

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abderrahmane Mira de Bejaia



Faculté de Technologie



Département Des Mines et Géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Filière : Génie Minier
Option : Exploitation des Mines

Présenté par :

-YOUCEF KHODJA REDHA
-YETTOU OUISSAM

Thème :

**Etude technico-économique de l'exploitation minière
à ciel ouvert de la carrière d'Adrar Oufarnou Bejaia
(W.Bejaia)**

Soutenu le 16 / 07 /2022 devant le jury composé de :

Présidente	Mme.F DJOUADI	M.A.A	U.A.M.Bejaia
Examineur	Mr.A AKDIM	M.A.A	U.A.M.Bejaia
Encadrant	Mr.O DJEZAIRI	M.A.A	U.A.M.Bejaia

Promotion : 2021-2022

Remerciements

Avant de présenter ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant dont chaque jour je ressens son omniprésence.

On tient tout d'abord à remercier Monsieur Omar DJEZAIRI, pour son encadrement bénéfique et ses conseils judicieux qui nous ont été d'une grande utilité, qu'il trouve ici, l'expression de nos profondes

Reconnaissances.

Nos sincères remerciements vont aussi à Madame F DJOUADI pour avoir accepté de présider le jury de notre mémoire.

Un grand merci à Monsieur A AKDIM pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous remerciment s'adressent également :

- *Personnel du département Mines de l'université A/Mira Bejaïa ;*
- *L'ensemble des professeurs du département Mines et Géologie, qui nous ont enseignés ainsi que ceux qui ont contribué à notre formation au sein de notre université, et en particulier ceux qui nous ont aidé pour ce projet de fin d'études ;*
- *Notre maître de stage Mr H.LEKHDAR (Ingénieur de l'unité), qui nous a aiguillés et conseillés tout le long du stage et avec qui nous avons beaucoup appris ;*
- *Le service comptable de l'unité d'Adrar Oufarnou*
- *la direction et personnel de l'entreprise nationale des granulats de Bejaïa pour nous avoir fait confiance et nous avoir permis de venir faire ce stage ;*

Aux étudiants, collègues, camarades de promotion pour leur sincère collaboration, sentiments d'amitié et profonde gratitude

Nous ne pouvons passer un grand remercier chaleureusement à nos familles pour leur soutien moral et physique qu'ils nous ont fourni tout le long de la réalisation de ce travail

Enfin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

*A Dieu Le Tout Miséricordieux, ton amour,
Ta miséricorde et Tes grâces à mon endroit m'ont fortifiée
Dans la persévérance et l'ardeur au travail.
A ceux qui m'ont tout donné sans rien attendre
A ceux qui m'ont encouragée et soutenue dans
Les moments les plus dure et ceux à qui je dois tant
A mes très chers parents pour leur amour et leur support
affectif*

Mes très chers frères

Mes très chères sœurs

*A mon cher mari, l'amour de ma vie Redha pour son
soutien et encouragement dans les moments durs.*

*A mes chers amis solaf, rafik, roza, alae et ma petite
nedjma qui ont été toujours à mon aide.*



Ouïssam -

Dédicace

Je tiens remercier dieu qui m'a donnée la santé et le courage pour obtenir à la réalisation de ce travail

Je dédie ce travail a ;

Mes parents ;

Mes frères ;

Ma sœur ;

A ma grande famille ;

A mes amis ;

A tous mes colliges ;

A ma femme, l'amour de ma vie Ouïssam pour son encouragement et son soutien dans les moments les plus durs

Tous ceux qui m'ont aidé pour achever mon travail ;



Sommaire

Sommaire

Liste d'abréviation

Liste des formules

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction Générale

Chapitre I

Présentation de la zone D'étude

Introduction	4
1. Situation géographique de la carrière Adrar Oufarnou	4
2. Situation administrative de l'unité	4
3. Historique des travaux de recherche et d'exploitation.....	5
4. Géologie du gisement.....	6
4.1. Structure du gisement.....	6
4.2. Stratigraphie du gisement.....	6
4.3. Etude pétrographique	7
4.4. Tectonique	7
5. Hydrogéologie du gisement	8
6. Réserves Géologique et Exploitable	8
7. Caractéristiques de la substance exploitée.....	11
7.1. Caractéristique physico-chimique	11
7.2. Composition chimique	11
7.3. <i>Caractéristiques physico-mécaniques</i>	11
Conclusion.....	12

Chapitre II

Processus des travaux d'exploitation

Introduction	14
1. Description des travaux actuels de la carrière d'Adrar Oufarnou	14
2. Condition technico-minièrre de la carrière	15
2.1. Régime de fonctionnement moyenne	15
2.2. Production de la carrière moyenne	15
2.2.1. Production mensuelle moyenne	15

Sommaire

2.2.2. Production journalière moyenne	15
2.2.3. Production par poste moyenne.....	16
2.2.4. Production horaire moyenne	16
3. Durée de vie théorique restante de la carrière	17
4. La méthode d'exploitation d'Adrar Oufarnou	17
4.1. Mode d'ouverture de carrière d'Adrar Oufarnou	17
4.2. Caractéristique de la piste	18
4.2.1. Largeur de piste	18
4.2.2. Pente de la piste	19
4.3. Principaux éléments du système d'exploitation	21
4.3.1. La hauteur du gradin.....	21
4.3.2. L'angle de talus du gradin	21
4.3.3. Plate-forme de travail	21
5. Travaux d'abattage dans la carrière d'Adrar Oufarnou	23
5.1. L'Abattage	23
5.1.1. Choix du mode d'abattage.....	24
5.1.2. L'abattage à l'explosif.....	24
5.2. Le Forage	24
5.2.1. Rendement du la sondeuse ATLAS COPCO.....	25
5.2.2. Rendement du chariot de foration.....	25
5.2.3. Les explosifs utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou	26
5.2.4. Accessoires de tir utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou	27
5.2.5. Paramètre du plan de tire de la carrière Adrar Oufarnou	27
6. Travaux de chargement et de transport	29
6.1. Le chargement.....	29
6.2. Transport dans la carrière d'Adrar Oufarnou	29
6.3. Préparation mécanique des granulats	30
Conclusion.....	32

Chapitre III

Identification des couts de l'unité

Introduction	34
1. Le permis minier de la carrière d'Adrar Oufarnou	34
2. Production annuelle.....	34

Sommaire

3.	La production annuelle vendue par l'unité d'Adrar Oufarnou.....	35
4.	Le prix de vente des granulats de la carrière d'Adrar Oufarnou	36
5.	Le chiffre d'affaire annuel	37
6.	Le prix de vente moyenne de la carrière d'Adrar Oufarnou	39
7.	Le capital de l'entreprise	40
8.	Identification des couts de l'unité D'Adrar Oufarnou	40
8.1.	Identification des coûts fixes de l'unité D'Adrar Oufarnou.....	40
8.1.1.	Les amortissements annule de l'unité D'Adrar Oufarnou.....	41
8.1.1.1.	Les amortissements pour l'année 2021	41
8.1.1.2.	L'amortissement annuel de la carrière d'Adrar Oufarnou du (2017-2021)	48
8.1.2.	Amortissement des travaux préparatoires et de développement.....	49
8.1.3.	Taxe superficiare	51
8.2.	Les coûts fixes annuels de l'entreprise	52
8.3.	Identification des coûts variable de l'unité	52
8.3.1.	Les frais des consommables de l'unité d'Adrar Oufarnou	53
8.3.2.	Taxe de la remise en état des lieux	54
8.3.3.	Redevances d'extractions	55
8.3.4.	Études et rapports annuelles	56
8.3.5.	Les couts variables de l'entreprise	57
8.4.	Identification des coûts semi fixes de l'unité de production (CSF)	59
8.4.1.	Les coûts divers	59
8.4.2.	Masse salariale des personnels	60
8.4.3.	Les coûts semi-fixes pour l'année 2021	61
8.5.	Les coûts totaux de la carrière d'Adrar Oufarnou	61
8.5.2.	Les coûts totaux de l'année 2021	61
8.5.3.	Les coûts totaux du (2017 au 2021).....	62
9.	Prix de revient de la production	63
10.	Marge brut	65
	Conclusion.....	67

Chapitre IV

Les Indicateurs de rentabilité

	Introduction	69
1.	Résultat brut d'exploitation (2021)	69
2.	Résultat net d'exploitation (2021).....	69
3.	Cash-flow brut (2021).....	70
4.	Cash-flow net (2021)	70
5.	Cash-flow nets actualisés (2021).....	70

Sommaire

6.	Valeur actuelle nette.....	71
7.	Taux moyen de rentabilité (TMR).....	72
8.	Taux de rentabilité interne (TRI).....	72
9.	Indic de profitabilité (IP).....	72
	Conclusion	74

Conclusion Générale

Reference bibliographique

Annexes

Liste d'abréviation

CETIM : Centre D'Etudes et de services Technologiques de L'Industrie des Matériaux de construction.

D.M.R : Digital mobile radio

DRI : Drilling Rate Index (indice de forabilité).

ENOF : Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles ;

EREM : Entreprise national De Recherche Minière.

Hz : Hertz.

J : Joule.

Km : Kilomètre.

KW : Kilo Watt.

LGRAN : Algérie des Granulats.

NE : nord Est

ONEX : Office national des substances Explosives.

RN : Route nationale numéro ;

SONERAM : Société nationale De La Recherche Et Exploitation Miniers.

SW : Sud West

TAP : Taxe sur l'activité professionnelle

TVC : Tout-venant de carrière

TVS : Tout-venant stérile

U.T.M : Universelle Transverse Mercator

Listes des formules

Le nombre de la formule	Le nom de la formule	La page
1	Calcule des Réserves Géologique	9
2	Production mensuelle moyenne	15
3	Production journalière moyenne	15
4	Production par poste moyenne	16
5	Production horaire moyenne	16
6	Durée de vie théorique restante de la carrière	17
7	Largeur de piste	18
8	Largeur de la plate-forme de travail	22
9	Rendement du la sondeuse ATLAS COPCO	25
10	Rendement du chariot de foration	25
11	chiffre d'affaires	37
12	prix de vente moyenne	39
13	La taxe superficiaire	50
14	Taxe de la remise en état des lieux	51
15	Redevances d'extractions	54
16	Les coûts totaux	60
17	Prix de revient de la production	62
18	Marge brut	64
19	résultat brut d'exploitation	68
20	Résultat net d'exploitation	68
21	Cash-flow brut	69
22	Cash-flow net	69
23	Cash-flow nets actualisés	69
24	Valeur actuelle nette	70
25	Le taux moyen de rentabilité	71
26	Taux de rentabilité interne	71
27	Indic de profitabilité	71

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: Les coordonnées du périmètre autorisé en système de projection UTM	5
Tableau 2: Les températures moyennes, minima et maxima absolus ... Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 3: Les vitesses moyennes mensuelles du vent	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4: Les réserves Géologique et Exploitables en 2021.....	10
Tableau 5: Caractéristiques <i>chimique de la roche</i>	11
Tableau 6: Caractéristiques <i>physico-mécaniques des granulats de la carrière</i>	12
Tableau 7: Paramètres des différentes phases d'exploitation.....	14
Tableau 8: Paramètres des Explosifs utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou	26
Tableau 9: Besoins en explosifs et accessoires	27
Tableau 10: Paramètre du plan de tire de la carrière Adrar Oufarnou	28
Tableau 11: Rendement de matériel utilisé dans la carrière d'Adrar Oufarnou.....	29
Tableau 12: Rendement des engins utilisé dans la carrière d'Adrar Oufarnou.....	30
Tableau 13: Capacité et taux d'utilisation de la Station de concassage	32
Tableau 14: Production annuelle de l'unité d'Adrar Oufarnou (plan d'exploitation 2021)	35
Tableau 15: La production annuelle vendue par l'unité d'Adrar Oufarnou (2017-2021)..	36
Tableau 16: Prix de vente des produits par classe (2017-2021).....	37
Tableau 17: Chiffre d'affaire annuel (2021)	38
Tableau 18: Chiffre d'affaire annuel (2017-2021).....	38
Tableau 19: Prix de vente moyenne du (2017-2021)	39
Tableau 20: Amortissement annuel des engins d'extraction et de forage (2021)	41
Tableau 21: Amortissement annuel des matériels de roulage (2021)	42
Tableau 22: Amortissement annuel des matériels de chargement (2021).....	43
Tableau 23: Amortissement annuel de la station de concassage (2021)	43
Tableau 24: Amortissement des équipements de soutien (2021).....	44
Tableau 25: Amortissement annuel des bureaux administratifs et accessoires (2021)	45
Tableau 26: Amortissement annuel des matériels et installations accessoires.....	46
Tableau 27: Amortissement annuel total de la carrière d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021	48
Tableau 28: Amortissement annuel du (2017-2021).....	48
Tableau 29: Amortissement des travaux d'extension	51

Liste des tableaux

Tableau 30: La taxe superficielle pour les 5 dernières années (2017 au 2021)	52
Tableau 31: Les couts fixes des dernières 5 années (2017-2021)	52
Tableau 32: Les frais consommable de l'unité d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021	53
Tableau 33: Les frais consommables du (2017-2021)	54
Tableau 34: Taxe de la remis en état des lieux du (2017-2021)	55
Tableau 35: Redevance d'extraction de l'année 2021	56
Tableau 36: Redevances d'extractions du (2017 au 2021)	56
Tableau 37: Les frais des études et rapport annuelles du 2017 au 2021	57
Tableau 38: Coûts variables pour l'année 2021	57
Tableau 39: Coûts variables du 2017 au 2021	58
Tableau 40: Divers taxes et frais pour l'année 2021	59
Tableau 41: Les divers taxes et frais du (2017 au 2021).....	60
Tableau 42: Structure de l'effectif de l'unité ENOF d'Adrar Oufarnou.....	60
Tableau 43: Frais des personnels du (2017 au 2021).....	61
Tableau 44: Les coûts semi-fixes pour l'année 2021	61
Tableau 45: Les coûts semi-fixe du 2017-2021	61
Tableau 46: Les coûts totaux de production pour l'année 2021	62
Tableau 47: Les coûts totaux du 2017 au 2021	62
Tableau 48: Le prix de revient du 2017 au 2021.....	64
Tableau 49: La marge brute des 5 dernières années (2017-2021).....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 50: L'investissement de l'entreprise (2017-2021)	71
Tableau 51: Indicateurs de rentabilité (2017/2022)	73
Tableau 52: Indicateurs de rentabilité (étude de faisabilité de 2022/2026)	73

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1 : Périmètre de la carrière d'Adrar et Oufarnou (Google Arth)	5
Figure 2 : Coup géologique (N/S)	8
Figure 3 : Schéma de la largeur de la piste.....	19
Figure 4 : Plan d'exploitation de la carrière d'Adrar Oufarnou (ENOF 2022)	20
Figure 5 : Schéma de la plate-forme de travail lors de l'abattage à l'explosif	22
Figure 6 : Vue générale de la station de concassage de l'unité Adrar Oufarnou	31
Figure 7 : Schéma technologique de l'installation de traitement d'Adrar Oufarnou (plan d'exploitation ENOF)	31
Figure 8 : Evolution du prix de vente des cinq dernières années (2017-2021)	39
Figure 9 : Evaluation de l'amortissement annuel du (2017-2021).....	49
Figure 10 : Variation des coûts fixes et variables de l'unité de production d'Adrar Oufarnou (2017-2021).....	58
Figure 11 : Evolution des couts total durant (2017-2021).....	63
Figure 12 : Evaluation du prix de revient durant (2017 au 2021)	64
Figure 13 : Evolution de la Marge brute durant (2017-2021)	65

Introducción General

Introduction Générale

L'Algérie est un pays vaste qui possède un potentiel géologique intéressant en substances métalliques et non métalliques, cette richesse en ressource minérale peut contribuer au développement socioéconomique du pays. L'importance du secteur de l'industrie minière est primordiale pour le développement de l'économie nationale de l'Algérie, cela constitue l'amont de toutes les industries dérivant des ressources naturelles, donc l'industrie minière à se développer afin de faire face aux besoins sans cesse croissant des différentes industries, parmi elles l'industrie des matériaux de construction en générale et la production d'agrégats en particulière.

Face à une demande sans cesse en granulat depuis 2000 jusqu'au 2014, où l'offre n'en fait pas au poids face à cette demande, il est devenu nécessaire d'encourager les entreprises minières spécialisées dans la production des granulats pour satisfaire les besoins du marché nationale.

Après l'achèvement de plusieurs projets de construction d'une part, et l'arrêt temporaire des autres projets vue la situation sanitaire a causé par la pandémie de covid 19. Les entreprises de production d'agrégat a connu une sincère concurrence, ce qui se traduit par une chute du prix de vente.

Dans cette situation critique et pour assurer la continuité des entreprises, les entreprises minières sont engagées à refaire les études technico-économique de leurs carrières. L'unité « d'Arar Oufarnou » est l'une des plus grandes unités de l'Entreprise Nationale des produits miniers Non Ferreux et des substances utiles (ENOF), elle produit une quantité qui dépasse 500 000 tonnes par an et qui assure plus de 100 postes d'emploi. Dans ce contexte, et afin d'examiner la rentabilité de l'entreprise, nous avons proposé une étude technico-économique relative à cette unité.

Dans cette étude nous allons déterminer les différents paramètres technico-économiques tel que le rendement de matériel, la production annuelle, le mode d'abattage, le chiffre d'affaire, le prix de revient de production, cash-flow, valeur actualisée nette, le taux de rentabilité interne, l'indice de profitabilité. afin de déduire l'étendue de rentabilité de la carrière dans les dernier 5 ans (2017-2021) et proposé des solutions pour un rendement meilleure.

Introduction Générale

Pour mener à bien cette étude notre travail s'articule autour de quatre chapitres.

– Le premier chapitre, est consacré pour une étude biographique sur l'unité d'Adrar ; Oufarnou, sa Situation géographique, ainsi que le cadre géologique de la zone d'étude ; Dans le deuxième chapitre, présenté une description des travaux actuels d'exploitation au niveau de la carrière d'Adrar Oufarnou.

Le troisième chapitre, est consacré à l'identification des coûts de l'unité (cout fixe, cout variable, couts semi fixe) et au calcul du prix de revient de production d'une tonne d'agrégats.

– Et nous finaliserons notre travail avec le quatrième chapitre qu'est basé sur l'étude économique de cette entreprise.

– Nous terminerons notre étude par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de la zone d'étude

Introduction

Ce chapitre sera consacré à une présentation générale de la carrière d'agrégat d'Adrar Oufarnou en premier lieu par la suite une description des conditions physique du gisement de calcaire, à savoir ; la géologie, les réserves géologiques et exploitables de la carrière en second lieu.

1. Situation géographique de la carrière Adrar Oufarnou

L'unité d'Adrar Oufarnou de l'Entreprise Nationale des Produits Miniers Non Ferreux et des Substances Utiles (ENOF) est située à 06 Km au Nord-ouest de la ville de Bejaia, elle est limitée au Nord et au Nord-Est par la mer Méditerranéenne, au Sud par la route national 24 (RN24), à l'Est par le Djebel Gouraya et à l'Ouest par Adrar Tabourt.

Du point de vue morphologique, le massif d'Adrar Oufarnou est allongé le long de la côte avec des versants Sud et Nord à pente douce. Plus près de la mer, le versant Nord devient escarpé avec une hauteur de 200m.

Le climat est caractérisé par un hiver froid et pluvieux, et un été humide et chaud, les températures atteignent rarement les 0°C en hiver et ils atteignent les 30°C à 35°C en été. [01]

2. Situation administrative de l'unité

Administrativement, l'unité d'Adrar Oufarnou fait partie du territoire de la commune, daïra et wilaya de Bejaïa. La carrière s'étend sur 46 hectares comportant une zone en exploitation, une zone occupée par les installations fixes et une zone regroupant les blocs administratifs, laboratoire, ateliers et magasin.

La superficie du gisement d'Adrar est d'une surface de 46 ha répartie comme suite :

- La surface en exploitation de 28 ha.
- La surface du gisement épuisé ou non susceptible d'être mis en exploitation de 18 ha.

Les coordonnées du périmètre autorisés de la carrière en système UTM sont présentées dans le tableau ci-après : [02]

Tableau 1: Les coordonnées du périmètre autorisées en système de projection UTM

Point	X (m)	Y (m)	Point	X (m)	Y(m)
1	681 200	4073100	7	681700	4072800
2	681500	4073100	8	682000	4072800
3	681500	4073000	9	682000	4072300
4	681600	4073000	10	681400	4072300
5	681600	4072900	11	681400	4072600
6	681700	4072900	12	681200	4072600



Figure 1 : Périmètre de la carrière d’Adrar et Oufarnou (Google Arth)

3. Historique des travaux de recherche et d’exploitation

Dans le cadre de la reconnaissance de ce gisement, l’entreprise nationale de recherche minière. EREM a réalisé des travaux de recherche et de prospection durant la période de 1974 à 1977 avec un investissement global de 25000000 DZD, ses travaux se résument comme suite :

- 04 sondages carottant de différentes profondeurs, dont le volume total est de 395 ml ;
- Des travaux géophysiques ;

- Des levés topographiques ;
- Des prélèvements d'échantillons en surface et aux différentes profondeurs ;
- Des essais chimiques et physico-mécaniques au laboratoire ;
- Etude géologique ;
- Des calculs de réserves.

Actuellement, les travaux d'exploitation sont menés sur le terrain avec des analyses de laboratoire périodiques afin d'assurer la qualité des granulats et des mises à jour topographiques et des calculs de réserves sont réalisés annuellement. [03]

4. Géologie du gisement

4.1. Structure du gisement

Adrar Oufarnou forme un anticlinal de direction E-W à flanc Nord érodé. Il est formé de terrains d'âge Jurassique inférieur et moyen. Il est constitué essentiellement de calcaire massif du lias inférieur. Il est limité par deux accidents tectoniques ; un à l'Est qui le sépare du Djebel Gouraya et l'accident de Aghbalou (N70°) à l'Ouest qui le sépare d'Adar Imoula. [02]

4.2. Stratigraphie du gisement

Les formations du territoire sont constituées essentiellement de roches sédimentaires stratifiées. Elles sont formées à la base par des calcaires massifs et dolomies du lias inférieur et par des marnes et marno-calcaires du dogger vers le sommet.

Le gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou est caractérisé par deux structures distinctes : une structure massive à la base et une structure stratifiée vers le sommet. [02]

- **A la base** : Le niveau massif est formé de roches micritiques de couleur gris, gris clair et rosâtre, caractérisée par des passages fossilifères riches en pseudo oolithes et débris de fossiles (brachiopodes, foraminifères, et lamellibranches) traversée par un réseau de fractures renfermant des remplissages calcitiques et /ou d'oxyde de fer et de manganèse.

- **Au sommet** : Le niveau stratifié est caractérisé par des bancs de calcaires gris bleuâtre renfermant des nodules du silex de taille millimétriques à centimétriques, vers le sommet, les bancs de calcaires sont parfois soulignés par des interfaces marneuses ainsi une fracturation intense avec des remplissages calcitiques et /ou d'oxyde de fer, de manganèse marqué par la présence de rares cristaux de pyrite et de fluorine. [02]

4.3. Etude pétrographique

L'étude microscopique et macroscopique des échantillons prélevés sur toute la surface du gisement ont permis de distinguer trois variétés de calcaires :

- Calcaire organogène (calcaire mudstone).
- Calcaire détritique a débris fossilifères.
- Pseudo-brèche à carbonates : cette dernière est prédominante. [02]

4.4. Tectonique

Le gisement de Adrar Oufarnou représente la partie Est du grand synclinal de direction subméridionale. Il est limité à l'Ouest par l'accident d'Aghbalou (N 70) qui le sépare d'Adrar Imoula d'âge Crétacé, dans la partie Est, une faille importante d'orientation NE le sépare du massif calcaireux de Djebel Gouraya.

Les calcaires du gisement ont un pendage monoclinal vers SO. Les roches sont régulières suivant la direction et le pendage. L'étude géophysique a mis en évidence deux petites failles dans la partie centrale et Est du gisement. Deux types de fissures sont observés :

- Fissures parallèles à la stratification ;
- Fissures perpendiculaires au premier type et remplies par des filonnets de calcite ayant une puissance moyenne de 1m.

Le gisement est caractérisé aussi par la présence du phénomène karstique qui est observé sur toute l'assise exploitable. Il est plus développé dans sa partie Ouest. L'exploitation des niveaux inférieurs (240m, 230m et 220m) a mis en évidence la présence d'une poche importante à remplissage de calcite en draperie, rhomboèdre, caverneuse, fibreuse et en scalènedres.[02]

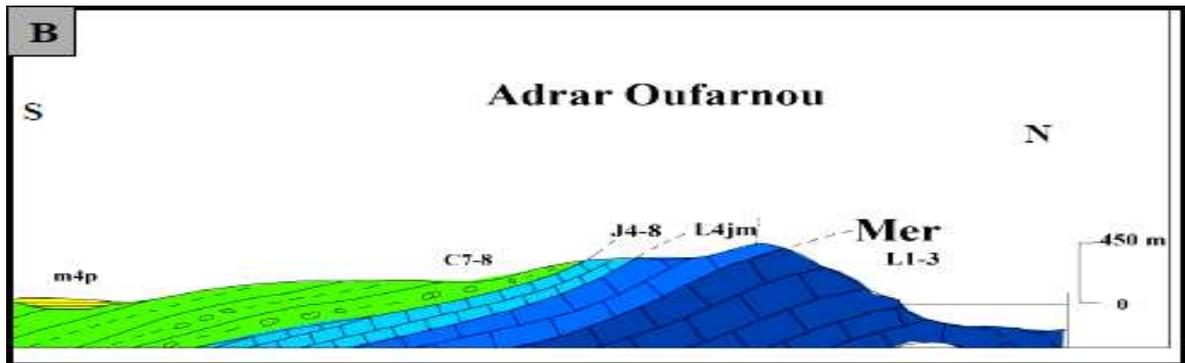


Figure 2 : Coup géologique (N/S)

5. Hydrogéologie du gisement

Le gisement d'Adrar Oufarnou est situé sur la ligne de passage des eaux de la chaîne de montagne Adrar Oufarnou. Cette chaîne de montagne d'Est en formant une bande étroite de 3Km.

Du côté Nord-Nord-Est elle est limitée par la mer et du côté Sud-Sud-Ouest par Oued aride. Dans la partie Ouest du gisement il y a Oued Ihzer n'sahal. Dans les sondages en profondeur qui n'ont pas rencontré des eaux souterraines.

La source d'eaux la plus proche située en dehors du gisement près de village Adrar Oufarnou est associée aux dépôts quaternaires meubles, la quantité des précipitations atmosphérique.

On observe sur le gisement cinq ravines desséchées qui jouent le rôle de cours d'eau temporaires seulement pendant la période des pluies.

6. Réserves Géologique et Exploitable

L'estimation des réserves est déterminée à partir d'un plan d'exploitation qui a réalisé dans un levé topographique. Les surfaces topographiques ont été déterminées à l'aide du logiciel Autocad-Covadis.

- Les réserves du gisement sont calculées par la méthode des coupes géologiques.
- Les formules adaptées pour calculer les réserves sont les suivantes :

$$Vi = ((S(i + 1) + Si) \times L) / 2 \quad \dots \quad Si : ((S(i + 1) + Si)) / S(i + 1) < 40\%$$

$$V_i = \frac{((S(i+1) + S_i) + \sqrt{(S(i+1) + S_i)}) \times L)}{3} \dots S_i : ((S(i+1) + S_i))/S(i+1) > 40\% \dots \dots \dots 1$$

Avec :

- V_i : le volume du corps compris entre de deux coupes successives, en (m³);
- S_i, S_{i+1} : les surfaces des coupes successives, en (m²), tel que S_{i+1} est la plus grande surface ;
- L : la distance entre les deux coupes successives, en (m).
- Le volume total des réserves est : $V_t = \sum_1^n V_i$

Et la quantité des réserves globales en tonne est : $Q = V_i \times \gamma$

Ave γ est la densité, tel que $\gamma = 2,69$ g/cm³ pour le calcaire.

Tableau 2: Les réserves Géologique et Exploitable en 2021. [02]

Niveaux des gradins (m)	Réserves			
	Géologiques (m ³)	Géologiques (tonnes)	Exploitable (m ³)	Exploitable (tonnes)
380	11 376	30 715	9840	26 568
370	36 032	97 286	26 640	71 928
360	84 901	229 233	63 624	171 785
350	147 314	397 748	106 248	286 870
340	181 543	490 166	120 960	326 592
330	221 920	599 184	139 920	377 784
320	269 704	728 201	166 728	450 166
310	307 594	830 504	183 912	496 562
300	345 109	931 794	198 899	537 027
290	386 454	1 043 426	217 932	588 416
280	478 656	1 292 371	290 494	784 334
270	573 020	1 547 154	365 632	987 206
260	617 634	1 667 612	389 723	1 052 252
250	656 720	1 773 144	407 664	1 100 693
240	715 414	1 931 618	443 276	1 196 845
230	764 459	2 064 039	471 297	1 272 502
220	831 887	2 246 095	517 701	1 397 793
210	892 974	2 411 030	557 764	1 505 963
Total	7 522 711	20 311 320	4 678 254	12 631 286

7. Caractéristiques de la substance exploitée

7.1. Caractéristique physico-chimique

La qualité de la roche change d'un endroit à l'autre selon l'état du gisement en place.

Les résultats des essais physico-mécaniques et chimiques réalisés au niveau du Centre d'Etudes et de services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de construction (C.E.T.I.M) Boumerdes, sur les échantillons prélevés au niveau supérieur et le niveau inférieur de la carrière sont illustrés aux tableaux ci-après : [01]

7.2. Composition chimique

Les analyses chimiques effectuées dans les laboratoires de CETIM sur des échantillons prélevés à différents endroits de la carrière (voir le tableau 03) ont montré que la roche a une composition principale présentée par l'oxyde de calcium (CaO) avec une teneur de 51.90 % au niveau supérieur, et 55.54 % au niveau inférieur. La teneur en MgO est très petite (1.1 % au niveau supérieur, et 0.83 % au niveau inférieur), ces résultats montrent que l'origine de cette agrégat est une roche sédimentaire carbonaté de calcaire.

Tableau 3: Caractéristiques *chimique de la roche*. [02]

Eléments		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	PF
Teneur (%)	Niveau sup	4.3	0.45	0.33	51.9	1.1	0.11	0.1	0.02	0.06	0.02	41.61
	Niveau inf	0.2	0.07	0.09	55.54	0.38	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	43.68

7.3. Caractéristiques physico-mécaniques

Les résultats des essais physico-mécaniques réalisés sur les échantillons prélevés aux différentes profondeurs sont illustrés dans le tableau ci-après :

Tableau 4: Caractéristiques *physico-mécaniques des granulats de la carrière*. [02]

Niveaux	Masse volumique absolue (t/m ³)	Los Angeles (LA)	Micro- Deval (MDE)	Résistance à la compression simple (MPa)
Supérieurs	2.69	26	18	130
Inferieurs	2.69	31	19	125-127

- La résistance à la compression, varie de 125 MPa à 130 MPa caractérisant des roches dures nécessitant l'utilisation d'explosifs pour leur abattage.
- La valeur moyenne du Los Angeles (LA) égale 30%. Alors les granulats de la carrière sont aptes à une utilisation avantageuse dans la confection des bétons pour la construction et peuvent également être utilisés dans les routes.

Conclusion

L'étude géologique de gisement d'Adrar Oufarnou nous a permis d'illustrer une description générale sur la formation de la zone d'étude à savoir :

- Le gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou se situe sur un relief montagneux fortement boisé et escarpé ;
- Les réserves géologiques estimées en 2021 du gisement sont 20 311 320 tonnes, tandis que les réserves exploitables estimés en 2021 sont 12 631 286 tonnes ;
- Les matériaux produits par l'unité de l'ENOF répondent aux exigences des clients et sont destinés pour : la construction, les travaux publics et hydrauliques dans la wilaya de *Bejaia* et même les wilayas limitrophes.

Chapitre II
Processus des travaux
d'exploitation

Introduction

Ce chapitre est consacré à la description des travaux actuels de la carrière d'Adrar Oufarnou, à savoir ; les travaux de chargement et de transport, l'excavation, l'abattage et concassage des produits extraits jusqu'à leur préparation mécanique afin de connaître le régime de travail et le nombre des engins utilisé avec la quantité des explosif et accessoires utilisés dans la carrière.

1. Description des travaux actuels de la carrière d'Adrar Oufarnou

Le gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou est exploité à ciel ouvert avec 18 gradins de 10 à 12 m de hauteur.

Les niveaux en phase d'exploitation sont :

- 375m, 365m 350met 300 m dans la partie supérieure de la carrière.
- 290m, 280 m dans la partie médiane de la carrière.
- 245m, 230m, 220m et 210m dans la partie inférieure de la carrière. [2]

Tableau 5: Paramètres des différentes phases d'exploitation

Niveaux (m)	Hauteur de gradin (m)	Situation	Endroit
390-380	15 m	En phase d'ouverture.	Partie supérieure
365-350	12	En activité	Partie supérieure
350-340	10	en phase d'élargissement.	Partie supérieure
300-290	10	En activité	Partie supérieure
290-280	10	En activité	Partie médiane
280-270	10	Travaux de correction « présence d'argile »	Partie médiane
240-230	10	En activité	Partie inférieure
230-220	10	En activité	Partie inférieure
220-210	10	En activité	Partie inférieure
210-200	10	En activité	Partie inférieure

2. Condition technico-minièrre de la carrièrre

2.1. Régime de fonctionnement moyenne

Le régime de travail au niveau de la carrièrre d'Adrar Oufarnou est organisé comme suit :

- Nombre d'heures de travail par poste07 heures /poste
- Nombre de poste par jours02 postes /jour
- Nombre de jours ouvrables par semaine05 jours/semaine
- Nombre de jours ouvrables par année250 jours/an
- Nombre de mois ouvrables par année12 mois/an

2.2. Production de la carrièrre moyenne

L'objectif annuel de la carrièrre d'Adrar Oufarnou est d'assurer une production annuelle de 500 000 tonne/an.

2.2.1. Production mensuelle moyenne

La production mensuelle (Pm) est déterminée par la formule suivante

$$Pm = Pa/Nm \dots \dots \dots 2$$

Pa= Production par année (tonne)

Nm= Nombre de mois/an (12 mois)

AN :

$$Pm = \frac{50000}{12}$$

$$Pm = 41\ 666.67 \text{ ton/mois}$$

2.2.2. Production journalière moyenne

La production journalière est calculée par la formule suivante :

$$Pj = Pm/(Nj/an) \dots \dots \dots 3$$

Nj/an : Nombre de jours ouvrable par année

AN :

$$P_j = \frac{500000}{250}$$

$$P_j = 2000 \text{ tonne/jour}$$

2.2.3. Production par poste moyenne

La production par poste est donnée par la formule suivante :

$$P_p = \frac{P_j}{N_p/j} \dots \dots \dots 4$$

N_p/j : Nombre de poste par jours (2poste)

AN :

$$P_p = \frac{2000}{2}$$

$$P_p = 1000 \text{ tonne/poste}$$

2.2.4. Production horaire moyenne

La production horaire est donnée par la formule suivante :

$$P_h = \frac{P_p}{N_h/P} \dots \dots \dots 5$$

N_h/j = Nombre d'heures par jours (7 heure)

AN :

$$P_h = \frac{1000}{7}$$

$$P_h = 142.85 \text{ tonne/h}$$

Remarque : La production réalisée est de **36 1690 tonne** le taux de la réalisation de l'entreprise et 72,34%.

3. Durée de vie théorique restante de la carrière

$$T = Q_{\text{exp}} / P_a \dots \dots \dots 6$$

P_a : La production annuelle théorique (t).

Q_{exp} : réserves exploitables (t).

$$T = \frac{12\,631\,286}{500\,000}$$

$$T \approx 25 \text{ ans}$$

4. La méthode d'exploitation d'Adrar Oufarnou

La méthode d'exploitation de la carrière d'agrégats d'Adrar Oufarnou et combiné, s'effectue en deux méthodes.

La partie supérieure est exploitée par la méthode d'exploitation à flanc de coteau, dont l'allure des gradins incomplets, et les travaux d'exploitation se développent sur un seul côté de haut vers le bas à partir du niveau 395 (m) jusqu'au niveau 280 (m), soit 10 gradins d'une hauteur moyenne $H_g = 10\text{m}$. Tandis que, la partie inférieure est exploitée par la méthode d'exploitation dite par fosse (fosse emboîtée, fonçage), dont les travaux d'exploitation se développent de haut vers le bas à partir du niveau 245m jusqu'au niveau 200, soit 8 gradins d'une hauteur moyenne $H_g = 10\text{m}$.

Vu que le gisement composé de roches dures, l'abattage se fait avec des travaux de forage et de tir.

Les matériaux abattus sont transportés du front de taille vers l'atelier de concassage à l'aide des Dumpers de différent capacité (tableau 07).

4.1. Mode d'ouverture de carrière d'Adrar Oufarnou

Etant donné que le gisement de la carrière d'agrégat Adrar Oufarnou est situé dans un relief montagneux, l'ouverture de ces types de gisements se fait par « demi-tranchées » de bas (niveaux 260m) vers le sommet (niveaux 350m).

Le choix de la forme du tracé dépend de la pente du flanc de couteau et de l'angle de la demi-tranchée. La forme générale du schéma d'accès de la carrière d'Adrar Oufarnou, est en forme Serpentine.

4.2. Caractéristique de la piste

4.2.1. Largeur de piste

La largeur de la chaussée de la piste, dépend des paramètres techniques des camions utilisés pour le transport. Pour double vois elle est donnée par la formule suivante

$$L = 2 \times (a + c) + x + R \dots \dots \dots 7$$

Où :

- a : la largeur de la benne du camion 3,8m
- c : largeur de la bande de sécurité déterminée par la relation :

$$C = 0,5 + 0,005v$$

Où :

- V : la vitesse moyenne de circulation des camions. V= 20 km/h

Donc : **C=0,6m**

- x : distance entre bennes des camions,

$$X = 2 \times c$$

$$X = 1,2m$$

- R : largeur de la rigole d'évacuation d'eau R=0,5m

Alor :

$$L = 2 \times (3,8 + 0,6) + 1,2 + 0,5$$

$$L = 10,5m$$

Donc, la largeur de la piste pour une circulation à double voie est L=10,5m

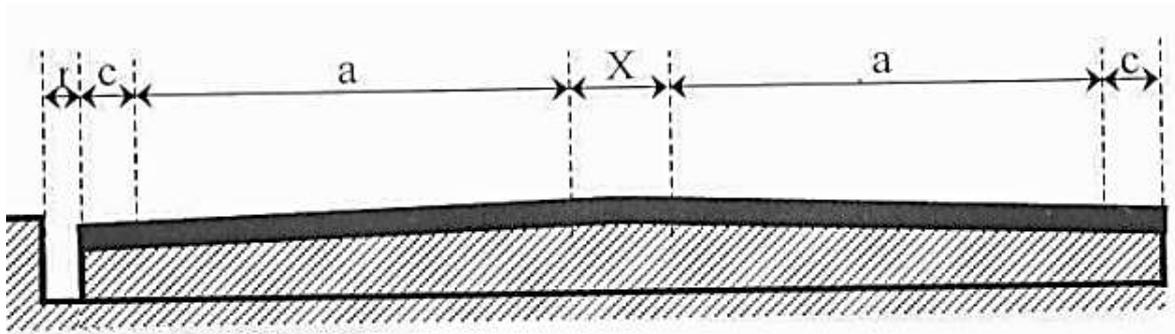


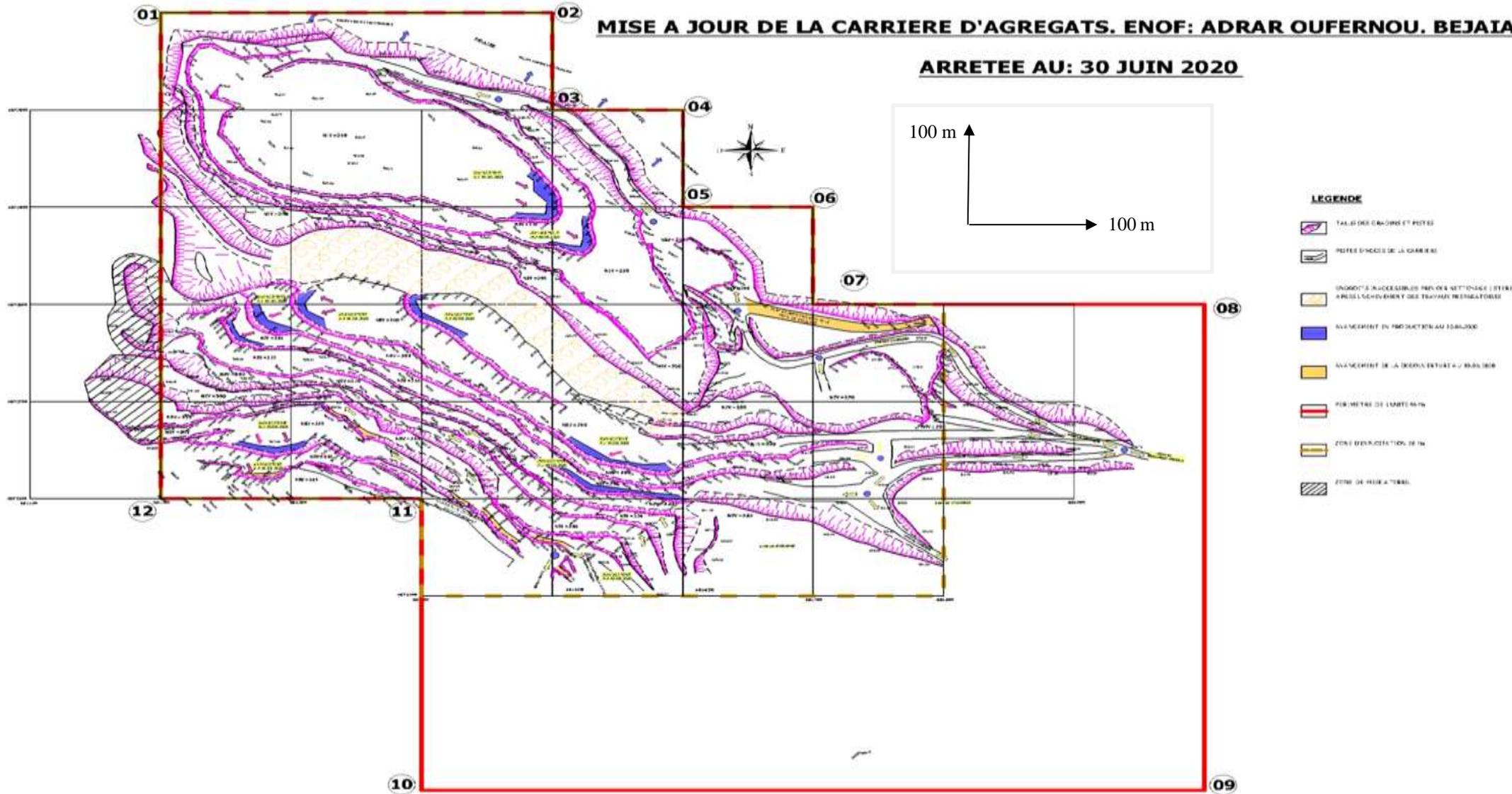
Figure 3 : Schéma de la largeur de la piste.

4.2.2. Pente de la piste

Le profil des pistes doit permettre l'évacuation des d'eau météoriques pour cela, les pistes doivent être légèrement inclinées, la pente de la piste est de :

- 8 à 10% en ligne droite.
- 5 à 6% dans les virages.

Figure 4 : Plan d'exploitation de la carrière d'Adrar Oufarnou (ENOF 2022)



4.3. Principaux éléments du système d'exploitation

Tous les systèmes d'exploitation à ciel ouvert ont des éléments communs, qui sont :

- Le gradin ;
- Le front des travaux du gradin et de la carrière ;
- La plate-forme de travail ;
- La zone de travail ;
- La vitesse d'avancement ;
- Longueur du bloc ;
- Le plan de tir et ses paramètres. [4]

4.3.1. La hauteur du gradin

Une série de facteurs intervient dans la détermination de la hauteur du gradin qui est :

- Caractéristiques des excavateurs employés ;
- Stabilité des roches ;
- Nécessité d'exécuter des tirs d'abattage ;
- Règles de sécurité ;
- Production annuelle.

Dans la législation minière Algérienne la hauteur du gradin ne doit pas dépasser 15 m. Pour le gisement d'Adrar Oufarnou, la hauteur maximale des gradins est de 15 m ce qui est conforme à la hauteur de sécurité. [5]

4.3.2. L'angle de talus du gradin

L'angle de talus des gradins dépend des paramètres physico –mécaniques de la roche et des engins miniers. Pour les roches dures et moyennement dures, cet angle varie entre 60° et 80° par rapport à l'horizontale ; dans notre cas l'angle de talus $\alpha = 70^\circ$.

4.3.3. Plate-forme de travail

C'est la banquette sur laquelle sont disposés les engins d'exécution des travaux miniers. Elle est déterminée par les dimensions des engins du chargement ; du transport ; ainsi que la technique d'abattage (largeur du tas des roches abattues en dehors de l'enlevure) ; les paramètres de ce dernier dépendent des propriétés physico–mécaniques des

roches ; des paramètres de l'explosif (Consommation spécifique) ; et des éléments du système d'exploitation.

La largeur minimale de la plate-forme de travail doit permettre un déplacement libre des engins.

Lorsque l'abattage se fait par explosif ; la largeur minimale de la plate-forme de travail (figure 5) est déterminée par la formule suivante :

$$L_{pt} = A + y + C + T + Z (m) \dots \dots \dots 8$$

Où :

- L_{pt}: Largeur de la plate-forme de travail, (m);
- A : Largeur de l'enlevure en massif, (m);
- y : Largeur du tas des roches abattues en dehors de l'enlevure en massif, (m);
- C : Berme de sécurité, c'est la distance entre l'arête inférieure du tas et la voie de Transport, (m) ;
- T : Largeur de la voie de transport, (m) ;
- Z : Largeur du prisme éventuel d'éboulement, (m) .

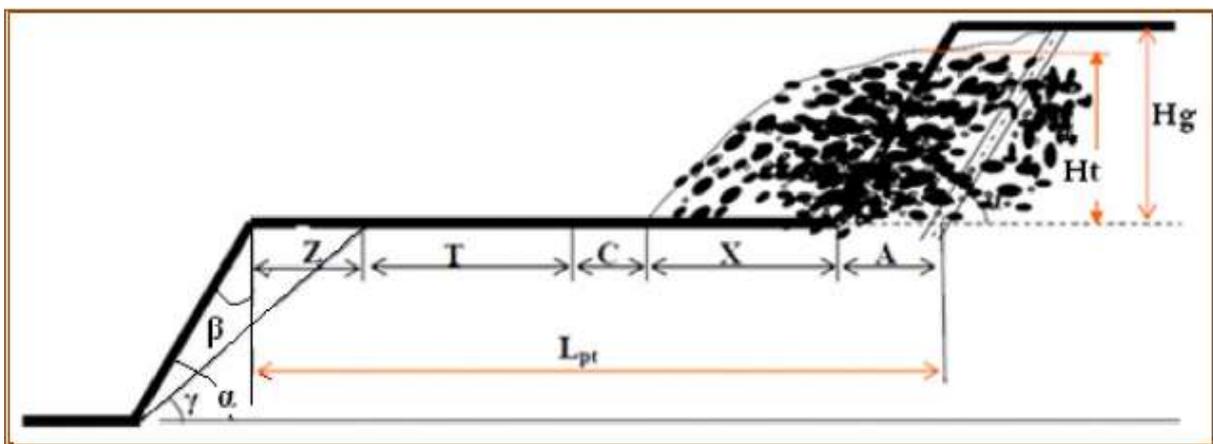


Figure 5 : Schéma de la plate-forme de travail lors de l'abattage à l'explosif [4]

➤ Largeur de l'enlevure en massif A est déterminée par la formule suivante :

$$A = w + (n - 1) \times b$$

- W : ligne de moindre résistance, la variation de la ligne de moindre résistance est due Aux différentes structures du front d'abattage, W = 2,6 m,

- B : distance entre les rangées, $b=2,8m$,
- N : nombre de rangée, $n= 2$

$$A = 5,4m.$$

La largeur X est calculée par la relation suivante :

$$X = A \times \left(\frac{2Kf \times Hg}{Ht} - 1 \right) [m]$$

- Kf : coefficient de foisonnement de la roche, (1,6) ;
- Hg : hauteur de gradin, (m) ;
- Ht : la hauteur de tas $(0,5 \div 0,9) \times Hg$ (m) ; et pour les calcaire $Ht=0,9 \times Hg$.

Alors :

$$X = 5,4 \times \left(\frac{2 \times 1,6 \times 11}{10} - 1 \right) = 13,6m$$

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

$$C = 0,2 \times Hg, (m).$$

$$C = 2,2 m$$

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

$$Z = Hg \times (1/\tan \gamma - 1/\tan \alpha), (m).$$

γ : L'angle de talus de gradin en liquidation, ($35^\circ - 60^\circ$), on prend $\gamma = 60^\circ$;

α : L'angle de talus de gradin en exploitation, 80° ;

$$Z = 4,4m.$$

- La largeur de la voie de transport est de : $T = 8,5 m$.

Donc la largeur minimale de la plate-forme est :

$$L_{pt} = 34,1 m.$$

5. Travaux d'abattage dans la carrière d'Adrar Oufarnou

5.1. L'Abattage

L'abattage est l'opération de destruction du massif rocheux jusqu'à l'obtention des Morceaux de dimensions nécessaires et admissible pour que le travail des engins de Chargement et de transport soit efficace, ainsi que le traitement mécanique (concassage Primaire). [5]

5.1.1. Choix du mode d'abattage

Le choix du mode d'abattage des roches dépend du type de roche, et leur état naturel ;

- Des propriétés physico – mécaniques et technologiques des roches ;
- De la productivité de l'entreprise minière ;
- Des paramètres techniques des engins et des équipements miniers disponibles et des exigences fixées à la qualité du minerai extrait.

On distingue l'abattage par pelle et par excavateur pour les roches tendres, et l'abattage à l'explosif pour les roches dures.

5.1.2. L'abattage à l'explosif

L'abattage des roches à explosif est très répandu dans les mines à ciel ouvert et c'est une méthode principale pour la préparation des roches dures. L'abattage à l'explosif est pratiqué dans les milieux rocheux qui ont une résistance à la compression de plusieurs centaines de Kgf/m².

Les travaux d'abattage des roches doivent assurer : [04]

- Degré nécessaire et régularité de la fragmentation des roches ;
- Etat normal du pied du gradin, c'est-à-dire la surface plate sans rebords ;
- Formation du tas de la masse minière abattue avec forme et dimensions nécessaires ;
- Volume nécessaire de la masse minière abattue pour le travail régulier des engins de chargement ;
- Action sismique minimales pour l'installation au jour et l'environnement ;
- Dépense minimale et grande sécurité du travail.

D'après les critères de choix du mode d'abattage des roches, l'abattage à l'explosif est utilisé dans la carrière d'Adrar Oufarnou.

5.2. Le Forage

La foration dans la carrière d'Adrar Oufarnou est réalisée par une Sondeuse ATLAS COPCO et un chariot de foration

5.2.1. Rendement du la sondeuse ATLAS COPCO

➤ Le rendement par poste de la sondeuse ATLAS COPCO est déterminé par la formule suivante :

$$RS = 60 \times Tp \times Kd \times Vf / m/poste).....9$$

Tel que

- TP : la durée de travail par poste (Tp=7h) ;
- Kd : coefficient de disponibilité (Kd=0,49)
- Vf : vitesse de foration (Vf=0,35)

$$Rs \text{ son/jr} = 60 \times 7 \times 0,49 \times 0,35$$

$$Rs \text{ son/jr} = 72,03 \text{ (m/poste)}$$

Rendement du la sondeuse hydraulique en (m/an)

$$Rs = Rs \text{ son/jr} \times Np \times Nj/an$$

Tel que

- Np : nombre de poste. (2 poste)
- N j/an : nombre de jours ouvrable par ans (250 j)

$$Rs = 72,03 \times 2 \times 250$$

$$Rs = 36015 \text{ m /an}$$

5.2.2. Rendement du chariot de foration

➤ Rendement du chariot de foration en (m/poste) est déterminé par la formule suivante :

$$RGp = 60x Tp \times Kd \times Vf 10$$

Tel que

- TP : la durée de travail par poste (Tp=7h) ;
- Kd : coefficient de disponibilité (Kd=0,73)
- Vf : vitesse de foration (Vf=0,14)

$$RCf/jr = 60 \times 7 \times 0,73 \times 0,14 = 42.93 \text{ m/poste}$$

Rendement du Groupe de foration en (m/an)

$$RCFp = RGp/jr \times Nj$$

$$RCFp = 43 \times 250$$

$$RCFp = 10750 \text{ m/an}$$

5.2.3. Les explosifs utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou

D'après la consultation du guide technique des explosifs et accessoires de tir, réalisé par l'O.N.E.X (Office National des Substances Explosives), et aussi compte tenu de la nature et des caractéristiques de la roche, 2 types d'explosif utilisé dans la carrière Adrar Oufarnou:[6]

Tableau 6: Paramètres des Explosifs utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou

Paramètres	Marmanit III	Anfomil
Densité	1,33	0,9
Diamètre d'une cartouche (mm)	65	/
Vitesse de détonation (m/s)	6500	3000
Poids de l'explosif (kg)	2,5	25
Longueur de la cartouche (cm)	75	/
Résistance à l'eau	Moyenne	faible
Aptitude de travail (cm ³ /10g)	360	320

5.2.4. Accessoires de tir utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou

Les accessoires du tir utilisés dans la carrière sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7: Besoins en explosifs et accessoires

Explosifs et accessoires	Nature	Quantité	Unité
Nature des explosifs	Marmanit : 65 mm	2200	Kg
	Anfomil	1800	
Cordeau détonant.	20 gr	1800	ML
D.E.I	N° 0	5	Unités
D.M.R	N° de 1 à 12	95	
Fil électrique	02 conducteurs	500	ML

5.2.5. Paramètre du plan de tire de la carrière Adrar Oufarnou

La conception d'un plan de tir s'appuie sur un certain nombre de données variables et d'éléments propres à l'entreprise qu'il faut s'efforcer de connaître ou de définir, les objectifs techniques et économiques et en particulier ceux qui concernent la granulométrie et les coûts.[7]

Tableau 8: Paramètre du plan de tire de la carrière Adrar Oufarnou

Paramètre	Valeur	Unité
Diamètre de trou	89	mm
L'inclinaison de trou	10	Degré (°)
Banquette maximale	4,48	m
Correction du fait de la déviation des trous de mine	3,93	m
L'espacement	4,91	m
L'excès de forage	1,34	m
La longueur de foration	12,51	m
Le nombre de rangée	2
La hauteur de la charge Pied	5,1	m
Charge linéaire de pied	4,74	Kg /m
Quantité d'explosif au Pied du gradin	24,17	kg
La hauteur du bourrage	3,93	m
La hauteur de la charge de Colonne	3,47	m
Charge linéaire de colonne	2,37	kg/m
Quantité d'explosif en Colonne	8,22	kg
Quantité d'explosif dans un trou	32,39	kg
Consommation spécifique d'explosif	0,15	kg/m ³

6. Travaux de chargement et de transport

6.1. Le chargement

Les travaux de chargement du produit abattu, dans la carrière d'Adrar Oufarnou sont assurés avec la pelle excavatrice marque CATERPILLAR 345D sur chenilles d'une capacité de godet de 5 (tonne) et une Pelle J-DEERE sur chenilles de capacité d'une capacité de godet de 8 (t).

Les paramètres de ces engins de chargement sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9: Rendement de matériel utilisé dans la carrière d'Adrar Oufarnou

Désignation	Affectation	Capacité (tonne)	Année d'acquisition	Coef d'utilisation %	Rendement (tonne /poste)
PELLE CAT 345D	Carrière	5	2011	60	5225,47
PELLE J-DEERE	Carrière/station	8	2013	85	5538,36

6.2. Transport dans la carrière d'Adrar Oufarnou

Le transport est un processus d'une importance capitale dans les travaux miniers, car il assure la liaison entre le lieu d'extraction de la matière première et le lieu de la transformation, mais son choix est basé sur des calculs selon les conditions d'utilisation et le lieu de travail.

Le transport de produit au niveau de notre unité est assuré par 5 camions (tableau c'est après).

La distance de transport de la carrière à la station est de 1.2 km-1.5km pour le Niveau inférieur, et de 840m- 870m pour le Niveau Supérieure

La durée du cycle est 28mn pour le Niveau Inférieur et 20 mn pour le Niveau Supérieur avec une durée moyenne de 25 mn.

Les paramètres de ces engins de transport sont illustrés dans le tableau ci-dessous

Tableau 10: Rendement des engins utilisés dans la carrière d'Adrar Oufarnou

Désignation	Affectation	Capacité (tonne)	Année d'acquisition	coef d'utilisation (%)	Rendement tonne/poste
TerexTA400	Carrière	35	2013	73	357,408
TerexTR 35-1	Carrière	28	2015	95	298
TerexTR 35-2	Carrière	28	2015	95	361,76
ASTRA RD 32	Carrière	25	2007	40	136

6.3. Préparation mécanique des granulats

La station de concassage de la carrière d'Adrar Oufarnou (voir la figure 6) ci-dessous type de GARNIER a mâchoire d'une capacité de production théorique de 200 tonnes /heure. A été installées durant l'année 1978 avant de subir au fur et à mesure, des modifications structurelles importantes comme suite :

- En 1986-1988 l'unité a procédé au renouvellement du concasseur tertiaire GARNIER CAH500 par des concasseurs de type ALSTHOM.
- En 2003, l'unité s'est vue renforcée ses capacités de production par l'acquisition d'un broyeur à sable de marque KRUPP pour pouvoir honorer ses engagements face à une demande de plus en plus importante.
- En 2008, un nouveau concasseur à percussion (secondaire) de marque ARJA, est livré à l'unité pour réhabiliter de façon durable ses capacités de traitement et elle a été mise en fonction avec le concasseur primaire GRANIER qui subit à son tour une rénovation importante.



Figure 6 : Vue générale de la station de concassage de l'unité Adrar Oufarnou

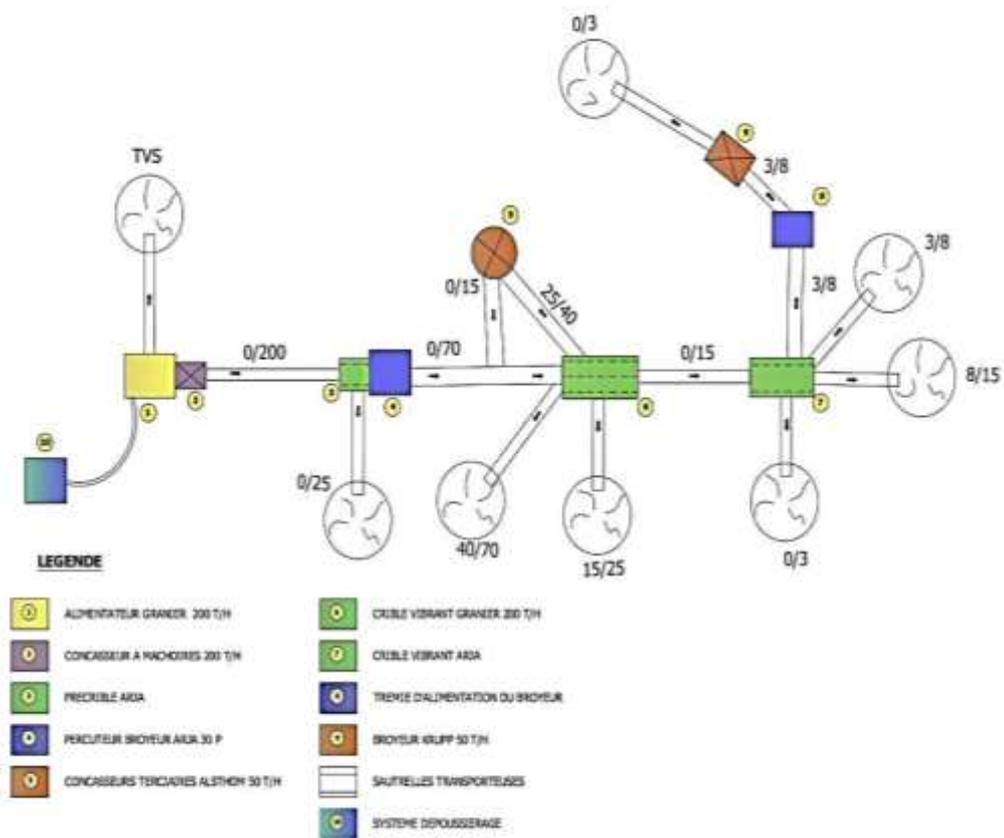


Figure 7 : Schéma technologique de l'installation de traitement d'Adrar Oufarnou (plan d'exploitation ENOF)

Selon les essais de réévaluation des capacités des installations fixes effectués en 2011, les rendements horaires de la station de concassage sont comme illustrés dans le tableau ci-après :

Tableau 11: Capacité et taux d'utilisation de la Station de concassage

Désignation des équipements	Capacité (T/h)	date d'acquisition	Taux d'utilisation (%)	Rendement tonne/ an
Concasseur à mâchoire	200	30/06/1978	68	440232
Concasseur ARJA	200	30/06/2008	68	440232
Concasseur ALSTHOM	54	03/10/2010	68	118862,64
Broyeur KRUPP	50	30/06/2003	68	110058

Conclusion

Au cours de la réalisation de cette partie, Nous avons défini les travaux actuels de la carrière d'Adrar Oufarnou, ainsi que son mode d'ouverture et de la méthode d'exploitation,

L'exploitation du gisement se fait par l'abatage à l'explosif, la qualité d'abatage a une influence importante sur les indices technico-économiques des processus technologiques comme : le chargement, le transport et le concassage.

Chapitre III
Identification des couts de
l'unité

Introduction

Afin d'évaluer la rentabilité du projet et de calculer le prix de revient d'une tonne d'agrégats produites au niveau de la carrière d'Adrar Oufarnou, nous allons commencer par l'identification des coûts d'investissement durant l'année 2021 et pour les cinq dernières années du 2017 au 2021, parmi ces coûts nous avons :

- Les coûts consacrés à l'abattage, le transport des produits abattus et la construction de route, eau, gaz etc.....

- Les différentes taxes de la redevance d'extraction minière, de la remise en état des lieux...

- Les coûts consacrés à la préparation mécanique de la roche utile et son transport.

1. Le permis minier de la carrière d'Adrar Oufarnou

Le gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou est exploité par un permis minier d'exploitation délivré par l'Agence National des Activités Minière (ANAM) sous le code 1056PXM en date du 25/12/2013 jusqu'au 25/12/2023 pour une durée de validité de 10 ans.

2. Production annuelle

Le projet bénéficiaire est basé sur une capacité de production élevée, tant que la capacité de production annuelle augmente, le chiffre d'affaire augmente aussi, cela permet d'avoir plus de bénéfice et que la carrière soit rentable. La production annuelle de la carrière d'Adrar Oufarnou pour les cinq dernières années (2017 jusqu'au 2021) sont illustrés dans le tableau ci-après.

Tableau 12: Production annuelle de l'unité d'Adrar Oufarnou (plan d'exploitation 2021)

Classe des produits	Année				
	2017	2018	2019	2020	2021
Produit fini (tonne)	330 704	327 367	292 570	342 372	356 168
Produits Divers (tonne)	11 880	12 525	51 67	1 133	5 522
TVS (tonne)	0	37 582	17 543	6 545	0
Total produits (tonne)	342 584	377 474	315 280	350 050	361 690

3. La production annuelle vendue par l'unité d'Adrar Oufarnou

La production annuelle vendue par l'unité de production d'agrégat d'Adrar Oufarnou depuis 2017 jusqu'à 2021 est représentée dans le tableau ci-après.

Tableau 13: La production annuelle vendue par l'unité d'Adrar Oufarnou (2017-2021)

Classe des produits (tonne)	2017	2018	2019	2020	2021
Sable 0/3	76 160	95 684	78 488	55 465	45 307
3/8	50 476	8 350	7 774	9 861	7 742
8/15	58 389	67 793	60 467	51 897	35 638
15/25	30 217	36 171	26 303	19 694	11 661
25/40	7 038	4 044	5 033	4 822	651
40/70	2 780	12 951	3 724	8 867	6 982
0/25	88 858	46 140	70 526	59 448	83 298
0/40	20 305	27 547	28 051	94 712	101 134
Total P. Finis	334 223	298 680	280 366	304 746	292 413
TV Carrière	8 015	8 320	5 167	1 078	5 522
Enrochements	0	420	0	55	0
Total produits Divers	7 246	12 525	5 167	1 133	5 522
TVS	13 954	37 582	17 543	6 545	0
Total	355 423	348 787	303 076	312 423	297 935

4. Le prix de vente des granulats de la carrière d'Adrar Oufarnou

Le prix de vente a pour but de procurer la plus forte recette globale possible, en équilibrant aussi exactement que possible les tonnages produits et les tonnages vendus, qualité par qualité. Le prix de vente des produits par fraction est illustré dans le tableau ci-après.

Tableau 14: Prix de vente des produits par classe (2017-2021)

Classe des produits (tonne)	2017	2018	2019	2020	2021
0/3	700	700	700	700	700
3/8	500	500	500	500	500
8/15	700	700	700	700	700
15/25	650	650	650	650	650
25/40	550	550	550	600	600
40/70	600	600	600	600	600
0/25 pré crible	400	400	400	400	400
0/40 mélange	600	600	600	600	600
TVS	250	250	250	320	320
Moellons	600	600	600	600	600
TVC	600	600	600	600	600

5. Le chiffre d'affaire annuel

Le chiffre d'affaires est la somme des ventes de biens ou de services d'une entreprise avec les tiers dans l'exercice de son activité professionnelle normale et courante. Il correspond à la partie vendue de la production et aux reventes de marchandises (en l'état).

Il demeure une référence pour traduire l'importance de l'évolution de l'activité : c'est le principal indicateur comptable d'activité de l'entreprise [8].

Le chiffre d'affaire annuel de l'entreprise est calculé par la formule suivante :

$$CA = PA \times PV \dots \dots \dots 11$$

- PA : production annuelle vendue (tonne) ;
- PV : Prix de vente (DA).

Tableau 15: Chiffre d'affaire annuel (2021)

Classe du produit	Prix de vente (DA/tonne)	quantité vendue (DA/tonne)	Coûts (DA)
0/3	700	45 307	31 714 900
3/8	500	7 742	3 871 000
8/15	700	35 638	24 946 600
15/25	650	11 661	7 579 650
25/40	600	651	390 600
40/70	600	6 982	4 189 200
0/25 pré crible	400	83 298	33 319 200
0/40 mélange	600	101 134	60 680 400
TVS	320	0	0
TVC-Enrochement	600	5 522	3 313 200
Total	/	297 935	170 004 750

Tableau 16: Chiffre d'affaire annuel (2017-2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Chiffre d'affaire (DA)	197 046 786	204 011 932	175 782 111	184 465 486	170 004 750

6. Le prix de vente moyenne de la carrière d'Adrar Oufarnou

Nous définirons le prix de vente moyenne à la tonne, comme étant le résultat de la division de la totalité du chiffre d'affaire annuel par la production annuelle vendue au cours de cette même année. Le prix de vente moyenne est calculé comme suite :

$$PVM = CA/QA \dots\dots\dots 12$$

Telle que :

- CA : Le chiffre d'affaire annuel ;
- QA : la quantité annuelle vendue.

Remarque : Les prix de vente reste toujours discutables. La concurrence accorde des réductions des prix et remises pour stimuler le maximum de clients suite à la récession que connait le marché d'agrégats, Bien que l'unité parvient à maintenir ses clients habituels.

Tableau 17: Prix de vente moyenne du (2017-2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Prix de vente moyenne (DA)	554,40	584,92	579,99	590,40	570,61

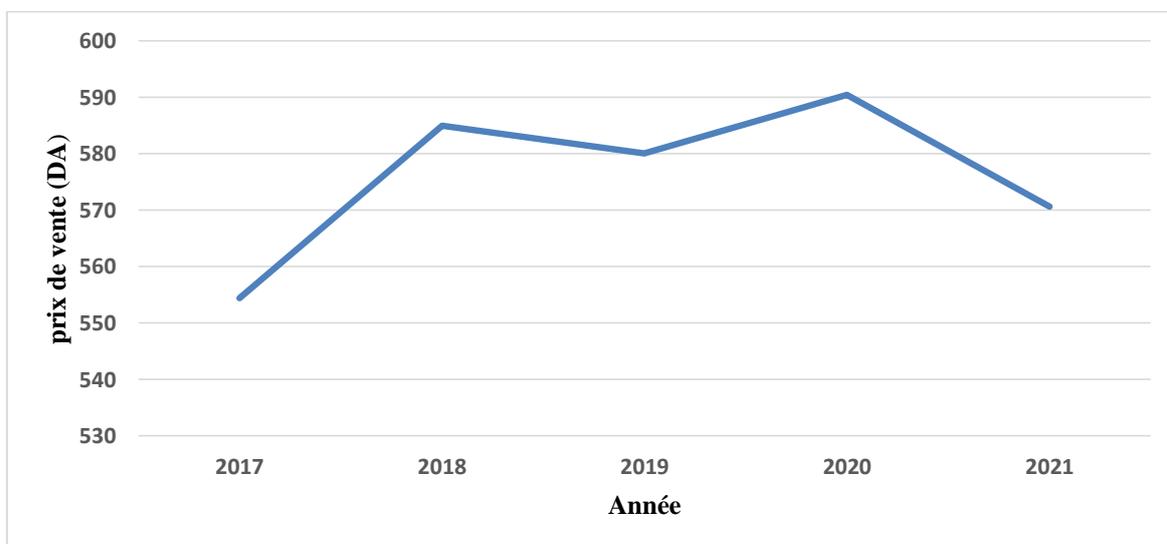


Figure 8 : Evolution du prix de vente des cinq dernières années (2017-2021)

7. Le capital de l'entreprise

Le capital est l'autre facteur indispensable à l'activité productive. Il est constitué par l'ensemble des biens intervenant dans la production d'autres biens, mais représente aussi la totalité des richesses à la disposition de l'entreprise.

Il recouvre donc des réalités diverses ; on parle ainsi de :

- Capital humain, qui fait référence aux ressources humaines de l'entreprise ;
- Capital financier, qui désigne l'argent investi dans l'entreprise par les associés ou les actionnaires, ou l'argent emprunté à une institution financière et qui sert à se procurer du capital technique, ou l'autofinancement de l'entreprise ;
- Capital technique, qui est l'ensemble des biens de production acquis par l'entreprise. [9]

8. Identification des couts de l'unité D'Adrar Oufarnou

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. [10]

8.1. Identification des coûts fixes de l'unité D'Adrar Oufarnou

Les coûts fixes ou charges de structure, ce sont les charges liées à l'existence de l'entreprise et correspondant, pour chaque période de calcul, à une capacité de production déterminée. Ces charges sont relativement « fixes » lorsque le niveau d'activité évolue peu au cours de la période de calcul. Les coûts fixes correspondent aux charges engendrées par l'administration ou les investissements durables. Ils ne sont pas proportionnels aux quantités fabriquées. [11]

8.1.1. Les amortissements annuels de l'unité D'Adrar Oufarnou

8.1.1.1. Les amortissements pour l'année 2021

Les amortissements représentent une part de la valeur du capital fixe qui, dans le processus de production, au fur et à mesure, est transmis dans le prix de revient du produit. Les amortissements d'un engin constituent l'un des éléments des frais fixes que l'entreprise doit récupérer pour reconstituer le capital nécessaire à l'achat d'un nouvel engin. Donc, amortir un équipement, c'est mettre chaque année de côté une somme d'argent qui permet de rembourser le capital à la fin de la vie de l'équipement. C'est donc une manière de répartir les grosses dépenses sur plusieurs années et de régulariser les résultats. [12]

Les amortissements qu'on a désignés sont :

- Matériel d'extraction et de forage :
 - Matériels de roulage et de chargement ;
 - Equipement de soutien ;
 - Bureaux administratifs et accessoires ;
 - Matériels et les installations.
- **remarque** : on a classé les amortissements de matériel d'installation de la carrière par unité leur date d'acquisition est (1978-2021).

A. Matériel de forage

Tableau 18: Amortissement annuel des engins d'extraction et de forage (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (année)	date acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Compresseur ATLAS	5	31/12/2003	6229197,66	0.00
Sondeuse ATLAS COPCO	5	17/11/2007	20898024,35	0.00
Compresseur INGERSOLL- RANDDXL 750	5	03/09/2013	246068,28	0.00
Marteau piqueur	5	01/06/2017	124287,18	24857,436

total	/	/	27497577,47	24857,436
-------	---	---	-------------	-----------

La somme de l'amortissement annuel des engins d'extraction et de forage (2021) est : **24857,44DA.**

B. Matériels de roulage

Tableau 19: Amortissement annuel des matériels de roulage (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (année)	date acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Dumper ASTRA	5	30/06/2004	18 393 605.46	0.00
Bulldozer	5	21/09/2014	38 493 724.00	0.00
Dumper ASTRA BM 35	5	01/04/2012	8 201 971.04	0.00
Dumper TEREX	5	19/12/2013	37 781 079.23	0.00
Dumper de CARRIERE TR35 N°1	5	31/12/2016	34 707 623.39	6 941 524.67
Dumper de CARRIERE TR35 N°2	5	31/12/2016	34 707 623.39	6 941 524.67
total	/	/	172 285 626.50	13 883 049.34

La somme de l'amortissement annuel des engins de roulage est : **13 883 049,34 DA.**

C. Matériels de chargement

Tableau 20: Amortissement annuel des matériels de chargement (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (an)	date acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Pelle excavatrice CATERPILLAR	5	07/07/2011	26 534 581.99	0.00
Chargeur sur pneus JOHN DEERE 824 K	5	02/12/2013	30 678 306.96	0.00
Chargeur sur pneus	5	17/06/2014	20 922 814.00	0.00
total	/	/	78 135 702.95	0.00

D. Station de concassage

Tableau 21: Amortissement annuel de la station de concassage (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (an)	date acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Alimentateur grainier	5	30/06/1978	700 000.00	0.00
Concasseur a mâchoire	5	30/06/1978	3 000 000.00	0.00
Transporteurs grainier	5	30/06/1978	380 000.00	0.00
Pupitre de commande	5	30/06/1978	300 000.00	0.00
Trémie d'alimentation	5	30/06/1978	300 000.00	0.00
Concasseur B800	10	30/06/1978	3 198 531.37	0.00
Crible grainier	5	30/06/1978	650 000.00	0.00
Broyeur KRUUP	5	30/06/2003	12 970 582.24	0.00
Equipe de	5	30/06/2008	29 571 390.19	0.00

réhabilitation ARJA				
Armoire de commande Electric 400KVAR	5	12/07/2009	29 571 390.19	0.00
Concasseur giratoire ALSTHON	5	03/10/2010	1 075 723.97	0.00
Citerne galvanise 4800L	10	24/05/2015	96 000.00	9 600.00
Armoire métallique	10	17/06/2015	64 102.56	6 410.26
Broyeur primaire	5	31/12/2016	2 300 000.00	0.00
Système d'abattage de poussière	10	31/12/2016	6 172 152.71	617 215.27
Compresseur	10	18/09/2018	60 000.00	6 000.00
Total	/	/	90 409 873.23	639 225.53

La somme de l'amortissement annuel de la station de concassage pour l'année 2021 est : **639 225,53 DA.**

E. Amortissement annuel de moyen des Equipements de soutien (2021)

Tableau 22: Amortissement des équipements de soutien (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (an)	Date acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortisseme nt annuel (DA)
Microbus STD 15 places	5	27/05/2009	1 837 606.84	0
Bus COASTER 30 places	5	26/08/2014	6 837 606.84	0
Camion k120 plateau STD	5	19/11/2007	3 480 000.00	0
Camion-citerne DAEWOO	5	20/11/2013	6 449 572.65	0
Ambulance DUCATO	5	31/12/1990	687 798.50	0
Vehicule PIC-UP MAZDA type B2900 DC 4*2	5	11/02/2006	1 123 931.00	0
Véhicule HYUNDAI accent	5	07/03/2006	589 743.59	0
Véhicule VAZ NIVA	5	07/03/2006	132 327.50	0
Véhicule NISSAN SUNNY5	5	08/03/2006	1 249 487.18	0
Véhicule HYUNDAI accent	5	27/12/2008	684 358.98	0
Chevrolet new OPTRA	5	31/12/2008	1 222 222.22	0
total	/	/	24 294 655.30	0

La somme de l'amortissement annuel des Equipements de soutien=0 Da (déjà amortis avant 2021)

F. Amortissement des bureaux administratifs et accessoires

Tableau 23: Amortissement annuel des bureaux administratifs et accessoires (2021)

Désignation	Durée d'amortissement (an)	date de construction	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Bâtiments industriels	20	01/01/1978	1 760 289.20	0 .00
Bats indust gros œuvres	20	31/12/2015	80 000.00	4 000.00
Indust second œuvres	20	31/12/2015	132 562.69	6 628.13
Bats indust étanchéité	20	31/12/2015	39 300.00	1 965.00
Bâtiments administratifs et commerciaux	20	01/06/1978	2 665 685.13	0.00
Agenc.batim.et locaux	5	10/02/2010	593 103.92	0.00
total	/	/	5 270 940.94	12 593.13

La somme de l'amortissement annuel des bureaux administratifs et accessoires est :
12593.13 DA

G. L'amortissement des matériels d'installation de l'unité

Tableau 24: Amortissement annuel des matériels et installations accessoires

Désignation	Durée d'amortissement	date d'acquisition	Frais d'acquisition (DA)	Amortissement annuel (DA)
Matériel de reforme	5	/	84 061 232.24	0.00
Matériel de bureau(1)	5	/	937 013.51	54 541.67
Matériel informatique	5	/	2 970 847.05	104 416.66
Matériel de projection	5	/	104 200.00	0.00
Mobilier de bureau(2)	5	/	346 089.24	0.00
Mobilier d'habitation	5	/	445 646.22	6 554.62
Equipement ménager	10	/	42 521.01	4 252.10
Matériel et équipement cantine	10	/	57 500.00	0.00
Install production de l'énergie	5	/	434 500.00	1 925.00
Autres matériels d'exploitation	5	/	756 650.00	0.00
Matériel et équipe d'atelier	5	/	5 119 185.25	372 714.57
Matériel électrique et télécommunication	10	/	2 578 993.32	223 961.39
Matériel de protection et sécurité	5	/	1 942 809.03	0.00
Matériel de mesure Topographique	5	/	6 364 930.35	949 149.90
Matériel de laboratoire	5	/	1 210 784.65	0.00
Installation chauffage et réfrigérateur	5	/	1 876 242.49	63 684.88
Installations de sécurité	5	/	4 200 000.00	28 000.00
Total	/	/	113 449 144.36	1 809 200.79

La somme des amortissements de matériel d'installation de la carrière est :
1809200,79 DA

Tableau 25: Amortissement annuel total de la carrière d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021

Désignations	Valeur d'amortissement 2021(DA/an)
Matériels d'abattage	24857,436
Matériels de roulage et de chargement	13 883 049,34
Matériels de préparation mécanique	639 225,53
Equipement de soutien	0,00
Bureaux administratifs et accessoires	12593,13
matériel d'installation de la carrière	1809200,79
Total	16 368 926,23

La somme des amortissements de la carrière d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021 est : **16.368.926,23 DA/an.**

8.1.1.2. L'amortissement annuel de la carrière d'Adrar Oufarnou du (2017-2021)

Tableau 26: Amortissement annuel du (2017-2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Amortissement (DA)	45 607 987.20	43 311 127.02	24 611 493.96	16 496 240.08	16 368 926.23

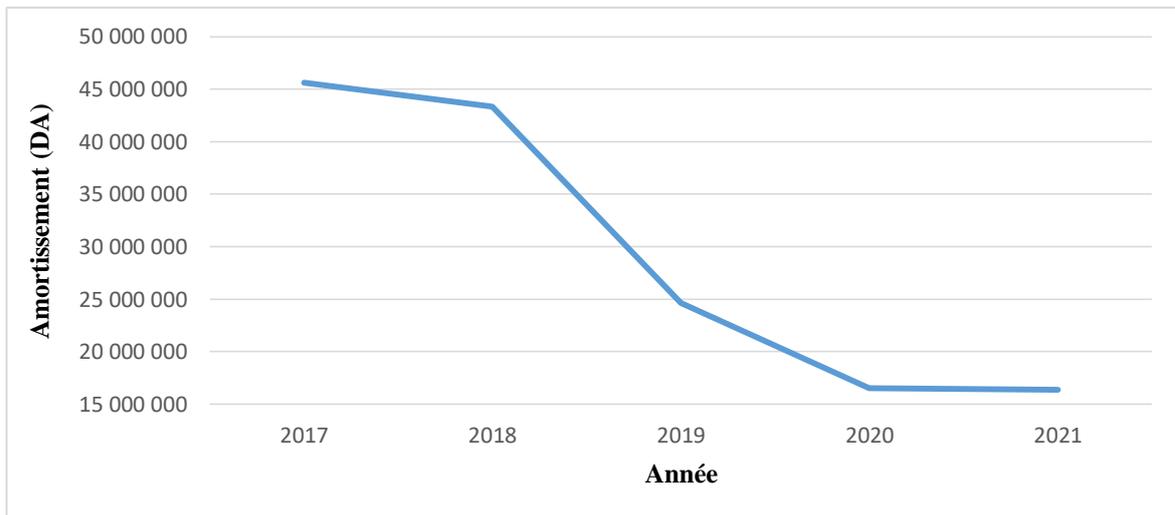


Figure 9 : Evaluation de l'amortissement annuel du (2017-2021)

Interprétation :

D'après la figure ci-dessus, on remarque que la valeur d'amortissement des capitaux fixes est diminuée chaque année, cela est expliqué que la quasi-totalité des frais d'acquisition des matériels et engins presque remboursés en fin de l'année 2021 d'une part, et un manque d'investissement destiné au renouvellement des équipements de l'entreprise d'autre part.

8.1.2. Amortissement des travaux préparatoires et de développement

Les travaux d'extension de la carrière réalisés en 2021 sont repartis comme suite :

- Décapage du niveau 390 m partie sommitale S-W ;
- Nettoyage et élargissement du gradin 350m pour accéder à la plate-forme 340m ;
- Élargissement de la piste reliant le niveau 330m au niveau 350m ;
- Préparation des plates-formes supérieures 380m, 365m et création de front initial avec une surface de 3794m² prêt pour l'abattage à l'explosif ;
- Nettoyage des gradins (280m – 250m) couverts par les argiles au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation ;
- Réouverture du gradin 270 m.

Les frais amortis après l'avis favorable par l'ANAM de ces travaux sont illustrés dans le tableau ci-après :

Tableau 27: Amortissement des travaux d'extension

Désignation	Frais (DA)
Carburant et lubrifiant	7 912 437.00
Matériels et fournitures	9 272 641.00
Frais personnel	9 373 950.00
Amortissement d'engin	3 470 762.00
Total	30 029 790.00

La somme d'amortissement de ces travaux est : **30 029 790 DA**

Remarque : Ces charges immobilisées sont 100% remboursée, la même année par l'ENOF.

8.1.3. Taxe superficiare

La taxe superficiare est perçue sur la base du barème fixé de la loi minière (**voir annexe I**), dont la taxe superficiare (TS) est calculée selon la formule suivante :

$$Ts (DA) = \text{droit fixe annuel (DA)} + \text{droit proportionnel (DA/ha)} \\ \times \text{surface (ha)} \dots \dots \dots \mathbf{12}$$

$$Ts = \mathbf{10\ 000 (DA)} + \mathbf{250 \times 46 (h)}$$

$$Ts = \mathbf{21\ 500,00 DA}$$

La taxe superficiare du (2017 au 2021) de la carrière d'Adrar Oufarnou est illustrée dans le tableau ci-après.

Tableau 28: La taxe superficiare pour les 5 dernières années (2017 au 2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Taxe superficiare (DA)	21 500	21 500	21 500	21 500	21 00

8.2. Les coûts fixes annuels de l'entreprise

Tableau 29: Les couts fixes des dernières 5 années (2017-2021)

Désignation des coûts	2017	2018	2019	2020	2021
Amortissement des biens	45 607 987.20	43 311 127.02	24 611 493.96	16 496 240.08	16 368 926.23
Taxe superficiare	21 500.00	21 500.00	21 500.00	21 500.00	21 500.00
coûts fixes	45629487,2	43332627,02	24632993,96	16517740,08	16390426,23

8.3. Identification des coûts variable de l'unité

Les coûts variables ou opérationnels sont des coûts constitués seulement par les charges qui varient avec le volume d'activité de. Ces coûts englobent :

- La remise en état des lieux ;
- Redevances d'extractions ;
- Les consommables sont constitués des matières et fourniture nécessaire pour l'activité de la carrière, ce sont généralement :
 - Pièces de rechanges
 - Carburants et lubrifiant
 - Huiles et graisses
 - Energie électrique
 - Pneumatiques

- Les explosifs
- Réactifs chimiques
- Fer, bois, acier etc...,

8.3.1. Les frais des consommables de l'unité d'Adrar Oufarnou

A. Les frais des consommables de l'unité d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021

Tableau 30: Les frais consommable de l'unité d'Adrar Oufarnou pour l'année 2021

Désignation des consommables	Frais annuel (DA)
Gaz oil	6 595 047,00
Essence	385 754,16
Huiles	2 739 953,46
Graisses	749 025,84
Oxygène acétylène	26 000,00
Butane et propane	600,00
Explosifs	6 925 817,10
Accessoires explosifs	1 612 252,90
Pièces rechanges équipements de production	8 478 047,26
Pièces de rechanges matériels de transport	564 490,39
Pièces de rechanges autres	962 839,95
Pneus	3 226 614,98
Drogueries	61 806,75
Quincaillerie	168 670,51
Petit outillage	25 657,95

Fer de construction	7 142,85
Matériaux de construction	28 430,00
Matériels et fournitures électriques	1 686 594,42
Fournitures de bureau	671 708,56
Effets de sécurités et vêtements de travail	609 432,48
Fournitures diverses	112 830,00
Achats prestations de services	6 948 072,00
Electricité	2 179 640,10
Eau	172 900,00
Total	44 39 328,66

B. Les frais consommables du (2017-2021)

Tableau 31: Les frais consommables du (2017-2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Frais (DA)	49 313 865,37	40 358 107,57	45 539 318,77	36 199 875,21	44 939 328,66

8.3.2. Taxe de la remise en état des lieux

Le taux de cette provision, déterminé par l'Agence Nationale des Activités Minières est fixé au maximum, à deux pour cent (2%) du chiffre d'affaire annuel hors taxe selon la production annuelle du carrier (<5000000 />330000), en rapport avec le degré des nuisances modifications susceptibles d'être apportées à l'état des lieux et à l'intégrité du site minier (**Voir annexe II**)

A. **Taxe de la remise en état des lieux pour 2021**

$$Tr = 1.75\% \times CA \dots \dots \dots 13$$

$$Tr = 170\,004\,750,00 \times 1.75\%$$

$$Tr = 2975083.125 \text{ DA}$$

- CA : chiffre d'affaire annuel ;
- T : taux de la provision pour la remise en état des lieux

Le coût de cette opération est estimé à : **2975083.125 DA**

B. **La remis en état des lieux du (2017-2021)**

Tableau 32: Taxe de la remis en état des lieux du (2017-2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Taxe (DA)	3448318,7	3570208,8	3076186,9	3228146,0	2975083.12
	6	1	5	1	5

8.3.3. Redevances d'extractions

Les taux applicables pour le calcul de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles sont fixés (notre minerai est une Substances minérales non métalliques). Le taux = 6% d'après la loi minière 2001-2014(voir annexe III)

La redevance d'extraction est calculée selon la formule suivante :

$$RDV = Taux (\%) \times Prix \text{ de vente fixé par la loi (DA/tonne)} \\ \times \text{ quantité annuelle produite (tonne) } \dots \dots \dots 13$$

A. Redevances d'extractions de l'année 2021

Tableau 33: Redevance d'extraction de l'année 2021

Identification du produit	Quantité annuelle produite	Unité de mesure	Prix (DA)	Valeur marchande du produit	Taux	Montant de la redevance (DA)
0/3	29 066	M3	400,00	11 626 400,00	6%	697 584,00
8/15	4 404	M3	500,00	2 202 000,00	6%	132 120,00
3/9	24 163	M3	500,00	12 081 500,00	6%	724 890,00
15/25	8 200	M3	500,00	4 100 000,00	6%	246 000,00
25/40	4 811	M3	500,00	2 405 500,00	6%	144 330,00
40/70	7 759	M3	500,00	3 879 500,00	6%	232 770,00
0/40 Mélangé	59 582	M3	500,00	29 791 000,00	6%	1 787 460,00
0/25 Pré crible	97 360	M3	500,00	48 680 000,00	6%	2 920 800,00
TVC	3 451	M3	300,00	1 035 300,00	6%	62 118,00
TOTAUX	238 796	M3		115 801 200,00	/	6 948 072,00

B. La redevance d'extraction de la carrière d'Adrar Oufarnou (2017 au 2021)

Tableau 34: Redevances d'extractions du (2017 au 2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
RDV	8 746 482,00	7 462 992,00	63 379 92,00	5 537 730,00	6 948 072,00

8.3.4. Études et rapports annuelles

Les études et rapports annuelles pour l'année 2021 sont comme suites :

- Plan annuel d'exploitation ;
- Rapport d'activité minière ;
- Plan topographique ;
- Rapport géologique ;
- L'étude de faisabilité technico-économique de l'exploitation.

Ces études sont élaborées par l'ensemble des cadres de l'unité de production d'Adrar Oufarnou.

Travaux de laboratoire d'analyse : Les frais de cette étude est : 96 141,68 DA

Les frais d'étude de l'unité d'Adrar Oufarnou est : 96 141,68 DA comme la plus part de ces étude sont fait par l'effective de l'unité.

Le frais des études et d'analyse du 2017 au 2021 sont illustrés dans le tableau ci-après :

Tableau 35: Les frais des études et rapport annuelles du 2017 au 2021

Année	2017	2018	2019	2020	2021
frais (DA)	96 141,68	96 141,68	96 141,68	96 141,68	96 141,68

8.3.5. Les couts variables de l'entreprise

Tableau 36: Coûts variables pour l'année 2021

Désignations des coûts	Montant (DA/ans)
Redevance d'extraction	6 948 072,00
Remise en état des lieux	2 975 083,13

Frais des consommables	44 939 328,66
Études et rapport annuelles	96 141,68
total	54 958 625,47

Tableau 37: Coûts variables du 2017 au 2021

Désignations des coûts	2017	2018	2019	2020	2021
Frais de consommables	49 313 865,37	40 358 107,57	45 539 318,77	36 199 875,21	44 939 328,66
Frais d'analyse et d'étude	96 141,68	96 141,68	96 141,68	96 141,68	96 141,68
remis en état des lieux	3 448 318,76	3 570 208,81	3 076 186,95	3 228 146,01	2 975 083,13
Redevance d'extraction	8 746 482,00	7 462 992,00	6 337 992,00	5 537 730,00	6 948 072,00
Total	61 606 824,81	51 487 450,06	55 049 639,40	45 061 892,90	54 958 625,47

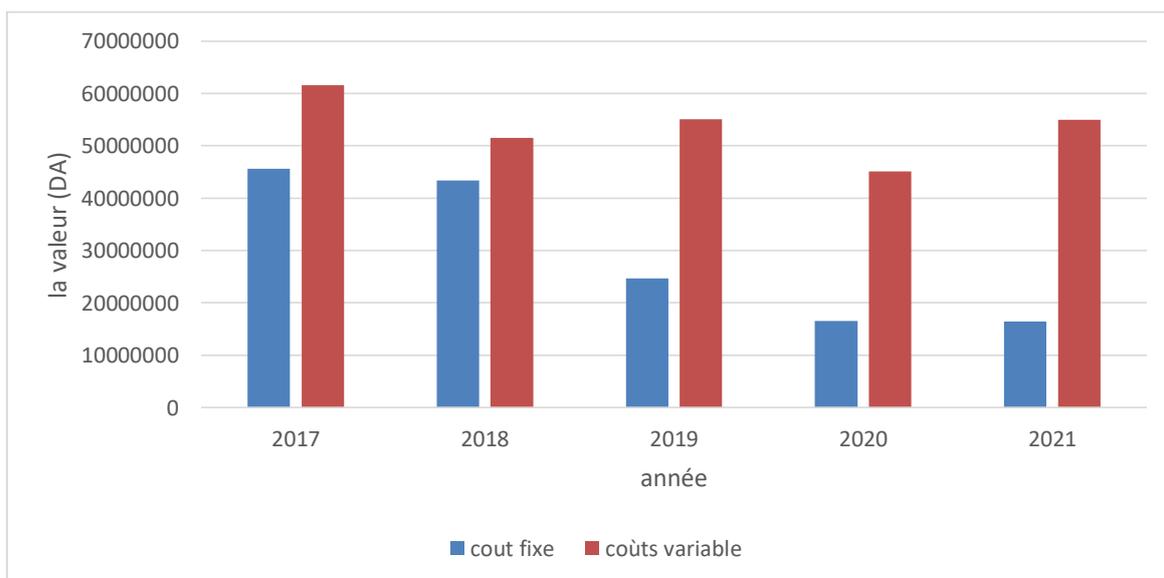


Figure 10 : Variation des coûts fixes et variables de l'unité de production d'Adar Oufarnou (2017-2021)

Interprétation

D'après la figure on constate que les coûts fixes diminuent chaque année avec une valeur importante en raison de la fin de la période d'amortissement de certains équipements, par contre les coûts variables se varient d'une année à l'autre suivant la quantité d'agrégats produite et aussi suivant la quantité des consommables (réparation et pièces de rechange des équipements).

Durant l'année 2017 les coûts variables atteignent sa valeur maximale 61 606 824,81 DA à cause de la valeur importante des frais consommables (49 313 865,37DA).

8.4. Identification des coûts semi fixes de l'unité de production (CSF)

Ce sont les coûts qui ont la possibilité de leur variation dans le temps, les variations peuvent être dues par exemple l'augmentation des prix de salaire à l'usure des équipements...etc.

8.4.1. Les coûts divers

A. Divers taxes et frais pour l'année 2021

Tableau 38: Divers taxes et frais pour l'année 2021

Désignations des coûts	TAXE (DA) 2021
Taxes sur l'activité professionnelle (TAP)	1 700 045,00
Droits de timbres	1 652,25
Taxes foncières	720 300,00
Taxes sur la pollution	1 620 000,00
frais d'apprentissage et de formation	999 755,97
Taxes sur les véhicules	34 000,00
Total	5 097 253,22

B. Les divers taxes et frais du (2017 au 2021)

Tableau 39: Les divers taxes et frais (2017 au 2021)

TAXE (DA)	2017	2018	2019	2020	2021
Taxes sur l'activité professionnelle (TAP)	1 970 469,00	2040 120,00	1 771 278,00	1 844.655,00	1 700 045,00
Droits de timbres	7 740,99	2 879,02	2 166,15	3 508,00	1 652,25
Taxes foncières	720 300,00	720 300,00	720 300,00	720 300,00	720 300,00
Taxes sur la pollution	810 000,00	540 000,00	1 080 000,00	810 000,00	1 620 000,00
Frais d'apprentissage et de formation	1 424 024,81	1 217 621,46	1 262 037,22	1 401 056,42	999 755,97
Taxes sur les véhicules	73 500,00	62 500,00	43 000,00	43 000,00	34 000,00
Total	5006 034,80	4583 420,48	4878 781,37	4822 519,42	5075753,22

8.4.2. Masse salariale des personnels

A. Effectif

Tableau 40: Structure de l'effectif de l'unité ENOF d'Adrar Oufarnou

Personnels	2017	2018	2019	2020	2021
Cadres	24	22	21	20	23
Maitrises	64	58	61	60	62
Exécutions	13	12	10	10	11
Total	101	92	92	90	93

B. Les Frais des personnels de l'année 2021

Le totale des frais de personnel est de : **108 906 224,3 DA /ans**

C. Les frais des personnels (2017 au 2021)

Tableau 41: Frais des personnels (2017 au 2021)

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Frais (DA)	107 287 580,61	37 239 731,62	85 786 704,41	96046114,35	108 906 224,30

8.4.3. Les coûts semi-fixes pour l'année 2021

Tableau 42: Les coûts semi-fixes pour l'année 2021

Nature des frais	Valeur (DA)
Frais des personnels	108 906 224,30
Frais divers	5 075 753
total	113 981 977,52

Tableau 43: Les coûts semi-fixe 2017-2021

Coûts semi-fixes	2017	2018	2019	2020	2021
Frais des personnels	107 287 580.61	37 239 731.62	85 786 704.41	96 046 114.35	108 906 224.30
Frais divers	5 006 034.80	4 583 420.48	4 878 781.37	4 822 519.42	5 075 753.22
total	112 293 615.41	41 823 152.10	90 665 485.78	100 868 633.77	113 981 977.52

8.5. Les coûts totaux de la carrière d'Adrar Oufarnou

A. Les coûts totaux

Ce sont la somme des coûts fixes, variables et semi fixes.

$$\text{Les coûts totaux} = \text{Les coûts fixes} + \text{Les coûts variables} + \text{Coûts semis fixes} \dots \dots \dots 16$$

8.5.2. Les coûts totaux de l'année 2021

Tableau 44: Les coûts totaux de production pour l'année 2021

Désignation des coûts	Valeur (DA)
coûts fixes	16 390 426,23
coûts variables	54 958 625,47
coûts semi-variables	113 981 977,52
Coûts totaux	185 331 029,22

Remarque : la valeur des coûts totaux pour l'année 2021 est la somme des coûts fixes, coûts variables et les coûts semi fixes moins la valeur de l'amortissement des travaux préparatoires et de développement.

$$C_{\text{tout}}(2021) = 185\,331\,029,22 - 30029790 = 155\,301\,239,22 \text{ (DA)}$$

8.5.3. Les coûts totaux du (2017 au 2021)

Tableau 45: Les coûts totaux du 2017 au 2021

Année	2017	2018	2019	2020	2021
coûts fixe	45629487,2	43332627,02	24632993,96	16517740,08	16390426,23
coûts semi fixe	112293615,4	41823152,1	90665485,78	100868633,8	113981977,5
coûts variable	61606824,81	51807378,06	55049639,4	45061892,9	54958625,47
cout total	219 529 927,42	136 963 157,18	170 348 119,14	162 448 266,75	185 331 029,22

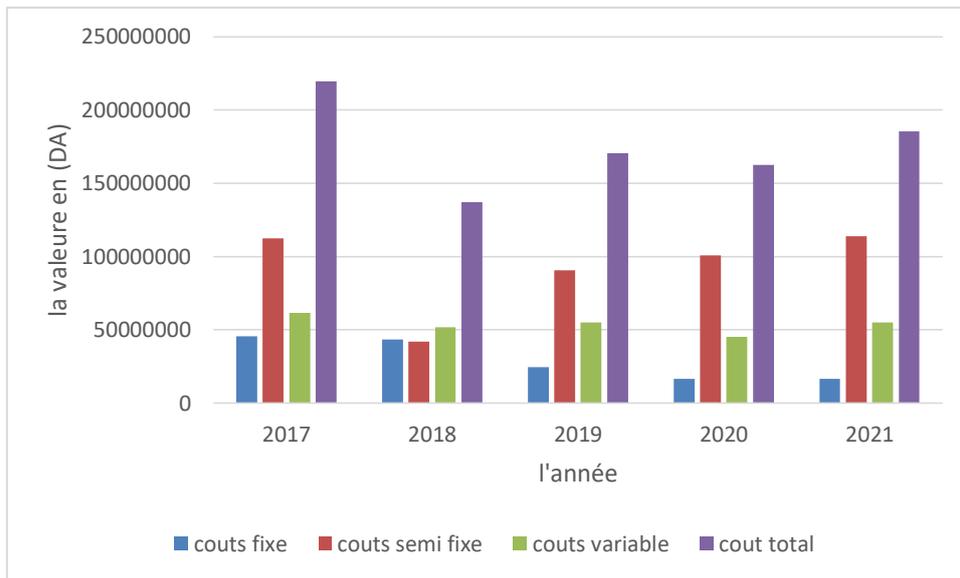


Figure 111 : Evolution des couts total durant (2017-2021)

9. Prix de revient de la production

C'est le coût moyen d'une unité de production, d'une tonne de minerai ou d'une tonne de concentré. Pour calculer le prix de revient d'un travail effectué ou d'une opération ou le prix de revient d'une entreprise il faut donc faire la somme des dépenses effectuées dans une certaine période (mois, an,...) et diviser cette somme par le nombre d'unités de production obtenues dans la même période. [13]

Le prix de revient de l'année 2021 est calculé par la formule suivante :

$$Pr = \frac{\text{coûts total}}{Qp} \dots \dots \dots 17$$

$$Pr = \frac{155\,301\,239,22}{361690}$$

$$Pr = 429,38 \text{ DA}$$

Le prix de revient des 5 dernières années de la carrière d'Adrar Oufarnou est illustré au tableau ci-après.

Tableau 46: Le prix de revient du 2017 au 2021

Année	2017	2018	2019	2020	2021
Prv	640,8061305	361,993751	540,307407	464,071609	429,376645

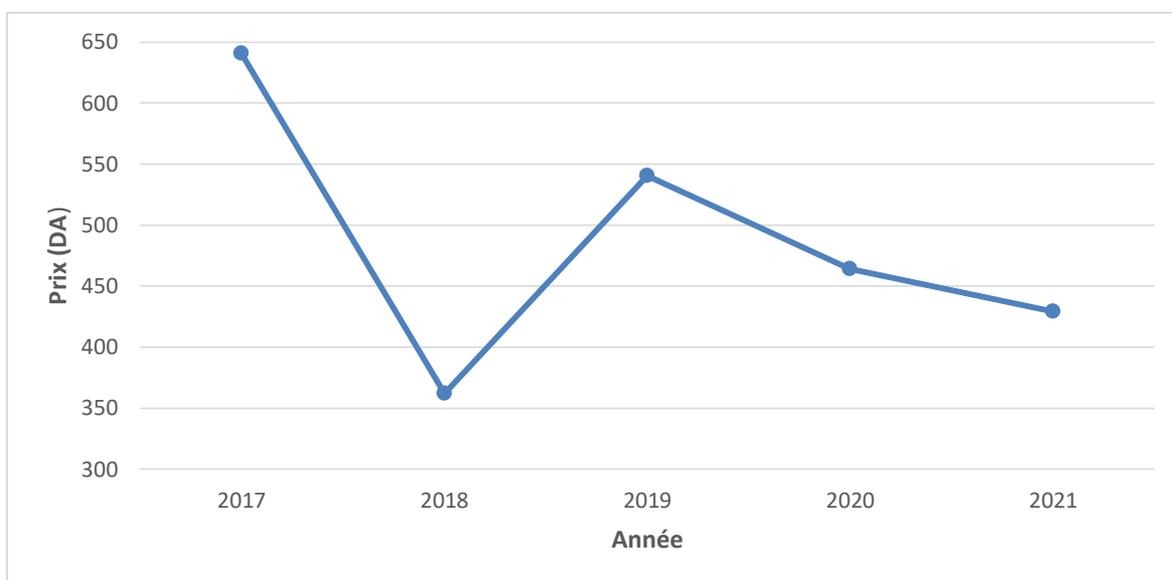


Figure 122 : Evaluation du prix de revient durant (2017 au 2021)

- D'après le graphe de l'évaluation du prix, on remarque que le prix de revient est élevé dans la première année (2017) avec 617,38 DA à cause de la valeur de l'amortissement des équipements, par la suite, le prix de revient baisse à la 2ème année attend une valeur minimale de 392,68 DA en raison de la diminution de coûts semi-fixe et variable ;

- A partir l'année 2019 le prix de revient reste toujours élevé par rapport l'année 2018 à cause de la diminution de la quantité vendue suite à la propagation de la pandémie du coronavirus (COVID-19).

- Le prix de revient reste toujours élevé en 2020 à cause d'un total d'arrête de la station est de l'ordre de 727 heures, soit 52jours perdus à la suite d'arrêt pour entretien de la station avec une moyenne de 2heures/jour (14jours), 56 jours d'arrêt pour divers problèmes.

10. Marge brut

C'est la différence entre le prix de vente d'un produit et son prix de revient.

$$\begin{aligned}
 MB &= PV - Pr \dots\dots\dots 18 \\
 &= 570,61 - 429,38 \\
 &= 141,23 \text{ (DA/tonne)}
 \end{aligned}$$

La marge brute des 5 dernières années (2017-2021) est illustrée dans le tableau ci-après.

Tableau 47: La marge brute des 5 dernières années (2017-2021)

Désignation	2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne
Pv	554,40	584,92	579,99	590,40	570,61	576,06
Pr	640,81	361,99	540,31	464,07	429,38	487,31
MB	-86,41	222,92	39,69	126,32	141,23	88,75

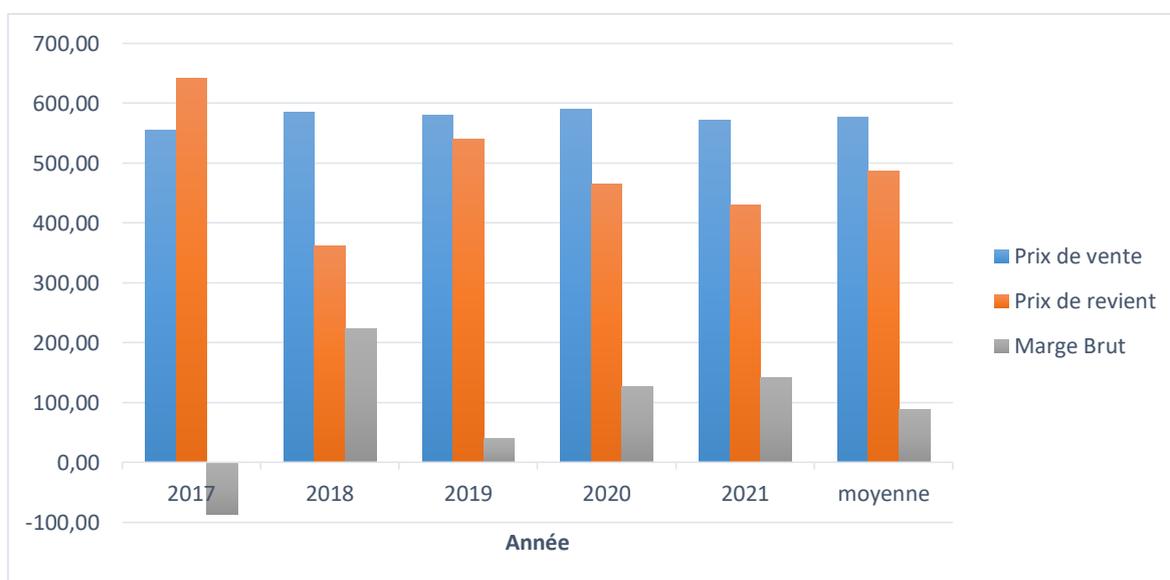


Figure 133 : Evolution de la Marge brute durant (2017-2021)

- D'après ce graphe de l'évaluation de la marge, on remarque que La valeur de la marge en 2017 est négative par rapport aux autres années en raison de la valeur élevée du prix de revient dans cette année et la valeur basse du prix de vente.

- durant l'année 2019 la marge diminue une autre fois à cause de l'augmentation du prix de revient et la diminution de la quantité vendue suite à la propagation de la pandémie du coronavirus (COVID-19).

- A partir l'année 2020 la marge est reste toujours élevée par rapport aux années précédentes.

- la marge moyenne brute est positive, nous pouvons considérer ce premier résultat comme un signe favorable pour cette activité dans cette période d'activité.

Conclusion

La présente étude a montré que le prix de revient de production d'une tonne d'agrégats est très élevé, celui-ci peut être expliqué par :

- Les coûts variable supportés par l'entreprise sont très élevés à cause des consommables qui présentés dans la plupart des cas par la réparation des engins et frais des pièces de rechange.
- La production annuelle représente la moitié de l'objectif de l'entreprise ;
- L'investissement initial (capacité de l'unité installée) a été destiné pour la production de 500000 tonne/ans.

D'après cette première analyse, on remarque que la différence entre le prix de revient moyen et le prix de vente est négative pour l'année 2017 et positive pour les autres années. Pour cette raison une étude d'analyse basée sur les indicateurs de rentabilité économique doit être effectuée afin de juger cette activité dans cette période d'étude.

Chapitre IV
Les Indicateurs de
rentabilité

Introduction

Bien que le prix de revient de production ce n'est pas un paramètre de décision finale, mais reste sa valeur reste un indicateur essentiel dans une étude économique détaillée. Pour cela, les indicateurs de rentabilité permettent de constituer des critères de décision pour déterminer si le capital investit dans une entreprise est efficace et à quel point le projet est rentable. En d'autres termes, ces indicateurs permettent d'analyser le résultat par rapport aux capitaux apportés dans l'entreprise. Ils sont donc à distinguer des indicateurs de profitabilité, qui permettent de rapporter la marge sur le chiffre d'affaires. Ces indicateurs sont le Cash-flow net actualisé, la valeur actuelle nette VAN, le taux de rentabilité interne TRI et l'indice de profitabilité IP.

1. Résultat brut d'exploitation (2021)

Le résultat brut d'exploitation correspond à un retraitement opéré sur un résultat d'exploitation de l'entreprise. Il faut considérer que le matériel d'une entreprise peut être obsolète à un moment donné et qu'il n'est pas pris en compte.

Résultat brut d'exploitation est le chiffre d'affaire – les coûts totaux.

$$RBE = CA - CTotaux \dots \dots \dots 19$$

$$RBE = 170\,004\,750,00 - 155\,301\,239,22$$

$$RBE = 14\,703\,510,78 \text{ DA}$$

2. Résultat net d'exploitation (2021)

Le résultat net d'exploitation rend compte de la performance de l'activité de l'entreprise. Il correspond à la différence entre les produits et les charges d'exploitation.

Résultat net d'exploitation est le Résultat brut d'exploitation – l'IBM (impôts sur le bénéfice minier 33% du Résultat brut d'exploitation).

Dans ce cas le résultat brut d'exploitation est négatif, alors l'IBM est nul.

$$RNE = RBE - IBM \dots \dots \dots 20$$

$$= 14\,703\,510,78 - 0$$

$$= 14\,703\,510,78 \text{ DA}$$

3. Cash-flow brut (2021)

Le Cash-flow brut mesure la marge réelle d'une entreprise, son aptitude à financer son développement à long terme.

Le Cash-flow brut est le Résultat net d'exploitation + Les amortissements

$$CFB = RNE + \text{amortissement} \dots \dots \dots 21$$

$$= -14\,703\,510,78 + 16\,368\,926,23$$

$$CFB = 31\,072\,437,02 \text{ DA}$$

4. Cash-flow net (2021)

Le Cash-flow net est utilisé pour discerner la viabilité financière à court terme d'une entreprise, qui est considérée comme sa capacité à générer des liquidités.

Le Cash-flow net est le Cash-flow brut - les Remboursements de l'emprunt.

$$CFN = CFB - RIM \dots \dots \dots 22$$

$$= 31\,072\,437,02 - 0$$

$$CFN = 31\,072\,437,02 \text{ DA}$$

5. Cash-flow nets actualisés (2021)

Le Cash-flow nets actualisés est le gain supplémentaire d'un investissement par rapport à un taux actualisé défini par le taux d'inflation d'une monnaie et les exigences de rendement des investisseurs.

$$CFNA = CFN \times (1 + i)^{-n} \dots \dots \dots 23$$

Avec :

- CFN : Valeur du Cash-Flow net.
- CFNA : Prix actuel du Cash-flow net.
- i : Taux d'actualisation (10%).
- n : Nombre d'année

$$CFNA = 31\,072\,437,02 \times (1 + 10) - 5$$

$$CFNA = 19\,293\,538,70 \text{ DA}$$

6. Valeur actuelle nette

La valeur actuelle nette (VAN) est utilisé pour déterminer si un investissement est rentable ou non. Un investissement rentable est un investissement qui accroît la valeur de l'actif économique, c'est à dire qui crée de la richesse. En d'autres termes, il faut que les recettes générées par l'investissement soit supérieur à son coût.

Un investissement est rentable lorsque sa VAN est positif et non rentable lorsque cette valeur est négative.

$$VAN = CFN1 (1 + i \%) - 1 + CFN2 (1 + i \%) - 2 \dots + CFN5 (1 + i \%) - 5 - I \dots \dots \dots 24$$

Avec :

- CFN : Cash-flow net :
- i=taux d'actualisation (10%) :
- I=Investissement initial (capitaux propres)

Remarque : Les frais initiaux engagés avant d'effectuer l'opération de production rémunératrice s'appellent les investissements initiale, dans notre cas d'étude, l'entreprise a commencé ses travaux en 1978, pour cette raisons nous avons fait nos calculs sur la base de l'investissement brut.

Sachant que l'investissement de remplacement et investissements d'extension constituent ce que l'on appelle l'investissement brut (IB).

Tableau 48: L'investissement de l'entreprise (2017-2021)

Désignation	2017	2018	2019	2020	2021	Total
l'investissem ent brut (IB).	45899276,78	50 183 760,70	29 562 456,72	18 166 608,65	16561416,56	160373519,41

$$I = 160\,373\,519,41$$

$$VAN = - 4\,390\,742,51\text{ DA}$$

Remarque : D’après le résultat de la VAN l’unité de production d’Adrar Oufarnou est déficitaire.

7. Taux moyen de rentabilité (TMR)

Le taux moyen de rentabilité est le taux pour lequel on peut avoir combien ramène une unité monétaire investie.

$$TMR [\%] = (1/n \sum_{(i=1)}^{-5} CFN) / I \dots \dots \dots 25$$

$$TMR [\%] = 25\%$$

8. Taux de rentabilité interne (TRI)

Taux de rentabilité interne (TRI) est un taux d’actualisation qui annule la valeur actuelle net d’une chronique de flux financier avec un investissement initiale suivi de flux de trésorerie positifs).

$$VAN = CFN1 (1 + TRI \%) - 1 + CFN2 (1 + TRI \%) - 2 \dots + CFN5 (1 + TRI \%) - 5 - I = 0 \dots \dots \dots 26$$

$$TRI = 0,088554191205909 \approx 8,86\%$$

9. Indice de profitabilité (IP)

L’indice de profitabilité est un indicateur de rentabilité, qui permet de mesurer la valeur créée par chaque dinar dépensé dans l’investissement.

Si :

- IP < 1, Le projet est rejeté.
- IP > 1, Le projet est rentable.

$$IP = \frac{\sum_{i=0}^5 CFN}{I} \dots \dots \dots 27$$

$$IP = 0,782650674, < 1$$

D’après la valeur de l’indice de profitabilité l’unité de production d’Adrar Oufarnou n’est pas rentable dans cette période d’activité.

Tableau 49: Indicateurs de rentabilité (2017/2022)

Indicateur	2017	2018	2019	2020	2021
Résultat brut d'exploitation (RBE)	- 22 483 141,42	67 368 702,82	5 433 992,36	22 017 219,45	14 703 510,78
Résultat net d'exploitation (RNE)	- 22 483 141,42	45 137 030,89	3 640 774,88	14 751 537,03	14 703 510,78
Impôts sur le bénéfice minier (IBM)	0	22 231 671,93	1 793 217,48	7 265 682,42	0
Cash-flow brut (CFB)	23 124 845,78	88 448 157,91	28 252 268,84	31 247 777,11	31 072 437,02
Cash-flow net (CFN)	23 124 845,78	88 448 157,91	28 252 268,84	31 247 777,11	31 072 437,02
Remboursements de l'emprunt	0	0	0	0	0
Valeur actuelle nette	- 4 390 742,51				
Taux moyen de rentabilité (TMR) %	0,25				
Taux de rentabilité interne (TRI)	0,088554191205909				

Tableau 50: Indicateurs de rentabilité (étude de faisabilité de 2022/2026)

Indicateurs	2022	2023	2024	2025	2026
cash-flow nets actualisé (CFNA)	14 358 709,84	54 919 347,23	17 542 436,15	19 402 411,11	19 293 538,70
indicateur de profitabilité (IP)	0,782650674				

Conclusion

À travers les calculs des indicateurs de rentabilité à savoir ; l'indice de profitabilité qui est inférieur à un, et la valeur nette actualisé qui est négative, on conclut que le projet dans cette période n'est pas rentable.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'étude économique est l'étude qui dirige le propriétaire du titre minier à déterminer les différents coûts de la production afin d'arriver à calculer le prix de revient d'une tonne de cette production

Afin de déterminer ce prix au niveau au lieu-dit : d'Adrar Oufarnou, Wilaya de Bejaia, nous avons commencé par la description des paramètres techniques de l'exploitation de cette carrière, et le calcul des différents coûts.

Après avoir énumérer les dépenses de ce projet voir l'amortissement des matériels, les dépenses des bureaux d'administration, les consommables, les taxes, les salaires et autre, le prix de revient moyen estimé à : 487,31DA /Tonne durant l'année 2021 pour quantité annuelle extraite de 297 935 Tonne.

Le chiffre d'affaire annuelle de l'unité en 2021 est 170 004 750 DA pour un prix de vente moyenne de 576,06 DA /Tonne, ce qui nous a permis de calculer la marge moyenne qui est positive et qui est la différence entre le prix de revient et le prix de vente ou sa valeur égale 88,75 DA/tonne. A partir de cette valeur, nous pouvons considérer ce premier résultat comme un signe favorable pour cette activité dans cette période d'activité, mais reste les indicateurs de rentabilité permettent de constituer des critères de décision pour déterminer si le capital investit dans l'entreprise est efficace et à quel point le projet est rentable.

D'après le résultat de la VAN (-4 390 742'51 DA. Le taux moyen de rentabilité égale une valeur minimale de 25% (la valeur doit être supérieure à 50%) et un taux de rentabilité interne de 8,86%

Ce qui permet de conclure que l'unité de production d'Adrar Oufarnou dans cette la période de 2017 jusqu'au2021 est déficitaire,

Le résultat de cash-flow net actualisé de 2022 jusqu'au 2026 Et la valeur de l'indicateur de profitabilité (IP) 0,78 qui est inférieure à 1 ce projet dans les prochain 5 ans est rejeté, avec le même rythme de rentabilité de la carrière d'Adrar Oufarnou.

Sur la base de ces indices de rentabilité économiques, nous concluons que le projet d'exploitation d'agrégats dans cette période n'est pas rentable.

Conclusion Générale

La présente étude a montré que le prix de revient de production d'une tonne d'agrégats est très élevé, celui-ci peut être expliqué par des coûts variable supportés par l'entreprise sont très élevés à cause des consommables qui présentés dans la plupart des cas par la réparation des engins et frais des pièces de rechange, à cet effet.

Nous recommandons de procéder au renouvellement des équipements de production à savoir les ancien engins et la station de concassage d'une part, et d'autre part, la production annuelle représente la moite de l'objectifs de l'entreprise, sachant que l'investissement initial (capacité installée de l'unité) est destiné pour la production de 500000 tonne/an.

Reference bibliographique

Reference bibliographique

- [01] : **L. DJEMAOUI.Y YAHIAOUI**. Influence des paramètres de forage roto, Percutant sur l'exploitation dans les Conditions de la carrière d'Adrar Oufarnou w. Bejaia. Projet fin d'étude
- [02] : **Groupe ENOF** (2021). Gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou. Plan d'exploitation,
- [03] : **Groupe ENOF** (2022). Gisement de calcaire d'Adrar Oufarnou. Plan d'exploitation,
- [04] : **CHIBKA.N** « Exploitation des gisements métallifères ». Edition Office des publications universitaires, 1980.
- [05] : **AMARI, G.** « Projet d'ouverture et d'exploitation du gisement de Kraoula Sidi Ali Benyoub (Sidi Bel Abbès) ». Mémoire de fin d'études, école nationale polytechnique. 2010
- [06] : **ONEX** : Guide technique des explosifs et accessoires de tir. Direction des fabrications militaires, Bir el-Arche W. Sétif
- [07] : **LOUNIS, F.** « projet d'ouverture et d'exploitation du gisement de calcaire de kef batha (tissemsilt) ». Projet de fin d'études, école nationale polytechnique. 2006/2007.
- [08] : « Les grands courants de la pensée économique » PAR ALAIN SAMUELSON. MIR MOSCOU 1993.
- [09] : **ZINE, L.** « Proposition d'une organisation de l'entreprise minière de keddara (méthode des centres des coûts) », projet de fin d'études, école nationale polytechnique. 2010.
- [10] : **AIT YAHIA TENE.** « Le cout fixe », Cours d'économie. Département Génie Minier, école nationale polytechnique d'Alger.
- [11] **AIT KAID, Y.** « Etude économique de l'exploitation de la partie inférieure du gisement de zn de chaâbet el-hamra et sensibilité des paramètres production, teneur, tout venant, cours métal et investissement », mémoire de fin d'études, école nationale supérieure polytechnique. 2009.
- [12] : **OUMENKHACHE, N.** « Progiiciel de structuration des dépenses de production des Agrégats et des sables sous forme de fiche de coûts (Appli cation carrière de Keddara ALGRAN)». Projet de fin d'études, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique. 2009.

Reference bibliographique

[13] Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire, N° 53. 2015.

Annexes

Annexe 01

Taxe superficiaria

Les titulaires de permis d'exploration minière et de permis d'exploitation minière sont soumis à une taxe superficiaria annuelle. La taxe superficiaria est perçue sur la base du barème fixé de la loi minière.

Tableau 1.1 : Barème de base de la taxe superficiaria

Nature du Permis	droit fixe annuel (DA)	droit proportionnel annuel par hectare (DA)		
		Période initiale	Première renouvellement	Autre renouvellement
Régime des mines				
Exploration	5 000	100	150	200
Exploitation	10 000	200	250	300
Régime des carrières				
Exploration	5 000	150	200	250
Exploitation	10 000	250	300	350

La taxe superficiaria (TS) est calculée selon la formule suivante :

$$TS \text{ (DA)} = \text{droit fixe annuel (DA)} + \text{droit proportionnel (DA/ha)} \times \text{surface (ha)}$$

Annexe 02

Taux de la redevance d'extraction des substances minérales

Sont soumis à une redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles extraites de gisements terrestres ou maritimes, les titulaires de permis d'exploitation de mines, de permis d'exploitation de carrières et de permis d'exploitation minière artisanale.

Les taux applicables pour le calcul de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles sont fixés par la loi minière

Tableau: Taux de la redevance exigible au titre de l'exploitation des substances minérales ou fossiles

Substance minérale ou fossiles	Unité de mesure	Taux (%)	
Substances minérales radioactives	Uranium	LB	3
	Autre substance radioactives (radium, thorium.....)	LB	2
Combustible solide	la houille, l'antracite, le lignite,	TM	1.5
Substances minérales métalliques	Substances minérales métalliques ferreuses (fer, cobalt, nickel)	TM	1.5
	Substances minérales métalliques non ferreuses (cuivre, plomb, zinc)	TM	2
Substances minérales non métalliques régime des mines	soufre, arsenic, graphite, phosphate, baryte ; mica, quartz	TM	2.5
Substances minérales non métalliques régime des carrières	Argile, gypse, calcaire, sable, tuf....	M ³	6
Métaux précieux, pierres précieuses et semi-précieuses	or, argent, platinoïdes, diamant, agate, topaze, grenats, zircon,	Oz, CT, g	6

Remarque : TM : tonne métrique, g : gramme, Oz : once Troy = 31,103477 g. L.B. : Livre US = 0,4535923 kg. Ct. : carat = 0,2051965g

La redevance d'extraction est calculée selon la formule suivante :

$$RDV = \text{Taux (\%)} \times \text{prix de vente (DA/tonne)} \times \text{quantité annuelle extraite (tonne)}.$$

Annexe 03

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES

Le Ministre

وزارة الطاقة والمناجم

الوزير

29 NOV 2021

الجزائر:

رقم 2021/02/ ط م

مدونة تحدد القيم المتوسطة السوقية للمنتوجات المنجمية بعنوان سنة 2021

بموجب أحكام المادة 135 من القانون رقم 05-14 المؤرخ في 24 فبراير 2014 المتضمن قانون المناجم، تحدد القيم السوقية المتوسطة للمنتوجات المنجمية، التي يتم على أساسها حساب الإتاوة المفروضة لاستغلال المواد المعدنية أو المتحجرة لسنة 2021 كما يبينه الجدول الأتي والملحق المرفق به.

المتنوع المنجمي	الوحدة	السعر (دج)
البيتونيت (للحجر)	طن	15 000
البيتونيت (للسباكة)	طن	15 000
البيتونيت للشحن	طن	8 000
الديانوميت (Kieselguhr)	طن	28 000
الصلصال الصبي (الكاولين) الخام	طن	1 200
الصلصال الصبي المفرز	طن	1 500
الصلصال الصبي المعالج	طن	6 500
الصلصال الصبي لجبل دباغ (جميع الأنواع)	طن	5 000
الفلسبار خام	طن	700
الفلسبار 3/0	طن	1 000
الريوليت (rhyolite)	طن	1 000
حجر رملي ريوليتي (Grès rhyolitique)	طن	500
الدولوميت	طن	1 000
الفوسفات 65/63 % BPL	طن	6 900
الفوسفات 68/66 % BPL	طن	7 080
خام الحديد لصناعة الإسمنت	طن	3 000
خام الحديد لصناعة الحديد الصلب	طن	5 000
مركز الزنك	طن	65 000
البوزولان	طن	600
الباريت المعالج والمعين	طن	15 000

Annexes

16 000	م ³	مكئة
16 000	م ³	مناطق أخرى- ENG
10 000	م ³	مناطق أخرى
16 180	م ³	أونيكس (GICA)
2. حبيبات الرخام :		
3 750	طن	فلقلة
1 500	طن	كرستل
1 500	طن	مكئة
1 500	طن	مناطق أخرى
2 160	طن	أونيكس (GICA)
3 730	طن	ماهونة: (ENAMARBRE)
3. مسحوق الرخام :		
400	طن	فلقلة
400	طن	ماهونة
1 500	طن	كرستل
1 500	طن	مكئة
1 500	طن	مناطق أخرى- ENG
1 000	طن	مناطق أخرى
2 160	طن	أونيكس (GICA)
16 000	م ³	كتل حجارة التزيين: الضايا وسيدي لحسن وتاقبالت ومناطق أخرى:
8 000	م ³	الغرانيت
550	م ³	قطع الرخام (Moellons)
1 500	م ³	قطع حجارة التزيين (Moellons)
الرمل السيليسي :		
800	طن	الخام
4 000	طن	المعالج
الصلصال والمواد المشابهة:		
350	طن	منطقة "أ"
300	طن	منطقة "ب"
300	طن	منطقة "ج"
الغليس (التيف):		
350	م ³	منطقة "أ"
300	م ³	منطقة "ب"
350	م ³	منطقة "ج"
الحصى بمختلف الأحجام :		
400 / 500	م ³ /طن	منطقة "أ"

Annexes

12 000	طن	الباريت الخام
650	طن	الجبس للإسمنت
600	طن	الجبس للجص
600	طن	الكلس لصناعة الجير
28 000	طن	الملح المصفى الغذائي
20 000	طن	الملح المصفى الصناعي
7 000	طن	الملح الغذائي المستخرج من البحيرات والشطوط وغيرها والناتج من عملية تبلور الملح في الأحواض الملحية المنتجة للملح
3 000	طن	الملح الصناعي المستخرج من البحيرات الشطوط وغيرها والناتج من عملية تبلور الملح في الأحواض الملحية
6 000	طن	الملح الغذائي الموجه للمخابز والمستخرج من البحيرات والشطوط وغيرها وكذا الناتج من عملية تبلور الملح في الأحواض الملحية
1 350	طن	الملح الموجه للصناعات الكيماوية
1 000	طن	الملح الخام "المغسول" المستخرج من البحيرات والشطوط وغيرها
500	طن	الملح الخام المستخرج من الشطوط
16 000	طن	الترافرتين
		كربونات الكالسيوم:
1 800	طن	- وحدة سيق.
3 500	طن	- وحدة مغنية.
1 800	طن	- وحدة الخروب:
2 500	طن	• جميع الأصناف الأخرى.
500/600	م ³ /طن	الكلس لإنتاج الإسمنت (الترخيص المنجعي PXC والسند المنجعي المدمج إلى ترخيص منجعي PXC)
350	طن	الشيست
		الرخام:
		1. الكتل:
		قلقلة والمناطق المجاورة:
11 400	م ³	أبيض:
8 300	م ³	ريزيدا:
7 400	م ³	رمادي فاتح:
11 250	م ³	رمادي قاتم:
5 900	م ³	ماهونة:
		كريستل (ENG):
16 000	م ³	أحمر:
16 000	م ³	وردي:
16 000	م ³	أصفر:



Annexes

400/500	م ³ /طن	منطقة "ب"
350/450	م ³ /طن	منطقة "ج"
الرمل المفتت:		
350/400	م ³ /طن	منطقة "أ"
350/400	م ³ /طن	منطقة "ب"
300/350	م ³ /طن	منطقة "ج"
رمل البناء الطبيعي خارج مجال رمال الأودية والمحاجر:		
400/500	م ³ /طن	منطقة "أ"
350/400	م ³ /طن	منطقة "ب"
200/350	م ³ /طن	منطقة "ج"
250/300	م ³ /طن	خام المواد المعدنية الصخرية أو على حالتها الطبيعية الموجه لمختلف الاستعمالات كالطرق والأشغال العمومية... الخ.
9 398	غرام	الذهب
140	غرام	الفضة

14/4

Etude technico-économique de l'exploitation minière à ciel ouvert de l'ENOF au lieu-dit : Adrar Oufarnou Bejaia

Résumé

L'objectif de ce travail est d'élaborer une étude technico-économiques de la carrière d'agrégat d'Adrar Oufarnou (Bejaia).

Dans cette étude nous allons déterminer les différents paramètres technico-économiques tel que le rendement de matériel, la production annuelle, le mode d'abattage.

- Le prix de revient moyen estimé à : 487,31DA /Tonne durant l'année 2021 pour quantité annuelle extraite de 297 935 Tonne ;
- Le chiffre d'affaire annuelle de l'unité en 2021 est 170 004 750 DA pour un prix de vente moyenne de 576,06 DA /Tonne ;
- La marge moyenne qui est positive 88,75 DA/tonne ;

A partir de cette valeur, nous pouvons déterminer les indicateurs de rentabilité :

- La VAN présente (VAN=- 4 390 742,51 DA) une valeur négative ;
- Le taux de rentabilité interne (TRI≈8,86%) est non rentable ;
- L'indice de profitabilité (IP) est inférieure <1 ce projet dans les prochain 5 ans est rejeté ;

Mode clé : étude technico-économiques, Le prix de revient moyen, marge moyenne, indicateurs de rentabilité, Le taux de rentabilité interne, L'indice de profitabilité.

Abstract

The objective of this work is to develop a techno-economic study of the aggregate quarry of Adrar Oufarnou (Bejaia).

In this study we will determine the various technical and economic parameters such as material yield, annual production, slaughter method.

- The average cost price estimated at: 487.31DA / Tonne during the year 2021 for annual quantity extracted of 297,935 Tonne;
- The annual turnover of the unit in 2021 is 170, 004,750 DA for an average selling price of 576.06 DA / tonne;
- The average margin which is positive 88.75 DA/tonne;

From this value, we can determine the profitability indicators:

- The NPV has (VAN =- 4 390 742.51 DA) a negative value;
- The internal rate of return (IRR≈8.86%) is unprofitable;
- The profitability index (PI) is lower than < 1 This project in the next 5 years is rejected;

Key mode: techno-economic study, average cost price, average margin, profitability indicators, internal rate of return, profitability index.

تلخيص

الهدف من هذا العمل هو تطوير دراسة تقنية اقتصادية لمحجر أدرار أوفارنو (بجاية).

في هذه الدراسة سوف نحدد مختلف المعايير التقنية والاقتصادية مثل العائد المادي والإنتاج السنوي وطريقة التكسير.

- متوسط سعر التكلفة المقدر ب: 487.31 دج / طن خلال عام 2021 للكمية السنوية المستخرجة البالغة 297935 طن؛

- يبلغ حجم التداول السنوي للوحدة في عام 2021 170,004,750 دج بمتوسط سعر بيع قدره 576.06 دج / طن؛

- متوسط الهامش الربح الذي هو موجب 88.75 دج/طن؛

من هذه القيمة، يمكننا تحديد مؤشرات الربحية :

- NPV يحتوي على (NPV =-4 390 742.51 DA) على قيمة سالبة ;

- معدل العائد الداخلي (IRR≈8.86%) غير مربح ;

- مؤشر الربحية أقل من >1؛ (PI) هذا المشروع في السنوات ال 5 المقبل مرفوض ;

الكلمات المفتاحية:دراسة تكنولوجية اقتصادية، متوسط سعر التكلفة، متوسط الهامش الربح، مؤشرات الربحية، معدل المردود الداخلي، مؤشر الربحية .