche.

4.6.17-La longueur de l'espace libre entre les deux charges :

$$l_e = (0,15 - 0,40) \cdot l_{ch}$$

l_e - longueur de l'espace libre..

-Pour $l_{ch1} = 8,66\text{m.}$ on'a: $l_{e1} = 0,20 \cdot l_{ch1} = 1,73\text{m.}$

-Pour $l_{ch2} = 9,28\text{m.}$ on'a: $l_{e2} = 0,20 \cdot l_{ch2} = 1,86\text{m.}$

4.6.18-La distance entre la charge et la bouché du trou :

$$l'_{e1} = l_{b1} - l_{e1} = 7,06 - 1,73 = 5,33\text{m.}$$

$$l'_{e2} = l_{b2} - l_{e2} = 6,44 - 1,86 = 4,58\text{m.}$$

4.6.19-Les schemas des plans de tir :

PLAN DE TR. POJA LES PERIODES IMPROBES.

CONCLUSION GENERALE

POUR realiser un plan de tir dans n'importe quelle condition ,il est necessaire de connaitre les caracteristiques physico-mecaniques de la roche considerée (résistance a la compression, a la traction, au cisaillement, ...), la tectonique, la fissuration, l'hydrogeologie et les caracteristiques des substances explosives.

L'analyse a travers le rapport établi par l' "U.R.E.G.", les conditions technico-minieres existants a l'etat actuel, et les resultats des essais que nous avons realises, ont permis d'apprécier les caracteristiques des roches et les parametres technologiques dans la carriere SI-MUSTAPHA. Outre cela l'analyse de la litterature sur les explosifs en general et sur ceux fabriques en algerie, a conduit a noter l'insuffisance des caracteristiques de notre explosif, qui sont necessaire pour l'etablissement d'un plan de tir. a savoir, le rapport exprimant la capacite de travail des explosifs, est pris par rapport a un explosif etalon.

la methode energetique utilisee est ¹ methode recente qui lie les donnees objectives du massif des substances explosives.

COMPTE tenu des conditions hydrogeologiques du gisement; on'a propose une methologie de realisation de deux plans de tir:

- l'un pour les periodes pluviales .
- l'autre pour les periodes seches .

cependant une optimisation objective d'un plan de tir ne peut etre effectue que sur la base d'une etude detaillee sur :

- fissuration et tectonique du gisement.
- Conditions hydrogeologiques .
- Les proprietes geotechniques .
- Les caracteristiques des explosifs .

BIBLIOGRAPHIE

1°) Ouvrages

- CHRISTIAN/S , (1977) - Pratique des explosifs .
Ed . Eyrelles , Paris , 136p .
- CALZIA , J' , (1969) - Les substances explosives et leurs nuisances .
Ed . Dunod , Paris , 344p
- KURT H . (1977) - Precis de ferage des roches .
Ed . Dunod , Paris , 291p
- BOKY B , (1968) - Exploitation des mines .
Ed . Mir , Moscou , 821p
- ANONYME , (1978) - Encyclopedie universalis .
Ed . Anneaux , Paris , T. VI , pp 854-858
- ANONYME , (1977) - Dictionnaire alphabetique de la langue française .
Ed . Robert , Paris , T.2 , pp 769.
- ANONYME , (1905) - Dictionnaire general des sciences .
Paris , T.2, pp.1251- 1256.
- ANONYME , (1976) - Grand Larousse encyclopedique .
Ed . Larousse , Paris , T.4 p 856
- HENVERI . G , (1969) - Les mines N° 465
Ed . Que sais-je? , Paris , pp.74-77.
- ANONYME , (1972) - Memento des mines et carrières .
Paris , pp.113-119.
- ANISKINE Y.I , (1988) - Technologie d'extraction à ciel-ouvert des minerais
et des metaux rares et radioactifs .
Ed . Nedra , Moscou .

2°) Polycopies

- KOVALENKO . V
AMBARTSOUMIAN . N } (1986) - Exploitation des carrières .
K . M LAEMER } OPU . Alger .
- CHIBKA . N , (1980) - Exploitation des gisements metallifères .
OPU . Alger .
- UREG , (1984) - Rapport geologique du gisement SI-MUSTAPHA .
- Rapport d'exploitation du gisement SI-MUSTAPHA .
- HENVERI . L , (1969) - Utilisation des explosifs dans les mines .
E.N.P . Alger .

75
GONNET . E , (1954) - Cours d'exploitation " les explosifs " .
"Ecole technique des mines de Douai"

ANONYME , (1981) - Generalité sur les explosifs et artifices de mise à feu
fabriqués à Miliana.

O.N.E.X . Alger .

ANONYME , (1980) - 7^{ième} Seminaire National Des Sciences De La Terre.

U.S.T.H.B. Alger . p.30

BELAIDI FARID , (1988) - Projet de la technologie et de la mecanisation
complexe des travaux miniers dans la carrière
de l'Ouenza .

E.N.P . Alger .

