

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

Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Minier



Mémoire de master

Thème :

Etude technico-économique et l'évaluation du coût de la tonne de calcaire transporté par kilomètre

Proposé par :

ALGRAN

Présenté par : DAHMANI Ishak

Soutenu devant le jury :

Dr. DERAMCHI Karima

M.GACEM Rachid

Dr. BACHAR ASSED Mohammed Aguid

Présidente

Examineur

Promoteur

Promotion 2014

E.N.P- 10, Avenue Hassen Badi, 16200 El Harrach, Alger

Remerciements

A l'issue de cette étude, je remercie le **Bon Dieu le Tout Puissant** qui m'a donné tant de courage, de volonté, de patience et d'abnégation pour mener à terme ce mémoire.

Ma profonde gratitude s'adresse tout particulièrement à mon promoteur Dr. BACHAR ASSED Mohamed Aguid, qui m'a accordé son confiance dans l'élaboration de ce mémoire. Tout en suivant de près ma démarche scientifique, il m'a fait partager son expérience et il m'a prodigué de précieux conseils et encouragements pour mener à bien ce travail.

Je tiens à remercier très vivement et respectueusement Monsieur GACEM Rachid d'avoir accepté d'examiner mon travail et Dr. DERAMCHI Karima, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de mémoire.

Ce travail doit également beaucoup aux discussions fructueuses que j'ai pu avoir avec un certain nombre de personnes : je citerai, en particulier, *Mr. A. AIT YAHATENE* qui m'a donné pas mal de documentation, sans oublier Monsieur TOUATI Lyes le responsable et économiste en ALGRAN qui m'ont donné l'opportunité d'accéder à la documentation, pour récolter des données nécessaires pour faire ce mémoire.

Mes remerciements s'adressent aussi, à tout -le personnel de la direction générale (ALGRAN) - le personnel l'unité de KEDDARA -

et ingénieurs des mine Yazid et Salem sans oublier A. MESBAH
Ingénieur de mine Chef de projet « Bouzegza-nord »

Dédi caces

Je dédie cet humble travail à la mémoire de mon cousin Saïd qui
m'est toujours le plus cher, que Dieu le miséricordieux ait pitié de
son âme.

C'est avec beaucoup de reconnaissance que je dédie ce modeste
travail À :

Mes très chers parents qui se sont sacrifiés toute leur vie pour que je
réussisse dans mon cursus scolaire et universitaire.

Mes frères Adel, Fouad, Nanouh et Brahim ;

Mes soeurs; Zakia et Noura

A toute ma famille ;

Aux sources de force d'amour et de fidélité, ceux qui ont toujours
répondu dans le besoin, emblème amitié, aux grands cœurs, pour
leurs encouragements moraux ; mes amies. Surtout le groupe de

5émé année G. Minier

Ishak

Résumé :

Pour couvrir les besoins toujours croissants en granulats, Algérienne des granulats (ALGRAN) a projeté d'ouvrir une nouvelle carrière de calcaire à ciel ouvert, dénommé KeddaraII (M'Hanna), située à environ 2.4 km de son ancien site KeddaraI. Pour cela une estimation des coûts de transport de la matière première du la Platform de travail vers la station de concassage a été faite en se basant sur des données recueillies du Keddara.

Mots clés : calcaire, exploitation à ciel ouvert, transport, coûts, amortissement.

Abstract:

To meet the always increasing requirements out of aggregates, the aggregates of Algérienne (ALGRAN) projected to open a new in the open pit limestone quarry, named KeddaraII (M'Hanna), located at approximately 2.4 km of its old site of KeddaraI. For that an estimate of the costs of transport of the raw material of the work platform towards the station of crushing was made while being based on data collected of unite Keddara.

Key words: limestone, opencast mining, transport, costs.

ملخص:

من أجل تغطية الحاجيات المتزايدة من الحصى المؤسسة الجزائرية للمواد النافعة الغير حديدية قررت فتح محجرة جديدة للحصى تسمى قدارة 2، توجد على حوالي 2.4 كم من الموقع القديم قدارة 1، من اجل هذا قمنا بتقدير كلفة نقل المادة الأولية من ساحة العمل إلى محطة المعالجة.
كلمات مفتاحية: الحصى, استغلال على الهواء الطلق, النقل, الكلفة.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Introduction Générale.	2
Chapitre I	3
PRESENTATION DE LA CARRIER DE KEDDARA II (M'hanna).....	3
I. Généralités.....	4
I.1. Présentation de l'entreprise ENOF.[1]	4
I.2. Présentation de la filiale ALGRAN.....	4
I.3. Historique du gisement de Keddara II nommée (M'Hanna).	5
II. Situation géographique et accès au gisement.....	6
II.1. Stratégie de l'entreprise.	7
II.2. Objectifs de l'entreprise.....	7
II.3. Organisation administrative et fonctionnement de l'entreprise.	7
II.3.1. Organigramme prévisionnel de l'entreprise de Keddara II.	7
II.3.2. Les tâches des services.	8
III. Les conditions technico-minières de la carrière.	8
III.1. Régime de fonctionnement de la carrière.....	8
III.2. Moyens humains et matériels.	8
III.2.1. Effectifs [2]	8
III.2.2. L'effectif par catégorie	9
III.2.3. L'effectif par statu.	9
III.2.4. L'effectif par activité.	9
III.3. Matériels [2].	9
IV. Capacité de production.....	10
IV.1. Capacité annuelle de production, <i>Pa</i> [t/an].	10
IV.1.1. Capacité de production de la station de concassage.	10
V. La production annuelle de la station sera.....	10
V.1. Production mensuelle.	11
V.2. La production journalière par poste.....	11
V.3. Production horaire.	11
Chapitre II.....	12
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DU TRANSPORT.....	12
I. Introduction.	13
II. Exigences du transport.....	14
III. Traçage de la piste et ses caractéristiques.	14
III.1. Itinéraire de la piste.....	14
III.2. Pente de la piste.	15
III.3. Largeur de la piste :	15

III.4.	Largeur de la piste dans un virage :	17
III.5.	Berme de sécurité dans la piste :[4]	17
III.6.	Longueur de la piste.....	18
IV.	Choix du modèle de camion [3].....	19
IV.1.	Détermination du volume nécessaire de la benne (V_b). [5].....	20
IV.2.	Détermination de la capacité de charge du camion :	20
IV.3.	Détermination du coefficient d'utilisation de la capacité de charge ($K_{u_{ch}}$) :.....	21
IV.4.	Détermination du coefficient d'utilisation du volume (K_{UV}) :.....	21
IV.5.	Rendement des camions	21
V.	Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production.....	23
VI.	Conclusion.....	23
CHAPITRE III		24
Généralités sur le coût de revient		24
I.	Introduction	25
I.1.	Définitions	25
I.2.	Définition et classification des coûts :	25
I.3.	Le coût fixe (CF) :	25
I.4.	Les coûts variables (CV) :	26
I.5.	Le coût total (CT) :	26
I.6.	Le coût fixe moyen (CFM)	26
I.7.	Le coût variable moyen (CVM)	26
II.	Le coût total moyen (CTM)	26
II.1.	Le coût marginal (Cm):	26
II.2.	Courbe des coûts	27
II.3.	Classification des couts selon la nature :	28
II.3.1.	Les coûts d'achat :	28
II.3.2.	Composition.....	29
II.4.	Les coûts de production :	29
II.4.1.	Composition :	29
II.5.	Les coûts hors production.	30
II.6.	L'amortissement :	30
II.6.1.	La durée de l'amortissement :	31
II.6.2.	Les différents régimes d'amortissement :	31
III.	Le prix de revient	31
III.1.	Introduction :	31
III.2.	Définition du prix de revient :	32
III.3.	Prix de revient prévisionnel et réel.	32
III.4.	Prix de revient complet et prix de revient opérationnel (technique) :	32
III.4.1.	Le prix de revient complet	32
III.4.2.	Le prix de revient opérationnel.....	32

Chapitre IV.....	34
EVALUATION de prix de revient d'une tonne de calcaire	34
I. Evaluation du frais d'une tonne de minerai transportée par kilomètre.....	35
I.1. Les coûts fixes du transport.	35
I.2. Les amortissements des engins de transport.	35
I.2.1. Généralité.....	35
I.1.1. Calcul des amortissements.....	36
I.2. Les frais du personnel.....	37
I.2.1. Les frais du personnel du transport. [2].....	37
IV.1.1. Les frais du personnel de la maintenance :	39
V. Les coûts variables du transport.	40
V.1. Consommation du combustible (gasoil).	40
V.2. L'entretien préventif.	40
V.2.1. Les lubrifiants [5].....	41
V.2.2. Les pièces de rechange.	41
V.3. Les pneumatiques.	41
V.3.1. Le prix de revient d'une tonne de minerai transportée par kilomètre	42
V.3.2. Le prix de revient des produits marchands.	43
Conclusion	45

Bibliographie

Liste des tableaux

Tableau I.1. Les tâches de différents services de l'entreprise.....	8
Tableau II.2. La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon de la piste de roulage :	19
Tableau II.3. La vitesse du camion en fonction de la pente de TEREX TR60.....	22
Tableau II.4. Temps de trajet en charge et à vide	22
Tableau IV.5. Les frais et dates d'acquisitions de camions dumper TEREX TR60.....	36
Tableau IV.6. Les amortissements des Dumpers	37
Tableau IV.7. Les coûts totaux des amortissements des engins de transport.....	37
Tableau IV.8. Les frais annuels du personnel de transport.....	39
Tableau IV.9. Les frais globaux du personnel de la maintenance.....	40
Tableau IV.10. La consommation annuelle en gasoil.....	40
Tableau IV.11. La consommation annuelle en pneumatique.....	41
Tableau IV.12. Les frais totaux du transport.....	42
Tableau III.13. Les frais annuels totaux de l'année 2010, [Document ALGRAN Service comptabilité (voir Annexe)].	43

Listes des figures

Figure I.1. Organigramme du groupe ENOF.....	5
Figure I.2. Localisation de l'unité de Keddara. (Extraite de la carte touristique de l'Algérie du Nord Sud. Echelle (1/ 1000 000e)	6
Figure I.3. L'Organigramme prévisionnel de l'Entreprise KeddaraII.....	7
Figure II.4. Schéma de la piste e roulage.....	15
Figure II.5. Schéma de la largeur de la piste.....	16
Figure II.6. Largeur de la piste dans un virage	17
Figure II.7. Berme de sécurité dans la piste.....	18

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale.

Le transport des produits dans les carrières à ciel ouvert se fait généralement à l'aide des camions. Bien souvent, l'utilisation des camions se limite aux transports entre les points de chargement des produits et le point de transfert, qui peut être un concasseur de chantier ou un convoyeur. Le coût du transport par camions dans les carrières exploitées à ciel ouvert, représente en général 30% à 50% des frais d'exploitation de la carrière.

Vu la grande distance entre les points de chargement du tout venant du nouveau site (Kaddara II ou M'Hanna) et le point de déchargement (trémie du concasseur primaire), voir la figure ci-dessous, et les frais du transport dépendent de cette distance, nous allons présenter dans ce qui suit, une étude technico-économique en évaluant les frais d'une tonne de calcaire transportée par kilomètre.

Cette étude va se baser sur les données économiques prévisionnel de l'année 2010 de nouveau site Keddara II (M'Hanna).

Chapitre I

PRESENTATION DE LA CARRIERE DE KEDDARA II (M'hanna)

Généralités.

Présentation de l'entreprise ENOF.[1]

Le groupe ENOF (**Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles**) exploite 18 mines et carrières et produit une gamme variée de minerais, il est organisé en 6 filiales depuis le 1er janvier 2001 (figure I-1 ci-dessous).

Spécialisé dans l'exploitation des mines souterraines et à ciel ouvert pour la production des minerais non ferreux et des substances utiles non métalliques, le groupe ENOF a pour vocation : la production, la commercialisation et le développement des produits miniers. La diversité et la qualité de ses produits font du groupe ENOF un partenaire de choix pour les industries nationales et internationales.

Sa progression est marquée par les investissements qu'il engage chaque année dans les opérations de développement et de la mise en valeur de nouveaux gisements.

Présentation de la filiale ALGRAN.

Filiale du Groupe ENOF, activant dans le secteur des mines, ALGRAN (Algérienne des granulats) est spécialisée dans la production d'agrégats et compte dans son portefeuille neuf 9 unités d'agrégats implantées sur tout le Nord de l'Algérie, dont celle de Keddara.

La Filiale ALGRAN a pour objet la recherche, le développement et l'exploitation des carrières, la production et la commercialisation des agrégats.

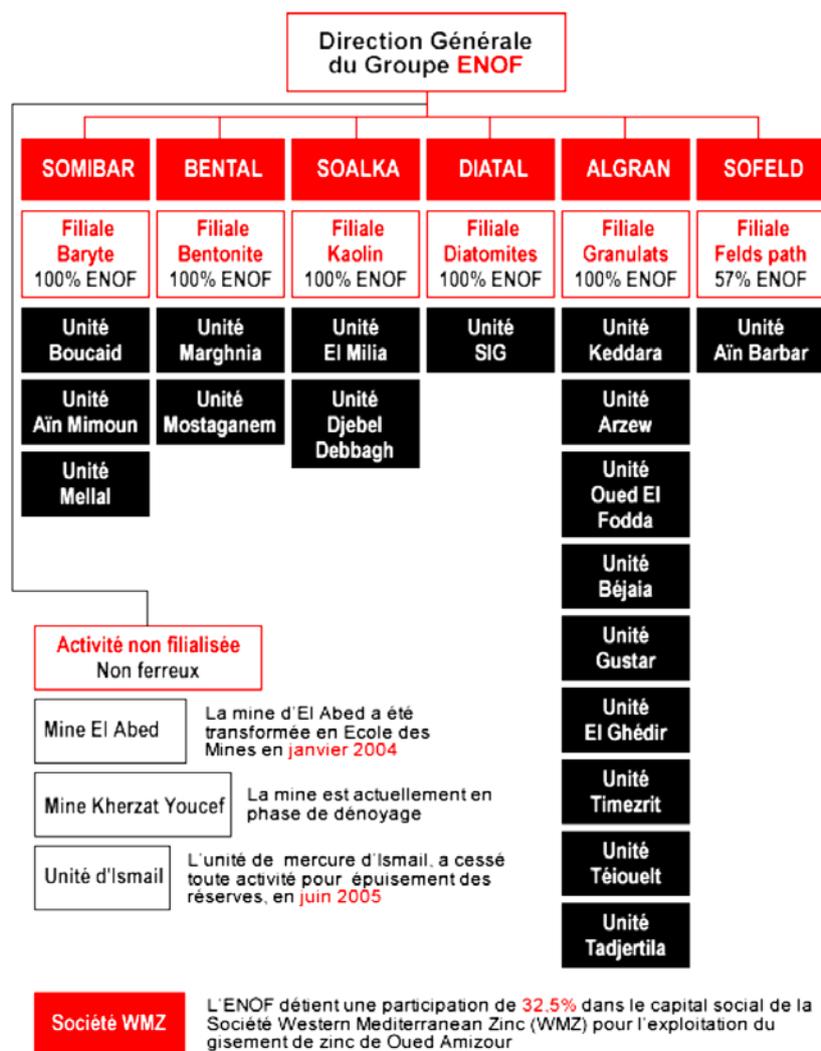


Figure I.1. Organigramme du groupe ENOF.

Historique du gisement de Keddara II nommée (M'Hanna).

Le gisement de calcaires de Keddara II a été mis en évidence, étudié et évalué :

- En 1991 par l'unité de recherche de L'UREG-ENDMC pour le compte de l'ENG ;
- Et en 2005 par ORGM pour le compte de la filiale ALGRAN du Groupe ENOF.

Les réserves de catégorie C (probables) avaient été estimées à près de 53 778 441 millions de tonnes.

Les travaux de terrains tels que : l'ouverture de la carrière, la préparation des premiers gradins ont été réalisés en Octobre 2013 et le montage de la station de concassage est en cours de la réalisation.

Après les grandes opérations de restructuration industrielle de la décennie 2000, et en particulier l'opération de réorganisation s'est produite en Janvier 2002, qui a donné naissance à la nouvelle filiale baptisée ALGRAN Groupe ENOF.

Situation géographique et accès au gisement.

Le gisement de calcaire de KeddaraII (Bouzegza Nord) est localisé dans la commune de Boudouaou dans la Wilaya de Boumerdes. Il est situé à 54 Km au Sud-Est d'Alger, à une quinzaine de kilomètres au Sud de Boudouaou, à 3.8 Km à l'Ouest du village de Keddara (Figure II-2 ci-dessous). L'accès au site se fait par la route nationale N°29 reliant Boudouaou à Lakhdaria.

Le gisement d'une surface de 80 ha est allongé Est-Ouest, il se trouve à 4 Km de la route nationale N°29. Ses limites géographiques sont les suivantes :

- a l'Est, carrière d'Ifri et un autre privé ;
- a l'Ouest, le barrage de Keddara ;
- au Sud, l'oued village de Keddara.

La localisation du centre du gisement est définie plus exactement par les coordonnées Lambert suivantes : X = 539 000 Y = 4 051 800

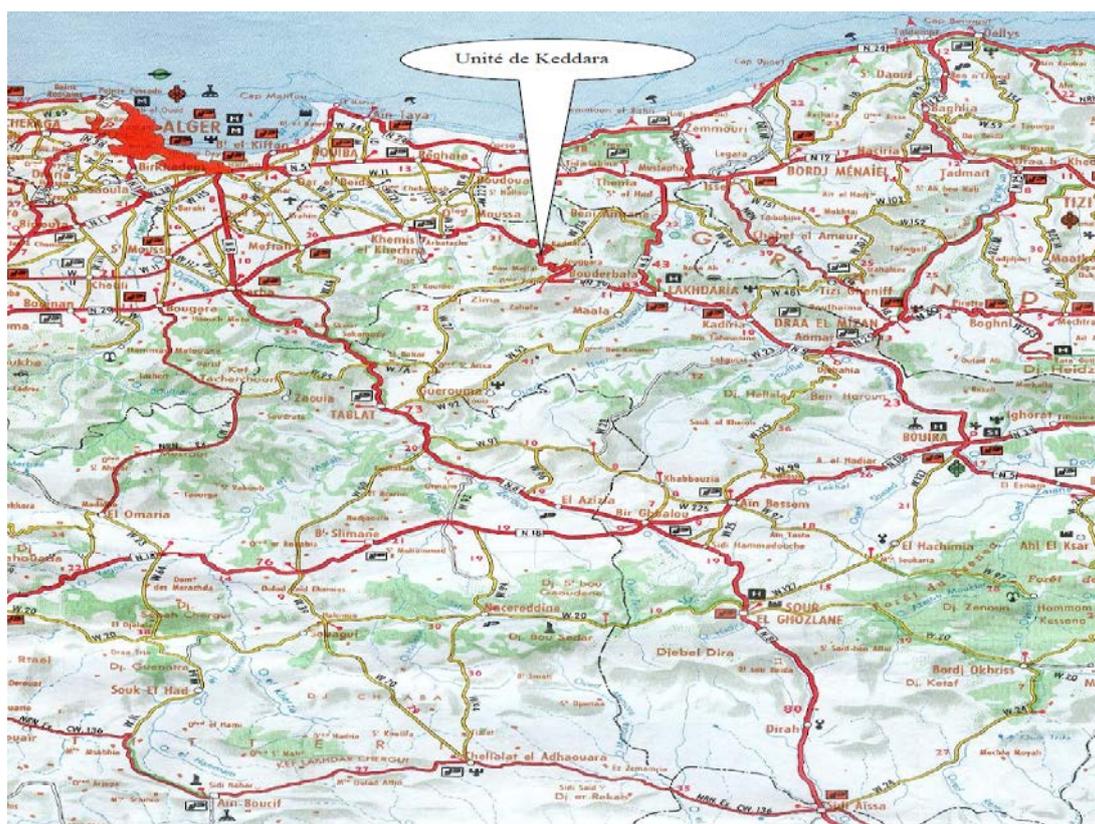


Figure I.2. Localisation de l'unité de Keddara.
(Extrait de la carte touristique de l'Algérie du Nord Sud. Echelle (1/ 1000 000°)

Stratégie de l'entreprise.

- Promouvoir le Management de la qualité ;
- Augmenter la capacité de production de l'unité ;
- Diversifier et élargir la gamme de produits ;
- Engager des investissements de renouvellement et de rénovation des moyens de production.

Objectifs de l'entreprise.

- Satisfaire les exigences des clients ;
- Renforcer les capacités financières ;
- Améliorer et perfectionner les procédés de production ;
- Maintenir l'image de marque des produits.

Organisation administrative et fonctionnement de l'entreprise.

Organigramme prévisionnel de l'entreprise de Keddara II.

Au niveau de l'entreprise, tous les services sont attachés directement au Directeur.

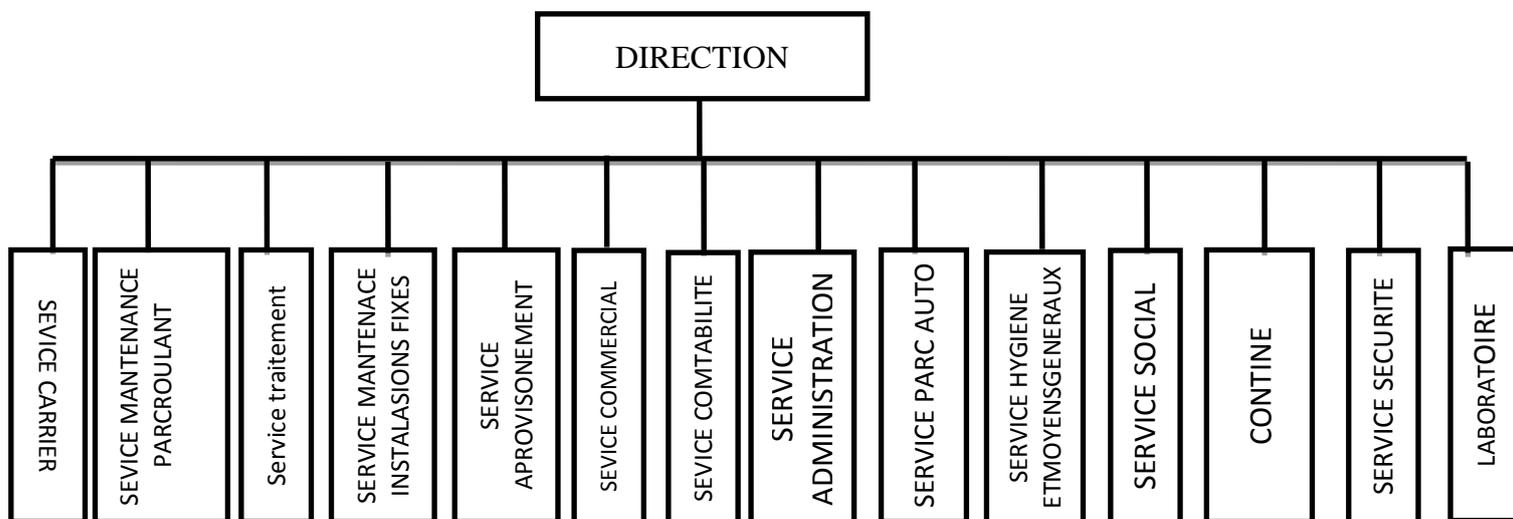


Figure I.3. L'Organigramme prévisionnel de l'Entreprise KeddaraII.

Les tâches des services.

Tableau 1 les tâches de différents services de l'entreprise

Service	Tâches
Direction	
Carrière	La découverte, l'abattage, le chargement et le transport de la roche abattue jusqu'à la station de traitement ou les aires de stockages.
Traitement	La production des produits finis. Il s'occupe des installations fixes.
Maintenance parc roulant	Assurer la maintenance et l'entretien préventif et curatif pour tous les engins et les véhicules de l'unité.
Laboratoire	Le contrôle de la qualité des produits.
Approvisionnement	L'achat, le magasinage et la distribution des matières et fournitures.
Commercial	La commercialisation des produits.
Parc auto	Assurer le transport de personnel
Administration	La gestion de l'entreprise.
Comptabilité	Gérer les comptes de comptabilité de l'unité.
Moyens généraux et hygiène	Assurer la propreté, la prévention et le soin pour le personnel.
Sécurité	Assurer la sécurité de personnel et des biens de l'unité.

Les conditions technico-minières de la carrière.

Régime de fonctionnement de la carrière.

La carrière des agrégats de M'hanna fonctionne selon le régime suivant :

- Le nombre de jours ouvrables par an **230 jours /an** ;
- Le nombre de jours ouvrables par semaine **5 jours /semaine** ;
- Le nombre de postes de travail par jour..... **2 postes /jour** ;
- Le nombre d'heures de travail par poste..... **7 heures / poste.**

Moyens humains et matériels.

Effectifs [2]

L'effectif de l'entreprise de Keddaraii ou (M'Hanna) est classé selon trois critères :

- Effectif par catégorie,
- Effectif par statu,

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA CARRIERE KEDDARA II (M'hanna)

- Effectif par activité.

L'effectif par catégorie

L'effectif de la carrière de M'Hanna est décomposé en trois catégories socioprofessionnelle.

Tableau I.2. L'effectif par catégorie socioprofessionnelle

Effectifs		Nombre de poste
Effectif par catégorie	Cadres	14
	Maitrise	12
	Exécution	51
	Total	77

L'effectif par statu.

Le personnel de l'entreprise est décomposé selon le statu comme suite :

- Permanents,
- Temporaires.

L'effectif par activité.

L'effectif de l'entreprise est décomposé selon l'activité comme suite :

Tableau I.3. L'effectif de l'unité par activité.

Effectifs		Nombre de poste
Effectif par activité	Productifs	45
	Administratifs	20
	Sécurité	12
	Total	77

Matériels [2].

Le matériel roulant productif de l'entreprise est représenté dans le tableau suivant :

Tableau I.4. Matériels productifs de l'entreprise.

Opération	Equipements	Energie	Mode de déplacement
Foration	02 Sondeuses (0.5 ml/min)	Thermique & Air comprimé	Sur chenilles
Chargement	02 Chargeurs (7 m ³) ? 6m ³	Thermique	Sur pneus
Transport	04 Dumper (60T)	Thermique	Sur pneus
Traitement	01 Station (ARJA)	Electrique	Fixe
Commercialisation	01 Chargeurs (5 m ³)	Thermique	Sur pneus
travaux préparatoires(Découverte)	02 bulldozer (1,5m x 4,5m)	Thermique	Sur pneus
Débitage secondaire	2 pelle brise roche (8T/h)	hydraulique	Sur chenilles

Capacité de production.

Capacité annuelle de production, P_a [t/an].

La tâche technique assignée à ce projet est d'alimenter une station de concassage de production annuelle en agrégat égale à **1 182 720** Tonnes/an, qu'est calculé comme suit:

Capacité de production de la station de concassage.

Production Horaire (P_h).

$$P_h = 400 \text{ T/h.}$$

Production par poste (P_p).

$$P_p = P_h * D_p \quad \text{Donc : } P_p = 400 * 7 = 2\,800 \text{ Tonnes.}$$

Production journalier par poste (P_j).

$$P_{j/p} = P_p * N_p \quad \text{Donc : } P_{j/p} = 2\,800 * 2 = 5\,600 \text{ Tonnes.}$$

Production mensuelle (P_m).

$$P_m = P_{j/p} * N_{j/m} \quad \text{Donc : } P_m = 5\,600 * 22 = 123\,200 \text{ Tonnes.}$$

Production annuelle ($P_{a,st}$).

La capacité annuelle de concasseur 1'aire est :

$$P_{a,st} = P_m * N_m \quad \text{Donc : } P_{a,st} = 123\,200 * 12 = 1\,478\,400 \text{ Tonnes.}$$

Sachant que le coefficient d'utilisation de la station est de : $K_i = 0.8$.

La production annuelle de la station sera.

$$P_{a,st} = 1\,182\,720 \text{ Tonnes.}$$

Et plus, le taux de stérile traité par le 1aire.

$$t_{st} = 10\%$$

Ce qui donne une capacité annuelle de 1aire :

$$P'_{a,st} = 118\,272 \text{ Tonnes de stérile par an.}$$

En tenant compte des pertes d'exploitation P_e d'un taux fixe $p = 5\%$:

$$P_e = p * P_{a,st} \quad \text{ce qui donne: } P_e = 0.05 * 1\,182\,720 = 59\,136 \text{ Tonnes.}$$

Donc la production en tonnage annuel en place à extraire s'élève à :

$$T = P_{a,st} + P_e \quad \text{Donc : } T = 1\,182\,720 + 59\,136 = \mathbf{1\,241\,856 \text{ Tonnes/an.}}$$

Production mensuelle.

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

$$P_m = \frac{T}{N_m}$$

Où :

N_m : Nombre des mois dans une année, qui est égal : 12 mois.

$$P_m = \frac{1\,241\,856}{12} = 103\,488 \text{ Tonnes/mois}$$

$$P_m = 103\,488 \text{ tonnes/mois}$$

Et le volume nécessaire de la production mensuelle est :

$$V_m = \frac{P_m}{\gamma}$$

Où :

γ : la densité absolu .

$$V_m = \frac{103\,488}{2.69} = 38\,472 \text{ m}^3/\text{mois}$$
$$Vm = 38\,472 \text{ m}^3/\text{mois}$$

Ce calcul n'est qu'un volume moyen de la production mensuelle à obtenir.

La production journalière par poste

La production journalière à assurer avec une bonne performance des engins miniers est :

$$P_{j/p} = \frac{T}{N_p * N_j}$$

N_j : Nombre de jours ouvrables par année, (230 j);

Np/j : Nombre de postes par jour (2 poste).

$$P_{j/p} = \frac{1\,241\,856}{2 * 230} = 2\,699 \text{ tonnes/poste}$$
$$P_{j/p} = 2\,699 \text{ T/p}$$

Production horaire.

D'après la production journalière par poste de l'unité, on a un volume horaire à produire :

$$P_h = \frac{P_{j/p}}{N_h}$$

Où : Ph : production horaire (T/h) ;

N_h : Nombre d'heures du travail par poste (7 heures) ;

$$P_h = \frac{2\,699}{7} = 386 \text{ T/h} P_h = 386 \frac{T}{h}$$

Chapitre II

ETUDE TECHNICO- ECONOMIQUE DU TRANSPORT

I.Introduction.

Un des processus dans les mines à ciel ouvert est le transport des minéraux utiles et les roches stériles, dont le pourcentage dans le prix de revient total d'exploitation atteint 30 à 50% actuellement ; et dans les carrières à bon production on applique largement le transport par camions dont les principaux avantages sont :

- La grande efficacité du transport des minéraux utiles et des roches stériles,
- La simplicité de manœuvrabilité, et la possibilité de surmonter la pente élevée, etc....

Vu le bon déroulement de l'opération d'évacuation et de transport du calcaire exige la disponibilité de ce type de transport du calcaire à M'Hanna

II. Exigences du transport.

Afin de réaliser une exploitation dans les règles de l'art les exigences du transport doivent être en accord avec :

- Distances minimales de transport ;
- Temps morts réduits et rendement maximal des engins de chargement ;
- Paramètres des moyens du transport doivent correspondre à ceux des engins de chargement ainsi qu'aux propriétés des roches transférées ;
- Sécurité du travail ;
- Meilleur sens de progression des travaux miniers.

En réalité, le rendement des travaux de chargement et de transport dépend bien de certaines variantes qu'on peut citer : la capacité du godet de la chargeuse, la capacité de la benne du camion, de l'état de ces engins, et surtout de les caractéristiques de la piste de roulage (sa largeur, sa longueur, et sa construction dans les normes c'est-à-dire en respectant la pente maximum), ou en fonction de ces paramètres, nous pouvons atteindre le minimum de dépenses. Donc c'est pour ça il est indispensable d'étudier soigneusement les caractéristiques de la piste .

III. Traçage de la piste et ses caractéristiques.

La piste principale a été planifiée en tenant compte de la topographie du gisement (relief très accidenté), des dimensions techniques des engins de transport, de la production et la durée de vie de la carrière. Tous ceci nous a amené à tracer une piste à double voie, qui est située dans la partie Sud-Est du gisement. Celle-ci a été dessinée avec le logiciel AutoCAD.

III.1. Itinéraire de la piste.

Le départ de la piste principale se fait au point de déversement de la matière utile, à la station de concassage située à l'Est du gisement (0-0) ; dans une région présentant un relief pratiquement plat jusqu'à (1-1).

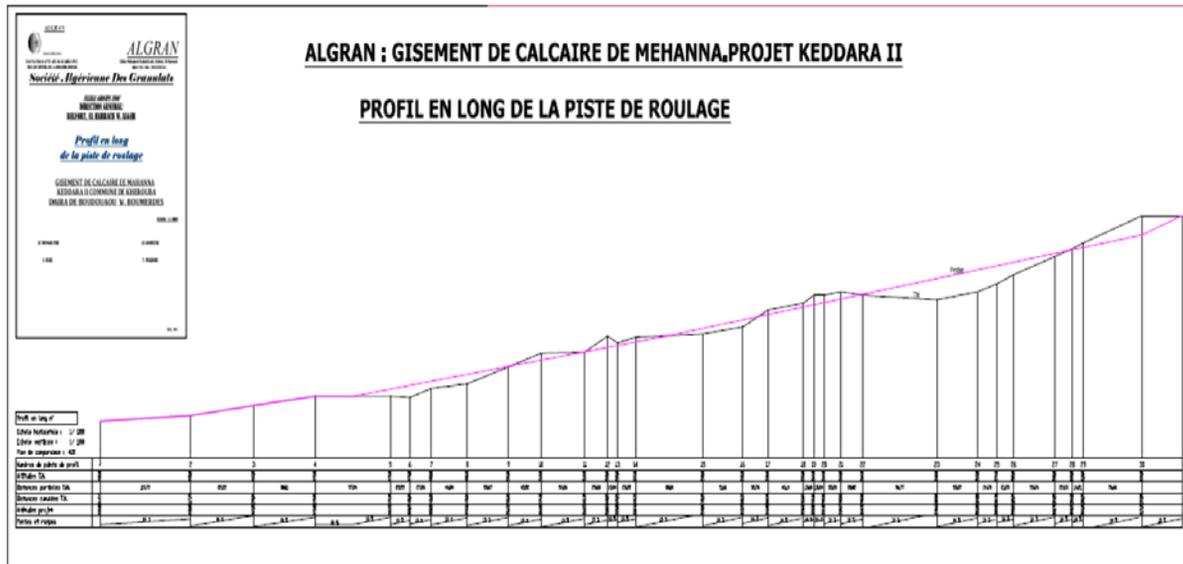


Figure II.4. Schéma de la piste e roulage

La piste principale présente trois (03) virages avec un rayon de courbure supérieur à 23 m, ce qui satisfait largement les exigences des camions utilisés.

Ensuite, la piste suivra la courbe de niveau 610 jusqu’au niveau 670 m pour atteindre les limites des réserves du gisement ou se fera la construction d’une plateforme de travail (limite supérieure) qui est une préparation pour le début de l’exploitation, tout en respectant la pente limite.

III.2. Pente de la piste.

Le tracé des pistes est un facteur important pour l’obtention de bonnes conditions de travail et de sécurité pour les engins du transport de la matière utile vers l’atelier de préparation mécanique. La réalisation des pistes de circulation des Dumpers pour le transport des roches abattues, doit être spécialement bien étudiée avec des pentes limites, on doit veiller à ne pas dépasser 10%. Pour le cas de notre piste les pentes sont résumées dans le tableau II.1 ci-dessous.

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

III.3. Largeur de la piste :

La largeur de la chaussée des routes dépend des gabarits de moyens de transport, de la vitesse de circulation et du nombre de voies de circulation.

Elle peut être déterminée d’après les formules suivantes :

1er cas : circulation à une seule voie (pour les pistes secondaires) :

$$T = a + (2 * c) \dots \dots \dots [3]$$

Où :

CHAPITRE II : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE TRANSPORT

T : C'est la largeur de la piste ;

a : Largeur de la benne du camion, ($a = 4,5$ m (valeur approximative)) ;

C : Largeur de la bande de sécurité, (m).

Avec :

$$c = 0,5 + 0,05 * V$$

Où : V : c'est la vitesse moyenne de circulation des camions ($V = 25$ km / h).

Donc :

$$C = 0,62$$
 m.

Alors :

$$T = 4,5 + (2 * 0,62) = 5,74$$
 m.

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à une seule voie est :

$$T = 5.74$$
 m.

2^{ème} cas: circulation à double voie (pour la piste principale) comme illustré sur la figure III.2

$$T = 2 * (a + c) + X + r \dots\dots\dots[3]$$

Où :

r : La largeur de la rigole d'évacuation d'eau = 0.4 m.

X : Distance entre les bennes des camions. $X = 2 * C \dots\dots(m)$.

$$X = 1,24$$
 m.

Alors,

$$T = 2 * (4.5 + 0.62) + 1.24 + 0.4 = 11.88 \approx 12$$
 m

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à double voie est :

$$T = 12$$
 m

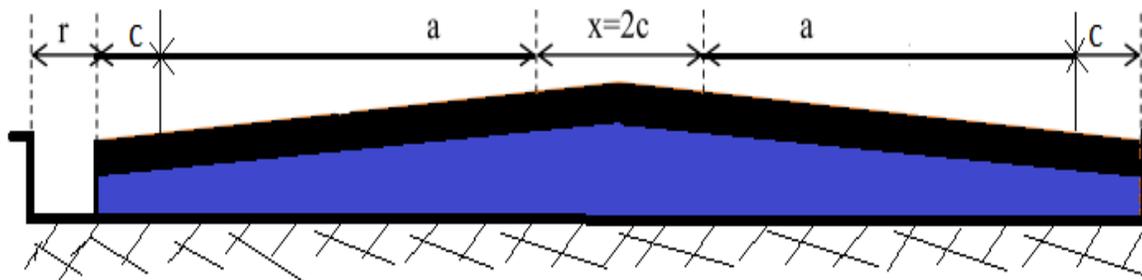


Figure II.5. Schéma de la largeur de la piste

III.4. Largeur de la piste dans un virage :

A cause de difficulté de conduite et le problème de surplomb des camions dans les virages, la largeur de virage doit être augmentée afin d'assurer la circulation des camions.

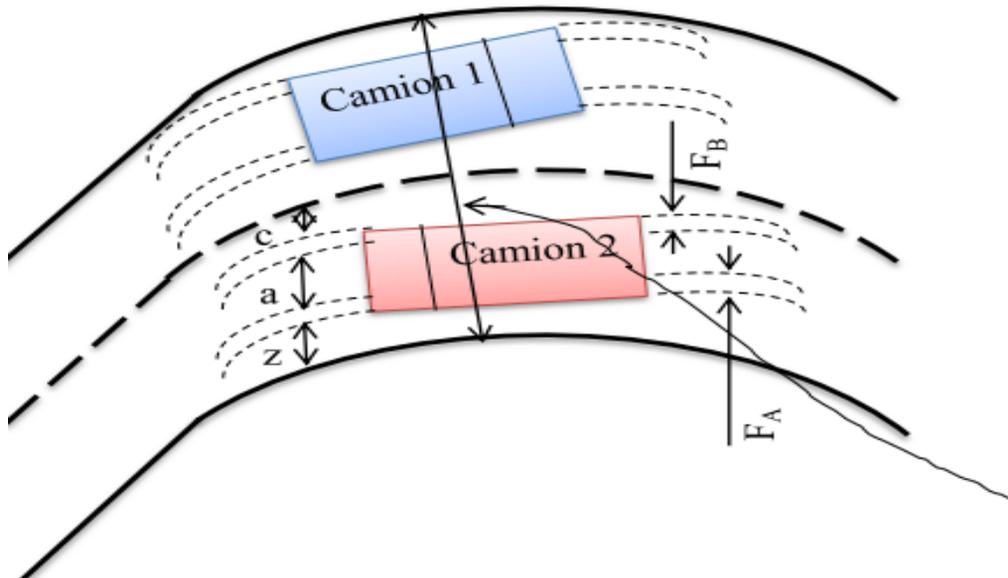


Figure II.6. Largeur de la piste dans un virage

On calcule la largeur du virage par la formule suivante :

$$w = 2(u + F_a + F_b) + 3c \dots \dots \dots [3]$$

Avec :

$$c = z = \frac{1}{2}(u + fa + fb) = 3.25m$$

c : distance de sécurité ;

U : La largeur du camion = 4.5 m ;

F_a: La largeur de surplomb avant ;

F_b: La largeur de surplomb après ; on prend F_a = F_b = 1m

Donc la largeur du virage égale à $w = 22.75 \approx 23m$.

III.5. Berme de sécurité dans la piste :[4]

Pour de raisons de sécurité on fait une berme garantissant la stabilité de la piste et aussi protège les engins contre le glissement les dimensions sont indiquées sur la figure suivante

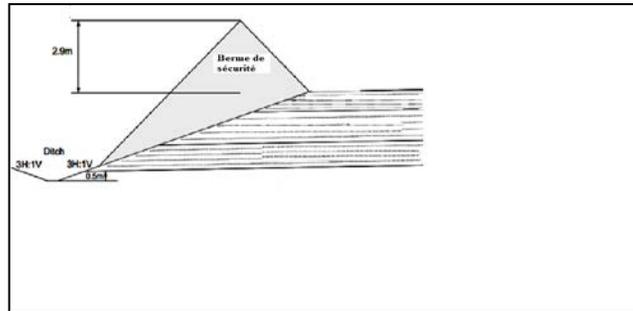


Figure II.7. Berme de sécurité dans la piste

III.6. Longueur de la piste.

La piste principale possède une longueur totale de 1 330 m (déterminée avec AutoCAD). A partir de la station de concassage (point de départ) jusqu'au point de la construction de la plate forme de travail (limite supérieure) au niveau 634m. Dans l'évolution des travaux d'abattage qui conduit au déplacement du front de taille, on aménagera des pistes dites "provisoires". Seule celle qui mène vers la station de concassage sera définitive. La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon est donné dans le tableau II.1 suivant :

La pente globale de la piste de roulage dans sa totalité a une pente moyenne de l'ordre de 13.3%.

CHAPITRE II : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE TRANSPORT

Tableau II.2. La longueur moyenne, la pente et le rayon de courbure de chaque tronçon de la piste de roulage (voir Annexes) :

Tronçon	La longueur moyenne (m).	La pente (%).	Le rayon de courbure (m).
1-2	117.72	0.4	
2-3	82.22	10	
3-4	80.01	10	
4-5	97.94	13	
5-6	25.55	13	
6-7	27.86	13	
7-8	46.84	13	
8-9	53.67	13	
9-10	42.52	13	
10-11	56.86	13	
11-12	29.68	13	
12-13	13.04	13	
13-14	23.35	13	
15-16	88.10	13	
16-17	51.61	14	
17-18	32.76	14	
18-19	46.14	14	
19-20	13.34	14	
20-21	22.20	14	26
21-22	28.02	14	
22-23	96.77	14	
23-24	53.37	14	
24-25	24.70	14	20
25-26	21.93	14	
26-27	53.76	14	20
27-28	22.63	14	
28-29	76.66	15	
Total	1 329.25m	13.3%	

Maintenant une fois qu'on a une suffisamment d'informations sur la piste de roulage et ces typiques on peut facilement choisit le type et le modèle de l'engin de transport qu'il faut pour réaliser cette opération et dans moindre coûts.

IV. Choix du modèle de camion [3].

Le choix du modèle de camion dépend particulièrement :

- de la capacité de la benne ;
- du godet de la chargeuse.

La capacité de la benne devra être en accord avec celle du godet de la chargeuse ou vice-versa. Pour cela il existe une combinaison rationnelle qui est le rapport entre la capacité du godet de la chargeuse et la capacité de la benne du camion $\frac{E}{V}$;

E : capacité du godet de la chargeuse ;

V : capacité de la benne du camion.

En réalité le rendement des travaux de chargement et de transport dépend bien de ces dernières variantes, ou en fonction du rapport V/E, nous pouvons atteindre le minimum de dépenses

IV.1. Détermination du volume nécessaire de la benne (V_b). [5]

Le volume (V_b) de la benne est déterminé en fonction de la capacité du godet (E) ; et la longueur du trajet de transport (L), par la formule suivante :

$$V_b = 3.63 \times E - 4.38 \times L - 0.039 \times E^2 + 0.545 \times L^2 + 0.67 \times E \times L + 9.39$$

Avec :

$$L = 1\,330 \text{ m} = 1.33 \text{ Km} ;$$

$$E = 3.5 \text{ M}^3.$$

Application Numérique :

$$V_b = 3.63 \times 3.5 - 4.38 \times 1.33 - 0.039 \times 3.5^2 + 0.545 \times 1.33^2 + 0.67 \times 3.5 \times 1.33 + 9.39 = 19.87 \text{ m}^3$$

Le volume de la benne nécessaire est $\cong 20 \text{ m}^3$; Donc nous choisissons le camion dont la marque est « **TEREX TR60** » où le volume de la benne est proche au volume calculé théoriquement $V_a = 22 \text{ m}^3$.

Mais pour la vérification du coefficient d'utilisation ($K_{u_{ch}}$) de la benne on calculera la capacité de charge de la benne comme suit;

IV.2. Détermination de la capacité de charge du camion :

Elle est déterminée de la formule suivante :

$$Q_{ch} = \frac{V_a \times \rho_C}{K_f} \text{ en [tonne]}$$

Où :

ρ_C : Densité du calcaire ; $\rho_C = 2.69 \text{ t/m}^3$.

V_a : volume de la benne adopté ; $V_a = 22 \text{ m}^3$

K_f : coefficient de foisonnement de la roche dans la benne du camion calculé par la formule suivante : $K_f = \frac{V_f}{V_m} = 1.60$;

Donc la capacité de charge du camion est :

$$Q_{ch} = \frac{22 \times 2.69}{1.60} = 37 \text{ tonne}$$

IV.3. Détermination du coefficient d'utilisation de la capacité de charge (K_{ch}) :

D'après les caractéristiques du camion « TEREX TR60 » choisit ; la capacité de charge est définie comme suit : $C_{ch} = 45$ tonne ; alors le coefficient d'utilisation de la capacité de charge est donnée par la formule suivante :

$$K_{Uch} = \frac{Q_{ch}}{C_{ch}} = \frac{37}{45} = 0.83$$

$K_{Uch} = 0.83.$

IV.4. Détermination du coefficient d'utilisation du volume (K_{Uv}) :

Il est déterminé par la formule suivante :

$$K_{Uv} = \frac{V_b}{V_a} = \frac{19.87}{22} = 0.90$$

Donc le coefficient d'utilisation du volume est de 0.90

IV.5. Rendement des camions

Le rendement du camion par poste est donné par la formule suivante :

$$R_c = \frac{3600 \times Q_{ch} \times T \times K_{ch}}{t_c} \quad (T/poste).$$

D'où :

Q_{ch} : Capacité de la benne du camion (37 tonnes),

T : La durée d'un poste de travail ($T = 7$ heures) ;

k_{ch} : Coefficient de chargement du camion ; $k_{ch} = 0.83$;

t_c : Le temps de réalisation d'un cycle ;

$$t_c = T_{ch} + T_{tr} + T_d + T_m$$

T_{ch} : Temps de chargement du camion, 360 s;

T_d : Temps de déchargement du camion, 30 s;

T_m : Temps de manœuvre, 45 s ;

T_{tr} : Temps du trajet (en charge et à vide), 826 s;

L'estimation de temps du trajet en charge et à vide sera basé sur les données techniques de l'engin de transport (TEREX TR60), c'est-à-dire la vitesse en fonction de la pente, qui sont données dans le tableau II.3.

Le temps du trajet en charge et à vide est déterminé par la formule suivante :

$$T_{tr} = \frac{3600 \times D}{V_a \times f}$$

CHAPITRE II : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE TRANSPORT

D : Longueur du tronçon à parcourir en km;

V_a : La vitesse de l'engin de transport correspondant à la pente du tronçon à parcourir ;

f : Facteur qui dépend de : l'expérience du conducteur, l'usure du camion et l'état de la piste;

$f = 0.65$.

Tableau II.3. La vitesse du camion en fonction de la pente de TEREX TR60

La pente [%]	La vitesse [km/h]	
	Descente en charge	Monté à vide
0	60	60
5	30	58
10	16	35
15	10	24
20	8	18
25	5	15
30	2	12

Tableau II.4. Temps de trajet en charge et à vide

Tronçon	La longueur moyenne (m).	La pente (%).	Temps de trajet (t_{tr}) [s]		
			En charge	A vide	
1-2	117.72	0.4	11,24	11,24	
2-3	82.22	10	28,46	13,01	
3-4	80.01	10	27,70	12,66	
4-5	97.94	13	45,20	18,70	
5-6	25.55	13	11,79	4,88	
6-7	27.86	13	12,86	5,32	
7-8	46.84	13	21,62	8,95	
8-9	53.67	13	24,77	10,25	
9-10	42.52	13	19,62	8,12	
10-11	56.86	13	26,24	10,86	
11-12	29.68	13	13,70	5,67	
12-13	13.04	13	6,02	2,49	
13-14	23.35	13	10,78	4,46	
15-16	88.10	13	40,66	16,83	
16-17	51.61	14	25,99	10,59	
17-18	32.76	14	16,49	6,72	
18-19	46.14	14	23,23	9,46	
19-20	13.34	14	6,72	2,74	
20-21	22.20	14	11,18	4,55	
21-22	28.02	14	14,11	5,75	
22-23	96.77	14	48,72	19,85	
23-24	53.37	14	26,87	10,95	
24-25	24.70	14	12,44	5,07	
25-26	21.93	14	11,04	4,50	
26-27	53.76	14	27,07	11,03	
27-28	22.63	14	11,39	4,64	
28-29	76.66	15	42,46	17,69	
Total	1 329,25	Total	578,37	246,97	= 825,34

$$t_c = 360 + 826 + 30 + 45 = 1261 \text{ sec.}$$

Donc, Le rendement du camion est de :

$$R_c = \frac{3600 \times 37 \times 7 \times 0.83}{1261} = 613.7 \text{ T/poste.}$$

$$R_c = 613.7 \text{ T/poste.}$$

V. Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production.

Le nombre des camions nécessaires pour assurer la production souhaitée par l'entreprise est donné par la formule suivante :

$$N_c = \frac{P_j \times K_i}{R_c}$$

Avec :

N_c : Nombre de camions ;

P_j : La production journalière souhaitée par l'entreprise ; $P_j = 5\,398 \text{ T/j}$

k_i : Coefficient d'irrégularité de travail (varie entre 0.8 et 0.85 On déjà calculer ; $k_i = 0.83$) ;

R_c : Rendement du camion durant un poste de travail ; 613.7 T/poste.

A.N :

$$N_c = \frac{5\,398 \times 0.83}{613.7} = 7.3 \text{ camions.}$$

$$N_c \cong 7 \text{ camions.}$$

Il faut tenir compte aussi d'un camion en réserve, pour garantir la production de la carrière. Donc, il faut sept (08) camions pour assurer la production souhaitée.

VI. Conclusion.

Quand on a calculé le nombre des camions nécessaire pour assurer la production annuelle prévu ; c'est-à-dire qu'on a traité le problème d'un côté purement technique, on a trouver que le nombre des camions pour transporter de la matière première est égal à sept camion, par conséquence les condition que soit du côté économique ou technique ne sont pas favorable et c'est pour cela on a traité notre étude «le calcul du prix de revient d'une tonne de calcaire transporté par kilomètre » par un nombre de camion qu'est en quatre (4) chapitre qui suit; mais d'une autre manière l'organisation de transport est de procéder à la méthode de culbutage de la roche du niveaux supérieure vers le niveaux inférieure (à la Platform de réception) de telle façon diminuer éventuellement le trajet fait par ces dernier et d'assuré un Moindre coût

CHAPITRE III

Généralités sur le coût de revient

I. Introduction

L'objectif de chaque entreprise productive est d'assurer une rentabilité optimale. A cet effet il est nécessaire de maîtriser les coûts. Cela permet à l'entreprise de :

- Connaître la rentabilité des produits,
- Prendre une décision d'investissement et trouver les meilleures solutions en termes de rentabilité et de risque,
- Établir des prix de vente ;
- Améliorer l'organisation d'un processus de l'entreprise : production, vente,...

I.1. Définitions

Il ne faut pas confondre prix, coût, charge et marge :

- **Un prix** : est le résultat d'une transaction avec une personne extérieure à l'entreprise.
- **Une charge** : est une consommation de ressources par l'entreprise.
- **Un coût** : est une accumulation de charges sur un produit ou un service.
- **Une marge** : est calculée par différence entre le coût et le prix qui s'applique aux transactions d'une entreprise avec des tiers.

I.2. Définition et classification des coûts :

Les coûts sont une somme de charges relatives à un élément défini au sein du réseau comptable. Le plan comptable général donne la définition du coût comme suit :

Un coût est constitué par un total de dépenses rapportées à un moment donné :

- Soit à une fonction ou partie de l'entreprise.
- Soit à un objet, une prestation de service, un groupe d'objet pris à un stade autre que le stade final de livraison aux clients.

Certains des coûts supportés par les entreprises varient avec la production, d'autre non.

I.3. Le coût fixe (CF) :

C'est une dépense qui ne varie pas en fonction du niveau de la production. Pour les entreprises minières, le capital fixe se divise en deux groupes :

1/ Le capital fixe de production (utilisé directement dans le processus de production).

Ce capital est classé en 3 sous-groupes:

- Les installations, matériels énergétiques et machines de commande.
- Les moyens de transport.
- Les machines de production et machines opératrices.

2/ Le capital fixe non productif (non intervenant dans le processus de production).

Ce capital est classé en 5 sous-groupes (Les composantes passives) :

- Les bâtiments et accessoires.
- Les constructions ou ouvrages (puits, travers-bancs. ouvrages miniers, etc).
- Les appareillages et appareils spécifiques.
- L'inventaire.
- Les recrues de longue durée.

I.4. Les coûts variables (CV) :

Sont des coûts qui varient avec la production, ils sont en fonction de la production, donc on écrit : $CV=f(Q)$, tel que : Q= la production

Pour les entreprises minières, ces coûts englobent les consommables qui concernent la consommation des engins en gasoil, lubrifiant et pièces de rechange lors des entretiens préventifs, la consommation en électricité des installations,...etc.

I.5. Le coût total (CT) :

Le coût total de production CT est la somme totale que la firme doit déboursier pour produire (la somme des coûts fixes et variables), donc on écrit :

$$CT(Q) = CF + CV(Q)$$

il dépend du niveau de production, et se présente donc comme une fonction dont l'argument est la production: $CT = C(Q)$. Il est normalement croissant, c'est-à-dire que plus la production n'est importante, plus le coût est lui-même important.

I.6. Le coût fixe moyen (CFM)

Est le quotient des coûts fixes par le nombre d'unités du bien Produites.

$$CFM = CF/Q$$

I.7. Le coût variable moyen (CVM)

Il est calculé par la formule suivante:

$$CVM = C V (Q)/Q$$

II. Le coût total moyen (CTM)

Il est calculé par la formule suivante:

$$\begin{aligned} CTM &= CT/Q \\ &= (CF+ CV) /Q \\ &= CF/Q +f(Q)/Q \end{aligned}$$

II.1. Le coût marginal (Cm):

Le coût marginal Cm est la variation du coût total qui serait occasionnée par la production d'une unité supplémentaire. Il dépend donc du niveau de production atteint: il est lui aussi une fonction $Cm(Q)$ de la quantité produite.

On peut définir formellement le coût marginal de la manière suivante:

$$Cm(Q) = \Delta CT(Q) / \Delta (Q)$$

Le coût marginal joue un rôle fondamental dans l'analyse des décisions de production; le chef d'entreprise peut en effet s'interroger à chaque instant sur l'opportunité d'augmenter sa production, ou de la diminuer, pour cela, le coût marginal est le concept à utiliser, et il n'est pas nécessaire de recourir au coût total ni au coût moyen

II.2. Courbe des coûts

Le graphique ci-dessous illustre une fonction de coût total à court terme. La forme de cette courbe peut être notée :

Elle est croissante, et on remarque qu'il y a une première zone, jusqu'à Q^* , où cette croissance se ralentit progressivement, alors qu'elle accélère pour une quantité supérieure à Q^* . Ceci correspond à l'hypothèse de rendements d'échelle qui seraient d'abord croissants, puis décroissants.

La courbe de coût total correspondant à une fonction de production à rendements constants serait pour sa part représentée par une droite (croissante)

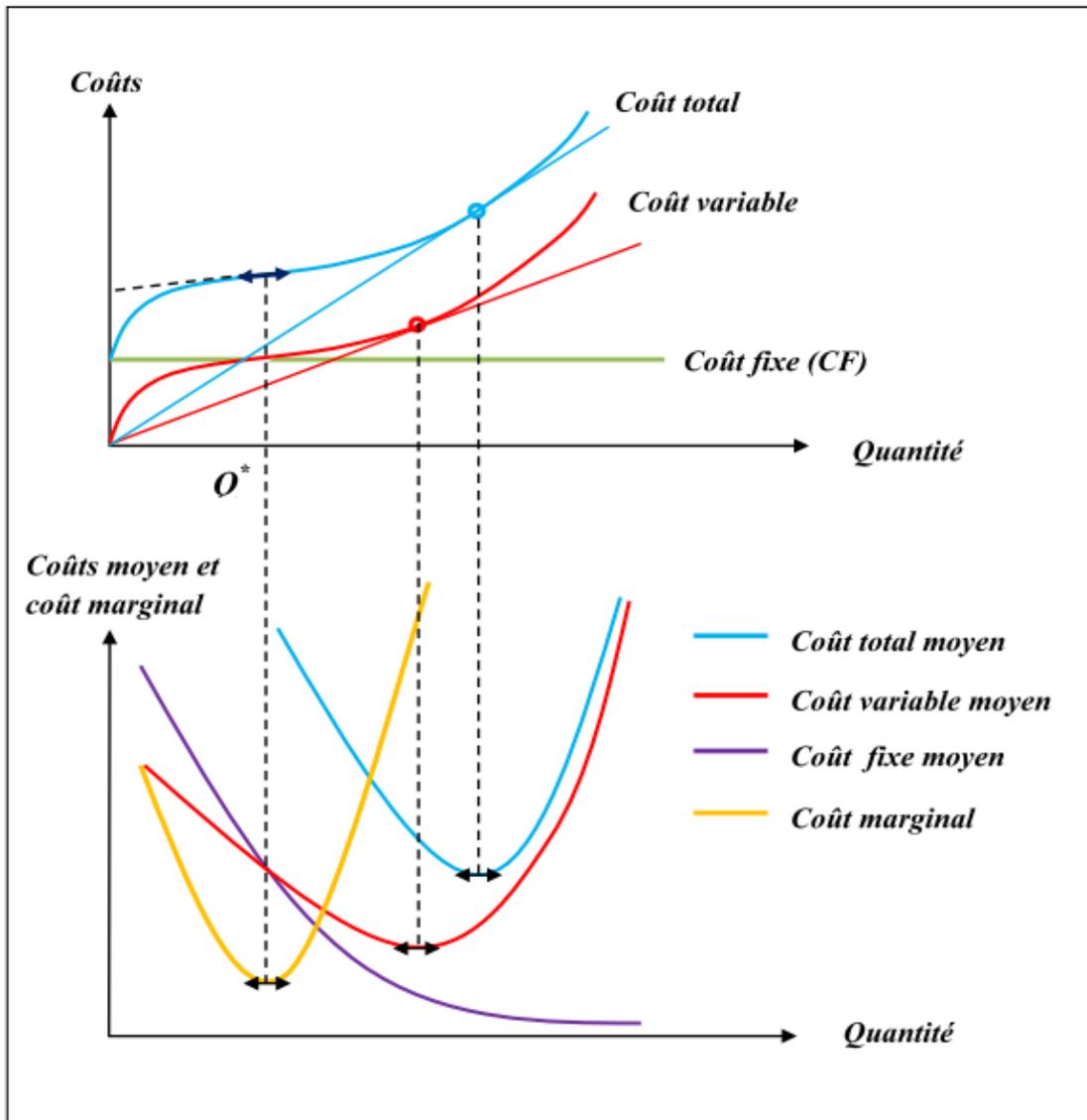


Figure 1 : Courbe du coût total, du coût fixe et du coût variable

II.3. Classification des couts selon la nature :

II.3.1. Les coûts d'achat :

Les coûts d'achat ou coûts d'acquisition se situent au premier stade du cycle d'activité de l'entreprise, qu'elle soit :

- commerciale avec calcul du coût d'achat de chaque marchandise,
- industrielle avec calcul du coût d'achat de chaque matière première et de chaque fourniture consommable,
 - de services avec calcul du coût d'achat de chaque fourniture ou prestation utilisée

II.3.2. Composition

a/ Charges directes :

Elles comprennent :

- les prix d'achat nets des réductions commerciales obtenues des fournisseurs de matières premières ou de marchandises ;
- les frais accessoires d'achat : transports, commissions, emballages, assurances,
- les charges de main d'œuvre directe (MOD) : rémunérations des réceptionnaires, des magasiniers, des responsables d'achats, ...

b/ Charges indirectes :

Ce sont les charges des centres d'analyse : approvisionnements, magasin, réception des livraisons, ... dont l'activité est mesurée en Unité d'Œuvre d'achat (quantité achetée : kg, tonne, mètre, litre, palette, produit, ...).

Les coûts des unités d'œuvre sont imputés au coût de chaque catégorie d'achat en fonction du nombre d'unités d'œuvre nécessaires.

II.4. Les coûts de production :

Les calculs de coûts de production concernent les entreprises industrielles qui transforment des matières premières en produits finis. Il s'agit le plus souvent de composants ou d'éléments entrant dans la fabrication de produits.

Les éléments de coût se situent au stade de la fabrication dans le cycle d'activité de l'entreprise.

Les calculs de coût peuvent être effectués pour des produits en cours de fabrication, des produits semi-finis, des produits intermédiaires, des produits finis, ... mais aussi pour des commandes spécifiques, des projets de lots de fabrication, des séries à fabriquer, certains chantiers, ...

Les évaluations des coûts de production sont de plus en plus effectuées pour les activités de services du secteur tertiaire (banques, assurances, hôtels, transporteurs, agences de voyages, ...)

II.4.1. Composition :

a/ Charges directes.

Elles comprennent :

- le coût d'achat des matières premières consommées ou utilisées , évalué à partir des sorties de stock, selon la méthode de l'inventaire permanent au CUMP le plus souvent.

- les charges de main d'œuvre directe de production : rémunérations des ouvriers, des techniciens, des responsables d'ateliers, ...
- les frais de fournitures éventuelles (vis, huile, colle, écrous, ...)

b/ Charges indirectes :

Ce sont les charges réparties dans les différents centres d'analyse tels que les centres principaux : « atelier de production », « montage », « finition », « assemblage »..., dont l'activité est mesurée en unités d'œuvre de production (nombre d'heures de main d'œuvre directe, nombre d'heures machines, nombre de produits, ...).

Les coûts des unités d'œuvre seront ensuite imputés au coût de chaque catégorie de produit en fonction du nombre d'unités d'œuvre nécessaire.

II.5. Les coûts hors production.

Les coûts hors production se situent en fin de cycle d'activité, dans une entreprise industrielle ou de production de services.

a/ Les coûts de la distribution :

Ils comprennent :

- les charges de main d'œuvre directe : rémunérations des vendeurs, des représentants, des livreurs, des commerciaux, ...
- les charges de distribution : dépenses de publicité, frais d'emballages, frais de transports,
- les charges indirectes du centre d'analyse « distribution » imputées aux marchandises ou aux produits vendus.

b/ Les autres charges hors production :

Elles comprennent :

- les charges indirectes du centre « administration »,
- les charges indirectes du centre « gestion financière »,
- les autres charges incorporables éventuelles : assurances, les commissions d'intermédiaires, les frais de courtages, les dépenses du Service Après-Vente, ...

II.6. L'amortissement :

L'amortissement est la constatation d'une usure de la valeur d'un élément d'actif résultant de l'usage, du temps ou de l'évolution des techniques ou de toutes autres causes. Ceci permet à l'entreprise de dégager les sommes nécessaires pour le renouvellement des éléments d'actif amorti, une immobilisation est destinée à servir durablement l'activité de l'unité et doit être inscrite à l'actif du bilan.

II.6.1. La durée de l'amortissement :

L'amortissement est réparti sur la durée normale d'utilisation du bien, déterminée d'après les usages de la profession et selon l'utilisation du bien dans l'entreprise (un matériel utilisé 24h/24 sera amorti plus rapidement que s'il est utilisé 8 heures par jour).

II.6.2. Les différents régimes d'amortissement :

1- L'amortissement linéaire :

L'amortissement déductible est constant : il est obtenu en divisant le prix de revient de l'élément d'actif par la durée normale de l'utilisation. L'amortissement est calculé à compter du jour de la mise en service du bien.

$$A = (FA + FL - VL) / N$$

Avec :

FA : Frais d'acquisition.

FL : Frais de liquidation.

VL : Valeur de liquidation.

N : Durée d'amortissement (années).

2- L'amortissement dégressif :

Dans ce cas, Les amortissements ne sont pas constants, les amortissements les plus élevés sont durant les premières années d'utilisation d'actif.

- Le taux d'amortissement : taux d'amortissement linéaire multiplié par un coefficient de 1,5 à 2,5 selon la nature des biens.

- Le point de départ de l'amortissement : le premier jour du mois d'acquisition du bien.

III. Le prix de revient

III.1. Introduction :

Dans l'industrie extractive, les coûts de production d'un minerai donné ne dépendent pas que les facteurs techniques et humains, mais aussi des facteurs naturels (richesse et situation géographique). Ils peuvent donc être significativement différents d'une mine à l'autre.

Dans le cas de l'exploitation des carrières et des mines, le prix de revient est un guide essentiel pour l'ingénieur des mines. Ce prix de revient doit lui être présenté de façon simple et claire et ceci sans retard (par exemple tous les mois, toutes les semaines ou même tous les jours).

Chaque ingénieur devra y trouver en évidence les dépenses dont il est responsable et il y trouvera une incitation à améliorer ses résultats et un moyen pour le faire.

III.2. Définition du prix de revient :

C'est le coût moyen d'une unité de production. Dans une carrière de granulats l'unité de production sera la tonne de gravier. Dans une mine métallique l'unité de production sera la tonne de minerai, ou la tonne de concentré.

Pour calculer le prix de revient d'un travail effectué ou d'une opération ou prix de revient d'une entreprise il faut donc faire la somme des dépenses effectuées dans une certaine période (mois, trimestre, an) et diviser cette somme par le nombre d'unités de production obtenues dans la même période.

Le prix de revient peut être présenté de plusieurs manières suivant la façon dont il regroupe les dépenses.

III.3. Prix de revient prévisionnel et réel.

On peut, en premier lieu, avant l'exécution des travaux, chercher à prévoir quel sera le coût de ce travail : c'est l'examen prévisionnel des prix. On peut également, les travaux étant terminés, faire la somme de toutes les dépenses : c'est la recherche du prix de revient réel du travail ou de la construction.

Le prix de revient réel apparaît donc comme une donnée brute de l'expérience d'un travail, tandis que les prix prévisionnels sont des supputations étayées généralement par des expériences passées, en vue de prévoir le prix d'un travail qui n'est pas encore réalisé.

III.4. Prix de revient complet et prix de revient opérationnel (technique) :

III.4.1. Le prix de revient complet

Dans une entreprise produisant un seul produit, le prix de revient complet de ce produit est constitué par la somme des charges de l'entreprise divisée par le nombre de produits fabriqués, c'est-à-dire par le rapport : **S/Pc**

Où : **S** – somme des dépenses de l'entreprise pendant l'exercice

Pc – production commercialisable produite pendant ce même exercice.

III.4.2. Le prix de revient opérationnel

On peut calculer le prix de revient opérationnel ou technique d'un travail projeté (prix de revient prévisionnel) ou d'un travail déjà effectué (prix de revient réel). Dans tous les cas les prix de revient doivent être établis à partir de documents fournis par :

- **Chantier :**

- Quantités d'ouvrages ou de travaux exécutées, consommations des matériaux et des énergies,
- Main-d'œuvre (ventilée par postes),
- Engins ventilés par postes (en heures).

• **Les services comptables :**

- Prix unitaires des matériaux,
- Prix unitaire de la main-d'œuvre,
- Prix d'acquisition des engins.

Chapitre IV

EVALUATION DES FRAIS D'UNE TONNE DE CALCAIRE TRANSPORTEE PAR KILOMÈTRE

I. Evaluation des frais d'une tonne de minerai transportée par kilomètre.

Le nombre de camions calculé, étant en nombre sept 7, sachant que l'entreprise réalise sa production par quatre camions, donc il est nécessaire d'en tenir compte de leurs frais pour le calcul du prix de revient du transport.

I.1. Les coûts fixes du transport.

Les coûts fixes correspondent à l'ensemble des coûts, indépendants du niveau d'activité, dont l'entreprise doit s'acquitter pour son bon fonctionnement. Ils comprennent, par exemple, les remboursements d'emprunts, les loyers, l'entretien des bâtiments, traitement et salaires indépendants de la production, amortissement, une partie des frais généraux qui doivent tous être supportés quelle que soit l'intensité de l'activité de production.

I.2. Les amortissements des engins de transport.

I.2.1. Généralité.

L'amortissement est la constatation comptable de la dépréciation irréversible des emplois actifs suite à l'usage ou l'obsolescence ou de tout autre cause possible. Il y'a deux principaux types d'amortissement :

- L'amortissement linéaire qui signifie que le montant de la dépréciation, pour une même durée, identique, quelque soit l'exercice comptable.
- L'amortissement dégressif où l'on observe une dépréciation plus forte pour les premiers exercices.

L'amortissement est caractérisé par les frais d'acquisition du bien à amortir et sa durée d'amortissement :

- Les frais d'acquisition : sont déterminés comme la somme des prix d'achat et de tous les frais occasionnés jusqu'à son installation, cependant ce montant est hors TVA ;
- Durées d'amortissement : les durées d'amortissement sont prévues par l'administration fiscale sont les suivants :
 1. Construction : 10 à 25 ans
 2. Mobilier, installation, aménagement et agencement : 10 ans
 3. Gros matériel informatique : 10 ans
 4. Micro-ordinateur, périphérique et programme : 8 mois, 3 ans et 6ans
 5. Matériel roulant et matériel automobile : 4 à 5 ans.

Remarque : L'entreprise applique l'amortissement linéaire.

I.1.1. Calcul des amortissements.

L'amortissement se calcule comme suit :

$$\text{L'amortissement} = \text{base} \times \text{Taux d'amortissement} \times (\text{temps}/360)$$

$$\text{Taux d'amortissement } (T_c) = \left(\frac{100}{N}\right) [\%]$$

Avec :

N : La durée d'amortissement = 5 ans ;

Donc : le taux d'amortissement est :

$$T_c = \frac{100}{5} = 20 [\%]$$

Les frais d'acquisition et les dates de mise en service sont donnés dans le tableau IV.5.

Tableau IV.5. Les frais et dates d'acquisitions de camions dumper TEREX TR60.

Désignation	Dumper 1	Dumper 2	Dumper 3	Dumper 4
La date de mise en service	Janvier 2015	Janvier 2015	Janvier 2015	Janvier 2015
Les frais d'acquisition [DA]	50 393 610	50 393 610	50 393 610	50 393 610

Le calcul des amortissements pour chacun des dumpers 1, 2, 3 et 4 est donné dans le Tableaux IV.6 suivant :

- **Dumper 1,2,3,4 :**

L'Annuité d'amortissement (a) est :

$$a = F_A \times T_c$$

Application Numérique :

$$a = 50\,393\,610 \times 0.2 = 10\,028\,722 [DA]$$

La valeur restante ou valeur nette d'amortissement (VNA) est :

$$VNA = F_A - \sum A$$

Avec :

F_A = Frais d'acquisition ou valeur d'origine ;

$\sum A$: Annuité cumulée ;

De même que le cumul des amortissements égal à :

$$\sum A = F_A \times T_c \times \left(\frac{N_m}{12}\right)$$

Où : N_m est le cumul des mois depuis l'acquisition jusqu'à la date de calcul de l'amortissement.

Donc la valeur restant est : $VNA = 50\,393\,610 - 10\,028\,722 = 40\,364\,888 [DA]$

Tableau IV.6. Les amortissements des Dumpers .

Désignation	Année	Frais d'acquisition [DA]	Annuité d'amortissement [DA]	Valeur restante [DA]
Dumper 1	2015	50 393 610	10 028 722	40 364 888
Dumper 2	2015	50 393 610	10 028 722	40 364 888
Dumper 3	2015	50 393 610	10 028 722	40 364 888
Dumper 4	2015	50 393 610	10 028 722	40 364 888
Total (DA)			40 114 888	

Finalement, on obtient le total des amortissements pour les quatre dumpers qui est donné dans le tableau VI.7.

Tableau IV.7. Les coûts totaux des amortissements des engins de transport.

Désignation	Dumper 1	Dumper 2	Dumper 3	Dumper 4
Annuité d'amortissement [DA]	10 028 722	10 028 722	10 028 722	10 028 722
Total [DA]	40 114 888			

I.2. Les frais du personnel.

Les frais du personnel, peuvent être considérés comme étant des coûts semi fixes en raison de leur variation.

La masse salariale du personnel est constituée de deux parties à savoir :

1. Le salaire brut ;
2. Les primes : qui sont fonction de l'écart entre la quantité de production réalisée et celle prévue selon le plan des prévisions de l'année en cours (par exemple : le plan des prévisions 2014).

Les frais du personnel se divisent en deux catégories :

- Les frais direct sont ceux que l'on peut affecter en totalité, sans calcul préalable, à un produit ou une activité déterminée (les frais des conducteurs d'engins de transport).
- Les frais indirects nécessitent un calcul préalable pour être répartie entre plusieurs produits. Les frais du personnel de la maintenance dans lequel plusieurs engins sont réparés. Les frais de chef service carrière et des chefs de poste, qui sont des responsables hiérarchiques de plusieurs ouvriers.

I.2.1. Les frais du personnel du transport. [2]

Les personnels du transport sont les conducteurs du dumper et les chefs de poste et le chef service carrière.

II. Les conducteurs du dumper :

Il y'a six (8) conducteurs c'est-à-dire 4 par poste et comme on a 2 postes par jour donc le total c'est 8.

Salaire brut d'un conducteur est : 45 144 DA ;

La masse salariale des conducteurs : $45\ 144 \times 8 = 361\ 152$ DA.

III. Les chefs de poste :

Il y'a deux postes par jour ce qui implique 2 chefs de poste par jour ;

Salaire brut d'un chef de poste : 58 750DA ;

La masse salariale des chefs de poste : $58\ 750\ DA \times 2 = 117\ 500\ DA$;

Le travail des chefs de poste est réparti sur plusieurs opérations (La foration, le chargement, le transport et le concassage primaire), d'autre part ces opérations sont réalisées par des engins et des personnels, donc les chefs de poste sont des responsables pour ces personnels.

Pour déterminer la part de participation des chefs de poste dans le transport on intègre une clé de répartition selon les effectifs:

- Foration : 3 ouvriers ;
 - Chargement : 4 ouvriers ;
 - Transport : 8 ouvriers ;
 - Concassage primaire : 3 ouvriers ;
 - Découverte : 2 ouvriers
- } Total = 20 ouvriers

Donc la part de participation des chefs de poste dans le transport est leur masse salariale divisée par le nombre total des ouvriers des opérations précédentes multiplié par le nombre des ouvriers de transport comme suit :

$$P_P = \frac{M_{SP}}{N_0} \times N_{ot} = \frac{117\ 500}{20} \times 8 = 47\ 000\ DA$$

Où :

Pp : part de participation des chefs de poste;

Msp : La masse salariale des chefs de poste ;

No : nombre d'ouvrier qui appartient au service carrière, No =20;

NoTr : nombre d'ouvrier qui appartient au transport (conducteur du dumper).

IV. Le chef service carrière :

Il y'a un seul chef service carrière ;

Salaire brut du chef service carrière : 63 250 DA

On utilise la même clé de répartition pour déterminer la part de participation du chef de service carrière,

$$P_S = \frac{S_S}{N_0} \times N_{otr} = \frac{63\,250}{20} \times 8 = 25\,300 \text{ DA}$$

Où :

Ps : part de participation du chef de service carrière ;

Ss : Salaire brut de chef service carrière.

De ces calculs, on obtient dans le tableau IV.8 les frais annuels du personnel de transport en adoptons une clé de répartition.

Tableau IV.8. Les frais annuels du personnel de transport.

	Le chef service carrière	Le chef de poste (2)	Les conducteurs du dumper (8)
Salaire brut [DA]	63 250	58 750	45 144
La masse salariale [DA]	63 250	117 500	361 152
Nombre de mois	12	12	12
Participation [DA]	25 300	47 000	361 152
Participation [%]	40	40	100
Sous total [DA]	303 600	564 000	4 344 824
Total [DA]	5 201 424		

IV.1.1. Les frais du personnel de la maintenance :

Le travail du personnel de la maintenance est réparti sur plusieurs services (La foration, le chargement, le transport et la station de concassage primaire et secondaire) d'autre part ces opérations sont réalisées par des engins et des machines. Ce matériel est sous la responsabilité du personnel de la maintenance.

Pour déterminer la part de participation du personnel de la maintenance dans le transport de la matière première on intègre une clé de répartition selon le nombre de machines :

- Foration : deux chariots plus une foreuse **Fur kawa** ;
- Chargement : 3 chargeuses plus une brise roche;
- Transport de la matière première : 4 camions dumper TEREX;
- Transport du stérile et déchargement des silos : un camion dumper TEREX
- Station de concassage : primaire et secondaire ;
- Découverte : 2 bulldozers.

Donc, la part de participation du personnel de la maintenance dans le transport est leur masse salariale divisée par le nombre total des machines des opérations concernées multipliée par le nombre des engins de transport de la matière première.

$$P_m = \frac{M_{SM}}{N_m} \times N_{mt} = \frac{235\,662}{16} \times 4 = 58\,915.5 \text{ DA}$$

Où :

Msm : masse salariale du personnel de la maintenance (voir tableau IV.7) ;

Nm : nombre totale des machines, 16

Nmt : nombre des engins de transport de la matière première, 4.

Les frais globaux du personnel de la maintenance et leur part de participation dans le transport sont donnés dans le tableau IV.9.

Tableau IV.9. Les frais globaux du personnel de la maintenance.

Nombre du personnel de la maintenance	14
Masse salariale [DA]	235 662
Part de participation dans le transport [DA]	58 915.5

Donc le total des dépenses de maintenance est : **58 915.5**. [DA]

V. Les coûts variables du transport.

Les coûts variables ou consommables sont composés de l'entretien préventif, l'énergie et les pneumatiques.

V.1. Consommation du combustible (gasoil).

En tenant compte que le prix unitaire d'un litre de gasoil ; $P_u = 13.7 \text{ DA/L}$; donc pour déterminer la consommation en gasoil pour ces engins on utilise la formule suivante :

$$\text{consommation (L/heure)} = N_{\text{eff}} \times q \times K_e$$

Où :

N_{eff} : la puissance effective du moteur ;

q : consommation spécifique ; pour les moteurs diesel ; $q = 0.26 \text{ L/h}$.

K_e : facteur d'emploi des engins ; $K_e = 0.45 : 0.75$ en prenant $K_e = 0.60$.

La consommation annuelle totale des différents engins de transport en gasoil est donnée dans le tableau IV.10.

Tableau IV.10. La consommation annuelle en gasoil.

Opération	Equipements	Energie et consommation par Heure (L/h)	Mode de déplacement	Puissance du Moteur	Nombre d'engins	Consommation des engins (l)	Coûts de consommation en Gasoil [DA]
Transport	Dumper (T)	Thermique ; 101.4 (l/h)	Sur pneus	650	4	1 306 032	17 892 638.4
Total [DA]							17 892 638.4

Donc ; la somme des dépenses en gasoil des différents engins de transports nous donne la dépense en combustible est : 17 892 638.4.[DA].

V.2. L'entretien préventif.

L'existence d'un service de l'entretien est justifiée par la nécessité d'assurer la disponibilité permanente des engins et équipements pour que la carrière puisse produire de

manière optimale. L'entretien préventif consiste en la prévention contre les pannes à l'aide d'un suivi continu sous forme de programme spécifique d'utilisation de lubrifiants, graisses et remplacement des pièces de rechange pour chaque engin.

V.2.1. Les lubrifiants [5]

La consommation annuelle en lubrifiant dépend de chaque type d'engin et de la cadence de son utilisation. Su pondant ces dépenses représentent 10% des dépenses en Gasoil.

Donc ;

Le coût total de la consommation en lubrifiant, seront : 17 892 63.84 [DA].

V.2.2. Les pièces de rechange.

L'estimation de la durée de vie des pièces de rechange dépend de la cadence d'utilisation des engins; elle peut être hebdomadaire, mensuelle ou plus.

Ces dépenses sont données par la formule suivante :

$$D_{pr} = \frac{V_{eng} \times 5}{100} * N_j [DA]$$

Où :

V_{eng} : valeur primaire de tous les équipements (engins) de transport mis en service ; $V_{eng} = 201\ 574\ 440$ [DA].

Application Numérique :

$$D_{pr} = \frac{201\ 574\ 440 \times 5}{100} = 43\ 820.53 [DA]$$

Donc la consommation des pièces de rechange est 43 820.53 [DA]

V.3. Les pneumatiques.

La durée de vie des pneus dépend non seulement de leur cadence de travail mais aussi de leur mode d'utilisation. L'état des pistes, et la façon de conduire du chauffeur jouent beaucoup sur la durée de vie d'un pneu.

Les coûts liés à la consommation pneumatique sont pris comme étant les coûts des pneus remplacés durant l'année 2013 de l'ancienne unité de Keddara.

Tableau IV.11. La consommation annuelle en pneumatique.

Désignation	Dumper 1	Dumper 2	Dumper 3	Dumper 4
Coût consommation en pneumatiques [DA]	3 900 000	3 900 000	3 900 000	3 900 000
Tota [DA]	15 600 000			

Les résultats de calcul des frais totaux du transport sont donnés dans le tableau IV.12.

Tableau IV.12. Les frais totaux du transport

Désignation	Les coûts fixes du transport		Les coûts variables du transport		
	Les amortissements	Les frais de personnel	L'entretien préventif	Les pneumatiques	Le gasoil
Sous total [DA]	40 114 888	5 260 339.5	9 867 985	15 600 000	17 892 638.4
Pourcentage [%]	88.40%	11.60%	22.75%	35.97%	41.26%
	51.13%		48.86%		
	45 375 227.5		43 360 623.4		
Total [DA]	88 735 850.9				

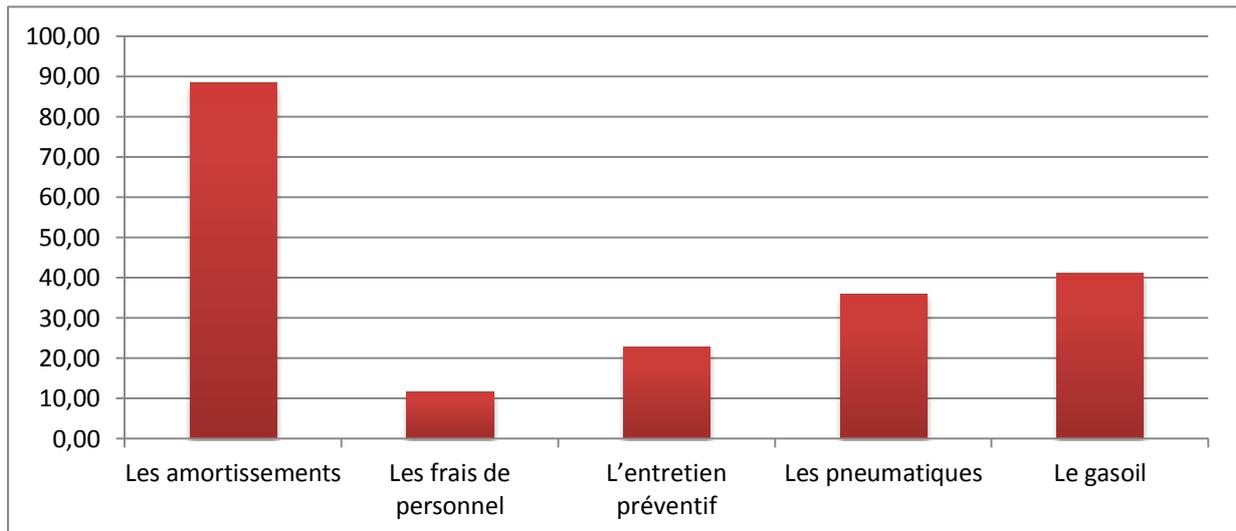


Figure IV.5 :les frais totaux du transport

Les plus importants coûts sont les coûts fixes (figure IV.5), ils représentent 51.13 % des frais totaux, les coûts variables sont relativement moins, ils représentent 48.86%. D'autre part les amortissements sont les plus importants des coûts fixes, ils représentent 88.40% des coûts fixes. D'autre part aussi les frais des pneumatiques et du gasoil sont les plus importants des coûts variables, ils représentent 35.97 % et 41.26% des coûts variables respectivement.

V.3.1. Le prix de revient d'une tonne de minerai transportée par kilomètre

Afin d'estimer le prix de revient annuel d'une tonne de minerai transportée, il est primordial de connaître tout les frais annuels du transport (en sommé tout les différents charges de transport) Ce prix de revient est donné par la relation suivante :

$$P_{ra} = \frac{\text{Les frais annuel du transport [DA]}}{\text{production annuelle [tonne]} \times \text{Longueur moyenne des pistes[km]}}$$

$$P_{ra} = \frac{88\,735\,850.9}{1\,182\,720 \times 1.32} = 56.84 [DA/(t. km)]$$

V.3.2. Le prix de revient des produits marchands.

Maintenant pour avoir une idée sur le prix de revient des produits marchands, il suffit de connaître les frais annuels totaux engagés pour réaliser cette production, il est donné par l'expression suivant :

$$P_{re} = \frac{\text{les frais annuelle en [DA]}}{\text{production annuelle en [tonne]}}$$

- La production annuelle : 1 182 720 tonnes ;
- Les frais annuel totaux sont donnés dans le tableau IV.13.

Tableau III.13. Les frais annuels totaux de l'année 2010, [Document ALGRAN Service comptabilité (voir Annexe)].

Désignation	Dépense [DA]	Pourcentage [%]
Matériels & fournitures	118847400	25.76
Impôts et taxes	53 920 000	11.68
Frais du personnel	24 595 000	5.33
Frais financiers	42 933 000	9.30
Amortissements & provisions	151548400	32.85
Cessions charges	18 818 000	4.08
Charges hors exploitation	47 124 000	10.22
Frais divers	3 474 000	0.75
Total [DA]	461 260 800	1

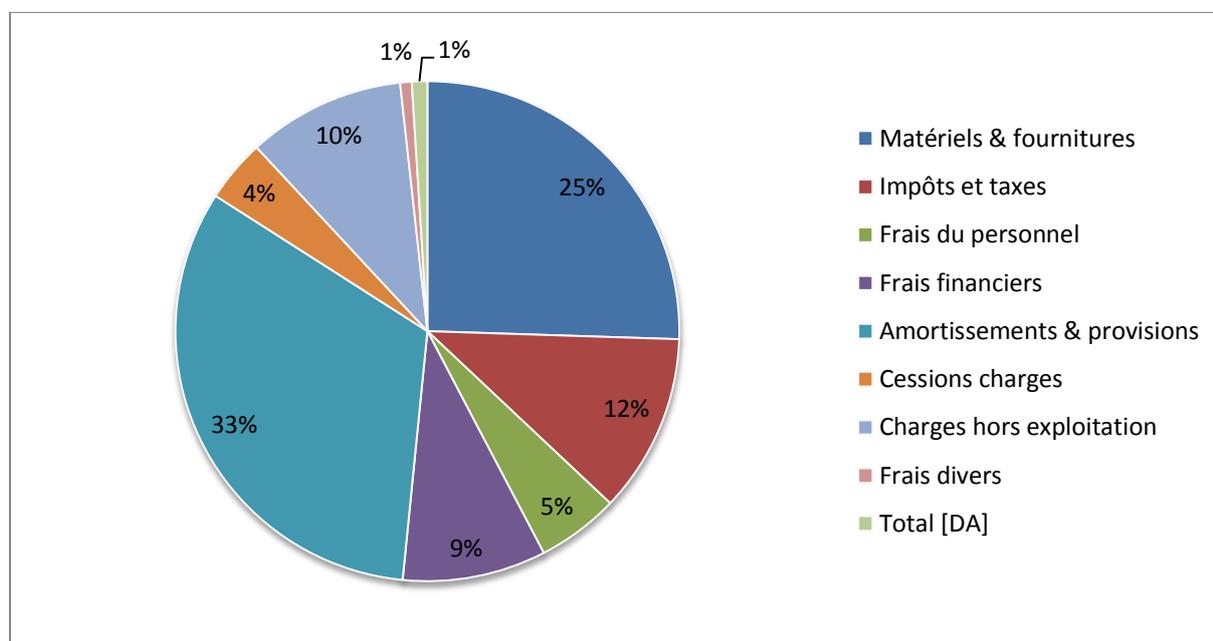


Figure III.2. Les frais annuels totaux d'exploitation.

Chapitre IV : EVALUATION DES FRAIS D'UNE TONNE DU CALCAIRE TRANSPORTEE

Le prix de revient d'une tonne de produit marchand pour le site de M'Hanna est de :

$$P_{re} = \frac{461\,260\,800}{1182720} = 390 \text{ [DA/T]}$$

Prta : Le prix de revient des produits marchands.

Les coûts fixes (Amortissements & provisions, Frais du personnel, Charges hors exploitation et Matériels & fournitures) représentent plus de 74.16% des frais annuels totaux, les autres coûts (coûts variables) représentent 25.84% des frais annuels totaux.

D'autre part les coûts fixes sont les coûts que doit payer l'entreprise quel que soit le niveau de sa production, mais les coûts variables sont ceux qui s'additionnent à chaque unité produite.

Conclusion

Le coût de transport du nouveau site représente 38.47 % des frais totaux, ce pourcentage est raisonnable car le coût de transport par camion dans les mines exploitées à ciel ouvert, représente en général 30 à 50% des frais d'exploitation de la mine, on peut conclure que l'exploitation avec transport jusqu'à la station avec construction d'une piste de 1.4 km est faisable.

Bibliographie

[1] : Rapport interne, Unité de keddara (ALGRAN). Service exploitation 2013.

[2] : Rapport étude de faisabilité 2010.

[3] : KOVALENKO.V & AMBARTSOUMIAN.N & LAHMER K.M. « Exploitation des carrières ». Edition Office des publications universitaires, 1986.

[4] : rapport interne, unité keddara (ALGRAN) ; service personnel 2013 ;

[5] [A.GABAY ; J.ZENP[les engins mécanique de chantier(1971).