



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

Mened Mohamed Amine

Tounsi Nour El Dine

Thème

Calcul d'un excavateur a godet unique cas d'une pelle hydraulique pour le chargement dans la carrière de « Sid Ali Benyoub »

Soutenu le 09/07/2019 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
Examineur:	Mr GUELMAMI	M.C.A	U.A.M.B

Année Universitaire : 2018-2019

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : (ait Habib Z akaria), son précieux conseil et son aide durent toute la période du travail.

Nos vifs remerciement vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions .

Enfin, nous tenons également à remercier toute les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

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 soeurs

A ma famille

A tous mes amis

Merci désormais chacun à leur façon

Nour el dine

Dédicace

Avant de commencer ce travail je tiens à le dédier :

A ma très chère mère, mon père que je l'aime énormément.

A mon grand frère Abdou, et mes deux petits frères Billel et Ali.

A mes collègues Younes, Nacer et nourri

A tous mes amis sans citer leurs noms

QLF

Aminouch

Liste des abréviations

ENG : Entreprise nationale des granulats

UTM : Transverse universelle de Mercator

ONM : Office Nationale de la météorologie

FEM : Fédération Européenne de Manutention.

SME : Super Mass Excavateur

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticité

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : CADRE GEOLOGIQUE DU GISEMENT	
Introduction	3
I.1. Situation géographique du gisement	3
I.2. Topographie	4
I.3. Géologie régionale.....	6
I.3.1. Structure	6
I.3.2. Stratigraphie	6
I.3.2.1 Trias :	6
I.3.2.2 Jurassique :	6
I.3.2.3 Crétacé :	6
I.3.2.4 Paléogène :	7
I.3.2.5 Néogène :	7
I.3.2.6 Quaternaire :	7
I.4. Géologie locale.....	8
I.4.1. Litho-Stratigraphie	8
I.4.1.1 Le Jurassique :	8
A) Le Portlandien :	8
B) Le barriasien inférieur :	8
I.4.1.2 Le Quaternaire :	8
I.4.2. Tectonique du gisement	8
I.5. Climatologie.....	9
I.5.1. Le climat	9
I.5.2. Température	9
I.6. Hydrogéologie :	10

I.6.1. L'aquifère des formations (Plio-quaternaires)	11
I.6.2. Aquifère des formations (jurrassico-crétacés)	11
I.7. Hydrologie	12
I.8. Evaluation des réserves	12
I.8.1. Généralités sur les réserves :	12
I.8.1.1 Catégorie A (réserves certaines)	13
I.8.1.2 Catégorie B (réserves probables)	13
I.8.1.3 Catégorie C (réserves possibles)	13
I.8.2. Calcul des réserves géologiques	13
I.8.2.1 Méthode des courbes de niveau	14
I.8.2.2 Estimation des réserves géologiques	15
Conclusion.....	17

CHAPITRE II : LES TRAVAUX D'EXTRACTION ET DE CHARGEMENT

Introduction	18
II .1.Les travaux d'extraction et de chargement	18
II.1.1.Généralité sur les excavateurs	19
II.2.Emploi des excavateurs a godes unique	19
II.2.1.Les opérations de travail de l'excavateur sont les suivant.....	20
II.2.1.1.Les pelles à câbles sur chenilles	21
II.2.1.2.Pelles hydrauliques	22
II.2.2.Utilisations	22
II.3.Extraction des roches et paramètre du chantier	23
II.3.1.Paramètres du chantier des pelles hydrauliques	23
II.3.1.1.Le chantier	23
II.4.les étapes d'extraction de la roche	25
II.4.1.Préparation du site	25

II.4.1.1 L'enlèvement des morts-terrains	25
II.4.1.2. Matériaux à extraire	25
II.4.1.3. L'extraction (au sens stricte)	25
II.4.2. Foration.....	26
II.4.3. L'abattage	27
II.4.4. Paramètre de plan de tir	27
II.4.5. Le minage	28
II.4.6. Les explosifs	30
II.4.7. Chargement et transport.....	31
II.4.7.1. Chargement.....	31
II.4.7.2. Transport.....	32
Conclusion.....	33

CHAPITRE III : LES PELLES HYDRAULIQUES ET MORPHOLOGIE

Introduction	34
III .1.Les pelles hydrauliques	34
III.2.Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques.....	35
III.3.Choix d'un type de pelle.....	36
III.3.1.Les pelles hydrauliques en butte	36
III.3.2.Les pelles hydrauliques en rétro.....	37
III.4.Morphologie d'une pelle	38
III.4.1.Châssis.....	39
III.4.2.Chenilles	39
III.4.3.Tourelle	40
III.5.équipement d'une pelle	40
III.5.1.Flèche	40
III.5.2.Balancier.....	40
III.5.3.Godet	41

III.5.4.Brise-roche	42
III.6.Catégorie.....	42
III.7.Principaux paramètres d'utilisation	43
III.7.1.La hauteur de chargement	43
III.7.2.La hauteur déversement du godet Hd.....	43
III.7.3.La profondeur maximale de chargement du godet en équipement rétro.....	43
III.7.4.La force de pénétration.....	43
III.7.5.La force cavage	43
III.7.6.Force d'arrachage.....	44
Conclusion.....	44

CHAPITRE IV : CALCUL DES PARAMETRES DE CHARGEMENT ET ETUDES DESCRIPTIVE

Introduction	46
IV.1. Description de la pelle utilisée.....	46
IV.1.1. Équipements.....	46
IV.1.1.1. Equipements sans concessions.....	46
IV.1.1.2.Châssis robuste.....	46
IV.1.1.3. Cabine	46
IV.1.1.4.Tourelle	47
IV.1.2.Dimensions de la pelle	47
IV.1.3.Equipement avec flèche monobloc	48
IV.1.3.1.Forces aux dents.....	49
IV.2. Facteurs technico-minières	49
IV.2.1. Régime de fonctionnement de la carrière.....	49
IV.2.2. Capacité annuelle de production	49
IV.2.3.Production mensuelle	49

IV.2.4. La production journalière	50
IV.2.5. La production horaire	50
IV.3. Calcul la productivité de la pelle Liebherr R 980	50
IV.3.1.1. Temps de cycle de la pelle	50
IV.3.1.2. Calcul de la production théorique (Pth)	51
IV.3.2. Le rendement de la pelle	52
IV.3.3. Nombre de pelle	52
IV.3.4. Nombre total des pelles	53
IV.3.5. Nombre des godets nécessaires pour le chargement d'un camion	53
Conclusion	54

CHAPITRE V : MAINTENANCE DE LA PELLE HYDRAULIQUE ET RECOMMANDATIONS

Introduction	55
V.1. Définition de la maintenance	55
V.2. Les différentes formes (méthodes) de maintenance	56
V.2.1. La maintenance corrective	56
V.2.1.1. Définition	56
V.2.1.2. Types d'interventions	56
V.2.1.2.1. Le dépannage	56
V.2.1.2.2. La réparation	56
V.2.2. La maintenance préventive	57
V.2.2.1. La maintenance préventive systématique	57
V.2.2.2. La maintenance préventive conditionnelle	57
V.2.2.3. La maintenance préventive prévisionnelle	57
V.3. Entretien de la pelle hydraulique	58
V.3.1. Entretien courant	58

V.3.2.Gros entretien	58
V.3.2.1.Les échanges des sous- ensembles mécanique ou hydraulique : moteur, pompe, réducteur.....	58
V.3.2.2.Les travaux sur les structures	58
V.3.2.3.Durée de vie des matériels.....	59
V.4.Recommandations	59
Conclusion.....	59
CONCLUSION GENERALE.....	61

Liste de tableau

Tableau I.1 : Coordonnées du périmètre délimitant le gisement:	4
Tableau I.2 : Moyennes des températures pour l'année 2018 (station Sidi Bel Abbés).....	9
Tableau I.3 : Réserves géologiques du gisement de Kraoula	16
Tableau II.1 : Les paramètres géométriques d'un plan de Tir	27
Tableau IV.1 : dimensions de la pelle Liebherr R 980	48
Tableau IV.2 : débattement de pelle Liebherr R 980	49
Tableau IV.3 : Chronométrage de la pelle hydraulique Liebherr R 980	51

Liste de figure

Figure I.1 : La situation géographique de la région d'étude	3
Figure I.2 : carte topographique de la région	5
Figure I.3 : carte géologique de la région	7
Figure I.4 : courbe des températures mensuelle pour l'année 2008	10
Figure I.5 : Présentation des niveaux d'un massif rocheux	14
Figure II.1 : pelle à câble sur chenille	22
Figure II.2 : les travaux de décapage	25
Figure II.3 : Les gradins de la carrière SIDI ALI Benyoub	26
Figure II.4 : La foration des trous	26
Figure II.5 : Les différents paramètres d'un plan de tir	28
Figure II.6 : Schéma de chargement des trous par l'explosif	29
Figure II.7 : Schéma explicative de liaison de DMR.....	30
Figure II.8 : Différents types d'explosifs	31
Figure II.9 : Chargement par pelle hydraulique	31
Figure II.10 : Schéma représentant la manière de chargement d'un camion	32
Figure II.11 : Transport des matériaux abattus par camions.....	33
Figure III.1 : Chargement d'une pelle hydraulique	34
Figure III.2 : La pelle en butte	35
Figure III.3 : La pelle en rétro	35
Figure III.4 : La pelle hydraulique sur roue	38
Figure III.5 : la pelle hydraulique sur chenille	38
Figure III.6 : manipulation de balancier d'une pelle hydraulique	41
Figure III.7 : Brise roche	42
Figure III.8 : les forces fournissent par la pelle hydraulique	44
Figure III.9 : La force d'arrachage fournie par le cavage	44
Figure IV.1 : Morphologie de la pelle Liebherr R 980	47
Figure IV.2 : cinématique des pelles hydraulique (retro)	48

Introduction générale

L'amélioration de la productivité peut être obtenue par l'mécanisation de tous les niveaux de productivité dans les mines à ciel ouvert. Cela nécessite de choisir le bon équipement (y compris les coûts opérationnels et l'adaptabilité affecte directement le coût de la productivité).

Le choix du matériel adéquat dépend : de la taille du projet, de la nature du matériel manipulé, des conditions de la taille du projet, pour le déchargement des matériaux excavés, du type de matériel disponible sur le marché et du prix comparatif du matériel.

Dans les mines à ciel ouvert, le parc d'équipements utilisé principalement est constitué de pelles et de camions, en fonction de la nature de la roche, des morts-terrains et des conditions de travail. La taille des camions dépendra de la taille de la pelle, et le temps d'inactivité de la pelle et le tassement des camions à la pelle doivent être évités en fonction du choix du parc de matériel.

Dans le processus de sélection d'une flotte de camions, on devient faire attention au point où la capacité de charge utile du camion doit correspondre à la capacité de la pelle. L'adéquation d'une excavatrice à une unité de transport est basée sur le prix et les coûts d'exploitation de l'unité devraient être les plus bas.

Ces pelle aussi choisi selon les types de gradins à excaver. Avec l'avènement de machines plus grosses capables de manipuler les matériaux à un rythme plus rapide à partir de fosses à ciel ouvert plus profondes, l'exploitation à ciel ouvert a pris une importance accrue par rapport aux méthodes souterraines. Cela signifie également que les coûts du capital sont plus importants, les coûts de maintenance plus élevés, etc.

L'unité Sidi Ali Benyoub est l'une des plus grandes unités de l'Entreprise Nationale des Granulats qui produit plus de 1.5 millions de tonnes par an de granulats. Elle couvre une superficie de plusieurs kilomètres carrés dans la région de l'Ouest d'Algérie. La situation stratégique de cette unité permet de satisfaire une production des granulats pour les routes, les chemins de fer et le béton hydraulique. Vu que les réserves exploitables de l'ancien site (9 800 000 t), sont en voie d'épuisement d'une part et le besoin croissant dans la zone en matière de granulat, d'autre part, ont incité l'entreprise **ENG** à obtenir une nouvelle concession, (kraoula) voisine de l'ancien site pour l'exploitation d'un gisement de calcaire, et pour laquelle un projet d'ouverture et d'exploitation de ce gisement a été proposé par l'entreprise.

Introduction générale

Le stage effectué au sein de l'unité de Sidi Ali Benyoub pendant le mois de Mars, Wilaya de Sidi Bel Abbés, nous a permis de réunir toutes les données essentielles pour pouvoir réaliser ce projet.

Dans cette unité on a réalisé un tas d'observations sur l'équipement excavatrice utilise, une pelle hydraulique pour se rendre compte de l'importance donnée à celle-ci pour développer le chantier et faire une exploitation optimale au sein de l'unité. Alors pour réaliser tous ça on constate en premier lieu que ces pelles ou excavatrice ont une relation étroite pour ce que on va appeler facteur de charge :

Taille et type de chargement, type de machines et état du matériel à charger, Capacité d'unités, et Compétence de l'opérateur de chargement.

Introduction

Le présent chapitre expose les résultats de recherches obtenues par les travaux d'exploration menés à l'échelle du gisement kraoula Wilaya de sidi bel Abbas.

I.1. Situation géographique du gisement

Le gisement objet de cette étude est localisé dans une zone anciennement boisée dégradée, à une altitude de 950 m sur le flanc Sud du djebel Kraoula. Il est entouré par des monts de Tessala au Nord, des monts de Tlemcen et de Dhaya au Sud et des Monts de Saïda à l'Est (**figure I.1**).

Administrativement, le gisement fait partie de la commune de Sidi Ali Benyoub Wilaya de Sidi Bel Abbès [1].



Fig. I.1 : La situation géographique de la région d'étude.

I.2. Topographie

La région d'étude fait partie de l'Atlas tellien. Elle est comprise entre les monts de Tessala qui constituent le segment occidental de l'Atlas tellien au Nord et le massif montagneux de Sidi Ali Benyoub. Ce dernier est représenté par les djebels El Assa et Bouletas dont les sommets culminent respectivement à 1108 m et 1052 m d'altitude.

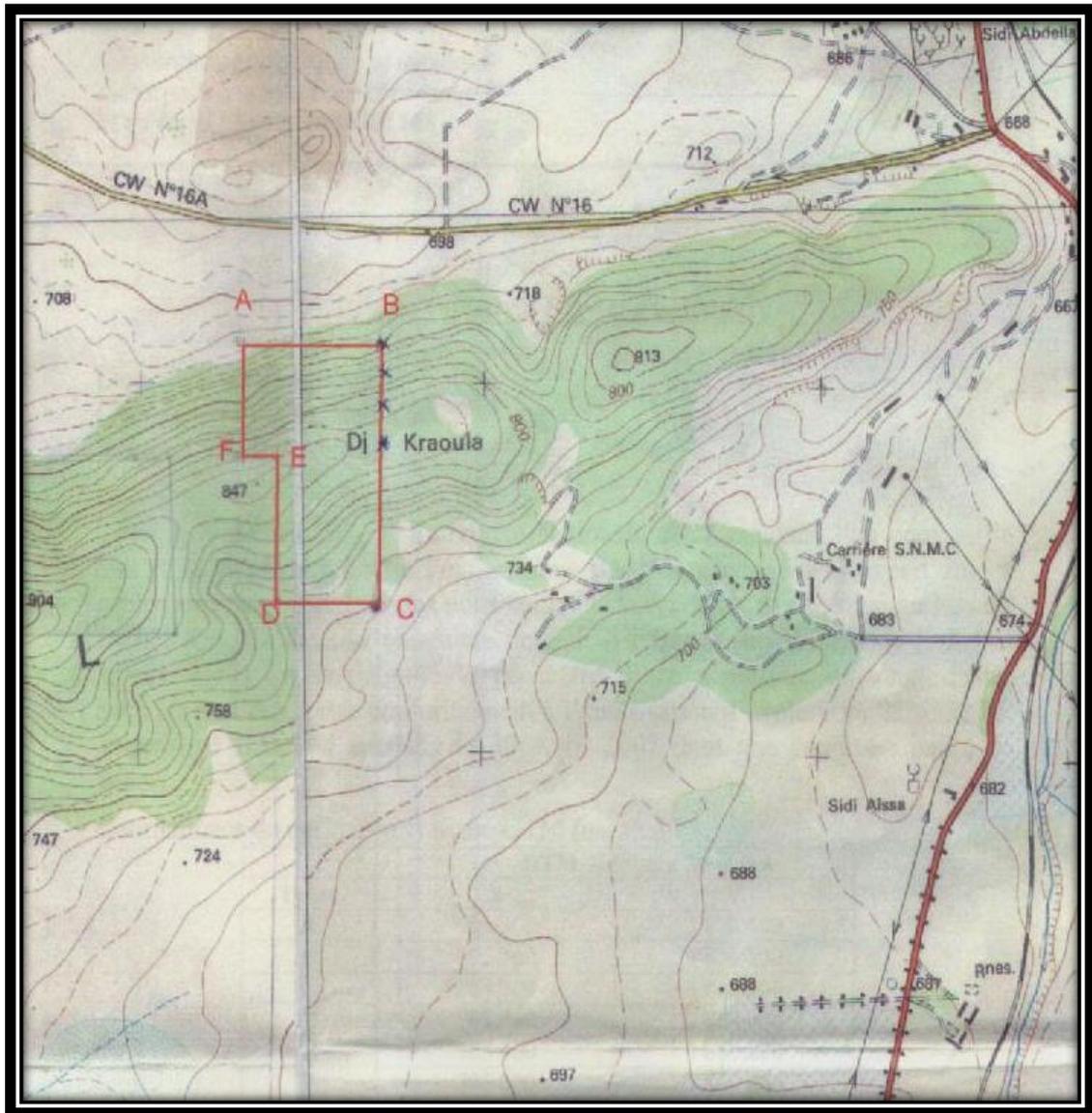
Le centre de la région est représenté par un ensemble de collines faiblement mamelonnées dont les côtes maximales varient entre 480 m et 520 m d'altitude.

La topographie du gisement est représentée par une colline, allongé Est-Ouest, dans les limites du gisement, les côtes absolues varient de 750m à 850m (**Fig. I.2**)

Tableau I.1 : Coordonnées du périmètre délimitant le gisement. [1]

Point N°	X (m)	Y (m)
1	705 300	387 0100
2	705 700	387 0100
3	705 700	386 9400
4	705 400	386 9400
5	705 400	386 9800
6	705 300	386 9800

La superficie du périmètre est de 24 hectares



Légende	
	Piste
	Ex chemin de wilaya N°39
	Chemin de wilaya N°16
	Foret

Fig. I.2 : Carte topographique de la région (extrait de la carte topographique N°272)

I.3. Géologie régionale

I.3.1. Structure

Sur le plan structurel le territoire de la wilaya de Sidi Bel Abbés embrasse la zone de plissements telliens (Nord) et la partie stable de la plate-forme épi hercynienne. On y distingue trois étages structuraux : Paléozoïque supérieur, antéoligocène et Oligocène-quaternaire.

L'existence du socle paléozoïque ne peut être confirmée qu'indirectement par la présence de blocs et des fragments de roches métamorphiques (versants des monts de Tessala, Arbal etc.)

L'étage antéoligocène (Trias Paléogène) se caractérise par un plissement tellien, manifestations de diapirisme qu'on observe dans des blocs soulevés. Le complexe oligocène-quaternaire surmonte en forte discordance angulaire les formations plissées du deuxième (moyen) étage structurel.

Les éléments tectoniques structuraux sont orientés du SW au NE, sont représentés du Nord au Sud par la dépression de chelif, le Horst de Tessala, la dépression tellienne de l'Ouest, la dépression de Tessala, le soulèvement de Méceta oranais. Dans la région affleurent les roches du Trias, Pliocène du quaternaire souvent des dépôts du jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, rarement les roches du Crétacé supérieur. [2]

I.3.2. Stratigraphie : Les principales unités stratigraphiques rencontrées dans la région sont :

I.3.2.1 Trias : affleure seulement au Nord de la Wilaya, représenté par des brèches argiloto-gréseuses, des marnes, des dépôts bariolés gypso-salifères et argilo-carbonatés.

I.3.2.2 Jurassique : se développe au Sud, représente par un faisceau puissant monotone de calcaires massifs, marnes, dolomies, grès.

I.3.2.3 Crétacé : représenté par les trois étages. Les dépôts sont représentés par des faciès continentaux ou lagunaires qui à partir de la surface supérieure de l'étage inférieur se substituent par des faciès marins. Ce sont des argilites, des schistes, des grès, des marnes, des calcaires

I.3.2.4 Paléogène : représenté par des faciès marins de l'Eocène et de l'Oligocène se développent dans la partie centrale, Nord et Nord-est du territoire. C'est l'Alternance des argiles et des marnes avec des passées de calcaire organogènes, et de grès.

I.3.2.5 Néogène : représenté par la partie supérieure du Miocène et par la Pliocène. Le Miocène est constitué par l'Alternance d'argiles de marnes et de grès calcaires organogènes, des sables et des argiles localement de roches gypso-salifères et de passées de kieselguhrs (diatomites). Le pliocène est constitué de grès marins argileux, de marnes et de sables : la partie supérieure renferme des grès argileux continentaux bariolés, des grès avec des galets de gravelites et des conglomérats.

I.3.2.6 Quaternaire : représenté par des alluvions, sables et des limons sableux, des limons des argiles, des gravelites argilo-sableuses, de cailloutis, des tufs. [2]



Fig. I.3 : Carte géologique de la région

I.4. Géologie locale

I.4.1. Litho-Stratigraphie

Sur la base des données des sondages destructifs et profils géologique réalisés à l'échelle du périmètre par le bureau d'étude (BENSALEM M), ainsi que les carottes des sondages réalisés, on distingue les formations suivantes : [1]

I.4.1.1 Le Jurassique : il est représenté par le Portlandien et le Berriasien inférieur.

A) Le Portlandien :

Il comprend deux paquets lithologiques :

1. Le paquet inférieur marno-calcaire
2. Le paquet supérieur calcaire

1. Le paquet marno-calcaire : il réunit les marnes brunes et gris foncé avec les calcaires gris, les marnes se situent généralement en bas du paquet avec une épaisseur qui varie de 0,1 à 0,6m, mais à prédominance de la couche calcaire.

2. Le paquet calcaire : il est constitué par le calcaire gris et gris foncé, parfois argileux avec des passages du calcaire gréseux de 1,3 cm. Ces calcaires sont organogènes durs. Ce paquet à une puissance de 48m et constitue la majeure partie de l'assise utile. La puissance totale du Portlandien atteint les 85m.

B) Le barriasien inférieur :

Il est représenté par des marnes brunes d'une épaisseur de 4,9m, avec une intercalation de calcaire gris de 1,3m. Ces calcaires constituent la partie supérieure de l'assise utile. La puissance du Berriasien est de 18m.

I.4.1.2 Le Quaternaire : Le développement du Quaternaire est assez limité, il n'a été rencontré qu'au Nord du gisement. Ce sont des argiles d'éluviale et des limons caillouteux (calcaire). Leur épaisseur varie de 3 à 6 m.

I.4.2. Tectonique du gisement : Le style tectonique général de la région est du type cassant. Les failles sub-verticales en majorité, sont le résultat probable de déformations du socle. Elles déterminent ainsi une série de horsts et de grabens. Le pendage sur les flancs varie de 8° à 27°.

Le pli est légèrement asymétrique, son flanc Nord étant moins accentué que le flanc Sud. Il occupe la partie centrale du horst limité au Nord et au Sud par des grandes failles avec des

rejets jusqu'à 250 m, les flancs de l'anticlinal présentent une série d'accidents disjonctifs bien visible dans les tranchées, le plus grand rejet a été observé sur le banc Nord dans la zone des tranchées 5° et 7° ou il atteint 5 à 6,5 m.

Dans les limites du gisement le pendage est généralement très calme, il varie de 0 à 5° et peut atteindre des fois jusqu'à 9°. [2]

I.5. Climatologie

I.5.1. Le climat

Influencée d'un côté par la mer, de l'autre par le Sahara, la région de Sidi Ali Benyoub comme celle de Sidi Bel Abbès, est soumise généralement à un climat semi continental. On distingue une saison aride (l'été) et une saison humide (l'hiver) avec une transition le printemps moins marqué dans le tell et le littoral. On constate une sécheresse dans l'ensemble du pays ces dernières années. [2]

I.5.2. Température

La région est connue pour ses hivers froids et ses étés brûlants, ses nuits fraîches en été et ses journées chaudes. Selon les données enregistrées par l'Office Nationale de la météorologie (ONM) on note les valeurs suivantes concernant la station de Sidi Bel Abbès pour l'année 2018.

Tableau I.2 : Moyennes des températures pour l'année 2018 (station Sidi Bel Abbès).

	jan.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	oct.	nov.	déc.
Moyenne des températures max (°C)	15,6	14,0	17,1	21,5	24,1	29,7	34,9	35,9	31,1	24,8	19,4	19,1
Moyenne des températures min (°C)	3,7	2,6	7,6	8,3	9,5	13,6	18,2	17,4	17,1	11,1	6,9	2,0
Température moyenne (°C)	9,7	8,3	12,4	15,0	16,7	21,4	26,6	26,8	24,2	18,0	13,2	10,7

Source :(ONM, 2019)

D'après le graphe (**fig. I.4**), la région d'étude est caractérisée par un climat frais en période hivernal avec des températures minimales qui atteignent 2.7 C° pendant le mois de décembre et janvier. En outre pendant la période estivale les températures dépassent 39 C°, manifestement pendant le mois d'Août.

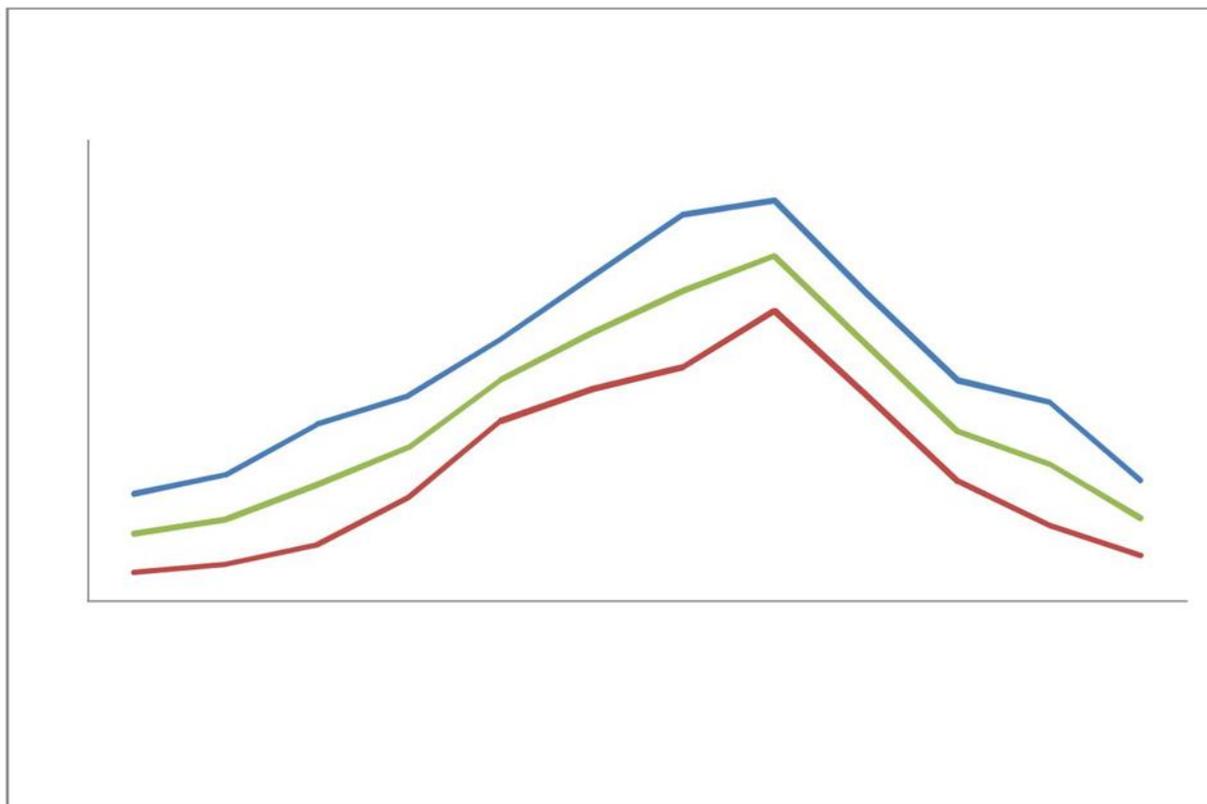


Fig. I.4 : Courbe des températures mensuelle moyennes pour l'année 2018, (ONM 2019).

I.6. Hydrogéologie :

La perméabilité des roches favorise l'infiltration des eaux pour l'alimentation des différents systèmes aquifères existants dans la région dont les eaux peuvent rejoindre la surface en faveur d'un certain nombre d'émergences présentes le long de l'Oued Mekerra à la hauteur de la localisation de Yeniraou, le débit est très variable. Il peut aller de quelques dizaines de litre par seconde en période d'étiage à des dizaines de mètres cubes par seconde en période de crue. Dans la région d'étude, deux aquifères peuvent être individualisés à savoir :

I.6.1. L'aquifère des formations (Plio-quaternaires)

C'est un aquifère de remplissage se localisant le long de l'Oued Mekerra, d'une épaisseur maximale ne dépassant pas une cinquantaine de mètres. Il est formé essentiellement d'une formation alluvionnaire constituée de sables et de limons grossiers, qui confèrent une faible perméabilité.

L'alimentation de la nappe se fait suivant deux processus :

- a. Alimentation directe par les eaux des pluies.
- b. Alimentation par les aquifères adjacents, soit par infiltration latérale directe soit par l'intermédiaire de sources dont les eaux s'infiltreront ensuite dans les alluvions.

La profondeur moyenne de l'aquifères par rapport au sol est de l'ordre de 15 à 20 mètres avec toutefois des zones plus profondes (environ 30 à 40 mètre). Les variations piézométriques de l'aquifères sont réglées par les crues de printemps et les étiages d'automne. Ces eaux sont de qualité hydrochimique médiocre chlorure-bicarbonatée sodique calcique. Elles sont sollicitées au moyen d'un certain nombre de puits destinés à l'irrigation.

Les gradients de la nappe varient entre 15% dans le Sud –Ouest de la plaine de Sidi Bel Abbas et 6% entre Bedrabine et Sidi Khaled. Les zones à faible gradient correspondent à une augmentation de la transmissivité, à la convergence des écoulements et au drainage de l'Oued Mekerra qui surimpose son propre gradient à celui de la nappe.

I.6.2. Aquifère des formations (jurrassico-crétacés)

Cet aquifère est connu chez les hydrogéologues sous le nom de l'aquifère (calcaro-dolomitique d'âge jurrassico-crétacé des monts de Sidi Ali Benyoub). Il est caractérisé par un faciès carbonaté (formation de Rémaillia), fissuré donnant ainsi à cette ensemble une perméabilité en grand qui permet à l'eau de s'infiltrer et de circuler facilement à travers ce réseau.

Ces eaux ne peuvent rejoindre la plaine que par l'intermédiaire des cônes de déjection de conglomérat ou les dépôts argilo gréseux de piémont de faible perméabilité. En profondeur, il semble que les communications hydrauliques au niveau des failles ne soient établies. D'autre part, les eaux qui ne peuvent s'écouler vers la plaine sont restituées par d'importantes sources pérennes (notamment celle d'Ain Mekhareg et d'Ain Skhona dont le

débit global dépasse les 200/litres/seconde) et des sources de débordement qui apparaissent le long de l'Oued Mekerra après les fortes pluies.

Il y a lieu de penser que la perméabilité des cônes de déjection conglomération règle la capacité des échanges entre les monts de Sidi Ali Benyoub et les nappes de la plaine.

En résumé, la nappe ou l'aquifère de cet ensemble est bien alimentée grâce à une position haute, favorable à une bonne pluviométrie est caractérisée par une eau de bonne qualité hydrochimique à farcies bicarbonaté calcique de nature carbonatée de la formation aquifère. Le résidu sec de cette eau est compris entre 200 à 300 mg/l. [1]

I.7. Hydrologie

Le sous bassin de Sidi Bel Abbés fait partie du bassin de la Macta qui comporte en autres, les sous bassins de Sidi Bel Abbés, de Sarno, des Cheurfas et de Bouhanifia. Il s'agit d'un sous bassin à réseau hydrographique peu développé avec présence d'eau, et généralement sec en été, mais certains gardent de l'eau toute l'année, notamment celui de l'Oued Mekerra en particulier dans la zone de Tenira ou il est alimenté par l'émergence des sources pérennes.

D'autre par, la nature perméable des formations existantes aux environs de la région d'étude ne permet pas le développement d'un chevelu hydrographique bien marqué. [2]

I.8. Evaluation des réserves

Le but est de procéder à l'estimation des réserves géologique de tout le site représentant le gisement, réserve constituée par des calcaires gris compact à quelques petites intercalations argileuses, économiquement exploitables

I.8.1. Généralités sur les réserves :

Les réserves sont divisées en trois catégories : A, B et C, suivant le degré de prospection et d'étude du gisement, qui est caractérisé par la quantité et le caractère des coupes du gisement avec les ouvrages miniers.[3]

I.8.1.1 Catégorie A (réserves certaines)

A1 : réserves entièrement prospectées, étudiées et préparées pour l'exploitation : ces réserves peuvent servir pour le calcul des travaux d'exploitation.

A2 : réserves entièrement prospectées, étudiées ; elles peuvent servir à la planification et à l'organisation de la partie minière des entreprises.

I.8.1.2 Catégorie B (réserves probables)

Réserves étudiées géologiquement, relativement prospectées et partiellement délimitées par des ouvrages miniers et sondages, échantillonnées pour étudier la composition et les propriétés du minerai et pour obtenir des renseignements qualitatifs sur la technologie des méthodes d'utilisation. Ce sont des réserves techniques minières de l'exploitation. On peut utiliser ces données comme bases des projets de grands travaux des mines et des entreprises utilisant les produits miniers bruts et pour l'établissement des programmes.

I.8.1.3 Catégorie C (réserves possibles)

C1 : réserves établies par l'étude géologique, d'après les affleurements naturels, quelque fois artificiels ou d'après les données géophysiques, relatives à la structure géologique du gisement et à l'échantillonnage approximatif ; on peut utiliser ces données pour la réalisation des travaux de prospection détaillée et pour l'établissement des plans d'une éventuelle exploitation industrielle.

C2 : réserves relatives aux régions entières ou bassins, calculées d'après leur étude géologique ; les réserves des gisements isolés ou de leurs groupes ; sont déterminées d'après les prévisions géologiques.

I.8.2. Calcul des réserves géologiques

La méthode générale d'évaluation des réserves consiste à diviser la surface du gisement en secteurs qui ressemblent à tel corps géométrique, à multiplier la surface de ce secteur par la puissance de son gisement, puis par le poids spécifique du minerai pour obtenir le poids des réserves en tonnes. Le poids spécifique est déterminé expérimentalement.

En additionnant les réserves des sections isolées, on détermine les réserves de tout le gisement. La surface du gisement et la puissance sont fournis par les données obtenues au cours des travaux de prospection. [7]

Le choix d'une méthode dépend des particularités de la minéralisation (morphologie, dimension, caractéristiques de la minéralisation, nature et intensité de la minéralisation) ainsi que des procédés et des moyens de la prospection de l'exploitation. Parmi ces méthodes, on a :

- Méthode des courbes de niveau ;
- Méthodes des coupes géologiques

I.8.2.1 Méthode des courbes de niveau

La topographie de la surface terrestre est restituée par l'intermédiaire de courbes de niveau. Une courbe de niveau correspond à l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal d'altitude donnée. Elle joint donc un ensemble de points de même altitude. La différence d'altitude entre les plans horizontaux est appelée équidistance des courbes de niveau. La méthode de calcul des réserves par les courbes de niveau consiste à calculer un volume entre deux courbes de niveau distinct après avoir calculer leurs surfaces. [7]

Soit deux courbes de niveau successives, de surface S_i et S_{i+1} espacé d'un pas P comme le montre la figure ci-dessous :

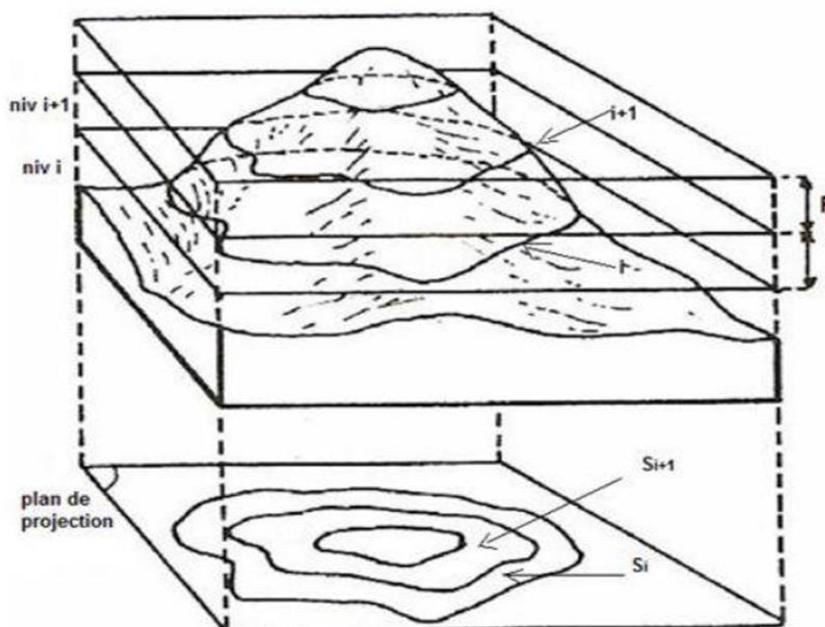


Fig. I.5 : Présentation des niveaux d'un massif rocheux. [7]

I.8.2.2 Estimation des réserves géologiques

Les réserves sont calculées suivant la méthode des cônes tronqués ; le contour supérieur du calcul des réserves est le niveau 850m tandis que le contour inférieur correspond au niveau 750m

Les formules adaptées pour calculer les réserves sont les suivant :

Si : $(S_i - S_{i+1}) / S_i \leq 40\%$, on a ;

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

Si non

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

V : le volume du matériau en m³ ;

S1 : la surface du niveau 1 en m² ;

S2 : la surface du niveau 2 en m² ;

L : l'intervalle entre les deux niveaux en m.

Les réserves géologiques sont représentées dans Tableau I.5 ci-dessous :

Tableau I.3 : Réserves géologiques du gisement de Kraoula :

Niveau [m]	surface [m ²]	volume [m ³]	M.V [t/m ³]	Tonnage (t)
850	4 861,3	61 525,08	2.6	159 965,21
845	21 767,05	148 652,54	2.6	386 496,6
840	38 482,34	220 722,35	2.6	573 878,11
835	50 060	278 140,52	2.6	723 165,35
830	61 388,63	336 513,21	2.6	874 934,35
825	73 395,27	398 065,53	2.6	103 4970,4
820	85 997,26	462 723,92	2.6	120 3082,2
815	99 250,54	530 342,39	2.6	137 8890,2
810	113 035,77	601 113,2	2.6	162 894,3
805	127 555,69	674 793,62	2.6	1 754 463,4
800	142 499,69	750 767,91	2.6	1 951 996,6
795	157 939,81	823 802,61	2.6	2 141 886,8
790	171 676,69	890 824,75	2.6	2 316 144,3
785	184 732,95	955 216,55	2.6	2 483 563
780	197 423,93	1 016 683	2.6	2 643 375,9
775	209 307,16	1 070 354,1	2.6	2782 920,7
770	218 870,09	1 115 948,7	2.6	2 901 466,7
765	227 537,45	1 154 088,5	2.6	3 000 630,2
760	234 113,58	1 180 585,7	2.6	3 069 522,8
755	238 126,38	1 194 654,5	2.6	3 106 101,7
750	239 736,33			
Totale		13 865 519	2.6	36 050 349,4

Les réserves géologiques en place à l'intérieur du périmètre minier estimées par la méthode des courbes de niveaux sont :

$$\mathbf{RG} = 13\,865\,519 \mathbf{m^3} \text{ soit } 36\,050\,349,4 \mathbf{tonnes.}$$

Conclusion

L'étude géologique et topographique du gisement de Kraoula nous a permis d'illustrer une description générale sur la formation de la zone étudiée et d'évaluer les réserves géologiques qui sont estimées à plus de 36 millions de tonnes.

Introduction

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, mariage 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.

Alors que ce qui nous intéresse ici est le chargement par utilisation d'un excavateur à godet unique études d'un excavateur comme pelle mécanique ou hydraulique requiert une très grande importance pour les carrières surtout.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les travaux d'extraction et de chargement dans la carrière de SID ALI BENYOUB

II .1. Les travaux d'extraction et de chargement

Les travaux d'extraction et de chargement consistent en abattage des roches du massif vierge ou préalablement ameubli et leur chargement dans les engins de transport.

Pour cela on utilise les excavateurs de différents types tels que : chargeuses, pelles,...

Parmi les excavateurs on distingue les excavateurs à godet unique et à godets multiples.

Le chargement est un processus important dans la chaîne technologique de l'exploitation minière à ciel ouvert [5]

Le choix du type d'engin de chargement est basé sur les facteurs suivants :

- La nature des roches (propriétés physico-mécaniques).
- La méthode d'exploitation.
- La production envisagée.
- Les mesures de sécurité.

Dans les conditions de la carrière de SID ALI BENYOUB, les pelles sont de type LIEBHERR R980 dont les caractéristiques sont représentées en annexe 01

II.1.1.Généralité sur les excavateurs

Les excavateurs sont des engins de forçement destinés à prendre la roche et la déplacer vers le lieu de déchargement, ils sont utilisés pour les roches tendres et dures ; on peut distinguer deux sortes d'équipements : celle à godet unique et celles à multi godets (multiple godets)

Les excavateurs à godet unique fixé sur un bras sont des excavateurs cycliques, alors que les excavateurs à multi godets dont l'outil de travail est fixé sur une roue ou sur une chaîne sont appelés excavateurs continus.

Ces engins sont munis de mécanismes d'attaque, de levage d'orientation, de déplacement et d'équipements électriques d'alimentation et de commande ;

Suivant le type d'organe de travail et le mode de fixation du godet à la flèche, les excavateurs à godet unique sont classés en deux groupes : ceux dont le godet est fixé rigidement à la flèche et ceux dont le godet est fixé à la flèche d'une manière souple. Chaque un de ces deux groupes comprend plusieurs types d'excavateurs de premier groupe : pelle en butte et pelle rétro. Le deuxième groupe comprend les draglines et les excavateurs à griffes. [5]

Suivant le type de mécanisme de translation on distingue :

- excavateurs sur chenilles ; excavateur sur pneu et excavateur sur rail.

Le cycle de travail d'un excavateur comprend les opérations élémentaires suivantes :

- 1) enfoncement du godet dans le front, détachement de la roche et remplissage du godet ;
- 2) déplacement du godet chargé depuis le front jusqu'au lieu de déversement ;
- 3) déversement du godet ;
- 4) retour du godet à sa position initiale.

II.2.Emploi des excavateurs à godet unique

Sont les plus répandus dans les carrières grâce à leur universalité et la possibilité de les utiliser dans les différentes conditions, climatiques, minières et techniques. Ces machines leur prise et déplacement de roche se font par un seul godet, ils travaillent d'une manière cyclique et exécutent les opérations du cycle de travail successivement. Alors que suivant le type d'organe de travail le mode de fixation du godet à la flèche ces excavateurs sont classés en ceux dont le godet est fixé rigidement à la flèche et ceux où le godet est fixé d'une manière souple.

On trouve l'équipement de notre cas d'étude les pelles et les pelles hydrauliques d'une manière extinctive dans le premier groupe.

Les excavateurs à godet unique peuvent avoir plusieurs organes de travail godet en retro en butte une griffe brise roche ...ils sont dite universels si ils portent un certains organes seulement sont dites semi-universels alors que ceux conçus pour recevoir un seul type d'organe sont appelés spéciaux.

Suivant les types de mécanismes de translations on distingue :

Les excavateurs sur chenilles, excavateurs marchants, excavateurs sur rails et excavateur sur roues.

Suivant l'organe moteur des excavateurs peuvent être : électriques, diesels et diesels électriques. [9]

II.2.1. Les opérations de travail de l'excavateur sont les suivant

- Remplissage du godet ;
- déplacement du godet vers le lieu de déchargement ;
- déchargement du godet ;
- déplacement de godet vide vers le chantier.

Ces opérations forment le cycle de la machine et le temps de réalisation de ce cycle s'appelle durée du cycle.

Parmi les excavateurs utilisés notre cas d'étude est les pelles, équipements d'un meilleur rendement pour le chargement des roches dans une carrière ou une mine .sont utilisent largement pour l'exploitation des gisements de n'importe quelle dureté des roches, elles peuvent travailler en butte et en retro.

Ces machines peuvent contenir un équipement de travail le godet de capacité différents de 0.15m³ a 150m³ ces pelles mécaniques sont divisées en trois groupes :

- pelle à équipement ordinaire utilisé pour le chargement dans les engins de transport qui se trouve sur la plateforme inferieure de travail
- pelle à équipement allonge utilisé pour l'enlèvement des roches et chargement des engins de transport qui se trouve sur des plateforme supérieure exemple creusement

des tranchées et pour utiliser aussi pour déplacement des roches stériles dans les terrils .

- pelle à équipement démontable sont universelles ou semi universelles utiliser pour la réalisation des carrières ou de petites mines à ciel ouvert. [5]

On trouve deux sortes de pelles mécaniques essentielles :

II.2.1.1. 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.

La détermination du type de pelle le plus appropriées 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.[4]



Fig. .II.1.Pelle à câbles sur chenilles [4]

II.2.1.2.Pelles hydrauliques

Les pelles hydraulique offre des avantages indéniables de précision pour l'attaque du front de taille quand celui-ci présente des strates alternativement tendre et dure.il est faciles de réalise l'abatage sélectif du minerai avec la pelle hydraulique.

L'analyse de l'emploi de ces pelles par rapport aux autre méthodes de chargement (pelle à câble, chargeuse, etc. ...) permet de constater un rendement supérieur du fait de la rapidité du cycle, de la puissance d'extraction : le cout d'exploitation d'une pelle hydraulique est inférieur à celui d'une chargeuse a rendement égale.

La pelle hydraulique en carrière est appropriée lors des temps mort ou d'excès de stock des produit finis ; elle peut être utilise en retro pour la découverte des stériles ou même en benne preneuse pour les reprise et le chargement du tas. Ce qui est impossible avec une pelle a câble ou chargeuse [6]

II.2.2.Utilisations

La pelleteuse est utilisée pour des travaux :

- ✓ de terrassement (industries du bâtiment et travaux publics)
- ✓ d'extraction (chargement de matériaux dans une carrière...)

- ✓ maritimes (extension de port, désensablement...)
- ✓ d'assainissement (terrassement de fouille, pose de tuyaux...)
- ✓ de réalisation et nettoyage de fossés et de talus...
- ✓ de fouilles archéologiques (à la fois pour le décapage initial, le terrassement, l'évacuation des déblais, et la fouille par niveaux successifs d'une épaisseur d'environ un cm) ;
- ✓ de manutention (Déchargement et pose de conduites d'assainissement, chargement-déchargement de bateaux, de camions ou alimentation de broyeur...)
- ✓ de fondations spéciales (forage, parois moulées...)
- ✓ de démolition et de triage...

II.3.Extraction des roches et paramètre du chantier

II.3.1.Paramètres du chantier des pelles hydrauliques

II.3.1.1.Le chantier

Le gisement attribué à l'ENG pour exercer l'activité d'extraction des granulats est située au lieu-dit djebel Kraoula, à 30 km au Sud de Sidi Bel Abbés soit à 3 km au Nord-Ouest de Sidi Ali Benyoub.

Est un endroit de travail de l'excavateur dont les dimensions et la forme dépendent des paramètres d'excavateurs et des propriétés des roches

On distingue trois types de chantiers pour les pelles hydrauliques :

- Latéral
- en cul-de -sac
- frontal

Le chantier latéral a des grands avantages qui permettent d'assurer un rendement maximal de la pelle et qui sont : l'angle de giration de l'excavateur pour le vidage un godet est faible (inférieur de 90°) ; l'accès des moyens de transport pour le chargement est favorable et le temps mort du au ripage des communications de transport, est minimal

On utilise souvent le chantier en cul-de-sac pour l'excavateur des ouvrages miniers (tranchées d'accès et de découpages etc.) en utilisant les transports par camion et par convoyeur

Lors du chantier frontal l'angle moyen de giration de l'excavateur est de 120-140° pour le transport par chemin du fer, c'est un inconvénient important parce qu'on doit toujours déplacer et allonger les rails et on ne l'utilise que pour le transport par camion

Il faut remarquer que l'exploitation des chantiers, leurs formes et dimensions se distinguent suivant la nature des roches, c.-à-d. pour les roches tendres et pour les fragmentées à l'explosif

Dans les roches tendres le profil du chantier correspond au trajet du mouvement du godet. la hauteur du gradin exploité (h_g) suivant la sécurité ne doit pas dépasser la hauteur maximale du creusement de l'excavateur ($h_{cr \max.}$), c.-à-d. :

$$h \leq 1,5 h_{cr \max.}$$

Si l'on n'assure pas cette condition, il est possible que le toit de gradin. La hauteur minimale du gradin doit assurer le remplissage du godet par un seul creusement.

Lors du travail des pelles hydrauliques avec le chargement supérieur la hauteur du gradin est limitée par la hauteur et le rayon du déchargement.

D'après la condition d'utilisation de la hauteur maximale de déchargement, la hauteur du gradin est limitée par la hauteur et le rayon du déchargement. [6]

D'après la condition d'utilisation de la hauteur maximale de déchargement, la hauteur du gradin est égale :

$$H = 1,5 h_{cr \max}$$

Suivant la condition d'utilisation totale du rayon de déchargement la hauteur du gradin est égale :

$$H = (R_d - R_{cr \min} - c) \operatorname{tg} \alpha, \mathbf{m}$$

Où :

- R_d : rayon de déchargement lors de la hauteur maximale du déchargement, m ;
- $R_{cr \min}$: rayon de creusement minimum.
- $c \geq 3$ distance minimale de l'axe de la route jusqu'à l'arrête supérieure du gradin, m ;
- α : Angle de talus du gradin, m

II.4.les étapes d'extraction de la roche

II.4.1 Préparation du site

II.4.1.1 L'enlèvement des morts-terrains

Les terrains stériles consolidés ou non consolidés qui doivent être enlevés pour mettre à nu le gisement constituent la découverte. Ces déblais doivent être déplacés en un lieu donné afin de les récupérer pour la restauration des lieux. En plus, le site nécessite des pistes pour que les différents engins circulent librement par l'ouverture des accès.



Fig. II.2.Les travaux de décapage [8]

II.4.1.2 Matériaux à extraire

La roche à extraire est un calcaire gris compact d'âge Jurassique supérieur- Crétacé inférieur, les calcaires sont des roches sédimentaires, troisièmes par ordre d'abondance après les schistes et les grès

II.4.1.3 L'extraction

Dans une carrière à ciel ouvert, l'extraction se fait par gradins ascendants d'une hauteur qui ne dépassent pas les 15 m.



Fig. II.3.Les gradins de la carrière Sid Ali Benyoub [8]

II.4.2 Foration

Pour ces travaux il faut utilisé un chariot de foration équipé d'un marteau et un compresseur pour la production d'air comprimé afin de réaliser des trous de foration de différentes profondeur pour l'utilisation de la matière explosive afin de réaliser les travaux de l'enlèvement des morts-terrains ainsi que des travaux de configuration des gradins qui seront par la suite exploites.



Fig. II.4. La foration des trous [8]

II.4.3 L'abattage

L'abattage des roches se fait par l'explosif comme source principale d'énergie afin d'extraire la roche du front de taille.

Son utilisation industrielle pour ces travaux perd son caractère empirique pour devenir une technique à base scientifique.

Le but de l'abattage est de désagréger le matériau afin de permettre sa reprise par les engins d'extraction à ce niveau, il faut élaborer un plan de tir.

II.4.4 Paramètre de plan de tir

L'établissement d'un plan de tir se base essentiellement à la détermination des paramètres tels que le nombre de trous de mines, leurs profondeurs, leurs agencements (la maille), la charge d'explosifs à calculer par colonne, la nature de l'explosif et la méthode de mise à feu. Les paramètres géométriques utilisés pour la foration des trous sont comme suit :

Tableau II.1 : Les paramètres géométriques d'un plan de Tir

Désignation	Symbole	Unité	Quantité
Hauteur du front	H	Mètre	14.00
Banquette	B	Mètre	2.50
Espacement	ET	Mètre	3.50
Souforation	SF	Mètre	1.00
Longueur du trou	L	Mètre	15.00
Diamètre foration	D	Mm	105
Nombre de trou	Nb	U	24.00
Nombre de rangées	NR	U	2.00
Inclinaison des trous	α	%	80 .00
Langueur de la volée	L .v	Mètre	28 .75

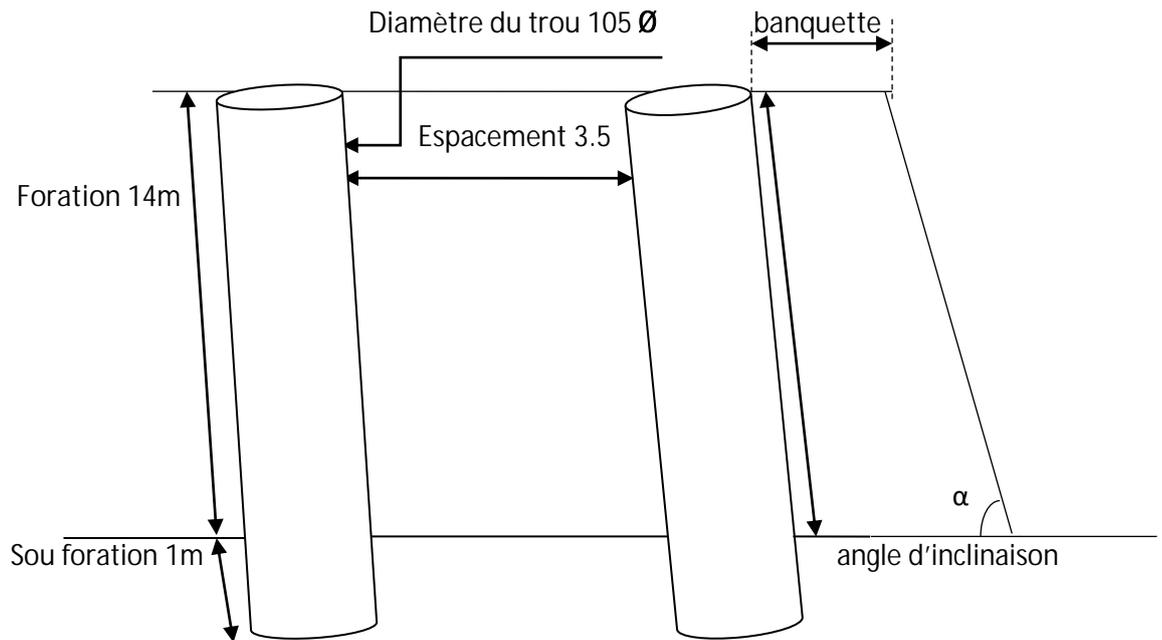


Fig. II.5. Les différents paramètres d'un plan de tir

II.4.5 Le minage

La charge du trou unitaire comprend

- une charge de pied constitué d'un explosif en cartouche (Marmanit 0/80)
- Une charge colonne constituée d'explosif en vrac (Anfomil)
- le tout est surmonté par un bourrage de cutting (0/15).

Le plan de tir est arrêté par le responsable d'exploitation de la carrière et soumis à la DEM pour approbation.

Les travaux de foration et de tir s'effectuent en parallèle avec les autres travaux tout en respectant les consignes sécuritaires.

Le chargement des trous de mines par l'explosif et la mise à feu seront fait par des boute-feux de la carrière.

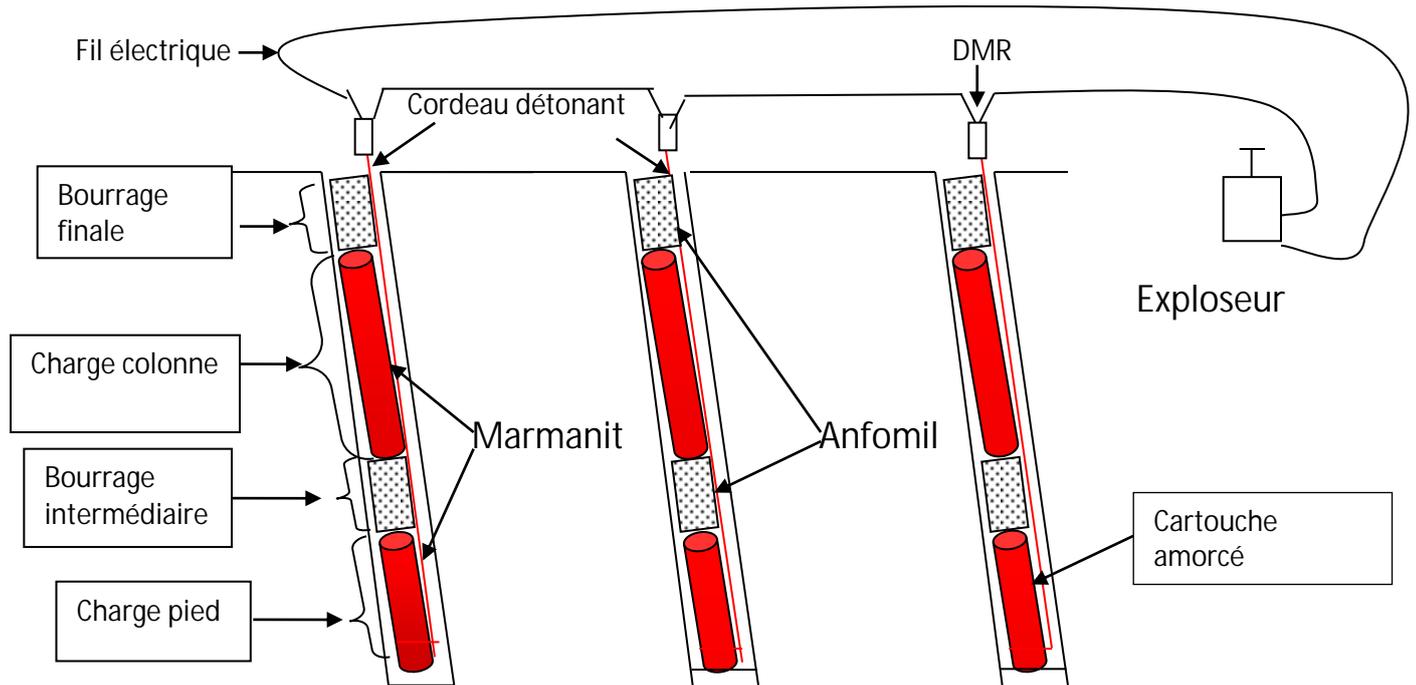


Fig. II.6. Schéma de chargement des trous par l'explosif [8]

✓ **Le front de taille**

C'est la surface libre qui va être abattue. On doit déterminer sa hauteur (15m), et son inclinaison (80%).

✓ **La banquette**

C'est la distance entre deux rangées de trous de mine (ou bien la distance entre le front et la première rangée), elle doit être fixe (2,5m).

✓ **L'espacement**

C'est la distance entre deux trous d'une même rangée (2,5m).

✓ **Charge de pied**

C'est la quantité d'explosifs généralement de forte énergie.

✓ **Charge de colonne**

C'est la quantité d'explosifs soit en cartouche, soit en vrac, d'une puissance moins faible.

✓ **Le bourrage**

C'est un matériau inerte, il est utilisé pour boucher le trou de mine une fois amorcé par les cartouches explosifs.

✓ **Le sou foration**

C'est réalisé afin de dégager le pied du gradin, il est nécessaire de forer au-dessous du gradin.

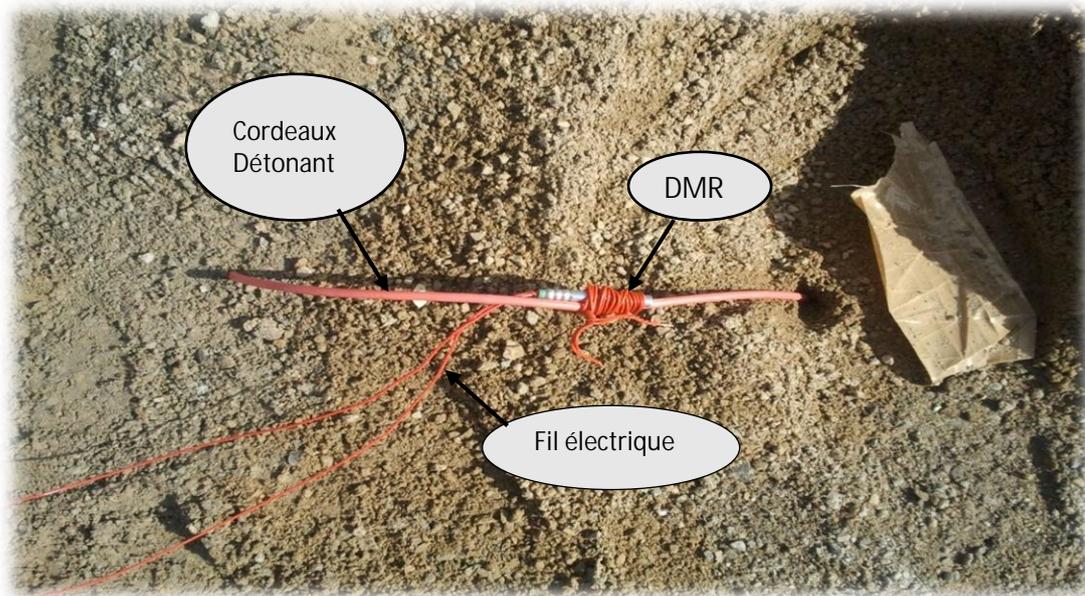


Fig. II.7.Schéma explicative de liaison de DMR

II.4.6 Les explosifs

Le principe de l'explosion repose sur la transformation d'une énergie chimique potentielle en énergie mécanique communiquée au milieu extérieur. Un explosif est un mélange de substances chimiques peu stables, qui par un apport d'énergie (thermique ou mécanique par exemple) est susceptible de se décomposer rapidement.

Les substances explosives, selon leur régime de décomposition, ont des comportements différents : combustion, déflagration, détonation.

La nature du matériau, la fracturation du gisement, la présence éventuelle d'eau dans les trous de mine vont intervenir dans le choix de l'explosif.



Fig. II.8. Différents types d'explosifs (Anfomil, Marmanit) [8]

II.4.7 Chargement et transport

II.4.7.1 Chargement

Le chargement des roches abattues se fait par des pelles hydrauliques. La taille des engins de chargement utilisés dans les carrières à ciel ouvert est très variable. Elle est liée à la quantité de matériaux extraits, à la nature de ces matériaux, au régime de travail et à la hauteur du gradin.



Fig. II.9. Chargement par pelle hydraulique

Pour mieux mener cette étape, l'exploitant doit bien déterminer le temps de cycle de l'engin de chargement afin d'évaluer sa rentabilité. La durée de ce cycle est une donnée constructrice.

Il comprend 4 phases :

- Chargement du godet
- Marche à godet chargé
- Déchargement du godet
- Parcours à vide vers le lieu de chargement.

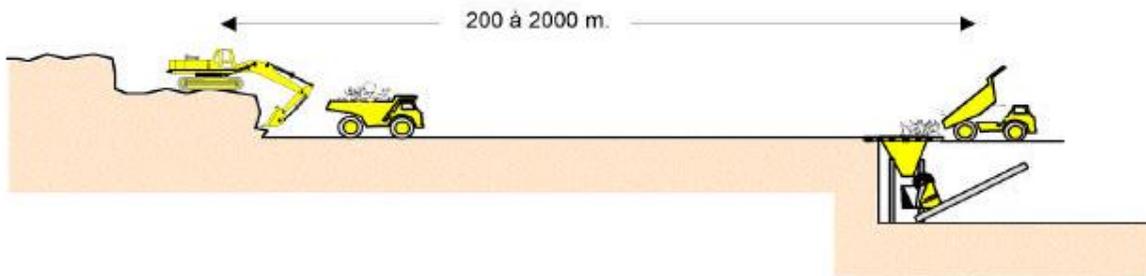


Fig. II.10. Schéma représentant la manière de chargement d'un camion

II.4.7.2 Transport

Le transport des produits dans les mines à ciel ouvert se fait généralement à l'aide de camions. Une fois les matériaux abattus sont chargés dans ces engins, ils sont transportés vers la station de concassage pour être traités. La gamme de matériel s'étend du camion de 12 tonnes de charge utile aux « dumpers » de 320 tonnes.

Le temps de cycle d'un camion comprend :

- 1) le chargement du camion.
- 2) le trajet allé (plein) du camion.
- 3) le vidage du camion.
- 4) le retour du camion à vide.



Fig. II.11.Transport de roches abattues par camions [8]

Conclusion

Les résultats obtenus nous ont permis de mener une conduite planifiée des travaux d'extraction et de chargement, garantissant la sécurité et l'évacuation des minerais abattus vers le concasseur, situé à l'endroit déterminé.

Introduction

La pelle hydraulique est un engin de chantier également connu sous le nom de pelleuse ou excavatrice. Ce matériel ne doit pas être confondu avec un tractopelle qui est l'association d'une pelle hydraulique et d'un chargeur sur pneus, et qui dispose de moins d'axes de mobilité.

L'objectif de ce chapitre est de présenter la Morphologie et les Catégories des pelles

III .1.Les pelles hydrauliques

Actuellement la pelle hydraulique est le produit le plus fabriqué et le plus vendu dans le monde. Chaque constructeur se doit d'avoir une gamme la plus complète et la plus large possible. En outre ces machines ont investi de nombreux domaines qui vont de la démolition aux manutentions de ferrailles au chargement et déchargement des bateaux des trains etc...

Les machines qui nous intéressent ont des godets qui vont de 2 à 12 m³ avec des poids de 25 t et des puissances de 150 à 850 kW. On trouve ce pendant en standard pour les mines à ciel ouvert des machines de taille bien supérieure avec des godets de 25 à 30 m³ et des puissances de 2000 kW pour un poids total voisin de 500 t.



Fig .III.1:chargement d'une pelle hydraulique en butte

Ce 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.

III.2. Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques

- 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

Les pelles sont classées en 2 types différents

- La pelle en butte
- La pelle en rétro



Fig.III.2 : La pelle en butte



Fig.III.3 : La pelle en rétro

III.3.Choix d'un type de pelle

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

1. La production envisagée.
2. La nature des matériaux.
3. La granulométrie.
4. 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.

III.3.1.Les pelles hydrauliques 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 boteur 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 2,10min 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.

III.3.2. Les pelles hydrauliques 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.

Le chargement en rétro a 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.

Il existe deux types de pelles hydrauliques :

Les pelles sur roues utilisées sur des sols ayant une bonne capacité portante. Pour les sols de faible capacité portante, le cas le plus courant, on utilisera la pelle hydraulique sur chenille.

Vu leur plus grande mobilité, les pelles sur roues ont un rendement légèrement supérieur (+/- 15%) à celui des pelles sur chenilles,



Fig .III.4 :La pelle hydraulique sur roue



Fig .III.5 :la pelle hydraulique sur chenille

III.4.Morphologie d'une pelle

La pelle hydraulique est constituée d'un châssis porteur à chenilles ou à pneus, surmonté d'une tourelle dotée d'une rotation continue sur 360 degrés.[6]

Cette tourelle porte le moteur, les organes hydrauliques :

1. Pompe
2. Moteurs
3. vérins

Le poste de conduite et l'équipement sont :

- bras
- flèche
- balancier
- godet
- brise-roche

III.4.1.Châssis

Il est composé d'une structure mécano-soudée, souvent en « X ». Sur sa partie supérieure, il est conçu pour pouvoir supporter la tourelle et sa partie inférieure pour pouvoir accueillir les longerons qui comportent le système de déplacement (chenilles ou pneus) On y trouve également des équipements comme les lames ou les stabilisateurs (pour les pelles sur pneus).

III.4.2.Chenilles

Plus les chenilles sont larges, plus la pression au sol est petite ; les machines qui vont dans les marais peuvent avoir des patins de 1 200 mm, une machine normale de 20 t a des patins de 500 mm à 700 mm

En revanche, pour des terrains durs, il faut des patins ou tuiles peu larges, sinon ils risqueraient de se briser. De même, plus les chenilles sont larges, plus l'usure des chenilles augmente et plus on abîme le terrain dans les virages.

L'énergie nécessaire au virage augmente également. La largeur idéale d'une chenille est donc un compromis : « Aussi étroit que possible mais aussi large que nécessaire ».

La stabilité dépend de la surface totale définie par la limite extérieure des chenilles. En conséquence, plus les chenilles sont longues et écartées, plus la machine est stable. Le poids du châssis et des chenilles jouent aussi un rôle : plus il est important, plus la machine est stable.

Certaines machines sont équipées de châssis télescopiques pour diminuer la largeur de transport et sur certains modèles, les chenilles peuvent être démontées pour le transport lorsqu'elles sont trop lourdes.

Certaines pelles à pneus sont équipées de stabilisateurs, sans lesquels la pelle bouge et risque de se renverser, ou sont dotées d'un système qui bloque les essieux et empêche la pelle de trop tanguer. En complément, sur les minipelles, les midipelles et les pelles à pneus, une lame est installée sur le châssis pour augmenter la stabilité. Cet accessoire est également utilisé pour reboucher les tranchées.

III.4.3. Tourelle

Elle est composée de la cabine (en option, comme un arceau de sécurité, sur certaines mini pelles), du moteur, de pompes hydrauliques, de réservoirs, du contrepoids et de distributeurs. L'équipement est fixé par le biais d'une liaison pivot.

III.5. équipement d'une pelle

III.5.1. Flèche

Elle est reliée à la tourelle par l'intermédiaire d'une liaison pivot. Pour faire varier son inclinaison, deux configurations sont possibles :

- un vérin sous la flèche (pour les pelles de moins de 10 tonnes)
- deux vérins latéraux (pour toutes les autres)

Il existe différentes conceptions de flèche :

- ❖ les monoblocs : ce sont les plus robustes et donc les plus adaptées aux applications sévères (carrières, terrassement de grande masse, brise-roche hydraulique)
- ❖ les « volées variables » ou « triples articulations » : la flèche est séparée en deux, l'opérateur peut faire varier la volée de la flèche grâce à une articulation de celle-ci. On les trouve sur beaucoup de pelles à pneus, cela offre l'avantage de pouvoir travailler dans un espace plus restreint.
- ❖ les dé-portables : elles permettent de travailler parallèlement à l'axe du châssis sans être dans son alignement. Ce type de flèche est d'une conception plus fragile et est donc réservé à des applications où les contraintes ne sont pas trop importantes.

III.5.2. Balancier

Il s'agit de la pièce intermédiaire entre la flèche et le godet. La principale caractéristique de cet élément est sa longueur :

- plus il est court, plus la force de creusement sera élevée (principe du bras de levier). Les balanciers courts sont essentiellement employés sur les pelles de production (> à 50 tonnes). Les temps de cycle sont réduits, le besoin de modifier la position du balancier se faisant moins sentir.

- plus il est long, plus la machine sera performante pour des opérations de talutage et de nivellement.
- il existe des pelles possédant un équipement « longue portée », il s'agit de l'association d'une flèche longue et d'un balancier long. Ces pelles sont amenées à travailler sur la création et l'entretien de berges, à des travaux de curage de plans d'eau, à des excavations profondes, etc.

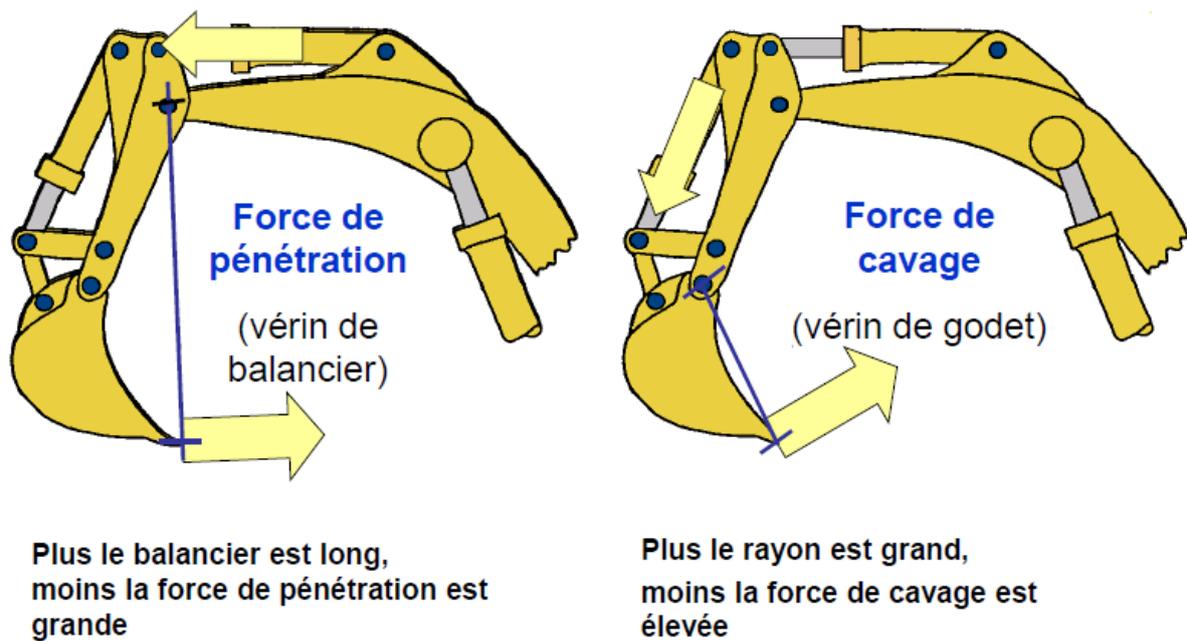


Fig. III.6 : manipulation de balancier d'une pelle hydraulique

III.5.3. Godet

Il existe différentes largeurs de godets, en fonction du débit recherché, du type de terrain, de la largeur de la fouille à ouvrir, etc.

Certains godets ont une forme spécifique : triangulaires, ils permettent d'ouvrir des fossés de même géométrie, et peuvent être fabriqués sur mesure en fonction des dimensions recherchées pour l'ouvrage à terrasser.

Le godet peut être remplacé par d'autres outils : brise-roche, pour casser les terrains très durs, ou pince, pour saisir et positionner finement des blocs d'enrochement.

III.5.4.Brise-roche

Le brise-roche est un autre accessoire qui peut être ajouté à la minipelle, ou à sa grande sœur, la pelleuse. Il permet d'agir comme un marteau-piqueur, il a d'ailleurs pour synonyme « marteau brise-roche » ou « marteau hydraulique ».



Fig.III.7 :Brise roche

III.6.Catégorie

- a. Une pelle de 500 kg à 6 tonnes est une Mini pelle de catégorie 1 de la recommandation 372m de la caisse nationale d'assurance maladie.
- b. Une pelle de 5 à 10 tonnes est une Midi pelle (nom très peu utilisé, généralement remplacé par mini pelle)
- c. Une pelle de 10 à 30 tonnes est une pelle de taille moyenne
- d. Une pelle de 30 à 100 tonnes est une pelle d'excavation de masse (lourde)
- e. Une pelle de 100 tonnes et plus est une pelle minière dite de production

III.7.Principaux paramètres d'utilisation

Nous avons repris ces valeurs du catalogue de la pelle

III.7.1.La hauteur de chargement

$$H_c = 8,60m$$

III.7.2.La hauteur déversement du godet H_d

L'hauteur de déversement est la distance verticale entre l'horizon où est installé l'excavateur et le bord inférieur du fond du godet en position ouverte .

$H_d.max$ est la hauteur de déversement maximum correspondant à l'élévation maximum du bras .

III.7.3.La profondeur maximale de chargement du godet en équipement rétro

$$d_{max} = 7.30m$$

III.7.4.La force de pénétration

$$R_x = \frac{F_s \times a}{b} = 426kN$$

tel que :

F_s = force du vérin de balancier

III.7.5.La force cavage

$$F_l = \frac{c \times e}{d} \times \frac{F_l}{r} = 506KN$$

F_l = force du vérin de godet

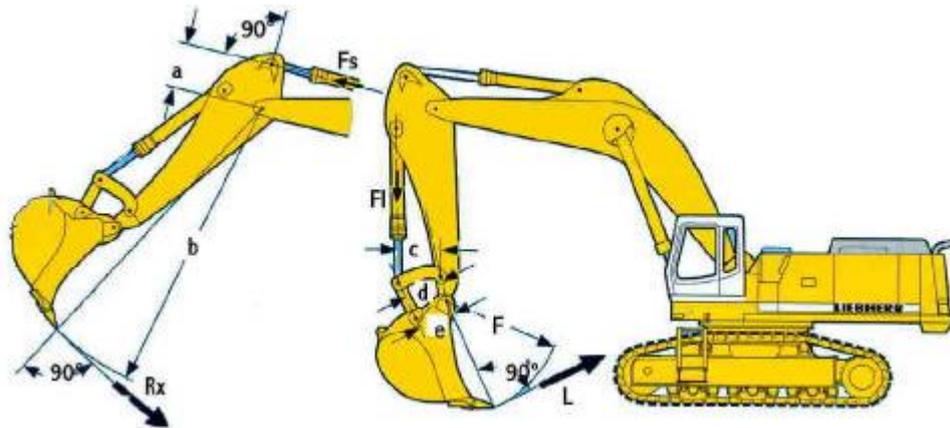


Fig .III.8 : les forces fournies par la pelle hydraulique

III.7.6.Force d'arrachage : plus utilisée pour les chargeuses

$$Fa = \frac{(\text{Effort de redressement}) \times (\text{distance X})}{(\text{Distance Y})}$$

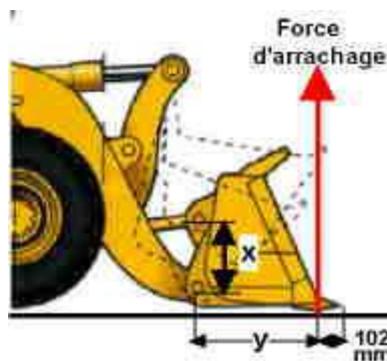


Fig .III .9 :La force d'arrachage fournie par le cavage

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.

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

Introduction

L'efficacité de choix des moyens de chargement et de transport dépend du type des équipements utilisés dans les carrières en générale, et sa facilité d'utilisation aussi d'assuré l'objectif de l'entreprise. Dans le cas de la carrière de **Sid Ali Benyoub**, l'engin utilisé pour le chargement est une pelle hydraulique à chenille de type **Liebherr R 980** de capacité de godet de **6m³**.

IV.1. Description de la pelle utilisée

IV.1.1. Équipements [13]

IV.1.1.1. Equipements sans concessions

- Eléments en acier moulé
- Cinématique parallèle pour une pénétration puissante et régulière
- Vérins de godet positionnés sous les équipements pour une meilleure protection
- Clapets de sécurité contre la rupture des flexibles des vérins de flèche

IV.1.1.2. Châssis robuste

- Dimensionné avec les composants des pelles de la catégorie supérieure
- Tuiles à 2 nervures chanfreinées pour plus de manœuvrabilité dans les terrains difficiles
- Barbotin en version moulée et à dentures doubles pour une plus grande longévité
- Galets porteurs à double paliers pour une fiabilité et résistance accrue dans le temps
- Protection renforcée du carter du moteur de translation pour une meilleure résistance à l'usure dans les roches dures et abrasives

IV.1.1.3. Cabine

- Rehausse de cabine pour une visibilité optimale de la zone de chargement, en option
- La plus grande et la plus silencieuse dans sa catégorie à ce jour
- Montée sur plots viscoélastiques pour absorber les vibrations
- Pare-brise et vitre de toit en vitrage blindé

- Siège chauffant à amortissement pneumatique multidirectionnel (climatisé en option)
- Large écran tactile couleur haute résolution

IV.1.1.4.Tourelle

- Passerelles gauche et droite de série et passerelles larges avec garde-corps en option
- Plateforme d'accès aux compartiments moteur et distributeurs hydraulique pour des opérations d'entretien ergonomiques et sécurisées
- Design épuré pour une visibilité étendue
- Nouveau moteur conforme aux normes Phase IV / Tier 4 final
- Contrepoids lourd pour plus de stabilité et des performances plus élevées

IV.1.2.Dimensions de la pelle

La pelle hydraulique sur chenille **Liebherr R 980** est d'une super mass excavation **SME** imposée grâce à leur variabilité et leur souplesse d'emploi dues à la transmission hydraulique mouvement par pompe à débit variable à une pression d'ordre de 300 bars, ces dimensions sont :

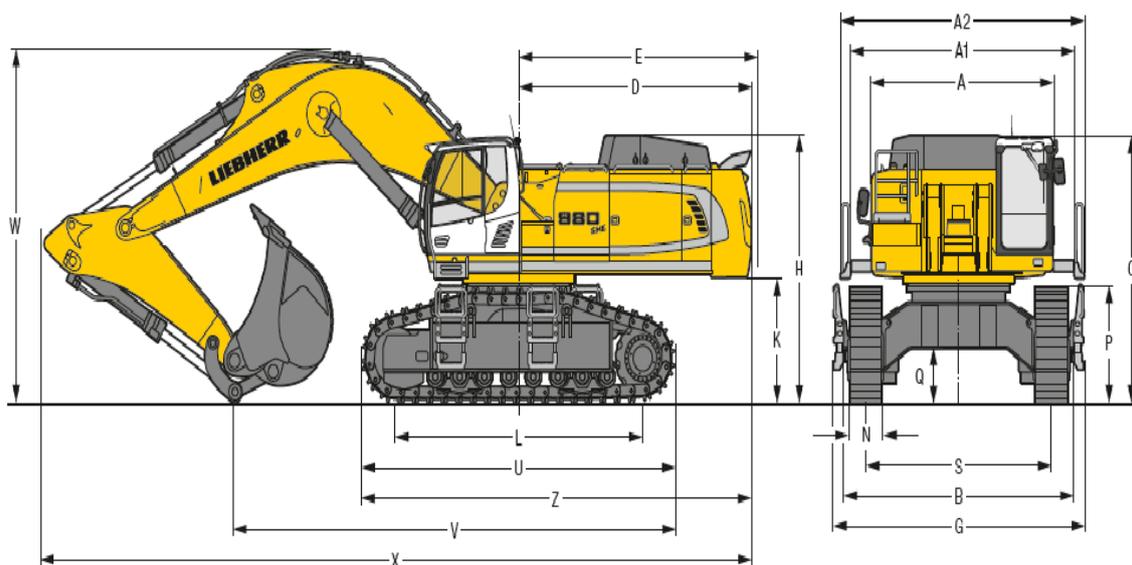


Fig. IV.1 : Morphologie de la pelle Liebherr R 980[13]

Tableau IV.1 : dimensions de la pelle Liebherr R 980

Dimensions (mm)	
Longueur(x)	13800
Largeur(g)	4845
Hauteur(w)	5250

IV.1.3.Equipement avec flèche monobloc

Nous aurons un choix de flèche (travaux dure ou standards) et grand choix de bras qui serrant déterminant la portée nécessaire pour assure bon chargement [9]

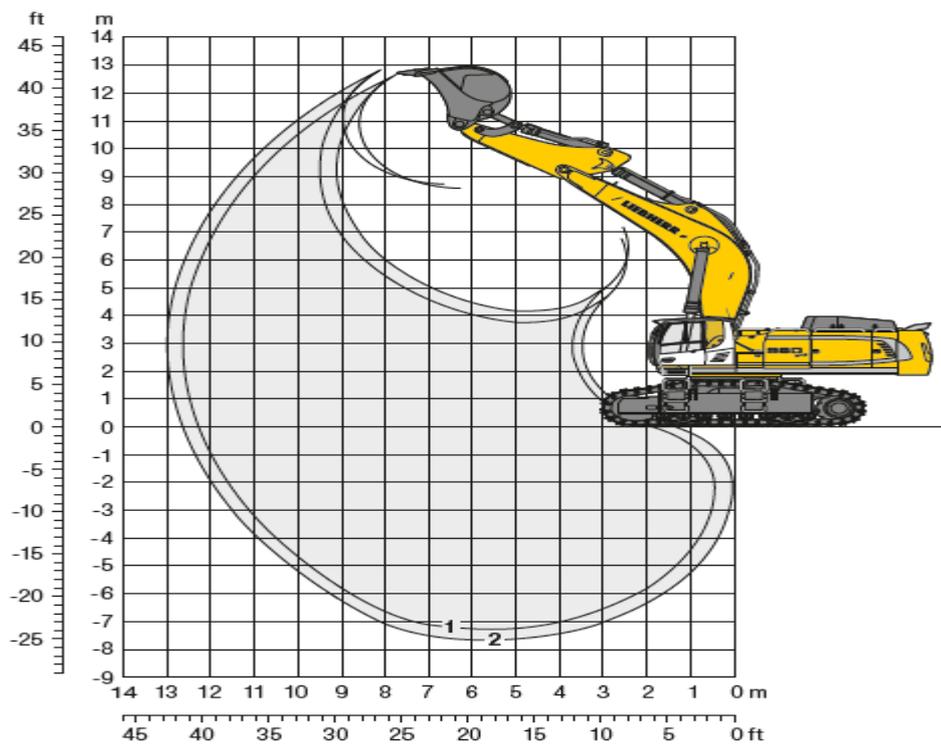


Fig. IV.2 : cinématique des pelles hydraulique (retro)[13]

Tableau IV.2 : débattement de pelle Liebherr R 980

Débattements	
Longueur de balancier (m)	2,90
Profondeur max. d'extraction (m)	7,30
Portée max. au sol (m)	12,30
Hauteur max. de déversement (m)	8,60
Hauteur max. à la dent (m)	12,70

IV.1.3.1. Forces aux dents

1. Force de pénétration : 426kN (manque des données pour le calcul)
2. Force de cavage : 506kN (manque des données pour le calcul)

IV.2. Facteurs technico-minières

La production prévue par le projet, la durée de service de la carrière, les moyens de mécanisations et la sécurité du travail.

IV.2.1. Régime de fonctionnement de la carrière

- ✓ Le nombre des jours ouvrables par an.....300 jours/an ;
- ✓ Le nombre de jours ouvrables par semaine.....6 jours /semaine ;
- ✓ Nombre de postes de travail par jour.....2 poste /jour;
- ✓ Le nombre d'heures de travail par poste.....7 heures/poste .

IV.2.2. Capacité annuelle de production

L'entreprise assurée une production annuelle de 1 500 000 t/an.

IV.2.3. Production mensuelle

La production mensuelle (P_m) est déterminée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{Pa}{N_m/a} \text{ t/mois}$$

N_m/a : Nombre de mois ouvrables par an, qui est égal à 12 mois.

Tel que :

$$P_m = \frac{1\,500\,000}{12} = 125\,000 \text{ t/mois}$$

IV.2.4. La production journalière

La production journalière (P_j) est déterminée par la formule suivant :

$$P_j = \frac{Pa}{N_j/a} \text{ t/jour}$$

Tel que :

$$P_j = \frac{1\,500\,000}{300} = 5000 \text{ t/j}$$

IV.2.5. La production horaire

La production horaire (P_h) est déterminée par la formule suivante :

$$P_h = \frac{Pa}{N_h/j \times N_j/a \times N_p} \text{ t/heure}$$

$$P_h = \frac{1500000}{7 \times 300 \times 2} = 357 \text{ t/h}$$

IV.3. Calcul la productivité de la pelle Liebherr R 980

IV.3.1.1. Temps de cycle de la pelle

Le temps de cycle de l'engin de chargement comprend 4 phases :

- ✓ Chargement du godet ;
- ✓ Marche à godet chargé ;
- ✓ Déchargement du godet ;
- ✓ Parcours à vide vers le lieu de chargement.

Le temps de cycle d'une pelle est déterminé par la relation suivante :

$$T_c = T_{ch} + T_{mch} + T_{déch} + T_{mv}$$

Avec :

- T_{ch} : Le temps de remplissage du godet ;
- T_{mch} : Le temps de marche à charge ;
- $T_{déch}$: Le temps de déchargement ;

- T_{mv} : Le temps de marche à vide.

Après un certain nombre de chronométrage réalisé au niveau de la carrière de "sidi Ali Benyoub" durant notre stage,

Les mesures de temps obtenus sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.3. Chronométrage de la pelle hydraulique Liebherr R 980

Cycle	Temps de chargement(s)	Temps de parcours(s)	Temps de déchargement (s)	Temps de retour(s)	Total
1	10.35	6.43	6.35	6.85	29.98
2	9.88	6.35	5.95	5.75	27.93
3	9.74	5.95	5.53	6.35	27.57
4	10.06	6.25	5.50	6.93	28.74
5	9.92	6.64	6.20	6.83	29.59
Moyen	9.99	6.324	5.90	6.54	28.76

Chronométrage de la pelle hydraulique à chenille de type **Liebherr R 980** de capacité de godet de **6m³**.

Le temps de cycle moyen T_c de la pelle est : $T_c = 28.76$ s

Le temps de positionnement pour chaque godet $T = 7$ s

Total cycle pour un godet : **35.76 s**

IV.3.1.2. Calcul de la production théorique (P_{th})

Elle est définie par un nombre de cycle théorique de base par heure. Elle est calculée par la relation suivante :

$$P_{th} = N \times G ; (m^3/heure)$$

- P_{th} : Production théorique de la pelle ; m³/h

- **G** : volume chargé, transporté ou déplacé en m³ ; G = 6 m³
- **N** : Nombre de cycle de base par heure. N=3600/35.76

$$N = \frac{3600}{35.76}; \quad N = 100$$

$$P_{th} = 100 \times 6 = 600 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_{th} = 600 \times 2.5 = \mathbf{1500 \text{ t/h}}$$

IV.3.2. Le rendement de la pelle

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

$$R_{ch} = \frac{3600 \times K_r \times E \times T_p \times K_u \times \rho}{T_c \times K_f}$$

Tel que :

- E : La capacité du godet de la pelle (m³), (E=6m³) ;
- K_f : Le coefficient de foisonnement ; K_f=1.5.
- K_r : Le coefficient de remplissage du godet de la pelle (K_r=0.85 à 0.9) ;
on prend K_r=0.85.
- T_p : durée d'un poste de travail (h) ; T=7h.
- K_u : Le coefficient d'utilisation de la pelle durant un poste de travail ; K_u=0.80.
- ρ : La masse volumique de la roche (t/m³) ; ρ=2.5 t/m³.
- T_c : La durée d'un cycle de chargement (S).

Donc :

$$R_{ch} = \frac{3600 \times 0.85 \times 6 \times 7 \times 0.8 \times 2.5}{35.76 \times 1.5} = 4791.94 \text{ t/poste}$$

Le rendement postière de la pelle est de **4791.94 t/poste**.

IV.3.2.1. Rendement annuel de la pelle

Il se détermine par la formule ci-dessous :

$$R_{ch / an} = R_{ch} \times N_p \times N_{jo / an} ; (\text{t/an})$$

$$\mathbf{R_{ch / an} = 4791.94 \times 2 \times 300 = 2875167.79 \text{ t/an}}$$

IV.3.3. Nombre de pelle

Le nombre nécessaire de chargeuses (pelle hydraulique) pour assurer la production annuelle de la carrière est déterminé par la formule suivante :

$$N_{ch} = \frac{P_{an}}{R_{ch}/an} \text{ chargeuses}$$

Alors :

$$\frac{1\,500\,000}{2875167} = 0.521 \approx 1$$

Le nombre de chargeuses nécessaire est : **1 chargeuse.**

IV.3.4. Nombre total des pelles

Il est calculé par la formule ci-dessous

$$N_{tch} = N_{ch} \times K_r ; \text{ chargeuse}$$

- K_r : coefficient de réserve. $K_r = (1.2 \text{ à } 1.4)$ On prend $K_r = 1.3$

$$N_{tch} = 0.521 \times 1.3 = 0.67 \approx 1$$

Donc d'après les calculs, une seule chargeuse est suffisante pour assurer la productivité de la carrière.

IV.3.5. Nombre des godets nécessaires pour le chargement d'un camion

Le nombre des godets nécessaires pour le chargement d'un camion est calculé par la relation suivant :

$$N_g = \frac{G \times K_f}{E \times K_r \times \gamma} \text{ godet};$$

Avec :

- G : capacité de charge du camion ;
- K_f : coefficient de foisonnement des roches ; $K_f = 1.5$
- E : capacité du godet ; $E = 6 \text{ m}^3$
- K_r : coefficient de remplissage du godet ; $K_r = 0.85$
- γ : masse volumique de la roche. ; $= 2.5 \text{ t/m}^3$

Dans la carrière de **Sid Ali Benyoub**, ils utilisent des camions de type : TEREX RT60 de capacité 55 tonne

On aura :

$$N_g = \frac{55 \times 1.5}{6 \times 0.85 \times 2.5} = 6.47 \approx 7 \text{ godets ;}$$

Conclusion

Le chargement des roches abattu est assuré par deux pelles de type Liebherr R 980 de capacité de godet de 6m³ ; puisque on a une production horaire de 357 t/h et la production théorique de 1500 t/h donc, la carrière peut atteindre l'objectif de production facilement.

Introduction

Une entreprise industrielle interagit avec son environnement : marchés pour écouler les produits fabriqués, fournisseurs, marché du travail, concurrence, législation en vigueur, situation géographique, etc. Puisque cet environnement évolue, l'entreprise est condamnée à s'adapter ou à disparaître. En particulier, l'entreprise est condamnée à s'adapter aux progrès technologiques et à se doter de nouvelles technologies pour qu'elle reste compétitive sur le marché.

L'acquisition de ces technologies nécessite de nouveaux matériels et des investissements importants dont l'amortissement doit être assuré. Tout arrêt de la production dû à une défaillance imprévue du matériel devient donc trop onéreux pour l'entreprise : non satisfaction des clients dans les délais prévus, d'où risque de perdre des marchés, détérioration de la qualité des produits, etc.

L'entreprise doit donc adopter une stratégie de maintenance ayant pour objectif le maintien du matériel dans un état assurant la production voulue au coût optimal.

La fonction maintenance a été considérée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant des dépenses non productives. On l'assimilait souvent à l'entretien autrement dit aux réparations et aux dépannages des outils de production.

V.1.Définition de la maintenance

Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. Bien maintenir, c'est assurer l'ensemble de ces opérations au coût optimal.

D'après l'AFNOR (NF X 60- 010) (1994)AFNOR (Association Française de Normalisation) définit la maintenance comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé » (norme X 60-010).

Cette définition AFNOR n'aborde pas l'aspect économique, lacune comblée par le document d'introduction X 60-000 : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ». [11]

V.2.Les différentes formes (méthodes) de maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production. [10]

V.2.1.La maintenance corrective

V.2.1.1.Définition

Il s'agit d'une « opération de maintenance effectuée après défaillance » (norme AFNOR X 60010). La maintenance corrective correspond à une attitude défensive dans l'attente d'une défaillance aléatoire. Elle s'applique automatiquement aux défaillances soudaines, comme par exemple la rupture brusque d'une pièce mécanique. Hormis ce cas, ce type de maintenance sera réservé à du matériel peu coûteux, non stratégique pour la production, et dont la défaillance aurait peu d'influence sur la sécurité. [12]

V.2.1.2. Types d'interventions

La maintenance corrective comprend deux types d'interventions : [12]

V.2.1.2.1.Le dépannage

Appelé aussi maintenance palliative, est une intervention immédiate et rapide visant une remise en état provisoire du matériel. Cette intervention peut être parfaitement justifiée pour des matériels secondaires, sans incidence directe sur la production ; mais elle peut devenir nécessaire par manque de temps dans le cas où on ne peut pas arrêter la production ou par absence de pièces de rechange.

V.2.1.2.2.La réparation

Appelée aussi maintenance curative, est une remise en état définitive du matériel, soit directement après une défaillance soit après un dépannage. La réparation se caractérise par une sécurité élevée puisque le risque de défaillance est fortement diminué par rapport au dépannage, et le matériel retrouve pratiquement ses caractéristiques de fonctionnement.

V.2.2.La maintenance préventive

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien. Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

Les buts de la maintenance préventive : [10]

- ✓ Augmenter la durée de vie des matériels.
- ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- ✓ Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- ✓ Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- ✓ Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- ✓ Améliorer les conditions de travail du personnel de production.
- ✓ Supprimer les causes d'accidents graves.

V.2.2.1.La maintenance préventive systématique

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

✓ Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle. [10]

V.2.2.2.La maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé, (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.), révélateur de l'état de dégradation du bien. Elle basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue. [10]

V.2.2.3.La maintenance préventive prévisionnelle

Maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien. [10]

V.3. Entretien de la pelle hydraulique

V.3.1. Entretien courant

Il porte sur les vidanges, les graissages et le remplacement des pièces d'usure (les pointes de dents en particulier). [9]

Le graissage des diverses articulations est facilité par :

- Le regroupement des points de graissages dans des zones faciles d'accès.
- La mise en place d'installation de graissage embarquée
- L'installation de graissage centralisé automatique
- En général le graissage intérieur de la couronne est traité séparément en automatique
- Vérification des flexibles et pompes hydrauliques toute en vérifiant les pressions et les puissances de ces pompes
- Vérification et entretien l'installation électrique de la machine

V.3.2. Gros entretien

Il se répartit en deux types de travaux :

V.3.2.1. Les échanges des sous-ensembles mécanique ou hydraulique : moteur, pompe, réducteur

Un entretien prédictif sérieux (analyse d'huile, pesée, etc.) Permet de programmer ces opérations avec une précision suffisante pour éviter toute casse et limiter les durées des interventions en pénalisant le moins possible l'exploitation [9]

V.3.2.2. Les travaux sur les structures

Ils doivent être entrepris dès l'apparition des défauts. Une fissure non reprise

Peut provoquer une rupture et immobiliser la machine d'extraction.

Les travaux sur les structures imposent des démontages importants et demandent de nombreuses heures de main-d'œuvre. L'importance de ces travaux est souvent liée aux conditions d'exploitation : conduite, nature des matériaux, dimensionnement du matériel. Il faut noter, sauf défaut inhérent au matériel, que des défauts chroniques de structure sont révélateurs de condition d'exploitation anormale ou d'une maintenance négligée.

Pour éviter toute surprise, il est important de procéder à des inspections régulières et complètes des structures et au contrôle des jeux d'articulation. [9]

V.3.2.3. Durée de vie des matériels

La durée de vie des matériels est liée :

- Aux conditions de travail
- Au mode conduite
- Au sérieux de la maintenance

V.4.Recommandations

- Le maintien de la chargeuse en bon état de fonctionnement dépend principalement de l'application de la maintenance préventive totale dans les instructions du constructeur et la gamme d'entretien adoptée ;

- Les composants qui causent beaucoup plus les pannes mécanique et électrique des machines. Il doit y avoir une réserve de stock à tout moment de ces pièces originales de rechange ;

- La lubrification est importante pour la machine, même à un haut score AMDEC, Mais tant que le graissage n'est pas fait correctement, il est inutile d'aller plus loin ...

- Respecter la gamme de maintenance proposée ;
- Appliquer le formulaire de rapport de maintenance au changement d'équipe et leur gestion Respecter les conditions normales d'exploitation de l'équipement ;
- Informer et former les conducteurs d'engin sur leur maintenance préventive ;
- Respecter Les consignes de sécurité figurent sur l'engin
- Prendre les relevés des opérations effectuées, planification des opérations préventives et correctives ; les statistiques des pannes et l'inventaire des pièces de rechange sur l'ordinateur.

Conclusion

Dans ce chapitre de recherche bibliographique, nous avons cité les différents types de maintenance, leurs forme, leurs méthodes et techniques d'application.

Le choix entre ces méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de l'entreprise.

La stratégie de maintenance a des répercussions directes sur l'exploitation d'un système, sur la production et bien évidemment sur les charges financières. Lors du choix de la méthode de maintenance, il faut arbitrer entre les performances que l'on souhaite obtenir du système de production et les coûts que l'on est prêt à assurer pour le maintenir. Il faut donc trouver un

équilibre entre un niveau de disponibilité des équipements que l'on veut garantir et un niveau acceptable des coûts directs de maintenance (personnel, matériels).

Conclusion générale

Les pelles hydrauliques sont spécialisées dans l'extraction de matériaux en place et de leur transfert dans une benne ou en tas, à l'aide d'un godet situé au bout d'une flèche. Elles peuvent également assurés des actions de levage tel que le ferait une grue mobile. Contrairement aux autres engins de terrassement, la pelle est conçue pour un travail statique, c'est à dire qu'elle ne se déplace pas sur ses roues ou chaînes pendant son travail.

Des patins amovibles assurent éventuellement sa stabilité pendant la phase de travail. Le seul mouvement de la machine, outre celui de la flèche, se résume alors en une rotation de 360° autour d'un axe vertical.

Les pelles hydrauliques peuvent être classées en deux groupes suivant l'orientation du godet

- Pelle retro : C'est le type le plus répandu. Le godet est ouvert vers l'intérieur de la flèche.
- Pelle butte : C'est un type de machine dont le godet est ouvert vers l'extérieur de la flèche.

Ces machines ou équipements sont les plus utilisés vu leurs puissances qui s'améliorent de jour en jour, elles ont une force de pénétration très grande et leur rendement qui est vraiment satisfaisant dans ce genre de travail.

Bien que leurs systèmes hydrauliques engendrent des inconvénients tels que :

- Risques d'accident dû à la présence de pressions élevées (50 à 700 bars).
- Fuites entraînant une diminution du rendement.
- Pertes de charge dues à la circulation du fluide dans les tuyauteries.
- Technologie plus élaborée qu'une transmission mécanique, nécessitant un personnel technique plus compétent et des outillages plus perfectionnés.
- Sensibilité à l'air et aux impuretés.

Mais ces équipements dans les carrières ou mines à ciel ouvert on ne peut s'en passer d'elles il suffit que d'offrir une bonne équipe de maintenance pour les rendre chaque jour dans le bon fonctionnement. De telles machines pour l'exploitation des minerais est un avantage en plus.

ANEXXE I

Caractéristiques techniques de la pelle utilisée

Moteur	420 kW / 571 ch
Circuit hydraulique	pour l'équipement et la translation : deux pompes Liebherr à débit variable et plateau oscillant
	pour l'orientation : pompe réversible à plateau oscillant, en circuit fermé
Commande	contrôle électro-hydraulique
Orientation	moteur hydraulique Liebherr à plateau oscillant avec clapet de freinage intégré
Cabine	projecteur de travail intégré dans le toit, porte avec deux vitres latérales coulissantes, grand espace de rangement et nombreux vide-poches, suspension anti-vibrations, isolation phonique, vitrage en verre feuilleté (VSG) teinté, pare-soleil indépendant pour le pare-brise et la lucarne de toit
Châssis	S-HD voie 3 600 mm
Equipement	Conception, Vérins hydrauliques, Paliers, Graissage, Assemblage hydraulique, Godet

ANEXXE II

LES PELLES

Pelle hydraulique : leur utilisation est commencée au chantier public ou leur variabilité et leur souplesse d'emploi dues à la transmission hydraulique mouvement par pompe à débit variable à une pression d'ordre de 300 bars .

La qualité spécifique de la pelle hydraulique en fait un engin parfaitement adapté au travail dans la mine, sa conception de base de l'équipement convenant exactement au l'axe de d'extraction souhaité

Taille et type du godet :

Cette information est très importante car, elle sera soumise à des contraintes plus importantes puisqu'elles ont une plus grande force de pénétration et d'arrachage.

Il faudra déterminer avec soin le type de godet sa forme, sa longueur, la forme et l'épaisseur de la lame le type et le nombre de dents ainsi que les renforts nécessaires si les matériaux sont durs ou abrasifs.

1. Poids en ordre de marche : classe la pelle aussi poids sera calculé en tant que de tous les équipements
2. Puissance au volant

Équipement flèche et bras :

Nous aurons un choix de flèche (travaux durs ou standards) et grand choix de bras qui seront déterminants par la hauteur de la banquette à exploiter la profondeur de travail et la portée nécessaire pour assurer bon chargement

1. Force de pénétration :

C'est la force exercée par le vérin de bras par une hauteur de détermination si la pelle est bien adaptée au travail à réaliser

2. force d'arrachage :

C'est la force appliquée par le vérin de godet par une traction de bien remplir le godet

3. Profondeur de fouille max :

Les pelles devant travailler en grande profondeur et sous eau

4. Circuit hydraulique type :

Nombre de pompes, fonction de chaque un, débit, pressions de permettant de connaître la puissance hydraulique disponible

5. Coupe et vitesse de rotation :

Permettra de connaître la force et la vitesse du cycle de base de la pelle

6. Vitesse de translation :

Vitesse de déplacement de la pelle

7. Longueur, largeur et hauteur d'expédition : pour connaître la facilité à déplacer une pelle d'un site à l'autre

ANEXXE III

Poids en ordre de marche et pression au sol

Le poids en ordre de marche comprend la machine de base avec la flèche monobloc, le balancier et le godet (6 500 kg).

Châssis	S-HD		
Largeur des tuiles (mm)	500	600	750
Poids (kg)	95 900	96 600	97 600
Pression au sol (kg/cm²)	1,82	1,53	1,24

ANEXXE IV

Godets rétro (Stabilité)

Largeur de coupe (mm)	2300
Capacité (m³)	6
Poids (kg)	6500
Poids spécifique max. des matériaux (t/m³)	≤ 2

Références bibliographiques :

[1] : **BENSALEM M.** ; 2013 « Rapport géologique du gisement de Kraoula » Bureau d'étude géologique et minière et environnement.

[2] : **YOUSFI S.** ; 2008 « Hydrodynamique et modélisation de la nappe a alluviale de la plaine de Sidi Bel Abbés ». Mémoire de Magister de l'université ABOU BEKR BELKAID Tlemcen.

[3] : **GROLIER A, FERNANDEZ A, HUCHER M, RISS J.** ;1991 «Les propriétés physiques des roches. Théories et modèles»

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

[5] : **ZHAO J.** ; 2007 « Cours de la mécanique des roches ».

[6] : **Société de l'Industrie Minérale (SIM).** ; 1996 « Memento des mines et carrières».

[7] : **FEKIK T., GHOUMRASSI B.** ; 2012 « Evaluation géologique et minière du gisement calcaire d'Ifri » mémoire de fin d'études Ecole Nationale Polytechnique.

[8] : **Rapport de Stage** ; 2019 «dans la carrière de Sid Ali Benyoub »

[9] : **KOVALENKO K, AMBARTSOUMIAN N, M LAHMER K.** ; 1986 « Exploitation des carrières ». Edition Office des publications universitaires.

[10] : **Bouaifi. A.** ; 2013-2014 « Stratégies de maintenance ».

[11] : **AFNOR Maintenance industrielle.** ; Mai, 2002 « Fonction maintenance, FD X60-000»

[12] : **Abderrahim Zeghloul.** ; 2002-2003«Maintenance industrielle».Licence Professionnelle. Hydraulique et commandes Associe.

[13] : **Liebherr R 980,** « Descriptif technique R980 SME »

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.

Dans notre cas et d'après ces calculs le rendement de la pelle utilisée a assuré l'objectif de l'entreprise grâce à sa facilité d'utilisation de la part de conducteur et sa souples de fonctionnement (presque à tous les cas existe), ainsi que jeux plusieurs rôle (chargement, excavation, brise roches...) même si économiquement quel que soit les couts (ne couts pas trop cher) ou ca maintenances (ca consommables et les pièces de rechanges sur tout)

ملخص

التعدين واستغلال المحاجر يتطلب التحميل والنقل مواد من حيث نوع وقوة مختلفة. نظم خدمة مختلفة، والربط بين أحميل ونقل المعدات، ويمكن اعتبار كل واحد منهم مجال تطبيق مربح اقتصاديًا. عندما نعلم أن التحميل والنقل يمثلان 40 إلى 60٪ من التكلفة التقنية للاستخراج وأهمية دراسة مفصلة لهذه المواقع. في حالتنا ووفقًا لهذه الحسابات، كفلت الحفارة المستخدمة هدف الشركة بفضل سهولة استخدامها من جانب السائق ومرونة التشغيل (في جميع الحالات تقريبًا)، وكذلك تلعب العديد من الأدوار (التحميل، التنقيب، صخور النسيم...) حتى من ناحية تكاليفها (التكاليف غير باهظة التكلفة) أو من الصيانة (المواد المستهلكة وقطع الغيار خصيصًا)