



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mines

Option : Exploitation Minière

Présenté par :

BADRI Youcef

AMRANI Abdelmounaïm

Thème

***Le Choix des équipements de chargement
et de transport dans la carrière d'Ain El
Kebira***

:Soutenu le 26/ 06 /2016 devant le jury composé de

Président : Mr HAMMICHE

M.A.A

U.A.M.B

Promoteur : Mr AIT HABIB

M.A.B

U.A.M.B

Examinatrice: Mme KAMLI

M.A.A

U.A.M.B

Année Universitaire: 2015-2016

REMERCIEMENTS

On désire adresser, un merci tout particulier, à notre promoteur Mr. *Mr*

AITHABIB,

Pour ses pertinents et judicieux conseils tout au long de notre travail.

Nous voudrions exprimer toutes nos reconnaissances à Mr HAMICHE, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury.

Nos remerciements également Mme KAMLI, pour avoir accepté

D'examiner ce travail et de faire partie des membres de jury.

Nous remercions chaleureusement tous les enseignants du département des mines et géologie de l'université Abderrahmane Mira, Bejaia.

Enfin, nous présentons toute notre gratitude à tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

*A l'aide de Dieu tout puissant, qui trace le
chemin de ma vie*

*J'ai pu arriver à réaliser ce modeste travail
que je le dédie :*

A mes parents qui ont toujours veillé sur moi

A mes frères et sœurs

A ma belle famille

A tous mes amis

Merci désormais chacun à leur façon

Abdelmounaim

Dédicace

Je dédie ce travail

*Tout d'abord, à mes parents qui avaient tant souhaité
me voir Mener à bien mes études. Que Dieu les garde
pour moi.*

*A mes meilleurs amis Yacine et Hamid m'avoir aidé et
Soutenu tout le long de mes études universitaires.*

A mes très chers frères.

A mes très chères sœurs.

*A mes fidèles amis (es) ; Hamid, Hamza, Brahim,
Yacine, Marouche , Lyes, Rama, Amina*

YOUCEF

Sommaire

Liste d'abréviation	i
Liste des tableaux	ii
Liste des figures	iii

Introduction général.....	1
----------------------------------	----------

Chapitre I : Description de la carrière.

I.1. Historique	2
I.2. Situation géographique générale.....	2
I.3. Climat de la région	3
I.4. Géologie régionale.....	4
I.4.1. Stratigraphie de la région du Djebel Medjounes	4
I.4.1.1. Le Trias	4
I.4.1.2. Le Crétacé	4
I.4.1.3. Le Tertiaire	5
I.4.1.4. Le Quaternaire	5
I.5. Géologie locale	5
I.5.1. Stratigraphie et lithologie du gisement de calcaire.....	5
I.6. Tectonique du gisement	6
I.7. Caractéristiques quantitatives	8
I.7.1. Composition chimique de gisement	8
I.7.2. Propriétés physico-mécaniques	9
I.8. Hydrologie du gisement	9
I.9. Calcul des réserves géologique	9
Conclusion	10

Chapitre II : Généralités sur l'opération de chargement dans les carrières.

Introduction	12
II.1. Les moyennes de chargement	12
II.1.1. Chargeuses	12

II.1.1.1. Les chargeuses sur pneumatiques	12
II.1.1.2. Les chargeuses sur chenilles	13
II.1.1.3. Caractéristiques des chargeuses	14
II.1.2. les Pelles.....	15
II.1.2.1. Pelles hydrauliques en «rétro» ou en «butte»	15
II.1.2.2. Les pelles à câbles sur chenilles.....	16
II.1.3. Les draglines marcheuses	17
II.1.4. Roue pelle	18
II.2. Méthodes de chargement.....	19
II.2.1. Méthodes de chargement par des chargeuses	19
II.2.1.1. chargement par chargeuses sur pneumatique	19
II.2.1.2. chargement par chargeuses sur chenilles	20
II.2.2. Méthode de chargement par des pelles	21
II.2.2.1. chargement par pelle en «butte»	21
II.2.2.2. chargement par pelle en «rétro»	22
II.2.2.3. Positionnement des tombereaux dans la méthode de chargement en pelles.....	23
II.2.3. Méthode de chargement par draglines	25
II.2.3.1. Dragline en extraction.....	25
II.2.3.1. Dragline en découverte	26
II.3. Choix de l'engin de chargement	27
II.3.1. Choix d'un type de pelle	27
II.3.2. Choix d'un type de dragline	28
Conclusion	29

Chapitre III: Généralités sur l'opération de transport dans les carrières.

Introduction	30
III.1. Transport par matériels mobiles (discontinue)	30
III.1.1. Transport sur des distances inférieures à 200 m	30
III.1.1.1. Bouteurs sur chaînes (bulldozer)	30
III.1.1.2. Chargeuses sur pneumatiques	31
III.1.1.3. Autre matériels	31
III.1.2. Distances de transport supérieur à 200 m	32

III.1.2.1. Les décapeuses ou scrapers	32
III.1.2.2. Les tombereaux	33
III.2. Transport par matériels fixes (continu)	36
III.2.1. Les transporteurs (Les convoyeurs) à bande	36
III.2.2. Eléments constitutifs d'une bande transporteuse	36
III.2.2.1. la carcasse	36
III.2.2.2. le revêtement	37
III.2.3. Les avantages de transport par bande	38
III.3. Choix des moyens de transport	39
Conclusion	40

Chapitre IV : Calcul des paramètres de chargement et de transport de la carrière d'Ain El Kebira.

Introduction	41
IV.1. Chargement	41
IV.1.1. Temps de cycle de la chargeuse	42
IV.1.2. Choix de type de chargeuse utilisée	43
IV.1.3. Rendement de la chargeuse	43
IV.1.4. Nombre de chargeuses	44
IV.2. Paramètres technologiques des demi-tranchées	45
IV.2.1. Largeur des fonds de la demi-tranchée d'accès.....	45
IV.2.2. Angle de bord de la demi-tranchée d'accès	46
IV.2.3. Pente longitudinale de la demi-tranchée d'accès	46
IV.2.4. Longueur de la demi-tranchée	47
IV.3. Transport	47
IV.3.1. Transport par matériels mobiles (discontinu)	47
IV.3.1.1. Volume de la benne	48
IV.3.1.2. Nombre de godet	48
IV.3.1.3. Coefficient d'utilisation du volume de la benne du camion	49
IV.3.1.4. Capacité de charge réelle du camion	49
IV.3.1.5. Coefficient d'utilisation de la capacité de charge du camion	49
IV.3.1.6. Temps de cycle du camion	49
IV.3.1.7. Rendement effectif du camion	50

IV.3.1.8. Le nombre des camions	51
IV.3.1.9. Coefficient de coordination	51
IV.3.2. Transport par matériels fixes (continu)	52
IV.3.2.1. La largeur minimale de la bande	52
IV.3.2.2. Le débit de la bande	52
IV.3.2.3. La vitesse de la bande	53
IV.3.2.4. la capacité de transport d'un convoyeur à bande	53
Conclusion	55

Chapitre V : La maintenance dans la carrière.

Introduction	56
V.1. Les objectifs de la maintenance	56
V.2. Types de maintenance	57
V.2.1. La maintenance préventive	57
V.2.1.1. Systémique	57
V.2.1.2. Prévisionnelle et Conditionnelle	58
V.2.2. La maintenance corrective	59
V.2.2.1. Palliative	59
V.2.2.2. Curative	60
Conclusion	60
Conclusion générale	61
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

CETIM : Centre d'Etudes et de services Technologique de l'Industrie des Matériaux de construction.

GMBH : une Gesellschaft Mit Beschränkter Haftung (GMBH) en français : société à responsabilité limitée.

SCAEK : Société des Ciment d'Ain El Kebira

ANPM : L'Agence Nationale du Patrimoine Minier.

TP : Travaux Public.

P : Polyamide en trame.

EP : Polyester en chaine.

ISO : International Organization for Standardization, en français : l'Organisation Internationale de Normalisation (OIN).

Liste des tableaux

Tableau I.1. Composition chimiques du gisement	08
Tableau I.2. Calculs des réserves	10
Tableau II.1. Caractéristiques principales des draglines marcheuses.....	18
Tableau IV.1. Les engins de chargement utilisés au niveau de la carrière	40
Tableau IV.2. Temps de cycle de la chargeuse.....	43
Tableau IV.3 : Choix de la largeur de tranchée d'accès en fonction de la capacité du camion ..	45
Tableau IV.4. Les engins de transport disponible au niveau de la carrière	47
Tableau IV.5. Temps de cycle de camion.....	50
Tableau IV.6. Coefficient de réduction (K) en fonction de l'angle surcharge (θ)	54

Liste des figures

Figure I.1. Situation géographique d'Ain El Kebira	3
Figure II.1. Chargeuse sur pneumatique	13
Figure II.2. Chargeuse sur chenilles	13
Figure II.3. Pelle hydraulique	15
Figure II.4. Pelle à câbles sur chenilles	16
Figure II.5. Dragline	17
Figure II.6. Roue pelle	19
Figure II.7. Méthode de chargement par chargeuse « en T »	20
Figure II.8. Règles de chargement en rétro	23
Figure II.9. Positionnement « rétro »	23
Figure II.10. Positionnement « rétro » (Drive by)	24
Figure II.11. Positionnement «en butte»	25
Figure II.12. Positionnement en Découverte	25
Figure II.13. Dragline en extraction	26
Figure II.14. Dragline en découverte	27
Figure III.1. Bouteurs sur chaînes (bulldozer)	30
Figure III.2. Décapeuse ou scraper	32
Figure III.3. Tombereau à châssis rigide	33
Figure III.4. Tombereaux à châssis articulé	35
Figure III.5. Constructions de bande transporteuse	37
Figure IV.1. Chargement de roches dans la carrière	42
Figure IV.2. Bande à trois rouleaux	54
Figure V.1. organigramme de la maintenance.....	57
Figure V.2. Chargeuse équipé par une chaîne de protection	59
Figure V.3. Jonctions par étagements	60

Introduction générale

Introduction général

L'exploitation des mines et carrières requiert en matière de chargement et transport des matériels de type et de puissance variés. Différents systèmes de desserte, association entre un engin de chargement et de transport, peuvent être envisagés chacun d'entre eux ayant un domaine d'application économiquement rentable bien défini.

Lorsque l'on sait que le chargement et le transport représentent de 40 à 60% du coût technique de l'extraction on mesure l'importance que représente l'étude détaillée de ces deux postes. Dans cette présentation on a préféré centrer son exposé sur les engins et matériels de chargement et de transport utilisés sur des mines et des carrières. Après un rappel de la cinématique de chaque machine on étudiera sa productivité et ses conditions d'utilisations optimales. Le problème à résoudre comporte de question fondamentale.

- Quels matériels utiliser pour déplacer les matériaux d'un point à un autre de la façon la plus économique possible ?

Pour pouvoir répondre à cette question il faut au préalable connaître :

- Les possibilités des divers matériels de chargement et de transport et leur zone d'application rentable ;
- la technologie d'exploitation ;
- les tonnages à extraire et les distances de transport.

Notre mémoire est structure de la manière suivante :

Après l'introduction générale, le premier chapitre est consacré pour une présentation géologique de la carrière d'Ain El Kebira, dans le deuxième chapitre nous allons parler sur l'opération de chargement dans les carrières (les moyens utilisés dans cette opération, et les différentes méthodes de chargement)

En suite dans le troisième chapitre nous allons parler sur l'opération de transport dans les carrières et on a terminé cette étude avec une étude expérimentale qui guider nous vers le mieux choix des équipements de chargement et de transport dans la carrière d'Ain El Kebira.

On termine notre travail par conclusion générale.

Chapitre I

Chapitre I : Description de la carrière

I.1. Historique

Les études géologiques pour la recherche de gisements de matières premières pour l'implantation d'une cimenterie dans la région de Sétif ont débuté en 1971. Une dizaine de gisements ont été localisés, mais ceux du Djebel Medjounes, étudiés à partir de septembre 1973, se sont révélés très favorables pour l'implantation d'une cimenterie, que ce soit du point de vue qualité/quantité des roches calcaires et des marnes, que sur le plan infrastructure (présence d'une rivière à proximité, existence de lignes électriques et de routes). Les travaux de prospection ont été réalisés par la société allemande GMBH. [1]

Les travaux de construction de la cimenterie de Ain El Kebira ont débuté en 1975, et se sont achevés en 1978, année de son inauguration. En janvier 1979, la cimenterie a atteint une capacité de production de 3000 t/j. [1]

I.2. Situation géographique générale

L'usine de cimenterie d'Ain El Kebira est située à une distance environ de 15 à 20 km du Nord – Est de Sétif (**Figure I.1**). Les gisements de matières premières de DJEBEL MEDJOUNES sont montrés particulièrement convenables. Ce massif fait partie morphologiquement des montagnes du tell, par les quelles le bassin de Sétif est située à la bordure Sud à une altitude comprise entre 1070 et 1100 m.

La partie centrale du bassin ne débute que dans le Sud de la ville à part quelques montagnes isolées, elle présente une morphologie peu accidentée avec des altitudes comprises entre 900 et 1000 m sur les plaines par contre les montagnes débutant à environ de 10 à 15 km au Nord de Sétif, présentant un relief très prononcé et le massif du djebel medjounes atteint des altitudes de cime allant jusqu'à 1461 m. [2]



Figure I.1. Situation géographique d'Ain El Kebira. [2]

I.3. Climat de la région

Le climat du bassin est semi-aride avec influence du sud au nord du climat méditerranéen, abstraction faite de quelques rares pluies d'orage, les mois d'été se caractérisent par une sécheresse totale et désertique, alors que les mois d'hiver de novembre en mars apportent les précipitations abondantes régulières, souvent sous forme de neiges dans les régions les plus élevées. Les précipitations de Sétif atteignent 400 mm/an, par contre la quantité d'eau pour la région de DJEBEL MEDJOUNES est de l'ordre de 400 à 700 mm.

Le drainage se fait par un réseau serré de cours d'eau pour la plus part émérites et quelques rivières pérennes. [3]

I.4. Géologie régionale

I.4.1. Stratigraphie de la région du Djebel Medjounes

La série stratigraphique du massif et de son voisinage comprend les formations sédimentaires du Trias, du Crétacé, du Tertiaire et du Quaternaire. Les formations du Crétacé et du Tertiaire appartiennent à la nappe de Djemila qui couvre des surfaces considérables sur la moitié nord de la carte géologique de Sétif au 1/200000. Le sondage MDJ-1 réalisé sur le flanc ouest du Djebel Medjounes à proximité du gisement calcaire. Notons qu'à partir de la profondeur de 1498 m, les séries appartiendraient à la nappe péri-tellienne. [2]

I.4.1.1. Le Trias

Au pied du Djebel Medjounes (dans sa partie Sud-Est) affleure le Trias sous forme d'un amas composé d'argiles bariolées, de gypses roses ou rouges et de gros blocs de cargneules et de calcaires dolomitiques. [2]

I.4.1.2. Le Crétacé

Les roches du Djebel Medjounes appartiennent en majeure partie au Crétacé Supérieur. On distingue les séries suivantes :

- Marnes noires du Campanien-Maestrichtien inférieur : cette formation affleure sur le flanc sud-est du Djebel Medjounes, et occupe une faible superficie (2 km^2). Elle est constituée de marnes noires à boules jaunes.

- Calcaires bien réglés (dits du Matrone et du Dj. Medjounes) du Campanien supérieur et Maestrichtien : Il s'agit d'une puissante série (250 m d'épaisseur) de calcaires massifs noirs bien lités en alternance avec des bancs marneux très minces. Les calcaires sont lités en bancs métriques groupés en barres bien individualisées (4 ou 5) atteignant 80 m d'épaisseur. Le gisement calcaire étudié dans ce travail appartient à cette série.

- Marnes noires du Maestrichtien supérieur à Paléocène : cette série, qui affleure au pied du Djebel Medjounes, est composée de marnes noires, toujours très froissées, parfois à boules jaunes. Les marnes de cette série qui affleurent au voisinage de la carrière de calcaire sont exploitées pour l'alimentation de la cimenterie. [2]

I.4.1.3. Le Tertiaire

Sur le flanc nord du Djebel Medjounes, les marnes noires du Maestrichtien supérieur-Paléocène passent sans lacunes stratigraphiques à des calcaires bitumineux blancs de l'Yprésien-Lutétien inférieur. Cette série est couronnée par des marnes noires ou gris à boules jaunes du Lutétien. [2]

I.4.1.4. Le Quaternaire

Dans la région d'étude, les sédiments quaternaires ne s'observent que localement et pour la plupart avec une faible puissance. [2]

I.5. Géologie locale

I.5.1. Stratigraphie et lithologie du gisement de calcaire

Le gisement de calcaire du djebel madjounes appartient à la série des calcaires bien réglé du campanien supérieur et de maestrichtien, il est constitué de deux panneaux A et B (séparé par une faille) avec une étendue totale de 0,9 Km². [4]

La stratigraphie du gisement a été subdivisée selon plusieurs couches numérotées de bas en haut et consistant en ce qui suit :

- Couche n°1 (Succession sous-jacente de calcaires et de roches marneuses sans subdivision) : Cette couche affleure uniquement au fond du vallon situé au versant Est du Krefdj El Kerma. Elle consiste en un ensemble de couches qui se caractérisent par une alternance de roches calcaro-marneuses et de roches marneuses fortement calcaires. Leur puissance est supérieure à 65 m.
- Couche n°2 (Unité principale de roche marneuse) : Cette unité affleure à l'intérieur du gisement seulement, dans le même vallon que la couche n°1. Elle se compose en premier lieu de roches marneuses oillées et fortement calcaires, en alternance avec des couches subordonnées de calcaires fortement marneux et de roches marneuses faiblement calcaire. Sa puissance est de 18 m.
- Couches n° 3 à 7 (Unité principale du gisement) : Cet ensemble de couches représente le calcaire principal du gisement et se subdivise très nettement dans le panneau A et dans de larges parties du panneau B en membres suivants :
- Couche n°3 (Calcaire principal inférieur) : Les roches calcaires de ce membre sont très uniformes, de couleur gris noir à gris moyen aux cristaux fins à très fins et de

texture compacte ou oeuillée et lité, l'épaisseur moyenne de ce membre est d'une vingtaine de mètres.

- Couche n°4 (Roche marneuse intercalée): Ce complexe intercalé dans l'unité calcaire principale constitue un excellent niveau-repère stratigraphique avec une puissance de 2.1 à 4 m.

Les roches marneuses et les calcaires fortement marneux se distinguent très nettement des calcaires sus-jacents et sous-jacents par le fait qu'ils sont friables et s'altèrent en petits morceaux jusqu'à une profondeur de 1 à 3 m.

- Couche n°5 (Calcaire principal moyen) : Les roches formant ce complexe de couches ont beaucoup de ressemblance avec celles du Calcaire principal inférieur. La puissance de ce niveau est cependant plus faible avec des valeurs comprises entre 8,09 et 10.6 m dans le panneau A. La puissance dans le panneau B semble être légèrement plus grande (environ 15 m).
- Couche n°6 (Roche marneuse intercalée supérieure): elle est semblable à celle des marnes intercalées inférieure (couche 4), elle constitue également un excellent repère stratigraphique, l'épaisseur de cette couche est comprise entre 6, 3 et 6,5 m.
- Couche n°7 ou Calcaire principal supérieur : Cette couche constitue le membre le plus récent du calcaire principal du gisement. Ses roches ressemblent largement à celles du calcaire principal inférieur et moyen et se composent surtout de calcaire faiblement marneux à très faiblement marneux. De couleur brunâtre, à cause de l'érosion récente, le calcaire de ce membre ne subsiste que dans certaines parties du gisement, mais il y occupe de larges superficies, sa puissance est d'environ 7 m en moyen.

I.6. Tectonique du gisement

En ce qui concerne la tectonique à l'échelle régionale, il est à noter que le Djebel Medjounes se caractérise dans son ensemble par le fait que les formes de ses éléments structuraux sont largement identiques à celles des formes de plissements observées par ailleurs dans la région. De telle sorte que les flancs des montagnes coïncident avec les flancs des couches, plissées et hachées de failles dans de larges domaines.

La tectonique caractérisant précisément le gisement du Djebel Medjounès proprement dit, il est à signaler quand ce qui concerne sa première structure plissée, la superposition à

celle -ci par un deuxième système de plis est particulièrement frappante dans le panneau A du gisement.

Le sens de la direction des couches, entre le Sud -Est et le Sud, au voisinage des sondages B2 et B3, change assez doucement vers le bord Nord du panneau A jusqu'à atteindre enfin une direction Est-Ouest.

Le pendage des couches change également assez doucement. Il diminue en général de 30° à 10° depuis le pied Ouest du Krefdj El Kerma vers la cime. Seul le bord Nord du panneau accuse un changement de direction et un redressement notables des couches au bord Sud du synclinal.

Par opposition à la partie Nord du gisement, les formes de plissement du panneau B sont plus simples. A part quelques flexures locales, on y observe cependant une tectonique cassante intense.

Pour ce qui est des failles, leur nombre est considérable mais les rejets notables ne sont observés que dans des cas isolés.

La faille la plus importante a provoqué un effondrement qui s'étend en forme de S, en direction Ouest-Est et qui a été choisi comme limite entre les panneaux A et B. Le rejet de cette faille est le plus faible au bord Est du gisement et augmente sensiblement en direction Ouest pour atteindre 25-30 m.

Outre ces failles à rejets plus ou moins importants, des chevauchements caractérisent également le panneau A du gisement.

La majorité des failles et des chevauchements peuvent être réunis par groupes selon les sens de leurs directions qui épousent généralement ceux des diaclases observés, très nombreux sur le gisement.

La direction de ces failles semblent se présenter par paires selon la direction suivantes :

- 120° à 125° N ; 130° à 140° N.
- 70° à 80° ; 40° à 50°.

Ces directions sont aussi celles des diaclases qui caractérisent si souvent les calcaires, Présentant en groupes sensiblement parallèles. [4]

I.7. Caractéristiques quantitatives

I.7.1. Composition chimique de gisement

La composition chimique du gisement représentée par son unité principale utile (couches n 3 à 7) est telle que présentée dans le tableau I.1. Il est à noter que cette composition a résulté de la considération des résultats de tous les travaux réalisés, ceux de 1973-1974 et 1981. Elle est donnée pour tous les gradins constituant le gisement. [5]

Tableau I.1. Composition chimiques du gisement. [5]

Gradin	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O ₅	P ₂ O ₅	PF
1238	9.16	0.84	0.49	48.85	0.80	0.16	0.08	0.07	-	39.10
1223	10.59	1.14	0.53	47.65	0.98	0.43	0.10	0.09	-	37.96
1208	10.70	1.20	0.48	47.92	0.91	0.05	0.07	0.06	-	37.92
1193	9.75	1.12	0.48	48.06	0.88	0.13	0.09	0.08	-	38.26
1178	10.40	1.27	0.58	47.67	1.05	0.24	0.14	0.08	.	38.46
1163	9.78	1.09	0.50	48.32	0.88	0.11	0.08	0.09	-	38.70
1148	10.82	1.38	0.73	47.41	0.94	0.25	0.14	0.09	-	37.97
1133	10.29	1.07	0.58	47.98	0.85	0.30	0.13	0.06	-	38.50
1118	10.31	1.15	0.63	47.56	0.99	0.25	0.08	0.07	0.05	38.40
1103	10.17	1.05	0.55	47.80	1.09	0.21	0.08	0.11	0.24	38.79
1088	10.40	1.22	0.62	47.47	1.00	0.27	0.10	0.11	0.09	37.76
1073	12.29	2.25	0.49	45.36	1.09	-	-	-	-	38.54
Moyenne-Gisement	10.22	1.21	0.58	47.71	0.96	0.23	0.10	0.08	0.15	38.36

I.7.2. Propriétés physico-mécaniques :

La masse volumique des calcaires est de 26 t/m³; leur résistance à la compression atteint 772.4 kgf/cm² et leur humidité naturelle est de 0.5%.

La broyabilité des roches, déterminée suivant le procédé de broyage ventilé en utilisant un appareil MBK (Zeisel), a affiché des résultats variant entre 10.7 et 13.6 ; la moyenne étant de 11.73. [5]

I.8. Hydrologie du gisement

Le contexte hydrogéologique du gisement favorisera l'exploitation. Des sources d'eaux provisoires apparaissant pendant ou bien juste après les pluies ne devraient pas empêcher les travaux miniers, les eaux s'évacueront facilement par gravitation hors de la carrière. [1]

I.9. Calcul des réserves géologique

La méthode de calcul des réserves adoptée est celle des coupes géologiques ; elle est dictée par la morphologie du gisement et la puissance irrégulière de l'assise utile.

Le plan topographique élaboré à l'échelle 1/2000 a servi de base pour le calcul.

Le volume de chaque bloc a été obtenu par la formule correspondante. Le poids volumique pris sur le calcul des réserves est de 2.6 t/m³

La quantité des réserves de chaque bloc a été obtenue d'après la formule $Q = V \cdot \gamma$.

Ou : Q = quantité des réserves en tonnes V = volume en m³.

γ = poids volumique en t/m³.

Quant au volume (m³) de chaque gradin, il a été obtenu par la formule suivant :

$$V = S \times H ; [m^3].$$

Ou : S : Surface de gradin [m²].

H : hauteur de gradin [m].

Au total six (06) blocs ont été délimités pour ce calcul des réserves.

Tableau I.2. Calculs des réserves. [4]

N° du Bloc	Superficie Des Coupes m ²	Distance Entre les Coupes (m)	Volume m ³	Poids l volumiqu (t/m ³)	Quantité (tonnes)
BLOC 1	12410	304	7 552 337.99	2.6	19636 078,8
	38599				
BLOC 2	38599	91.9	2 579 515.21	2.6	6706 739,55
	18708				
BLOC 3	18708	233.8	3 736 430.54	2.6	9 714 719,4
	12975				
BLOC 4	12975	464.2	11522659.82	2.6	29958 915,5
	36114				
BLOC 5	36114	122.4	5 018 316.24	2.6	13047 622,2
	45888				
BLOC 6	45888	286	7 070 932.47	2.6	18384 424,4
	7249				
Total	305519	-	37 480 192.27	2.6	97448499,9

Les réserves géologiques d'après les limites des réserves géologique et l'avancement des travaux d'exploitation sont évaluées 97 millions de tonnes en calcaire.

Ces réserves restent encore suffisantes pour alimenter la cimenterie d'Ain El Kebira pendant plus de 50 ans pour la capacité de 1000 000 tonnes de clinker par ans. [4]

I.10. Conclusion

Le gisement de calcaire de djebel Medjounes a fait l'objet d'une première étude géologique préliminaire en 1973-74 par campagne de sondages par la firme allemande KLÖCNER INDUSTRIE/GMBH.

Ensuite des travaux complémentaires ont été effectués en 1981 par l'Ex-ENDMC/UREG dans le cadre de la phase détaillée des recherches avec notamment une maille plus réduite comportant 31 ouvrages supplémentaires sur le même site. Ces investigations visaient une meilleure approche de la connaissance de la qualité de la matière première et les limites du gisement.

Il est à déplorer encore une fois que tous les documents relatifs à cette étude (rapport géologique, résultats d'analyses de laboratoires, logs de sondages etc...) soient égarés.

Néanmoins, les réserves géologiques exploitables calculées tour à tour par les deux études font état d'un volume de 149 millions de tonnes de calcaire pour la première étude et 123,6 MT pour la seconde. Comme il a été dit plus haut cet écart s'explique aisément du fait notamment que les deux organismes ont travaillé sur des périmètres différents.

Aujourd'hui, bien que le périmètre de la carrière de calcaire octroyé par l'ANPM soit de 133 ha, les réserves géologiques exploitables restantes n'occupent actuellement que 80 ha.

Le présent rapport a pour objectif l'évaluation des réserves géologiques restantes sur le gisement de calcaire de Djebel Medjounes.

Tous les travaux de laboratoire confirment qu'on est un bien en présence d'une matière première calcaire régulière de bonne qualité (riche en Cao et dépourvue d'éléments nocifs) et convient parfaitement quant à son emploi comme sur-dosé dans l'industrie des ciments.

Au regard du calcul fait sur la base du plan topographique réalisé et actualisé par le CETIM, les réserves géologiques restantes ont été évaluées à 97 millions de tonnes, la durée de vie du gisement est supérieur 50 ans d'exploitation de la carrière.

Chapitre II

Chapitre II : Généralités sur l'opération de chargement dans les carrières

Introduction

Dans les mines et les carrières le chargement et le transport représentent les postes clé dans le prix de revient des matériaux.

Aussi, le choix du matériel de chargement est fondamental puisque ce sera lui qu'assurera la production.

Avant de déterminer le meilleur matériel de chargement il est important d'analyser :

- Les différentes méthodes de chargement, pour vérifier le choix le plus judicieux.
- L'équilibre entre le matériel de chargement, les matériaux de transport et la production du concasseur afin de déterminer avec soin la taille de chacun des matériaux.
- L'optimisation de la flotte afin d'être sûr que chaque matériel est bien utilisé.

L'objectif de cette présentation est rappelé les principales caractéristiques des matériels de chargement, en se limitant toutefois aux matériels les plus utilisés en carrière que sont les chargeuses sur pneumatiques et les pelles hydrauliques.

Les décapeuses, qui sont-elles aussi des matériels de chargement. Dans d'autres articles seront présentés nombre de matériels de chargement tels que pelles à câbles, draglines, dragues, roues-pelles, mineurs continus ...

La comparaison de la conception technique de ces différents matériels va nous guider vers le choix le mieux approprié de ces matériels [6].

II.1. Les moyennes de chargement

II.1.1. Chargeuses

II.1.1.1. Les chargeuses sur pneumatiques

Ces machines sont identiques à celles utilisées en «chargement –transport » sur des distances faibles. Lorsqu'elles sont utilisées pour charger un engin de transport, en général des tombereaux articulés ou non on peut dans une certaine mesure adapter la

chargeuse aux dimensions de l'engin de transport en particulier les hauteurs de levage et les capacités de godet.

En conditions d'adhérence précaires il est possible d'adapter des systèmes de chaînes ou de tuiles pour réduire l'usure des pneus et améliorer la pénétration au tas.

Toutefois dans ce cas particulier il est préférable d'orienter le choix de la machine vers une chargeuse sur chenille, tracteur à chaînes qui, présente un meilleur potentiel de productivité. [7]



Figure II.1. Chargeuse sur pneumatique. [7]

II.1.1.2. Les chargeuses sur chenilles

Ce matériel est l'évolution d'un tracteur sur chaînes équipé d'un système à godet chargeur. Son utilisation principale consiste à extraire les matériaux du tas abattu en roches massives lorsque les conditions locales de granulométrie et/ou de foisonnement sont mauvaises ou médiocres. Ce type de matériel est également bien adapté à l'extraction directe des matériaux alluvionnaires secs ou humides. [7]

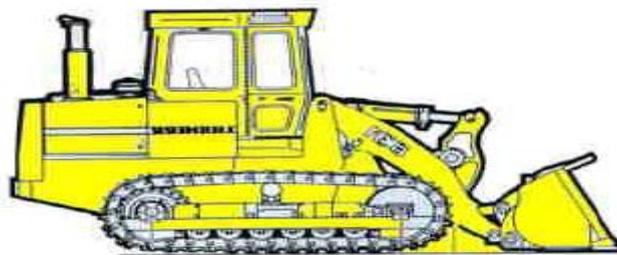


Figure II.2. Chargeuse sur chenilles. [7]

II.1.1.3. Caractéristiques des chargeuses

a) Taille et types du godet en (m³) :

Il faut définir les godets en fonction du travail à réaliser. En chargement au front de taille, il faudra choisir un godet "rocher " avec lame en V ou V tronqué et, en fonction de l'abrasivité et de la difficulté à pénétrer les matériaux, un type de dents et de pièces d'usure.

b) Poids en ordre de marche.

c) Puissance au volant.

d) Cylindrée et régime.

e) Force d'arrachage :

La force d'arrachage d'une chargeuse est la force verticale maximum exercée de bas en haut à 100 mm en arrière de la pointe de la lame de coupe calculée dans les conditions suivantes :

- chargeuse horizontales sur sol dur.
- freins desserrés.
- fond du godet horizontal à 20 mm du niveau du sol.

f) Hauteur de vidage avec inclinaison de 45°.

Il est important de connaître cette hauteur pour savoir s'il sera possible de vider dans des bennes dont la hauteur des ridelles est importante

g) Portée au levage maxi avec inclinaison de 45°.

Il est important de connaître cette portée pour savoir si le vidage se fera bien au centre de la benne et si le chargement sera bien réparti.

h) Charge limite d'équilibre statique :

- en ligne.
- au braquage maximum.

Ces deux informations vont permettre de connaître la vraie charge utile de la chargeuse et sa stabilité. La charge utile pratique ne devrait pas dépasser 50% de la charge limite d'équilibre au braquage maximum.

i) Durée de cycle hydraulique

- levage de l'équipement.
- vidage du godet.
- abaissement de l'équipement.

Ces informations permettront de connaître la vitesse théorique du cycle d'une chargeuse.

j) Diamètre de braquage avec godet :

Cette information permettra de connaître la surface minimum de travail de la chargeuse. [6]

II.1.2. les Pelles

II.1.2.1. Pelles hydrauliques en «rétro» ou en «butte»

Cet autre type de pelles a 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. [7]

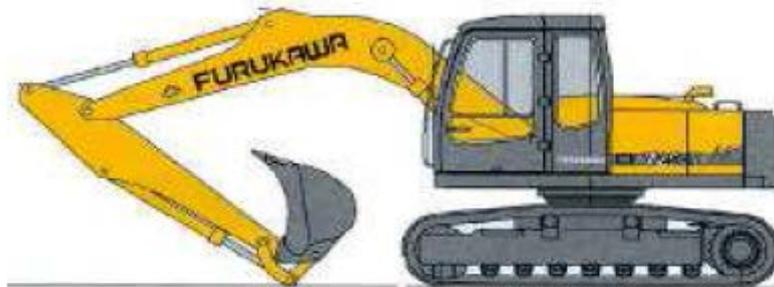


Figure II.3. Pelle hydraulique. [7]

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 des possibilités de franchissement importantes.
- Une faible pression au sol.
- Des commandes hydrauliques qui facilitent les déplacements, la rotation de la tourelle, les mouvements de la flèche et du godet.
- Un bon remplissage du godet.
- Des temps de cycle court.
- La possibilité de trier les matériaux (chargement sélectif).
- Une durée de vie importante de 20.000 à 30.000 heures. [7]

II.1.2.2. Les pelles à câbles sur chenilles

La pelle à câbles a été et reste malgré la montée en puissance des pelles hydrauliques l'engin de chargement des grandes mines à ciel ouvert. Pour des pelles de 3 à 30 m³ de godet il existe sur le marché mondial 8 constructeurs qui proposent environ 40 modèles de poids de 100 à 1500 tonnes. Les progrès ont été très rapides durant la dernière décennie.

Plusieurs modèles standards avec des puissances de 500 à 800 kW permettent de charger des matériaux de densité et de granulométrie variables avec des godets de 15 à 30 m³. Dans ces conditions les temps de cycle évoluent de 0,42 à 0,60 minute avec une disponibilité qui atteint fréquemment 90%. Ces machines de construction lourde ont des durées de vie qui peuvent dépasser 20 ans. Les grosses pelles à câbles sur chaînes sont en général électriques. Elles chargent en tombereaux ou en trémies mobiles d'alimentation de convoyeurs à bandes avec ou sans concassage primaire. Les très grosses machines, godet de 30 m³ et plus sont montées sur patins. [7]



Figure II.4. Pelle à câbles sur chenilles. [7]

II.1.3. Les draglines marcheuses

Le parc de ces matériels s'est considérablement réduit au cours de ces vingt dernières années sous la concurrence des pelles hydrauliques. L'équipement dragline est cependant toujours utilisé pour les grands travaux de découverte des mines à ciel ouvert en Amérique du Nord, Afrique et Australie. [8]

En France ces matériels sont presque exclusivement réservés à l'extraction de gisements alluvionnaires en eau.

A sec l'avantage de la dragline sur la pelle hydraulique réside dans le fait que l'on peut stocker des quantités importantes de matériaux grâce à la hauteur de gerbage et la portée importante de ces machines. Il devient alors possible d'extraire des tranches importantes de gisement que l'on pourra par la suite homogénéiser en fonction de la demande du marché. [7]



Figure II.5. Dragline. [7]

Pour un travail et matériau donné le fonctionnement de la dragline est conditionné par :

- Le type de travail à réaliser, extraction, découverte à sec ou en eau.
- La longueur et l'inclinaison de la flèche.
- Le type de godet.
- L'équilibrage de la machine.
- L'angle de cavage du couteau d'attaque ou des dents. [7]

Les caractéristiques principales des draglines marcheuses sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.1. Caractéristiques principales des draglines marcheuses. [6]

Fleche	50 à 120 m
Godet	10 à 165 m ³
Puissance électrique	1000 à 20 000 kW
Poids total	500 à 13 000 tonnes
Angle de flèche	30 à 40°
Profondeur de dragage	0 à 50 m

II.1.4. Roue pelle

Les roues pelles sont des excavateurs à fonctionnement dit continu, se déplaçant sur chenilles, qui attaquent les terrains par l'intermédiaire d'une roue à godet fixée au bout d'un bras, les godet déversant les produits abattus sur un ensemble de convoyeur à bande portés par la machine, la caractéristique essentielle de ces machines est qu'elles ne peuvent extraire que des matériaux relativement friables (terre, sable, argile, gravier, phosphate ...), il existe toutefois quelques opération ou des roues pelle opèrent sur des matériaux ébranlés à l'explosif.

La granulométrie de produit abattu (son abrasivité) est alors un point crucial, un autre point majeur concernant l'applicabilité des roues pelles le colmatage du matériau abattu, notamment au niveau des godets de la roue.

Il existe une très vaste gamme de roue pelles depuis des petites machines compactes pour de terrassement de génie civil jusqu'à des machines géantes utilisées essentiellement pour l'extraction du recouvrement et du minerai dans des grandes mines à ciel ouvert de lignite ou de phosphate, en particulier.

Comme une pelle (mais a la déférence d'une dragline), la roue pelle n'a de sens qu'associée au système de transport qui évacue les produit qu'elle abat [6].



Figure II.6. Roue pelle.

II.2. Méthodes de chargement

Pour réduire le temps d'immobilisation des matériels de transport, il faut analyser la meilleure méthode de chargement.

II.2.1. Méthodes de chargement par des chargeuses

II.2.1.1. Chargement par chargeuses sur pneumatique

Dans ce cas aussi ne privilégions la chargeuse se déplaçant plus facilement, et le placement du camion du côté gauche de la chargeuse pour une bonne communication visuelle entre les conducteurs.

Pendant sa manœuvre la chargeuse reculera en articulant de telle sorte qu'après avoir reculé elle avance droit sur le camion pour des raisons de sécurité et de stabilité. Attention de ne jamais articuler une chargeuse sans bouger cela engendrerait une forte usure des pneumatiques (L'angle de déplacement de la chargeuse devant être de 45 à 60° pour gagner du temps et économiser des pneumatiques).

Les temps de chargement seront supérieurs aux taux de chargement avec les pelles en butte car le cycle de base est plus long pour les chargeuses.

Pour diminuer encore le temps d'immobilisation du camion, il est possible d'utiliser la méthode de chargement dite « en T ».

Dès que le camion entre de l'aire de chargement, il passe entre le front de taille et la chargeuse. Dans cette position il reçoit le premier godet. Pendant que la chargeuse remplit son deuxième godet, il se place comme dans le cas traditionnel, les autres godets étant vidés comme dans le cas précédent.

Le gain de temps avec cette méthode peut être estimé à 0,20 min soit une production améliorée de 5 à 10%. Cette solution est peu utilisée car elle nécessite une parfaite synchronisation entre la chargeuse et le camion. [6]

La chargeuse extrait les matériaux du tas abattu pour les roches massives ou directement dans le cas de roches alluvionnaires et les charge dans des tombereaux. Pour ce travail il est recommandé de ne pas avoir de godet de taille inférieure à 4 m^3 sauf conditions particulières ou très faible débit. Il existe en effet des ratios économiques limites entre la capacité du tombereau et le volume du godet. Dans cette configuration de travail le tombereau se placera, l'arrière au tas, avec un angle d'environ 45° . La position relative chargeur / tombereau sera telle que le parcours (d) soit minimum. Cette distance dépend du rayon de braquage maximum de la machine. [7]

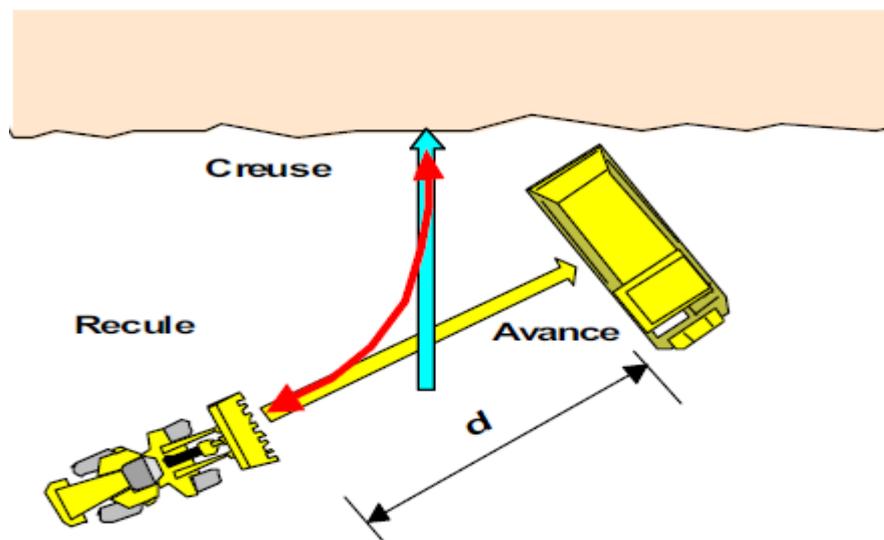


Figure II.7. Méthode de chargement par chargeuse « en T ». [7]

II.2.1.2. chargement par chargeuses sur chenilles

Avec un chargeur sur chaînes, la machine tourne pratiquement sur place, cette distance est égale à la longueur hors tout de la machine + 1 ou 2 m. de dégagement. Les conducteurs expérimentés réalisent ainsi des cycles de chargement très courts.

Le chargement se fait même que la méthode de chargement des chargeuses sur pneus les différences essentielles sont :

- Une meilleure force de pénétration au tas.
- Une meilleure adaptation à des terrains difficiles (déclivité adhérence).
- Une moins bonne mobilité ce qui impose des déplacements limités de l'ordre 10 à 20 m. maximum.
- Possibilité d'avoir une aire de chargement réduite grâce à des rayons de braquage très courts. Le chargeur peut tourner sur place par blocage d'une chenille.
- Un cycle de chargement réduit lié aux faibles déplacements de la machine. Par contre la gamme proposée par les constructeurs est beaucoup moins étendue que celle des chargeuses sur pneus. [7]

II.2.2. Méthode de chargement par des pelles

II.2.2.1. chargement par pelle en «butte»

Le camion se présente dans l'aire de chargement, fait une manœuvre pour se placer sous la pelle, si possible du côté cabine de la visuelles entre les opérateurs. Ce temps de manœuvre peut être estimé à (0,50 – 0,70 min).

La pelle attend le camion godet en l'air de telle sorte que l'angle de rotation soit un bon compromis entre le temps de rotation et le risque des pneumatiques du camion reculant sur une surface difficilement nettoyée par une pelle en butte (Dans certaines carrières ou mines, une chargeuse ou un bouteur sur pneumatique assure le nettoyage de l'aire de chargement).

Dès que le camion est en place, la pelle vide son premier godet puis les autres godets nécessaires. Le temps de chargement varie en fonction du nombre de godets (4 à 5 serait l'idéal) de 1,60 à 2,50 min.

Le temps total passé par le camion dans l'aire de chargement serait donc 2,10 min à 3,20 min. Cette méthode est la plus fréquente pour les pelles en butte.

Cependant, dans certaines carrières ou mines les camions se placent des deux côtés de la pelle pour gagner sur les temps d'attente mais avec le risque d'un mauvais

placement du camion et une visibilité réduite en chargeant le camion placé à droite de la pelle. [6]

II.2.2.2. chargement par pelle en «rétro»

En carrière les pelles travailleront à un niveau supérieur un celui de camion. La hauteur de la banquette sur laquelle elles travailleront sera d'environ la longueur de leur bras pour avoir une bonne visibilité sur la zone de chargement et de vidage mais aussi pour permettre un bon remplissage de godet.

Lorsque la pelle devra charger un abattage. Elle sera obligée de créer une rampe d'accès et une plateforme de travail, stable, ce qui lui fera perdre un peu de temps.

Bien en place sur la banquette, la pelle attendra le camion godet en l'air. L'angle de rotation idéal de la pelle étant d'environ 45 °.

Le camion, après sa manœuvre, se placera sous le godet de la pelle pour recevoir son chargement (recommandé de 4 à 6 godets) dans le sens de la longueur de la benne.

Cette position de camion permet au conducteur de la pelle d'avoir une meilleure visibilité sur la benne de camion et de mieux centrer la charge.

Le temps de chargement devrait être légèrement inférieur à une pelle en "butte" à nombre de godet égal. [6]

Le chargement en rétro à des règles de chargement à respecter sont :

- L'angle de rotation doit être minimal
- La hauteur de coupe (H) doit être telle que le godet se remplisse à refus en une seule passe
- Le plan de roulage doit être situé au niveau de chargement ou au niveau de travail. Toute position intermédiaire est à éviter
- La distance horizontale (course plane) doit être au moins égale à 2 fois le rayon du godet au niveau de chargement. [7]

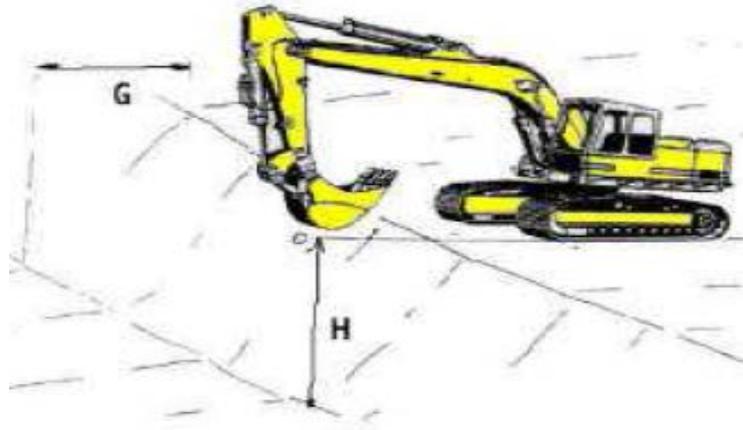


Figure II.8. Règles de chargement en rétro. [7]

II.2.2.3. Positionnement des tombereaux dans la méthode de chargement en pelles

Le Positionnement des tombereaux dans la méthode de chargement en pelles a quatre méthodes sont :

a) 1^{ère} méthode : positionnement «rétro»

Le schéma ci-dessous montre la position relative de la pelle et du tombereau. L'ordre de 30° dans cette configuration l'angle de rotation de la pelle est très faible de sorte que le cycle de chargement est court. Par contre le positionnement du tombereau requiert un peu d'habitude et d'adresse car la visibilité vers l'arrière est mauvaise.

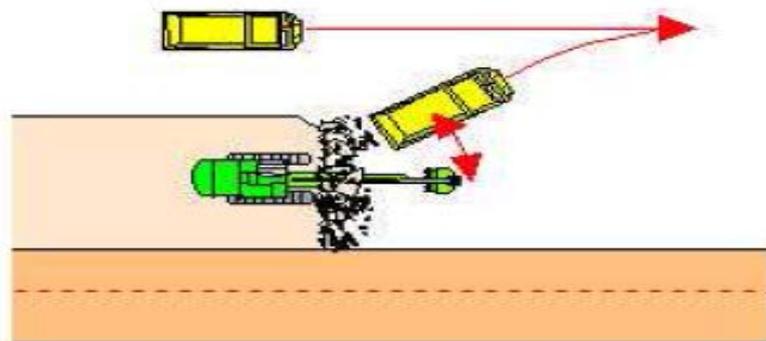


Figure II.9. Positionnement "rétro". [7]

b) 2^{ème} méthode : Positionnement «rétro» (Drive by)

Dans méthode dite du "drive by" (positionnement direct) le conducteur du tombereau se présente face à la pelle, il bénéficie donc d'une excellente visibilité. Il incurve sa trajectoire, schéma ci-dessous en fonction de la position de la pelle sur le tas pour venir se placer en bordure du talus de telle façon que le godet se trouve à la verticale du centre de gravité de la benne avant d'avoir atteint une rotation de 90°. Des angles compris entre 60 et 90° sont corrects. Le tombereau n'est pas parallèle au talus. Cette méthode augmente un peu l'angle de rotation mais le positionnement est beaucoup plus simple et rapide.

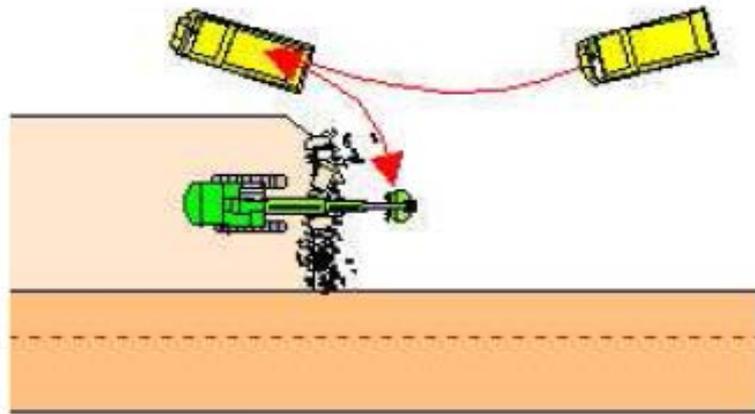


Figure II.10. Positionnement «rétro» (Drive by). [7]

c) 3^{ème} Méthode : positionnement «en butte»

Le roulage et le chargement sont au même niveau. La manœuvre consiste à placer le tombereau au plus près de l'abattage de telle façon que le godet, en position de déchargement se trouve au centre de gravité de la benne. Des angles de rotation compris entre 90° et 110° sont corrects.

Par rapport au tas en cours de chargement, la pelle se placera perpendiculairement et à une distance égale à 2 fois le rayon du godet. Le chargement côté gauche est préférable. Le conducteur du tombereau ayant un contact visuel permanent sur les manœuvres du conducteur de pelle. Afin de réduire les temps improductifs de changements de tombereaux on peut alterner les chargements à gauche et à droite de la pelle.

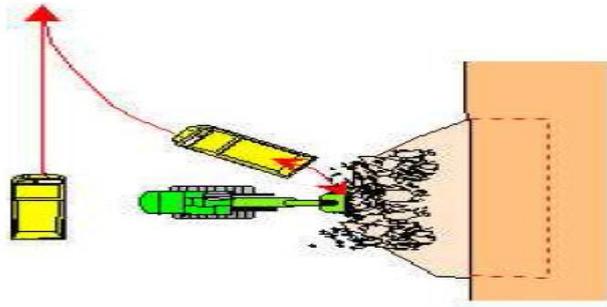


Figure II.11. Positionnement «en butte». [7]

d) 4^{ème} Méthode : Découverte

En découverte ou si la configuration de l'exploitation le permet, il est possible d'utiliser la méthode " drive-by ". Le positionnement est très rapide et facile. Le débit de la pelle est notablement augmenté. Cette méthode de travail est particulièrement recommandée lorsque la machine assure à la fois l'extraction et le chargement. C'est fréquemment le cas en découverte. On choisira alors la largeur de la passe (P) égale à environ 1 fois $\frac{1}{2}$ le rayon de giration de la pelle. [7]

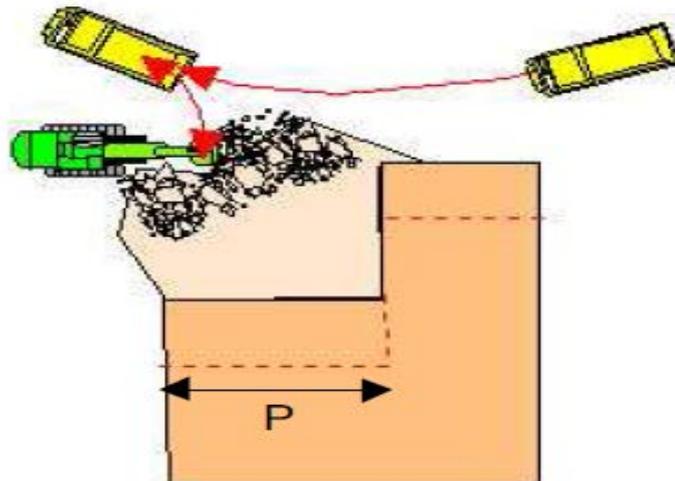


Figure II.12. Positionnement en Découverte. [7]

II.2.3. Méthode de chargement par draglines

II.2.3.1. Dragline en extraction

Ces machines peuvent être installées au sol, exploitation à sec ou en cordon suivant que le toit (partie supérieure) du gisement est à sec ou en eau. Lors de la récupération des cordons une réflexion approfondie s'impose pour ne pas perdre de

gisement. Il faut notamment veiller à ce que l'exploitation se fasse "en rabattant " les cordons les plus éloignés devant être récupérés en premier. [7]

Dragline en extraction

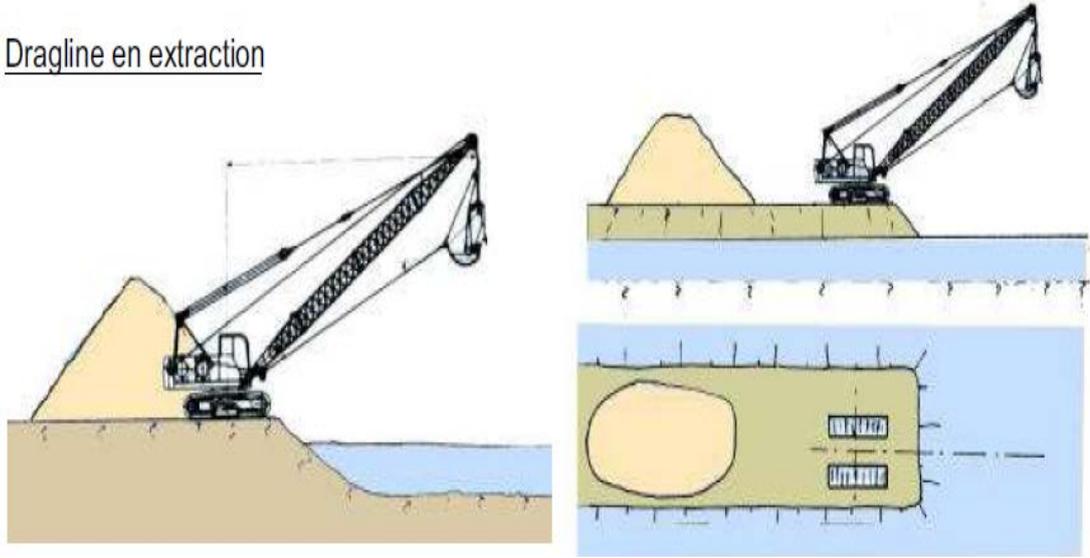


Figure II.13. Dragline en extraction. [7]

Pour les gisements en eau profonde il est préférable d'installer la drague sur une barge. La machine est alors équipée d'un grappin. Le transport des produits se fait soit par convoyeurs lorsqu'ils sont stockés à terre soit également par barge lorsqu'ils sont expédiés directement. Ce type d'exploitation tend cependant à se réduire car il induit des modifications importantes dans le profil hydraulique des rivières et son impact sur l'environnement, flore et faune induit des remises en état ou des contraintes d'exploitation coûteuses. [7]

II.2.3.2. Dragline en découverte

La dragline peut aussi assurer l'extraction et le transport c'est le cas dans la découverte de gisement minier. La largeur des passes est fonction de la portée de la flèche. La remise en place des stériles et la réhabilitation du site s'opère en même temps que l'extraction. Cette méthode est très utilisée avec de gros matériel pour l'exploitation de charbon (Amérique du Nord) ou de nickel (Nouvelle Calédonie). Les prix de revient au m³ excavé sont alors très bas. [7]

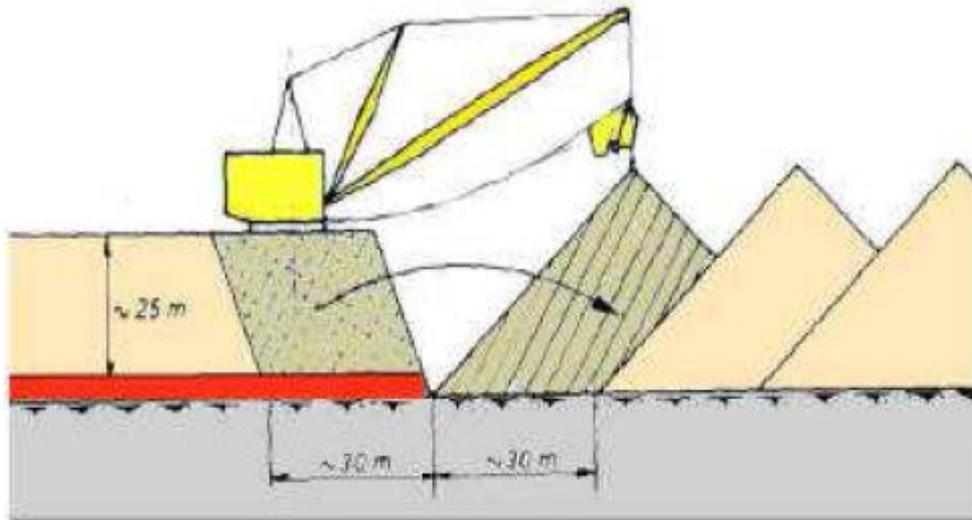


Figure II.14. Dragline en découverte. [7]

II.3. Choix de l'engin de chargement

Le choix de l'engin de chargement, pelle ou chargeuse, est lié à la granulométrie, la densité et le foisonnement des matériaux abattus, ainsi qu'à la qualité de l'aire de chargement, déclivité, adhérence. [7]

La détermination du type d'engin d'excavation et de chargement est basée sur les facteurs naturels :

- La matière des roches ;
- La méthode d'exploitation ;
- La production envisagée ;
- Les mesures de sécurité.

L'adaptation des engins de grandes capacités est conditionnée par les dimensions et les réserves du gisement.

II.3.1. Choix d'un type de pelle

La détermination du type de pelle le plus approprié se fait à partir des éléments suivants :

- La production envisagée.
- La nature des matériaux.
- La granulométrie.
- La hauteur du front de taille.

D'autres facteurs entrent également en compte :

- La mobilité nécessaire de l'appareil de chargement ;
- Sa rapidité (cycle de base) ;
- Le mode de déchargement (trémie ou tombereaux).

Sur le plan financier ces machines comportent des dépenses d'investissement, donc des frais d'amortissement élevés mais permettent d'obtenir des coûts opérationnels très bas. [9]

II.3.2. Choix d'un type de dragline

Les éléments du choix d'une pelle sont aussi à prendre en considération pour une dragline. Mais au contraire d'une pelle mécanique, sur une même machinerie de dragline (comme celle de la pelle hydraulique), on peut monter des équipements différents. Ainsi, il y a une étude plus poussée à faire pour déterminer :

- La machinerie de base ;
- La longueur de la flèche ;
- La capacité et le type du godet.

Tout cela en fonction des conditions précises du travail demande aux draglines. [9]

Conclusion

Le chargement est un processus important contribuant au rendement d'une entreprise, il s'effectue par des engins tel que : les pelles et les chargeuses.

Le chargement par les engins s'effectue avec plusieurs méthodes et leurs choix dépendent de leurs caractéristiques.

Le chargement s'effectue le plus souvent au moyen de pelles à câbles, de pelles hydrauliques ou de pelles en butte.

Pour le chargement de blocs anguleux ou en terrain humide, les pelles sur chenilles sont préférables. Par contre, les chargeuses sur pneus, d'un coût bien moindre, conviennent pour le chargement de matériaux de plus faible calibre et faciles à extraire. Ces chargeuses sont très maniables et particulièrement bien adaptées aux opérations exigeant des déplacements rapides et aux opérations de mélange de matériaux.

Elles sont souvent utilisées pour reprendre les produits apportés par camions à proximité des concasseurs, les transporter et les déverser dans ces derniers.

Chapitre III

Chapitre III : Généralités sur l'opération de transport dans les carrières.

Introduction

Dans les carrières ou les mines à ciel ouvert l'objectif de transport est le déplacement des charges « soit minéraux utiles, soit roches stériles » depuis les fronts de travail vers les lieux de déchargement (stocke, usine de traitement, station de concassage) pour les substances utiles, et les terrils pour les roches encaissantes (stériles).

Dans cette catégorie on distingue les engins qui assurent le transport en continu (convoyeurs à bandes, transport hydraulique ou pneumatique), et ceux qui réalisent des transports en discontinu (les tombereaux articulés, les tombereaux rigides, les décapeuses, les chargeuses sur pneumatiques, les bouteurs).

III.1. Transport par matériels mobiles (discontinue)

III.1.1. Transport sur des distances inférieures à 200 m

III.1.1.1. Bouteurs sur chaines (bulldozer)

Les bouteurs sont les matériels privilégiés lors de refoulement de matériaux sur courtes distances. En effet, ils sont bien adaptés à tous les matériaux, à toutes les conditions de roulage, leur lame de refoulement ce charge rapidement, mais leur distance de transport est limitée à 80 à 100 m au maximum sauf cas particuliers. [6]



Figure III.1. Bouteurs sur chaines (bulldozer). [7]

Le bouteur se charge rapidement en roches meubles. Il est utilisé pour refouler les matériaux sur des distances courtes de l'ordre de 40 à 100 m. maximum pour les équipements sur chenilles. Dans cette fonction il faut porter attention aux points suivants :

➤ Le choix de la lame et le nombre de vérins de dévers est important. Pour le refoulement de matériaux de carrières on utilisera une lame droite avec joues latérales dites lame " semi U " avec doubles vérins de dévers hydrauliques ;

➤ La pente a une influence le rendement.

Exemple, sur une pente de 10% la production varie de plus ou moins 20% suivant que l'on refoule en descendant ou en montant. [7]

III.1.1.2. Chargeuses sur pneumatiques

L'utilisation des chargeuses sur pneumatiques peut être une solution pour transporter des matériaux à moins de 200 m.

Les chargeuses sur pneumatiques sont utilisées pour le chargement et le transport en carrière lorsqu'elles sont équipées de concasseurs mobiles. Elles peuvent encore être employées après le concasseur, pour constituer des stocks de granulats.

En effet les chargeuses sur pneus sont très mobiles leur vitesse de déplacement pratique pouvant être de 25 à 30 km/h.

L'utilisation, économiquement rentable, des chargeuses sur pneus en chargement-transport est limitée à des distances ne dépassant pas 150 m sauf exception.

Bien entendu, dans ces applications de roulage, il est conseillé d'équiper ces matériels d'un dispositif "anti-tangage" qui améliore beaucoup le confort de conduite, la longévité des organes de transmission et la structure de ces chargeuses. [6]

III.1.1.3. Autre matériels

a) Draglines

Dans les gros mines, les draglines sont utilisées pour faire des déplacements des matériaux sur des distances qui peuvent aller jusqu'à 150 m environ en fonction de :

➤ La zone d'extraction ;

➤ L'angle de rotation ;

➤ La zone de vidage.

La longueur de la flèche et son angle de redressement détermine les distances entre l'extraction et le vidage. [6]

b) Décapeuses sur chaînes :

Ces matériels peu utilisés, en Europe, mais peuvent présenter un avantage dans les cas suivants :

- Distances de transport très court ;
- Matériaux meubles ;
- Fortes résistances au roulement ou pente importante. [6]

c) Tombereaux sur chaînes :

Ces matériels très peu utilisés en Europe ont une application dans les cas suivants :

- Distances de transport très court ;
- Tous types des matériaux ;
- Fortes résistances au roulement ou pente importante. [6]

III.1.2. Distances de transport supérieur à 200 m**III.1.2.1. Les décapeuses ou scrapers**

Ces machines réalisent à la fois l'extraction par couche de 20 à 25 cm. Le transport sur des distances de 100 à 2000 m. et le déversement. Les décapeuses peuvent être tractées ou automotrices. Ce dernier cas est le plus courant. On les utilise en tandem, une machine poussant ou tractant l'autre durant la phase de raclage. Lorsque la machine travaille en « solo » un buteur assure la phase chargement (ripage) sauf en terrain très meuble. [7]



Figure III.2. Décapeuse ou scraper.

Leurs principales utilisations sont :

- L'extraction des terres végétales avant exploitation à ciel ouvert ;
- Les terrassements de routes et de plates-formes ;
- L'extraction des stériles de recouvrement, en général après travail au ripper. [7]

Les bennes de décapeuses d'une conception très différente, ces bennes, moins robustes que celles des autres matériels de transport sont adaptées au chargement par le fond de matériaux meubles ou bonne granulométrie. [6]

III.1.2.2. Les tombereaux

a) Tombereaux à châssis rigides

Les tombereaux rigides couramment utilisés en carrière et TP sont des engins à 4 ou 6 roues avec un essieu moteur. Leur capacité utile est très variable, elle va de 25 à 150 tonnes. Il existe même des prototypes de 320 t. Quelques engins de 200 t sont déjà en service.

Les pentes couramment admises pour les montés en charge sont de 8% avec un maximum de 10 à 12% sur de très courtes distances. Les performances dépendent étroitement de la qualité des pistes, pente, courbe, largeur, état d'entretien etc. et de l'aménagement des points de déversement. [7]



Figure III.3. Tombereau à châssis rigide. [7]

Ils sont particulièrement recommandés :

- En mines et carrières ;
- En transport des matériaux rocheux ou abrasif ;
- Sur les chantiers de terrassement importants qui justifient la création de bonnes pistes.

Les seules limitations à leur utilisation sont :

- Ouvertures de chantiers lorsque les pistes ne sont pas faites ;
- Roulage sur des pistes avec de fortes résistances au roulement supérieur à 5% ;
- Grandes distances de transport, supérieures à 5000 m. [6]

Les bennes des tombereaux rigides sont très polyvalentes et s'adaptent bien à tous types de matériaux. Ces bennes, qui peuvent être renforcées facilement, sont particulièrement bien adaptées au transport de matériaux rocheux et abrasifs.

La plupart des constructeurs offrent sur cette taille de tombereaux deux types de bennes :

➤ **Les bennes à fond plat** : qui sont particulièrement bien adaptées aux carrières de roche dures et abrasives. Le vidage est plus régulier et l'usure de la partie arrière de la benne est moindre. (Réchauffage de benne ne possible par échappement lors de travaux dans matériaux collants).

➤ **Les bennes à double déclive** : qui sont mieux adaptées aux travaux traditionnels de terrassement. La charge est mieux centrée et la « queue » arrière est plus relevée pour mieux retenir les matériaux dans les pentes. Par contre le vidage est moins régulier avec une usure importante de la partie arrière de la benne dans les matériaux abrasifs. (Réchauffage de benne possible par échappement lors des travaux dans matériaux collants). [6]

b) Les tombereaux à châssis articulés

La dernière décennie a vu se développer ce type de matériel en carrière et découverte alors qu'il était jusqu'alors plutôt réservé aux chantiers de TP et aux exploitations souterraines. Ils ont en général un châssis articulé oscillant ce qui leur confère une excellente maniabilité et une meilleure adhérence au sol. Comme ils ont en général 4 ou 6 roues motrices ils peuvent évoluer en mauvais terrains sans trop de difficulté en particulier pour les montés en charge. [7]

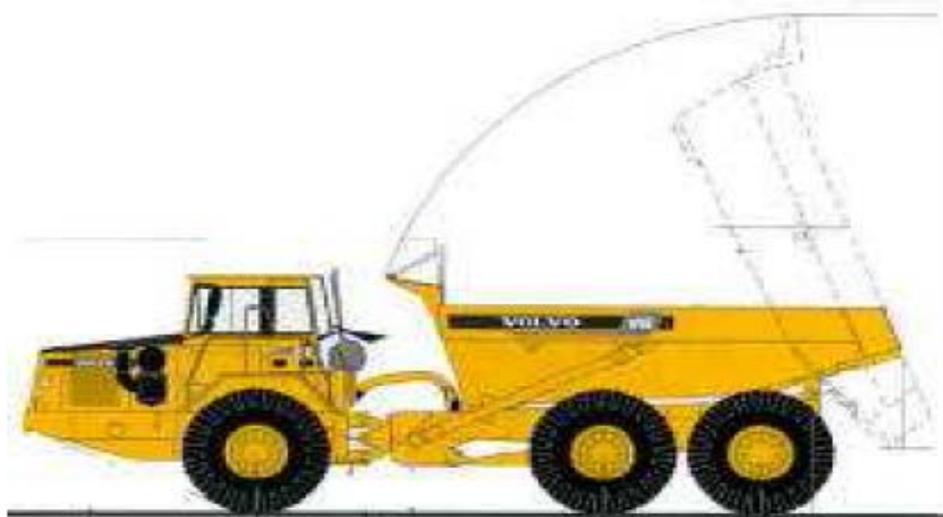


Figure III.4. Tombereaux à châssis articulé. [7]

Leurs emplois sont conseillés dans les applications suivantes :

- Sur pistes avec des fortes résistances au roulement ;
- Lorsque les zones de chargement et de vidage sont étroites et difficile ;
- En transport de matériaux avec bonne granulométrie et peu abrasifs.
- Sur des distances de transport moyennes de (200 à 2000 m). [6]

Les bennes de ces tombereaux sont d'une conception très différentes des de celles des tombereaux rigides. Par contre ces bennes sont plus longues, plus étroites et plus basses que les bennes des camions rigides. Cependant la largeur de la benne, et l'application de ces tombereaux sur des terrains plus souple, nous fait privilégier une association avec les pelles en « rétro » au chargement.

Ces bennes peuvent être équipées de réchauffage pour réduire le colmatage fréquent et, comme les tombereaux rigides, elles peuvent être équipées de portes arrières, soit hydrauliques soit mécaniques de type « ciseaux ».

Ces bennes sont particulièrement bien adaptées au terrassement et déconseillées en matériaux rocheux de par leur forme qui augment l'abrasion des tôles arrières.

Enfin, ce seront des bennes plus difficiles à renforcer avec, au moins 5 tôles différentes. Ne pas oublier de minorer la charge utile du tombereau du poids des renforts. [6]

III.2. Transport par matériels fixes (continu)

Le minerai concassé sera transporté depuis les mines jusqu'à l'installation de traitement par le biais de convoyeurs installés le long de la crête. Le système de convoyeur sera composé de convoyeurs au niveau du sol installés sur des tréteaux bas permettant un accès aisé au mécanisme de convoyeur. [11]

III.2.1. Les transporteurs (Les convoyeurs) à bande

Les convoyeurs sont utilisés pour le transport des roches tendres ou des produits bien fragmentés. La pente admissible pour Les convoyeurs à bandes est de (18° à 20°), la largeur de la bande varie entre (800 à 3000 mm) avec une vitesse de (3 à 6 m/s) étant donnée le rendement important des convoyeurs, la production de la carrière doit être grande pour justifier les dépenses d'investissement pour ce genre de transport.

Suivant l'endroit où les convoyeurs sont installés et leur usage, on distingue :

- Les convoyeurs de taille ;
- Les convoyeurs de concentration ;
- Les convoyeurs d'élévation. [12]

III.2.2. Eléments constitutifs d'une bande transporteuse

Les bandes transporteuses sont essentiellement constitué d'une carcasse textile ou métallique destinée à supporter les efforts liées au fonctionnement et de revêtement assurant la protection de la carcasse et la résistance à l'usure vis-à-vis des contacts extérieurs. [6]

III.2.2.1. la carcasse

a) Définition

Les carcasses sont composé soit de plis de tissus, soit de nappe de câble (textile ou acier), de résistance et de modules d'élasticité approprié. [6]

Dans le sens longitudinal, on utilise le terme chaîne ; et dans le sens transversal, trame.

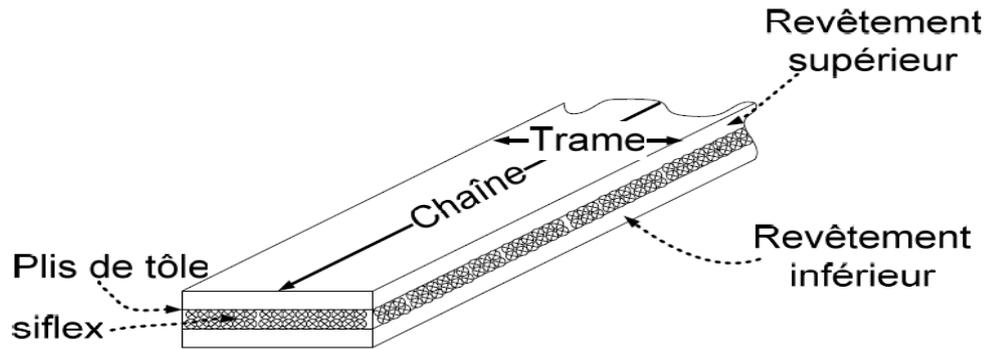


Figure III.5. Constructions de bande transporteuse. [9]

Les tôles des courroies transporteuses de même matériau en chaîne et en trame ou en matériaux différents, chacun des matériaux est désigné par un symbole EP ou E signifie polyester en chaîne et P polyamide en trame.

Nous donnons un matériau de carcasse le plus employé : Polyester Polyamide EP : les toiles EP sont constituées de polyester en chaîne et de polyamide en trame. Cette combinaison assure à la toile des propriétés apportant des avantages suivants :

- Résistance élevée par rapport au poids ;
- Grande résistance aux impacts ;
- Allongement minime ;
- Grande flexibilité et bonne formation à l'auge ;
- Insensibilité à l'humidité et aux micros organismes. [9]

b) Fonctions

La carcasse a pour fonctions d'une part de transmettre et d'absorber les efforts auxquels est soumise la bande. Il s'agit des efforts de traction transmis par le tambour moteur ; d'autre part, la carcasse doit absorber les impacts produits au chargement de la matière sur le transporteur ou au passage de la bande chargée des matières sur les rouleaux porteurs. [9]

III.2.2.2. le revêtement

Il a pour fonctions de protéger la carcasse et d'assurer les frottements nécessaires entre la bande et le tambour moteur et entre la bande et la matière transportée. Le revêtement doit résister à la fois aux effets de la matière transportée et aux intempéries. Cette double fonction nécessite l'emploi des types de revêtement qui répondent aux impératifs de résistance à l'abrasion, aux huiles et à la chaleur, ou qui possèdent une combinaison de deux ou plus de ces propriétés. [9]

Les revêtements protègent donc la carcasse de la bande avec :

- Leur résistance à l'abrasion (en mm^3) ;
- Leur résistance à la traction (en MPa) ;
- Leur % d'allongement à la rupture.
- Leur résistance aux produits :
 - chauds (150 °C, 180 °C, 220 °C avec pointes à 400 °C)
 - gras (d'origines végétales et animales / d'origines minérales) ou la nécessité que la bande soit auto-extinguible (norme ISO 340). [13]

a) Les revêtements et leur utilité

La bande est généralement composée de 2 revêtements :

- le revêtement supérieur en contact avec le produit
- le revêtement inférieur en contact avec les rouleaux et les tambours

Les revêtements sont exprimés en mm d'épaisseur. [13]

b) Grandes familles de revêtement:

- Uniquement Anti-abrasif
- Anti-chaleur
- Anti-gras
- Auto-extinguible. [13]

c) Epaisseur standard des revêtements

Les revêtements standards sont les suivants (exprimés en mm) :

Exemple : 3 + 1, 3 + 1.5, 4 + 2, 8 + 3 ...etc. [13]

III.2.3. Les avantages de transport par bande

Les avantages de transport par bande par rapport aux autres modes de transport sont :

- Simplicité ;
- Facilité d'entretien ;
- Rendement remarquable ;
- Transport continu ;
- Réduction des travaux en tranchées ;
- Possibilité d'automatisation. [13]

III.3. Choix des moyens de transport

Le transport dans la carrière prédéterminer dans une large mesure; le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terrils; il représente des dépenses très considérables qui peuvent aller de 20% à 30% du prix de revient total d'exploitation. Il est caractérisé par :

- le débit à transporter ;
- la distance comprise entre le front de travail et le point de déchargement ;
- la matière à transporter.

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

- La production de la carrière ;
- La distance de transport ;
- Du type d'engins de chargement ;
- Des caractéristiques de la masse minière a transportée;
- Des conditions géologiques du gisement
- Et des dimensions de la carrière.

Actuellement le transport par camion est le plus répandu vu la simplicité de construction des engins, la manœuvrabilité, la possibilité de surmonter la pente élevée allant jusqu'à 15%, la simplicité d'organisation de travail caractérisent fort bien le mode de transport par camion.

Le volume de la benne du camion sur le volume du godet de l'excavateur est un rapport qui dépend de la distance de transport, à partir de ces conditions on aboutit à un choix rationnel des camions assurant la production planifiée de la carrière. Pour les carrières de grande productivité il convient de choisir des camions de grande capacité de charge. [14]

Conclusion

Le transport dans une carrière est un procédé technologique adopté pour le déplacement de la matière abattue du chantier vers le point de déchargement.

Le transfert des matériaux entre le front d'extraction et l'installation de traitement peut s'effectuer soit en continu, par transporteurs à bandes (appelés aussi convoyeurs à bandes ou bandes transporteuses) soit en discontinu, au moyen des engins roulants communément appelés dumpers ou tombereaux ; ces derniers ayant été préalablement chargés par des engins de reprise tels que les chargeurs ou pelles mécaniques.

Le transport dans la carrière prédéterminer dans une large mesure; le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terrils; il représente des dépenses très considérables qui peuvent aller de 20% à 30% du prix de revient total d'exploitation. Elle est caractérisé par :

- le débit à transporter ;
- la distance comprise entre le front de travail et le point de déchargement ;
- la matière à transporter.

C'est fonction de ces éléments qu'on choisira la solution la mieux à adopter pour chaque cas particulier, qui tient compte aussi des conditions topographique du site choisi.

Chapitre IV

Chapitre IV : Calcul des paramètres de chargement et de transport de la carrière d'Ain El Kebira.

Introduction

Différents systèmes, combinaisons entre un engin de chargement et un engin de transport ou deux engins de même type sont envisageables, chaque combinaison ayant un domaine d'application bien défini.

Dans ce chapitre nous analyserons les paramètres de chargement et de transport de la carrière d'Ain El Kebira, et les matériels de chargement, les matériels de transport et les combinaisons d'engins les plus courantes en nous limitant aux solutions simples qui sont en général les plus efficaces dans ce carrière.

IV.1. Chargement

La production de la carrière est conditionnée par les engins de chargement. Le choix des engins de chargement dépend essentiellement de la production envisagé. On retiendra de même, que la hauteur des gradins est adoptée ou choisie en fonction des paramètres techniques des engins de chargement (ou d'extraction), Le chargement s'avère comme la principale étape de la chaîne technologique de l'exploitation minière à ciel ouvert. On constate l'obsession des entreprises à produire plus, ce qui les pousse à accroître considérablement les capacités des engins de chargement.

Les engins de chargement et d'excavation utilisée dans les carrières sont les excavateurs à godet unique). Parmi les excavateurs à godet unique on utilise à la carrière d'Ain El Kebira les chargeuses sur pneus KOMATSU WA 700 et Caterpillar 990 K (**Tableau IV.1**) pour le chargement des roches dans les camions. Ceux-ci sont conçus pour les travaux de chargement et de manutention des matériaux en vrac lorsqu'on recherche le coût à la tonne le plus bas possible.

Aujourd'hui, il existe des avances significatives dans la conception des chargeuses sur pneus par rapport aux autres engins de chargement qui sont les suivantes :

- Avec des pneus basse pression, prenant appuis sur le sol par de large surface donnent à la machine une bonne résistance au glissement.
- La chargeuse sur pneu offre de nombreuses caractéristiques inédites se traduisant par des performances, un rendement supérieur, une plus longue durée de service ainsi que de niveau de confort de conduite et de facilité d'entretien encore jamais atteint.

Tableau IV.1. Les engins de chargement utilisés au niveau de la carrière.

Type	Nombre	Capacité du godet (m ³)
Chargeuse KOMATSU WA 700	2	8,7-9,4
Caterpillar 990 K	6	8-10



Figure IV.1. Chargement de roches dans la carrière.

IV.1.1. Temps de cycle de la chargeuse

Le temps de cycle d'une chargeuse est déterminé de la façon suivante :

$$T_C = T_{ch} + T_{mach} + T_{déch} + T_{mav} ; \text{sec} \dots\dots\dots(IV.1)$$

Où :

- T_{ch} : Durée de chargement du godet (sec) ;
- T_{mach} : Durée de parcours de chargeuse chargée vers le engin (sec) ;
- $T_{déch}$: Durée de déchargement du godet(sec) ;
- T_{mav} : La durée de parcours à vide vers le lieu de chargement (sec).

Tableau IV.2. Temps de cycle de la chargeuse.

	1 ^{ère} godet	2 ^{ème} godet	3 ^{ème} godet	4 ^{ème} godet	5 ^{ème} godet	Temps Moyen (sec)
Chargement (sec)	10	11	13	9	12	11
Marche chargé (sec)	28	19	17	17	19	20
Déchargement (sec)	3	4	6	8	11	6,4
Marche vide (sec)	20	14	15	14	20	16,6
Temps de cycle (sec)	61	48	51	48	62	54

D'après ce tableau le temps de cycle de la chargeuse est : $T_c = 54$ sec.

IV.1.2. Choix de type de chargeuse utilisée

Le type de chargeuse à utiliser est déterminé d'après la capacité du godet de cette dernière, la capacité du godet est de $E = 8 \text{ m}^3$.

IV.1.3. Rendement de la chargeuse

$$R_{ch} = \frac{3600 \times E \times K_u \times K_r \times T_p \times \gamma}{T_c \times K_f}; t / \text{poste} \dots \dots \dots (IV.2)$$

Où :

- T_c : Temps de cycle de la chargeuse ; $T_c = 54$ sec.
- K_f : Coefficient de foisonnement des taches dans le godet ; $K_f = 1,5$
- K_r : Coefficient de remplissage du godet ; $K_r = (0,85 \div 0,90)$
en prendre $K_r = 0,9$
- K_u : Coefficient d'utilisation de la chargeuse ; $K_u = (0,6 \div 0,8)$, en prendre $K_u = 0,8$
- N_{jauv} : Nombre de jours ouvrables par an $N_{jour} = 365$ jours.
- T_p : Temps d'un poste de travail $T_p = 10$ heures.
- N_p : Nombre de postes de travail, $N_p = 1$ poste.
- γ : La masse volumique de la roche, $\gamma = 2,6 \text{ t/m}^3$.

$$R_{ch} = \frac{3600 \times 8 \times 0,8 \times 0,9 \times 10 \times 2,6}{54 \times 1,5} = 6656 \text{ t/poste.}$$

IV.1.4. Nombre de chargeuses

Le nombre nécessaire de chargeuses pour assurer la production de la carrière est déterminé par la formule suivante :

$$N_{ch} = \frac{P_{an}}{R_{ch} \times N_{jour}} ; \text{ chargeuse.....(IV.3)}$$

Où :

- N_{jour} : nombres des jours ouvrable par année = 365 jours.

Donc :

$$N_{ch} = \frac{1\ 550\ 609}{6656 \times 365} = 0,64 \approx 1 \text{ chargeuse.}$$

Pour assuré la production on a besoin d'une seul chargeuse. mais dans ce projet le chargement s'effectuée à l'aide de 2 chargeuses CATERPILLAR 990 K voire **l'Annexe 1**, elles travaillant dans une déférent plateforme (un dans gradin et l'autre dans un gradin déférent).

Elles sont assuré la production journalière de la mine et pour les buts suivants :

- Assurer l'homogenisation de la matiere (calcaire) ;
- travailler sans forcer les chargeuses ;
- éviter la circulation des dumper dans le point de chargement.

Les paramètres les plus importants qui influées sur les travaux de chargement spécifiquement c'est la granulométrie des tas des roches, les grands blocs des hors gabarits demandent un temps important pour lui charger dans la benne du camion, et influée aussi sur les caractéristiques des engins de chargement et de transport.

IV.2. Paramètres technologiques des demi-tranchées

Tableau IV.3. Choix de la largeur de tranchée d'accès en fonction de la capacité du camion.

Destination des tranchées		Largeur minimale (m)	Largeur maximale (m)
Piste de roulage à deux voies	Capacité du camion ≤ 35 t	14	17
	Capacité du camion ≥ 40 t	15	20
Piste de roulage à une seule voie	Capacité du camion ≤ 35 t	8	13
	Capacité du camion ≥ 40 t	9,5	16
Emploie des convoyeurs	Largeur de bande de 1m	7	9,5

IV.2.1. Largeur des fonds de la demi-tranchée d'accès

La largeur de la demi-tranchée d'accès est déterminée en fonction du nombre des-voies du transport et des dimensions de type de transport à utiliser, dans notre cas, il existe piste de roulage à deux voies de transport ($C_c > 40$ t).

Dans notre cas, largeur du fond de la demi-tranchée est égale à : $[15 \div 20]$ m.

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 :

- Routes stationnaires.
- Routes provisoires.

La route provisoire construite sur le gradin n'est pas revêtue, elle est disposée directement sur la mine ; elle se déplace au fur et à mesure qu'on descend d'un niveau.

La largeur de la chaussée de la route dépend de :

- Gabarit des camions.
- Vitesse de circulation.
- Nombre de voies de circulation.

Elle est déterminée d'après la formule suivante (double voie) :

$$B_t = 2a + bc + 2c; m \dots \dots \dots (IV.4)$$

Où :

a : Largeur du camion ; $a = 4,5m$

bc : (0,7-1,7) : distance de sécurité entre 2 camions croisés ; on prend $bc = 1,7 m$.

c : (0,4-1) : Distance de sécurité à partir du côté du camion jusqu'à La lisière de la route d'accès $c = 1 m$.

Donc :

$$B_t = 2 \times 4,5 + 1,7 + 2 \times 1 = 12,7m$$

Et dans La carrière $B_t = 18 m$.

Dans les zones des virages, la chaussée sera élargie et durent le rayon de braquage des camions, elle arrive jusqu'à 20 m.

IV.2.2. Angle de bord de la demi-tranchée d'accès

L'angle de bord de la demi tranchée d'accès dépend des propriétés physique et mécanique des roches dont la principalement la dureté et la durée de service de cette dernier.

Dans notre cas, le calcaire de la carrière est de dureté de $f = 7$ dont l'angle de bord de la demi tranchée d'accès approprié est égale à $\alpha = 65^\circ$.

IV.2.3 Pente longitudinale de la demi-tranchée d'accès

La pente longitudinale de la demi-tranchée d'accès est généralement déterminée en fonction de type de transport utilisé, dans le cas de transport par camion la pente varie de 8 à 12 %.

Dans le cas de la carrière de calcaire d'Ain El Kebira la pente est du 10 %.

IV.2.4. Longueur de la demi-tranchée

Longueur de la demi-tranchée est égale à : 3000 m.

IV.3. Transport

Dans la carrière d'Ain El Kebira, le transport et le déplacement des charges depuis les fronts de travail vers l'usine de traitement, par deux étapes

- Transport par matériels mobiles (discontinu) ;
- Transport par matériels fixes (continu).

IV.3.1. Transport par matériels mobiles (discontinu)

Dans cette catégorie on distingue les engins qui assurent le transport des charges depuis les fronts de travail vers la station de concassage. Le choix d'engin de transport dans les mine est basé sur plusieurs caractères tel que la productivité de la carrière; la distance de transport ; la nature de la matière a transporté ; la qualité de fragmentation des roches. Compte la distance de transport entre le front de travaux et le concasseur est de l'ordre de **3 Km** ou plus, et les roches a transport dont la granulométrie est moyenne (de 0,3 jusqu'à 1 m), et pour assurer une production annuelle de **1 550 609 tonne** de calcaire.

A la carrière d'Ain El Kebira le transport de la matière première est assuré par camion de capacité de 60 tonnes.

Tableau IV.4. Les engins de transport disponible au niveau de la carrière.

Type de dumper	Nombre	Capacité de charge (t)
HITACHI EH 1000	8	60
HITACHI EH 1100	13	60
KOMATSU HD 465	2	55
CATERPILLAR 773 G	4	60

IV.3.1.1. Volume de la benne

Le choix de ce type se fait selon la longueur du transport et la pente . Le volume de la benne du camion sur le volume du godet de l'excavateur est un rapport qui dépend de la distance de transport, à partir de ces conditions on aboutit à un choix rationnel des camions assurant la production planifiée de la carrière

Le rapport rationnel du volume de la benne au volume du godet (V/E) est dans les limites :

(4 ÷ 6) pour la distance du transport de (1 ÷ 5) km ;

(6 ÷ 10) pour la distance du transport de (5 ÷ 7) km ;

(10 ÷ 12) pour la distance du transport de (≥ 7) km.

Dans ce projet la distance du transport entre le front de travaux et le concasseur est de l'ordre de **3 Km**. Alors, le rapport : (V/E) est (4 ÷ 6).

$$\frac{V}{E} = (4 \div 6), \text{ En prendre } \frac{V}{E} = 4 \dots\dots\dots(\text{IV.5})$$

Où :

➤ E : La capacité du godet ; $E = 8m^3$

Donc :

$$V = 8 \times 4 = 32 m^3$$

IV.3.1.2. Nombre de godet

$$N_g = \frac{G \times K_f}{E \times K_r \times \gamma}; \text{ godet} \dots\dots\dots(\text{IV.6})$$

Où :

➤ G : Capacité de charge du camion ; $G = 60 t$

➤ K_f : Coefficient de foisonnement des roches ; $K_f = 1,5$

➤ E : Capacité du godet ; $E = 8 m^3$

➤ K_r : Coefficient de remplissage du godet ; $K_r = 0,9$

➤ γ : masse volumique de la roche ; $\gamma = 2,6 t / m^3$

Donc :

$$N_g = \frac{60 \times 1,5}{8 \times 0,9 \times 2,6} = 4,80 \approx 5 \text{ godets.}$$

IV.3.1.3. Coefficient d'utilisation du volume de la benne du camion

$$K_{uc1} = \frac{V_{réel}}{V_{nom}} \dots\dots\dots (IV.7)$$

Où :

- $V_{réel}$: Capacité réelle de la benne ; $V_{réel} = 32m^3$
- V_{nom} : Capacité nominale de la benne ; $V_{nom} = 35,75m^3$

Donc :

$$K_{uc1} = \frac{32}{35,75} = 0,9$$

IV.3.1.4. Capacité de charge réelle du camion

$$G_r = \frac{N_g \times E \times K_r \times \gamma}{K_f} ; t \dots\dots\dots (IV.8)$$

$$G_r = \frac{5 \times 8 \times 0,9 \times 2,6}{1,5} = 62,4 \text{ t}$$

IV.3.1.5. Coefficient d'utilisation de la capacité de charge du camion

$$K_{uc2} = \frac{G_r}{G_{nom}} = \frac{62,4}{60} = 1,04 \dots\dots\dots (IV.9)$$

Où :

G_{nom} : Capacité de charge nominale du camion ; $G_{nom} = 60 \text{ t}$.

IV.3.1.6. Temps de cycle du camion

Le temps de cycle d'un camion est déterminé d'après la formule suivante :

$$T_c = T_{ch} + T_{mch} + T_{att} + T_{déch} ; \min \dots\dots\dots (IV.10)$$

- T_c : Temps de cycle de camion ;
- T_{ch} : Temps de chargement d'un camion ;
- T_{mch} : Temps de marche en charge du camion vers le concasseur ;

- T_{att} : Temps d'attente du camion auprès du concasseur ;
- $T_{déch}$: Temps de déchargement du camion.

Dans notre cas on a combinait le temps de manœuvre avec le temps de décharge de dumper.

Tableau IV.5. Temps de cycle de camion.

	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3	Temps Moyen (min)
Temps de Chargement (min)	2,4	2,7	3,2	2,76
Temps de Marche chargé (min)	9	8,3	8,7	8,66
Temps de Déchargement (min)	0,6	0,67	0,66	0,64
Temps de Marche vide (min)	8	7	8	7,66
Temps d'Attente (min)	1	2,3	3	2,1
Temps de cycle (min)	21	20,97	23,56	21,84

IV.3.1.7. Rendement effectif du camion

$$R_{ca} = \frac{60 \times G_{nom} \times K_{uc} \times K_u \times T_p}{T_c}; t / poste \dots \dots \dots (IV.11)$$

Où :

- G_{nom} : Capacité de charge nominale du camion ; $G_{nom} = 60$ t
- K_{uc} : Coefficient d'utilisation de la capacité du camion ; $K_{uc} = 0,90$
- $K_u = (0,7 \div 0,8)$: Coefficient d'utilisation pratique du camion ; $K_u = 0,8$
- T_p : Temps d'un poste ; $T_p = 10$ heures.

T_c : Temps de cycle du camion d'après le tableau ; $T_c = 21,84$ min.

$$Rca = \frac{60 \times 60 \times 0.9 \times 0.8 \times 10}{21,84} = 1186,8 \text{ t/poste}$$

IV.3.1.8. Le nombre des camions

$$N_C = \frac{P_j \times K_{ir}}{Rca \times N_p} ; \text{camion} \dots \dots \dots (IV.12)$$

$$N_C = \frac{4248,24 \times 0,9}{1186,8 \times 1} = 3,22 \approx 4 \text{ camions ;}$$

Pour assurer la production annuelle on utilise dans ce projet 4 dumpers (tombereaux rigides) d'une capacité de 60 tonnes.

Ces types des tombereaux rigides (dumpers) un de leurs avantages est leur souplesse d'emploi lorsque les points d'extraction sont multiplies sont surtout utilisés dans les carrières ou les distances parcourues sont importantes et où les gradins sont en roche massive. Cette catégorie d'engins peut franchir des pentes plus fortes.

IV.3.1.9. Coefficient de coordination

Dans un souci de rentabilité il est nécessaire d'avoir le nombre optimum de camion pour éviter de trop longs temps d'attente soit du matériel de chargement, soit des camions.

La coordination idéale entre les matériels de chargement et de transport est donnée par la formule suivante :

$$C_c = \frac{T_c \times N_c}{T_{ct}} \dots \dots \dots (IV.13)$$

Où :

C_c : Coefficient de coordination ;

T_c : Temps de chargement et d'échange des camions ; $T_c = 54 \times 5 = 270 \text{ sec.}$

N_c : Nombre du matériel de transport ; $N_c = 4 \text{ camion.}$

T_{ct} : Temps de cycle total des camions ; $T_{ct} = 21,82.$

Donc :

$$C_c = \frac{T_c \times N_c}{T_{ct}} = \frac{4 \times 270}{60 \times 21,82} = 0,82.$$

Ce qui signifie que la chargeuse travaillera au chargement 82% de son temps et que les camions seront saturés. Le coefficient de coordination, dans tous les cas, rester entre 0,8 et 1,2

si on ne vaut pas avoir trop de temps d'attentes, soit des chargeuses soit des camions qui font augmenter les couts des matériaux.

IV.3.2. Transport par matériels fixes (continu)

IV3.2.1. La largeur minimale de la bande

La largeur minimale de la bande est déterminée pour charges criblées par la formule suivante :

$$B_{\min} = 3,3 \times d_{\text{moy}} + 0,2 ; (\text{m}) \dots \dots \dots (\text{IV.14})$$

Où :

d_{moy} : dimensions moyennes des blocs de la charge criblée ; $d_{\text{moy}} = 25 \text{ mm}$

Donc :

$$B_{\min} = 3,3 \times 0,025 + 0,2 = 0,283 \text{ m.}$$

La largeur de la bande est une grandeur normalisée :

$B = 0,5 ; 0,65 ; 0,8 ; 1 ; 1,2 ; 1,4 ; 1,6 ; 1,8 ; 2 (\text{m}).$

La valeur la plus proche est 0,5 donc la largeur minimale de la bande est de **0,5 m.**

Mais dans ce projet on travaille avec des bandes de largeur de **1,20 m.**

IV.3.2.2. Le débit de la bande

Le débit d'un convoyeur à bande est calculé par la formule suivante :

$$Q_c = \frac{Q_p \times K}{t_p \times K_r} ; (\text{t/h}) \dots \dots \dots (\text{IV.15})$$

Où :

K : coefficient d'irrégularité de la flotte (masse) de charge ;

K_r : coefficient du temps réel de travail ;

Q_p : débit d'exploitation ; (t/poste)

t_p : durée du poste de travail ; (h)

Si le convoyeur à calculer est destinée à servir une machine d'extraction, son débit calculé sera le débit théorique de cette machine.

Dans ce projet le convoyeur à bande alimenter par concasseur de débit 500 t/h au minimum.

Alors le débit de la bande est $Q_c = 500 \text{ t/h.}$

IV.3.2.3. La vitesse de la bande

La vitesse de la bande est donnée par l'expression suivant :

$$V = \frac{Qc}{C_1 \times (0,9 \times B - 0,05)^2 \times C \times \rho} ; \text{ (m/s) } \dots\dots\dots \text{ (IV.16)}$$

Où :

C_1 : coefficient qui tient compte des angles d'inclinaison des rouleaux latéraux :

$$\lambda = 20^\circ \Rightarrow C_1 = 445$$

$$\lambda = 30^\circ \Rightarrow C_1 = 525$$

$$\lambda = 35^\circ \Rightarrow C_1 = 555$$

L'angle d'inclinaison des rouleaux latéraux est $\lambda = 30^\circ$ donc $C_1 = 525$.

C : coefficient qui tient compte de l'angle d'inclinaison du convoyeur

$$\text{Si } \beta = 0^\circ \div 6^\circ \Rightarrow C = 1$$

$$\text{Si } \beta = 6^\circ \div 18^\circ \Rightarrow C = 0,95$$

L'angle d'inclinaison du convoyeur est $\beta = 15^\circ$ donc $C = 0,95$

Donc :

$$V = \frac{500}{525 \times (0,9 \times 0,5 - 0,05)^2 \times 0,95 \times 2,6} = 2,41 \text{ m/s.}$$

Les valeurs normalisées de la vitesse de la bande sont :

$$V_{\text{norm}} = 0,5 ; 0,65 ; 0,8 ; 1 ; 1,25 ; 1,6 ; 2 ; 2,5 ; 3,15 ; 4 ; 6,3 \text{ (m/s).}$$

Donc la valeur la plus proche est 2,5 m/s, donc la vitesse de la bande est : **$V = 2,5 \text{ m/s}$** .

IV.3.2.4. la capacité de transport d'un convoyeur à bande

La capacité de transport d'un convoyeur à bande est donnée par la formule suivante [15] :

$$Q = 3600 \times V \times \gamma \times A \times K ; \text{ t/h } \dots\dots\dots \text{ (IV.17)}$$

Où :

V : vitesse du mouvement de la bande (m/s) ; $V = 2,5 \text{ m/s}$

γ : Masse volumique des roches transportée (t/m^3) ; $\gamma = 2,6 \text{ t/m}^3$

K : coefficient de réduction qui tient compte l'inclinaison de capacité surcharge des matériaux.

Tableau IV.6. Coefficient de réduction (K) en fonction de l'angle surcharge (θ).

Angle surcharge(θ) (degré)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
K	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81

Dans notre cas l'angle surcharge est $\theta = 10^\circ$, donc $K=0,95$.

A: la coupe transversal des masses rocheuses sur la bande du convoyeur ; (m^2)

La coupe transversal de la matière sur la band dépend de :

- Largeur efficace (b) de la bande est en fonction de la largeur réelle B:

$$b = 0,9 \times B - 0,05 \text{ si } B \leq 2 \text{ m}$$

$$b = B - 0,2 \text{ si } B > 2 \text{ m}$$

Dans notre cas $B = 1,2 \text{ m}$; donc $b = 0,9 \times 1,2 - 0,05$.

$$b = 1,03 \text{ m.}$$

- Le nombre, la disposition et les dimensions des rouleaux :

Dans notre cas on a 3 rouleaux avec longueur $l_3 = 0,30 \text{ m}$.

- la forme dynamique intégrée de la matière sur la bande est limité par une courbe parabolique caractérisée par un angle d'inclinaison dynamique θ (Angle surcharge).

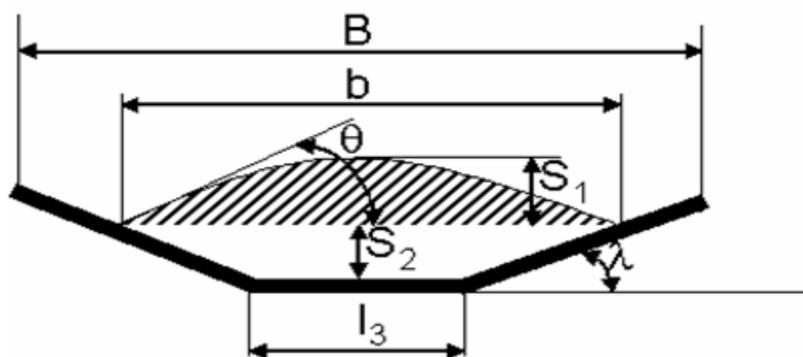


Figure IV.2. Bande à trois rouleaux. [15]

$$S=S_1+S_2 \begin{cases} S_1 = (l_3 + (b-l_3) \cos \lambda)^2 \cdot tg \theta / 6 . \\ S_2 = (l_3 + \frac{(b-l_3)}{2} \times \frac{1}{\cos \lambda}) \times (\frac{(b-l_3)}{2} \times \sin \lambda) . \end{cases}$$

$$S=S_1+S_2 \begin{cases} S_1 = (0,3 + (1,03 - 0,3) \cos 30)^2 \cdot tg 10 / 6 = 0,026 \text{ m}^2 \\ S_2 = (0,3 + \frac{(1,03 - 0,3)}{2} \times \frac{1}{\cos 30}) \times (\frac{(1,03 - 0,3)}{2} \times \sin 30) = 0,13 \text{ m}^2 \end{cases}$$

Donc: **A=S= 0,156 m²**

Alors : $Q = 3600 \times 2,5 \times 2,6 \times 0,156 \times 0,95$

Q= 3467,88 t/h.

Conclusion

Après études préliminaires il faut également combiner les différentes techniques de chargement et de transport afin d'obtenir le système qui présente le meilleur compromis «prix-contraintes d'exploitation ».

Ce choix se définit à partir des paramètres suivants :

- Nature et dureté des matériaux à extraire
- Production à assurer
- Distance de transport
- Opportunité de créer des stocks de calcaire ou de mettre en remblais (stériles).

Chapitre V

Chapitre V : La maintenance dans la carrière.

Introduction

La maintenance constitue la partie la plus importante des coûts opératoires dans les carrières.

Ces dépenses peuvent être comprises entre 15 et 40 % des coûts variables. En carrières, elles sont d'autant plus « importantes » que les matériaux à traiter sont abrasifs.

Des études récentes ont montré qu'un tiers de ces coûts avait pour origine des opérations mal effectuées ou inutiles. Il apparaît donc que la réduction des pertes économiques se rapportant à la maintenance représente un enjeu important pour augmenter la productivité et le profit des entreprises. Une mauvaise politique de maintenance a également des conséquences désastreuses sur la qualité des produits.

Une entreprise qui ne maintient pas son outil de fonctionnement en bon état prend des risques de différentes natures : risques techniques, risques concernant la sécurité des personnes, risques à l'égard de l'environnement et risques financiers.

V.1. Les objectifs de la maintenance

- réduire ou éliminer les réparations inutiles ;
- éviter les pannes des machines les plus importantes pour la production ;
- faciliter la gestion d'une maintenance préventive basée sur des données fiables ;
- mettre enfin en application, pour le remplacement des pièces les plus importantes.

V.2. Types de maintenance

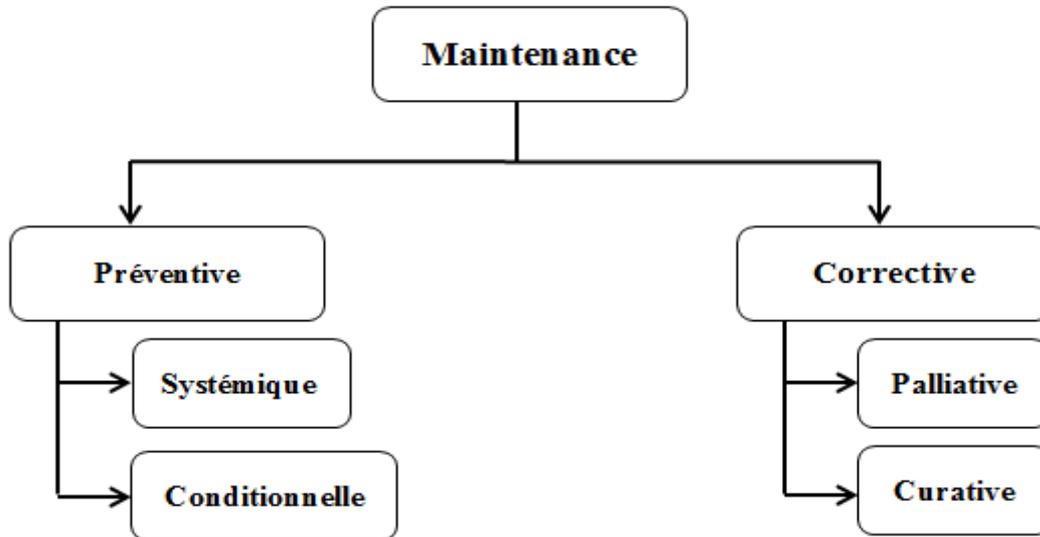


Figure V.1. Organigramme de la maintenance.

V.2.1. La maintenance préventive

La maintenance préventive consiste à intervenir sur des équipements avant que celui-ci ne soit défaillant.

Il existe deux types de maintenance préventive :

V.2.1.1. Systémique

Désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage.

Dans la carrière d'Ain El Kebira la maintenance préventive systémique se fait chaque 250 Heures de marche de l'engin (dumper, chargeuse) par exemple : graissage, changement des huiles des Moteurs.

Nettoyage des engins à l'eau : consiste à faire le lavage des résidus comme les graisses, les huiles et autres produits lubrifiants qui se trouvent sur les engins. [17]

La carrière équipée d'une place spéciale pour nettoyer les engins. Le nettoyage des engins de la carrière pour le but de :

- Lavage des carreaux et du pare-brise au bute d'une meilleure vision de la route pour le conducteur de l'engin.
- Eliminer la poussière qui peut être endommagera le système de fonctionnement des engins.

V.2.1.2. Prévisionnelle et Conditionnelle

Réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement et réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement. [17]

La carrière d'Ain El Kebira a des engins bien développés qui sont équipés par un système informatique qui indique le dysfonctionnement de l'engin (chargeuse ou camion), sélectionnables par des menus à écran tactile qui indique le tonnage du calcaire transporté, vitesse, et les alertes de dysfonctionnement s'il se trouve, qu'ils aident à réparer le dysfonctionnement avant qu'il atteindra un état qui demande le changement total d'une pièce.

Les pneus des chargeuses sont équipés par des chaînes de protection, Une chaîne de protection de pneu est une maille étroite de haut-alliage, chaînes en acier. Elle protège les pneus.

La flexibilité des chaînes est laissée s'ajuster sur chaque déformation de pneu. Leur haut niveau d'autonettoyant empêche la maille de bande de roulement de devenir remplie et obstruée,

Les surfaces pointues et bordées de roche, boueuses et glissantes sont un grand risque aux pneus même lorsque le nouveau temps d'arrêt d'équipement et perte de productivité sont le résultat de l'échec soudain de pneu.

Les avantages d'employer les chaînes de protection de pneu sont :

- Réduction de frais d'exploitation ;
- Abaissement de temps d'arrêt ;
- Augmentation de productivité.
- Meilleure stabilité, traction et forces (pénétration, éraflure et dérapage). [18]



Figure V.2. Chargeuse équipé par une chaîne de protection.

V.2.2. La maintenance corrective

Consiste à réparer l'objet pour qu'il fonctionne à nouveau. Il s'agit d'une tâche non planifiée et non programmée. [16]

La maintenance corrective se divise en deux types :

V.2.2.1. Palliative

Dépannage (donc provisoire) de l'équipement, Opérations de remise en état de fonctionnement d'un engin arrêté en raison d'une panne ou d'un dysfonctionnement imprévu.

Exemple : Le frottement permanent ou fréquent des bords de la bande sur les parties fixes du transporteur provoque une usure des bords avec parfois le décollement des couches constituant la carcasse on le répare par Jonctionnement (collage à chaud) ;

Le collage à chaud : il s'applique à toutes les bandes à carcasse métallique et en première-monte à la plupart des bandes textile de type égal ou supérieur à 315 mm. Son rendement est de l'ordre de 85%. [6]

Mode opératoire de Jonctionnement de bandes a carcasse textile selon le procédé par étagement avec joints de gomme revêtement.

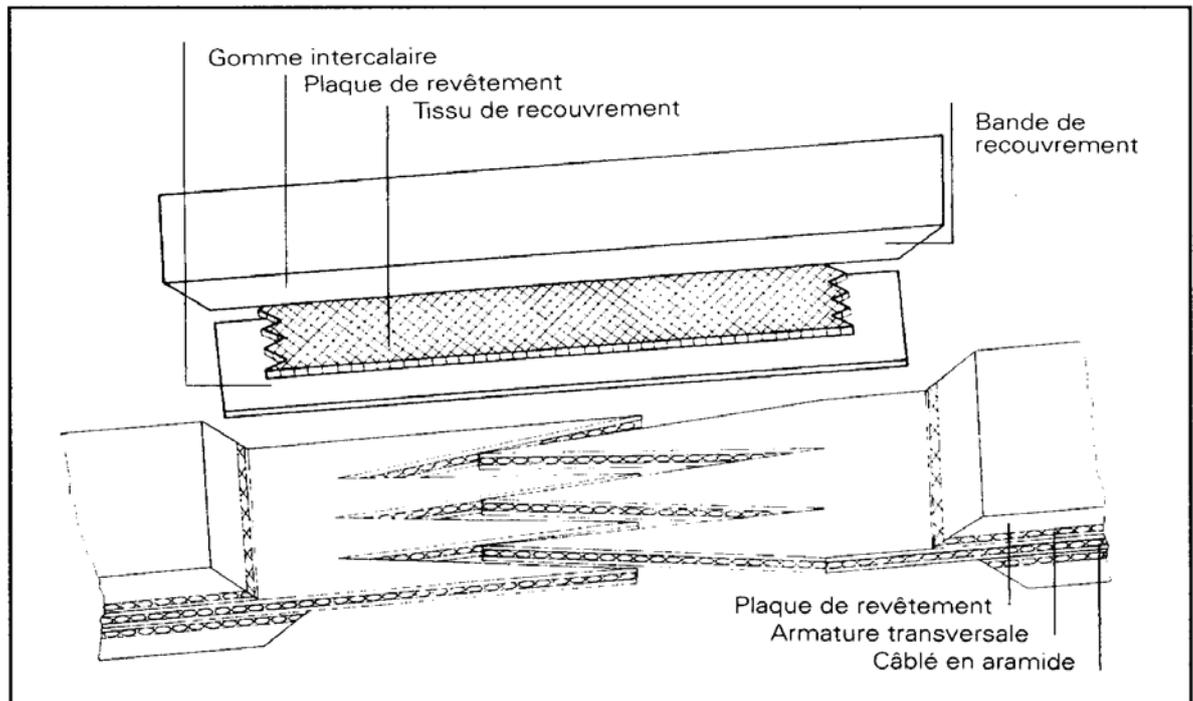


Figure V.3. Jonctions par étagements. [19]

V.2.2.2. Curative

Réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial. [17]

Changement tout ou partie d'une pièce.

Conclusion

Les travaux effectués ont donc eu pour objectif de réaliser des outils destinés à contrôler puis à diminuer les coûts directs et indirects de la maintenance et de favoriser l'amélioration des conditions de travail.

Le rôle du conducteur de l'engin est important. Il doit indiquer la nature du dysfonctionnement et ses circonstances. Il convient de s'assurer de sa disponibilité.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le chargement de calcaire effectué par des chargeuses sur pneu et transporté par des dumpers vers la station de concassage. Ensuite le produit qui subit un concassage transporté vers l'usine de traitement par des convoyeurs à bande.

Le chargement s'avère comme la principale étape de la chaîne technologique de l'exploitation minière à ciel ouvert. On constate l'obsession des entreprises à produire plus, ce qui les pousse à accroître considérablement les capacités des engins de chargement. La détermination du type d'engin d'excavation et de chargement se base sur la production ciblée, la nature des matériaux et les mesures de sécurité.

Dans la carrière de Ain El Kebira l'opération de chargement se fait à l'aide des chargeuses sur pneumatique qui offrent des nombreuses caractéristiques inédites se traduisant par des performances, un rendement supérieur, une plus longue durée de service ainsi que de niveau de confort de conduite et de facilité d'entretien.

Le transport dans une carrière est un procédé technologique adopté pour le déplacement de la matière abattue du chantier vers le point de déchargement. Il représente des dépenses très considérables qui peuvent aller de 20% à 30% du prix de revient total d'exploitation.

Le choix des moyens de transport dépend des facteurs principaux tels que ; La production de la carrière, la distance de transport, des caractéristiques de la masse minière à transportée, les conditions géologiques du gisement et des dimensions de la carrière, Ainsi que le rendement de dumpers et leurs volumes des bennes.

Le calcaire abattu est transporté depuis le front de taille jusqu'à la station de concassage se fait à l'aide des dumpers châssis rigides à une capacité de 60 tonnes pour diminuer le nombre des dumpers utilisés, minimiser le temps perdu et les coûts de maintenance. Et le produit de concassage transporté par un convoyeur à bande à une carcasse de textile à une longueur de 2 km, alimenté par le concasseur secondaire. Ils sont choisis ce type de convoyeur pour sa grande résistance à la traction, la facilité de l'entretien et le long durée d'utilisation.

La maintenance constitue la partie la plus importante des coûts opératoires dans les carrières. Il est divisé en deux types ; maintenance préventive et maintenance corrective. Pour le but d'éviter les pannes des machines les plus importantes pour la production.

Pour cela en termine notre travail par quelques recommandations :

- En premier lieu d'essai de minimise les hors gabarits ;
- En deuxième lieu on a remarqué que la position du camion est très loin par rapport à la machine de chargement, pour cela en recommande le rapprochement du camion toutes en viellant a la sécurité de celui-ci ;
- Troisième recommandation de bien entretenus les routes est d'évités en maximum d'utilisation beaucoup de rampes.
- aussi en recommandent de faire des stages pour les opérateurs des engins de chargement et du transport.
- En remarque que la hauteur du gradin n'est pas calculer en fonction de la hauteur du la flèche de la machine de chargement, bien entendu notre remarque c'est base sur l'éboulement des blocs de roches de temps en autre.
- Alors que pour le convoyeur en a remarqué d'après nos calculs que la largeur de la bande est sur estimé ce qui induit la grandeur de la vitesse automatiquement le tambour moteur doit être d'une grande puissance c'est-à-dire des couts en plus de la normale. On remarque sa aussi d'après la productivité de convoyeur d'après les calculs.

Références bibliographiques

Référence bibliographique :

[1] : KLOKNER « résultats des recherche géologiques réalisées sur djebel Madjounes » ,1975.

[2] : M'ZOUGHEM Kamel Et CHENAFWA Walid « étude géotechnique de la stabilité des talus dans la carrière de Ain El Kbira (Sétif) », Université Ferhat Abbas-Sétif, 2006.

[3] : UREG/ENDMC, « Etude Géologique complémentaire », 1985.

[4] : Centre des Etudes et de services Technologiques de l'Industries des Matériaux de construction (CETIM), « Rapport géologique actualisé du gisement de calcaire Djebel Mejdounes Société des Ciment de Ain El Kebira (SCAEK) 2012.

[5] : Centre des Etudes et de services Technologiques de l'Industries des Matériaux de construction (CETIM), « Plan topographique actualiser du gisement de calcaire Djebel Majounes », 2014.

[6] : Société de l'Industrie Minérale (SIM), « Les techniques de l'industrie minérale, Ciel ouvert mines et carrières (Réalisation d'un projet-Opération-Gestion) », 2006.

[7] : Centre National des Etudes et de Formation de l'Industries des Carrières et des Matériaux de construction (CEFICEM), « CHARGER - TRANSPORTER (Première partie) ».

[8] : Société de l'Industrie Minérale (SIM), « Memento des mines et carrières», 1998.

[9] : MUDIANGA Kamulete Cours d'exploitation des mines à ciel ouvert, Université de Lubumbashi.

[9] : HANNACHI El Bahi polycopie-cours de machines minières 3^{ème} année, Département des mines, Université Badji Mokhtar de Annaba. (ALGERIE).

[10] : EISE de Simandou, Volume I, Mine, Chapitre 2: Description du projet

[11] : AITHABIB Z cours machines de transport 1^{ère} année master exploitation minière, université de Bejaïa, 2015

[13] : DUNLOP conveyour belting 5^{ème} rencontre des mines et carrières à Alger les 23et 24 avril 2013

[14] : DEMDOUM S ; BOUDISSA I « optimisation d'un plan de tir-cas de la carrière de Ain El Kebira », université de Bejaia 2015.

[15]: Carlos III University of Madrid «belt conveyors»

[16]: http://www.ingexpert.com/maintexpert/php_theorie_maintenance__definitions.php

[17]: HSE «Do you work in a quarry? A simple guide to the Quarries Regulations» 1999, 2000, <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg303.pdf>

[18] : pewag austria GmbH « Chaînes de protection du pneu ».

[19]: le groupe d'entreprises ContiTech « montage et jonctionnement des bandes transporteuses a carcasse textile »

Annexes

Annexe 1 :

Caractéristiques d'une chargeuse CATERPILLAR 990 K :

Marque	CAT	
Type	990 K	
Capacité du godet m ³	8 ÷ 9,2	
Puissance du moteur (KW)	466	
Hauteur de la flèche (m)	5,24	

Annexe 2 :

Caractéristiques d'une chargeuse KOMATSU WA 700-3:

Marque	KOMATSU	
Type	WA 700-3	
Capacité du godet (m ³)	8,7-9,4	
Puissance du moteur (KW)	502 KW	
Hauteur de la flèche (m)	6,035	

Annexe 3 :

Caractéristiques d'un dumper CATERPILLAR 773 G :

Modèle	CAT	
Type	773 G	
Capacité de benne (m ³)	35,75	
Capacité de charge (t)	60	
Vitesse maximale (km/h)	70	
Poids à vide (t)	44,9	
Poids à charge (t)	102,74	
Puissance du moteur (KW)	578	
Dimensions (mm)	Hauteur	4 108
	Largeur	4 411
	Longueur	10 070



Annexe 4 :

Caractéristiques d'un dumper HITACHI EH 1000 :

Modèle	HITACHI	
Type	EH1000	
Capacité de benne (m ³)	25	
Capacité de charge (t)	60	
Vitesse maximale (km/h)	72,2	
Poids à vide (t)	41,73	
Poids à charge (t)	101,605	
Puissance du moteur (KW)	522	
Dimensions (mm)	Hauteur	4620
	Largeur	4440
	Longueur	9300



Annexe 5 :

Caractéristiques d'un dumper HITACHI EH 1100 :

Modèle	HITACHI	
Type	EH1100	
Capacité de benne (m ³)	35,2	
Capacité de charge (t)	60	
Vitesse maximale (km/h)	58,2	
Poids à vide (t)	44,3	
Poids à charge (t)	104,54	
Puissance du moteur (KW)	467	
Dimensions (mm)	Hauteur	4620
	Largeur	4240
	Longueur	9450



Annexe 6 :

Caractéristiques d'un dumper KOMATSU HD 465-7 :

Modèle	KOMATSU	
Type	HD 465-7	
Capacité de benne (m ³)	34,2	
Capacité de charge (t)	55	
Vitesse maximale (km/h)	70	
Poids à vide (t)	42,8	
Poids à charge (t)	102,6	
Puissance du moteur (KW)	551	
Dimensions (mm)	Hauteur	4400
	Largeur	4235
	Longueur	9355



Résumé

L'exploitation des mines et carrières requiert en matière de chargement et transport des matériels de type et de puissance variés. Différents systèmes de desserte, association entre un engin de chargement et de transport, peuvent être envisagés chacun d'entre eux ayant un domaine d'application économiquement rentable bien défini.

Lorsque l'on sait que le chargement et le transport représentent de 40 à 60% du coût technique de l'extraction on mesure l'importance que représente l'étude détaillée de ces deux postes.

Pour cette raison, Dans cette présentation on a préféré centrer son exposé sur les engins et matériels de chargement et de transport utilisés sur des mines et des carrières. Après un rappel de la cinématique de chaque machine on étudiera sa productivité et ses conditions d'utilisations optimales.

Enfin, dans cette étude on va analyser les paramètres de chargement et de transport, et les matériels de chargement, les matériels de transport et les combinaisons d'engins les plus courantes en nous limitant aux solutions simples qui sont en général les plus efficaces dans ce carrière.

Mots clés : mines, carrière, équipement, chargement, transport, engins.

Summary

The mining and quarrying requires for loading and transportation of various type and power equipment. Different service systems association between a machine loading and transport may be considered each having an area of well-defined cost-effective application.

When we know that, the loading and transport represent 40 to 60% of the technical cost of extraction is measured the importance that represents the detailed study of these two positions.

For this reason, in this presentation we preferred to focus his presentation on the equipment and material loading and transportation used on mines and quarries. After a review of the kinematics of each machine be studied its productivity and optimal conditions of use.

Finally, in this study, we will analyze the loading and transport parameters, and loading equipment, transport equipment and combinations of the most common devices, limiting ourselves to simple solutions are the most effective in general in this career.

Key words: mining, quarrying, equipment, loading, transportation, machine.