

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Et de la Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique  
Département génie minier  
Mémoire de projet de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

**Plan de développement  
De la carrière du gisement Djebel El Medjane  
C 45 COSIDER-carrières**

**Messaci Fares**

Sous la direction de  
**M. Mohamed Aguid BACHAR ASSAD**

Présenté et soutenu publiquement le 10/11/2020

**Composition du jury**

**Président :** M. Malek OUELD HAMOU Maître conférence A, ENP  
**Promoteur :** M.M. A. BACHAR ASSAD Professeur, ENP  
**Co-Promoteur :** M. Mohamed RAFA Directeur de gestion de la production, COSIDER carrières  
**Examineur :** M. Rachid GACEM Maître-assistant A, ENP  
**Invité :** M. Khaled BADJI Directeur, L'unité de OULED RAHMOUNE  
**Invité :** M. Remdane YAHIAOUI Directeur technico-marketing, COSIDER carrières

ENP 2020



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Et de la Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique  
Département génie minier  
Mémoire de projet de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Génie Minier

**Plan de développement  
De la carrière du gisement Djebel El Medjane  
C 45 COSIDER-carrières**

**Messaci Fares**

Sous la direction de  
**M. Mohamed Aguid BACHAR ASSAD**

Présenté et soutenu publiquement le 10/11/2020

**Composition du jury**

<b>Président :</b>	M. Malek OUELD HAMOU	Maître conférence A, ENP
<b>Promoteur :</b>	M.M. A. BACHAR ASSAD	Professeur, ENP
<b>Co-Promoteur :</b>	M. Mohamed RAFA	Directeur de gestion de la production, COSIDER carrières
<b>Examineur :</b>	M. Rachid GACEM	Maître-assistant A, ENP
<b>Invité :</b>	M. Khaled BADJI	Directeur, L'unité de OULED RAHMOUNE
<b>Invité :</b>	M. Remdane YAHIAOUI	Directeur technico-marketing, COSIDER carrières

## ملخص

لتحسين الإنتاج وتطوير محجرة ولاد رحمون - قسنطينة، قمنا بإجراء دراسة تقنية اقتصادية تُلبي الاحتياجات التكنولوجية اللازمة لضمان الإنتاج المخطط له وتأمين مجال العمل، وكذلك دراسة وتطوير الرواسب بناءً على إنشاء مسارين للوصول إلى الجزء الشمالي الشرقي من المحجرة.

لقد تابعتنا عملية إنتاج المحجر عن كثب، وقمنا بجمع البيانات اللازمة لحساب سعر التكلفة المتوقعة للمنتجات باستخدام طريقة التكلفة الكاملة.

**الكلمات المفتاحية:** محجرة ولاد رحمون، الانفتاح، المسارات، التطوير، سعر التكلفة.

## Abstract

As part of the improvement of production and the development of the Ouled Rahmoune-Constantine quarry, we have designed to make a technico-economic study that meets the technological needs to ensure planned production and secure the work field, as well as " study and develop the deposit based on the construction of two access tracks to the north-eastern part of the quarry.

We have followed the production process of the quarry more closely, collected the necessary data and calculated the expected cost price of the products using the full cost method.

**Keywords:** Ouled Rahmoune career, openness, tracks, development, cost price.

## Résumé

Dans le cadre de l'amélioration de production et développement de la carrière Ouled Rahmoune-Constantine, nous avons conçu de faire une étude technico-économique qui réponde aux besoins technologiques pour assurer la production planifiée et sécurisé le champ de travail, ainsi que d'étudier et développer le gisement en se basant sur la réalisation de deux pistes d'accès à la partie Nord-Est de la carrière.

Nous avons suivi le processus de production de la carrière de plus près, collecté les données nécessaires et calculé le cout de revient prévu des produits par la méthode des coûts complets.

**Mots clés :** Carrière Ouled Rahmoune, l'ouverture, pistes, développent, coût de revient.

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tous ce qui ils ont fait pour que je puisse arriver à ce stade*

*Je dédie également à :*

*Ma sœur, et mes frères en leur souhaitant la réussite dans la vie  
Puisse dieu vous donne santé, bonheur, courage, et surtout réussite*

*Ma grand-mère, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne  
Une longue et joyeuse vie.*

*Tous mes chers amis particulièrement Maroine, Hamza, Tarek, Aymen  
Amine Kellou, Ryad, Amine Karroum, Oussama*

*Tous mes amis de ma promotion  
Et à tous ceux que j'ai connu durant mon cycle d'étude*

*Tous ceux qui m'ont aidé afin de réaliser ce travail, et a tous ceux que j'aime et qui m'aiment*

*Merci !*

# Remerciements

Avant tout développement de cette expérience professionnelle, il apparait opportun de commencer ce rapport par des remerciements, au dieu qui m'a donné la santé et la volonté d'entamer et terminer ce travail modeste qui fait ma fierté et ma personnalité.

Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements les plus sincères à mon encadreur le professeur **Mohamed AGUID Bachar Assed**, Ses conseils et ses encouragements ont permis à ce travail d'aboutir. Ses capacités scientifiques et ses compétences étaient mon grand support, je le remercie aussi pour leur pédagogie.

Mes remerciements s'adressent à mon encadreur **M. Mohamed RAFA**, le directeur de gestion de la production à COSIDER Carrières, il m'a fait bénéficier de ses conseils précieux, sa disponibilité, son aide, ses critiques constrictives, ses explications et ses suggestions.

Je remercie également les membres de jury, **M. Malek OUELD HAMOU** qui m'a enseigné, je le remercie pour son soutien, et je lui suis reconnaissante de l'honneur qu'il me fait en assumant la présidence du jury de soutenance, merci au **M. Rachid GACEM** qui a bien voulu examiner mon travail.

Je souhaite aussi témoigner ma gratitude à tous les gens de l'entreprise COSIDER carrières, sans oublier le personnel de l'unité de Djebel El Medjane en particulier monsieur **Hamza Tadjenant**, l'ingénieur des mines de l'unité pour leur accueil, leur serviabilité et leur disponibilité.

Plus précisément, je voudrais remercie mes enseignants qui m'ont suivi durant ma formation universitaire.

Finalement, je remercie ma famille, mes amis, pour leurs soutiens et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

# TABLE DES MATIERES

---

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	14
<b>I. Etude géologique du gisement .....</b>	<b>16</b>
Introduction .....	16
I.1 Présentation de la filiale COSIDER CARRIERES .....	16
I.2 Situation géographique et administrative de la wilaya .....	16
I.3 Situation géographique et administrative de la carrière .....	16
I.4 Topographie .....	18
I.4.1 Description du voisinage sur un rayon de 3km .....	18
I.5 Géomorphologie [1].....	19
I.5.1 La zone montagneuse au nord .....	19
I.5.2 La zone des bassins intérieurs .....	19
I.5.3 La zone des hautes plaines.....	19
I.6 Géologie régional.....	20
I.6.1 Litho stratigraphie [1] .....	20
I.7 Géologie de la région d'étude (DJEBEL OUM SETTAS) [2] .....	24
I.7.1 Stratigraphie de la région d'étude (Djebel Oum Settas)[1] .....	25
I.7.2 Structure géologique et tectonique [1].....	26
I.8 Géologie locale (Djebel El Madjene) [2] .....	28
I.9 Hydrographie.....	29
I.10 Climatologie [2] .....	29
I.11 L'ESTIMATION DES RESERVES GEOLOGIQUES .....	31
Conclusion.....	31
<b>II. Propriétés et caractéristiques des massifs rocheux .....</b>	<b>33</b>
Introduction .....	33
II.1 Généralités sur les granulats [3].....	33
II.2 Les Normes AFNOR .....	33
II.3 Les caractéristiques physico-mécaniques et chimiques du massif rocheux .....	34
II.3.1 Échantillonnage .....	34
II.3.2 Les propriétés physiques.....	34
II.3.3 Les propriétés mécaniques.....	37

II.3.4	Les propriétés chimiques .....	39
	Conclusion.....	40
<b>III.</b>	<b>L'ouverture et développement.....</b>	<b>42</b>
	Introduction .....	42
III.1	Généralités.....	42
III.2	Développement de la carrière.....	42
III.2.1	Définition .....	42
III.2.2	Le choix du mode d'ouverture .....	42
III.2.3	Technologie de creusement de la demi-tranchée d'accès.....	43
III.3	Les pistes dans les carrières .....	46
III.3.1	Traçage de la piste et ses caractéristiques.....	47
III.3.2	Pente de la piste .....	47
III.3.3	Le devers de la piste.....	47
III.3.4	L'épaisseur de chaussée.....	47
III.3.5	Largeur de la piste .....	47
III.4	Paramètres des pistes proposées .....	48
III.4.1	La première piste .....	48
III.4.2	Deuxième piste .....	49
III.5	système d'exploitation du gisement de djebel el madjene .....	49
III.5.1	Classification des systèmes d'exploitation .....	50
III.5.2	Les éléments du système d'exploitation .....	50
	Conclusion.....	53
<b>IV.</b>	<b>L'exploitation du gisement .....</b>	<b>55</b>
	Introduction .....	55
IV.1	Définition.....	55
IV.2	Objectif.....	55
IV.3	Les étapes d'exploitation :.....	55
IV.4	Dimensionnement du parc engin .....	56
IV.4.1	La disponibilité.....	56
IV.4.2	Coefficient d'utilisation .....	56
IV.5	Matériels [14].....	57
IV.6	Régime et capacité de fonctionnement de la carrière [15] .....	57
IV.6.1	Régime de fonctionnement .....	57
IV.6.2	Cadence de production et durée de vie de carrière .....	59
IV.7	Travaux de foration et de tir.....	61

IV.7.1	La foration .....	61
IV.7.2	Tir [17].....	64
IV.8	Chargement par pelle hydraulique [19].....	74
IV.8.1	Choix d'un type de pelle.....	74
IV.8.2	Rendement de la pelle d'excavation .....	75
IV.8.3	Nombre de pelle nécessaire pour le chargement .....	76
IV.9	Transport [20].....	77
IV.9.1	Calcul de rendement pratique par camion .....	77
IV.10	Traitement.....	79
IV.11	chargement par chargeuse pneumatique.....	81
IV.11.1	Rendement de la chargeuse .....	81
IV.11.2	Nombre de chargeuses .....	83
	Conclusion.....	83
<b>V.</b>	<b>Calcul du cout de revient .....</b>	<b>85</b>
V.1	Introduction .....	85
V.2	La comptabilité générale et la comptabilité analytique [21] .....	85
V.3	Notions des couts Définition .....	85
V.3.1	Champ d'application de coût.....	85
V.3.2	Le moment de son calcul .....	86
V.4	La méthode des couts complets [21] .....	86
V.4.1	Coût de revient .....	86
V.4.2	L'utilité du coût de revient .....	86
V.5	L'organigramme de production .....	87
V.6	Les différentes types de charges .....	87
V.6.1	Les charges directes .....	88
V.6.2	Les charges indirectes .....	88
V.7	Découpage en centre d'analyse [21].....	89
V.7.1	Centre d'analyse .....	89
V.7.2	Principes et types de centres d'analyse .....	89
V.8	Calcul coût de production.....	95
V.9	Calcul du coût de revient.....	97
	Conclusion.....	97
	Conclusion générale.....	99
	Bibliographies .....	100
	ANNEXES .....	102

## LISTE DES FIGURES

---

Figure I-1: Carte de situation géographique de la zone d'étude. (Avec Google Earth) .....	17
Figure I-2 : La carte de situation topographique du gisement.....	18
Figure I-3 : Une image satellitaire représente la description du voisinage (Google Earth) .....	19
Figure I-4: Carte de situation des séries néritiques constantinoises (in villa 1980).....	20
Figure I-5: La carte géologique de la région El Khroub échelle 1/ 500 000.....	23
Figure I-6: La carte structurale du Djebel Oum Settas et Djebel Mezala, (In villa 1980). .....	24
Figure I-7: stratigraphique de la région d'étude (in VILA, 1980). La colonne.....	26
Figure I-8 : Les différentes phases tectoniques existées dans la région constantinoise .....	28
Figure I-9: Réseau hydrogéologique de la wilaya de Constantine.....	29
Figure I-10: Diagramme climatique.....	30
Figure II-1: le volume du récipient .....	34
Figure II-2: Le volume hachuré : volume absolu (sans pores).....	34
Figure II-3: Schématisation macroscopique d'un matériau poreux.....	36
Figure II-4: Test de compression simple .....	38
Figure III-1: Évacuation des roches par bulldozer .....	43
Figure III-2: Travaux de foration et de tir .....	44
Figure III-3: brise roche VOLVO .....	45
Figure III-4: Bulldozer Caterpillar D8R .....	46
Figure III-5: Schéma de la largeur de la piste .....	48
Figure III-6: Profil en long de la première piste d'accès .....	48
Figure III-7: Profil en long de la deuxième piste d'accès.....	49
Figure III-8: Présentation des éléments de la plate -forme de travail .....	52
Figure IV-1: Dimensionnement du parc engin.....	56
Figure IV-2 : Diamètre de trous en fonction de la hauteur du gradin.....	67
Figure IV-3 : Les paramètres de la géométrie d'un plan de tir .....	71
Figure IV-4 : La pelle HYDROMEK .....	76
Figure IV-5 : le processus de traitement technologique de la station fixe .....	80
Figure IV-6 : chargeur PHOTON .....	81
Figure V-1 : L'organigramme de production .....	87
Figure V-2 : Affectation des charges.....	92
Figure V-3: Histogramme de coûts de production .....	96

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau I-1:Coordonnées du périmètres (surfaces 31 hectares) .....	17
Tableau I-2:Données climatiques à Constantine .....	30
Tableau II-1:Les Normes AFNOR.....	33
Tableau II-2:la masse volumique du calcaire de Djebel El Madjene .....	35
Tableau II-3:l'ensemble des caractéristiques physiques des échantillons .....	37
Tableau II-4:les propriétés mécaniques du gisement de Djebel El Madjene .....	39
Tableau II-5:l'analyse chimique des échantillons de Djebel El Madjene .....	39
Tableau III-1 : Les caractéristiques techniques de la brise roche VOLVO .....	44
Tableau III-2 : Fiche technique de bulldozer Caterpillar D8R.....	45
Tableau III-3:Les gradins en activité .....	53
Tableau IV-1:Matériels disponibles au niveau de la carrière .....	57
Tableau IV-2 : Régime de travail de la carrière .....	58
Tableau IV-3 : le régime de production de la carrière .....	60
Tableau IV-4 : Paramètre de foration .....	61
Tableau IV-5 : Les caractéristiques techniques du chariot de forage Epiroc power ROC T35 .....	61
Tableau IV-6 : Temps de cycle de la foration du chariot EPIROC .....	62
Tableau IV-7 : le rendement du chariot de forage EPIROC .....	63
Tableau IV-8 : Inclinaisons des trous en degrés .....	64
Tableau IV-9 : L'énergie et volume de gaz dégagées par l'explosif « nitrate –fuel » .....	68
Tableau IV-10 : Résistance au tirage de quelques roches .....	68
Tableau IV-11 : Variation du facteur de contrainte .....	68
Tableau IV-12 : Les caractéristiques techniques des types explosifs utilisées .....	70
Tableau IV-13 : Les principaux paramètres liés à la charge de trou: .....	71
Tableau IV-14 : Temps de Cycle de chargement de la pelle HYUNDAI 330, LC-95 .....	75
Tableau IV-15 : Temps de Cycle de chargement de la pelle HYDROMEK.....	76
Tableau IV-16 : Le temps de cycle du camion SHACMAN.....	78
Tableau IV-17 : rendement d'un camion SHACMAN .....	78
Tableau IV-18 : Temps de cycle du godet d'un chargeur .....	82
Tableau V-1 : Les prestations entre les centres auxiliaires .....	91
Tableau V-2 : Clé de répartition des charges directes .....	91
Tableau V-3:La répartition primaire .....	93
Tableau V-4:La réparation des charges indirectes .....	94
Tableau V-5:Calcul du coût de la foration et travaux de découverte .....	95
Tableau V-6 :Calcul du coût de Tir .....	95
Tableau V-7:Calcul du coût de transport et chargement par pelle .....	95
Tableau V-8:Calcul du coût de concassage primaire.....	95
Tableau V-9:Calcul du coût concassage secondaire .....	96
Tableau V-10:Calcul du coût de chargement par chargeuse .....	96
Tableau V-11:Calcul du coût du centre commercial .....	96
Tableau V-12 : Le cout de revient .....	97

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

**Q** : la quantité des réserves en tonne.  
**S<sub>i</sub>** : les surface des sections.  
**L<sub>moy</sub>** : la distance moyenne entre les sections.  
**V** : le volume du bloc.  
**ρ** : la masse volumique.  
**V<sub>l</sub>** : volume de la phase liquide.  
**V<sub>g</sub>** : volume de la phase gazeuse.  
**V<sub>s</sub>** : volume de la phase solide.  
**V** : volume totale de l'échantillon.  
**M<sub>l</sub>** : masse de la phase liquide.  
**M<sub>g</sub>** : masse de la phase gazeuse.  
**M<sub>s</sub>** : masse de la phase solide.  
**M** : masse totale de l'échantillon.  
**LA** : coefficient Los Angles.  
**m** : masse du refus.  
**σ** : la résistance à la compression.  
**S** : la surface de l'éprouvette.  
**F<sub>max</sub>** : la force maximale atteinte la rupture.  
**V** : la capacité du godet.  
**T<sub>p</sub>** : la durée d'un poste en travail.  
**K<sub>r</sub>** : le coefficient du remplissage du godet.  
**K<sub>u</sub>** : le coefficient d'utilisation de l'excavateur.  
**T<sub>c</sub>** : la durée d'un cycle.  
**K<sub>f</sub>** : le coefficient de foisonnement.  
**L** : largeur de la piste.  
**r** : largeur de la rigole d'évacuation d'eau.  
**a** : largeur de la benne du camion.  
**c** : largeur de la bande de sécurité.  
**V<sub>d</sub>** : vitesse moyenne de déplacement de camions.  
**L<sub>pt</sub>** : la largeur de la plate -forme de travail.  
**A** : largeur de l'enlevure en massif.  
**X** : largeur du tas de la roche abattue.  
**C** : berme de sécurité.  
**T** : Largeur de la voie de transport.  
**H<sub>g</sub>** : hauteur du gradin.  
**H<sub>t</sub>** : hauteur du tas, pour les calcaires.  
**L<sub>e</sub>** : largeur du camion.  
**L<sub>f</sub>** : Longueur du front.  
**N<sub>gr</sub>** : nombre de gradins en activité.  
**V<sub>av</sub>** : vitesse d'avancement.  
**H<sub>f</sub>** : profondeur finale de la carrière.  
**T<sub>v</sub>** : durée de vie de la carrière.  
**V<sub>ap</sub>** : vitesse d'approfondissement de la carrière.  
**θ** : l'angle de talus de gradin en liquidation.  
**α** : l'angle de talus de gradin en exploitation.  
**tr** : temps de travail réel .  
**t<sub>m</sub>** : temps moyenne de maintenance.

**$P_a$**  : La production annelle planifiée en produit finis.  
 **$D_h$**  : début horaire de la station de concassage.  
 **$K_e$**  : le coefficient d'efficience.  
 **$N_{h,a}$**  : nombre d'heures de travail par ans.  
 **$N_{p,a}$**  : nombre de poste de travail par ans.  
 **$N_{j,a}$**  : nombre de jours ouvrables par ans.  
 **$N_{p,j}$**  : nombre de poste par jours.  
 **$A$**  : production de la carrière en TVC.  
 **$Q_p$**  : quantité de pertes.  
 **$A_m$**  : la production mensuelle.  
 **$A_j$**  : la production journalière.  
 **$A_p$**  : la Production par poste.  
 **$A_h$**  : la Production par heure.  
 **$R_c$**  : Rendements du chariot de forage.  
 **$K_d$**  : coefficient de disponibilité.  
 **$N_c$**  : Nombre de sondeuse.  
 **$K_{rs}$**  : le coefficient de réserve.  
 **$V_{tr}$**  : le volume de la roche abattues par trou.  
 **$E$**  : la capacité théorique du godet de l'excavateur.  
 **$V_c$**  : la capacité théorique de la benne du camion.  
 **$b$**  : Dimension d'ouverture de la trémie du concasseur.  
 **$D_{tr}$**  : diamètre du trou.  
 **$\beta$**  : L'inclinaison du trou.  
 **$B_{max}$**  : banquette maximale.  
 **$S$**  : puissance de la charge de fond de l'explosif.  
 **$C$**  : résistance au tirage.  
 **$f$**  : facteur de contrainte dépendant de l'inclinaison du trou de mine.  
 **$E_t$**  : énergie totale dégagée par l'explosif.  
 **$V_g$**  : volume de gaz dégagé par l'explosif.  
 **$E_{t0}, V_{g0}$**  : les valeurs de référence correspondant à celle de la dynamite française (ISO 9001)  
 **$B$**  : Banquette pratique.  
 **$L_s$**  : longueur de sous forage.  
 **$L_{tr}$**  : longueur du trou.  
 **$a$**  : espacements entre les trous.  
 **$b$**  : espacement entre les rangées.  
 **$N_{r,p}$**  : nombre des trous par rangée.  
 **$L_b$**  : longueur du bloc abattu par tir.  
 **$n$**  : nombre des rangées par tir.  
 **$L_p$**  : hauteur de la charge de pied.  
 **$C_p$**  : charge linéaire de pied.  
 **$Q_p$**  : Quantité d'explosive au pied du gradin.  
 **$L_b$**  : longueur de bourrage.  
 **$L_c$**  : hauteur de la charge de colonne.  
 **$C_c$**  : charge linéaire de colonne.  
 **$Q_c$**  : quantité d'explosif en colonne.  
 **$Q$**  : quantité de charge d'explosifs par trou.  
 **$q$**  : consommation spécifiques.  
 **$N_{t,p}$**  : Nombre de trou par tir.  
 **$Q_{tot}$**  : quantité d'explosif totale dans un tir.  
 **$L_{ft}$**  : Longueur totale forés par tir.

**N<sub>t.m</sub>** : nombre de tir par mois.  
**Q<sub>i</sub>** : la charge instantanée.  
**R<sub>i</sub>** : la distance entre la station de concassage et le front de taille.  
**V<sub>o</sub>** : la vitesse d'oscillation.  
**K** : l'Aptitude de distribution d'onde de choc de la roche.  
**D** : Distance pour la protection des constructions.  
**Q<sub>ir</sub>** : la charge instantanée réelle.  
**N<sub>tr.max</sub>** : le nombre des trous maximales dans la volée.  
**Q<sub>max.v</sub>** : La quantité d'explosif maximale dans la volée.  
**N<sub>v</sub>** : Nombre de volées le jour de tir.  
**R<sub>hya</sub>** : rendement de la pelle HYANDAI.  
**R<sub>hyd</sub>** : rendement de la pelle HYDROMEK.  
**R<sub>ca</sub>** : rendement pratique du camion.  
**N<sub>ca</sub>** : Nombre des camions nécessaires.  
**R<sub>ch</sub>** : rendement de la chargeuse.  
**N<sub>ch</sub>** : Nombre de chargeuses.  
**FDT** : foration et travaux de découverte.  
**T** : Tir.  
**TCP** : transport et chargement par pelle.  
**CP** : concassage primaire.  
**CS** : concassage secondaire.  
**CC** : chargement par chargeuse.  
**C** : commercial.  
**ADM** : administration et moyens généraux.  
**M** : maintenance.

# INTRODUCTION GENERALE

## INTRODUCTION GENERALE

---

Les perturbations du marché mondial des matières premières minérales et des métaux qui ont agité l'économie mondiale, dictent la mise en œuvre de stratégies capables d'atténuer les différents chocs que subissent tous les pays et en particulier ceux en voie de développement et qui entravent ou retardent leur développement économique et social.

L'Algérie s'est attachée, depuis l'indépendance, à se doter d'un secteur minier qui puisse répondre à ses préoccupations. Il possède un potentiel géologique intéressant pour l'investissement et le partenariat visant l'exploration minière, le développement et la production de certaines substances minérales.

Dans le secteur minier, un important effort de prospection a été consenti durant ces 30 dernières années, il a permis de développer l'infrastructure géologique de base et d'inventorier un grand nombre de gîtes et indices dont certains offrent de réelles perspectives d'investissement pour leur exploitation. C'est sur cette base, que l'Etat algérien a décidé de promouvoir et de mettre en valeur ce potentiel.

Pour ces raisons, COSIDER carrières veut améliorer la capacité de production de la carrière de Ouled Rahmoune à un million de tonne de granulats pour satisfaire la demande du marché.

La maîtrise de toute exploitation minière est basée essentiellement sur la connaissance de la minéralisation exploitée et de son encaissement. Le choix de mode d'ouverture, réalisation d'un plan de tir ainsi que la méthode d'exploitation sont les principales opérations à déterminer avant toute mise en production.

La fonction de coût est un outil d'aide à la décision ; elle établit une relation entre les facteurs de production (caractéristiques de gisement, le travail et le capital) et la production elle-même dans le but d'évaluer l'évolution des dépenses par rapport à la production, et d'estimer et de prévoir le coût Y de la production X. Cependant, la détermination de cette dernière reste difficile en raison de la diversité et de l'instabilité des facteurs de production.

Notre but à la fin de ce projet est d'arriver de réaliser un plan développement de la carrière de Ouled Rahmoune, pour atteindre ces objectifs, qui est exploitée par l'entreprise COSIDER carrières, et de déterminer les coûts de chaque section productive et leur influence sur le prix de revient des produits marchands et d'étudier l'ouverture et l'exploitation du gisement (calcaire).

Sur le plan méthodologique, la présente étude a été réalisée d'après la démarche suivante :

- L'étude a porté tout d'abord sur une caractérisation géologique et géographique du contexte de la carrière choisie pour le travail, la carrière de Ouled Rahmoune.
- Le deuxième chapitre traite les caractéristiques du massif rocheux pour assurer la qualité de la matière.
- Le quatrième chapitre est fait pour répondre qualitativement et quantitativement aux besoins technologiques, l'organisation et le dimensionnement de matériels consacré à l'exploitation de la carrière.
- Calcul le cout de revient prévu d'une tonne de granulats élaborés.

# Chapitre I

## Etude géologique du gisement

# **I. ETUDE GEOLOGIQUE DU GISEMENT**

---

## **INTRODUCTION**

Ce présent chapitre est consacré à l'étude géologique du gisement de calcaire de Djebel El Madjene Wilaya de Constantine, exploité par COSIDER CARRIERES ainsi que l'estimation des réserves exploitables de ce gisement, on prend en considération la régionale du gisement, notamment ; la structure géologique, la stratigraphie et les caractéristiques des massifs rocheux.

## **I.1 PRESENTATION DE LA FILIALE COSIDER CARRIERES**

COSIDER Carrières, filiale à du GROUPE COSIDER certifiée selon le standard ISO 9001 version 2000, a été créé en 1995 avec un capital social de 745 500 000 DA pour produire et commercialiser des produits provenant de gisements massifs, Elle dispose d'un potentiel important de concassage et broyage pour la production d'une gamme diversifiée des produits. L'entreprise détient dans son portefeuille différents Gisements dont :

- Gisements de calcaires.
- Gisement de Gypse.
- Sablières.

## **I.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DE LA WILAYA**

La wilaya de Constantine est située au centre de l'est Algérie entre latitude 36° 17' et la longitude 6° 37' précisément à 245 km des frontières Algero-tunisiennes, à 431 km de la capitale Alger vers l'Ouest, à 89 km de Skikda vers le Nord et à 235 km de Biskra vers le Sud.

Elle se situe entre les deux lignes KENTOUR 400 et 800 m et 1200 m vers le Sud.

De par elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km<sup>2</sup>.

La wilaya de Constantine limitée de:

- Au nord par la wilaya de Skikda.
- À l'est par la wilaya de Guelma.
- À l'ouest par la wilaya de Mila.
- Au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi.

## **I.3 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DE LA CARRIERE**

Le gisement de calcaires de Djebel El Madjene est situé à Sud-est de la ville de Constantine et à 10 km à l'Est du chef-lieu de Daïra El Khroub. Administrativement cette carrière appartient au territoire de la commune d'Ouled Rahmoune Daïra d'El Khroub.

Les coordonnées du périmètre délimitant le périmètre du gisement en système UTM fuseau 32 sont illustrées dans le tableau ci-dessous qui occupent une superficie de 31 hectares :

Tableau I-1:Coordonnées des périmètres (surfaces 31 hectares)

point	x	y
1	305 600	4013 500
2	306 100	4013 500
3	306 100	4013 000
4	305 300	4013 000
5	305 300	4013 100
6	305 500	4013 100
7	305 500	4013 400
8	305 600	4013 400

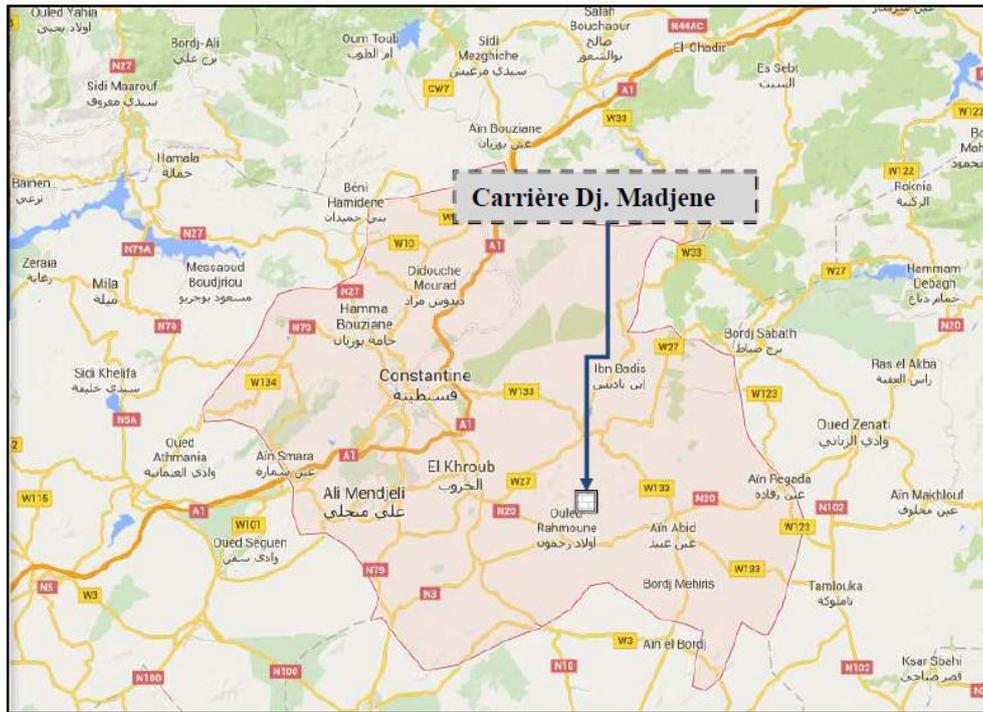


Figure I-1: Carte de situation géographique de la zone d'étude. (Avec Google Earth)

## I.4 TOPOGRAPHIE

Le gisement de Djebel Madjene se situe dans la partie centre du Djebel Oum Settas, et il est constitué d'un massif montagneux qui culmine à plus de 1075 m d'altitude. Il forme une structure monoclinale, la pente du versant est à pendage moyen.

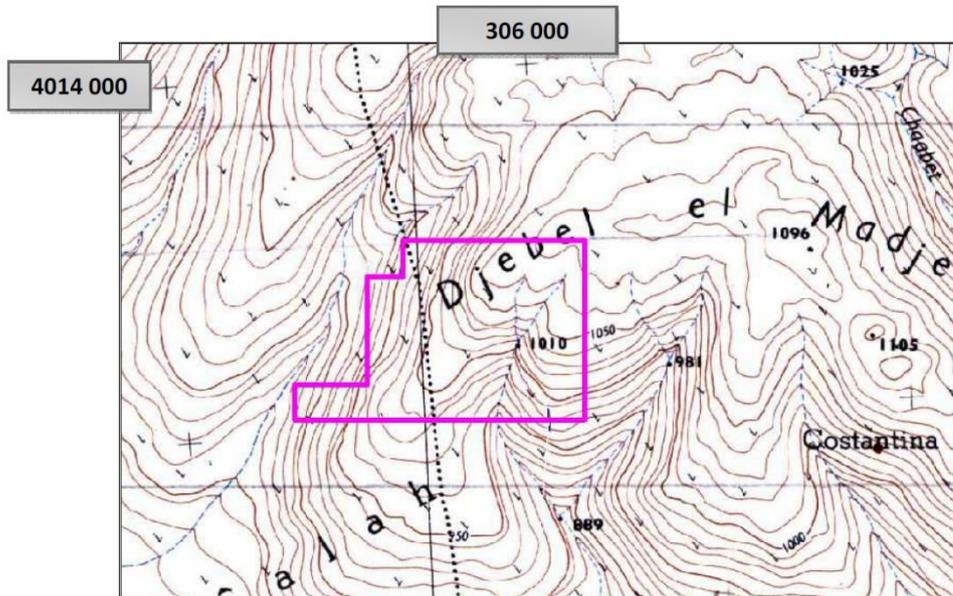


Figure I-2 :La carte de situation topographique du gisement

### I.4.1 Description du voisinage sur un rayon de 3km

La zone d'étude s'étend sur un rayon de 3km comme le montre l'image satellitaire ci-après dans cette zone on trouve les éléments suivants :

- Djebel El Madjene au Nord.
- Des habitations assez restreintes au Sud-est de la carrière (1.46km au limite **SE** de la carrière).
- Des carrières privées à l'Ouest, Nord-ouest et Sud-ouest de la carrière.
- Quelques terrains cultivés au Sud du gisement.



Figure I-3 : Une image satellitaire représente la description du voisinage (Google Earth)

## I.5 GEOMORPHOLOGIE [1]

La région qui est objet de notre étude est divisée morphologiquement en trois parties, dont les Caractéristiques physiques sont les suivantes :

### I.5.1 La zone montagneuse au nord

Ces formations sont le prolongement de la chaîne tellienne qui s'abaisse vers l'Est. Elles prennent des directions d'ensemble Sud-Ouest et Nord-Est qui sont dominées respectivement par le mont de Chettaba et le massif de Djebel Ouahch.

A l'extrême nord aux limites de la wilaya de Mila et Skikda on trouve le mont Sidi Driss qui culmine à 1364 m d'altitude.

### I.5.2 La zone des bassins intérieurs

Cet ensemble en forme de dépression s'étend d'Est-Ouest de Ferdjioua dans la wilaya de Mila à Zighoud-Youce, elle est limitée au Sud par les hautes plaines avec une altitude variant de 500 à 600 m.

### I.5.3 La zone des hautes plaines

Cette zone est Située en Sud-Est de la wilaya entre les chaînes intérieures de l'atlas tellien et l'atlas saharien, elles s'étendent sur les communes de Ain Abid et Ouled Rahmoune.

## I.6 GEOLOGIE REGIONAL

### I.6.1 Litho stratigraphie [1]

L'ensemble des massifs de Constantine comporte les ères géologiques du cénozoïque et mésozoïque, ceux massifs appartiennent aux domaines externes de la chaîne maghrébides.

Il s'agit essentiellement de formations calcaires Jurassico-crétacé et une couverture marno-calcaire d'âge Sénomien supérieur à Eocène comme montre la figure suivante :

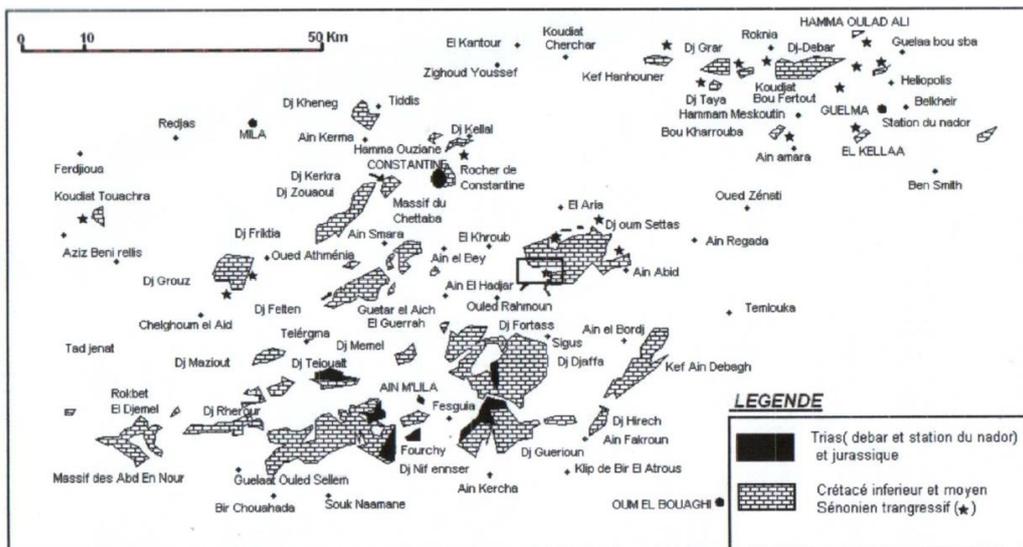


Figure I-4: Carte de situation des séries néritiques constantinoises (in villa 1980)

La chaîne stratigraphique de la région de Constantine comporte les formations du Quaternaire, Pliocène, Crétacé et Jurassique

#### I.6.1.1 Trias

Il est essentiellement formé de masses de gypses et d'argiles très caractéristique qui contiennent le plus souvent des blocs calcaire minéraux libres tels le quartz et des dolomites.

#### I.6.1.2 La jurassique

Il affleure en bordure des massifs du Djebel Kheneg et Djebel Akhal, au nord de Constantine et dans les massifs d'Ain M'Lila.

Cette série comprend des dolomies et des calcaires à silex, dont la puissance peut dépasser 600m. Ces formations sont associées.

#### I.6.1.3 Crétacé

C'est un système de l'ère mésozoïque qui comporte les étages suivants :

- **Néocomien** : il affleure au-dessus au Dj Kheneg, au Dj Friktia, et au Dj Kerkeria.

Il constitue d'une épaisse série de marnes, de calcaires argileux et de marno-calcaires. L'épaisseur de cette série ne dépasse pas les 250m

- **Barrémien**

Il correspond essentiellement les massifs du Djebel Kheneg, du Dj Chettabah, du Dj Felten et du Dj Oum Settas. Il est représenté par une épaisse série de calcaires Massifs, clairs dans lesquelles s'intercalent de rares passées de marnes grises.

- **L'aptien**

Il est représenté par des calcaires homogènes comprenant une série épaisse de calcaires gris.

- **L'Albien- Vraconien**

Il est constitué de marnes, marno-calcaires et légèrement phosphates, l'épaisseur de cette série ne dépasse pas le 100 mètre.

- **Cénomaniens**

Il est représenté dans les massifs du Kheneg, du Grouz, du Felten, du Rocher de Constantine, et Dj Kellal et de l'Oum settas, par une épaisse série de calcaires blancs.

- **Turonien**

Le Turonien montre dans le rocher de Constantine, dans les massifs de l'Oum settas et du Felten une lithologie comparable à celle du cénomaniens, Il comprend des calcaires rubanés, incluant de grosses barres de calcaires massifs clairs à rudistes et à minces intercalations des calcaires sombres.

- **Le Sénonien inférieur** Le sénonien inférieur est essentiellement marno-calcaires, il montre une épaisse série marno-calcaire et des marnes.

- **Le Sénonien supérieur :**

Il est représenté par des formations marno-Calcaires. Il peut reposer en discordance sur plusieurs termes inférieurs d'âge différents (Aptien à Turonien).

Le sénonien supérieur est représenté également par une série condensée de calcaires bio-micritiques.

#### ***1.6.1.4 Paléogène***

C'est un système de l'ère cénozoïque qui est constitué par des formations marneuses, il comporte les séries suivantes :

- **L'éocène :**

L'éocène est constitué par une série épaisse à dominance calcaire, cette dernière comporte de diffère structures qui sont :

- Structure de marno-calcaires.
- Structure des lits de silex noirs.
- Structure des calcaires phosphates attribues a l'yprésien.

- **L'oligocène**

Les rares affleurements attribués à l'Oligocène, décrits à Kherrata, Djemila, oued Zenati, correspondent à des marnes claires, grises et verdâtres.

- **Miocène marin**

Il a été représenté par une épaisse série sédimentaire marine, formée de grès, de calcaires gréseux et de marnes.

- **Mio-pliocène**

Dans la région de Constantine, d'El Aria et du Khroub, les affleurements pliocènes comportent des argiles, des marnes gypsifères, des conglomérats, des grès et des sables.

#### ***1.6.1.5 Quaternaire***

La stratigraphie du quaternaire est caractérisée par :

- **Les éboulis** : sont un écoulement de blocs de roches tombés et accumulés sur des pentes depuis longtemps à la base de gravité.

Dans la région de Constantine, ils sont surtout développés en bordure des massifs numidiens et des massifs calcaires comme le djebel Oum settas.

- **Les alluvions**

Les alluvions récentes des Oueds correspondent à des limons, des graviers et des Galets ronds.

Les alluvions anciennes représentent par deux termes :

- Les alluvions anciennes des oueds se composent de cailloux, de limons et de graviers.
- Les alluvions anciennes des plateaux sont formées par de cailloux roulés, limons et graviers. Elles sont souvent cimentées par une croûte calcaire.

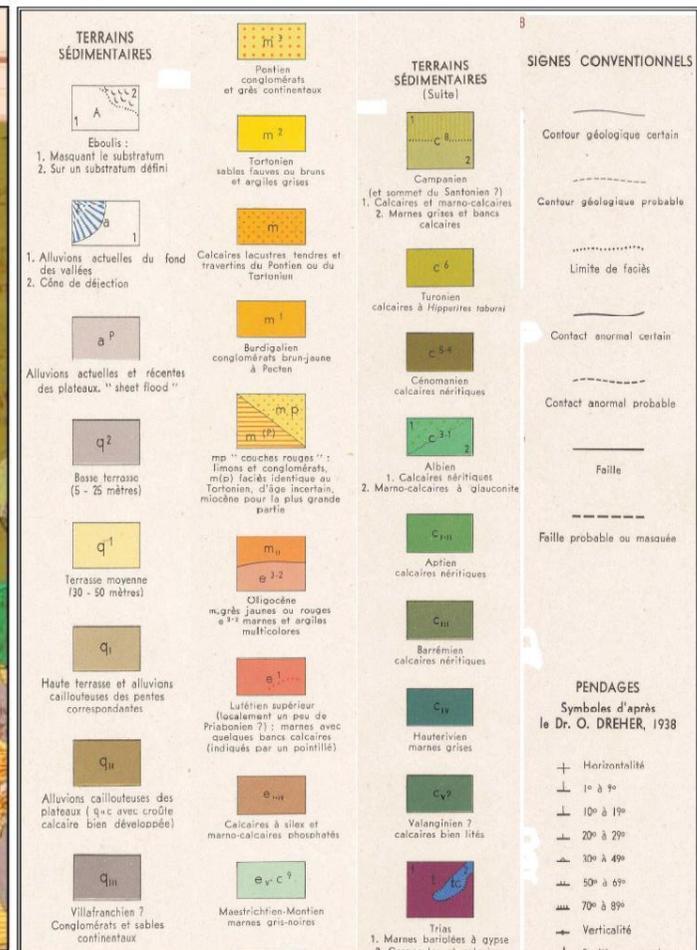
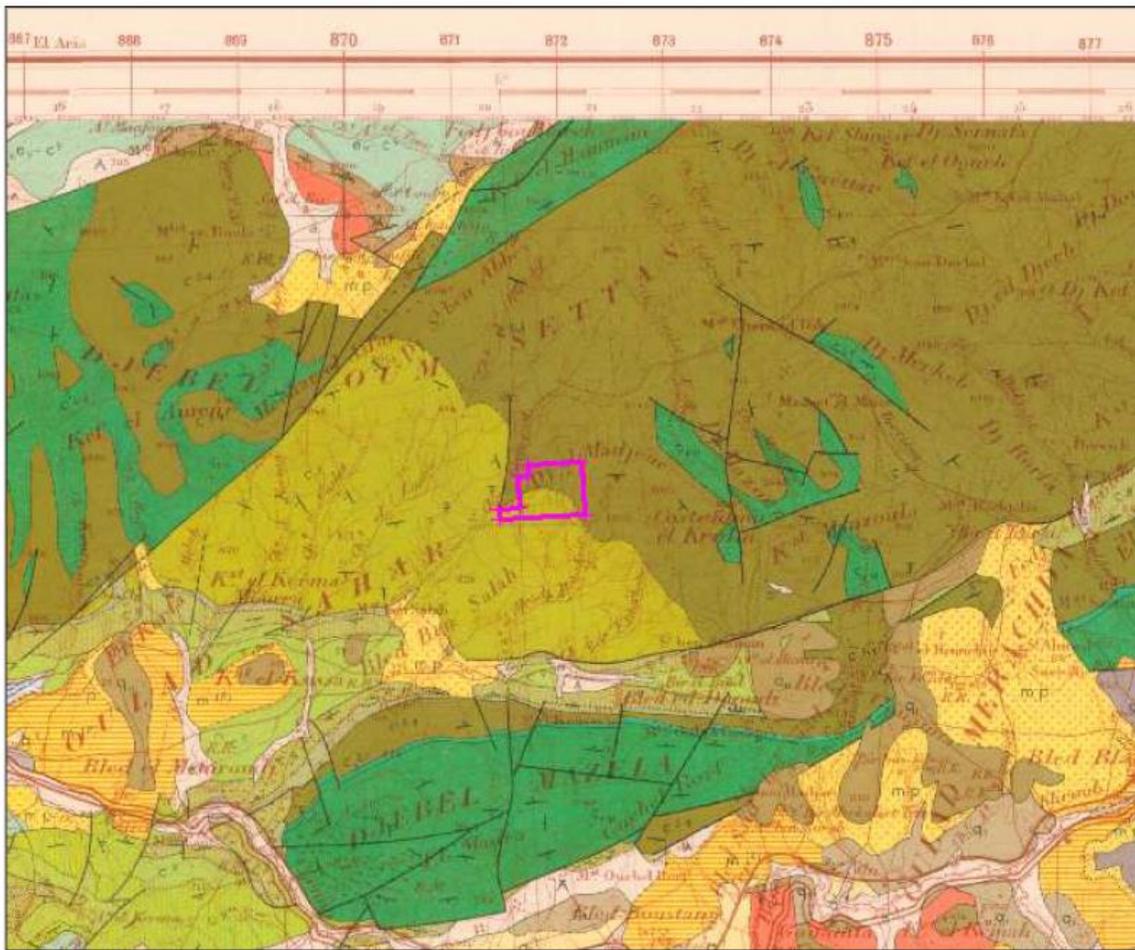


Figure I-5: La carte géologique de la région El Khroub échelle 1/ 500 000.

## I.7 GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE (DJEBEL OUM SETTAS) [2]

Les séries néritiques constantinoises sont subdivisées en trois groupes :

- Les massifs du groupe Nord oriental.
- Les massifs du groupe central.
- Les massifs du groupe méridional.

Le Djebel Oum Settas fait une partie de groupe central de cette série néritique Constantinoise dont fait partie le rocher de Constantine selon VILA (1980).

Ainsi, les massifs du groupe central apparaissent à la faveur de deux types de structures :

- Des bombements tardifs qui déforment leur contact supérieur avec les nappes telliennes surincombantes.
- Des failles sub-verticales qui recoupent ces contacts.

Le gisement de Djebel Madjene est situé au centre de Djebel. Oum Settas orienté globalement Nord Est – Sud-Ouest.

Les pendages des couches de Dj El Madjene varient de 10° à 19° vers le Sud dans la partie inférieur du gisement d'étude.

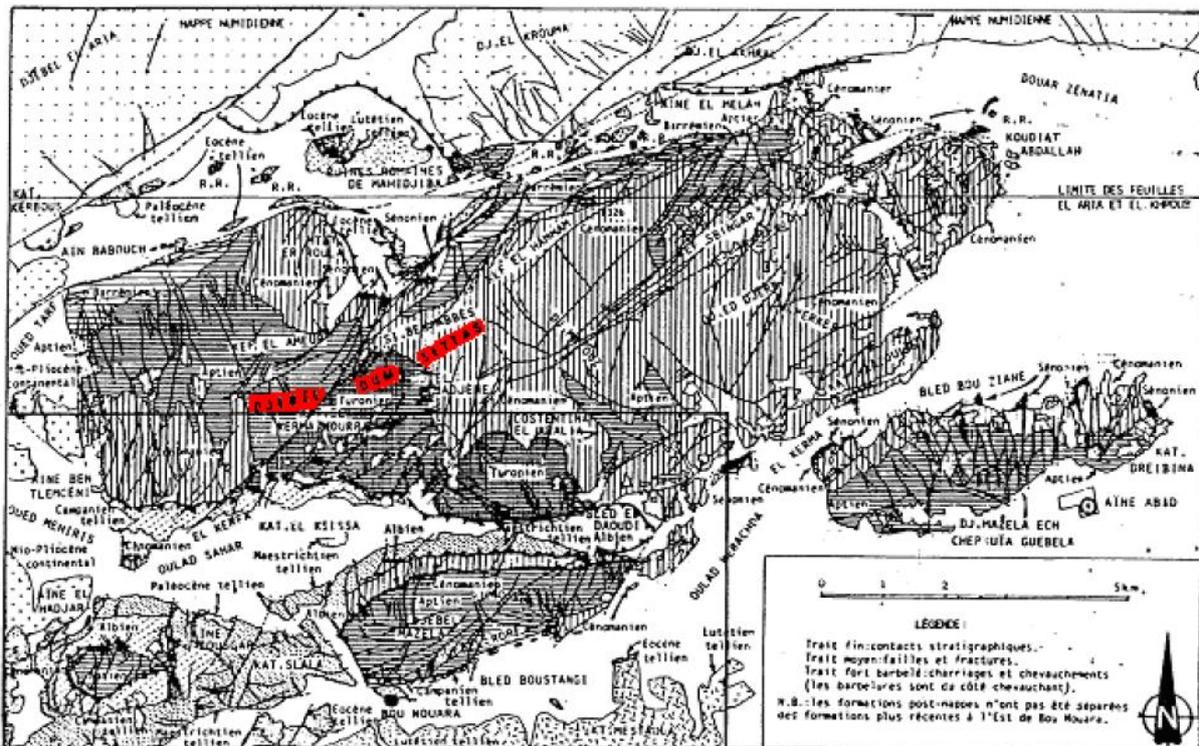


Figure I-6: La carte structurale du Djebel Oum Settas et Djebel Mezala, (In villa 1980).

## **I.7.1 Stratigraphie de la région d'étude (Djebel Oum Settas)[1]**

### ***I.7.1.1 Crétacé***

Barrémien : (e=40m)

Il affleure des calcaires a débris de coquilles et a oolithes.

L'aptien : (e =300m)

Il est essentiellement calcaire de teinte grise-claire ou bleutée et a débris de bivalves.

Albo-vraconien (e =25m)

Il est formé par des marnes, marno-calcaires et légèrement phosphates, fossilifères au sommet.

Cénomanién : (e =300m)

Au Dj- Oum Settas, le cénomanién consiste en calcaires massifs, cristallins, blanchâtres.

Turonien : (e =250m)

Il est constitué de calcaires récifaux blanchâtres et de calcaires parfois oolithiques.

Sénonien supérieur : (e =250 à 300m)

Il est marno-calcaire, parfois conglomératique.

### ***I.7.1.2 Paléogène :***

Il est formé par des marnes indurées des boules aplaties parallèlement à la stratification, puis des marnes brunes à niveaux calcaires et des calcaires gris-clairs à cassures blanches tachetés de phosphates.

### ***I.7.1.3 Néogène***

Il est formé par des marnes, limons et conglomérats en alternance, passant latéralement aux brèches du pied de l'Oum Settas.

### ***I.7.1.4 QUATERNAIRE :***

Les dépôts quaternaires correspondent essentiellement à des alluvions, Ils se composent de limons, de graviers et des galets roulés. Ces alluvions recouvrent une grande superficie autour d'El- Khroub.

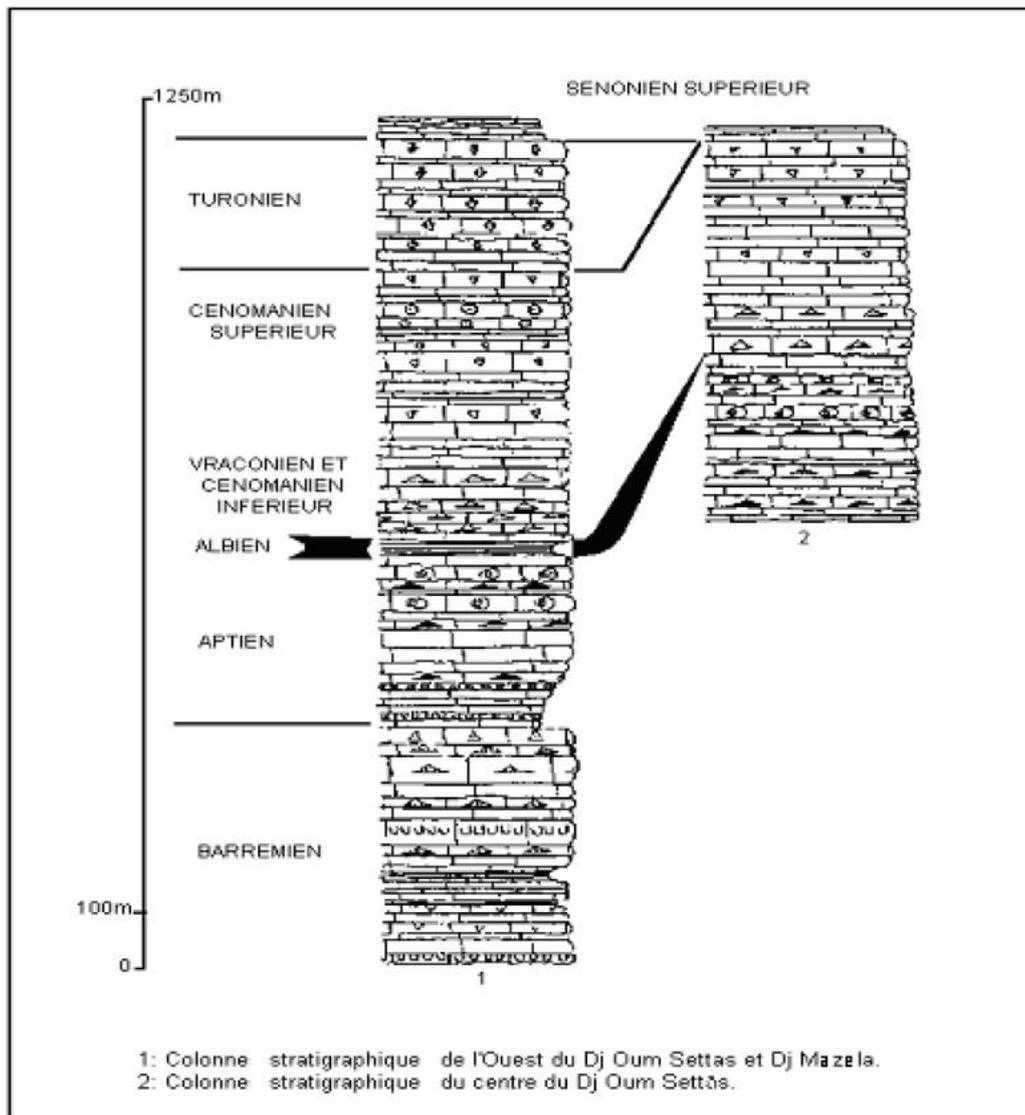


Figure I-7: stratigraphique de la région d'étude (in VILA, 1980). La colonne

## I.7.2 Structure géologique et tectonique [1]

Cette zone d'étude caractérisé par une activité tectonique assez complexe, il y a plusieurs phases qui ont été mises en évidence à partir du Crétacé jusqu'au Plio-quaternaire.

On les cite :

### I.7.2.1 Phase tectonique Crétacé

Elle est représentée par une superposition de deux phases, la première est distensive orientée vers l'est ouest et d'âge albién vraconien qui se manifeste par des failles synsédimentaires N045 à N060, et elle est l'origine de l'activité normale des accidents N045 et N060.

La deuxième est une compressive, orientée vers le nord sud et d'âge sénonienne, cette phase serait à l'origine du plissement Est Ouest et de la réactivation des failles normales N045 et N060 en décrochement et en failles inverses.

### ***1.7.2.2 Phase fin-Lutétienne (Eocène)***

Cette phase est responsable de la structuration du Sud Constantinois qui serait le siège d'un raccourcissement Nord-Ouest et Sud-Est.

### ***1.7.2.3 Phase Miocène***

Elle est à l'origine d'un raccourcissement Nord Sud responsable des grands recouvrements anormaux à vergence sud, selon VILA (1980) cette phase a induit une flèche de déplacement d'environ 250 Km. Selon ARIS (1997),

La tectonique Miocène résulte de la succession de deux phases de déformations compressives, l'une de direction N020-030 responsable de la mise en place des nappes, l'autre phase N170 tardive qui serait responsable de la genèse des plis serrés associés à des accidents N045 et N060.

I.7.2.4 Les phases tectoniques Plio-quaternaires : se manifestent par deux phases successives, l'une distensive N150 et l'autre compressive N140.

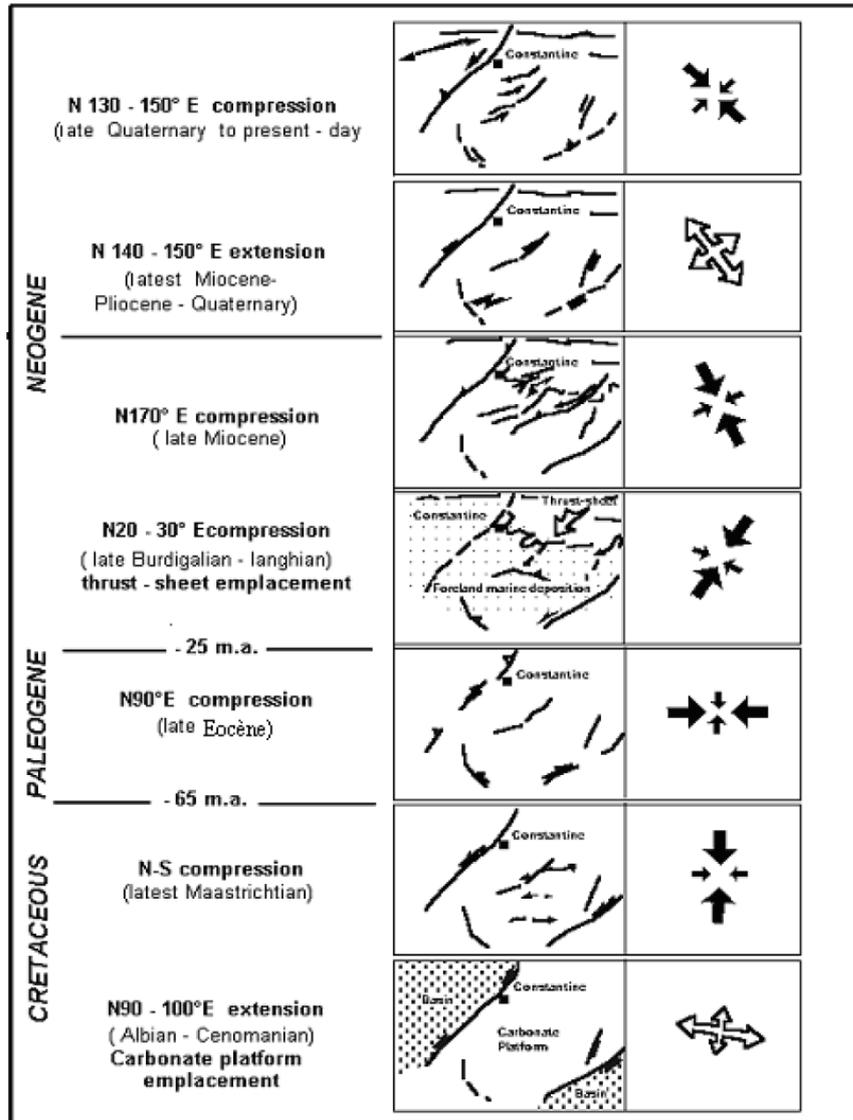


Figure I-8 : Les différentes phases tectoniques existées dans la région constantinoise

## I.8 GEOLOGIE LOCALE (DJEBEL EL MADJENE) [2]

Du point de vue structural, Le massif de Djebel El Madjene est constitué par des formations du Crétacé supérieur, représentées par le Cénomaniens et le Turonien.

La base du cénomaniens est formée par des lits de calcaires bien lités, parfois de teinte brunâtre à grains fins, alternant avec des couches marneuses, Les marnes disparaissent plus haut dans la série.

La couche productive est caractérisée par des calcaires turoniens et cénomaniens exprimant les différentes majeures entre eux.

- Les calcaires turoniens sont compacts, durs, solides, de morphologie massive, lités, à huîtres et algues calcaires, de couleur claires avec une extension vers l'ouest du site, constituant la partie Sud du site, avec une épaisseur ne dépassant pas 70m (apparente).
- Les calcaires cénomaniens sont plus prépondérants, occupant la partie la plus élevée du site, Les calcaires sont oolithiques, a fossiles (rudistes), rubanés, récifaux, blanchâtres, avec une épaisseur dépassant 150m. En surface, les blocs et couches de calcaires se positionnent de Nord-Est à Sud-Ouest.

La couche productive est entachée d'une légère oxydation, souvent fissures et a calcification suivant le réseau de fissuration.

## I.9 HYDROGRAPHIE

Le réseau hydrographique de cette région est dense, il est composé essentiellement par Oued Bou Merzoug et ses affluents, Oued Berda, Oued Tarf, Oued Mehiris et Oued Ouarka. La région de Constantine elle-même est le point de confluence de deux principaux cours d'eau Oued Bou Merzoug (de direction N-S en amont puis devient NW-SE en aval) et Oued Rhumel (direction varie le long de son parcours) et qui traverse les gorges de Constantine.

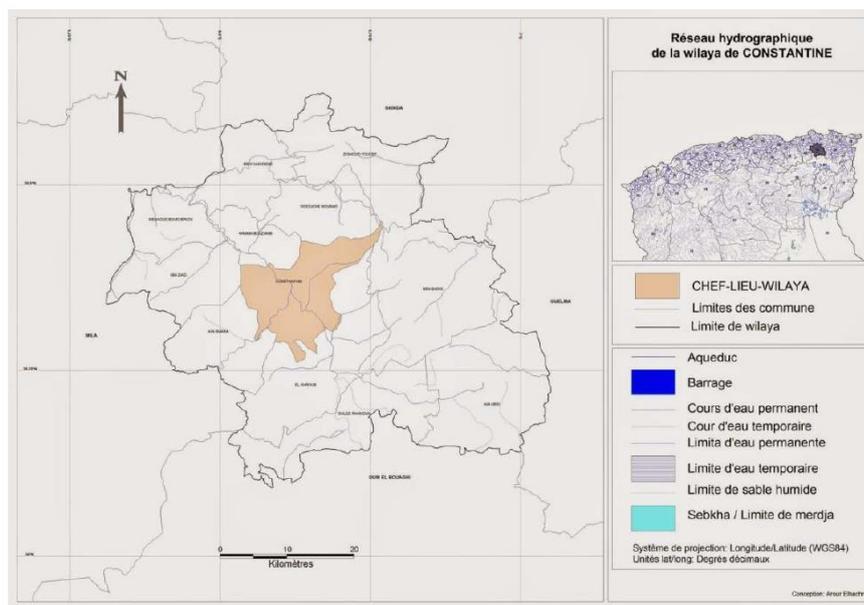


Figure I-9: Réseau hydrogéologique de la wilaya de Constantine

## I.10 CLIMATOLOGIE [2]

Le climat de Ouled Rahmoune est dit tempéré chaud, L'hiver se caractérise par des précipitations plus importantes qu'en été.

D'après Koppen et Geiger, le climat y est classe Csa, Sur l'année, la température moyenne à Ouled Rahmoun est de 15.2 °C. La moyenne des précipitations annuelles atteints 497 mm.

Tableau I-2:Données climatiques à Constantine

Données climatiques à Constantine.													
Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	2	3	4	6	10	15	17	18	15	11	6	3	9
Température moyenne (°C)	7	8	10	12	16	21	25	25	21	16	11	8	15
Température maximale moyenne (°C)	11	12	14	17	22	28	32	32	27	22	16	12	21
Record de froid (°C)	-3	-3	-2	-2	-2	1	5	8	10	7	2	-3	-3
Record de chaleur (°C)	22	27	27	30	35	41	41	41	38	36	27	27	41
Précipitations (mm)	80	60	60	50	40	20	0	10	20	40	50	80	560

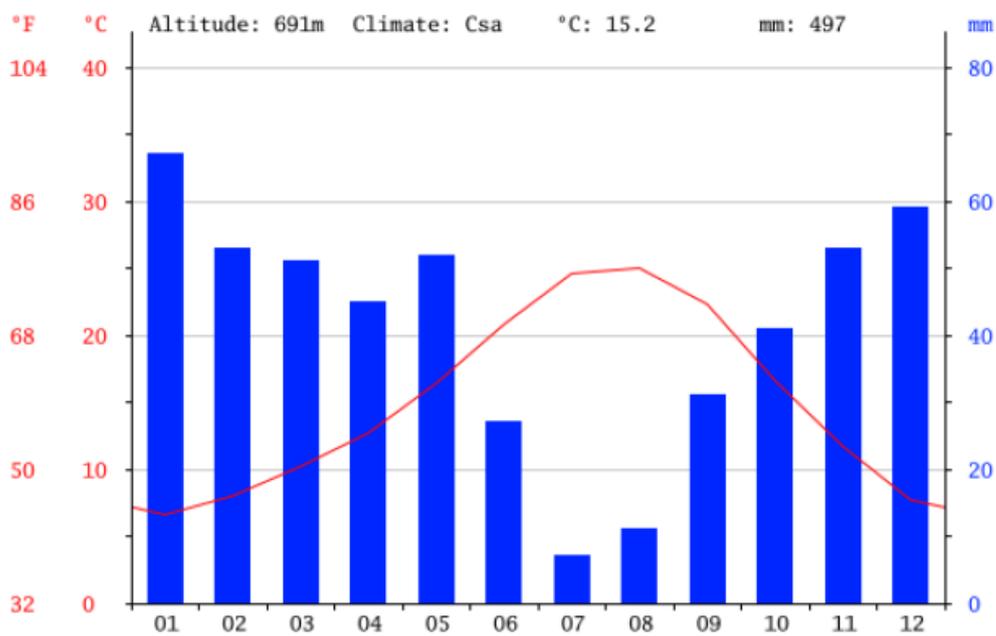


Figure I-10:Diagramme climatique

## I.11 L'ESTIMATION DES RESERVES GEOLOGIQUES

Compte tenu des caractéristiques qualitatives de la matière, de la morphologie et de la structure du gisement, la méthode de calcul adoptée est celle des coupes géologiques parallèles.

Dans le calcul des réserves, la découverture et la partie marneuse ne sont pas prises en considération.

Le périmètre a été recoupe par plusieurs coupes géologiques (08 coupes) que donnent 07 blocs de réserves et pour permettre une estimation de réserves approximativement proche de la réalité. Le gisement est composé de sept blocs de réserves en catégorie **C1**. La formule utilisée pour le calcul des volumes :

$$Q = \rho \times V$$
$$\text{Si : } \frac{\Delta S}{S} \leq 40 \%$$
$$Q = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L \times P$$

Dans le cas contraire, la formule utilisée est :

$$Q = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}}{3} \times L \times P$$

Où :

- Q : la quantité des réserves en tonne, (t).
- S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> : les surface des sections, (m<sup>2</sup>).
- L<sub>moy</sub> : la distance moyenne entre les sections, (m).
- V : le volume du bloc, (m<sup>3</sup>).
- ρ : la densité, (t/m<sup>3</sup>).

On peut évaluer donc les réserves géologiques en catégorie certaine C1, en effet huit blocs C1-I, C1-II, C1-III, C1-IV, C1-V, C1-VI et C1-VII.

Les réserves géologiques totales du gisement (C1) sont estimées 18 616 513.74m<sup>3</sup>

Le calcul de réserves est réalisé sur un fond topographique à l'échelle 1/1000 et présenté dans un tableau. (Voir les annexes I.II.III) [1]

## CONCLUSION

L'étude réalisée dans ce chapitre conduit à la réalisation d'une bibliographie générale contenant les informations géologiques incluant les caractères lithologiques et la distribution spatiale des différentes roches rencontrées dans la zone d'étude.

Les roches du site de Djebel El Medjane font partie des formations du Crétacé supérieur représentées par le Cénomaniens et le Turonien.

Les réserves géologiques atteignent un volume de 18 616 513.74 m<sup>3</sup> accompagnés des stériles représentés par des marnes et des argiles.

# Chapitre II

## Propriétés et caractéristiques des massifs rocheux

## II. PROPRIETES ET CARACTERISTIQUES DES MASSIFS ROCHEUX

---

### INTRODUCTION

L'objectif de ce chapitre est de présenter les caractéristiques physico –mécanique et chimiques du gisement de Djebel El Madjene à travers des essais qui sont effectués au laboratoire CETIM Boumerdés.

### II.1 GENERALITES SUR LES GRANULATS [3]

Les granulats sont des matériaux pierreux de petites dimensions, produits par l'érosion ou le broyage mécanique (concassage) des roches. Leur nature, leur forme et leurs caractéristiques varient en fonction des gisements et des techniques de production.

Les granulats doivent répondre à des exigences et des critères de qualité et de régularité qui dépendent, d'une part, de la nature de la roche (résistance aux chocs et à l'usure, caractéristiques physico-chimiques,) et, d'autre part, de caractéristiques physiques liées au processus d'élaboration des granulats (dimensions, formes, propreté,), les granulats sont utilisés :

- Directement sans liant ballast de voies ferrées, remblais, couches de forme des structures routières.
- Solidarisés avec un liant : le ciment pour le béton et les mortiers, le bitume pour les enrobés.

Les granulats sont spécifiés par deux types de caractéristiques :

- Caractéristiques physico-mécaniques et chimiques, liées à la nature minéralogique de la roche et à la qualité du gisement.
- Caractéristiques de fabrication, liées aux procédés d'exploitation et de production.

### II.2 LES NORMES AFNOR

Les essais physico mécanique et chimique sont réalisés selon les modalités des normes AFNOR, elles sont indiquées dans le tableau ci-dessous : [4]

Tableau II-1:Les Normes AFNOR

l'essai	La norme
La masse volumique, le coefficient d'absorption ,la porosité et la teneur en eau	NF P18.554
la résistance à la compression	NF EN 12390-3
la valeur de bleu de méthylène	NF EN 933.9
Essai de los angles	NF EN 1097.2
Essai de micro-Deval	NF EN 1097.1
L'analyse spectrométrie de fluorescence X	NF EN 196-2

## II.3 LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANQUES ET CHIMIQUES DU MASSIF ROCHEUX

### II.3.1 Échantillonnage

#### II.3.1.1 Définition et objectif :

L'échantillon est une Partie d'un ensemble choisi pour représenter une ou plusieurs propriétés caractéristiques de cet ensemble, L'objectif de l'échantillonnage est de prélever une partie représentative d'un ensemble ou d'un lot de minerai pour déterminer avec la plus grande précision possible la teneur moyenne en divers éléments de cet ensemble. [5]

#### II.3.1.2 Mode opératoire

Au niveau de gisement d'El Madjene, il a été prélevé 10 échantillons d'un volume permettant la détermination des principales caractéristiques physico mécaniques et la composition chimique, les essais et analyses sont effectués au niveau du centre d'Etudes et de Services technologiques de l'Industrie des Matériaux de Construction(CETIM) de Boumerdès.

Les principales propriétés des roches sont les suivantes :

### II.3.2 Les propriétés physiques

#### II.3.2.1 La masse volumique

La masse volumique est une grandeur physique qui caractérise la masse d'un corps rapportée à une unité de volume, le plus souvent unités utilisées est le  $\text{kg/m}^3$ , on distingue :

- **La masse volumique réelle :** c'est la masse d'un mètre cube du matériau, déduction faites des vides entre particules, et non ceux compris dans les particules.
- **La masse volumique absolue :** c'est la masse d'un mètre cube du matériau, déduction faites de tous les vides (les vide entre et à l'intérieur des particules).
- **La masse volumique apparente :** c'est la masse d'un corps par unité de volume total y compris tous les vides entre et à l'intérieur des grains et le constituant le volume apparent. [6]

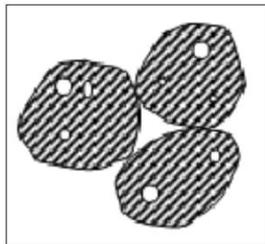


Figure II-2: Le volume hachuré : volume absolu (sans pores)

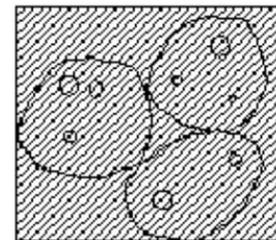


Figure II-1: le volume du récipient

Tableau II-2: la masse volumique du calcaire de Djebel El Madjene

L'échantillon N°	Echa 2	Echa 4	Echa 6	Echa 7	Echa 10	La moyenne
La masse volumique (t/m <sup>3</sup> )	<b>2,50</b>	<b>2,68</b>	<b>2,54</b>	<b>2,63</b>	<b>2,63</b>	<b>2,60</b>

### ❖ Interprétation

La masse volumique a été déterminé sur cinq échantillon comme le montre le tableau ci-dessus, on observe que les valeurs sont rapprochées l'une à l'autre.

La valeur moyenne de cet essai est 2,60 ce qui montre que le calcaire du gisement de Djebel El Madjene s'inscrive dans la phase des granulats courant.

#### II.3.2.2 La porosité

C'est l'ensemble des interstices de petite taille connectes ou non d'une roche pouvant contenir des fluides (gaz ou liquide), elle est divisée en deux classes qui sont :

- La porosité fermée correspondant à l'ensemble des pores ou cellules fermées, elle joue un rôle important vis-à-vis des propriétés mécaniques et thermiques.
- La porosité utile ou accessible joue un rôle important dans le processus de transport d'humidité et conditionne la durabilité du matériau. [7]

Elle est définie comme étant le rapport du volume de vide au volume totale.

$$\varepsilon = \frac{V_v}{V} = \frac{V_l + V_g}{V} (\%)$$

Avec :

- $V_g, V_l, V_s$  : sont respectivement le volume de la phase gazeuse, liquide et solide, (L).
- $V$  : le volume total de l'échantillon, (L).

### Description physique d'un matériau poreux

D'un point de vue générale, un matériau poreux de type béton ou roche, à l'état "naturel", est un milieu hétérogène constitué d'une phase solide, une phase liquide (eau) et une phase gazeuse (air+vapeur d'eau) assimilée à un gaz parfait. [8]

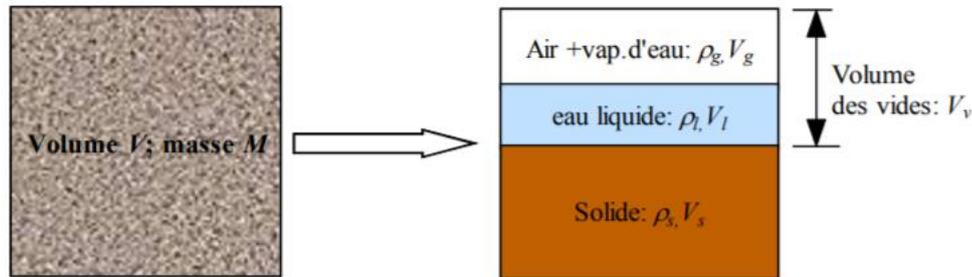


Figure II-3: Schématisation macroscopique d'un matériau poreux

Avec :

- $M_g, M_l, M_s$  sont respectivement la masse de la phase gazeuse, liquide et solide, (kg).
- $V_g, V_l, V_s$  sont respectivement le volume de la phase gazeuse, liquide et solide, ( $m^3$ ).
- $V_v = V_g + V_l$  : volume des vides, ( $m^3$ ).

$M$  et  $V$  sont la masse totale et le volume total du matériau poreux.

#### **II.3.2.3 L'absorption**

C'est le processus par lequel le liquide pénètre dans les pores de la roche et l'augmentation de poids qui en résulte sont appelés absorption. Elle est liée aux propriétés géotechniques de la roche (la porosité des fissures).

#### **II.3.2.4 La valeur de bleu de méthylène**

L'objectif de cet essai est d'évaluer la richesse en argile d'un sol en mesurant sa capacité d'adsorption de molécules de bleu de méthylène, le résultat dépend à la fois de la nature de la fraction argileuse qui dépend de la nature minéralogique de la surface spécifique, et leur quantité.

Le principe de l'essai est d'introduire dans une suspension de sol, des quantités croissantes de bleu de méthylène, par doses successives, jusqu'à ce que toutes les surfaces d'adsorption étant saturées, il apparaît un début d'excès. À partir de la quantité totale de bleu introduite et du poids du sol sec, on calcule la "valeur de bleu" de ce sol. [9]

Les résultats de l'ensemble des mesures des caractéristiques physiques pour chaque échantillon sont bien présentés dans le tableau ci-après :

Tableau II-3:l'ensemble des caractéristiques physiques des échantillons

Echantillon	Porosité %	Taux d'absorption %	Valeur de bleu de méthylène
Echa 1	<b>2,77</b>		<b>0,20</b>
Echa 2		<b>2,10</b>	<b>0,20</b>
Echa 3	<b>0,31</b>		<b>0,20</b>
Echa 4			<b>0,50</b>
Echa 5	<b>3,11</b>		<b>0,20</b>
Echa 6		<b>1,48</b>	<b>0,20</b>
Echa 7		<b>0,7</b>	<b>0,20</b>
Echa 8	<b>0,64</b>		
Echa 9	<b>2,12</b>		<b>0,20</b>
Echa 10	<b>2,60</b>	<b>0,99</b>	<b>0,50</b>
Moyenne	<b>1,93</b>	<b>1,32</b>	<b>0,27</b>

#### ❖ Analyse et interprétation des résultats

- Les valeurs de la porosité sont très rapprochées pour les quatre différents Echantillons (Echa1,7,10) ce qui explique que les volumes des vides sont aussi très rapprochés. Nous voyons que la plus grande valeur de la porosité est celle de l'échantillon N°5, ceci montre que le volume des vides de cet échantillon est le plus grand par rapport aux autres échantillons, c'est-à-dire que la texture du matériau représenté par l'échantillon N°5 est lâche et creuse.
- La valeur moyenne de porosité est 1,93% qui est comprise entre (0 ;5%). Donc, la porosité de la roche étudiée est faible (granulats compacts).
- Le taux d'absorption d'eau est faible.
- Nous voyons que les valeurs de bleu de méthylène sont inférieure a 0.5. Donc, ces calcaires sont propres dépourvues des matières argileuses qui sont nuisible pour la construction.

### II.3.3 Les propriétés mécaniques

Les caractéristiques mécaniques de la roche permettent de qualifier les granulats pour leur usage en génie civil, on distingue :

#### II.3.3.1 Essai de Los Angeles

Cet essai a pour but de mesurer les résistances combinées à la fragmentation par chocs et à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat

L'essai consiste à mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1,6 mm produite en soumettant le matériau aux chocs de boulets normalisés et aux frottements réciproques dans la machine Los Angeles. [10]

Le coefficient Los Angeles est défini par :

$$\sigma_c = \frac{F_{max}}{S} (\%)$$

Où :

- m : masse du refus à 1,6mm, (g).
- M : masse initiale de l'échantillon, (g).

### II.3.3.2 Essai de Micro Deval

L'essai permet de déterminer la résistance à l'usure par frottements réciproques des éléments d'un granulat. Le matériau évolue pendant l'essai par frottement des éléments les uns sur les autres, sur le cylindre de la machine en rotation et sur les boulets (charge abrasive) à sec ou en présence d'eau. [10]

La résistance à l'usure s'exprime par le coefficient Micro-Deval en présence d'eau qui s'écrit :

$$LA = \frac{M_{initiale} - m}{M_{initiale}} (\%)$$

Où :

m: masse du refus à 1,6mm,(g)

M: masse initiale de l'échantillon, (g)

### II.3.3.3 La résistance à la compression simple

L'essai de la compression uni axiale consiste à utiliser un échantillon sous forme d'une carotte (éprouvette cylindrique) avec des dimensions bien précises (hauteur, diamètre), ses deux faces doivent être planes et parallèles.

L'exécution de cet essai consiste à ajuster l'éprouvette entre les deux plateaux de la presse. Le plateau supérieur étant fixe, le plateau inférieur sur lequel est posée l'éprouvette est mobile. En remontant celui-ci on écrase le corps de l'éprouvette contre le plateau supérieur. L'effort est appliqué progressivement à vitesse de chargement constante et contrôlée par ordinateur, elle est définie par :

$$MDE = \frac{M_{initiale} - m}{M_{initiale}} (\%)$$

F : la force maximale atteinte avant la rupture, (N).

S : la surface de l'éprouvette, (m<sup>2</sup>).

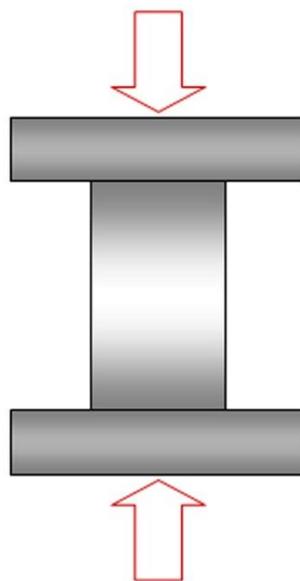


Figure II-4: Test de compression simple

Les résultats des caractéristiques mécaniques des échantillons de Djebel El Madjene sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau II-4: les propriétés mécaniques du gisement de Djebel El Madjene

Echantillon	Los angles %	Micro Deval humide %	Résistance à la compression(MPA)
Echa 1	<b>28</b>	<b>36</b>	<b>125,5</b>
Echa 2	<b>28</b>	<b>30</b>	
Echa 3	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>150,1</b>
Echa 4	<b>30</b>	<b>25</b>	
Echa 5	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>148,2</b>
Echa 6	<b>28</b>	<b>22</b>	
Echa 7	<b>29</b>	<b>18</b>	<b>151,7</b>
Echa 8	<b>25</b>	<b>15</b>	
Echa 9	<b>27</b>	<b>14</b>	
Echa 10	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>39</b>
Moyenne	<b>29</b>	<b>24,40</b>	<b>122,5</b>

#### ❖ Interprétation

- La valeurs moyennes obtenues de los angles et micro Deval sont 29% ;24,4%, ce qui veut dire qu'on a des granulats s'inscrivent dans la catégorie de classe C,
- La majorité des valeurs de la résistance à la compression sont supérieure à 125 MPA. Donc, ces granulats présentent une résistance élevée au frottement et au choc, à l'exception de l'échantillon 10 qui présente une valeur de 39 MPA ce qui lié à la lithologie du massif rocheux en ce point.

#### II.3.4 Les propriétés chimiques

L'analyse chimique quantitative est décrite pour déterminer le pourcentage des différents oxydes constituant le massif rocheux (les pourcentages de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et SO<sub>3</sub>).

Le pourcentage des différents oxydes est déterminé par la méthode de spectroscopie à Fluorescence X. Les résultats obtenus sont montrés dans suivant:

Tableau II-5: l'analyse chimique des échantillons de Djebel El Madjene

ECHANTILLON	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	RAF	CaCO <sub>3</sub>
Echa 1	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>55,77</b>	<b>0,2</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>43.78</b>	<b>99.27</b>
Echa 2	<b>0,11</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>55,79</b>	<b>0.19</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>43.71</b>	<b>99.30</b>
Echa 3	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>55,91</b>	<b>0.26</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.52</b>	<b>99.52</b>
Echa 4	<b>0,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>55,81</b>	<b>0.21</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.47</b>	<b>99.34</b>

Echa 5	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>55,83</b>	<b>0.18</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.74</b>	<b>99.38</b>
Echa 6	<b>0,11</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>55,82</b>	<b>0.16</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.70</b>	<b>99.36</b>
Echa 7	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>	<b>55,80</b>	<b>0.18</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.01</b>	<b>43.77</b>	<b>99.32</b>
Echa 8	<b>0,23</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>55,45</b>	<b>0.33</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.65</b>	<b>98.70</b>
Echa 9	<b>0,12</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>55,75</b>	<b>0.29</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.61</b>	<b>99.24</b>
Echa 10	<b>0,09</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>55,72</b>	<b>0.22</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.75</b>	<b>99.18</b>
Moyenne	<b>0,12</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>55,77</b>	<b>0.22</b>	<b>0.03</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>43.67</b>	<b>99.27</b>

### ❖ Interprétation

Le calcaire utilisé dans l'élaboration de nos échantillons est local, il se trouve sous deux forme calcaire blanc et calcaire gris l'aspect de la différence de coloration est due certainement à leur différence dans la composition chimique, le pourcentage des oxydes présents ainsi que les teneurs des différentes impuretés présentes.

L'analyse minéralogique montre que les calcaires blancs sont la plus grande partie du gisement de Djebel El Madjene, Ils sont presque entièrement constitués de calcite (carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  avec une teneur de l'ordre de 99,27% (le pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  reste toujours important), de teinte généralement claire, blanc à jaunâtre, ils deviennent gris bleuté s'ils renferment un peu d'argile, alors qu'un peu de fer à l'état oxydé les colore en jaune brun. Ils forment dans la nature des bancs compacts plus ou moins épais.

### CONCLUSION

Les essais physico-mécanique et chimiques effectués aux laboratoires de CETIM Boumerdès ont montré que les conditions technico-miniers sont favorable pour l'exploitation du calcaire de Djebel El Madjene.

A la lumière de ces résultats, il ressort que les calcaires provenant de Djebel El Madjene peuvent être utilisés comme :

- Des graves non traitées en couche de base et couche de fondation.
- Des graves traitées aux liants hydrauliques dans la couche de base et couche de fondation.
- Des graves traitées aux liants hydrocarbonés (bitume).
- Des graves pour béton hydraulique (bâtiments, chaussée).

# **Chapitre II**

## **L'ouverture et développement**

## III. L'OUVERTURE ET DEVELOPPEMENT

---

### INTRODUCTION

Dans ce chapitre on a un aperçu sur les travaux d'ouverture de la carrière Ouled Rahmoune Wilaya de Constantine, ainsi que les critères de choix du système d'exploitation ainsi que la détermination de leur paramètre.

### III.1 GENERALITES

L'ouverture des gisements dans le cas d'une exploitation à ciel ouvert se fait généralement par tranchées.

La tranchée est une excavation à ciel ouvert de grande longueur par rapport à sa largeur et de profondeur, de section trapézoïdale. Ses parois latérales s'appellent bords et la paroi inférieure est dite sole de tranchée.

Les tranchées peuvent être pentes, horizontales, pentes et horizontale ensuite.

On distingue :

- ❖ Les tranchées principales qui donnent l'accès au gisement.
- ❖ Les tranchées de découpage qui préparent le champ de carrière à l'exploitation, autrement dit, ces tranchées permettent de réaliser un front initial des travaux d'exploitation. [11]

### III.2 DEVELOPPEMENT DE LA CARRIERE

#### III.2.1 Définition

L'ouverture c'est l'ensemble des processus du dégagement et du déplacement des roches stériles couvrant ou bien encaissant les minéraux utiles.

Les modes d'ouvertures de la carrière sont classés généralement suivant le type d'ouvrages donnant l'accès au gisement, leur disposition par rapport au champ de carrière, leur nombre et destination. [12]

Vue la topographique et les caractéristiques géologiques du gisement, l'exploitation du gisement de DJ El Madjene réalise par une ouverture à demi-tranchée d'accès.

#### III.2.2 Le choix du mode d'ouverture

Lors de l'exploitation d'un gisement à ciel ouvert, il est rationnel de choisir le mode d'ouverture répondant aux conditions les plus efficaces de l'exploitation.

Généralement l'ouverture d'un gisement exploitable à ciel ouvert dépend des facteurs dont les principaux sont : les facteurs géologiques, miniers et économiques.

##### III.2.2.1 Les facteurs géologiques

- Relief du terrain.
- Forme dimensions du gisement.
- Puissance, profondeur et pendage de gite.

### **III.2.2.2 Les facteurs technico-minière**

- Productivité de la carrière.
- Durée de service de carrière.
- Moyen de mécanisation et sécurité de travail.

### **III.2.2.3 Les facteurs économiques**

- Dépenses capitales de la construction de la carrière.
  - Rendement de la carrière.
- ❖ L'ouverture choisie doit assurer :
- L'exploitation la plus rentable de gisement.
  - Le fonctionnement des engins au régime favorable.
  - La productivité planifiée.
  - La sécurité du champ minier. [12]

### **III.2.3 Technologie de creusement de la demi-tranchée d'accès**

La demi-tranchée d'accès se commence à partir de niveau 1000m, c'est le niveau de la première plate-forme jusqu'au sommet du relief (1060m)

La réalisation de la demi-tranchée se fait par travaux de découverte (bulldozer, brise roche) et travaux de forage et de tir.

Le creusement de la demi-tranchée d'accès passe par deux étapes principales :

- Travaux de découverte.
  - Travaux d'abattage.
- Les travaux de découverte comprennent l'ensemble des processus du dégagement, d'enlèvement, de déplacement des roches stériles et la terre végétale couvrant ou bien encaissant la matière utile, ces produits seront stockés dehors les terrains exploitables de la carrière.  
Le but des travaux de découverte est pour attendre aux niveaux supérieurs qui ne sont pas encore exploités, cela fait en parallèle avec les procédures de production d'une manière planifié et dans des conditions de sureté.

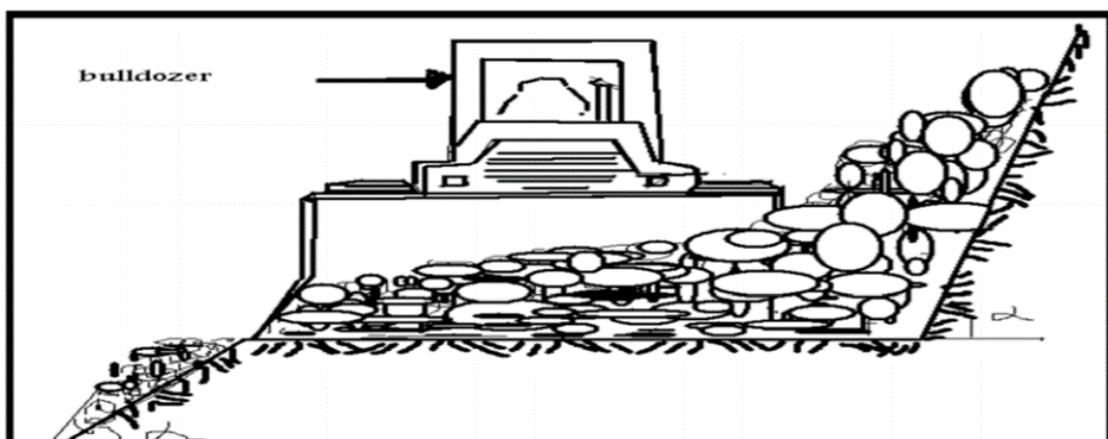


Figure III-1:Évacuation des roches par bulldozer

La préparation des accès pour la foreuse réalise par le décapage des terres stériles qui vont se faire à l'aide de bulldozer, et lorsque le stérile est dure on utilise le riper (bulldozer+ un dente en arrière) pour désolidariser les blocs rocheux.

Les zones décapées dépendent de plusieurs facteurs :

1. La taille, la forme de gisement.
  2. La nature de terrain de recouvrement.
  3. Le caractère et l'importance de la structure géologique.
  4. Les condition particulières (physique, climatiques, chimiques).
  5. La durée et le taux de production du travail.
  6. L'utilisation future des équipements.
- L'abattage des roches se fait par l'explosif pour une dureté immense, ce dernier nécessite la foration d'une série de rangées de trous d'où la hauteur de chaque tronçon doit être déterminer par le profil en travers.

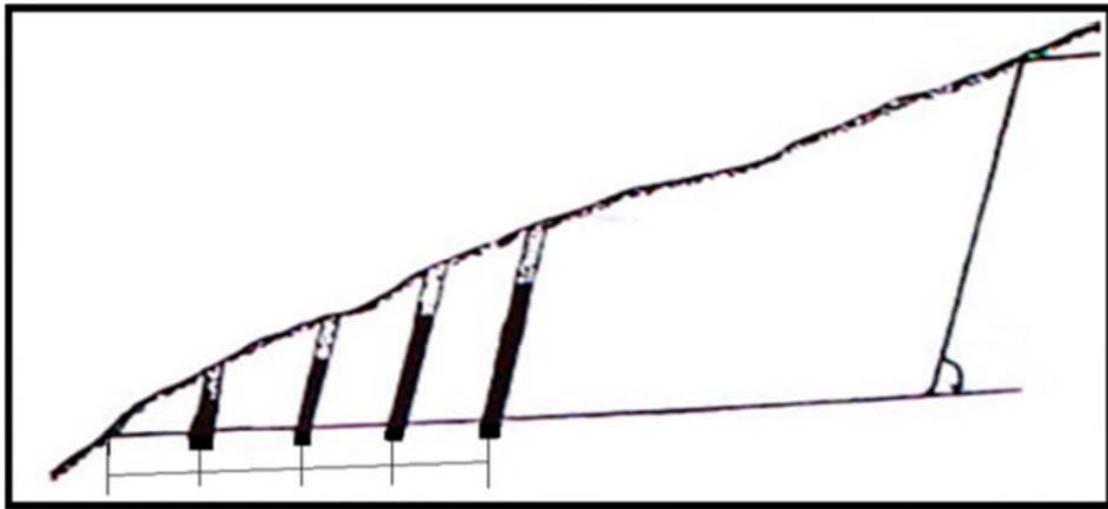


Figure III-2:Travaux de foration et de tir

Les engins utilisés pour les travaux de creusement sont :

- Bulldozer CATERPILLAR D8R.
- Brise roche VOLVO EC 460 DL.
- Chariot de forage EPIROC POWER.

Tableau III-1 : Les caractéristiques techniques de la brise roche VOLVO

Paramètres	valeur
Marque	Volvo
modèle	EC 480 DL
Poids opérationnel	48,6
puissance du moteur	265 Kw
Largeur de transport	3,3m <sup>3</sup>
Longueur de transport	11,63
Hauteur de transport	3,26



*Figure III-3: brise roche VOLVO*

*Tableau III-2 : Fiche technique de bulldozer Caterpillar D8R*

paramètres	Valeur
Marque	Caterpillar
model	D8R
Type de moteur	Caterpillar 3406C DITA
puissance	228 kW 305 hp
Vitesse de rotation	2100 tr/min
Vitesse maximale en avant	10,8 km/h
Vitesse maximale en arrière	13,8 km/h
Longueur avec la lame	6438 mm
Largeur	3050 mm
hauteur	3498 mm
Capacité de la lame	4,7 m <sup>3</sup>



Figure III-4: Bulldozer Caterpillar D8R

Le rendement du bulldozer se calcule par la formule suivante :

$$R_{b/p} = \frac{3600.V.T.K_r.K_u}{T_c.K_f} \quad (m^3/poste)$$

Où :

- V : la capacité du godet, ( $m^3$ ).
- $T_p$  : la dure d'un poste en travail, (h).
- $K_r$  : le coefficient du remplissage du godet, pour le gravier, ( $K_r=0,40$ ).
- $K_u$  : le coefficient d'utilisation de l'excavateur, ( $K_u=0,85$ ).
- $T_c$ : la durée d'un cycle, ( $T_c=55s$ ).
- $K_f$  : le coefficient de foisonnement, ( $K_f=1,9$ ).

$$R_{b/p} = 385 \quad m^3/poste$$

### III.3 LES PISTES DANS LES CARRIERES

L'efficacité du travail du transport par camion dans les mines à ciel ouvert se détermine par l'état des pistes, d'après les conditions d'exploitation.

Les pistes des mines à ciel ouvert se divisent en :

- Les pistes principales construites dans les tranchées inclinées, au jour et sur les bermes de transport pour une longue durée elles ont habituellement une circulation à double voies.
- Les pistes provisoires construites sur les gradins et les terrils, se déplacent au fur et au mesure de l'avancement du front des travaux miniers.

Dans cette variante, le transport est fait par camions dans une piste principale de 1562m entre le gisement exploité et le concasseur primaire. Cette piste présente de grandes pentes (15 à 17%).

### III.3.1 Traçage de la piste et ses caractéristiques

La réalisation des nouvelles pistes qui permettent l'accès au niveau supérieur se fait après la découverte du gisement, on exécute son dessin sur le plan topographique du site puis on réalise son profil en long en mentionnant ces paramètres qui sont : la longueur, la pente globale et rayon de courbure. Finalement, on calcule le volume de déblai et du remblai en exécutant les profils en travers.

Tout ce qu'on a fait pour tracer une piste de double voie, on a utilisé logiciel AUTO-CAD.

### III.3.2 Pente de la piste

La réalisation des pistes de circulation des camions pour le transport des roches abattues, doit être spécialement bien étudiée avec des pentes limites, dans le cas de transport par camion la pente varie de 8 à 12 %.

Cette pente est pratiquement surmontable par les camions envisagés pour le transport. Surtout si nous prenons en considération que ces derniers vont circuler à vide en montée et à charge en descente (exploitation du haut vers le bas).

### III.3.3 Le devers de la piste

La pente transversale pour maintenir une pente minimale pour le drainage sera :2%.

### III.3.4 L'épaisseur de chaussée

L'épaisseur choisie serait 40cm.

### III.3.5 Largeur de la piste

La largeur de la piste dépend de la capacité de moyens de transport, de la vitesse de circulation et du nombre de voies de circulation.

Pour la circulation à double voie :  $L = 2*(a+2c) + r$  (m)

Où :

- r : largeur de la rigole d'évacuation d'eau, (r=60cm)
- a : largeur de la benne du camion, (a=2,50).
- c : largeur de la bande de sécurité ,(m).

$$c=0,5+0,005V$$

Où :

$V_d$  : vitesse moyenne de déplacement des camions (V=15 Km/h).

Donc :

$$c=0,6m$$

- X : distance entre les bennes des camions donnée par :

$$X = 2 \times c \text{ (m)}$$

$$X = 1,2m.$$

Alors :

$$L = 08 \text{ m}$$

La largeur de la piste pour une circulation à double voie avec plus de sécurité doit être :  
 $L \geq 08 \text{ m}$

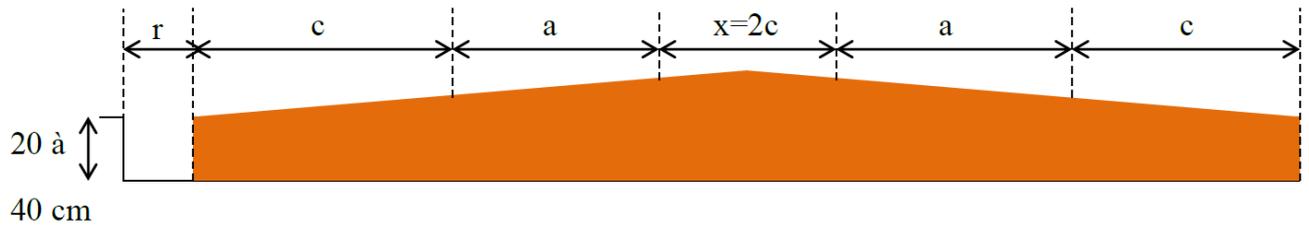


Figure III-5:Schéma de la largeur de la piste

### III.4 PARAMETRES DES PISTES PROPOSEES

#### III.4.1 La première piste

##### III.4.1.1 Itinéraire de la piste

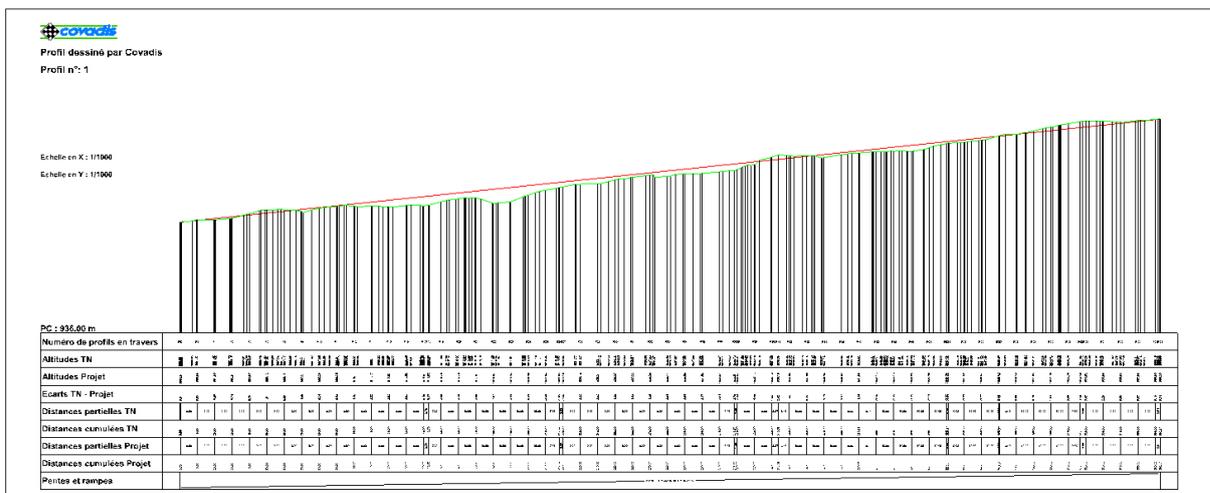
Le point de départ de la piste d'accès est de la plateforme de réception existante au niveau 1000 m jusqu'au niveau 1060 m de la partie Nord-Est de la carrière.

##### III.4.1.2 Longueur et pente de la piste

Au cours des travaux d'ouvertures qui conduits au déplacement du front de taille, et d'après la topographie de la carrière de Ouled Rahmoune, la longueur de la demi tranchée d'accès moyennement calculée est de 563m, avec une pente moyenne de l'ordre de 10,50%.

##### III.4.1.3 Le volume à remblayer et à déblayer

Les volumes totaux de remblai et de déblai obtenus à partir du profil en travers sont respectivement 17126,27 m<sup>3</sup> et 4209,7m<sup>3</sup> nous voyons que le volume de déblai est inférieur au volume de remblai, cela revient a transporté 12916,57b m<sup>3</sup>.



### III.4.2 Deuxième piste

#### III.4.2.1 Itinéraire de la piste

Avant de procéder à l'ouverture du gisement, la deuxième piste son départ est relié avec la piste principale existante (piste actuelle de la carrière) au niveau 963m avec le niveau 1060m.

#### III.4.2.2 Longueur et pente de la piste

La piste proposée possède une longueur totale de 490 m, et la pente globale de l'ordre de 19,72%.

#### III.4.2.3 Le volume à remblayer et à déblayer

Les volumes totaux de remblai et de déblai obtenus à partir du profil en travers sont respectivement 11901,75 m<sup>3</sup> et 10994,16 m<sup>3</sup>.

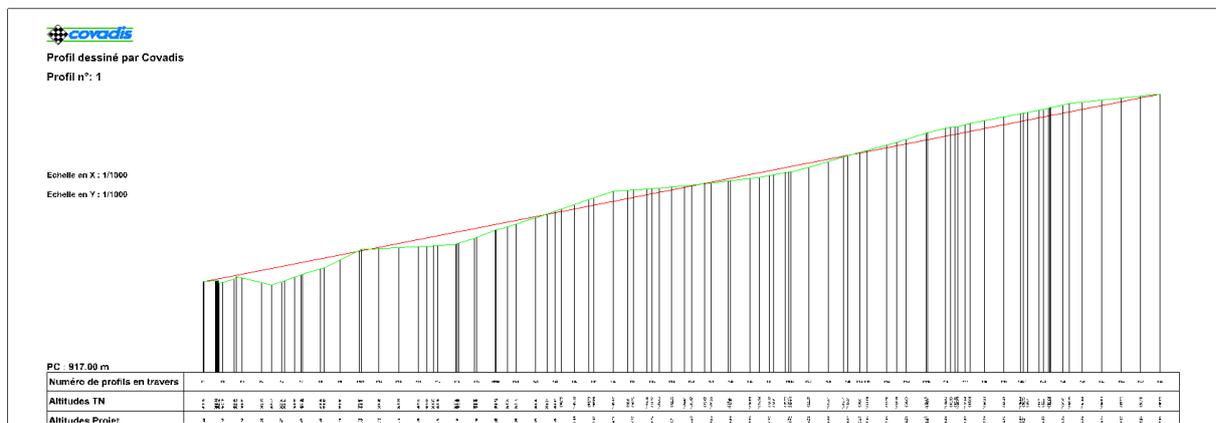


Figure III-7: Profil en long de la deuxième piste d'accès

### Remarque

Nous voyons que la piste possède une pente très élevée par ce qu'il y a une extension dans la partie nord et nord-est de la carrière, ce qui nécessite un levé topographique qui consiste à collecter des données sur chaque portion du terrain afin d'en proposer une restitution à l'échelle souhaitée sous la forme d'un plan topographique, ceci permet de corriger le traçage de la piste proposée, en déterminant ses paramètres et ses caractéristiques (longueur, pente, rayon de courbure).

### III.5 SYSTEME D'EXPLOITATION DU GISEMENT DE DJEBEL EL MADJENE

Compte tenu de la nature du gisement qui est du calcaire dur et du fait qu'il s'agit d'exploitation d'un gisement superficiel situe en hauteur (montagne).

La méthode d'exploitation peut définir comme étant l'ordre d'exécution dans le temps et dans l'espace d'un ensemble de travaux d'enlèvement des stériles et du minerai, établi pour des conditions déterminées. [11]

La méthode d'exploitation utilisée dans la carrière de Djebel El Madjene est celui avec transport et déblayées par des gradins de 05 à 12m du haut vers le bas (gradin par gradin)

### **III.5.1 Classification des systèmes d'exploitation**

Les systèmes d'exploitations, étant l'ordre déterminé d'exécution dans le temps et dans l'espace d'un ensemble déterminé des travaux miniers préparatoires, de découverte et d'extraction des minerais utiles. Dans les conditions d'une carrière donnée, le système d'exploitation envisagé doit assurer l'abattage en sécurité, économiquement rentable et complète des réserves de teneur exploitable tout en permettant le respect des mesures de défense de l'environnement.

Il existe plusieurs classifications dont la plus utilisée est celle de RJEVESKY. L'académicien RJEVESKY, propose une classification qui contient compte les indices suivants :

- Disposition du front du travail dans le plan.
- Disposition des terrils par apport au champ de la carrière.
- Direction de progression des travaux.
- Le mode de transport (continu, ou cyclique « interrompu »).

### **III.5.2 Les éléments du système d'exploitation**

Il existe plusieurs systèmes d'exploitation caractérisés par des éléments communs dont font partie :

- ❖ Les paramètres principaux
  - a. La hauteur de gradin.
  - b. La largeur d'enlevure.
  - c. La largeur de la plate-forme du travail.
- ❖ Les indices technico-économiques :
  - a. La vitesse d'avancement du front.
  - b. La vitesse d'approfondissement de la carrière.

#### ***III.5.2.1 Détermination des paramètres principaux***

##### **Hauteur du gradin**

Lors de la détermination de la hauteur des gradins, il faut tenir compte les principaux facteurs tels que :

- Caractéristiques des excavateurs employés.
- Stabilité des roches.
- Nécessité d'exécuter des tirs d'abattage.
- Règles de sécurité.
- Les puissances des couches du stériles et du minerai.

Pour les roches du gisement de Djebel El Madjene, la hauteur maximale des gradins est fixée à 12m, ce qui est conforme à la hauteur tolérée par les consignes de sécurité.

##### **Angle du talus de gradin**

L'angle de talus du gradin en exploitation dépend des paramètres physico –mécaniques de la roche et des paramètres des engins miniers.

Pour les roches dures et moyennement dures, cet angle varie de 60° à 80°, Dans notre cas  $\beta=80^\circ$ .

## Plateforme de travail

La largeur de plateforme de travail est déterminée en fonction de :

- Propriétés physique et mécaniques des roches.
- Dimensions du tas des roches abattues.
- Paramètres techniques des engins de chargement et transport.

Nous avons essayé de réaliser des plateformes de largeur suffisante pour assurer des bonnes conditions de travail aux équipements miniers afin s'obtenir un bon rendement et d'assurer la sécurité de travail.

Lors de l'abattage des roches par l'explosif, la largeur minimale de la plate-forme de travail est la suivante :

$$L_{pt}=A+X+C+T+Z, (m)$$

Où :

- $L_{pt}$  : la largeur de la plate -forme de travail, (m).
- A : largeur de l'enlevure en massif, (m).
- X : largeur du tas de la roche abattue, (m).
- C : berme de sécurité, (m).
- T : Largeur de la voie de transport, (m).
- Z : Largeur du prisme éventuel d'éboulement, (m).
- L'enlevure en massif A est déterminé par la formule suivante :

$$A= \frac{B}{\cos \beta} (m)$$

Où :

- B : la banquette pratique, (B=03 m). (Pour B, voir le chapitre IV)
- $\beta$  : étant l'angle d'inclinaison de trou de mine, ( $\beta = 10^\circ$ ) par rapport à la verticale.

$$A=3,04 m$$

- La largeur X est calculée par la formule suivante

$$X=A \times \left( \frac{2K_f \times H_g}{H_t} - 1 \right) (m)$$

Où :

- $K_f$  : coefficient de foisonnement des roches, (1,9).
- $H_g$  : hauteur du gradin maximale, (12m).
- $H_t$  : hauteur du tas, pour les calcaires :  $H_t = 0,9 \times H_g$ , (m).

$$H_t=10,8 m.$$

Alors :

$$X=9,79 m$$

- La valeur de C est donnée par la formule suivante :

$$C=0,2 \times H_g (m)$$

$$C=2,4 \text{ m}$$

- La valeur de Z est donnée par la formule suivante :

$$Z=H_g \times (1/\tan \theta - 1/\tan \alpha ) \text{ (m)}$$

Où :

- $\theta$ : l'angle de talus de gradin en liquidation, dans notre cas on prend ( $\theta=65^\circ$ ).
- $\alpha$ : l'angle de talus de gradin en exploitation,( $80^\circ$ ).

$$Z=3,47 \text{ m}$$

- La largeur de T est donnée par la formule suivante :

$$T=2 \times L_e + 3 \text{ (m)}$$

Où :

- $L_e$  :la largeur du camion, ( $L_e=2,5 \text{ m}$ ).
- $$T=08 \text{ m}$$

D'après les résultats précédents, la largeur minimale de la plate -forme est :

$$L_{pt}= 27 \text{ m}$$

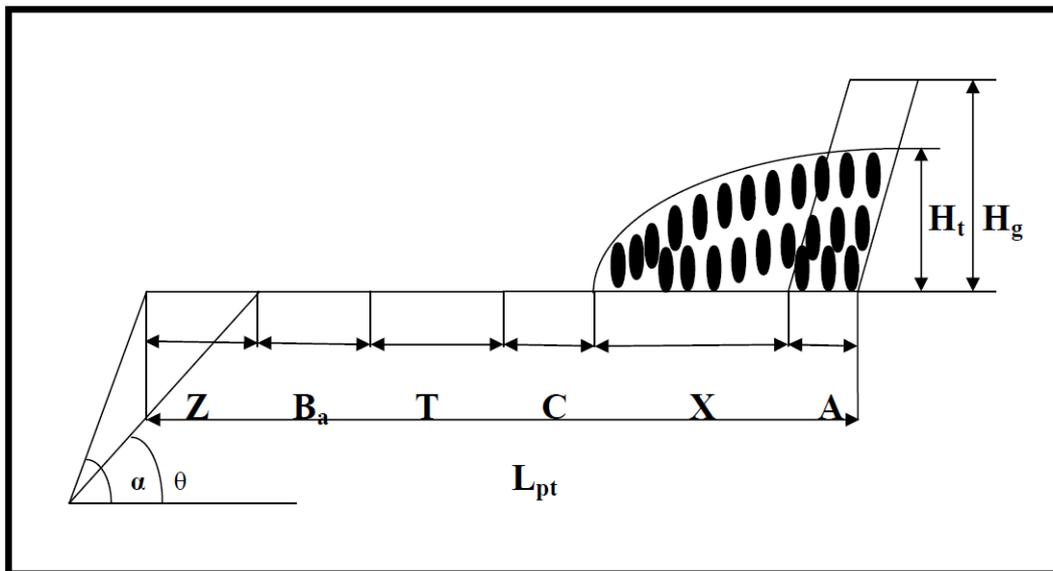


Figure III-8:Présentation des éléments de la plate -forme de travail

❖ Le front de taille est en cours d'exploitation selon 05 gradins orientés vers le Sud-Est :  
 Tableau III-3: Les gradins en activité

Désignation	Niveau	
Hauteur	1000/1010	8 à 10 m
	1000/1015	5 à 8 m
	1015/1030	10 à 12 m
	1030/1040	9 à 10 m
	1040/1050	8 à 10 m
Plate-forme de travail	1000	Longueur :120m , largeur :40m
	1010	Longueur :60m , largeur :40m
	1015	Longueur :50m , largeur :30m
	1030	Longueur :65m , largeur :45m
	1040	Longueur :55m , largeur :45m

### III.5.2.2 Déterminations des indices technico-économiques

#### Vitesse d'avancement du front

L'avancement annuel du front de travail de la carrière est orienté vers le nord-est, avec une vitesse déterminée par l'expression suivante :

$$V_{av} = Q_{an} / (L_f \times H_g \times n_{gr}) \text{ (m/ans)}$$

Où :

- $L_f$  : Longueur du front, (680m).
- $H_g$  : hauteur du gradin, (12m).
- $N_{gr}$  : nombre de gradins en activité, ( 05 gradins).

$$V_{av} = 27,8 \text{ m/ans}$$

#### Vitesse d'approfondissement de la carrière :

Elle est définie par la formule suivante :

$$V_{ap} = H_f / T_v \text{ ( m/ans)}$$

Où :

- $H_f$ : profondeur finale de la carrière, (100).
- $T_v$  : durée de vie de la carrière, (42 ans).

$$V_{ap} = 2,38 \text{ m/ans}$$

### CONCLUSION

L'exploitation du gisement de Djebel El Madjene se fait de haut vers le bas, avec 05 gradins de hauteur maximale 12 m.

Lorsque l'ouverture termine, le gradin va se développer pour atteindre sa hauteur de production, et l'exploitation se fera par la suite niveau par niveau selon une direction principale d'avancement vers le nord-est pour atteindre au sommet 1060m.

Nous avons défini tous les paramètres de mode d'ouverture et de la méthode d'exploitation, et les paramètres nécessaires pour construire les nouvelles pistes.

# Chapitre IV

## L'exploitation du gisement

## IV. L'EXPLOITATION DU GISEMENT

---

### INTRODUCTION

L'étude technique permet de schématiser la première étape dans le développement d'un projet, cette phase devra répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les quantités des matières à utiliser ?
- Combien d'engins seront nécessaires pour assurer l'exploitation ?

### IV.1 DEFINITION

Les mines à ciel ouvert (les carrières) sont celles dont le minerai est extrait à partir de la surface après d'avoir dégagé le stérile, la roche est creusée par dynamitage et le minerai est ensuite chargé sur d'énormes engins pour traitement.

Les Avantages de l'exploitation en surface :

- Les carrières à ciel ouvert présentent plusieurs avantages, les plus importants sont :
- Le faible cout d'exploitation.
- La possibilité de choisir le minerai de teneurs conformes aux besoins.
- La flexibilité de la production.
- La sécurité, meilleure visibilité, surveillance facile, personnel limité. [13]

### IV.2 OBJECTIF

L'unité de Ouled Rahmoune fixe comme objectif pour l'année 2021 une production annuelle de 1 000 000T de produit fini, cette progression mise en œuvre une nouvelle réorganisation de travail nécessitant des moyens matériel et humains supplémentaire par rapport aux années précédentes.

### IV.3 LES ETAPES D'EXPLOITATION :

Afin d'extraire le matériau, le procédé d'exploitation passe par trois étapes principales.

1. Travaux de Foration et de tir.
2. Chargement.
3. Transport.



## IV.4 DIMENSIONNEMENT DU PARC ENGIN

Pour chaque étape d'exploitation, nous allons calculer le nombre d'engins requis, en utilisant l'enchaînement suivant :

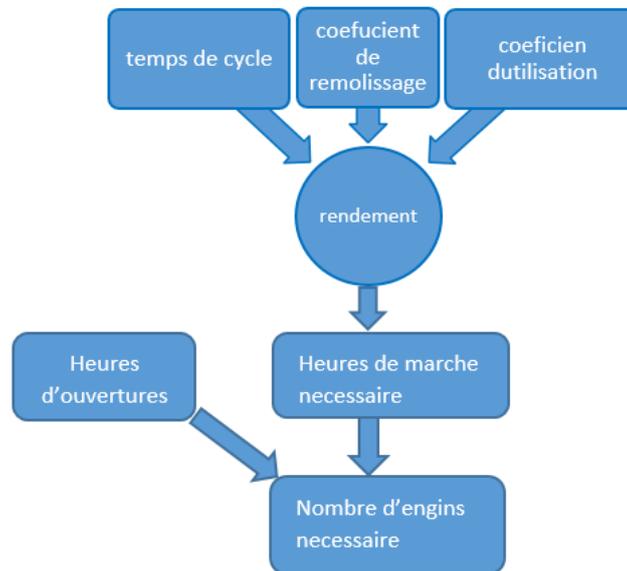


Figure IV-1: Dimensionnement du parc engin

En pratique plusieurs facteurs peuvent réduire l'efficacité du travail et constitue un obstacle pour la production, il faut donc les intégrer dans le calcul du rendement pour obtenir des valeurs proches de la réalité, ceci peut se traduire par :

### IV.4.1 La disponibilité

C'est l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données. En supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée.

### IV.4.2 Coefficient d'utilisation

Y sont intégrés les obstacles qui peuvent ralentir la cadence de l'engin il existe des tables de données standards qui donnent le coefficient d'utilisation en fonction de paramètre tel que : la compétence du chauffeur, la nature du terrain, le choix et dispatching de l'engin. [13]

Il est exprimé par :

$$K_u = \frac{t_r - t_m}{t_p}$$

Où :

- $t_r$  : temps de travail réel .
- $t_m$  : temps moyenne de maintenance
- $T_p$  : temps de poste

## IV.5 MATERIELS [14]

Tableau IV-1: Matériels disponibles au niveau de la carrière

Désignation	Marque	Model	Nombre
Station de concassage	CRIFI	180 T/H	
Station mobile	KLEEMANE	150T/H	
Bulldozer	CATERPILLAR	D8R	01
Chariot de forage	EPIROK PowerRoc T35	POWER ROC T35	01
Chargeur	CASE	821F	01
	FOTON		01
Camion	SHAKMAN		06
Pelle godet	HYDROMEK		01
Pelle godet	HYUNDAI	330,LC-95	01
Pelle godet	VOLVO	460	01
Brise roche	VOLVO	EC 480 DL	01
Groupe électrogène	HIMOINSA	1030T5	01
	EMSA	22KVA	01
compresseur	A.COPCO	XAS597D	01
Tour d'éclairage	A.COPCO	QLT H50	01
Group soudure	LINCOLIN	500-1	01
Tracteur AGR	MAHINDRA	7005 2WD	01
Berline	HYUNDAI	ACCENT CLS	01
Berline	DACIA	LOGAN	01
Berline	RENAULT	SYMBOL	01
Berline	RENAULT	CLIO	01
Berline	SKODA	RAPID	01
Pick up 4×4	GREET WALL		01
Pick up 4×4	FLAT		01
Bus	NISSAN		02
Camion-citerne	SHACMAN		01

## IV.6 REGIME ET CAPACITE DE FONCTIONNEMENT DE LA CARRIERE [15]

### IV.6.1 Régime de fonctionnement

- Nombre d'heures de travail par ans

Il est exprimé par :

$$N_{h.a} = \frac{Pa}{D_h \times K_e} \quad (h/an)$$

Où :

- $P_a$  : La production annuelle planifiée en TVC, ( $A=1136364$  t)
- $D_h$  : début horaire de la station de concassage, ( $D_h=330$  t/h)
- La station primaire : 180 tonnes /heure.
- La station mobile : 150 tonnes/heure.
- $K_e$  : le coefficient d'utilisation (0,9).

Donc :

$$N_{h.a} = \frac{1000000}{330 \times 0,9} = 3826 \text{ heures /an}$$

- **Nombre de poste de travail par ans :**

Il est calculé par la formule suivante :

$$N_{p.a} = \frac{Nh.a}{T_p} \text{ (postes)}$$

Où :

- $N_{h.a}$  : nombre d'heures de travail par ans.
- $T_p$  : nombre d'heures par poste (7 heures).

Donc :

$$N_{p.a} = 546 \text{ postes}$$

- **Nombre de poste de travail par jour**

On remarque que le nombre de poste par an est supérieure au nombre de jours par an, donc pour réaliser l'objectif de la carrière, il nous besoins deux poste par jours.

- **Nombre de jours ouvrables par ans**

Il est calculé par la formule suivante :

$$N_{j.a} = \frac{N_{p.a}}{N_{p.j}} \text{ (jours /an)}$$

Où :

- $N_{p.a}$  : nombre de poste par ans.
- $N_{p.j}$  : nombre de poste par jours.

Donc :

$$N_{j.a} = 273 \text{ jours /an}$$

### **Régime de fonctionnement de la carrière**

Le régime de travail au niveau de dj el Majene sera organisé comme suit :

*Tableau IV-2 : Régime de travail de la carrière*

Nombre des postes ouvrable par jour	02
Nombre d'heures de travail par poste	07
Nombre d'heures de travail par an	3826
Nombre de jours ouvrables par an	273
Nombre de jours ouvrables par mois	23

## IV.6.2 Cadence de production et durée de vie de carrière

### IV.6.2.1 La production annuelle en TVC

La station de concassage est implantée au sud-est de la carrière avec une capacité d'horaire de 330 t/h et un coefficient d'efficacité de 0,9.

L'objectif de l'entreprise est de produire 1 million de tonne de granulats, mais pour obtenir cette production concassée il faut tenir en compte le taux des pertes :

- Le taux de pertes dus à l'abattage et au transport :2%.
- Le taux de stériles :10%.

La quantité de tout vent concasse (TVC) qui arrive à la station de concassage sera calculer comme suite :

$$A = 1000000 + (A \times Q_p) \quad (\text{tonnes})$$

Où:

- A : production de la carrière en TVC.
- $Q_p$  : quantité de pertes.

$$A = \frac{1000\ 000}{0,88} = 1136364 \text{ t/an}$$

**Donc, La production annuelle de la carrière en TVC sera :**

$$A = 1136364 \text{ tonnes /an}$$

- **La production mensuelle  $A_m$**

Elle est exprimée par :

$$A_m = \frac{A}{12} \quad (\text{tonnes /mois})$$
$$A_m = 94697 \text{ t/mois}$$

- **La production journalière  $A_j$**

Elle est calculée par la formule suivante :

$$A_j = \frac{A}{N_{j.a}} \quad (\text{tonnes /jour})$$

Où :

- A : production annuelle en TVC (t/an)
- $N_{j.a}$  : nombre de jours ouvrables par an.

Donc :

$$A_j = 4162,5 \text{ t /j}$$

- **Production par poste  $A_p$**

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$A_p = \frac{A_j}{N_{p.j}} \text{ (tonnes/poste)}$$

Où :

- $A_j$  : production journalière.
- $N_{p.j}$  : nombre de poste par jour.

Donc :

$$A_p = 2081,2 \text{ t/poste}$$

- **Production par heure  $A_h$**

$$A_h = \frac{A_p}{N_{h.p}} \text{ (tonnes /heure)}$$

Où :

- $A_p$  : production par poste.
- $N_{h.p}$  : nombre d'heures de travail par poste, (07heurs).

Donc :

$$A_h = 297 \text{ t/h}$$

Tableau IV-3 : le régime de production de la carrière

Production	Annuelle		Mensuelle		Journalière		Poste	
	t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>
	1136364	437063	94697	36422	4162,5	1601	2081,2	800,4

#### IV.6.2.2 Durée de vie de la carrière

Elle est exprimée par le rapport entre les réserves exploitables et la production annuelle en TVC :

$$T_v = \frac{Q}{A} \text{ (ans)}$$

Où :

- $Q$  : la quantité des réserves, (48 402 935,7 T).
- $A$  : la production annuelle en TVC, (1 136 364 T).

Donc :

$$T_v = 42 \text{ ans}$$

## IV.7 TRAVAUX DE FORATION ET DE TIR

### IV.7.1 La foration

Dans le processus d'exploitation d'une carrière, Minage et Forage en carrière sont un ensemble de prestations visant à forer des trous sub-verticaux parallèle à une surface définis par la configuration des gradins/les fronts de taille et respectant un « **plan de tir** » afin de fractionner une roche en blocs de matériaux, à l'aide de tirs d'explosifs. On distingue plusieurs groupes et versions des engins de forage classes suivant le mode de forage et le type d'énergie.

Actuellement, l'outil pneumatique vient au premier plan en raison de multiples qualités puissance, souplesse, rapidité et maniabilité.

Les engins de forage utilisés dans les carrières contemporaines permettent d'exécuter quatre méthodes de forage :

- Forage percutant.
- Forage roto-percutant.
- Forage rotatif.
- Carottage.

La méthode du forage utilisée dans de la carrière de Ouled Rahmoune est roto percutante, le forage est assuré par une foreuse « Epiroc PowerRoc T35 » qui contient un outil de forage de forme d'une icône, sa capacité de forage est en relation avec les données de gisement suivantes :

Tableau IV-4 : Paramètre de foration

Paramètres	Valeurs
Diamètre du trous	89mm
La dureté de la troche f	03
La densité	2,60
Hauteur du gradin	15m
L'agnel d'inclinaison	10
La longueur de la tige	3m

Tableau IV-5 : Les caractéristiques techniques du chariot de forage Epiroc power ROC T35

Paramètres	Valeurs
Marque	EPIROC
Model	POWER ROC T35
Diamètre de trous	64mm-115mm
Hauteur	3,3m
Longueur	9,1m
Largeur	2,36m
Poids opérationnel	13,5T
Profondeur de trous maximale	25m
Tille de marteau perforateur/marteau fond de trou	COPE1840+
Cabine	Oui
Domaine application	Extraction en carrière
Moteur	Diesel 142Kw
Type de forage	Vertical /incliné
Méthode de forage	Top Hammer drilling

#### IV.7.1.1 Rendements du chariot de forage

Nous avons déterminé le temps de cycle pour la foration d'un trou de 13 m de profondeur.

$$R_c = \frac{3600 \times K_u \times k_d}{T_c} \quad (m/h)$$

- $K_d$  : coefficient de disponibilité (0,8).
- $T_c$  = temps de cycle.
- $K_u$  : coefficient d'utilisation pratique.
- Le coefficient d'utilisation pratique  $K_u$  est exprimé par :  $K_u = \frac{t_r - t_m}{t_p}$

Où :

- $t_r$  : le temps réel de travail, (6h 10min).
- $t_m$  : temps de maintenance, (30 min).
- $t_p$  : les heures de travail par poste, (7h).

Donc :

$$k_u = 0,82$$

- Le temps de cycle «  $T_c$  » qui fait le chariot EPIROC pour forer un trou de 12m est montré dans le tableau suivant :

Tableau IV-6 : Temps de cycle de la foration du chariot EPIROC

Cycle	Le temps de cycle (min:s)
Foration avec la 1ère tige	03:00
Changement de tige	00:47
Foration avec la 2ème tige	02:30
Changement de tige	00:42
Foration avec la 3ème tige	03:00
Changement de tige	00:53
Foration avec la 4ème tige	02:39
Enlèvement de tige	01:50
Déplacement de chariot	02:00
Temps total	17:21

$$T_c = 17 \text{ min } 21 \text{ s / trou} \rightarrow T_c = 80 \text{ s/m}$$

Donc :

$$R_c = 29,5 \text{ m/h}$$

Tableau IV-7 : le rendement du chariot de forage EPIROC

Rendement horaires	Rendement par poste	Rendement mensuelle
29,52 m	206,64 m	4132,8m

#### IV.7.1.2 Nombre de foreuses :

On détermine le nombre du chariot de forage nécessaire pour assurer les travaux de forage par la formule suivante :

$$N_c = \frac{A \times K_{rs}}{R_c \times N_{p,j} \times N_{j,an} \times V_{tr}} \quad (\text{Foreuse})$$

Où:

- A : la production annuelle en TVC, (A=1136364 tonne /an).
- R<sub>c</sub> : le rendement pratique du chariot de forage, (17,2trous/ poste).
- K<sub>rs</sub> : le coefficient de réserve, ( K<sub>r</sub>=1,2).
- N<sub>p,j</sub> : nombre de postes de travail par jour, (01 poste).
- N<sub>j,an</sub> : nombre de jours ouvrables par an, (273 jours)
- V<sub>tr</sub>=le volume de la roche abattues par trou, (tonne /trou). (voir le plan de tir)

$$V_{tr} = W \times a \times H_g \times \rho$$

Où :

- B :la banquette, (m).
- a : l'espacement entre les trous, (m).
- H<sub>g</sub> : hauteur du gradin, (m).
- ρ :la densité de la roche, (2,59).

Alors

$$V_{tr} = 324,29 \text{ tonne/trou}$$

$$N_s = 0,89 \approx 01$$

L'utilisation du chariot de forage EPIROC est suffisant pour satisfaire la production planifiée.

#### IV.7.1.3 L'inclinaisons des trous [16]

Les trous inclinés favorisent plusieurs paramètres importants :

- L'efficacité de la fragmentation des roches.
- La diminution de la zone de fragmentation réglée,
- Les pertes d'énergie de charge dans le massif et la perte d'énergie pour la destruction du pied du gradin.
- La pratique de l'abattage montre que l'utilisation de trous inclinés diminue la production des blocs hors gabarit de 8-10 % à 15-25 % et augmente le rendement des pelles mécaniques.

Tableau IV-8 : Inclinaisons des trous en degrés

Diamètres des morceaux en mm	Catégories de fissuration				
	I	II	III	IV	V
400	60	–	–	–	–
450	70	1,4	–	–	–
500	80	–	–	–	–
550	–	60	–	–	–
600	–	70	50	–	–
650	–	80	60	–	–
700	–	90	75	50	–
750	–	–	80	60	50
800	–	–	90	80	60
850	–	–	–	80	70
900	–	–	–	90	80
1000	–	–	–	–	90

#### IV.7.2 Tir [17]

La méthode d'abattage à l'explosif est en général utilisée dans les carrières de roches massives et dures. En effet, dans le cas de roches dures, les procédés d'extraction continus ne sont pas possibles, l'abattage à l'explosif est alors une alternative qui présente l'avantage de fragmenter des volumes de roche importants, et ce avec des moyens limités en termes d'engins (foreuse et engins de chantiers pour la reprise) et une mise en œuvre assez restreinte.

A partir d'une succession d'opérations a priori simples, implantation et foration de trous, chargement et amorçage des explosifs, l'abattage à l'explosif va avoir différents objectifs :

- Assurer la sécurité, c'est à dire pas de projections et pas de tirs bloqués ou pans non abattus.
- Abattre un grand volume de roche, avec :
  - Une granulométrie adaptée aux installations, avec une proportion de blocs et De fines la plus réduite possible.
  - Un épanchement du tas et un foisonnement adapté aux engins de reprise du tas.
- Assurer une bonne géométrie des fronts sur la carrière avec :
  - Une bonne sortie du pied.
  - Un bon alignement des fronts et de la plateforme.
  - Des effets arrière réduits.

Le principe de l'explosion repose sur la transformation d'une énergie chimique potentielle en énergie mécanique communiquée au milieu extérieur.

##### IV.7.2.1 Les dimensions maximales des blocs abattus

Les dimensions maximales admissibles des blocs de roches abattues se déterminent en fonction des paramètres des engins miniers, à savoir :

– La capacité du godet de l'excavateur (E),  $E=4\text{m}^3$

$$d_{\max} \leq 0,8 \times \sqrt[3]{E}, (\text{m})$$

$$d_{\max} \leq 1,2\text{m}$$

– La capacité de la benne du camion ( $V_c$ ),  $V_c=19\text{m}^3$

$$d_{\max} \leq 0,5 \times \sqrt[3]{V_c}$$

$$d_{\max} \leq 1,33\text{m}$$

– Dimension d'ouverture de la trémie du concasseur(b),  $b=1,0\text{m}$

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

$$d_{\max} \leq 0,8\text{m}$$

#### ***IV.7.2.2 Le débitage secondaire***

Les blocs de dimensions supérieurs à 800mm se considèrent comme les blocs hors gabarits et on les soumet au débitage secondaire.

Cela permet de dire que le degré de la fragmentation du massif a une grande importance pour le travail efficace des engins des processus postérieurs (extraction, chargement, transport, concassage, stockage et mise à terril).

#### ***IV.7.2.3 Les causes de provenance des hors-gabarits***

Pour les principales causes qui provoquent le taux élève des hors-gabarits, on peut citer :

- La fissuration du massif.
- La consommation spécifique insuffisante.
- Mauvais choix de l'inclinaison et de diamètre des trous.
- Mauvaise construction de la charge.
- Mauvais mode d'initiation de la charge.
- Dimensions de la maille.
- Quantité insuffisante d'explosif dans un trou.

#### **IV.7.2.4 Dimensionnement d'un schéma de tir**

Pour abattre un massif à l'explosif, on réalise un ensemble de trous de mines : les paramètres géométriques et les paramètres de chargement qui interviennent sont ainsi définis :

- La **plateforme**, zone sur laquelle évolue les engins.
- Les distances entre deux rangées (ou bien distance entre le gradin et la première rangée) doivent être égales, on appelle cette distance **banquette**.
- L'espacement est la distance entre deux trous d'une même rangée.
- On désigne par **maille** le couple banquette-espacement.
- L'inclinaison des trous par rapport à la verticale détermine la **longueur à forer** en fonction de la hauteur du gradin. La longueur de foration additionnelle par rapport au gradin est désignée par **surforation**.
- L'explosif placé en fond de trou est désigné par **charge de pied**, la **charge de colonne** étant la charge restante. De manière plus générale, on désigne par **pied** la partie inférieure du gradin, et par **colonne** sa partie supérieure.

L'ensemble de ces paramètres constitue un schéma de tir (voir Figure IV-3).

#### **Calcul de la maille [18]**

Bien qu'il n'existe pas de théorie fondamentale concernant le tir à l'explosif, certaines règles existent pour établir un schéma de tir. En s'appuyant sur ces règles empiriques. Dans notre étude on va utiliser la méthode de Langefors, laquelle a été appliquée avec beaucoup de succès dans les champs miniers.

Les règles de Langefors : Les chercheurs suédois Langefors et Kihlström ont établi une règle empirique de calcul de la banquette maximale admissible en fonction de paramètres inhérents au massif rocheux (notion de résistance de la roche), paramètres relatifs à la maille souhaitée (banquette, espacement, diamètre de foration, inclinaison). [16]

- Hauteur du gradin :  $H_g = 12\text{m}$ .
- Diamètre du trou :  $D_t = 89\text{mm}$ , Le choix du diamètre du trou dépend de :
  - Le niveau de vibration.
  - La structure du massif.
  - Le type de fragmentation et de foisonnement.
  - La nature de l'explosif (si le diamètre augmente, la vitesse de détonation devient plus élevée).
  - La hauteur du front à abattre.

Pour une hauteur de 12 m, il est recommandé de prendre un diamètre entre 64– 100m.

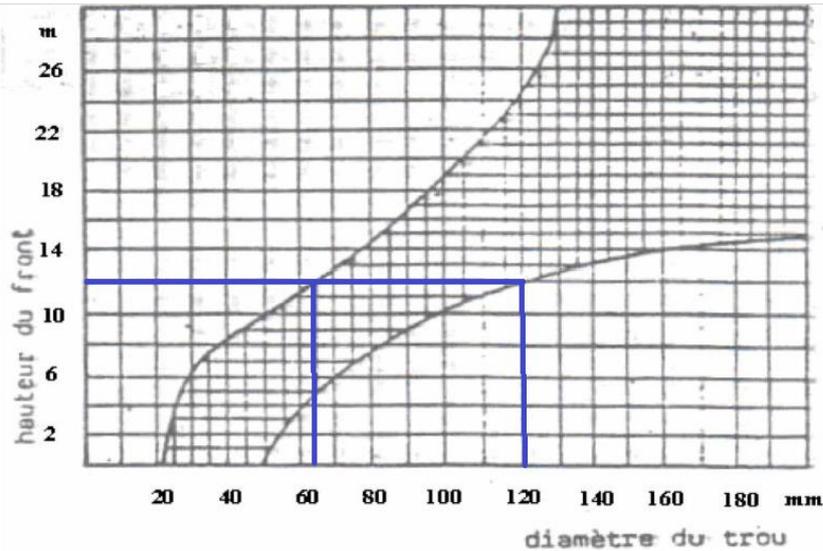


Figure IV-2 : Diamètre de trous en fonction de la hauteur du gradin

Le taillant existant au niveau de la carrière a un diamètre de 89 mm donc il est convenable par rapport à la hauteur de gradin qui est 12 m.

- L'inclinaison du trou " $\beta$ " : l'inclinaison du trou est  $80^\circ$  par rapport à l'horizontale peut apporter les avantages suivants :
  - La consommation en explosif est optimale.
  - Meilleure fragmentation.
  - Sécurité élevée.
- **Banquette maximale " $B_{max}$ "** La règle de Langefors propose une relation linéaire entre la banquette maximale admissible et le diamètre de foration :

$$B_{max} = 0,03 \times D_{tr} \times \sqrt{\frac{S \times \rho}{C \times f \times \frac{a}{B}}} \quad (m)$$

- $D_{tr}$  : diamètre du trou de mine (89mm).
- $S$  : puissance de la charge de fond de l'explosif.
- $\rho$  : densité de l'explosif utilisée (1,05g /cm<sup>3</sup>).
- $C$  : résistance au tirage, (0,37kg/m<sup>3</sup>).
- $f$  : facteur de contrainte dépendant de l'inclinaison du trou de mine ( $\alpha$ )
- $a/B$  : rapport de la maille.

La banquette maximale est en général réalisée en pied : c'est ainsi a priori pour la partie inférieure du chargement que l'on calcule la banquette maximale admissible.

▪ **Puissance de la charge de fond de l'explosif**

La puissance de la charge de fond de l'explosif trouvé par la formule suivante :

$$S = \frac{5}{6} \left( \frac{E_t}{E_{t0}} \right) + \frac{1}{6} \left( \frac{V_g}{V_{g0}} \right)$$

Où :

- $E_t$  : énergie totale dégagée par l'explosif .
  - $V_g$  : volume de gaz dégagé par l'explosif.
- $E_{t0}$  et  $V_{g0}$  sont les valeurs correspondant à celle de la dynamite française (ISO 9001) (Dynamite de référence).

Pour un calcul à partir de la formule de Langefors, il convient de prendre comme référence d'explosif le nitrate-fuel (contenant du nitrate d'ammonium). Nous utiliserons le strength de la dynamite, explosif en pied.

Tableau IV-9 : L'énergie et volume de gaz dégagées par l'explosif « nitrate –fuel »

Désignation	$E_t$ (kj/kg)	$E_{t0}$ (kj/kg)	$V_g$ (l/kg)	$V_{g0}$ (l/kg)
Nitrate d'ammonium	3800	4900	868	865

Donc :

$$S=0,81$$

▪ **Résistance au tirage**

Les valeurs de la résistance au tirage sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau IV-10 : Résistance au tirage de quelques roches

roche	C kg/m <sup>3</sup>
Basalte	0,33
Calcaire crayeux	0,25
<b>Calcaire moyen a dur</b>	<b>0,35÷0,40</b>
Diorite	0,45
Granite dur	0,45
quartzite pate fine	0,53
Grès fins	0,40

Pour les calcaires moyen dur (notre cas), on prend la valeur de **C=0,37 kg/m<sup>3</sup>**.

▪ **Facteur de contrainte**

La variation du facteur de contrainte en fonction de l'angle d'inclinaison des trous illustré dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV-11 : Variation du facteur de contrainte

Inclinaison du trous $\beta^\circ$	90	<b>80</b>	70	30
Facteur de contrainte f	1	<b>0,95</b>	0,90	0,85

Pour notre cas  $\beta=80^\circ$ , on prend la valeur de **f=0,95**

▪ **Rapport de la maille (a/B)**

Ce rapport influe sur la granulométrie des produits :

- Pour l'obtention de granulats on recommande  $1 < a/B < 1,3$
- Pour la production d'engrais on conseille  $0,8 < a/B < 1$

Dans notre cas on prend le rapport de la maille  $a/B$  égal 1,3.

Donc :

$$B_{max} = 0,03 \times 89 \times \sqrt{\frac{0,81 \times 1,05}{0,37 \times 0,95 \times 1,3}}$$

$$B_{max} = 3,65 \text{ m}$$

- **Banquette pratique "B"** : Cette représente la distance entre l'arrêt supérieur du gradin et la première rangée de trous, elle est donnée par:

$$B = B_{max} - 0,05 \times H_g \text{ (m)}$$

Donc :

$$B = 0,3 \text{ m}$$

- **Longueur de sous forage "L<sub>s</sub>"**

Il sert à augmenter l'action du tir dans la partie inférieure du gradin et assure une bonne destruction des roches au niveau du pied du gradin, il est calculé par la formule suivante :

$$L_s = \frac{1}{3} \times B_{max} \text{ (m)}$$

Donc :

$$L_s = 1,2 \text{ m}$$

- **Longueur du trou "L<sub>tr</sub>"**: elle détermine la distribution de l'énergie dans le volume à abattre.

Il est donné par la formule suivante :

$$L_{tr} = \frac{Hg}{\sin \beta} + L_s \text{ (m)}$$

Donc :

$$L_{tr} = 13,4 \text{ m}$$

- **Espacements entre les trous "a"** est représenté par la formule suivante :

$$a = 1,1 \times B \text{ (m)}$$

Donc :

$$a = 3,4 \text{ m}$$

- **Espacement entre les rangées "b"**

La distance entre les rangées est donnée par la formule suivante :

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

Donc :

$$b = 0,3 \text{ m}$$

#### IV.7.2.5 L'explosifs

On appelle substances explosives tout agent chimique ou mélange de composants chimiques susceptibles, par réaction chimique et sous l'influence d'un amorçage convenable, de dégager des gaz à une température très élevée, à une haute pression et à une vitesse telle qu'il peut en résulter des dommages sur le milieu environnant. [19]

L'explosif sera choisi en fonction de : [20]

- Les caractéristiques du massif rocheux : nature de la roche (dureté, présences des fissuration), présence éventuelle d'eau dans les trous, fragmentation de la roche.
- Des objectifs technico économiques :
  - La charge de pied : est chargée par d'explosif brisant.
  - La charge de colonne pourra être continue avec un explosif moins brisant, parfois en vrac de préférence si l'absence d'eau le permet.

Au niveau de la carrière de djebel el Majene le type d'abattage employé pour la fragmentation des roches est l'abattage à l'explosif, avec les types d'explosifs suivants :

- La Marmanite en cartouche pour la charge de pied.
- L'Anfomil : en vrac dans des sacs de 25 kg, pour la charge de colonne.

Tableau IV-12 : Les caractéristiques techniques des types explosifs utilisées

Désignation commercial	Marmanite II	Anfomil
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1,05	0,85
Nature	Pulvérulent	Pulvérulent
Résistance a Léau	Moyenne	Faible
Vitesse de détonation(m/s)	4500	2600±100
Couleur	Grise	blanc
dimension	65×750mm	
Utilisation	Dans les terrains sec et faiblement humide pour les roches tendre a mi-dures	Explosif dans les mines à ciel ouvert en milieu sec pour les roches tendres
Volume de gaz (l/kg)	868	967
Masse (kg)	2,5	25
Puissance C.U.P	1,27	1,15

#### Construction de la charge

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

- La charge de pied.
- La charge de colonne.

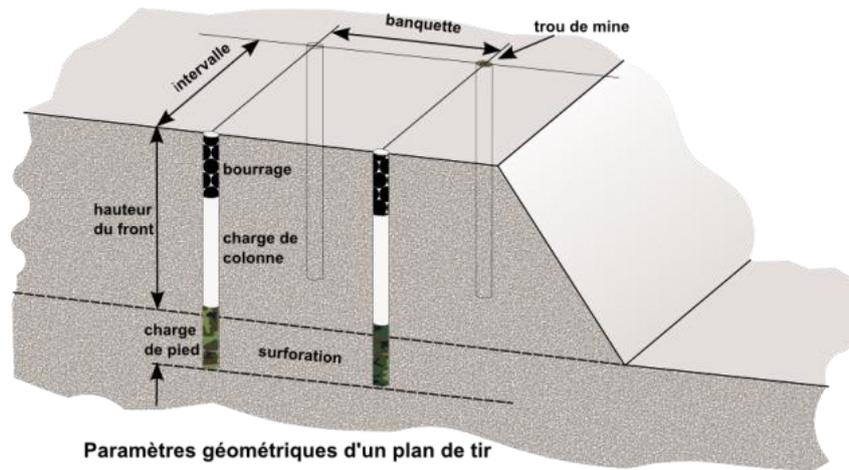


Figure IV-3 : Les paramètres de la géométrie d'un plan de tir

Les principaux paramètres liés à la charge de trou sont représentés dans la tableau suivant :

Tableau IV-13 : Les principaux paramètres liés à la charge de trou:

Paramètres	Symboles	Formule	Valeur	unité
Hauteur de la charge de pied	$L_p$	$L_p = 1,3 B_{max}$	4,74	m
Charge linéaire de pied	$C_p$	$C_p = 0,88 \times \left(\frac{f}{S}\right) \times \left(\frac{a}{B}\right) \times \left[\left(\frac{0,07}{B}\right) + C + 0,004 \times B\right] \times B^2$	5,03	Kg/m
Quantité d'explosive au pied du gradin	$Q_p$	$Q_p = L_p \times C_p$	23,9	kg
Longueur de bourrage	$L_b$	$L_b = B$	03	m
Hauteur de la charge de colonne	$L_c$	$L_c = -(L_p + L_b)$	5,6	m
Charge linéaire de colonne	$C_c$	$C_c = 0,5 \times C_p$	2,51	Kg/m
Quantité d'explosif en colonne	$Q_c$	$Q_c = L_c \times C_c$	14,11	Kg/m
Quantité de charge d'explosifs dans un trou	$Q$	$Q = Q_p + Q_c$	38	kg
Volume de la roche abattue par trou	$V_{tr}$	$V_{tr} = a \times B \times h_g \times \rho$	324,29	tonne(t)
Consommation spécifique	$q$	$q = \frac{Q}{H_g \times a \times B}$	304	g/m <sup>3</sup>
Nombre de trou par tir	$N_{t,p}$	$N_{t,p} = \frac{Pm}{N_t.m \times V_{tr}}$	146	trous
Quantité d'explosif totale dans un tir	$Q_{tot}$	$Q_{tot} = N_{t,p} \times Q$	5550	kg
Longueur totale forés par tir	$L_{tf}$	$L_{tf} = N_{t,p} \times L_{tr}$	1957	m

Où :

- $A_m$  : la production mensuelle (94 697t).
- $N_{t,m}$  : nombre de tir par mois, (02 tir).
- $\rho$  : densité de la roche, (2,6).

### La charge instantanée

C'est la quantité d'explosif qui s'explode en même temps.

Les dommages prévisibles en cas d'explosion accidentelle aux personnes et aux biens sur la base de la réglementation en vigueur et de la classification internationale sont dus à trois types d'influence

- La projection des roches.
- L'effet arien.
- L'onde de choc.

La charge instantanée est déterminée selon les différentes influences comme suit :

❖ Pour la protection contre la projection des roches

La station de concassage c'est l'installation technologique la plus proche par rapport au front d'extraction par une distance de 380 m, la charge instantanée est déterminée par l'expression suivante :

$$Q_i = \left( \frac{R_i}{K_i} \right)^3 \quad (kg)$$

Pour  $i=5$

$$K_i = 44$$

Donc :

$$Q_i = 644,15 \text{ kg}$$

❖ Pour la protection des constructions à effets de l'onde de choc

Le rayon d'une onde de choc est déterminé d'après la formule de Chapot suivante :

$$V = k \times \left( \frac{D}{\sqrt{Q}} \right)^{-1.8}$$

Où :

- $V_o$  : la vitesse d'oscillation (mm/s), pour les habitations, ( $V_o \leq 10$  mm/s).
- $K$  : l'aptitude de distribution d'onde de choc de la roche, ( $K_{moy} = 2000$ ).
- $Q$  : la charge instantanée d'explosif (Kg).
- $D$  : Distance pour la protection des constructions (la direction de la carrière privé alfa roche), ( $D = 890$  m).

Donc :

$$Q = D^2 \times \left( \frac{V_o}{K} \right)^{2/1.8} \implies Q = 2198,26 \text{ kg}$$

Les deux charges déterminées dans les deux cas précédents ci-dessus, il convient de prendre la valeur la plus faible qui est 644 kg.

$$Q_i = 644 \text{ kg}$$

Le nombre des trous qui s'explodent en même temps (le même retard) sont déterminés par l'expression suivante :

$$N_{tr} = \frac{Q_i}{Q} = \frac{644}{38} \approx 16 \text{ trous}$$

Alors, la charge instantanée réelle sera :

$$Q_{ir} = N_{tr} \times Q = 608 \text{ kg}$$

En Algérie, les détonateurs sont divisés en 13 séries dont l'instantané (DEI) et 12 Micro Retard (DMR), ce que nous permet de calculer :

- ❖ Le nombre des trous maximales dans la volée

$$N_{tr.max} = \frac{Q_{i.r}}{Q} \times 13 = 208 \text{ trous}$$

- ❖ La quantité d'explosif maximale dans la volée

$$Q_{max.v} = Q_{i.r} \times 13 = 7904 \text{ kg}$$

- ❖ Nombre de volées le jour de tir

C'est le rapport entre la quantité d'explosif par tir et la quantité d'explosif d'une volée

$$N_v = \frac{Q_{tot}}{Q_{max.v}} = 0,7 \approx 01 \text{ volée}$$

#### **IV.7.2.6 Remarque**

Nous avons remarqué que les paramètres théoriques calculés lors de la conception du plan de tir sont différents de ceux qu'ont utilisés sur le terrain, on voit que :

- La maille et la consommation calculée sont : 3,4m, et 304g/m<sup>3</sup> respectivement.
- Mais sur le terrain, la maille est 2,8 ;3m, et la consommation spécifique est 340 g/m<sup>3</sup>.

On remarque qu'il y a une différence de 20 à 50 cm de chaque côté de la maille, et une différence de 36 g/m<sup>3</sup> pour la consommation spécifique, ce qui nous permet de déduire :

- Il y aura une diminution considérable de nombre des trous.
- Une réduction dans la longueur totale forées.
- Moins quantités d'explosifs utilisées.
- Coût d'abattage optimal.

## **IV.8 CHARGEMENT PAR PELLE HYDRAULIQUE [19]**

Les pelles hydrauliques ont connu ces dernières années un développement considérable. Initialement conçues pour les chantiers de travaux publics ces machines se sont imposées en carrière et découverte grâce à leur souplesse d'emploi due à la transmission hydraulique.

Les possibilités de travailler en butte ou en rétro à diverses hauteurs offre au mineur un choix de solutions techniques qui en font un outil polyvalent. Par ailleurs sa force de pénétration élevée ainsi que le mouvement de cavage du godet conduit assez fréquemment la suppression de l'abattage à l'explosif et par voie de conséquence une diminution significative du coût d'extraction. Enfin, la précision et la souplesse de manœuvre du godet, sa course plane au sol, sa possibilité d'attaquer à la hauteur voulue pour disloquer les matériaux ou purger un front d'abattage sont autant d'éléments qui contribuent à son développement. Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques sont :

- Une bonne aptitude au cavage et à la pénétration au tas.
- La possibilité de travailler en butte ou en rétro.
- Une assez bonne mobilité et possibilités de franchissement importantes.
- Une faible pression au sol.
- Des commandes hydrauliques qui facilitent les déplacements, la rotation de la tourelle, les mouvements et la flèche et du godet.
- Un bon remplissage du godet
- La possibilité de trier les matériaux.
- Une durée de vie importante.

Le chargement est l'un des principaux procédés technologiques au niveau de la carrière de Ouled Rahmoune, l'objectif consiste à charger le TVC dans l'engins de transport pour être évacuer de la plateforme de travail vers les ateliers de préparation mécanique (station de concassage), Dans la carrière l'opération de chargement du TVC est assurée par 02 pelles hydrauliques de type :

- HYDROMEK.
- HYUNDAI 330, LC-95.

### **IV.8.1 Choix d'un type de pelle**

Le choix du type de pelle le plus approprié à un travail se fait en considérant les éléments suivants :

- La nature des matériaux.
- La granulométrie des produits.
- La hauteur du front d'attaque ou profondeur de creusement.
- La production envisagée.
- La capacité du godet.

#### IV.8.2 Rendement de la pelle d'excavation

On a chronométré le temps de cycle que fait la pelle pour charger un camion, puis on pèse le camion pour savoir le tonnage de la quantité transportée, où le tonnage moyen d'un camion égale 22 tonne, les résultats sont montrés au tableau ci-dessous :

##### La pelle HYUNDAI 330, LC-95

Tableau IV-14 : Temps de Cycle de chargement de la pelle HYUNDAI 330, LC-95

N de camion	01	02	03	04	05	06	07	La valeur moyenne
Temps de chargement du camion(min :s)	06 :46	6 :50	5 :00	05 :17	06 :13	05 :40	05 :32	05 :22
Temps de manœuvre (s)	26	33	32	30	27	60	39	35
Temps de cycle(min :s)	07 :12	07 :23	05 :32	05 :47	06 :40	06 :40	06 :11	06 :29
Nombre de godet	13	13	11	12	13	14	09	12
Temps de cycle d'un godet (s)	33	34	30	28	30	28	41	<b>32</b>
Capacité moyenne d'un camion (t)	22	22	22	22	22	22	22	22
Tonnage d'un gode (t)	01,69	01,69	02,00	01,83	01,69	01,57	02,44	<b>01,83</b>

Le rendement  $R_{hya}$  de la pelle HYANDAI se calcule par la formule suivante :

$$R_{hya} = \frac{3600 \times T \times E \times K_u}{T_c} \quad (t/poste)$$

Où :

- $T_p$  : durée d'un poste de travail, (7 h).
- $E$  : la capacité du godet, (1,83 t).
- $K_u$  : le coefficient d'utilisation pratique de la pelle, ( $K_u=0,9$ ).
- $T_c$  : la durée de travail d'un cycle de la pelle lors de la réalisation des travaux de chargement, (32 s).

Donc :

$$R_{hya} = 1153 \text{ t/poste}$$

## La pelle HYDROMEK



Figure IV-4 : La pelle HYDROMEK

Tableau IV-15 : Temps de Cycle de chargement de la pelle HYDROMEK

Nde camion	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	La valeur moyenne
Temps de chargement du camion (min :s)	04 :46	05 :12	05 :00	04 :20	03 :58	04 :19	04 :40	03 :45	04 :35	03 :38	04 :25
Temps de manœuvre(s)	58	55	87	47	43	60	78	45	35	80	67
Temps de cycle (min.s)	05 :44	06 :07	06 :27	05 :07	04 :41	05 :19	05 :58	04 :30	05 :10	04 :58	05 :24
Nombre de godet	08	08	09	07	09	09	09	08	08	08	8
Temps de cycle d'un godet (s)	43	47	43	44	31	35	40	34	39	37	<b>39</b>
Capacité moyenne d'un camion (t)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Tonnage d'un godet	02,75	02,75	02,44	03,14	02,44	02,44	02,44	02,75	02,75	02,75	<b>02,66</b>

Le rendement  $R_{hyd}$  de la pelle HYDROMEK se calcule par la formule suivante :

$$R_{hyd} = \frac{3600 \times T_p \times E \times K_u}{T_c} \quad (t/poste)$$

Où : (E =2,66t ;  $T_c$  =39s ;  $T_p$ =07h ;  $K_u$ =0,85)

Donc :

$$R_{hyd} = 1460 \text{ t/ poste}$$

### IV.8.3 Nombre de pelle nécessaire pour le chargement

Le rendement des pelles excavatrices HYUNDAI 330, LC-95, et HYDROMEK est de :

$$R = 2613 \text{ t/ poste}$$

Nous voyons que le rendement des pelles est supérieur à la production du tout-venant ciblées par poste de la carrière ( $A_p = 2357,6 \text{ t}$ ), donc ces deux pelles sont suffisantes pour assurer l'opération de chargement de la matière première souhaitée par la carrière.

## IV.9 TRANSPORT [20]

Le transport est l'un des processus les plus importants dans l'exploitation des carrières ou mine à ciel ouvert. Le coût du transport atteint 10% à 20% du coût de revient total d'exploitation. Le but principal du transport consiste à déplacer la masse minière bien fragmentée des chantiers (front de taille) jusqu'aux points de déchargement (concasseur, les trémies de réception, les stocks ou les terrils).

Le choix des moyens de transport dépend des facteurs principaux suivants :

- La production de la carrière.
- La nature des roches à transporter.
- La distance de transport.
- Le type d'engins de chargement.
- Mode d'ouverture.
- Méthode d'exploitation.

Après une étude des paramètres de ces différents facteurs cités ci-dessus nous pouvons choisir le type de transport convenable car il existe une multitude de mode de transport à savoir :

- Transport par voie ferrée.
- Transport par camion.
- Transport par convoyeur.

De nos jours, on applique largement le transport par camion qui est caractérisé par les avantages suivants :

- La simplicité de construction des engins.
- La possibilité de surmonter la pente élevée allant jusqu'à 12%.
- La simplicité d'organisation de travail.

Le transport dans la carrière de Ouled Rahmoune s'effectue par 06 camions (SHAKMAN) dont la distance de transport est de 1562 m du front de travail jusqu'au concasseur primaire.

### IV.9.1 Calcul de rendement pratique par camion

Le rendement horaire du camion est déterminé par la formule suivante :

$$R_{ca} = \frac{3600 \times V_c \times K_u \times T_p}{T_c} \quad (t/h)$$

Où :

- $V_c$  : capacité moyenne de la charge du camion, (22 t).
- $K_u$  : coefficient d'utilisation pratique du camion, (0,95).
- $T_p$  : la durée d'un poste en travail, (07 heures).
- $T_c$  : temps de cycle moyen du transport.

Le temps de cycle d'un camion est composé des facteurs suivants :

$$T = T_c + T_{d'aller} + T_{monv1} + T_{att1} + T_{dev} + T_{retour} + T_{att2} + T_{monv2}$$

Où :

- $T_c$  : temps requis par la pelle pour charger un camion.
- $T_{d'aller}$  : temps de marche en charge vers le concasseur.
- $T_{monv1}$  : temps de manœuvre pour déplacer vers le concasseur primaire.
- $T_{att1}$  : temps d'attente au niveau du front de taille.
- $T_{dev}$  : temps de déchargement.
- $T_{retour}$  : temps de retour à vide vers le lieu de chargement.
- $T_{att2}$  : temps d'attente au niveau de la station de concassage.
- $T_{monv2}$  : temps de manœuvre pour se placer sous le godet de la pelle.

Tableau IV-16 : Le temps de cycle du camion SHACMAN

Le temps (min : s) N° camion	$T_{cha}$	$T_{d'aller}$	$T_{monv1}$	$T_{att1}$	$T_{dév}$	$T_{retour}$	$T_{att2}$	$T_{monv2}$	Total
01	04 :21	13 :08	00:27	0	00 :39	08 :40	02 :45	01 :42	31 :34
02	05 :38	15 :31	00 :33	00 :20	00 :36	10 :30	08 :36	01 :14	42 :58
03	04 :47	16 :00	00 :47	0 :41	00 :26	08 :55	03 :20	01 :00	35 :56
04	05 :32	09 :59	00 :22	0	00 :29	09 :36	0	00 :39	26 :37
05	04 :48	10 :36	00 :26	02 :36	00 :30	05 :34	03 :40	00 :40	28 :50
Moyenne	05 :01	13 :02	00 :31	00 :43	00 :32	08 :39	03 :40	01 :03	<b>33 :00</b>

Le temps de cycle du camion SHAKMAN est :  $T_c = 33 \text{ min} \rightarrow T_c = 1980s$

On aura alors un rendement de :  $R_{ca} = 266t/poste$

Tableau IV-17 : rendement d'un camion SHACMAN

Rendement (t)	horaire	Par poste	journalière	mensuelle
	38	266	532	10640

### Nombre des camions nécessaires

Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production du projet est déterminé par l'expression suivante :

$$N_{ca} = \frac{P_j}{R_c \times N_p}$$

Où :

- $P_j$  : production journalière, (4162,15t).
- $R_c$  : rendement du camion par poste, (266t).
- $N_p$  : nombre de poste par jour, (2 postes).

Donc :

$$N_c \approx 09 \text{ camions}$$

En effet dans la carrière Oueld Rahmoun, il y'a 06 camions de transport, ça signifie que nous sommes dans la nécessité d'acquérir trois camions en plus, pour atteindre la production ciblée.

#### **IV.10 TRAITEMENT**

En vue de réaliser les objectifs de l'entreprise et qui visent à attendre une production évaluée à 1 million tonnes par ans, celle-ci a dotée deux stations de concassage des débits horaires différents l'un à l'autre, les deux stations sont :

- Une station de concassage fixe de marque, de capacité 180 t/h, où les calcaires subissent le traitement suivant :

- ❖ Concassage primaire

Le tout-venant avec une grosseur de 800mm maximale est déversé à l'aide des camions dans une trémie réceptrice de capacité 100t, les passants traversent ensuite.

Un crible scalpeur qui sépare les matériaux stériles (fraction de 0-40mm) des matériaux propres qui rejoint le circuit des concassés, la fraction supérieure à 40 mm passe par un concasseur à mâchoire ou elle subit une réduction à 200 mm, puis elle déverse dans une trémie TOPO de capacité 80 t à l'aide du convoyeur.

- ❖ Concassage secondaire

Le produit d'une trémie avec une grosseur de 200mm est réduit en 0/40mm environ lors de leur passage à travers un concasseur à percussions I de débit horaire élevée au concasseur à mâchoire.

- ❖ Groupe tertiaire

Le produit issu du percuteur I subit des opérations de criblage sur deux cribles travaillant à trois étages en série, où les fractions suivantes sont mises en l'air de stock :

##### Fractions du premier crible

- Fraction supérieure à 40 mm avec la possibilité de la remettre dans le cycle pour le concassage dans le percuteur II.
- Les fractions produites dans ce niveau sont dirigées vers le stock de produit finis et se résument comme suit :
  - a. Fraction 25 /40.
  - b. Fraction 15 /25.

##### Fractions du deuxième crible

- Fraction supérieure à 15mm avec la possibilité de la remettre dans le cycle de criblage dans le premier crible.
- Les matériaux classés dans le deuxième crible sont :
  - a. Fraction 0/2 (pourcentage des fines est 4%).
  - b. Fraction 2/4.
  - c. Fraction 4/8.
  - d. Fraction 8/15.
- Une station de concassage mobile de marque, d'une capacité moyenne de 150t/h. Le produit fini obtenue est de 0/40 mm.

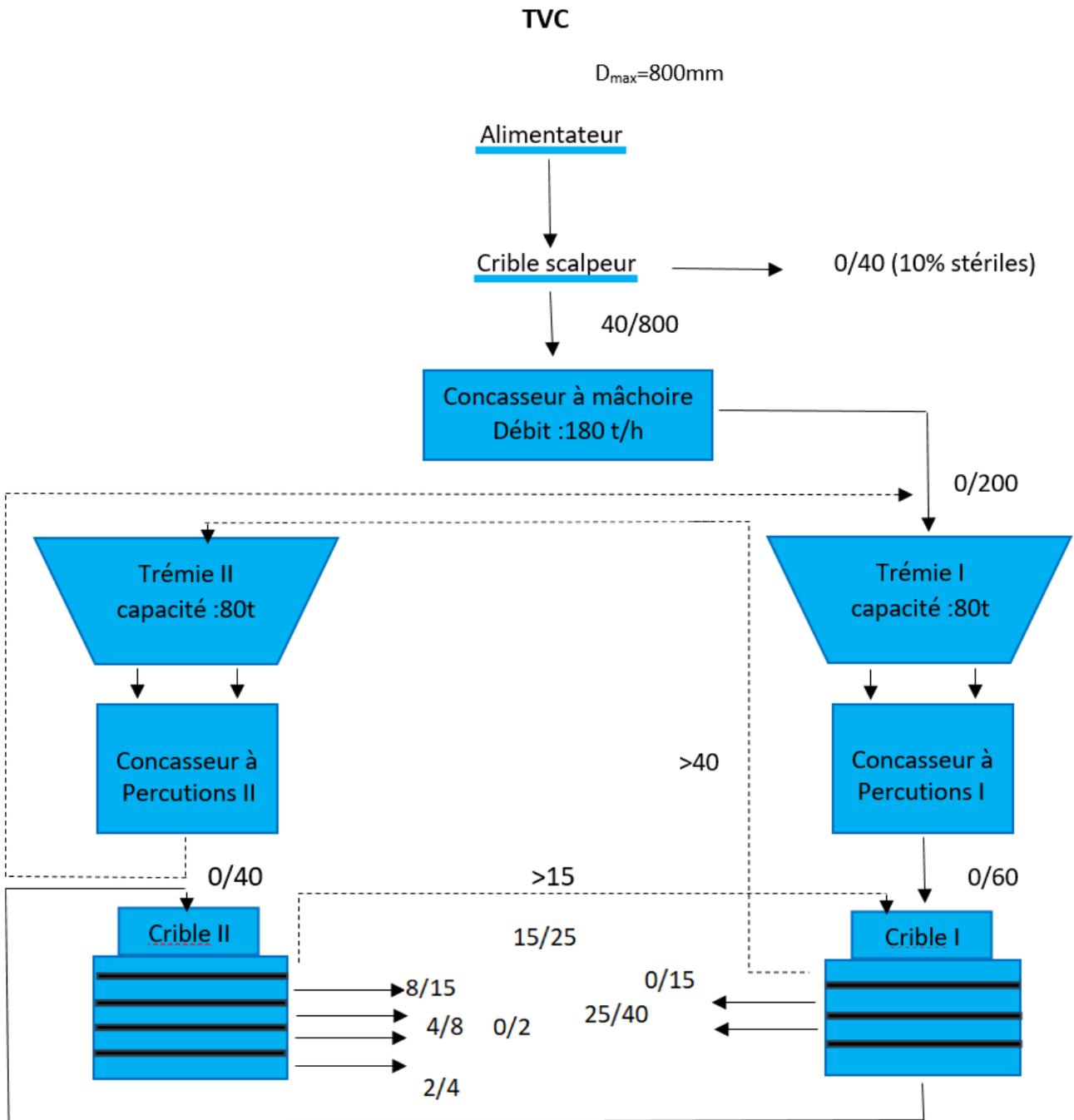


Figure IV-5 : le processus de traitement technologique de la station fixe

#### **IV.11 CHARGEMENT PAR CHARGEUSE PNEUMATIQUE**

Les travaux de chargement au niveau de la station de concassage se feront en premier poste.

Le chargement des produits fini s'effectue à l'aide de deux chargeuses sur pneus, telle que la capacité de chaque une est 4m<sup>3</sup>, on distingue :

- Chargeuse CASE 821F.
- Chargeuse PHOTON.

Ce qui présente les avantages suivants :

- Une modularité intéressante.
- Une meilleure force de pénétration au tas.
- Une bonne manœuvrabilité et la possibilité de gravir des pentes importantes.
- Grande vitesse de déplacement.



*Figure IV-6 : chargeur PHOTON*

##### **IV.11.1 Rendement de la chargeuse**

Pour calculer les rendements réels des chargeurs nous avons calculé les caractéristiques de la lame et leur capacité moyenne dans le chargement des camions, les résultats sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-18 : Temps de cycle du godet d'un chargeur

N° Ca	T (t)	Temps de manœuvre (s)	Temps de chargement (s)	Temps de manœuvre (s)	Temps de déversement (s)	Temps de cycle (s)	Temps de cycle total	Ng	Tonnage de la lame (t)
01	31	6	15	11	20	52	04 min 25 s	05	06,2
		7	13	08	18	46			
		8	13	10	18	49			
		6	13	10	15	44			
		13	14	12	25	64			
Valeur moyenne	/	8	14	10	19	51	/		
02	29,16	11	19	35	21	86	05 min 48 s	06	04,86
		9	17	8	14	48			
		7	16	12	15	50			
		9	13	11	21	54			
		4	26	12	13	55			
Valeur moyenne	/	9	17	14	18	58	/	/	/
03	31,68	9	13	29	22	59	06 min 38 s	06	05,28
		8	19	10	22	59			
		8	21	16	27	59			
		11	17	13	26	67			
		8	19	13	28	68			
Valeur moyenne	/	10	21	15	24	70	/	/	/
Valeur moy totale	30,61	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>60</b>	05 min 37 s	06	<b>05,44</b>

Le rendement de la chargeuse est déterminé par l'expression suivante :

$$R_{ch} = \frac{3600 \times E \times T \times K_u}{T_c} \quad (t/h)$$

Où :

- E : capacité moyenne de la lame, (05,44t).
- T<sub>c</sub> : durée moyenne d'un cycle de chargement, (60s).
- T : la durée de travail par poste, (07 h).
- K<sub>u</sub> : coefficient d'utilisation de la chargeuse durant un poste de travail (k<sub>u</sub>=0,8).

$$K_u = t_r - t_m / t_p$$

- t<sub>r</sub> : temps de travail réel, ( 06 h).
- t<sub>m</sub> : temps de maintenance, (20 min).
- t<sub>p</sub> : la dure d'un poste de travail, ( 07 h).

Donc :  $K_u = 0,8$

Alors :

$$R_{ch} = 1827,84 \text{ t/poste}$$

#### IV.11.2 Nombre de chargeuses

Le nombre de la chargeuse est déterminé par l'expression suivante :

$$N_{ch} : \frac{A}{R_{ch} \times N_{j.a} \times N_{p.j}}$$

Où :

- $P_{an}$ : production annuelle en produit fini ou semi fini, (1000 000 t).
- $N_{j.a}$  : nombre de jours ouvrable par ans, (273 jours).
- $N_{p.j}$  : nombre de postes par jour, (01 poste).

Donc :

$$N_{ch} \approx \mathbf{03 \text{ chargeuse}}$$

Pour assurer les travaux de chargement souhaités au niveau de la carrière, on doit ajouter une autre chargeuse avec une capacité de 04 m<sup>3</sup>.

#### CONCLUSION

A terme de ce chapitre, nous avons dans un premier temps, dimensionnée l'arc d'engins et calculer les besoins en matière pour chacune des étapes d'exploitation.

Les calculs abordés dans ce chapitre nous permettent de compléter les feuilles d'abattage, de chargement et de transport.

Ces informations nous permettront de traiter dans le chapitre suivant, les couts de productions des différentes opérations.

# Chapitre V

## Calcul du cout de revient

## V. CALCUL DU COUT DE REVIENT

---

### V.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons expliciter les calculs sur lesquels nous nous sommes basées pour déterminer les coûts opératoires, les charges directes et indirectes prévues dans la carrière. Il existe de nombreuses méthodes différentes pour calculer le coût de revient tel que, les couts directs, les couts préétablis, les couts variables, les couts marginaux, les couts ciblés et la méthode ABC.

Nous allons aborder également le calcul de coût de revient par la méthode des coûts complets.

### V.2 LA COMPTABILITE GENERALE ET LA COMPTABILITE ANALYTIQUE [21]

La comptabilité générale est un système organisationnel que les entreprises sont obligées de respecter, qui consiste à enregistrer chaque flux financier entrant et sortant et à les classer par nature et/ou par date selon des normes fixées légalement par le Code de commerce.

La tenue d'une comptabilité pour l'entreprise permet de savoir si celle-ci dispose de suffisamment de liquidités pour mener ses actions à l'instant T, de suivre sa trésorerie au jour le jour, mais aussi de l'anticiper.

La comptabilité analytique complète la comptabilité générale on lui fournissant les bases de l'évaluation des éléments de l'actif de l'entreprise, et les bases nécessaires à l'établissement des provisions des charges et produits et d'on assurer le contrôle de la rentabilité.

La comptabilité analytique est un mode de traitement des données, elle doit fournir les éléments qui permettent d'éclairer les prises de décisions à travers l'analyse des coûts qui jouent un rôle important dans les prises de décisions. Généralement, elle vise à faire l'analyse des charges et des produits et à calculer les coûts et à évaluer les stocks.

### V.3 NOTIONS DES COUTS DEFINITION

Selon le plan comptable, le coût est une accumulation de charge correspondants soit à une fonction ou une partie de l'entreprise, soit à un objet, une prestation de service à un stade autre que le stade final (la vente).

Les caractéristiques du coût : Ils caractérisent par deux particularités indépendantes les unes des autres:

- Son champ d'application.
- Le moment de son calcul.

#### V.3.1 Champ d'application de coût

Les charges peuvent être regroupées selon différents critères :

- Coût par fonctions économique : coût d'approvisionnement, cout de production, coût de distribution, coût d'administration.
- Coût par moyen d'exploitation : magasins, usine, atelier.
  - Coût par production (objet d'activité) : produit ou famille de produit, client, fournisseurs.
  - Coût par responsabilité : coût de service après-vente, coût de l'entretien.
  - Un crédit de distribution : coût par famille de clients, coûts par secteurs géographiques.

### V.3.2 Le moment de son calcul

On distingue deux moments de calcul des coûts d'une entreprise :

- ❖ D'une part, il y a les coûts constatés c'est-à-dire les coûts calculés à partir des données réelles observées de l'entreprise.
- ❖ D'autre part, il y a les coûts préétablis calculés à partir des éléments estimés du futur proche, ces estimations sont basées sur des données constatées prévisionnelles.

Dans cette partie, nous allons déterminer le coût de revient de l'activité de l'entreprise selon la méthode des coûts complets afin d'analyser et d'optimiser ces coûts pour une rentabilité favorable.

Le calcul du coût unitaire est basé sur les différentes stades de la chaîne de production.

## V.4 LA METHODE DES COÛTS COMPLETS [21]

L'objectif technique de coûts complets est d'évaluer le montant des charges cumulées à chaque niveau du cycle d'activité ou du processus de production de biens et de services et de leur distribution.

La méthode des coûts complets peut être applicable aisément, mais sous contrainte de plusieurs facteurs, tels que la disponibilité de l'information, la coordination et la collaboration entre les différents services et spécialement le suivi périodique de toutes les opérations comptables, financières, commerciales et organisationnelles.

Cette méthode repose sur la distinction entre les charges directes et indirectes, contrairement à la méthode des coûts variables où on ne prend en compte que la partie variable des charges, le calcul du coût complet requiert l'utilisation de toutes les charges de l'entreprise que se soient fixes ou variables, directes ou indirectes.

Ci-dessous l'ensemble des étapes à suivre afin d'arriver à calculer le coût de revient complet.

- Etablir l'organigramme du processus de fabrication afin de déterminer les centres d'analyse de l'entreprise.
- Etablir le tableau de répartition des charges indirectes.

### V.4.1 Coût de revient

Le coût de revient (ou coût unitaire) correspond à la somme de toutes les charges (fixes, variables, directes et indirectes) supportées par l'entreprise pour produire un bien ou offrir un service, rapportée à la quantité de biens produits ou de services rendus.

$$\text{Coût de revient} = \frac{\text{Somme des charges directes et indirectes}}{\text{Quantités produites}}$$

### V.4.2 L'utilité du coût de revient

- Le coût de revient a une grande importance au sein de chaque entreprise car il est un outil indispensable pour prendre les décisions, il sert à :
  - Maîtriser la gestion de l'entreprise
  - Déterminer le prix de vente des produits, (ne pas fixer un prix trop bas de biens ou services pour ne pas vendre à perte)
  - Connaître la rentabilité des produits
  - Déterminer de la marge bénéficiaire, (marge bénéficiaire = prix de vente - le coût de revient).
  - Réduire les coûts et améliorer la compétitivité de l'entreprise.

La détermination de coût de revient permet de classer et comparer le coût de revient de chaque produit de l'entreprise avec les produits concurrents.

## V.5 L'ORGANIGRAMME DE PRODUCTION

Il est à noter que tout le long du cycle de production, l'évaluation des dépenses de chaque niveau dépende du régime et fonctionnement de la carrière.

L'organigramme de production englobe toutes les phases successives du processus de production du produit fini comme montre la figure suivante :

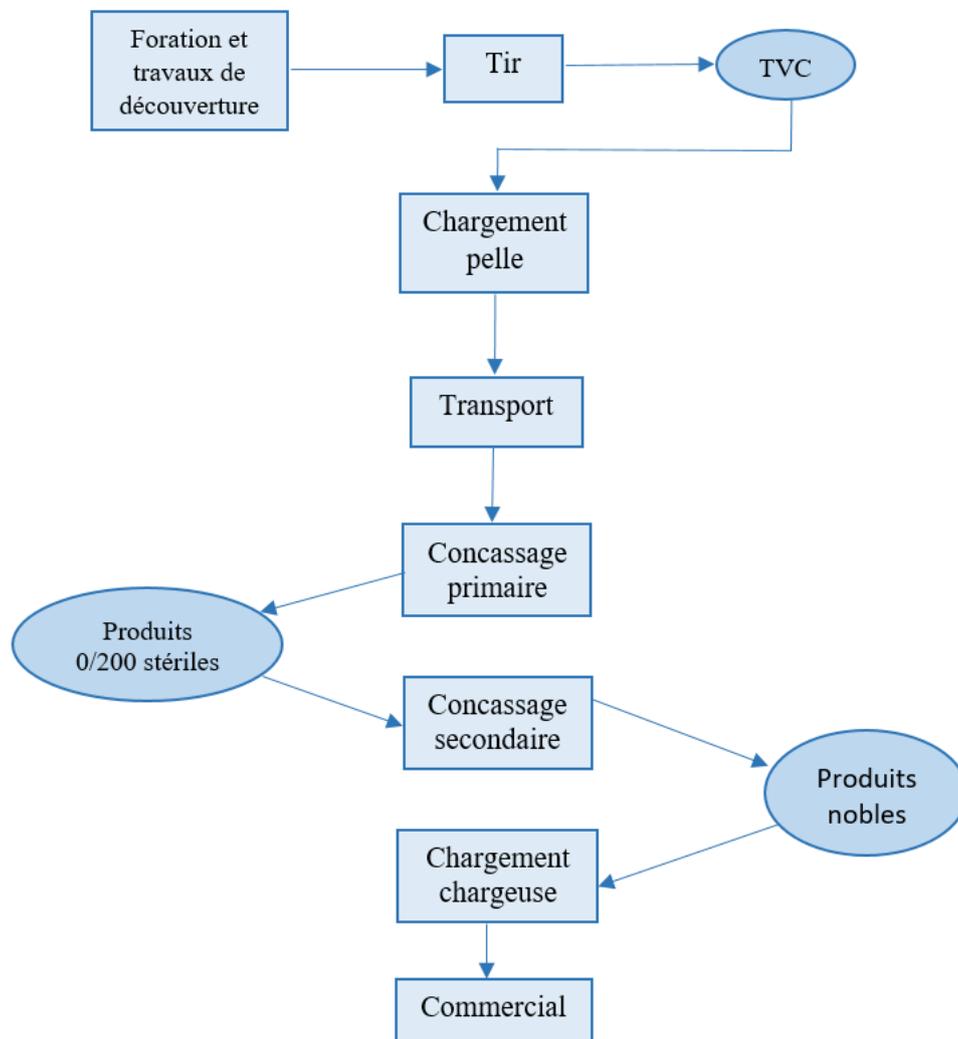


Figure V-1 : L'organigramme de production

## V.6 LES DIFFERENTES TYPES DE CHARGES

L'identification des coûts est une synthèse de l'ensemble des coûts générés par le fonctionnement de l'unité, l'idée est de regrouper les dépenses réalisées par natures, par fonction ou par affectation afin de pouvoir proposer une présentation simple et concrète de la manière dont les charges ont été dépensés sur une période donnée.

On peut répartir les charges selon deux méthodes :

- La répartition des charges selon leurs affectations, (directes et indirectes).
- La répartition selon leurs variabilités, (fixes et variables).

Nous avons reparti ces charges en deux catégories :

### **V.6.1 Les charges directes**

Les charges directes sont celles qui affectent directement au processus de fabrication du produit ou de la prestation du service grâce à un moyen de mesure effectivement disponible (compteur, chronomètre, pointage), ces charges sont réparties en deux types :

- **Les charges variables directes**

Ces dépenses sont liées aux variations des quantités produites, on distingue :

- Consommable sortie en magasin (gasoils, huiles pièces de rechanges, graisses, pneumatiques ...)
- L'énergie électrique.
- Les frais de tir (l'explosifs et ses accessoires, transport d'explosifs)

- **Les charges fixes directes**

Ces charges ne changent pas que le que soit le taux de production, ils concernent les frais de personnels.

La main d'œuvre direct doit être affecte au niveau d'une activité de production lorsque le travail correspondant concerne directement ce niveau, le cout de la main d'œuvre directe comprend :

- Les salarias bruts, y compris les primes diverses éventuelles.
- Les charges sociales obligatoire et facultatives supportées par l'entreprise en plus des salarias.

### **V.6.2 Les charges indirectes**

Ce sont des charges affectées à un coût après répartition. On ne peut pas les affecter directement à un coût, elles nécessitent un traitement intermédiaire avant d'être imputées à un coût d'un produit.

- **Les charges variables indirectes**

Ce type des charges varient en fonction du stade de production et influent d'une façon indirecte sur la production.

- Impôts et taxes :

- Taxe sur l'activité professionnelle.
  - Redevance d'extraction.
  - Taxe sur l'environnement.
  - Taxe superficiare.
  - ❖ Frais d'eau, internet téléphone de local de l'entreprise

- **Les charges fixes indirectes**

Ces charges concernent les frais de personnels administratif, les frais de location des petites machines et la base de vie.

A cause d'insuffisance détails des données au niveau de l'unité, par exemple les frais liés au concasseur primaire et secondaire, nous ne pourrions pas calculer le coût de tous les produits séparément alors nous avons englobé tous les produits et calculé le cout de production de ce niveau.

## **V.7 DECOUPAGE EN CENTRE D'ANALYSE [21]**

D'après l'identification des coûts, on distingue deux types de charges, ce sont les charges directes et indirectes qui servent de la base de la comptabilité analytique.

Pour calculer le coût d'opérateur de chaque niveau de production, il doit affecter toutes les dépenses de l'unité.

Les charges directes sont affectées facilement et directement aux coûts de produit, car elles influencent directement les processus de fabrication.

Par contre, l'affectation des charges indirectes exige un traitement préalable à l'aide de clés de répartition et des unités d'œuvres, elles font l'objet d'un regroupement préalable dans un centre appelé « centres d'analyse »

### **V.7.1 Centre d'analyse**

Selon le plan comptable, un centre d'analyse est une division de la comptabilité de l'entreprise dont la quelle sont analysés des éléments de charges indirectes préalablement à leur imputation aux coûts de produits, l'utilisation de centre d'analyse apporte les avantages suivants :

- Une division réelle de l'entreprise.
- Les charges totalisées dans un centre doivent avoir un comportement homogène.
- Des résultats précis puisque on procède à une répartition selon des critères spécifiques à chaque fonction.
- De meilleure possibilité de contrôle et d'actions correctives puisque les dérives sont censées être mieux ciblées.

### **V.7.2 Principes et types de centres d'analyse**

La nature d'un centre d'analyse c'est un compartiment comptable qui permet de regrouper les charges indirectes avant de les imputer aux coûts. Deux typologies des centres d'analyse sont utilisées

#### ***V.7.2.1 Le mode d'imputation des charges indirectes aux coûts***

Cette opération est réalisée sur la base de deux coefficients.

#### **Clé de répartition**

La clé de répartition : est un procédé de partage, une proportion ou un pourcentage fixe s'appliquant en fonction de la nature de la charge indirecte pour déterminer la part qui revient à un centre déterminé de l'activité. Cette clé a été créée pour simplifier et accélérer la répartition.

La création des clés de répartition repose sur l'hypothèse qu'il existe une proportionnalité entre le coût et les services fournis.

Dans notre travail on a défini les clés de répartition des différents comptes des charges indirectes de l'établissement selon les charges directes de chaque centre principal.

#### **L'unité d'œuvre (UO)**

C'est une grandeur qui permet de mesurer l'activité des sections principales, se sont soit des unités physiques ou monétaires.

Les unités d'œuvres monétaires sont nommées des assiettes de frais exprimées en unité monétaire, la liberté de choix de la nature de ces unités d'œuvres reste large, pour nous on a choisi l'unité d'œuvre « tonne ».

#### ***V.7.2.2 Le mode de traitement préalable des charges indirectes***

Lorsqu'on considère les diverses destinations charges, on est amené à classer les centres d'analyse en deux catégories.

##### **Les centres auxiliaires**

Ils interviennent comme prestataires de services pour d'autres centres et pas directement dans l'élaboration des produits, Ils ont pour rôle de gérer les facteurs de production mis en œuvre.

A cet effet, nous avons déterminés différentes centres :

- Administration, comptabilité et moyens généraux.
- Section de maintenance et entretien.

##### **Les centres principaux**

Ils correspondent à une division de l'entreprise dont l'activité est directement transférée à un objet de coût, ce sont des centres qui reflètent l'activité de l'entreprise et qui correspondent aux grandes fonctions de l'entreprise. Dans notre cas, nous avons choisi les centres suivants:

- Centre de foration et travaux de découverture.
- Centre de tir.
- Centre de transport et chargement par pelle.
- Centre de concassage primaire.
- Centre de concassage secondaire.
- Centre de chargement par chargeuse.
- Centre de vente et commercialisation

#### ***V.7.2.3 La répartition des charges indirectes dans les centres d'analyse***

##### **Répartition primaire :**

La répartition primaire Consiste à répartir les charges indirectes sur l'ensemble des sections analytiques selon les clés de répartition prédéfinies. (Voir le tableau V-3)

##### **Clé de répartition**

Les charges communes tel que les taxes et impôts, frais de télécommunication, selon les remarques des comptables, nous avons préféré les mettre directement dans le centre administration et moyens généraux.

Nous avons reparti les charges de chargeuse CASE 821F, Tour d'éclairage A. COPCO QLT H50, 02 Bus Nissan, Camion-Citerne et Brise roche VOLVO EC 480 DL selon les heures de marche par centre. (Voir l'annexe XI)

### Prestations réciproques

Il arrive que les centres auxiliaires fournissent réciproquement des prestations.

Lors de la répartition des charges, certains centres auxiliaires peuvent fournir des prestations à d'autres centres auxiliaires dont ils reçoivent eux-mêmes des prestations. Selon les remarques des comptables, nous avons choisi les prestations comme suit :

Tableau V-1 : Les prestations entre les centres auxiliaires

Centre	Prestations fournies	Prestations reçues
Administration et moyens généraux	-10%	25%
Maintenance	-25%	10%

### Répartition secondaire

La répartition secondaire consiste à affecter les charges indirectes des centres auxiliaires aux centres principaux, à l'issue de cette répartition, on obtient pour chaque centre un total secondaire qui doit être nul.

#### ❖ Clé de répartition

Nous avons reparti les totaux des centres auxiliaires aux centres principaux selon les pourcentages des charges directes des centres principaux comme montre le tableau suivant :

Tableau V-2 : Clé de répartition des charges directes

Centres	charges	pourcentage
foration et travaux de découverte	3 553 847,64	13%
tir	2 608 318,12	9%
transport et chargement par pelle	9 224 145,00	33%
concassage primaire	5 128 828,29	18%
concassage secondaire	5 972 836,76	21%
Chargement par chargeuse	1 137 017,45	4%
commercial	342 222,81	1%
Total	27 967 216,07	100%

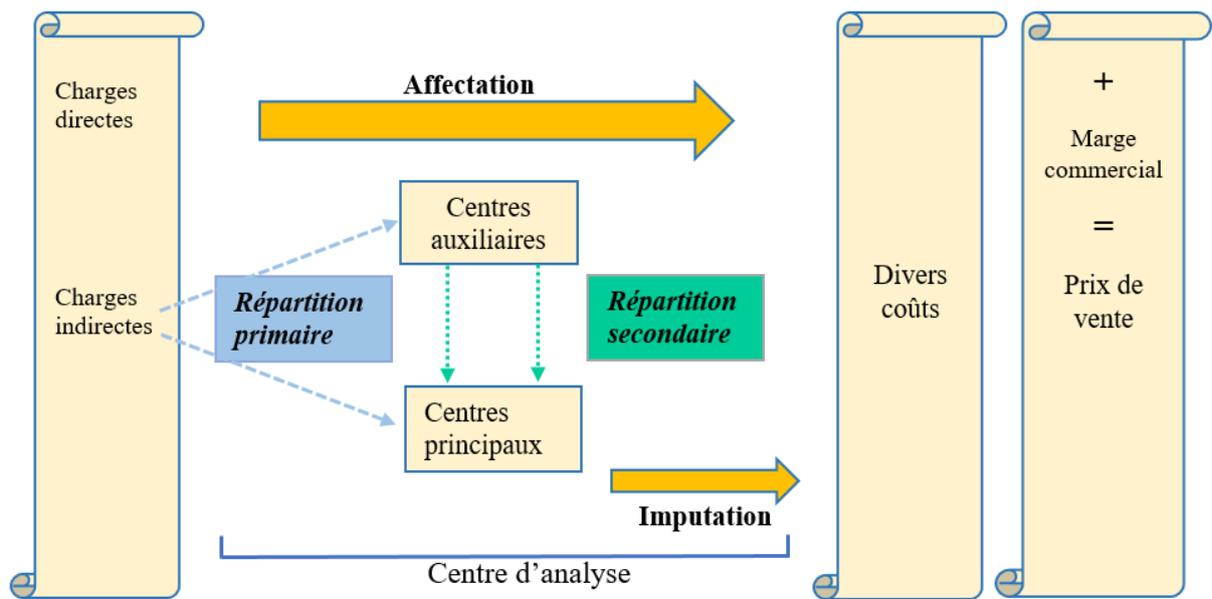


Figure V-2 : Affectation des charges

A l'issu de cette répartition, les résultats du traitement sont présents dans un tableau appelé « Tableau de répartition des charges indirectes »

Tableau V-3: La répartition primaire

	centres auxiliaires		centres principaux						
	ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Carburant	82 708,00	13 340,00	363 515,00			580 957,00	502 918,00		20 010,00
lubrifiant	9 019,35	1 832,98	69 309,40			106 631,74	86 859,50		-
frais de location	658 835,00	59 560,57	2 349 244,84		8996215,00	3 841 220,11	4 700 127,51	690000,00	79 754,80
moyens généraux	90 567,34								
explosifs et ses accessoires				1 871 665,12					
frais de télécommunications	12 590,00								
taxes et impôts	3 790 974,00								
matières et fournitures d'atelier		389 486,66							
charges communes	127 239,81	50 701,30	538 214,38	564 894,38	227 930,00	109 592,30	192 504,61	408 228,44	107 180,00
frais de personnel	1 406 705,69	747 882,37	233 564,03	171 758,63		490 427,14	490 427,14	38 789,01	135 278,01
<b>Total</b>	<b>6 178 639,19</b>	<b>1 262 803,88</b>	<b>3 553 847,64</b>	<b>2 608 318,12</b>	<b>9 224 145,00</b>	<b>5 128 828,29</b>	<b>5 972 836,76</b>	<b>1 137 017,45</b>	<b>342 222,81</b>

Tableau V-4: La réparation des charges indirectes

		centres auxiliaires		centres principaux						
		ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Total répartition primaire	35408659,14	6 178 639,19	1 262 803,88	3 553 847,64	2 608 318,12	9 224 145,00	5 128 828,29	5 972 836,76	1 137 017,45	342 222,81
prestations réciproque	prestations reçues	315 700,97	617 863,92	-	-	-	-	-	-	-
	prestations fournies	- 617 863,92	- 315 700,97	-	-	-	-	-	-	-
total après prestations réciproque		5 876 476,24	1 564 966,83							
clé de répartition	ADM	- 1,00		0,13	0,09	0,33	0,18	0,21	0,04	0,01
	M		- 1,00	0,13	0,09	0,33	0,18	0,21	0,04	0,01
répartition secondaire	ADM	- 5 876 476,24		746 735,08	548 060,25	1 938 178,93	1 077 670,28	1 255 013,49	238 910,30	71 907,91
	M		- 1 564 966,83	198 863,33	145 954,15	516 157,24	286 994,82	334 223,16	63 624,30	19 149,83
Total répartition secondaire		-	-	4 499 446,05	3 302 332,52	11 678 481,17	6 493 493,39	7 562 073,41	1 439 552,05	433 280,55
		charges indirectes		945 598,41	694 014,40	2 454 336,17	1 364 665,10	1 589 236,65	302 534,60	91 057,74

## V.8 CALCUL COUT DE PRODUCTION

Le coût de production concerne toutes les dépenses ou charges intermédiaires jusque à l'arrivé au cout de production des produits finis, comme le montre les tableaux ci-dessous :

*Tableau V-5:Calcul du coût de la foration et travaux de découverte*

	TVC		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	94697	37,53	3 553 847,64
charges indirectes	94697	9,99	945 598,41
coût de production	94697	47,51	4 499 446,05

*Tableau V-6 :Calcul du coût de Tir*

	TVC		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	94697	27,54	2 608 318,12
charges indirectes	94697	7,33	694 014,40
coût de production	94697	34,87	3 302 332,52

*Tableau V-7:Calcul du coût de transport et chargement par pelle*

	TVC		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	92743	99,46	9 224 145,00
charges indirectes	92743	26,46	2 454 336,17
coût de production	92743	125,92	11 678 481,17

*Tableau V-8:Calcul du coût de concassage primaire*

	produit semi finis 0/200		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	92743	55,30	5 128 828,29
charges indirectes	92743	14,71	1 364 665,10
coût de production	92743	70,02	6 493 493,39

Tableau V-9: Calcul du coût concassage secondaire

	produit finis		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	83333	71,67	5 972 836,76
charges indirectes	83333	19,07	1 589 236,65
coût de production	83333	90,75	7 562 073,41

Tableau V-10: Calcul du coût de chargement par chargeuse

	produit finis		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	83333	13,64	1 137 017,45
charges indirectes	83333	3,63	302 534,60
coût de production	83333	17,27	1 439 552,05

Tableau V-11: Calcul du coût du centre commercial

	produit finis		
	Quantités	Prix unitaire	Montant
charges directes	83333	4,11	342 222,81
charges indirectes	83333	1,09	91 057,74
coût de production	83333	5,20	433 280,55

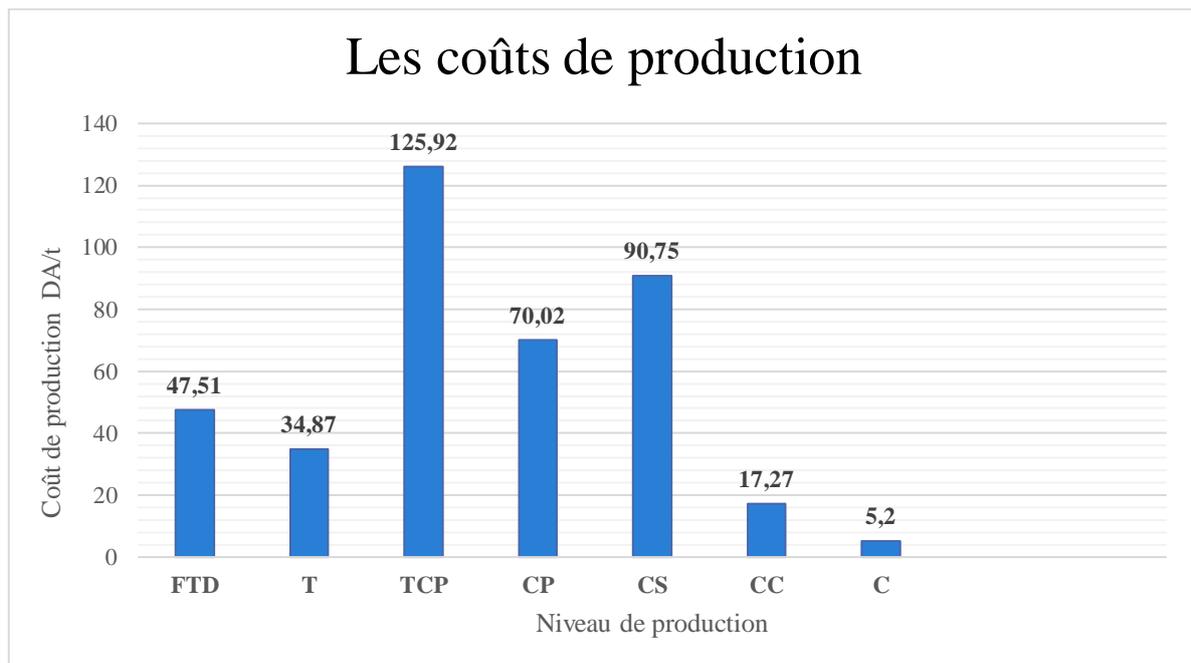


Figure V-3: Histogramme de coûts de production

D'après la représentation graphique, Nous voyons que la plus grande part du coût de production est celle du transport et chargement par pelle et du concassage secondaire, cela peut s'expliquer par le fait que les consommations nécessaires pour la réalisation du projet sont plus élevées.

## V.9 CALCUL DU COUT DE REVIENT

Le coût de revient du produit s'obtient en cumulant les coûts de productions de chaque centre comme montre le tableau suivant :

*Tableau V-12 : Le cout de revient*

centres	coûts de production
foration et travaux découverte	47,51
Tir	34,87
transport et chargement par pelle	125,92
concassage primaire	70,02
concassage secondaire	90,75
Chargement par chargeuse	17,27
commercialisation	5,20
<b>Total</b>	<b>391,55</b>

De la comparaison entre le cout de revient prévu calculé (391,55 DA/tonne) et le prix de vente dans le marché qui varie de 500 DA a 600 DA/tonne, on peut dire que e projet d'exploitation du gisement de Djebel El Medjane est très rentable.

## CONCLUSION

L'objectif de ce chapitre est de d'évaluer la procédure de production qui permet à l'entreprise de calculer le coût de production de chaque centre en utilisant la méthode du coût complet. Cette méthode permet de contrôler, analyser et traiter l'impact des charges indirects sur la marge bénéficiaire de l'entreprise.

# Conclusion générale

## CONCLUSION GENERALE

---

Le but de cette étude était de traiter le développement de la carrière Oueld Rahmoune à Constantine, qui consiste améliorer les conditions d'exploitation pour attendre une production annuelle de 1000000 t de produit finis.

- Sur la base des données géologiques et hydrogéologiques existantes, ce projet peut réaliser.
- Les résultats des essais physico-mécaniques et chimiques montrent que les granulats de la carrière Oueld Rahmoune sont de bonne qualité et peuvent être utilisés dans les différents secteurs (Construction. Travaux publics ...).
- Nous avons proposé l'ouverture du sommet de la carrière de cote 1060 m par deux pistes différentes :
  - La première piste commence par la première plateforme de réception de niveau 1000 m jusqu'au niveau du sommet, avec une longueur de 563m et une pente moyenne de 10,50%.
  - Nous avons relié la piste principale existante par une deuxième piste au niveau 963m avec le niveau 1060m, mais elle nécessite plusieurs corrections liées à l'itinéraire, à la pente et au volume des déblais et remblais.
- Les calculs technico-économiques nous ont permis de donner un nouveau régime de fonctionnement de la carrière, et de proposer une nouvelle procédure de calcul des coûts de production de chaque centre par la méthode des coûts complets afin de déterminer par la suite le coût de revient prévu,

Les résultats de cette étude sont montrés comme suit :

- Par la méthode de Longefors, nous avons proposé une maille de (3 ;3,5m), qui est tout à fait différent de ce qui a été appliqué.
- Les deux pelles HYDROMEK et VOLVO sont suffisantes pour assurer l'opération de chargement du TVC au niveau du front de taille.
- L'opération du transport nécessite 03 camion SHCMAN en plus de capacité moyenne 22 tonne.
- Pour les travaux de chargement par chargeuse, il faut ramener une autre chargeuse avec une capacité du godet de 04 m<sup>3</sup>
- Le coût de revient prévu d'une tonne de produit finis élaborés à 391,55 DA/tonne.

## BIBLIOGRAPHIES

---

- [1] « rapport géologique 2018 ». Carrière de DJEBEL EL MADJENE, Cosider.
- [2] « étude de dangers 2018 ». Carrière de DJEBEL EL MADJENE, Cosider.
- [3] Patrick Guiraud : caractéristiques et type des granulats. [En ligne] : <https://www.infociments.fr/betons/caracteristiques-et-types-de-granulats>  
Page consultée le 17.10.2020
- [4] « étude d'impact sur l'environnement ». Carrière de DJEBEL EL MADJENE, Cosider.
- [5] « cours géostatistiques ». Département minier, ENP d'Alger.
- [6] « cours matériaux de construction ». Département minier, ENP d'Alger.
- [7] Compartiments environnementaux.[en ligne] :  
[http://www.cima.ualg.pt/piloto/UVED\\_Geochimie/UVED/site/html/2/2-2/2-2-2/2-2-2-2.html](http://www.cima.ualg.pt/piloto/UVED_Geochimie/UVED/site/html/2/2-2/2-2-2/2-2-2-2.html)  
Page consultée le 17.10.2020
- [8] Mr. RABEHI Mohamed,2005. Contribution à la caractérisation de la porosité ouverte du béton d'enrobage : Relation entre la résistance à la compression, la profondeur de carbonatation et l'absorption initiale des bétons. MAGISTER : génie civil. Université Amar Telidji à Laghouat.115p
- [9] Inpl : propriétés mécaniques et physiques des sols. [En ligne] :  
[http://tice.inpl-nancy.fr/modules/sciences\\_techniques/Proprietes-Meca-Sols/chap2/bleu.html](http://tice.inpl-nancy.fr/modules/sciences_techniques/Proprietes-Meca-Sols/chap2/bleu.html)  
Page consultée le 05.08.2020
- [10] « cours matériaux de construction ». Département de génie civil, université Aboubekr Belkaid
- [11] « cours exploitation ». Département minier, ENP d'Alger.
- [12] Khelifa Mouaad, et Yekhlef Souhib,2015. Amélioration de la fragmentation de la roche à l'explosif dans les conditions de la carrière des granulats d'Adrar Oufernou.PfE : génie des mines et géologie. Université Abderrahmane mira - Bejaia faculté de technologie,102p
- [13] Laila berchane : contrôleur de gestion corporate. [PDF] :  
<https://fr.slideshare.net/LailaBerchane/etude-dexploitation-dune-mine-ciel-ouvert?fbclid=IwAR0mslSStiubCIzblL2gf5MNaHxv3yP721cR1OdJfftSEQxY4nyMUOOcYbvA>  
Accès le 18.09.2020
- [14] « Etude de faisabilité 2018 ». Carrière de DJEBEL EL MADJENE, Cosider.
- [15] Merzougui Mohamed, juillet 94. Exploitation du gisement du calcaire de DJEBEL ABIAD pour la production de granulats (SIDI –ABDELLI W. TLEMCEN). PFE : génie minier. Ecole nationale polytechnique d'Alger,129p

[16] Djoudi MERABET, Hamid KHERBACHI : Amélioration de la qualité de fragmentation des roches fissurées lors de l'abattage à l'explosif dans les mines à ciel ouvert. [PDF] : <http://www.geotech-fr.org/sites/default/files/rfg/article/78-7.pdf>  
Page consultée le 10.10.2020

[17] julie webmaster : Minage et forage en carrière : principes, calculs, méthodes de forage et usages. [En ligne] : <https://www.toutpourleforage.com/minage-et-forage-en-carriere-principes-methodes-calculs-pour-un-forage-des-trous-de-mine/>

Page consultée le 01 .10.2020

[18] Ben youcef Ali ahmed, et Mansouri Amir, 2016. Proposition d'une méthode d'exploitation à ciel ouvert pour les réserves programmées en souterrain du gisement de fer de Boukhadra.PFE : génie des mines. Université Larbi tebssi –Tébessa, faculté des sciences et de la technologie,134p

[19] Khelifa Mouaad, et Yekhlef Souhib,2015. Amélioration de la fragmentation de la roche à l'explosif dans les conditions de la carrière des granulats d'Adrar Oufernou.PfE : génie des mines et géologie. Université Abderrahmane mira - Bejaia faculté de technologie,102p

[20] Guerantia Laid, et Mokeddem Hicham,2016. L'optimisation du plan de tir (Cas de gisement de Sidi Yous Wilaya de Boumerdes). PFE : génie des mine et géologie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia-Faculté de Technologie,97p

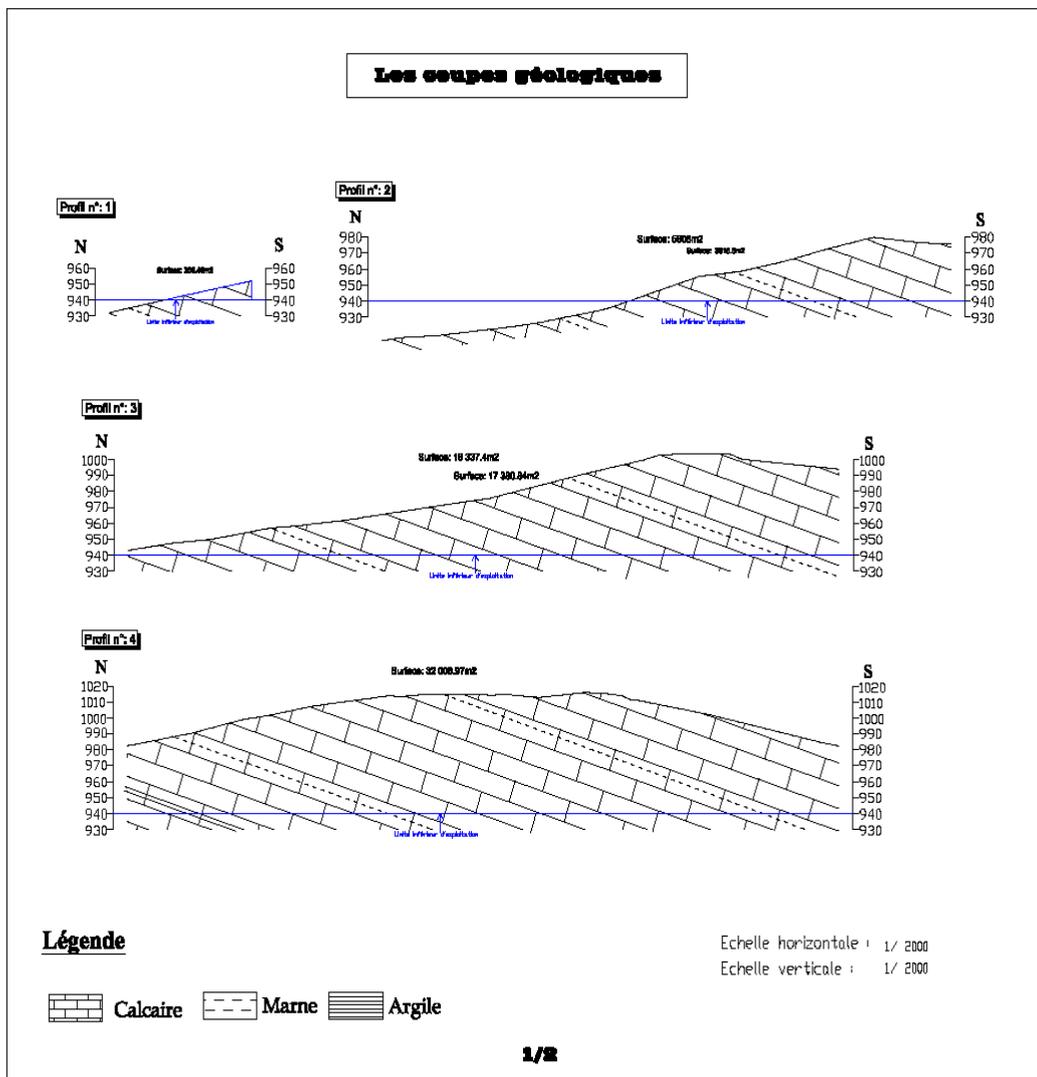
[21] Ressources en gestion pour les départements secondaires. [PDF]  
<http://www.unit.eu/cours/kit-gestion-ingenieur/Chapitre-2/Compta-gestion-ingenieur/general/toc.html>

## **ANNEXES**

---

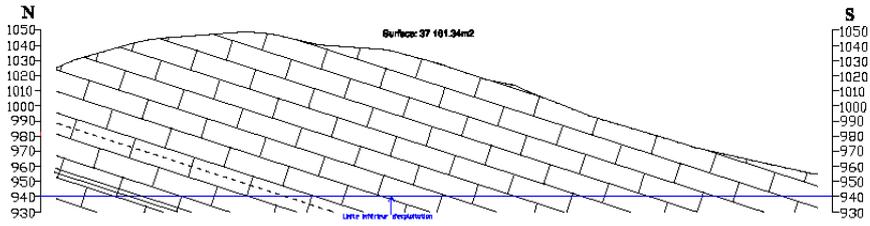


## Annexe II : LES DIFFERENTES COUPE GEOLOGIQUE UTILISEE POUR

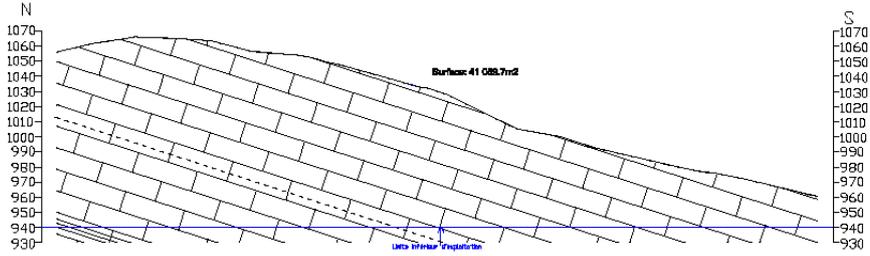


## Les coupes géologiques

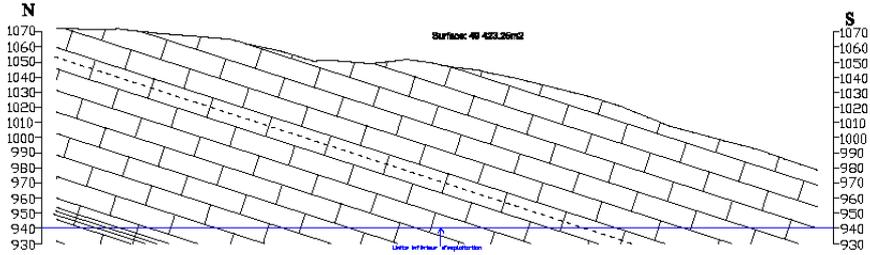
**Profil n°: 5**



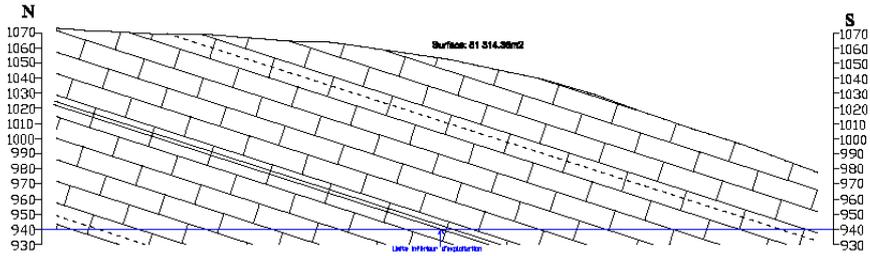
**Profil n°: 6**



**Profil n°: 7**



**Profil n°: 8**



### Légende

Calcaire
  Marne
  Argile

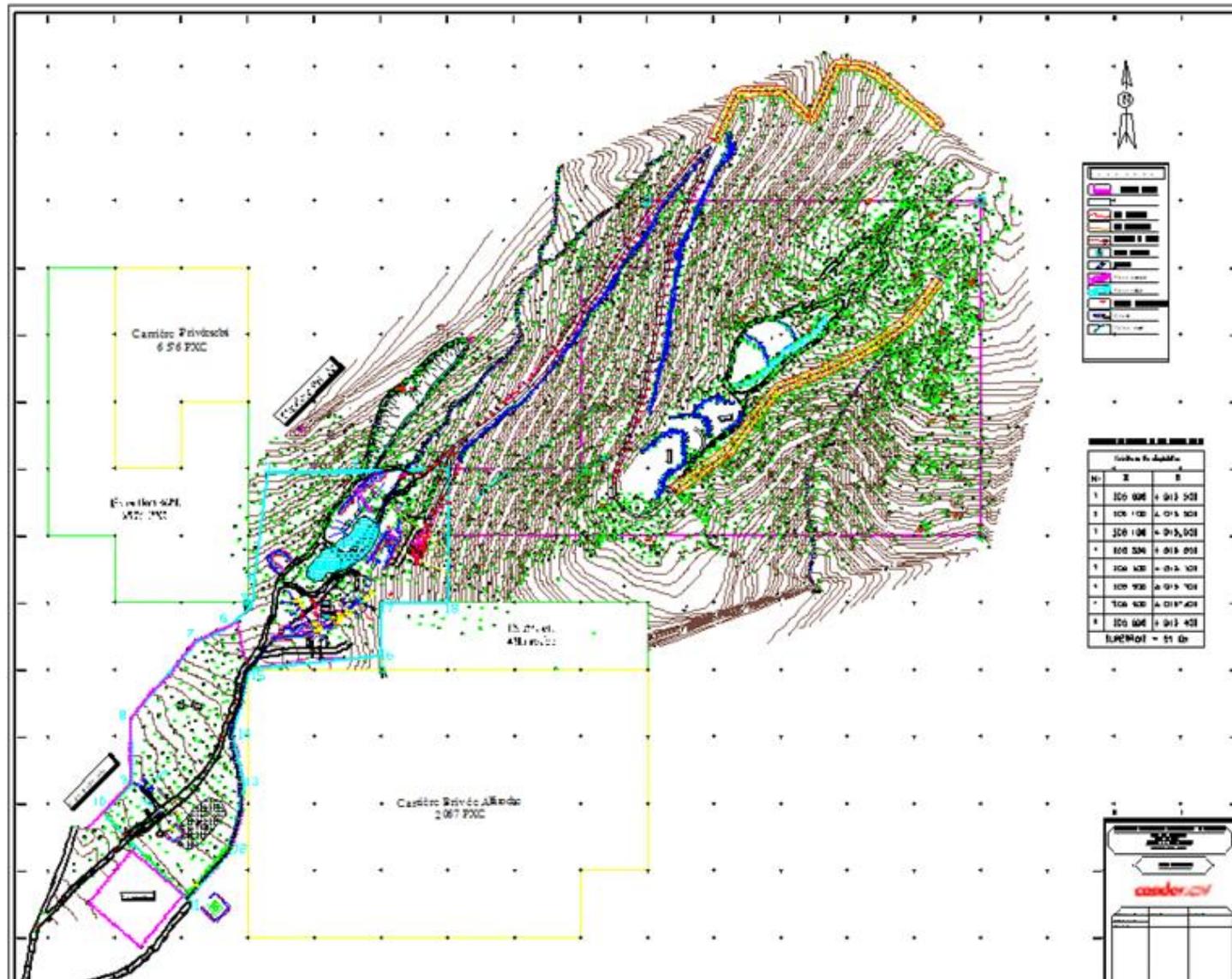
Echelle horizontale : 1/ 2000

Echelle verticale : 1/ 2000

### Annexe III : CALCUL DE RESERVE

Catégories des réserves	N° du bloc de calcul	Coupes	Superficie des coupes		Surface moyenne (m <sup>2</sup> )	Distance entre les coupes	Volume net (y compris 10% de stérile) en m <sup>3</sup>	Poids volumiques	Reserves en Tonne	Formule de calcul
			S1 (m <sup>2</sup> )	S2 (m <sup>2</sup> )						
<b>C1 CALCAIRE</b>	C1- I	P1- P2	356	3616	1702.44	100	153 219.619	2.6	398 371	$Q = S1 + S2 + \sqrt{S1 \times S2} / 3 \times L \times P$
	C1- II	P2- P3	5608	17380.84	10 953.87	100	985 848.548	2.6	2 563 206.225	$Q = S1 + S2 + \sqrt{S1 \times S2} / 3 \times L \times P$
	C1- III	P3- P4	18337.4	32008.97	24 857.88	100	2 237 209.618	2.6	5 816 745	$Q = S1 + S2 + \sqrt{S1 \times S2} / 3 \times L \times P$
	C1- IV	P4- P5	32008.97	37161.34	34 585.155	100	3 112 663.95	2.6	8 092 926.27	$Q = (S1 + S2) / 2 \times L \times P$
	C1- V	P5- P6	37161.34	41089.7	39 125.52	100	3 521 296.8	2.6	9 155 371.68	$Q = (S1 + S2) / 2 \times L \times P$
	C1- VI	P6- P7	41089.7	49423.25	45 256.475	100	4 073 082.75	2.6	10 590 015.15	$Q = (S1 + S2) / 2 \times L \times P$
	C1- VII	P7- P8	49423.25	51314.36	50 368.805	100	4 533 192.45	2.6	11 786 300.37	$Q = (S1 + S2) / 2 \times L \times P$
Total volume en m <sup>3</sup> : 18 616 513.74									Soit 48 402 935.7 Tonnes	

# Annexe IV : TRACE DE DEUX PISTES D'ACCES A LA PARTIE NORD-EST



## Annexe V : LA CONSOMMATION DE CARBURANT

Désignation	Heures de marches par jour	Huiles				Montant	Nombre de jours ouvrables par mois 23
		Graisse(kg)	Moteur(L)	Transmission(L)	Hydraulique(L)		centre bénéficiaire
	h	355,4	327,78	296	235	DA	
Bulldozer CATERPILLAR D8R	10	0,07	0,38	0,18	0,24	59 596,31	foration et découverte
EPIROK POWER ROC T35	7	0,024	0,072		0,12	9 713,09	foration et découverte
Chargeur CASE 821F	11	0,032	0		0,16	12 390,12	commune
Pelle godet VOLVO EC460 BLC	13	0,088	0,006		1,04	83 014,92	concassage primaire
Brise roche VOLVO EC 480 DL	10	0,169	0,08		0,56	50 113,55	commune
Groupe électrogène HIMOINSA 1030T5	0	0	0		0	-	station
Groupe électrogène EMSA 22KVA	10	0	0,04		0	3 015,58	administration
compresseur A.COPCO XAS597D	2	0	0,028		0,006	487,04	maintenance
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	11	0	0		0	-	commune
Group soudure LINCOLIN 500-1	2	0	0		0	-	maintenance
Tracteur AGR MAHINDRA 7005 2WD	3	0,004	0,032	0,012	0	1 066,92	maintenance
Berline HYUNDAI ACCENT CLS	3	0	0		0	-	administration
Berline DACIA LOGAN	8	0	0,016		0	964,98	administration
Berline RENAULT SYMBOL	8	0	0		0	-	administration
Berline RENAULT CLIO	8	0	0		0	-	administration
Berline Hyundai Tucson	8	0	0		0	-	administration

Pick up 4x4 GREET WALL	10	0	0	0,04	0,008	3 155,60	administration
Pick up 4x4 FLAT	8	0	0,024	0,008	0	1 883,19	administration
pond bascule	10	0	0		0	-	commercial
station mobile	13	0,18	0		0,28	38 801,83	concassage secondaire
station primaire	13	0,09	0		0,2	23 616,81	concassage primaire
station secondaire	13	0,32	0		0,2	48 057,67	concassage secondaire
camion plateau Renault	3	0,004	0,008		0	279,02	maintenance
<b>Total</b>		<b>0,981</b>	<b>0,686</b>	<b>0,24</b>	<b>2,814</b>	<b>336 156,64</b>	

## Annexe VI : LA CONSOMMATION DE LUBRIFIANT

Désignation	Nombre	Heures de marches par jour	Carburant	Total Ca	Montant j	Montant mensuelle	Centre bénéficiaire
		h	l/h	l/h	DA	DA	
Bulldozer CATERPILLAR D8R	1	10	37	370	10 730,00	246 790,00	foration et découverte
EPIROK POWER ROC T35	1	7	25	175	5 075,00	116 725,00	foration et découverte
Chargeur CASE 821F	1	11	9	99	2 871,00	66 033,00	commune
Pelle godet VOLVO EC460 BLC	1	13	27	351	10 179,00	234 117,00	concassage primaire
Brise roche VOLVO EC 480 DL	1	10	26	260	7 540,00	173 420,00	commune
Groupe électrogène HIMOINSA 1030T5	1	0	0	0	-	-	station
Groupe électrogène EMSA 22KVA	1	10	2	20	580,00	13 340,00	administration
compresseur A.COPCO XAS597D	1	2	2	4	116,00	2 668,00	maintenance
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	1	11	3	33	957,00	22 011,00	commune
Group soudure LINCOLIN 500-1	1	2	2	4	116,00	2 668,00	maintenance
Tracteur AGR MAHINDRA 7005 2WD	1	3	1	3	87,00	2 001,00	maintenance
Berline HYUNDAI ACCENT CLS	1	8	1,5	12	348,00	8 004,00	administration
Berline DACIA LOGAN	1	8	1,5	12	348,00	8 004,00	administration
Berline RENAULT SYMBOL	1	8	2	16	464,00	10 672,00	administration
Berline RENAULT CLIO	1	8	1,5	12	348,00	8 004,00	administration
Berline Hyundai Tucson	1	8	2	16	464,00	10 672,00	administration
Pick up 4x4 GREET WALL	1	10	2	20	580,00	13 340,00	administration
Pick up 4x4 FLAT	1	8	2	16	464,00	10 672,00	administration
pond bascule	1	10	3	30	870,00	20 010,00	commercial
station mobile	1	13	8	104	3 016,00	69 368,00	concassage secondaire
station primaire	1	13	40	520	15 080,00	346 840,00	concassage primaire
station secondaire	1	13	50	650	18 850,00	433 550,00	concassage secondaire
camion plateau Renault	1	3	3	9	261,00	6 003,00	maintenance
			<b>Total</b>	<b>2736</b>	<b>79 344,00</b>	<b>1 824 912,00</b>	

## Annexe VII : LOCATION INTERNE DES MATERIELS

Désignation	heures de marches	location par heure	montant journalière	montant mensuelle	Centre bénéficiaire
	h	DA	DA	DA	
Bulldozer CATERPILLAR D8R	10	5517,43	55 174,30	1 269 008,90	foration et découverte
EPIROK POWER ROC T35	7	6709,54	46 966,78	1 080 235,94	foration et découverte
Chargeur CASE 821F	11	1544,91	16 994,01	390 862,23	commune
Pelle godet VOLVO EC 460 BLC	13	3619,61	47 054,93	1 082 263,39	concassage primaire
Brise roche VOLVO EC 480 DL	10	3708,24	37 082,40	852 895,20	commune
Groupe électrogène HIMOINSA 1030T5	13	2339,09	30 408,17	699 387,91	station
Groupe électrogène EMSA 22KVA	10	1200,56	12 005,60	276 128,80	administration
compresseur A.COPCO XAS597D	2	128,23	256,46	5 898,58	maintenance
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	11	140,87	1 549,57	35 640,11	commune
Group soudure LINCOLIN 500-1	2	99,78	199,56	4 589,88	maintenance
Tracteur AGR MAHINDRA 7005 2WD	3	316,02	948,06	21 805,38	maintenance
Berline HYUNDAI ACCENT CLS	8	115,56	924,48	21 263,04	administration
Berline DACIA LOGAN	8	115,56	924,48	21 263,04	administration
Berline RENAULT SYMBOL	8	138,68	1 109,44	25 517,12	administration
Berline RENAULT CLIO	8	115,56	924,48	21 263,04	administration
Berline Hyundai Tucson	8	849,75	6 798,00	156 354,00	administration
Pick up 4x4 GREET WALL	10	144,06	1 440,60	33 133,80	administration
Pick up 4x4 FIAT	8	564,74	4 517,92	103 912,16	administration
pond bascule	10	346,76	3 467,60	79 754,80	commercial
station mobile	13	6492,21	84 398,73	1 941 170,79	concassage secondaire
station primaire	13	9227,28	119 954,64	2 758 956,72	concassage primaire
station secondaire	13	9227,28	119 954,64	2 758 956,72	concassage secondaire
camion plateau Renault	3	395,17	1 185,51	27 266,73	maintenance
		Total	594 240,36	13 667 528,28	

## Annexe VIII : LOCATION INTERNE DES MATERIELS

Désignation	Unité	Nombre	Prix unitaire	Prix journalier	Montant mensuelle	Centre bénéficiaire
chargement par pelle et transport de TVC	Tonne	94697,00	95,00	4117,26	94696,98	TCP
chargeur FOTON	Heure	10	1 500,00	15000,00	345000,00	CC
chargeur FOTON proposée	Heure	10	1 500,00	15000,00	345000,00	CC
Bus Nissan(2)	Heure	20	580,00	11600,00	266800,00	charge commune
Camion-Citerne	Rotation	3	7 000,00	21000	483000,00	charge commune

## Annexe IX : LES IMPOTS ET LES TAXES

	Unité	Nombre	%	prix unitaire	Résultats
le Taux de la Provision	t	94696	2%	500,00	710 220,00
redevance d'extraction	t	94696	6%	500,00	2 840 880,00
Taxe superficiaire	hectares	31		200	16 200,00
Taxe d'établissement d'actes		200 000,00			200 000,00
taxe environnementale	t	94696	0%	500,00	23 674,00
				<b>Total</b>	<b>3 790 974,00</b>

## Annexe X : AUTRES CHARGES

	Quantité d'explosive	Nombre de trous par mois (02 Tir)	Prix d'anfomil (DA/kg)	Prix de marmanit II (DA/kg)	Résultat
pied	23,9	292		150,00	1 046 820,00
colonne	14,11	292	126,00		519 135,12
Accessoires					305 710,00
<b>Total</b>					<b>1 871 665,12</b>

Montant	Centre bénéficiaire
1 871 665,12	T
90 567,34	ADM
12 590,00	ADM
3 790 974,00	ADM
389 486,66	M

## Annexe XI : LA REPARTITION DE CERTAINS ENGINES SELON LES HEURS DE MARCHES

Matériels	Total	Heures de marche par centre dans un JOUR								
	H...R	ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Chargeur CASE 821F	11						1	2	8	
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	12	7	5							
Bus Nissan	20	4	2	2	2	2	2	2	2	2
Camion Citerne [R]	3	0,25				1,25	0,25	0,5	0,25	0,5
Brise roche VOLVO EC 480 DL	10			5	5					

Matériels	Total	Heures de marche par centre dans un mois								
	H...R	ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Chargeur CASE 821F	253	0	0	0	0	0	23	46	184	0
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	276	161	115	0	0	0	0	0	0	0
Bus Nissan	460	92	46	46	46	46	46	46	46	46
Camion Citerne [R]	69	5,75	0	0	0	28,75	5,75	11,5	5,75	11,5
Brise roche VOLVO EC 480 DL	230	0	0	115	115	0	0	0	0	0

Matériels	Total	% par centre								
	H...R	ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Chargeur CASE 821F	100%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	18%	73%	0%
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	100%	58%	42%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bus Nissan	100%	20%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Camion Citerne	100%	8%	0%	0%	0%	42%	8%	17%	8%	17%
Brise roche VOLVO EC 480 DL	100%	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%

Matériels	Montant	Répartition								
	DA	ADM	M	FTD	T	TCP	CP	CS	CC	C
Chargeur CASE 821F	469 285,35	0	0	0	0	0	42662,3044	85324,6088	341298,4352	0
Tour d'éclairage A.COPCO QLT H50	57 651,11	33629,81417	24021,29583	0	0	0	0	0	0	0
Bus Nissan	266 800,00	53360	26680	26680	26680	26680	26680	26680	26680	26680
Camion-Citerne	483 000,00	40250	0	0	0	201250	40250	80500	40250	80500
Brise roche VOLVO EC 480 DL	1 076 428,75	0	-	538 214,38	538 214,38	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>2 353 165,21</b>	<b>127 239,81</b>	<b>50 701,30</b>	<b>564 894,38</b>	<b>564 894,38</b>	<b>227 930,00</b>	<b>109 592,30</b>	<b>192 504,61</b>	<b>408 228,44</b>	<b>107 180,00</b>

## Annexe XII : FRAIS PERSONNEL

Centre	frais de personnel
adm et MG	1 406 705,69
maintenance et entretien	747 882,37
Commercial	135 278,01
foration	142 996,25
Tir	171 758,63
chargement , pelle	-
découverte et travaux preparatoires	90 567,78
Transport	-
concassage primaire	490 427,14
concassage secondaire	490 427,14
chargement,chargeuse	38 789,01
<b>totale</b>	<b>3 714 832,01</b>