

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Minier

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de master en Génie Minier

Ouverture du gisement d'IFRI en utilisant le schéma optimal du transport des roches minières

Mr. REMLI Alaeddine

Sous la direction de M. Mohamed Aguid BACHAR ASSED MCA

Présenté(e) et soutenue publiquement le (28/06/2016)

Composition du Jury :

Président	M. MALEK OULDHAMOU	MCA ENP Alger
Rapporteur	M. Mohamed Aguid BACHAR ASSED	MCA ENP Alger
Examinatrice	Mme. Amira MERCHICHI	MAB ENP Alger

ENP 2016

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique



Département Génie Minier

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de master en Génie Minier

**Ouverture du gisement d'IFRI en utilisant le
schéma optimal du transport des roches minières**

Mr. REMLI Alaeddine

Sous la direction de M. Mohamed Aguid BACHAR ASSED MCA

Présenté(e) et soutenue publiquement le (28/06/2016)

Composition du Jury :

Président	M. MALEK OULDHAMOU	MCA ENP Alger
Rapporteur	M. Mohamed Aguid BACHAR ASSED	MCA ENP Alger
Examinatrice	Mme. Amira MERCHICHI	MAB ENP Alger

ENP 2016

Remerciements

Je remercie en premier lieu ALLAH, le tout puissant, qui m'a donné la patience, santé et volonté pour bien mener ce modeste travail.

Tout d'abord je remercie monsieur le chef de département **OULD HAMOU Malek** d'avoir accepté de présider ce jury.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et toute ma gratitude à mon promoteur Dr **Mohamed Aguid BACHAR ASSED** pour le temps qu'il m'a accordé et les conseils qu'il m'a prodigué pour l'élaboration de mon projet de fin d'études.

Je remercie Mme **MERCHICHI Amira** qui m'a fait l'honneur d'examiner mon travail.

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

Je remercie mes enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique pour leurs efforts voués à nous transmettre le savoir, en particulier ceux du département Génie Minier.

Je tiens à exprimer ma très grande gratitude, et ma profonde affection à ma chère mère pour ses encouragements, sa patience et son grand soutien, durant toutes ces années d'études.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A ma très chère mère (samandi garali) pour son soutien,
sacrifice et son encouragement, sans qui je n'aurais pas pu
arriver à ce stade.*

A la mémoire de mon père.

A mes frères et sœurs

A mon très chère tras que je l'aime malanihaya.

A mon chère amis et frère abdelouahab Berdioui.

*A tous mes amis pour leur soutien moral et leurs
encouragements.*

ملخص

نظرا للطلب المتزايد على مواد البناء في ولاية بومرداس والمناطق المجاورة لها، قررت المؤسسة الوطنية للمنتوجات المعدنية غير الحديدية والمواد المفيدة (اينوف) فتح محجرة أخرى في منطقة ايفري التي تتشارك مع محجرة قدارة في نفس محطة الجرش، منطقة ايفري تمتاز بتضاريسها الصعبة وعدم وجود طريق مختصرة تربط بين موقع الاستغلال ومحطة الجرش ما أدى الى نقل الصخور عن طريق الكب. في هذا المشروع سنعمل على اقتراح طريقة جديدة لنقل الصخور عن طريق اقتراح مسار جديد سندرسه من الناحية التقنية والمادية، لكي تساعد هذه الطريقة المؤسسة على رفع عوائدها المالية وتخفيض النفقات.

كلمات مفتاحية: كلس - اينوف - قدارة - ايفري - محطة الجرش - الكب - العوائد

Abstract

To meet the always-increasing requirements out of aggregates, the national company of the aggregates projected to open a new in the open pit limestone quarry, named Ifri, this last share the same treatment plant with keddara's quarry, the mountainous characteristic of IFRI forced the enterprise to use corridors as a moving rock's method. In our project, we will suggest a new path which we used to move rock, and we will study it , at the aim to give to the enterprise the opportunity to increase its returns and reduce costs.

Key words: limestone, open pit quarry, IFRI, moving rock, costs,

Résumé

Pour couvrir les besoins toujours croissants en granulats, l'Entreprise Nationale des Produits Miniers Non-Ferreux et des Substances Utiles(ENOF) a projeté d'ouvrir une nouvelle carrière de calcaire à ciel ouvert, dénommé Ifri, qui partage la même station de traitement avec la carrière de keddara, les caractéristique montagneuse d'IFRI ont obligé l'unité a utilisé la méthode des couloirs pour déplacer les roches minières. Dans notre projet on va proposer une nouvelle piste pour l'utiliser dans le déplacement des roches minières avec une étude technico-économique afin de donner à l'entreprise l'opportunité d'augmenter ses revient et de diminuer les dépenses.

Mots clés : calcaire, exploitation à ciel ouvert, méthode de déplacement, dépenses, Ifri

Tables des matières :

Liste des figures	
Liste des tableaux	
INTRODUCTION	10
CHAPITRE I : Caractéristiques géologiques, minières et techniques	
I.1 Localisation	13
I-2 Caractéristiques géologiques	15
I.2.1 Géologie régionale	15
I.2.2 Géologie locale	15
I-3 Caractéristiques du gisement	16
I.3.1 Propriétés physico-mécanique	16
I.3.2 Propriétés géo-mécanique	18
I.3.3 Propriétés technologique	19
I-4 Exploitation du gisement	20
I.4.1 Situation de la carrière	20
I.4.2 Technologie d'exploitation du gisement	21
I.5 Traitement du minerai	23
CHAPITRE II : Transport des roches minières	
Introduction	26
II.1 caractéristiques générales des pistes	26
II.1.1 la largeur des pistes	26
II.1.2 la largeur des pistes en virage	27
II.2 Études technico-économique du mode optimal	28
II.2.1 étude technique de la piste	28
II.2.2 étude technique des camions	29
II.2.2 études économique	30
CONCLUSION	32
BIBLIOGRAPHIE	34
ANNEXES	36

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Localisation géographique de l'unité ALGRAN de Keddara.

Figure I.2 : Localisation du gisement de DJEBEL IFRI.

Figure I.3 : Coordonnées du périmètre et levé topographique, échelle 1/5000^e

Figure I.4 : les niveaux d'exploitation.

Figure I.5 : les paramètres du plan de tir.

Figure I.6 : les stations secondaire BABITLESS et ARJA

Chapitre II

Figure II.1 : schéma de la largeur de la piste de roulage.

Figure II.2 : schéma de la largeur de la piste en virage.

Figure II.3 : plan schématique de la piste proposé 1/1000^e

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 : Coordonnées UTM du périmètre octroyé

Tableau I.2 : les principaux paramètres du plan de tir

Chapitre II

Tableau II.1 : les charges fixes du transport

Tableau II.2 : les charges variable du transport

INTRODUCTION

L'unité ALGRAN est l'une des plus grandes unités de Groupe ENOF qui produit plus de 8 millions de tonnes par an de granulats. Elle couvre une superficie de plusieurs kilomètres carrés dans la région de Boumerdes. 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 restantes de l'ancien site (Keddara) sont en voie d'épuisement, l'entreprise a obtenu une nouvelle concession, (IFRI) voisine de l'ancien site de Bouzegza Nord pour l'exploitation d'un gisement de calcaire, et pour laquelle un projet d'ouverture et d'exploitation ainsi que l'organisation de ces travaux a été entamée en 2010 ; et qu'est un projet d'exploitation à ciel ouvert.

Mon projet intitulé : **Ouverture du gisement d'IFRI en utilisant le schéma optimal du transport des roches minières** ; se penche donc sur proposition d'un procédé de déplacement des roches avec une réalisation d'une piste qui relie le front du taille à la station de concassage. Avec une étude technico-économique, technique d'abord parce que la topographie et l'endroit où se trouve le gisement imposent l'ouverture et le déplacement des calcaires jusqu'au concasseur primaire, et ce déplacement doit être fait par des procédés optimaux, économiques et sécurisants pour l'environnement.

Chapitre I:

**Caractéristiques géologiques,
minières et techniques**

I.1 Localisation

I.1.1 Localisation de l'unité

L'unité ALGRAN de KEDDARA est située à 45 km à l'Est de la ville d'Alger et à 1.5 Km au Sud-ouest du chef-lieu de la commune de KEDDARA, Daïra de BOUDOUAOU (wilaya de Boumerdes). L'accès au site se fait par la route nationale N°29 reliant BOUDOUAOU à Lakhdaria.



Figure I.1 : Localisation géographique de l'unité ALGRAN de Keddara.

I.1.2 Localisation du gisement

Le gisement du djebel IFRI est situé à 14 Km au sud de la ville de Boudouaou, dans la commune de Kherrouba, il se trouve sur la limite Sud du barrage de KEDDARA. On y accède par la route qui mène de Boudouaou vers le village de Keddara. Les réserves géologiques du gisement de DJEBEL IFRI sont contenues dans un périmètre d'une superficie 187 ha.

L'accès au site se fait par la route nationale N°29 reliant BOUDOUAOU à LAKHDARIA. Les Coordonnées UTM du périmètre sont :

Tableau I.1 : Coordonnées UTM du périmètre octroyé

N° Point	Coordonnées UTM	
	X	Y
1	540 200	4 051 800
2	541 400	4 051 800
3	541 400	4 050 700
4	539 500	4 050 700
5	539 500	4 051 400
6	540 000	4 051 400
7	540 000	4 051 700
8	540 200	4 051 700



Figure I.2 : Localisation du gisement de DJEBEL IFRI.

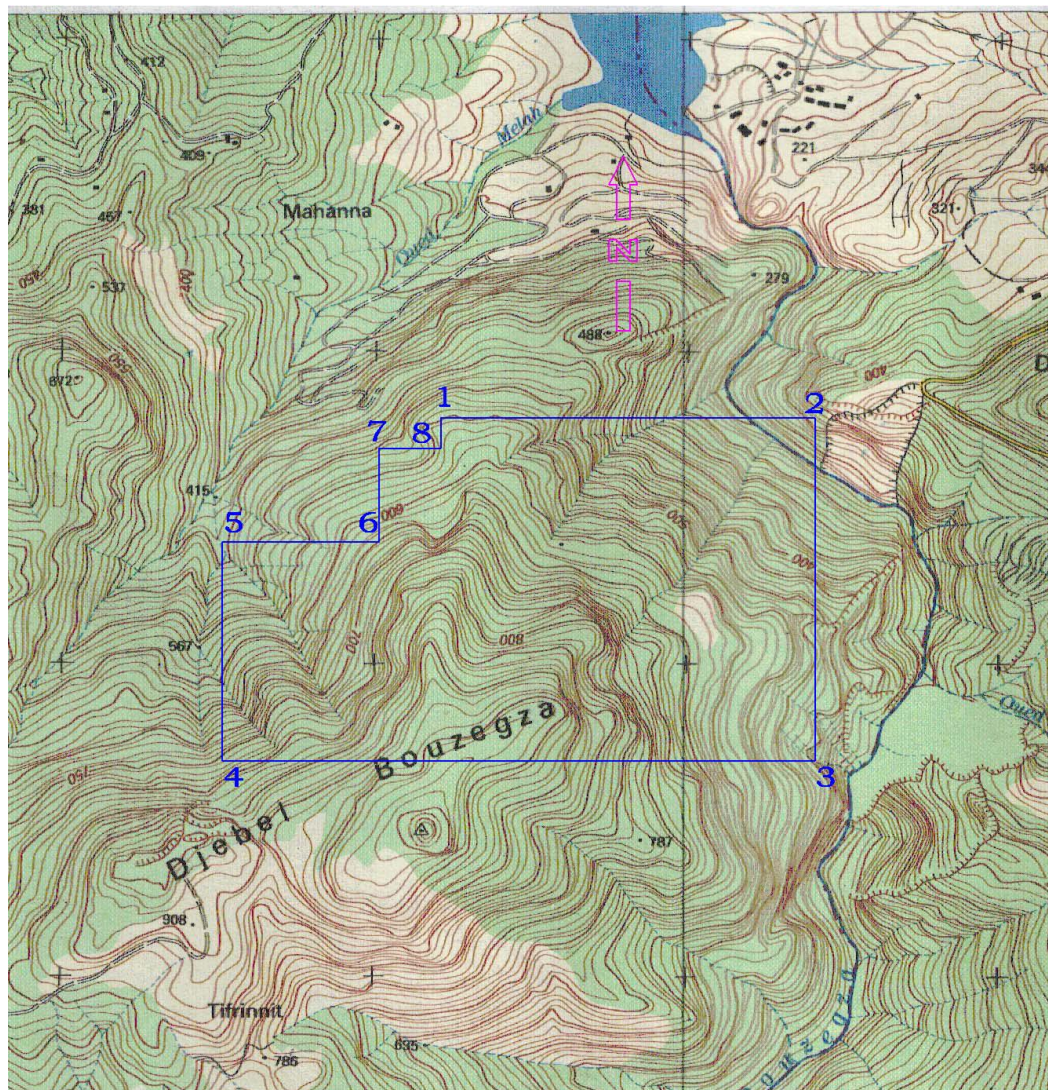


Figure I.3 : Extrait d'une carte topographique de la carte de Rouiba à l'échelle 1/25000.

I-2 Caractéristiques géologiques

I.2.1 géologie régionale

Les roches sédimentaires de la région Est de l'Algérois affleurent sur une grande surface, offrant un très fort potentiel en agrégats, plusieurs carrières exploitent ce type de matériaux de construction ; elles ont été surtout implantées en grand nombre dans la région de KEDDARA, dont l'unité ENOF fait partie, en raison de la facilité d'accès et de la proximité du massif montagneux du Bouzegza par rapport aux zones vitales.

Sur le plan géologique, la région fait partie du territoire de l'Atlas Tellien. Le relief de la région est très complexe et accentué. Il occupe la dorsale de la chaîne qui s'étend du djebel bouzegza jusqu'à Koudiat-El- Maroune à l'Est.

Les formations géologiques de la région sont caractérisées par des dépôts métamorphiques percés par de petites intrusions de roches acides et basiques ainsi que des roches sédimentaires telles que l'argilite, grès et calcaire.

Les formations de la région sont constituées par des séries du Précambrien (différentes variétés de schistes, calcaires cristallins), Trias, Jurassique (inférieure et supérieure), Crétacé (inférieure et supérieure sénomanien), Paléogène (éocène et oligocène) et Quaternaire.

• Tectonique

Le périmètre d'exploitation, objet de notre étude, se confond avec le flanc Sud d'un synclinal affectant les terrains et allongé NE-SO. Ce synclinal symétrique est large d'environ 1Km. une formation détritique grès-conglomératique est plus ou moins conservée dans la gouttière de ce synclinal. Le relief constitué de calcaires jurassiques suit l'allongement NE-SW d'une faille régionale. On note deux types de déformations dans la région : déformations souples et déformations cassantes.

I.2.2 Géologie locale

Le secteur étudié se trouve dans la partie nord du gisement de djebel IFRI, il est formé essentiellement de faciès suivant du nord au sud :

-des grès jaunâtres et des marnes versicolores qui occupent la partie Nord du terrain sur la rive gauche de l'Oued Keddara.

-des brèches de failles (produit de remplissage) polygéniques à grains grossiers reposent sous forme de bloc tectonique en écaille chevauchant les formations calcaire de gisement de Djebel Ifri à forte inclinaison vers le nord, c'est une zone boisée de chêne liège, et du maquis rendant l'accès très difficile voire même impossible dans certains endroits.

-des calcaires sous forme d'une grande montagne entaillée par de profondes coupures d'Oued Keddara à l'est et Oued M'hanna à l'ouest, formant un relief très

prononcé en plein milieu de Djebel Bouzegza avec des altitudes qui varient de 200m à 1035m à forte inclinaison des flancs.

Il s'agit d'un calcaire homogène non stratifié, massif compact rocheux de couleur gris à la cassure fraîche, se présente en petits cristaux, dépourvu de toute sorte d'altération.[1]

• Tectonique

Deux familles de failles majeures ont affecté djebel Bouzegza, l'une en plein milieu passant par le sommet, l'autre par contre est tangentielle longeant Oued Keddara.

Elles sont parallèles de direction Nord-Sud engendrant des décrochements senestre et des failles satellites et intra-formationnelles dans toutes les directions ; les diaclases sont très fréquentes, surtout dans la partie sommitale du gisement.

I-3 Caractéristiques du gisement

Le projet d'exploitation se fait à l'intérieur du périmètre dans les limites des réserves de calcaire. Pour établir le projet d'exploitation, l'ingénieur doit déterminer les propriétés et les caractéristiques des roches minières à savoir :

- Propriétés physico-mécaniques : la dureté, masse volumique, densité ...etc.
- Propriétés géo mécaniques : la résistance à la compression, au cisaillement ...etc.
- Propriétés technologiques : coefficient de foisonnement, indice de tirabilité..etc

[2]

I.3.1 Propriétés physico-mécaniques

L'étude des caractéristiques physiques et chimiques des roches a une grande importance pour la compréhension et l'interprétation scientifique du comportement de la roche. La majorité de ces propriétés sont déterminées par des essais au laboratoire ou in-situ.

I.3.1.1 la masse volumique

On appelle masse volumique d'un matériau la masse de l'unité de volume. On définit, suivant l'état du matériau, ρ_s la masse volumique absolue ou masse volumique du solide, ρ_h la masse volumique naturelle à réception du matériau (masse volumique apparente), ρ_a la masse volumique sèche, et ρ_{sat} la masse volumique saturée (après saturation de la roche). La masse volumique absolue du calcaire du gisement d'IFRI est de 2.68.

I.3.1.2 la densité

La densité est le rapport de la masse volumique d'un corps à celle de l'eau :

$$d = \frac{\rho_c}{\rho_e}$$

Il existe deux types de densité, une absolue et l'autre apparente.

I.3.1.3 Le taux d'absorption d'eau

Le taux d'absorption d'eau, ou capacité d'hydratation, exprime la quantité maximale d'eau pouvant être absorbée par 100g à température ambiante ($22 \pm 2^\circ\text{C}$).

Un échantillon de 100g est pesé puis immergé dans l'eau distillée selon un rapport 1/3 (poids de l'échantillon/masse d'eau) à température ambiante ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) pendant 16 heures.

Après ce trempage, les grains égouttés sont épongés avec du papier absorbant, afin d'éliminer l'eau de surface, puis pesés. Les résultats sont exprimés en quantité d'eau absorbée par gramme de grains ($\text{g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{g}_{\text{grains}}$).

Le calcaire du gisement d'IFRI a un taux d'absorption d'eau égale à 0.26

I.3.1.4 La porosité

Dans les roches, la matière minérale forme un squelette solide qui ne remplit pas tout l'espace, et dont le complément est appelé vide. La proportion de vide est appelée porosité. La forme des vides, leur taille, leur répartition, leurs liaisons ou au contraire l'isolement de certains, influent sur le comportement mécanique et sur les propriétés de couplage.

La porosité, n , est par définition, le rapport du volume des vides (eau et air) V_v au volume total V_t .

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

La valeur moyenne de la porosité de roche calcaire du gisement d'IFRI varie de 0.85 à 1.02%, donc c'est une roche à faible porosité.

I.3.1.5 La teneur en eau

C'est le rapport du poids de l'eau au poids de la matière sèche.

$$W = \frac{P_v}{P_s}$$

Le calcaire du gisement d'IFRI a une teneur en eau égale à 0.086

I.3.1.6 La dureté

La dureté représente l'une des particules les plus importantes. Elle se caractérise par la capacité de la roche de résister à la pénétration d'un autre corps. La relation qui donne la dureté de la roche est :

$$f = \frac{R_c}{100}$$

Avec : R_c La résistance à la compression.

La dureté de la roche calcaire de Djebel Ifri varie entre 6 et 8, on prend la dureté $f = 7$ comme la dureté moyenne.

I.3.1.7 Degré de fissuration

La fissuration est les systèmes de fissures qui divisent les massifs des roches dures et mi-dures en blocs naturels.

La connaissance de la fissuration permet de choisir la méthode d'exploitation la plus rationnelle, résoudre correctement le problème de stabilité des bords et des gradins des carrières et d'autres problèmes, y compris le processus de la préparation des roches à l'extraction.

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$m = \frac{l}{n} ; [m]$$

Avec : - l : longueur de la partie du massif mesuré, [m].

- n : nombre de fissures sur la partie mesurée, [pièces].

I.3.2 Propriétés géo-mécaniques

L'étude des propriétés géo-mécaniques permet de déterminer la résistance du sol et sa capacité portante, elle permet de prévoir de façon quantitative la déformation ou tassement du sol sous la charge des ouvrages et des engins. Parmi ces propriétés, on peut citer les résistances à la compression, à la traction, au cisaillement, les déformations, d'élasticité, de plasticité, l'angle de frottement interne, la cohésion ...etc.

I.3.2.1 Résistance à la compression

La Résistance à la compression (notée R_c) est la contrainte maximale supportée par l'échantillon lors d'un essai à chargement monotone croissant. Elle correspond au rapport de la contrainte normale sur la surface appliquée ; et se détermine par la formule suivante :

$$R_c = \frac{F_{max}}{S} ; [MPa] \text{ ou } [Kgf/cm^2]$$

Où:

F_{max} : la force maximale (juste avant rupture) en (kgf).

S : la surface sur laquelle l'effort est appliqué (cm²).

On prend la moyenne arithmétique (entre 680 et 880 kgf/cm²) $R_c = 780 \text{ kgf/cm}^2$ comme étant la résistance à la compression.

I.3.2.2 Résistance à la traction

La mesure de la résistance à la traction R_t est faite d'une manière indirecte suivant l'essai brésilien, L'éprouvette doit avoir un élancement (L/D) égal à 0.5 de manière à générer une traction uniforme et homogène. En appliquant un effort de compression diamétral. L'effort de compression est augmenté jusqu'à la rupture de l'éprouvette. Pour une force de compression de rupture F_{max} , la contrainte de traction générée R_t est :

$$R_t = \frac{2F_{max}}{\pi DL}; \text{ [MPa] ou [kgf.cm}^{-2}\text{]}$$

I.3.2.3 Résistance au cisaillement

Approximativement, elle est déterminée par rapport à la résistance à la compression par la formule suivante :

$$R_{cis} = \frac{R_c}{3}$$

Pour notre gisement : $R_{cis} = 780/3 = 260 \text{ kgf.cm}^{-2}$

I.3.2.4 L'angle de frottement interne (φ)

C'est un angle fictif qui caractérise l'obliquité d'une couche, il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\varphi = \arcsin \frac{R_c - 4 \times R_T}{R_c - 2 \times R_T}$$

Alors pour notre gisement : $\varphi = 48,59^\circ$

I.3.2.5 Cohésion

Elle exprime le degré de cimentation des grains composant la roche, elle est donnée par la relation suivante :

$$C_r = \frac{R_t \cdot R_c}{2 \cdot \sqrt{R_t \cdot R_c - 3 \cdot R_t^2}} = \frac{78 \cdot 780}{2 \cdot \sqrt{78 \cdot 780 - 3 \cdot 78^2}}$$

$$C_r = 147.40 \text{ kgf.cm}^{-2}$$

I.3.3 Propriétés technologiques

I.3.3.1 Coefficient de foisonnement

Pendant l'exploitation des roches, le coefficient de foisonnement K_f exprime l'indice de fragmentation du volume après l'abattage du massif. Ce coefficient s'exprime par la formule suivante :

$$K_f = \frac{V_f}{V_m} > 1$$

Où : – V_m : volume des roches en massif.

– V_f : volume des roches foisonnées.

I.3.3.2 L'indice de forabilité

Le forage des trous est une opération importante durant le processus de la préparation des roches à l'extraction à l'explosif. Ceci exige beaucoup de dépenses des forces humaines ainsi que les machines. Si γ est la masse volumique en g/cm^3

Alors l'indice de forabilité peut être calculé d'après la formule suivante :

$$I_f = 0,007 \times (R_c + R_{cis}) + 0,7 \times \gamma$$

Pour notre gisement, avec R_c, R_{cis} et γ égale à 780,260 et 2.68 respectivement: On obtient après calcul : $I_f = 9.15$

Alors le gisement a **une forabilité facile**.

I.3.3.3 L'indice de tirabilité

L'indice de tirabilité est déterminé par la formule suivante :

$$I_q = 0,1 \times K_s \times (R_c + R_t + R_{cis}) + 40 \times \gamma$$

Avec : $K_s = 1,2 \times d_{ms} + 0,2$, d_{ms} dimension moyenne des blocs structuraux

Donc : $I_q = 263,72 \text{ g.m}^{-3} \Rightarrow I_q \approx 0,26 \text{ kg/m}^3$

I-4 Exploitation du gisement

On entend par exploitation à ciel ouvert (ECO) : la forme, les procédés techniques et technologiques, les processus d'extraction des minerais utiles et d'excavation des roches stériles et de formation des terrils, exposés à l'œil nu, utilisés pour l'exploitation des GMU.[3]

On doit distinguer deux phases dans ce type d'exploitation:

- Le décapage ou découverture;
- L'extraction du minerai.

I.4.1 Situation de la carrière

Le plan d'exploitation de DJEBEL IFRI pour l'exercice 2016 est élaboré pour un volume d'abattage de l'ordre de 350 000 t et un dégagement de stérile égale à 62 170 m³. Cette capacité est limitée d'une part par les équipements actuels mais aussi par les dimensions de la plate-forme de réception du niveau 250.

Pour un volume d'abattage égal à 350000 t, on doit calculer le volume en produit fini. Pour cela, on doit calculer d'abord la quantité qui entre dans le concasseur :

$$Q_{ec} = \frac{Q_{abattu}(1-d)}{(1+p)}; \text{ d: dilution} = 2\%, \text{ p: pertes} = 2\%$$

Alors $Q_{ec} = 336274 \text{ T}$

A cause des rejets qui sont de 12% lors du traitement du minerai, La production annuelle de produit finis Q_{pf} devient :

$$Q_{pf} = \frac{Q_{ec}}{(1+0.12)}$$

Alors : $Q_{pf} = 300244 \text{ T/an}$

L'ouverture du gisement Ifri a été faite dans l'année 2010 dans le niveau 620, ces jours-ci l'exploitation se fait entre les niveaux 580 et 553 m, dont les travaux de préparation et de découverte ont été débutés en 2012. La plateforme de travail a 140 m de longueur, de 60 m de largeur et de 60 m de hauteur. La figure ci-dessous montre une partie de la plateforme de travail :

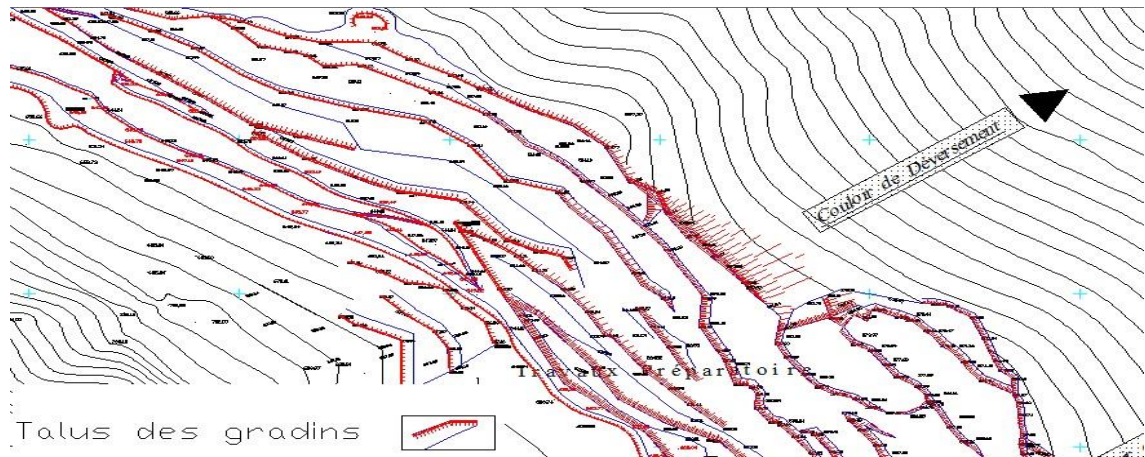


Figure I.4 : les niveaux d'exploitation

I.4.2 Technologie d'exploitation du gisement

On distingue les principaux processus de la technologie d'exploitation du gisement en quatre parties telles que:

- Abattage des roches.
- Chargement des roches.
- Déplacement et transport des roches.
- Formation des terrils.

A chaque processus principal correspondant les travaux auxiliaires dont la réalisation permettent de faciliter son exécution.

I.4.2.1 Abattage :

L'abattage de la roche dans le gisement du djebel IFRI se fait par l'explosif. Ce processus se réalise selon l'ordre suivant :

- Elaboration du plan de tir;
- Foration des trous;
- Tir : chargement et bourrage des trous, raccordement de la maille, mise à feu et examen du front.

Sur la base de deux tirs par mois, les principaux paramètres de tir sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I.2 : Principaux paramètres du plan de tir

N°	Désignation	Formule	Résultat
01	Hauteur de gradin H_{gr}		12 m
02	Angle de talus α		85°
03	Diamètre de trou D		89 mm
04	Ligne de moindre résistance W_{max}	$(40 \times D) / 1000$	3.56 m
05	Profondeur du sous forage L_s	$0.3 \times W_{max}$	1.07 m
06	Profondeur du trou L_t	$H_{gr} / \sin \alpha + L_s$	13.07 m
07	Ligne de moindre résistance pratique W	$W_{max} - (3D + 30L_t) / 10^3$	2.9 m
08	Espacement entre les trous de mines a	$1.25 \times W$	3.5 m
09	Hauteur de charge de fond H_f	$0.4 (L_t \times W)$	5 m
10	Charge explosif de colonne L_c	$(D/2)^2 \times (3.14 \rho_{exp} / 10^3)$	5.60 kg/m
11	Charge explosif de fond L_f	$P_c \times 100 / L_c$	4 kg/m
12	Poids de charge de fond Q_f	$H_f \times L_f$	20 kg
13	Hauteur charge de colonne H_c	$L_t - (W + H_f)$	8.22 m
14	Poids de charge de colonne Q_c		31.53 kg
15	Hauteur de bourrage H_0	W	2.9 m
16	Poids total d'explosif par trou Q_{ch}	$Q_c + Q_f$	51.53 kg
17	Consommation spécifique d'explosif Q_s	$(Q_{ch} \cdot 10^3) / (W \cdot a \cdot H_{gr} \cdot \gamma)$	146 g/t
18	Quantité de roche abattue/trou $Q_{a/tr}$	Q_{ch} / Q_s	350 t
19	Volume de roche abattue/volée $Q_{a/v}$	Objectif	25200 t
20	Nombre de trous N_{tr}	$Q_{a/v} / Q_{a/tr}$	72

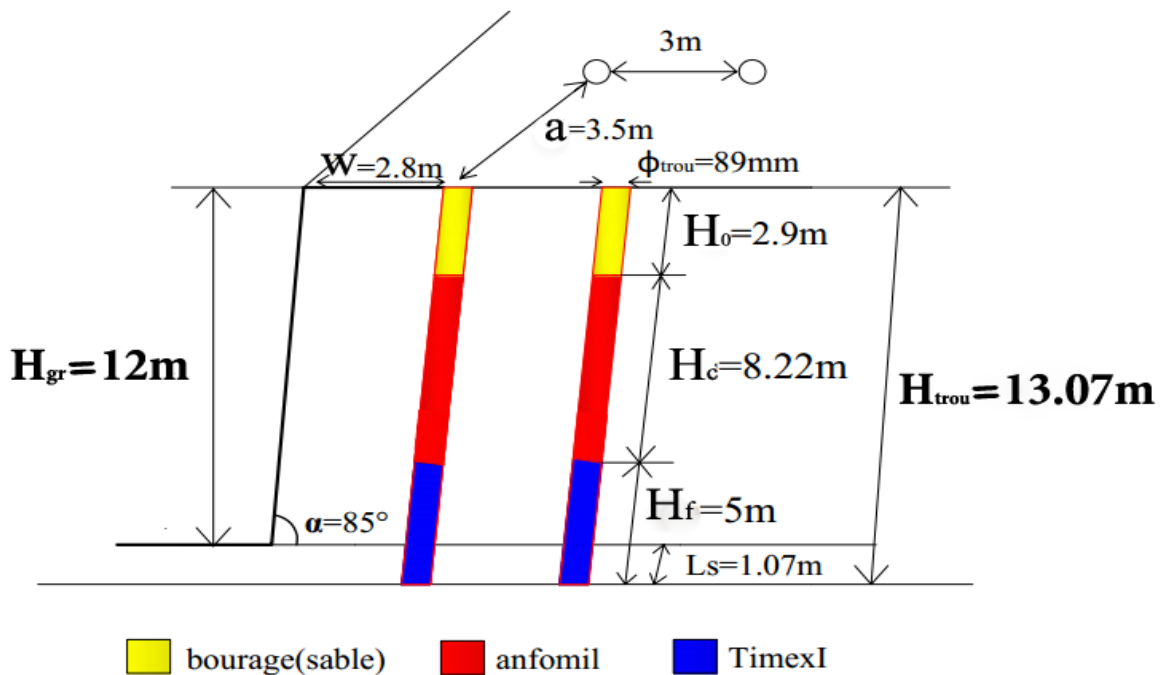


Figure I.5 : Paramètres du plan de tir

L'unité utilise deux types d'explosifs : TEMEX I et l'Anfomil.

I.4.2.2 Foration

Les travaux de foration au niveau de la carrière de DJEBEL IFRI seront réalisés par sondeuse hydraulique ATLAS COPCO ECM580Y N°03 et un chariot avec compresseur. Son rendement est donné par:

$$\mathbf{R_s = T \times K_u \times V_a ; (m / p)}$$

Où:

T : durée de travail d'un poste (T=9 heures), K_u : coefficient d'utilisation de la sondeuse ($K_u= 0,6$), V_a : vitesse d'avancement ($V_a= 25$ m/h)

$$\mathbf{R_s= 135m/p = 135m/j}$$

I.4.2.3 Chargement

Le chargement des roches abattues s'effectue par les chargeurs sur pneus de type CATERPILLAR 988 H de 07 m³ de capacité de godet.

Le rendement de la chargeuse est donné par :

$$\mathbf{R_{ch} = \frac{3600 \times V \times K_r \times T \times \gamma \times K_u}{t_c \times K_f} ; (t/p)}$$

Avec :

V : la capacité du godet de la chargeuse 7m³,

K_r : coefficient de remplissage du godet 0.85,

T : durée d'un poste de travail 9h,

γ : masse volumique apparente 1.45T/m³,

K_u : coefficient d'utilisation de la chargeuse 0.5,

t_c : durée d'un cycle de chargement 40s,

K_f : coefficient de foisonnement 1.6

Alors $\mathbf{R_{ch} = 2569 T/p}$

I-4 Traitement du minerai

La carrière d'IFRI partage la même station de traitement de keddara, cette dernière se compose de trois installations: installation BABITLESS (primaire et secondaire), installation secondaire ARJA et l'installation de sable ARJA.

La première est composée de trois étages (concasseur primaire giratoire, trois concasseurs secondaires : un à percussion et deux giratoires, et un concasseur tertiaire giratoire) et six cribles. La seconde est composée de deux cribles, un concasseur à

percussion et cinq silos de stockage. La dernière installation est composée d'un concasseur à percussion et un crible de deux étages.[4]

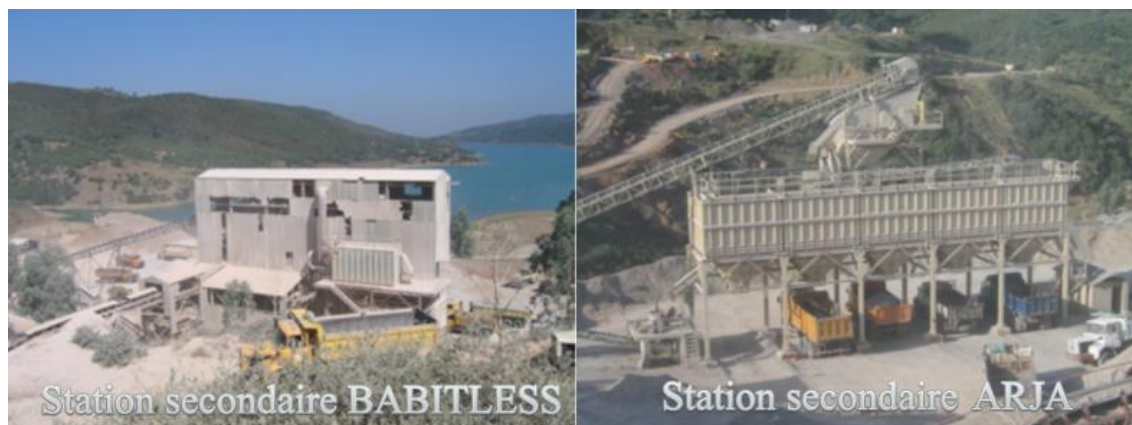


Figure I.6 : les stations secondaire BABITLESS et ARJA

Chapitre II:

Transport des roches minières

Introduction

Les processus de déplacement des minéraux sont parmi les processus principaux dans les mines à ciel ouvert, dont le pourcentage du prix de revient total d'exploitation atteint 30 jusqu'à 70%.

Le transport de carrière prédétermine les modes d'ouverture du gisement, le choix de la méthode d'exploitation, les équipements miniers, le mode de mise en terril ... etc.

Le but principal du transport dans la carrière est le déplacement de la masse minière des chantiers (point de chargement) aux point de déchargement qui sont soit les terrils pour les stériles ou les trémies de réception des usines de traitement pour les minéraux utiles. [5]

Pour que le type de transport choisi soit rentable, il doit assurer les exigences suivantes :

- Distance minimale du transport des minéraux utiles
- Temps mort réduit et rendement optimal des différents engins
- Les caractéristiques des moyens de transport doivent répondre à ceux des engins d'exploitation.
- Il faut toujours assurer une sécurité maximale de travail.

II-1 caractéristiques générales des pistes

L'efficacité du travail du transport par camion en carrière dans une grande mesure se détermine par l'état des pistes. D'après les conditions de l'exploitation, les pistes des carrières se divisent en stationnaire et provisoires.

Les pistes stationnaires construites dans les tranchées inclinées, au jour et sur les bermes de transport pour une longue durée, avec un revêtement habituellement routier et une circulation à double voie.

Les pistes provisoires construites sur les gradins et les terrils, elles se déplacent au fur et à mesure de l'avancement du front des travaux miniers.[6]

II.1.1 la largeur des pistes

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

Pour une circulation à une seule voie, la largeur est donnée par :

$$B = a + 2C$$

Pour une circulation à une double voie la largeur devient :

$$B = 2(a+c) + x + r$$

Avec : - a : c'est la largeur de la benne du camion, m

- c représente la largeur de la bande de sécurité, m

- x : c'est la distance entre les bennes des camions = 2*c

Ou : $c = 0.5 + 0.005 V$; V la vitesse de circulation

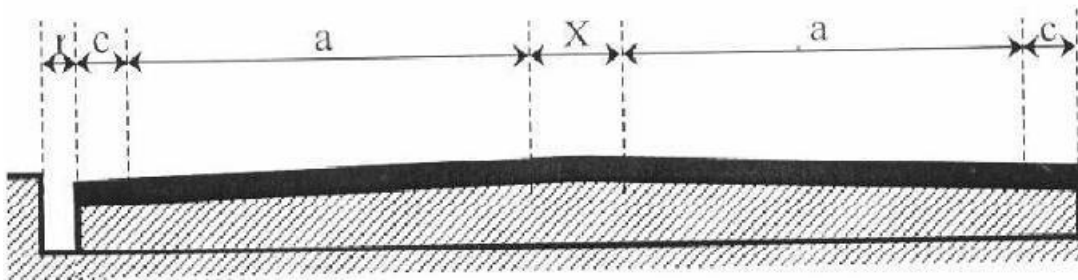


Figure II.1 : schéma de la largeur de la piste de roulage

II.1.2 la largeur des pistes en 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 de camions.

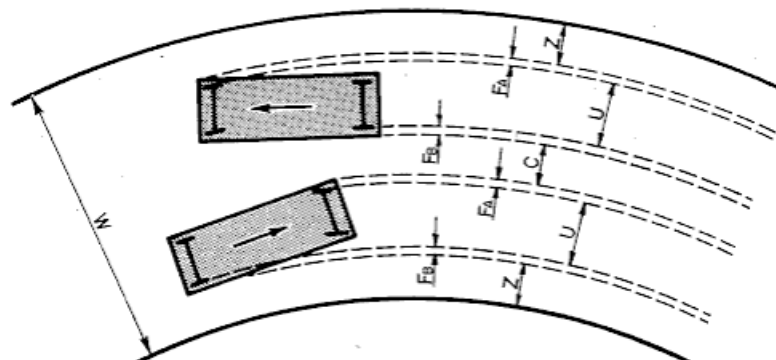


Figure II.2 : schéma de la largeur de la piste en virage

La largeur de la piste en virage est donnée comme suit :

$$W = 2(U + F_A + F_B + z) + c$$

$$c = z = \frac{1}{2}(U + F_A + F_B)$$

U : la largeur du camion (centre à centre des pneus)

F_A : la largeur de surplomb avant

F_B : la largeur de surplomb après

C : dégagement latéral total

z : largeur supplémentaire due à la difficulté de conduite en virage.

II-2 Étude técnico-économique du mode optimal

II.2.1 étude technique de la piste

Le départ de la piste principale se fait au point de plateforme au niveau 590 m, au niveau 290m ; dans une région présentant un relief pente. La piste principale présente sept virages. Ensuite, la piste suivra le niveau 290m jusqu'au niveau 250m (plateforme de réception) et puis jusqu'à la station de concassage de niveau 200m avec une distance de 2 Km, tout en respectant la pente limite (la pente de la piste ne doit pas dépasser 10%).

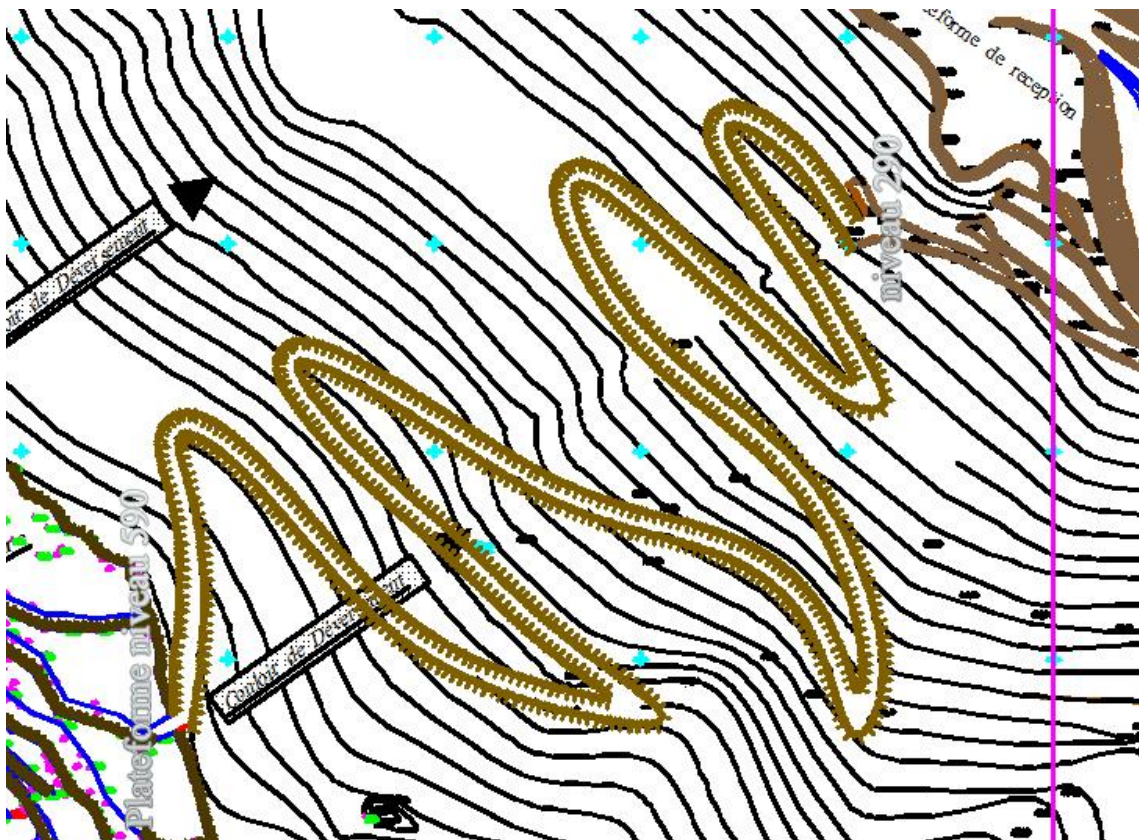


Figure II.3 : plan schématique de la piste proposé 1/1000° (voir le plan d'arpentage en annexe)

II.2.1.1 La longueur de la piste

La piste principale possède une longueur totale de 5 Km divisée en deux parties :

La première à partir de la plateforme de travail (point de départ) jusqu'au point de la plateforme de réception au niveau 250m de 3Km et la deuxième est de 2Km à partir du niveau 250 jusqu'à la station de concassage à 200m. Donc la longueur totale de la piste est de 5 km (la longueur des tronçons est donnée dans l'annexe)

II.2.1.2 La largeur de la piste

Notre piste est à deux voies, avec **r** la largeur de la rigole d'évacuation d'eau 0.5 m, **x** est de 1.24 m, **a** est la largeur de la benne du camion 3 m et **c** égale à 0.26

Donc la largeur de la piste est de 9m

Pour la largeur en virage de la piste elle est de 21 m.

II.2.1.3 travaux de réalisation

A. Engins utilisés et leur cycle

Les engins utilisés lors de la réalisation de la piste suivant leur but de travail sont :

- ☒ **Pour le terrassement et l'extraction des matériaux** : un bulldozer à chenille d'une capacité de 14 m³, Son cycle de production est composé de quatre étapes ; poussée de refoulement avant, inversion de marche, recul et inversion de marche.
- ☒ **Pour le nivellement** : une niveleuse automotrice, son cycle de travail est la vitesse avant un profilage, inversion de marche et ajustement de la hauteur de la lame, vitesse arrière recul, inversion de marche et ajustement de la hauteur de la lame.
- ☒ **Pour le chargement** : une chargeuse de capacité de godet de 6 m³, son cycle de travail est le remplissage du godet, allé vers le point de déchargement, déchargement du godet et le retour vers le point de chargement
- ☒ **Pour le transport** : un dumper BEML de capacité de benne égale à 36 t, son cycle est le chargement de la benne, allé vers le point de déchargement, déchargement, manœuvre et retour vers le point de chargement
- ☒ **Pour le compactage** : rouleau a pneu tracté de 13T

B. Volume du déblai et remblai

Les volumes du déblai et remblai de chaque tronçon sont calculés à l'aide du logiciel Covadis topographe et sont donnés dans l'annexe.

Le volume total du déblai et remblai respectivement est : **57277.42 m³ et 56025.86 m³**

II.2.2 Etude technique des camions

☒ Calcul du rendement et du nombre de camion

Pour cette piste, on utilise les dumpers BEML de capacité de 36 t, le rendement est

donné par : $R_c = \frac{3600 \times Q_c \times T \times K_{ch}}{t_c}$; avec **T=9h**

Le $t_c = T_a + T_{ch} + T_r + T_d + T_m$

Avec : T_a le temps d'un trajet à vide qui égale à : $\frac{3600 \times L_p}{V_a}$;

V_a égale à 20 km/h et L_p longueur de la piste égale à 5 km

Donc $T_a = 900$ s

T_r le temps d'un trajet à charge, donnée par : $\frac{3600 \times L_p}{V_r}$;

V_r vitesse en charge 15km/h

Donc $T_r = 1200$ s

T_{ch} , T_d et T_m sont des données

Alors $t_c = 900 + 240 + 1200 + 60 + 45 = 2445$ s

Alors, **$R_c = 429.35$ t/jour**

Pour une production journalière égale à 3400 t, on calcule le nombre de camion nécessaire pour assurer cette production :

$$N_c = \frac{P_j \times K_i}{R_c} ; k_i = 0.9$$

Donc : **$N_c = 7$ camions + un de réserve**

II.2.3 Etude économique

II.2.3.1 cout de réalisation de la piste

La longueur de la piste du niveau 590 jusqu'au niveau 290 est de 3Km et à partir de ce dernier jusqu'à la station de concassage (niveau 200) est de 2 Km. Donc une longueur totale de 5 km, et sur la base d'un ratio de 3 750 000 da /km alors le cout de la piste est de **18 750 000 DA**

II.2.3.2 les charges liées au camion

Les charges sont généralement classées en deux types : charge fixe et charge variable, les charges fixes dans notre cas sont les amortissements et les charges salariales, d'autre part les charges variables sont les charges d'entretien préventif (lubrifiant ou pièces de rechange), les pneumatiques et le gasoil

Les charges fixes sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : les charges fixes du transport

	Amortissement	Charge salariale
Partiel (DA)	21 443 172.7	15 414 628.8
Total (DA)	36 857 801	

Pour les charges variables, ils sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II.2 : les charges variable du transport

Désignation	prix
Pièces de rechange	3 317 313.72
Lubrifiant	847 554.75
Pneumatique	7 271 950
Gasoil	7 428 033.2

Total	18 864 851.7
-------	--------------

Donc les charges totales du transport par camion sont égales à : **55 722 653.6 DA**

De ce fait, le cout d'une tonne de minerai transporté par kilomètre est calculé comme

suit : $C_{t/km} = \frac{\text{le frai annuel de transport}}{\text{la production annuel} \times \text{longueur moyenne de piste}} ; \text{DA/t.km}$

Avec une production annuelle de 350000.

alors : $C_{t/km} = 26.53 \text{ DA/t.km}$

CONCLUSION

Dans le cadre de mon mémoire de Master : "**Ouverture du gisement d'IFRI en utilisant le schéma optimal du transport des roches minières**", je suis arrivé aux conclusions suivantes :

- En regardant la complexité du relief topographique, le gisement d'IFRI présente des réserves géologiques énormes en agrégats de bonne qualité. Cependant, la prospection du gisement n'a pas du tout été entreprise de façon à établir une géométrisation du gisement qui aurait conduit à la confirmation des réserves géologiques et permis ainsi une exploitation rationnelle du gisement d'IFRI.
- Les caractéristiques physico mécaniques et chimiques de calcaire de djebel IFRI montrent que les agrégats de KEDDARA sont de bonne qualité et peuvent être utilisés dans tous les domaines de la construction et des travaux publics et la construction des routes...etc.
- Le facteur principal à respecter dans une étude comparative des procédés de déplacement est le facteur sécuritaire.
- compte tenu de la topographie du site, le problème complexe du déplacement des roches abattues jusqu'à la station de concassage nous a conduit à réaliser une étude technico-économique d'une nouvelle piste proposée afin de réduire les couts et augmenter la capacité de production de l'unité.
- Les dangereux virages au niveau de la piste d'accès ainsi que sa longueur et sa pente élevée, ont obligé l'unité à déplacer les roches par gravité, ce qui pose des problèmes de sécurité, d'environnement et de rentabilité.

BIBLIOGRAPHIE

[1] T. FEKIK, B. GHOURASSI, Evaluation géologique et minière du gisement de calcaire d'Ifri, projet de fin d'études, Ecole Nationale Polytechnique, 2012

[2] [3] M. A. BACHAR ASSED, Communications orale et cours d'exploitation

[4] Plan d'exploitation IFRI, document de l'ENOF, p 32.

[5] V.KOVALENKO, N.AMBARTSOUMIAN, K.M LAHMER, exploitation des carrières, Office des publications universitaires, p199.

[6] V.KOVALENKO, N.AMBARTSOUMIAN, K.M LAHMER, exploitation des carrières, Office des publications universitaires, p220.

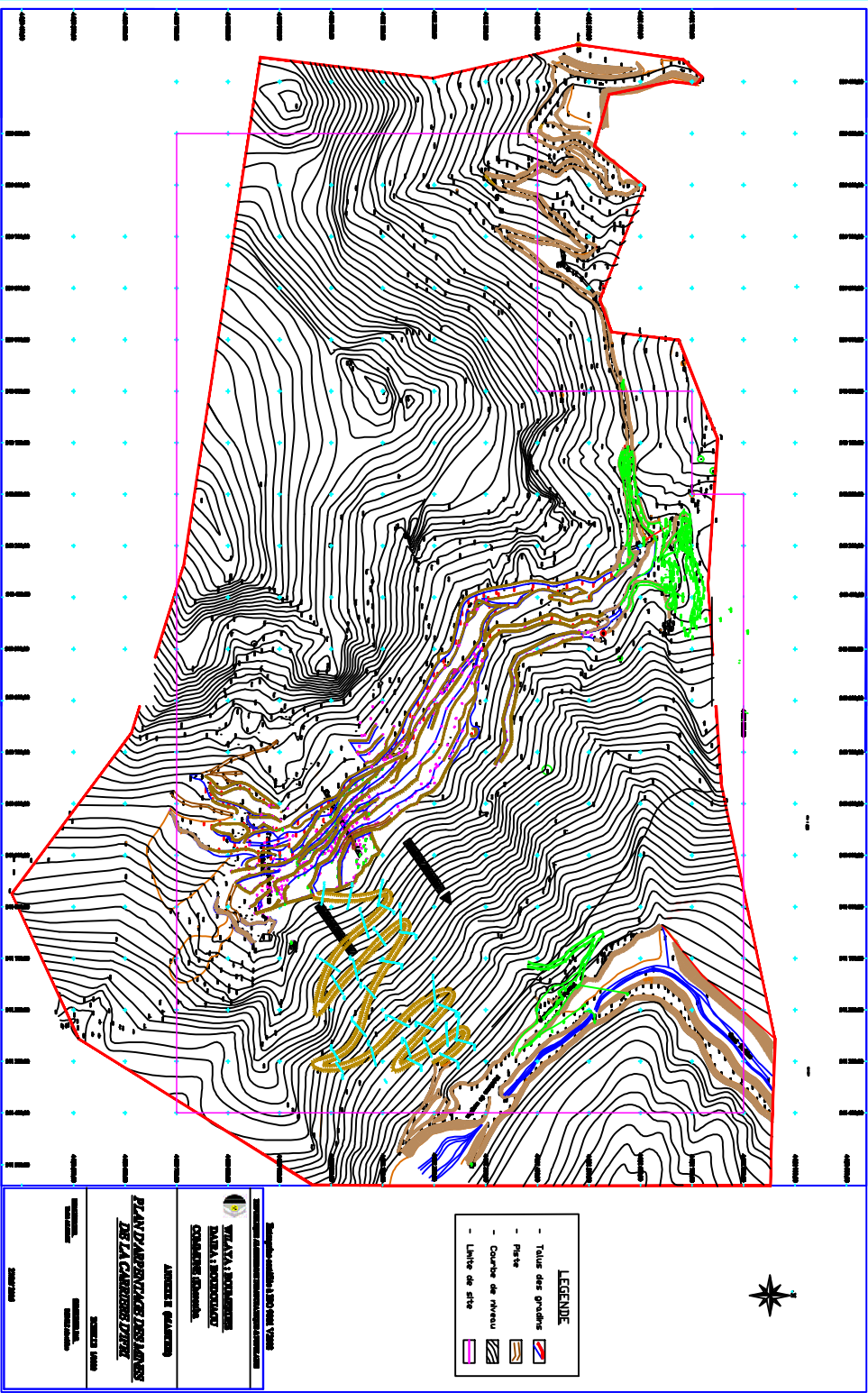
ANNEXE

Longueur de chaque Tronçon

niveau du tronçon	longueur m	pente %
590-580	100.2	9.98
580-570	104.3	9.59
570-560	95.49	6.8
560-550	103.46	9.66
550-540	102.42	9.76
540-530	101.1	9.89
530-520	101.14	9.88
520-510	101.06	9.89
510-500	55.7	9.77
500-490	100.52	9.95
490-480	107.49	9.3
480-470	33.3	9.61
470-460	106.48	9.39
460-450	67.3	9.45
450-440	108.4	9.22
440-430	109.3	7.7
430-420	105.71	9.45
420-410	102.42	9.76
410-400	102.93	9.71
400-390	101.14	9.88
390-380	10.337	9.67
380-370	100.65	9.93
370-360	100.62	9.94
360-350	80.32	6.3
350-340	50.32	9.2
340-330	100.8	5.6
330-320	70.9	8.9
320-310	77.88	9.6
310-300	100.1	9.2
300-290	80.33	9.3
290-280	70.93	8.6
280-270	102.2	7.6
270-260	101.1	6.2
260-250	97.5	7.5
Total	3053.847	8.748

Volume de remblai et de déblai

Les Coupe	Déblai (m³)	Remblai (m³)
1-1',2-2'	225.79	903.26
2-2',3-3'	697.99	667.63
3-3',4-4'	1662.41	1662.41
4-4,5-5'	2148.11	2210.38
5-5,6-6'	533.85	547.2
6-6',7-7'	1309.46	1346.21
7-7',8-8'	879.7	913.57
8-8',9-9'	1594.1	1127.02
9-9',10-10'	906.1	609.01
10-10',11-11'	3682.5	3560.22
11-11',12-12'	2046.98	2046.98
12-12',13-13'	1406.67	1430.05
13-13',14-14'	2751.57	2791.14
14-14',15-15'	1537.63	1572.63
15-15',16-16'	474.41	536.26
16-16',17-17'	2848.39	2960.95
17-17',18-18'	1057.44	1208.39
18-18',19-19'	850.78	864.59
19-19',20-20'	3029.59	2797.31
20-20',21-21'	3128.13	3069.59
21-21',22-22'	6107.94	6065.33
22-22',23-23'	3442.67	3289.06
23-23',24-24'	3463.32	3391.51
24-24',25-25'	2414.8	2472.72
25-25',26-26'	4128.88	4222.72
26-26',27-27'	2293.76	2378.77
27-27',28-28'	2880.24	3043.36
Total	57277.42	56025.86



- LEGENDE**
- Talus des grands
 - Piste
 - Cours de niveau
 - Limite de site



Projet de loi n° 101 000 0000


MINISTRE DE L'INTERIEUR
DIRECTION GENERALE
DE LA CARTE ET DU CADASTRE

PROJET DE LOI
DE LA CARTE ET DU CADASTRE

PROJET DE LOI
DE LA CARTE ET DU CADASTRE

PROJET DE LOI
DE LA CARTE ET DU CADASTRE