

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

N° d'ordre :

MEMOIRE

Présenté

à

**L'UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID -TLEMCEEN-
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE

Spécialité

Géo-Ressources

Par

BELFATMI Abdelaziz & BENMOSTEFA Khaled

ETUDE DE LA CARRIERE D'AGREGATS D'AIN ZERGA (SAÏDA) :

CARACTERISTIQUES INDUSTRIEL ET PERSPECTIVES

Soutenu le 10 Juin 2015 devant les membres du jury :

**MAROK A.
GAOUAR S.
BENSEFIA K. E.
BOUCIF A.**

**Président
Rapporteur
Co-Rapporteur
Examineur**

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore. Que dieu me la garde.

A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

Je vous remercie, d'avoir fait de moi ce je suis aujourd'hui et des valeurs que vous avez si bien m'inculqué, la gentillesse, le respect et le dévouement.

*Mon binôme **Khaled** avec qui j'ai passé les meilleurs moments durant la préparation de ce travail.*

Mes adorables frères pour leur soutien moral et leur humour.

Mes meilleurs amis. Et à tous ceux que j'estime et qui sont chers à mon cœur.

Abdelaziz

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents aux quels je dois cette réussite.

A mes frère et ma cher sœur et sans oublier mes grands parents.

*A mon ami **Abdelaziz** avec qui j'ai partagé mes meilleurs moments à travers nos années d'études.*

A tous mes amis, sans citer les noms, de peur d'oublier quelqu'un.

A tous ceux que j'aime.

Khaled

TABLE DES MATIERES

AVANT - PROPOS.....	01
RESUME.....	02
ABSTRACT.....	03

Premier chapitre : **GENERALITES**

I. OBJECTIFS.....	04
II. METHODOLOGIE.....	04
III. GENERALITES.....	04
A. Contexte géographique.....	04
1. Situation des Monts de Saïda	04
2. Situation de la région d'étude (Saïda).....	04
B. Contexte géologique.....	05
1. La lithostratigraphie des Monts de Saïda	05
2. Cadre géologique de la région d'étude (Saïda).....	10
2.1. Au plan stratigraphique	10
2.1.1. Le Paléozoïque.....	10
2.1.2. Le Mésozoïque	10
2.1.3 Le Pliocène – le Quaternaire	11
2.1.4 Le Quaternaire récent	11
2.2. Au plan structural.....	11

Deuxième chapitre : **ETUDE DE GISEMENT**

I. INTRODUCTION.....	13
II. GISEMENT D’AIN ZERGA.....	13
A. Situation géographique du secteur d’étude (carrière)	13
B. La géologie de la zone d’étude	14
C. La structure de gisement	15
D. Descriptions des gradins.....	15
1. Premier gradin.....	15
2. deuxième gradin.	17
3. Troisième gradin.....	18
E. Analyses chimiques	21
F. Analyses physico-mécaniques	21
III. CONCLUSION.....	22

Troisième chapitre : **DEVELOPPEMENT ET CALCUL DES RESERVES**

I. INTRODUCTION	23
II. TRAVAUX D’OUVERTURES.....	23
A. Voies d’accès	23
B. Installations annexes	23
C. Moyens humains et matériels utilisés	23
D. Organisation des travaux.....	24
III. PHASE D’EXPLOITATION	24
A. Méthode d’extraction.....	24
B. Opération d’extraction.....	24
1. Le décapage	24
2. L’abattage.....	25
3. Le chargement des matériaux extraits.....	27
4. Le transport des matériaux extraits	27
5. Le traitement	27
6. Le criblage	28

C. Stockage	28
D. Mesures envisagées pour la remise en état des lieux	28
IV. CALCUL DES RESERVES	28
1. Les réserves	28
2. Délimitation des blocs.....	28
3. Capacité des installations	31
4. Capacité de production	31
5. Volume prévisionnel à produire	32
V. DEVELOPPEMENT DE LA CARRIERE	32
CONCUSION GENERALE	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
LISTE DES FIGURES	37
LISTE DES TABLEAUX	38
PLANCHES	39

AVANT-PROPOS

Avant toute chose, nous tenons à louer Allah, le bon dieu pour le courage, la volonté, la patience et la force dont nous a gratifié nous permettant ainsi de mener ce modeste travail jusqu'à son terme.

Voici venu pour nous, venu le moment que nous attendons avec la plus grande impatience depuis ces nombreuses années de vie estudiantine, en l'occurrence, celui de remercier tous ceux qui nous ont aidés d'une façon ou d'une autre dans notre apprentissage à la géologie.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre encadreur Mademoiselle **Souhila GAOUAR** Maître assistante classe « A », et Monsieur **Kamar Eddine BENSEFIA** Maître assistant classe « A », Co-encadreur, d'avoir accepté de construire ce sujet avec nous, d'avoir accordé beaucoup de temps, à suivre chaque étape de ce travail et surtout de nous avoir fait confiance dans sa réalisation.

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à Monsieur **Abbas MAROK** Professeur des sciences, qui a accepté de présider le jury.

Nos sincères reconnaissances à Monsieur **Abdelkader BOUCIF** Maître assistant classe « A », d'avoir bien voulu examiner notre travail.

Nous remercions les personnes qui nous ont guidés vers la bonne voie. A vous, merci Messieurs **Mustapha BENADLA et Choukri SOULIMANE**.

Nous tenons aussi à remercier Messieurs **Abdelkader MOUSSAOUI et Mohamed ZEAOUI** pour leurs aides

Enfin, nos remerciements vont à tous les collègues de notre promotion de Géologie des Géo- ressources.

RESUME

La carrière des agrégats de Aïn Zerga qui fait l'objet de cette étude est située dans les Monts de Saïda et plus exactement à 3,5 km de la ville de Saïda.

Elle est implantée dans les calcaires dolomitiques de Balloul d'âge bajocien inférieur et moyen d'épaisseur d'environ 30 m. Cela fait de cet ensemble un gisement pour l'exploitation des agrégats.

Afin d'étudier leur qualité, des analyses chimiques et physico-mécaniques ont été réalisées. Ces derniers montrent que ces calcaires sont adéquats pour la construction des bâtiments et le revêtement routier.

Aussi une étude de développement (qualité des agrégats, facilité d'accès,...etc) a été tentée dans le but d'améliorer le rendement de l'exploitation de cette carrière.

Mots-clés : Aïn Zerga, Monts de Saïda, calcaires dolomitiques, Bajocien inférieur et moyen, analyses chimiques et physico-mécaniques.

ABSTRACT

Ain Zerga aggregates career was the subject of our study. It is situated in the Saïda Mounts exactly at 3,5 km from the Saïda city.

It is implanted in the dolomitic limestone of Balloul of lower and middle bajocian with thickness 30 m. It makes of this whole an important layer for the exploitation of aggregations.

In order to study their quality, some chemical and physico-mechanical analyses have been achieved. These last show that these limestones are affected for the construction of buildings and the road coating.

As a development study survey (quality of aggregations, easiness accessibility,...etc) has been tempted in the aim to improve the output of the exploitation of this career.

Key-words: Ain Zerga, Saïda Mounts, dolomitic limestone, lower and middle bajocian, chemical and physico-mechanical.

Premier chapitre : **GENERALITES**

I. OBJECTIFS

Ce travail effectué dans la carrière de Saïda a pour but :

- La description des différents gradins (analyse pétrographique) ;
- L'étude de gisement, (la structure, interprétation des analyses chimiques et physico-mécaniques) ;
- Le développement de la carrière afin d'améliorer l'exploitation ainsi pour garder un bon environnement.

II. METHODOLOGIE

Notre travail consiste à interpréter des analyses et a développé la carrière de point de vue économique d'une part, t environnemental d'autre part.

Sur le terrain

Cette étape consiste à définir les gradins un par un, montrant les caractéristiques pétrographiques et sédimentologiques de chaque gradin avec un suivie des travaux d'exploitations.

III. GENERALITES

A. Contexte géographique

1. Situation des Monts de Saïda

Les Monts de Saïda sont limités au Nord par les Monts de Beni Chougrane, au Sud par les Hautes plaines Orainses à l'Est par les Monts de Frenda et à l'Ouest par les Monts de Daïa.

2. Situation de la région d'étude (Saïda)

La ville de Saïda est limitée au Nord par la Wilaya de Mascara, au Sud par la Wilaya El Bayadh et Naâma, à l'Est par la Wilaya Tiaret et à l'Ouest par la Wilaya Sidi Bel Abbes.

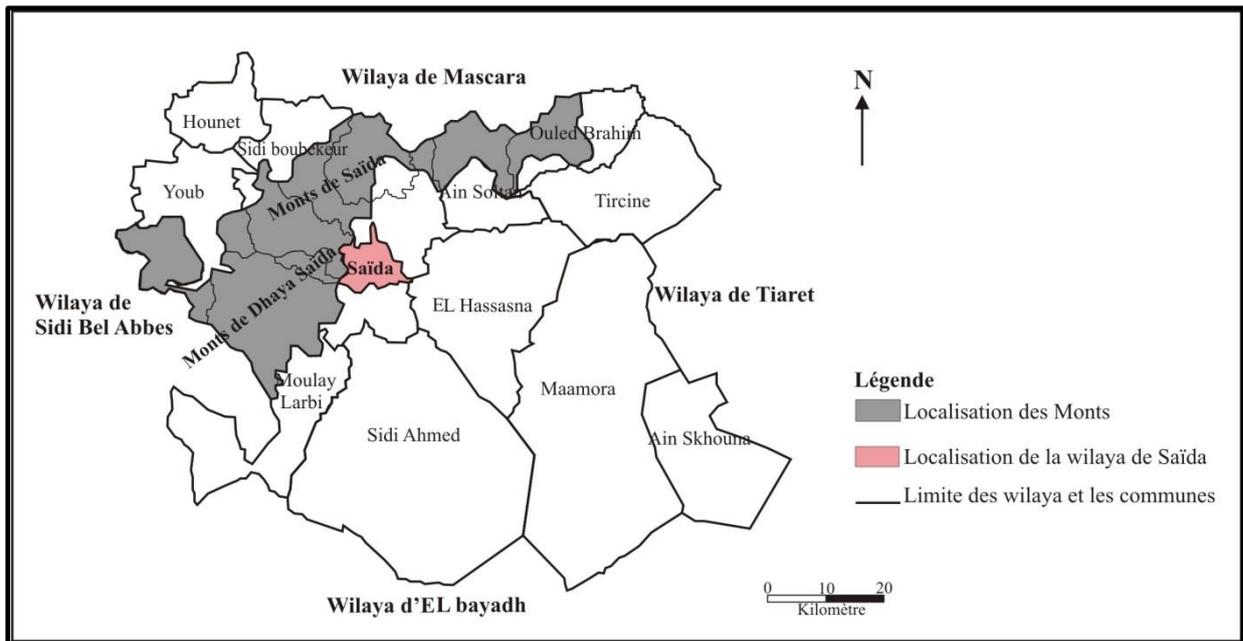


Fig1 -Situation géographique des Monts de Saïda et de la région d'étude (Saïda) (KEFIFA, 2013 ; Modifiée).

B. Contexte géologique

1. La lithostratigraphie des Monts de Saïda

La série sédimentaire des Monts de Saïda est définie (OUARDAS, 1983) par:

1.1- Le Trias

Le Trias est formé par des conglomérats, des argiles, des calcaires dolomitiques avec des intercalations des niveaux variables de basaltes et de dolérites.

1.2- Les dolomies de Tiffrit

Les dolomies de Tiffrit sont probablement d'âge sinémurien-carixien (FLAMAND, 1911). Ces dolomies sont à silex et comportent quelque niveaux de calcaires à structure fenêtrées. Ils déterminent un environnement carbonaté de plate-forme interne.

1.3- Les marno-calcaires du Djebel kaskes

A l'intérieur de ces marno-calcaires, les ammonites et les brachiopodes sont datés du Domérien-Toarcien (FLAMAND, 1911 ; DUBAR1932).

1.4- Les calcaires d'Ain Balloul

Ce sont des calcaires pélagiques localement dolomitiques (Tiffrit, Saïda), pelmicritique à filaments, à spicules et parfois à radiolaires. Par endroits s'intercalent des niveaux à *cancellophycus*, ainsi que des silex. A Saïda, ces calcaires d'Ain Balloul prennent le nom de dolomies de Saïda.

Ces dolomies ont été datées au Bathonien par CLAIR et FLANDRIN (1949) in OUARTAS (1983). A l'Ain Balloul, FLAMAND (1911) avait déjà reconnu dans les calcaires marneux des faunes mal conservé du Bajocien moyen. Dans le même secteur, LUCAS (1952) a reconnu des *Witchellia* du Bajocien inférieur. Par contre, près du Bled Maouet (djebel Ben kmer), cet auteur a trouvé un assemblage faunique du l'Aalénien supérieur avec des niveaux à radiolaires du Bajocien. De nouvelles récoltes faites près d'Ain Balloul et dans le secteur du djebel Ben Kmer apportent des précisions sur l'âge de ces calcaires d'Ain Balloul. Près de l'Oued Guercif, au Sud d'Ain Balloul, la formation est datée au sommet du Bajocien moyen. Un autre niveau de calcaire est daté du Bajocien inférieur.

1.5- Les couches du Ben Kmer

Les couches du Ben Kmer sont formées par des argiles bleutées surmontées par une alternance de bancs de calcaires argileux et des marnes datées du Bajocien supérieur (ELMI, 1972).

1.6- Les calcaires micros-gréseux

Localement au-dessus de la formation précédente existe quelque banc gréso-pélagiques de couleur ocre à la patine. Ces calcaires représentent vraisemblablement l'équivalent réduit des calcaires micros - gréseux du Bathonien dans les Monts de Tlemcen. L'absence de faunes n'a pas permis la datation. Mais dans certains endroits, les termes élevés de la série peuvent manquer, érodés à la suite de la surrection (LUCAS, 1952), ou ravinés par une discordance angulaire existent au Ben Kmer (ELMI, 1972 ; MANGOLD et TOUAHRIA ; 1975) ont donné une datation de Bathonien. La coupe I de LUCAS (1952), dans laquelle il parle de faune bathonienne, dans les calcaires micro - gréseux en continuité avec les niveaux bajociens, n'a livré que des ammonites bajociennes dans des faciès marno-calcaires.

1.7- Les brèches phosphatées et ferrugineuses à ammonites

Les brèches sont d'âge callovien inférieur. Ils contiennent des structures stromatolithiques ovoïdes de grandes dimensions (LUCAS, 1952).

1.8- Les argiles de Saïda

Ils se présentent sous forme d'une alternance de bancs gréseux et d'assises marno-argileuses d'abord vertes puis versicolores. Cette formation est datée au Callovo-Oxfordien depuis les travaux de POMEL (1899). Cette datation a été établie à la suite de la liste des faunes récoltées par Pomel dans des gisements non précisés de Saïda, par WELSCH (1890) au Djebel Irnem, au Djebel Tizigdel et au moulin Flinois (actuel Rabahia). La détermination de ces fossiles a donné un âge Callovien qui domine avec quelque espèce qui s'étale aux deux étages, le Callovien et l'Oxfordien.

1.9- Les grès de Sidi Amar (Franchetti)

La délimitation de cette formation définie pour la première fois dans les environs de Tlemcen et en suite dans la région de Sidi Amar, à 25 km au Nord de Saida (Pomel et Pouyanne, 1882).

Cet ensemble montre des niveaux gréseux friables souvent lenticulaire, à litage oblique avec quelque intercalation d'argiles de couleur verte et rouge. Ces niveaux gréseux se trouvent dans des Hautes Plaines oranaises où les auteurs sont donnés des noms variés :

- Grès lusitaniens (LUCAS, 1942 et 1952) ;
- Série gréseuses du Terni-Mazgout;
- Grès de Franchetti (AUGIER, 1967);
- Grès de Sidi Amar (OUARDAS, 1983).

Les grès de Sidi Amar sont caractérisés par des bancs massifs des grès à structure entrecroisées (due au phénomène de chenalisation), intercalés d'argiles versicolores de puissance très variable. L'âge de cette formation est de l'Oxfordien supérieur - Kimméridgien inférieur.

1.10- Les dolomies de Tlemcen

Forment un ensemble dolomitique massif, calcaire à la base, épais de 150 m environ dans la région de Saïda (DOUMERGUE, 1910). On peut parfois individualiser un ensemble

basal qui correspond au calcaire de Zarifet (BENEST, 1972) ou au calcaire bleu à géode (DOUMERGUE, 1910). Au sommet, une assise terminale nommée par le calcaire de Stah (BENEST, 1972 ; DOUMERGUE, 1910). L'ensemble date la formation au du Kimméridgien inférieur.

1.11- Les Marno-calcaires de Raourai

Les Marno - calcaires de Raourai ont une épaisseur de 5 à 80 m dans la région de Saïda. Ils sont représentés par 1m de marnes et 5m de dolomies argileuses de couleur verte à rose. La faune trouvée indique un âge Kimméridgien moyen (DOUMERGUE, 1910). Par la découverte des brachiopodes, GHALI (1983) place ces marno - calcaires au Tethonien basal.

1.12- Les dolomies de Sidi Boubekeur

Il correspond à un ensemble dolomitique, massif généralement calcaire à la base et puissant de 80 mètres environs dans la région de Saïda. Ces dolomies sont attribuées au Kimméridgien supérieur par DOUMERGUE (1910).

La distinction entre les dépôts quaternaires continentaux et les formations tertiaires est souvent difficile. Ces dépôts quaternaires continentaux combrent en partie les grandes dépressions et les vallées. Ils sont soit d'éléments grossiers soit limoneux.

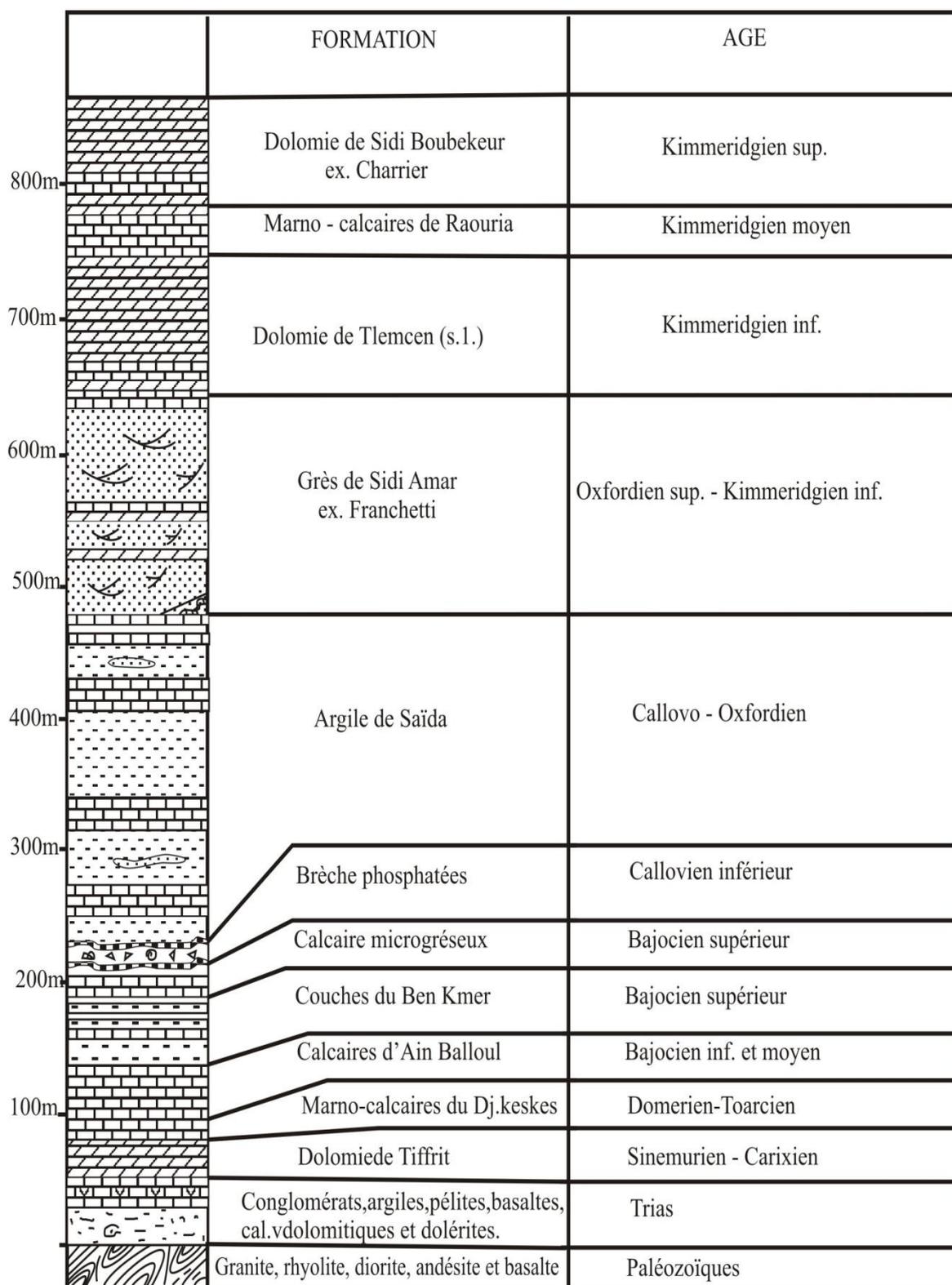


Fig. 2 - Colonne stratigraphique des monts de Saïda (OUARDAS, 1983).

2. Cadre géologique de la région d'étude (Saïda)

2.1. Au plan stratigraphique

2.1.1. Le Paléozoïque

Le Paléozoïque est représenté par le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère. Il affleure sur le horst de Tiffrit.

a- Le Silurien : c'est un faciès schisto- gréseux puissant de 600m.

b- Le Dévonien : il correspond à un faciès schisto-gréseux avec des conglomérats et des micros - brèches.

c- Le Carbonifère : avec des conglomérats à la base, des schistes argileux et des formations volcaniques.

2.1.2. Le Mésozoïque

C'est un complexe de roches volcaniques et sédimentaires représenté par le Trias, le Jurassique et le Crétacé.

a- Le Trias

Il est composé de trois formations :

- Le Continental reposant directement sur le Primaire du Horst de Tiffrit (conglomérat et grès rouges).

- Les dépôts dans les zones de subsidence, constitués d'argile colorées, violacées, avec des débris de roches anciennes et de basalte.

- Enfin les formations triasique supérieures avec des argiles intercalées par des dolomies, des calcaires, des brèches gypseuses et des roches de basaltes et de dolérite).

b- Le Jurassique

Le Lias : il affleure sur la partie nord du Horst avec un faciès carbonaté et un faciès marneux.

Le Dogger : il est essentiellement dolomitique et subdivisé en trois niveaux :

- L'Aalénien-Bajocien entièrement dolomitique.

- Le Bajocien moyen défini par les calcaires, dolomies et les marnes.

- Le Bajocien - Bathonien composé essentiellement de calcaire et de marnes.

Le Malm

Il occupe la plus grande partie du territoire avec des formations argileuses terrigènes du Callovo-Oxfordien, des formations terrigènes carbonatées de l'Oxfordien supérieur - Kimméridgien inférieur et enfin des formations carbonatées du Kimméridgien -Portlandien.

c- Le Crétacé

Le Crétacé inférieur : Peu développé dans la partie nord - ouest, puissant d'environ 700m avec un Valanginien marno - calcaire (10-30m), un Hauterivien marno - gréseux (10 à 150m). Un Barrémien à intercalations de grès quartzeux, calcaire et argiles (500m).

-L'Albien n'affleure que rarement sous forme de grès et d'argile (20m).

Le Crétacé supérieur : Sa présence est très réduite dans la région. Le Cénomaniens marneux repose en concordance sur l'Albien et sa puissance est très réduite (10à15m).

2.1.3 Le Pliocène - le Quaternaire

Les dépôts continentaux de conglomérat détritique grossiers, ferrugineux, parfois calcaire pélitomorphique et tufs calcaire. L'épaisseur ne dépasse pas 20 m.

2.1.4 Le Quaternaire récent

Il correspond aux éluvions, sable et conglomérats visible surtout le long des Oueds. L'épaisseur est de 10m.

2.2. Au plan structural

La région de Saïda se caractérise sur le plan tectonique par une structure compartimentée des horsts et de grabens. Le pendage moyen des couches n'intervient qu'au voisinage des failles de ruptures importantes et d'orientations diverses.

Les failles de direction Nord-Ouest, Sud - Est prédominent et ont découpé les structures en forme d'escaliers. Les rejets de ces dernières failles ne sont pas importants, mais ils ont joué un rôle lors de la mise en place des solutions minérales durant la diagénèse.

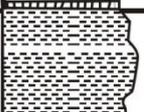
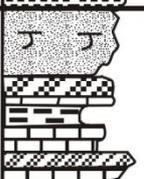
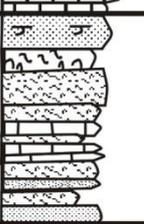
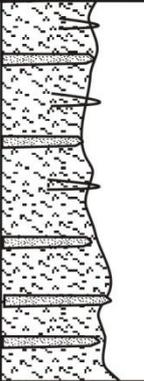
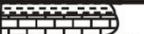
Age		log.	Eps.	Description sommaire	
Pliocène-Quaternaire			95m	Conglomérats, tuf calcaires, sables	
Crétacé	Crétacé sup.		100m	Marnes	
	Crétacé inf.		30 à 40m 30m	Grès Dolomies de Sidi Boubker Marno-calcaires Calcaires de Stah	
Jurassique	Oxfordian sup- Kimmeridgian inf		180m	Grès de Sidi Amar (ex:Franchetti) Équivalent de Grès de Boumedienne Avec des rares passées de carbonatées et des argiles sableuses	
	Callovo-oxfordien		180à 350m	Argile de Saïda Avec des intercalations gréseuses	
	Bajocien-Bathonien		110 à 150m	Calcaires et de marnes	
	Bajocien moy.			Calcaires dolomitique et de marnes	
	Aalenien-Bajocien			Calcaires dolomitique de Balloul	
	Toarcien		15 à 20m	Marno-calcaires de Keskes	
	Sinemurien		30à 50m	Dolomies de Tiffirit	
Trias				Argileux -basaltes	Complexe volcano- Sédimentaire
Paléozoïque				Schistes - diorites	

Fig.3- Colonne stratigraphique de la région d'étude (Saïda) (Direction de l'énergie et des mines de la Wilaya de Saïda).

Deuxième chapitre : ETUDE DE GISEMENT

I.INTRODUCTION

Afin d'évaluer la qualité pétrographique des carbonates exploitée dans la carrière des granulats, plusieurs études ont été réalisés. Ces études sont basées sur la structure du gisement, la nature pétrographique de la roche et enfin les caractéristiques chimiques et physico- mécaniques des échantillons.

II.GISEMENT D'AIN ZERGA

A. Situation géographique du secteur d'étude (carrière)

La carrière est située à 3,5km à l'Est de la ville de Saïda, à 12,5km à l'Ouest de la ville d'Oum Djerane et au Sud de la ville de Sidi Boubeker. Cette carrière est à environ 1Km de la route nationale 94 Saïda-Balloul. La surface de cette carrière est de 5 hectares.

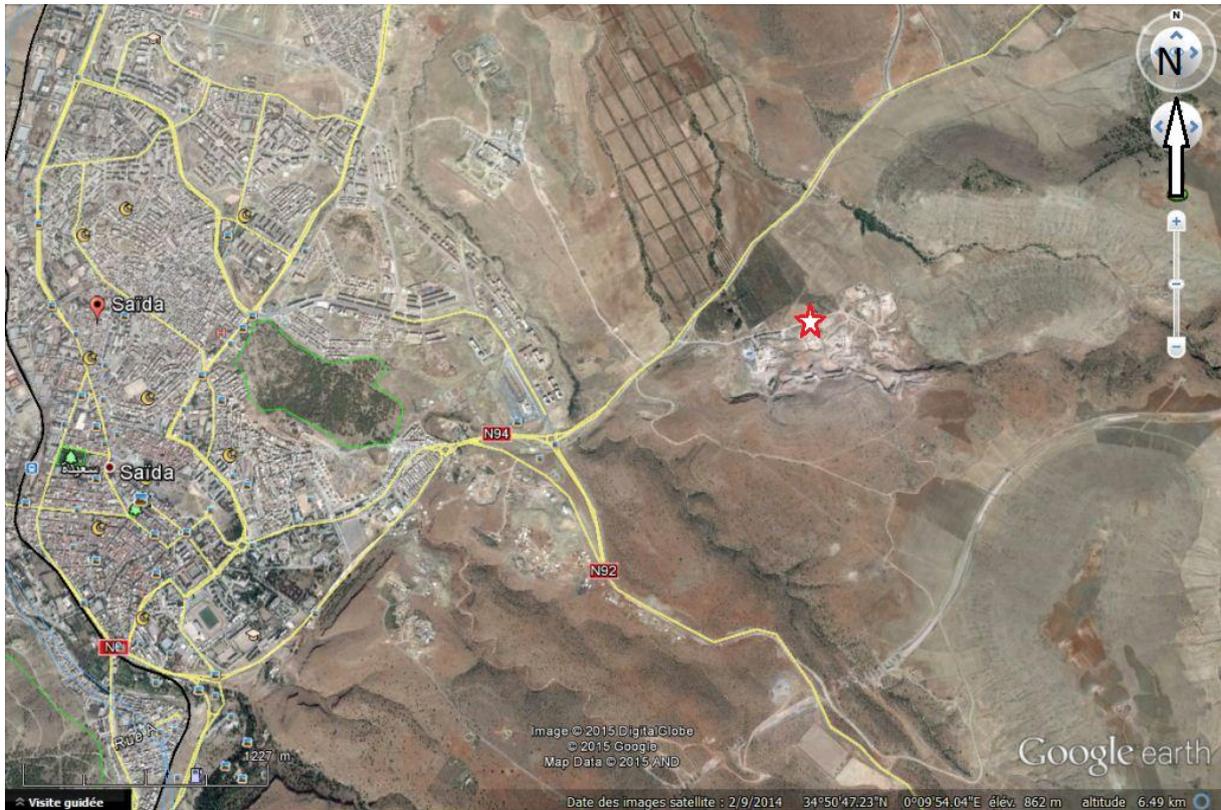


Fig. 4 - Situation géographique de la carrière (Google earth)

B. La géologie de la zone d'étude

Le Mésozoïque : il est représenté à Ain Zarga que par le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur. Les terrains du Crétacé sont marqués vers l'Ouest par la Plaine de Youb-Telagh). Les formations calcaires dolomitiques de Hadjra Touila exploité par les carrières sont rapportées au Jurassique supérieur. Ce sont les mêmes terrains qui constituent les reliefs hauts vers Sidi Boubeker, El Merdja, Oued Taria et Djebel Sidi Yousef vers l'Est. C'est une formation de calcaire dolomitique généralement massive, mais parfois litée avec localement des intercalations biseautées de marnes vertes (El Merdja) ou grise (Sidi Boubekeur) qui ne dépasse pas 5m d'épaisseur. Cette formation carbonatée repose sur les dolomies blanches ou gris clair du Malm par l'entremise d'une puissante assise argileuse dont on trouve le plus spectaculaire représentant dans la montagne qui domine la ville de Saïda à l'Ouest.

L'assise est un calcaire dolomitique massif dur de teinte gris clair, parfois rouge et jaune dans les zones fracturées. Une fissuration verticale l'affecte localement, d'où un débit très prononcé par endroit. A Ain Zarga, l'aspect dominant est celui d'une roche massive, très escarpée au-dessus du relief plat de la plaine (le Malm).

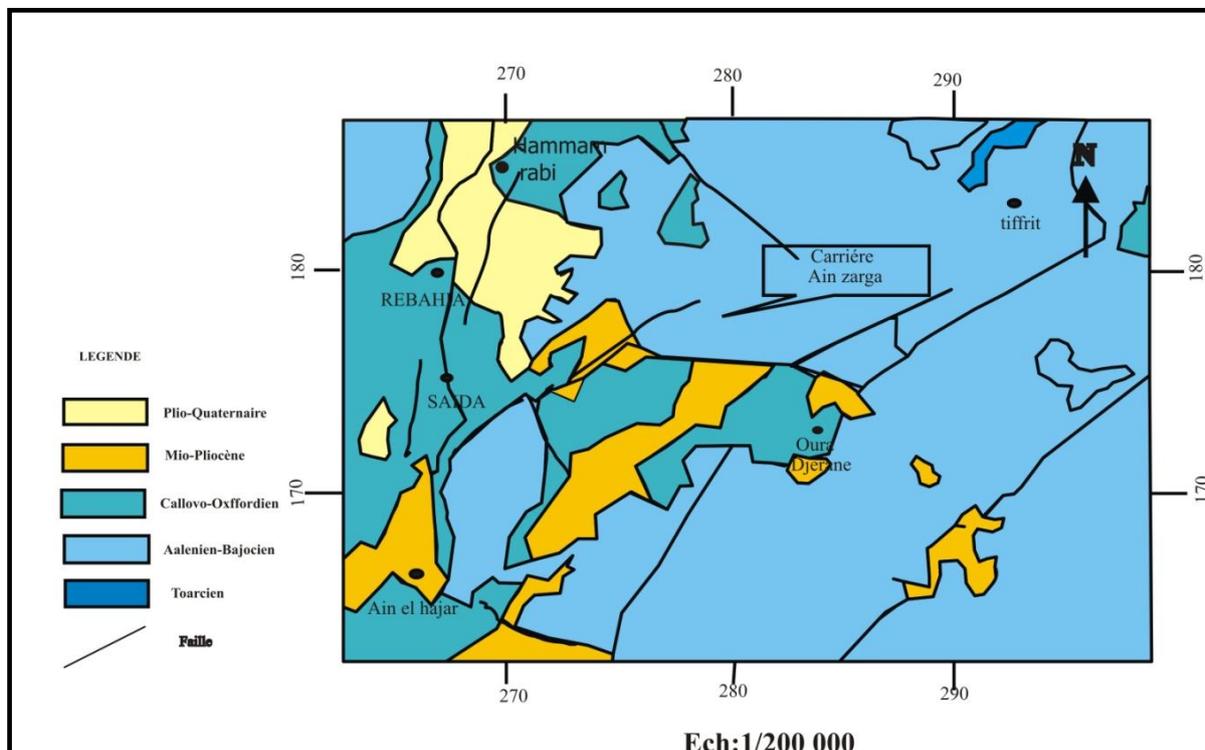


Fig. 5 - Carte géologique de la zone d'étude Direction de l'énergie et des mines de la Wilaya de Saïda).

C. La structure de gisement

Le gisement d'Ain Zerga est caractérisé par une structure tabulaire marqué par des fracturations multidirectionnelles. L'épaisseur des bancs est variable. Le plus souvent, les failles sont sub-verticales.



Fig. 6 - Vue panoramique de la carrière.

D. Descriptions des gradins

1. Premier gradin

	Faciès	Couleur	Epaisseur	Fossile
Gradin I	Calcaire dolomitique massive et compacte à stylolithes à la base et des géodes (2cm) à deux mètres de hauteur.	Beige à rougeâtre à la patine et verdâtre à tache rosâtre à la cassure.	Décimétrique à métrique	Bivalves

Tabl. 1 - Description du premier gradin.

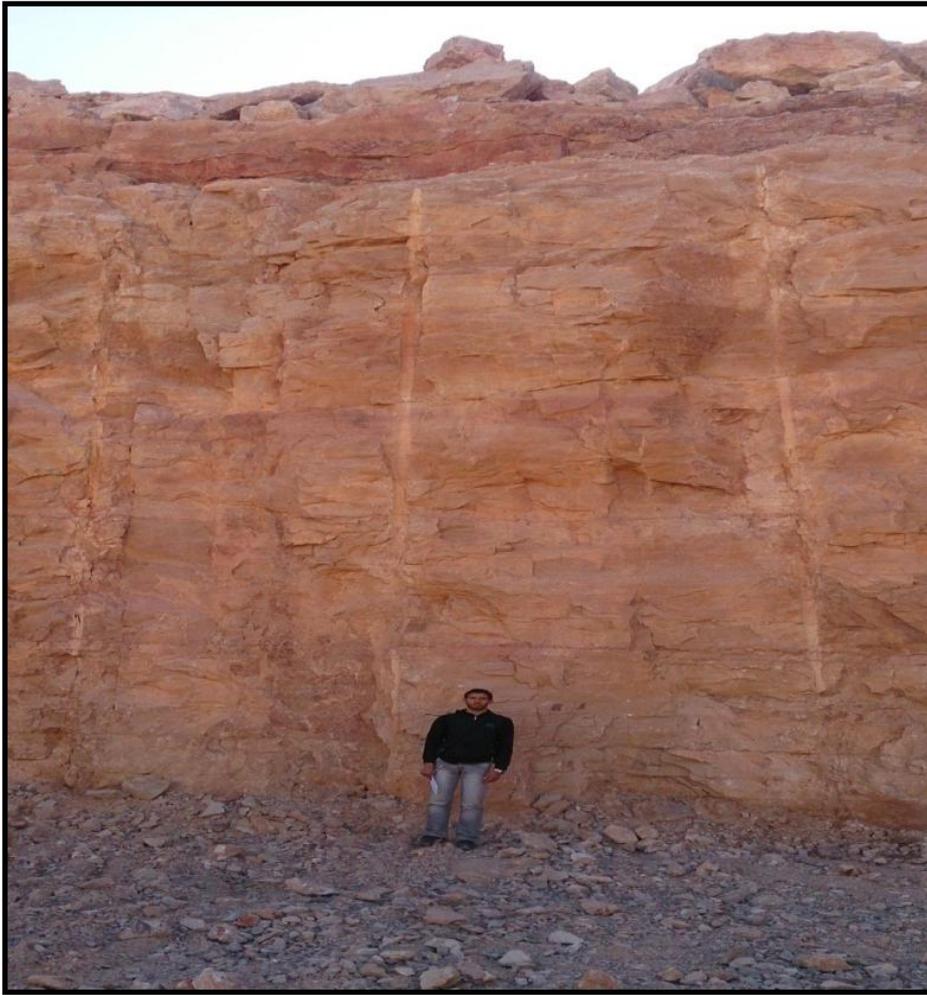


Fig.7- L'affleurement du premier gradin (12 mètre de hauteur).

Le premier gradin correspond à une succession de bancs de calcaires dolomitiques massifs, d'épaisseur décimétriques à métrique et de couleur beige à rougeâtre à la patine et verdâtre à tache rosâtre à la cassure. Ces calcaires présentent des stylolithes horizontaux et des géodes de la calcite de taille centimétrique (généralement ne dépasse pas 2 cm dans la partie basale de ce gradin). Notons ainsi que ces calcaires renferment des débris bioclastiques (fragments de bivalves).

De point de vue tectonique, ce gradin est affecté par des fracturations sub-verticales indiquant que cette région d'étude est soumise à des jeux de failles.

2. deuxième gradin.

	Faciès	Couleur	Epaisseur	Fossile
Gradin II	Calcaire dolomitique massive et compacte à des fractures sub - verticaux et des géodes (20 cm).	Beige à rougeâtre à la patine, grisâtre a tache rosâtre à la cassure.	Décimétrique à métrique	Bioclastes

Tabl. 2 - Description du deuxième gradin.



Fig.8 - L'affleurement de deuxième gradin (7.5 mètre de hauteur).

Le deuxième gradin correspond au premier gradin, la différence est marquée d'une part par le changement de la couleur à la cassure qui est grisâtre à tache rosâtre et d'autre part par l'augmentation de la taille des géodes (20cm). Les fracturations sont sub- horizontales. La hauteur de ce gradin est de 7.5 mètre.

3. Troisième gradin

	Faciès	Couleur	Epaisseur	Fossile
Gradin III	Calcaire dolomitique massive et compacte à stylolite et des géodes (3cm) remplie par la calcite.	Verdâtre à rougeâtre à la patine, verdâtre à tache rosâtre à la cassure.	Métrique à décimétrique	Moule interne des bivalves.

Tabl. 3 -Description du troisième gradin.

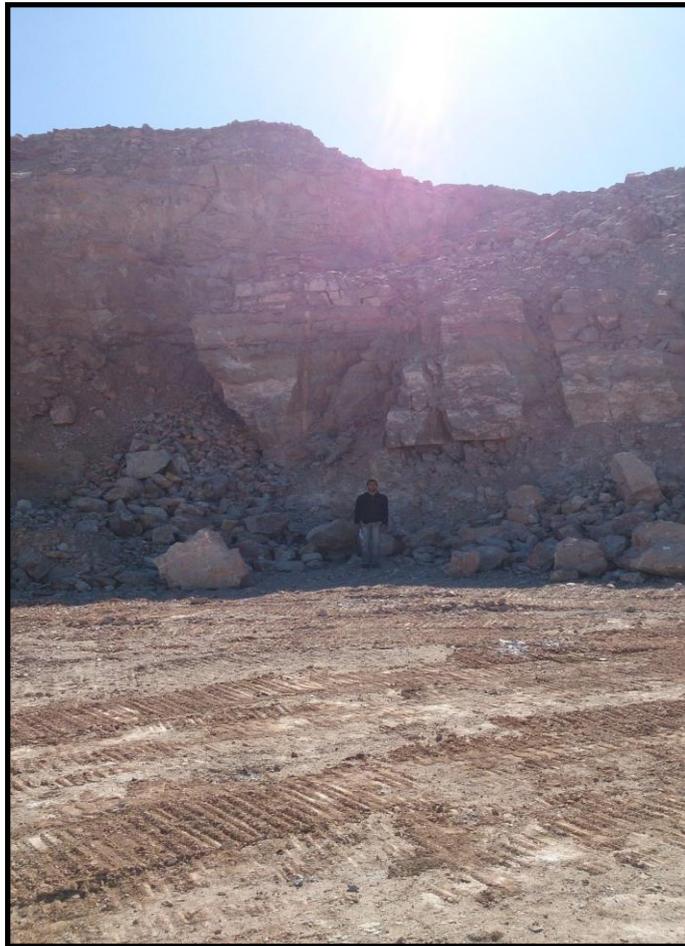


Fig. 9 -L'affleurement de troisième gradin (8 mètre de hauteur).

Le troisième gradin possède presque tous les caractéristiques du premier et du deuxième gradin. On remarque une différence dans l'épaisseur qui est métrique à décimétrique. Les géodes sont de 3cm, remplis par la calcite. La faune présente est définie par de moule interne des bivalves.

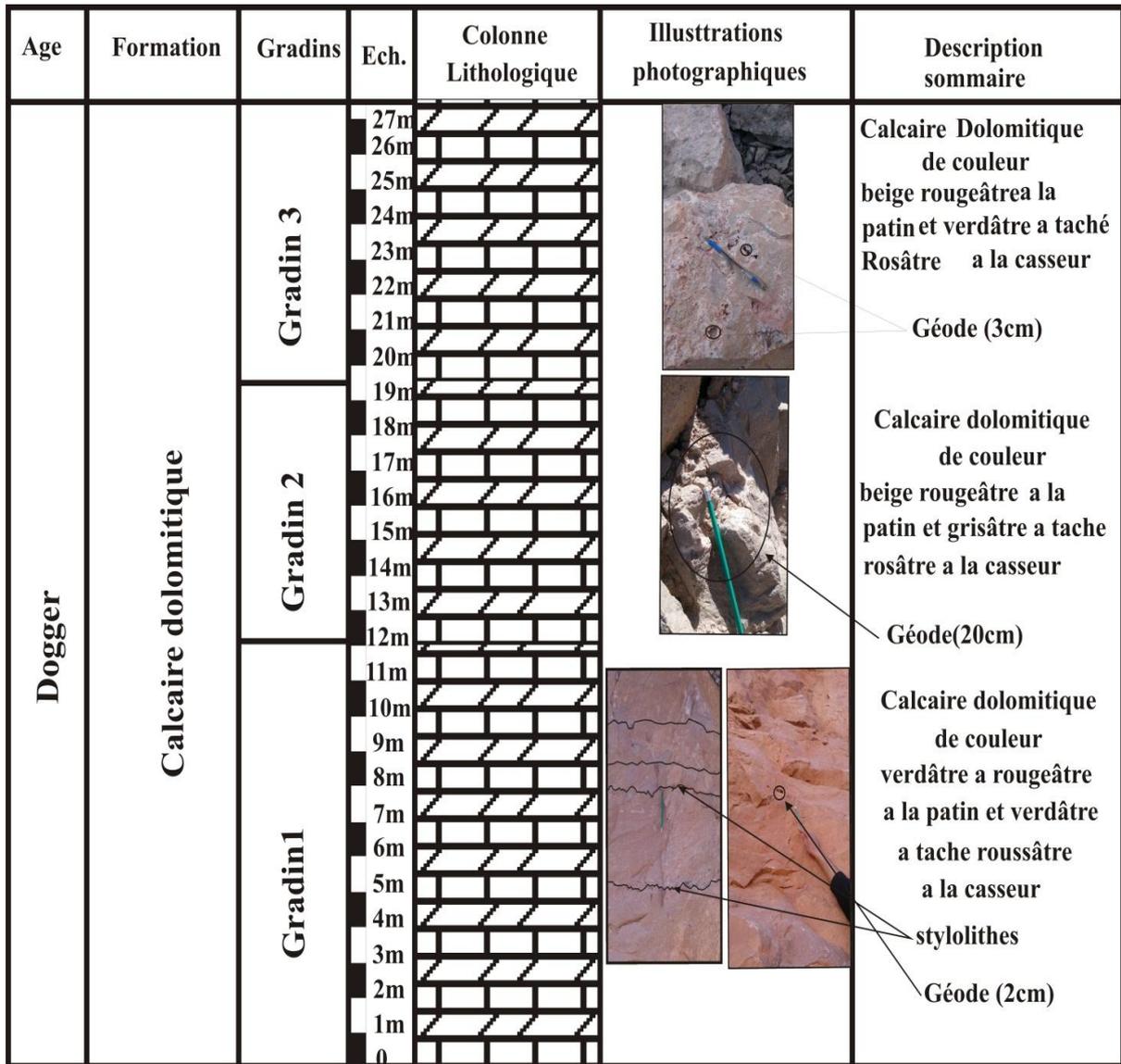


Fig. 10 - La colonne stratigraphique de la carrière.

E. Analyses chimiques.

Le tableau suivant présente les résultats des analyses chimiques effectués sur des échantillons provenant du site.

Ech.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	P.F
1	0.40	0.42	0.50	39.59	20.56	0.04	0.08	0.14	47.04

Tabl. 4 -Les analyses chimiques.

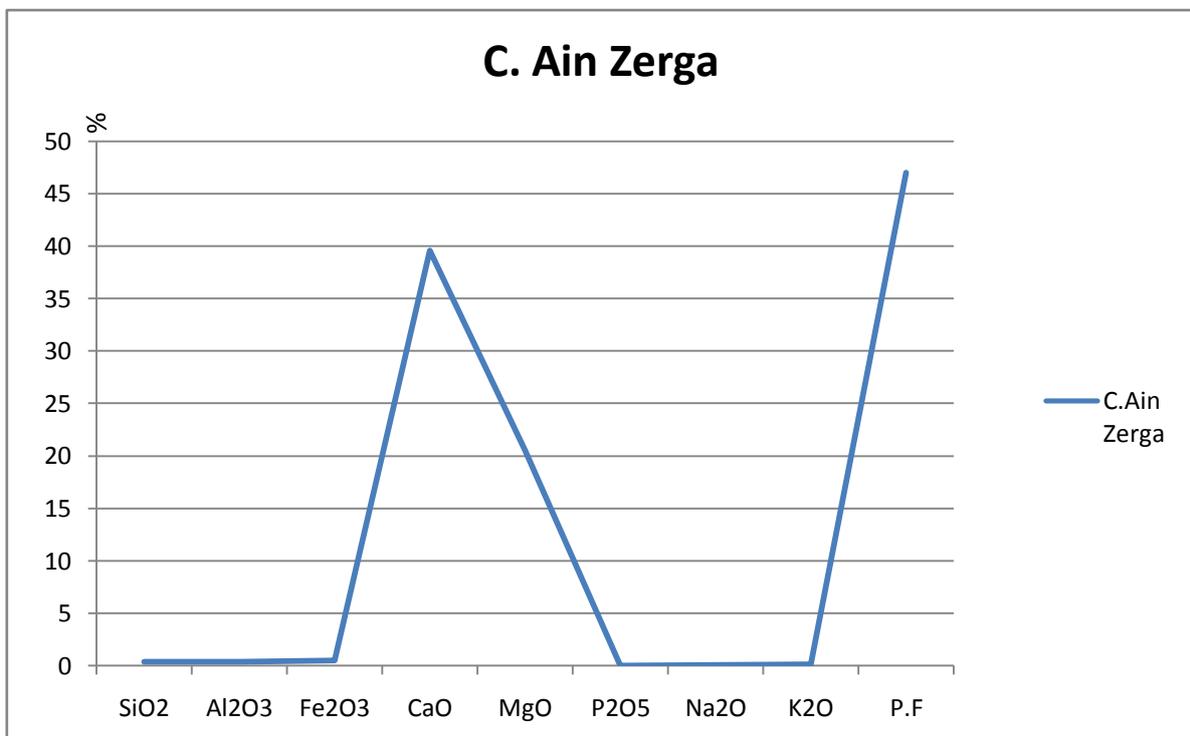


Fig. 11 - La courbe de l'analyse chimique de gisement d'Ain Zerga.

Les résultats obtenus de ces analyses montrent des taux élevés de CaO et MgO montrant ainsi que cette carrière est caractérisés par des calcaires dolomitiques.

F. Analyses physico-mécaniques

Les essais réalisés sur des échantillons prélevés à partir des granulats produits au niveau de cette carrière ont donné les résultats suivants :

Désignation des essais	Fraction analyses	Valeur
Essai de propreté	15/25	0,33%
	8/15	0,33%
	3/8	0,17%
Los Angeles (L-A %)	8/15	23%
Coefficient Micro-Deval %	8/15	19%
Equivalent de sable	0/3	68%
Coefficient d'aplatissement %	15/25	4%
	8/15	13%
	3/8	23%

Tabl. 5 - Les analyses physico-mécaniques.

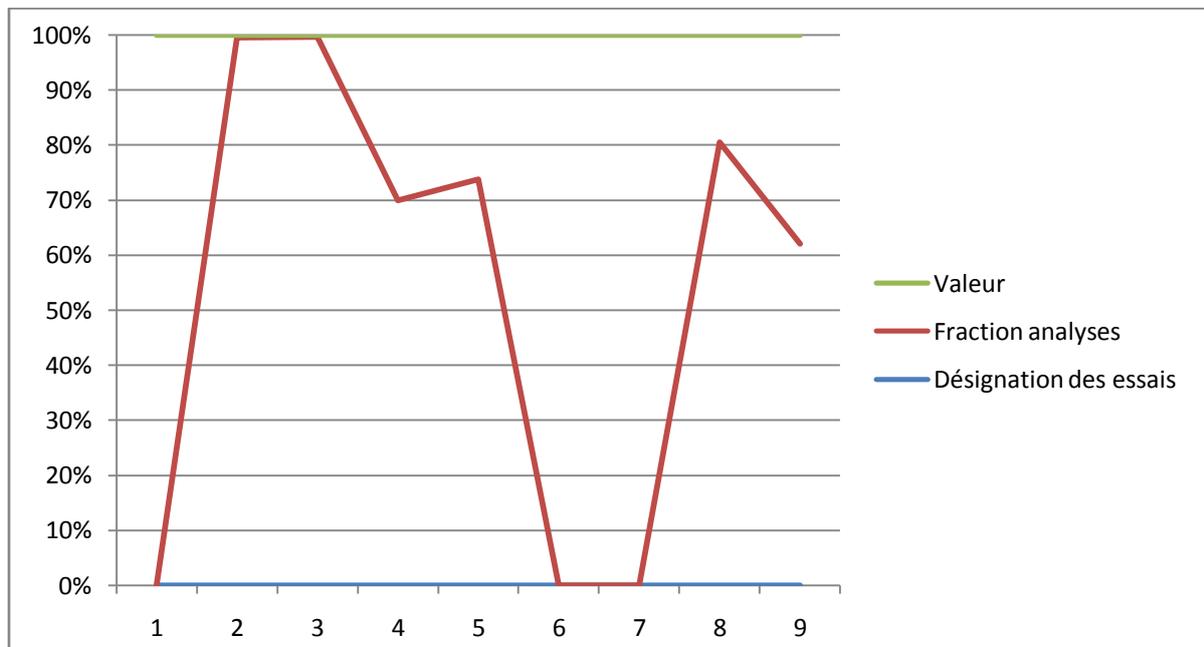


Fig.12 - La courbe de l'analyse physico-mécanique d'Ain Zerga.

Les résultats obtenus à partir des échantillons analysés montrent que les granulats de taille 15/25, 8/15 et 3/8 présentent des caractéristiques marquantes. Ces caractéristiques sont fiables pour la fabrication dans le domaine de la construction du bâtiment ainsi la construction routière.

III. CONCLUSION

Pour la production des agrégats, les calcaires dolomitiques de la carrière d'Ain Zerga sont utilisés dans la construction des bâtiments et pour le revêtement routier. Ainsi les analyses chimiques et physico-mécaniques effectués sur les échantillons prélevés de cette carrière confirment que ces calcaires dolomitiques répondent aux critères du domaine d'utilisations

Troisième chapitre : **DEVELOPPEMENT ET CALCUL DES RESERVES**

I. INTRODUCTION

L'exploitation d'une nouvelle carrière à ciel ouvert demande plusieurs étapes. La première phase est définie par la prospection suivie par l'exploration et à la fin la phase d'exploitation. Chaque phase demande une étude financière et économique pour savoir si le gisement est rentable ou non. Cette dernière phase joue un rôle important aux cours de la construction de la carrière. Elle doit refléter les besoins et les demandes.

II. Travaux d'ouvertures

A. Voies d'accès

La carrière se situe dans une zone importante par rapport aux réseaux routiers. Cette situation permette à l'exploitant une diminution de plusieurs pistes d'accès. A l'intérieur, la présence de plusieurs pistes relie le front d'abattage aux aires de traitement et de stockage est indispensable.

B. Installations annexes

L'infrastructure d'une carrière moyenne se résume par:

- ✓ Le gisement
- ✓ La station de concassage
- ✓ Le magasin et l'aire de maintenance
- ✓ L'aire de stockage

C. Moyens humains et matériels utilisés

1. Moyens humains

	Cadres	Maitrise	Exécuteur	Total
Effectif	02	02	12	16

Tabl. 6 - Les moyens humains.

2. Matériels utilisés

Désignation	NB	Capacité
Station de concassage	01	250m ³ /j
Chargeur sur pneu	01	3.5m ³
Foreuse Rock Firicawua	01	-
Compresseur Atlas Copco	01	-
Pelle à godet Caterpillar	02	-
Dumpers steyrr	01	-
Citerne	01	3000L
Camion transport personnel	01	-

Tabl. 7 - Matériels utilisés dans la carrière.

D. Organisation des travaux

La production au niveau de la carrière est organisée par rapport au régime suivant :

- Nombre de jours ouvrables par an, 240 jours ;
- Nombre de jours œuvrés par semaine, 5 jours ;
- Durée du poste (heures), 08 heures.

III. Phase d'exploitation

A. Méthode d'extraction

Dans une carrière l'extraction est conduite par des gradins successifs du haut vers le bas. La hauteur de chaque gradin ne dépasse pas les 15 m. Cette hauteur est fixée par les respects de l'art minier.

B. Opération d'extraction

1. Le décapage

Le décapage de la terre végétale et les intercalations d'argile de faible épaisseur se fait par un bulldozer. Ce décapage est obligatoire pour la préparation de la zone de foration des

trous. Les matériaux décapés seront soit transporté et stocké pour être utilisé dans la remise en état des lieux, soit utilisé pour l'ouverture des pistes d'accès des gradins.

2. L'abattage

L'abattage débute par le creusement des trous de mine ensuite par le chargement des trous par l'explosif et enfin la mise à feu du tir du massif rocheux.

a. La foration

La foration des trous de mine se fait par un chariot de foration (Atlas Copo) et par la présence d'un compresseur pour la production d'air comprimé (89mm de diamètre et 12 mètre de profondeur).

L'établissement d'un plan de tir comprend des renseignements exacts de tir. Nous avons le nombre des trous de mine, la profondeur, le diamètre, la maille de foration, la charge de chaque trou, la nature de l'explosif utilisé est la méthode de mise à feu. Ce plan de tir est contrôlé et approuvé par la direction de l'énergie et des mines.

b. Le minage

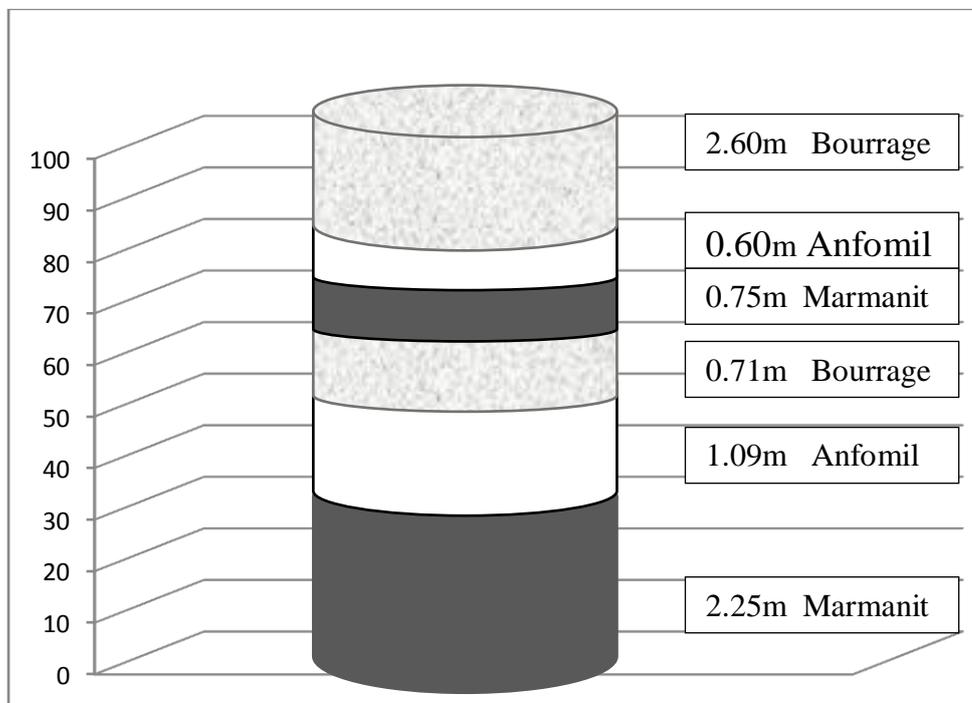


Fig. 13 - Le plan de chargement d'un trou.

La charge de chaque trou comprend :

- ✓ Une charge de pied constitué d'un explosif en cartouche tel que la Marmanit.
- ✓ Une charge de colonne constituée d'explosif en vrac (Anfomil).
- ✓ Le tout surmonté d'un bourrage de cuttings de foration.
- ✓ Le plan de tir est assuré par le responsable d'exploitation de la carrière avec la présence des responsables de la direction de l'énergie et des mines (DMI).
- ✓ Les travaux de foration et de tir s'effectuent en parallèle au ramassage du tout-venant (tout en respectant les consignes sécuritaire).

c. Amorçage

L'amorçage de la charge est réalisé latéralement au cordeau détonant de 12g/m, déposé au fond du trou d'une cartouche de marmanit. Ce cordeau est relié en surface à un détonateur à microretard de 20ms (DMR). La mise à feu est effectuée au moyen d'un exploseur relié à la ligne de tir.

Usage des produits d'explosifs

- Les dépôts d'explosifs : les produits explosifs sont livrés par l'office national d'explosif (l'ONEX)
- Ces produits explosifs sont consommés dès leur réception à la carrière durant la même journée.

N° d'ordre	Désignation	Unité	Références
01	Explosif Marmanit 3/65	Kg	65x750x2500, caisse=25kg
02	Cordeau détonant	m	12g/m, Bobine=125m
03	DEI 2m	U	
04	Détonateur DMR	P	Retard : 20 millisecondes
05	Mèche lente	m.L	

Tabl. 8 - Substances explosives et accessoires de tir utilisées.

N° d'ordre	Désignation	Unité/M	Quantité
01	Exploseur 50u	P	01
02	Ohmmètre digital	P	01
03	Ligne électrique	(5x200m)	01
04	Bourroir en bois	P	02
05	pelles	p	04

Tabl. 9 - Outillages utilisées.

La fragmentation secondaire

Les blocs trop gros seront acheminés au concasseur primaire, après avoir subi une fragmentation secondaire qui peut consister en :

- L'usage d'un marteau brise roche ;
- L'usage d'un drop-ball : lourde masse métallique.

Ces opérations coûteuses sont à éviter dans la mesure si possible après l'optimisation de la maille de foration et de la quantité d'explosive de mise en œuvre.

3. Le chargement des matériaux extraits

Les matériaux sont repris par deux chargeurs sur pneus équipés de godets de 3.5m³

4. Le transport des matériaux extraits

Le transport de la matière extraite vers la station de concassage sera assuré par deux camions de 15 T.

5. Le traitement

La carrière équipée par deux stations opérationnelles. Le tout venant (matériel) transporté sera déchargé dans la trémie de réception. De la trémie, le produit est soutiré par l'alimentateur à tabliers pour être envoyé dans le concasseur primaire (à mâchoires). Après son passage dans le crible, les éléments fins sont éliminés. Le produit du concassage est criblé sur un deuxième crible vibrant qui alimente le broyeur. Cette action est pour l'obtention de fine particules définie par une fraction granulométrique inférieure à 0.1mm.

6. Le criblage

Le concasseur utilisé est doté de quatre grilles de criblage de sélection des catégories de gravier. La granulométrie produite est de **0/3, 3/8, 8/15 et 15/25**.

C. Stockage

Il n'ya pratiquement pas de stockage. La production réalisée sera consommée immédiatement. A l'état actuel, on a constaté un grand besoin en matériaux d'agrégats relatif aux projets des travaux publics et de la construction des bâtiments.

D. Mesures envisagées pour la remise en état des lieux

La remise en état des lieux doit être effectuée au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exploitation. Elle se fait par le remblayage des crevasses à l'aide des résidus stériles, la terre végétale pour atténuer les irrégularités et combler les grandes surfaces exploitées. A la fin, il faut avoir un site dans son environnement initial.

IV. CALCUL DES RESERVES

1. Les réserves

L'estimation des réserves géologiques est calculée par la méthode de coupes délimitant des blocs géologiques.

2. Délimitation des blocs de réserves

Dans cette carrière, nous avons deux blocs : I et II ont été déterminés par la méthode des coupes géologiques. La distance entre la première et deuxième coupe est de 125m par contre elle est de 190m entre la deuxième et la troisième coupe.

- Le bloc I est délimité par les lignes de coupes A-B et E-F avec une longueur de 100m et 120m ;
- Le bloc II est délimité par les lignes de coupes E-F et D-C avec une longueur de 120m et 140m.

Chaque coupe a été décomposée en figures géométriques. On additionnant les surfaces des différentes figures géométriques élémentaires, on obtient la surface d'une coupe ou d'un panneau du bloc. Ces surfaces sont indiquées dans le tableau suivant :

	Surface m ²	Volume Bloc I	Volume Bloc II
Surface A-B	1160	292500m ³	
Surface E-F	3520		1064950m ³
Surface D-C	7690		

Tabl. 10 - Surface et volume des blocs.

Le volume du bloc = (surface A + surface B) / 2 x d ;

d : distance entre deux coupes successives délimitant le bloc.

- Si la différence des aires de deux coupes successives est supérieure à 40%, on utilise la formule suivante, celle d'un cône tronqué.

$$V = \frac{(sA + sB) + \sqrt{sA \times sB}}{3} \times d$$

Les volumes des différents blocs sont récapitulés dans le tableau ci-dessus.

Le volume global est égal à la somme des volumes des deux blocs

N° bloc	Volume (m ³)	Densité (g/cm ³)	Réserves (tonnes)
Bloc I	292500	2.6	760500
Bloc II	1064950	2.6	2768870
TOTAL	1357450	2.6	3529370

Tabl. 11 -Volume global et réserve.

- Après les calculs réalisés dans cette carrière, les réserves sont estimées à 1357450m³ qui donne l'équivalent de 3529370 tonnes.

3. Capacité des installations

La capacité théorique de la station de concassage est de 50m³/heure (l'équivalent de 90000 m³/an). Tenant compte du coefficient d'utilisation des équipements de production et de la station de concassage qui est estimé à 80%, la production réelle sera de 70000 m³/an.

4. Capacité de production

La durée de vie d'un gisement est déterminée en fonction de la capacité de production avec les réserves exploitables du gisement.

Ces réserves exploitables dans les limites du périmètre d'exploitation sont de l'ordre de 2.021.834 m³ en place.

La capacité réelle de production de l'unité est de 60000 m³/an de produit fini. Elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{C_p = C_s \times N_h \times N_p \times n_{jo} \times C_u}$$

Cs: Capacités installer de la machine (50m³/h) ;

Nh: Nombre d'heure par poste (08 h par poste);

Np: Nombre de poste (01poste);

njo: Nombre de jour ouvrables par an (220Jours/an);

Cu: coefficient d'utilisation des équipements (0.80).

$$\mathbf{Dans\ notre\ carrière,\ C_p = 50 \times 07 \times 220 \times 0.80 = 60000\ m^3}$$

En tenant compte d'un taux des stériles de 5% et 5% des pertes d'exploitation lors des opérations d'extraction, de chargement et de transport, le volume du tout venant de extraire de la carrière pour produire le m³ de produit fini est de 65000m³/an.

Réserve exploitables foisonnées égale 2.021.834 × 1.5= 3.032.751m³.

La durée de vie du gisement sera donc de 3.032.751/65000l'équivalent de 46 ans.

5. Volume prévisionnel à produire

L'évolution de la production annuelle prévisionnelle de produit fini, calculer théoriquement pour les quatre années est indiquée sur le tableau suivant :

Année	2014	2015	2016	2017
Production en m ³	65000	65000	65000	65000

Tabl. 12 - Production annuelle prévisionnelle.

V. DEVELOPPEMENT DE LA CARRIERE

Dans cette partie, nous allons essayer d'améliorer la production de cette carrière. Pour cela nous avons suivie plusieurs étapes.

Dans la première étape, on a commencé par le changement de la hauteur des gradins :

- Augmentation de la hauteur du troisième gradin par 1m (8 m devient 9 m) ;
- Augmentation de la hauteur du deuxième gradin par 2m (7,5 m devient 9,5 m) ;
- Diminution de la hauteur de premier gradin par 3m (12m devient 9m).

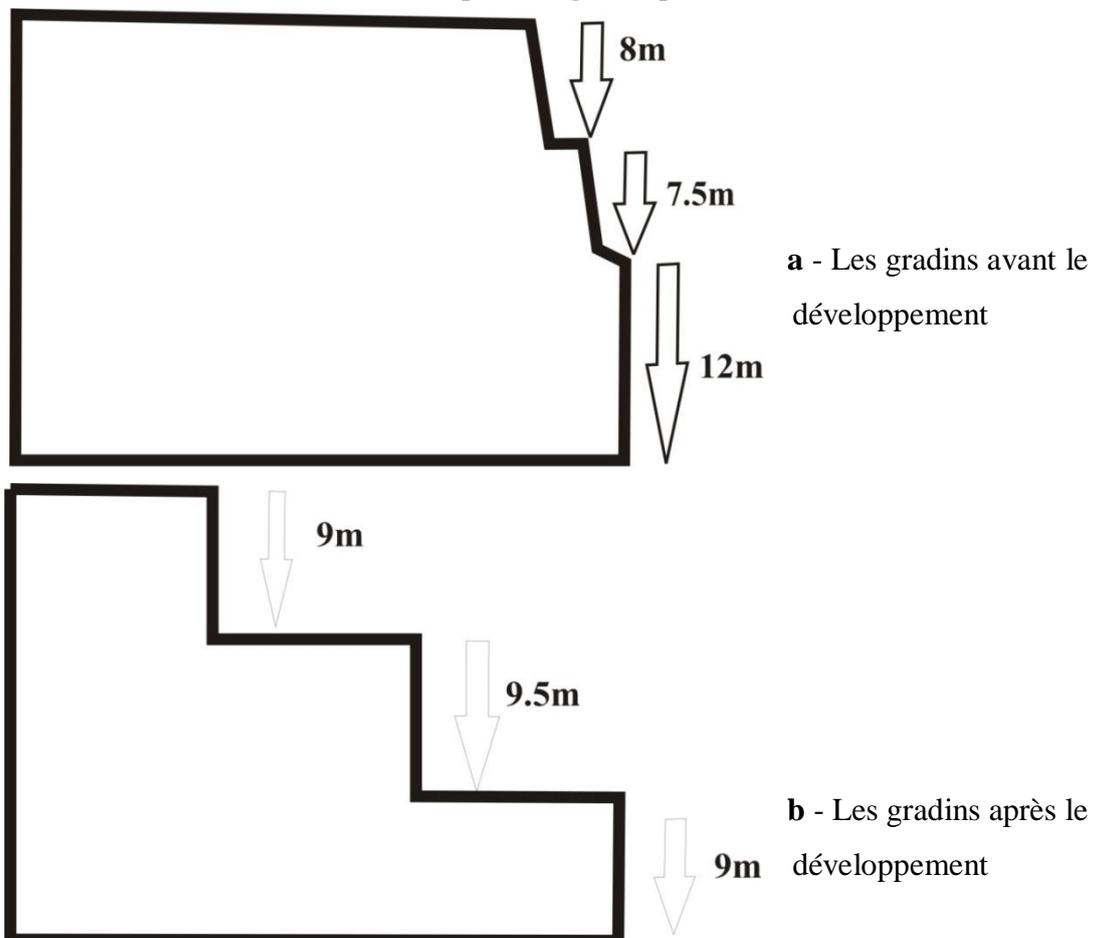
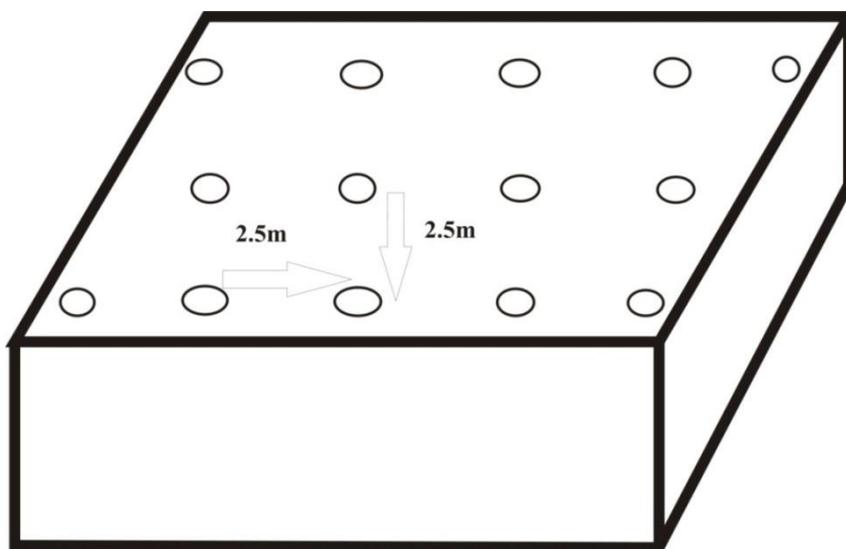


Fig. 15 - Les gradins avant et après le développement.

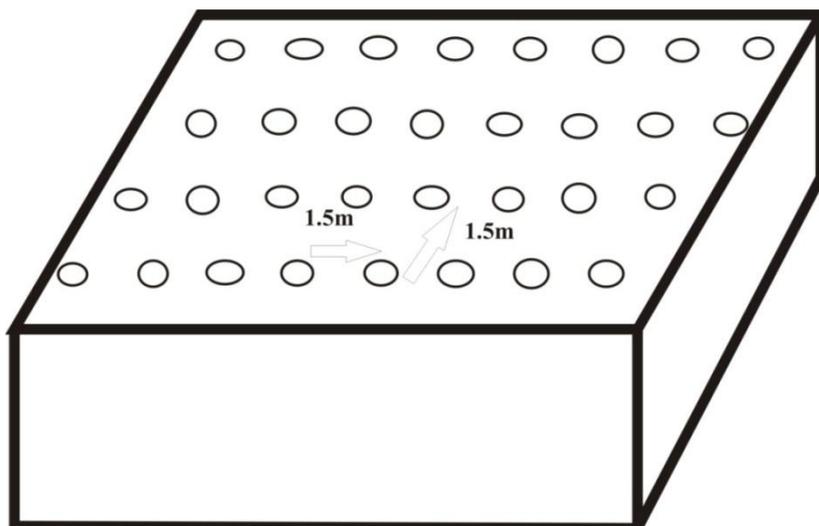
La seconde étape consiste à élargir les pistes entre les gradins. Ensuite, on commence la foration. Cette foration doit être effectuée du haut vers le bas.

Le but de cette étape est d'avoir des gradins bien schématisés et une faciliter du déplacement des engins.

Dans la dernière étape, on a diminué la taille des mailles. Cette diminution est de 1m. Le but de cette étape est d'éviter l'apparition des blocs gabarés d'une part et d'autre part c'est pour diminuer le travail de brise roche.



a - Les mailles avant le développement.



b - Les mailles après le développement

Fig.16 - La maille avant et après le développement.

CONCLUSION GENERALE

L'étude de la carrière des agrégats de la Wilaya de Saïda, qui a fait l'objet de notre étude pétrographique permettent d'acquérir les résultats suivants :

1 - Sur le plan lithostratigraphique :

La formation des calcaires dolomitiques de Balloul est constituée par des successions des bancs de calcaires dolomitiques de couleur rougeâtre à verdâtre, d'épaisseur centimétrique à métrique. Ces calcaires sont riches en bivalves (surtouts 2^{ème} et 3^{ème} gradin) et présentent des stylolithes et géodes de calcite.

2 - Sur le plan géochimique : les analyses chimiques et physico-mécaniques montrent que la qualité des agrégats est favorable dans plusieurs constructions (revêtement routière, construction des bâtiments). Ceci est confirmé par la teneur des oxydes de calcium et de magnésium.

A la fin, nous avons mené un développement de cette carrière. Cette étude est donné d'une part afin d'améliorer l'exploitation et d'autre part pour garder un bon environnement

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGIER C.** (1967) - Quelques éléments essentiels de la couverture sédimentaire des hautes plateaux. *Publ. Serv. géol. Algérie*, Alger, N.S,n°34,p.47-80, 8fig
- BENEST M.** (1972)- Les formations carbonatées et les grands rythmes du Jurassique supérieur des Monts de Tlemcen (Algérie). *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 275, sér. D, pp. 1469-1471.
- DOUMERGUE F.** (1910) - Carte géologique détaillée-Algérie au 1/50 000, feuille Terni, n°300.
- DUBAR G.** (1932)- Le Lias et Jurassique de Haute-Moulouya et du Haut-Atlas. (Sud et Sud-Est de Midelt). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (5), n°2, pp.573-594, 3 fig.
- ELMI S.** (1972)- L'instabilité des Monts du Tlemcen et de Rhar Roubane (Ouest Algérien) pendant le Jurassique, interprétation paléogéographique. *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, t. XIV, pp. 220-222.
- FLAMAND G.B.M.** (1911)- Recherches géologiques et géographiques sur les Hautes Pays de l'Oranie et sur le Sahara. *Thèse, Lyon*, 1002 p., 157 fig., 3 cartes géol., 16 pl.
- GHALI M.** (1983) - Le Jurassique supérieur et le Crétacé basal des Monts de Saïda et de Tiaret –Frenda (Ouest Algérie) : stratigraphie et milieu de dépôt .*These 3 eme Cycle, Lyon*, 131p, 51fig, 7pl.
- KEFIFA A.** (2013)- Contribution à l'étude et à la cartographie de l'impact dépressions anthropozoogènes et climatiques sur les ressources naturelles des Monts de Saïda (Algérie).*Dipl doctorat en Sci d'Agronomie et des Forêts*. Univ. Tlemcen. 264p, 48 tab.
- LUCAS G.** (1942)- Description géologique des Monts du Ghar Roubane et du Sidi El Abed (frontière Algéro-Marocaine). *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Série 2.
- LUCAS G.** (1952)- Bordure nord des hautes plaines dans l'Algérie occidentale Primaire, Jurassique, Analyse structurale Monographie régionale, 1ère série: Algérie, n°21. XIX^e *Congrès Géologique International*.
- MANGOLD C. TOUAHRIA A.** (1979) -Structure des Djebels Ben Kmer et Modzab près de Saïda (Algérie occidentale).*7eme Réunion annuelle Sc. Terre, Lyon, Soc. géol. France édit*, Paris, p310
- OURDAS T.** (1983) - Sédimentologie des grès de Sidi Amar ou grès de Franchetti dans les Monts de Saïda et les Monts de Daïa (Algérie). *Thèse. Doc. Univ. Grenoble 1*, 24 fig., 196 p., 13 pl.
- POMEL A.** (1899)- Les Céphalopodes néocomiens de Lamoricière. *Mat. Carte Géol. de l'Algérie*, sér.1, t.2, 96 p., I-XIII.

POMEL A. et POUYANNE J. (1882) - Carte géologique provisoire à 1/800 000 des départements d'Alger et d'Oran avec texte explicatif. *A.F.A.S.* Alger.

WELSCH J. (1890) – Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda (Algérie)
Thèse Sc. Paris, Bigot édit. , Lill, 204 p. ,25 fig. et 1 carte.

LISTE DES FIGURES

Fig1 -Situation géographique des Monts de Saïda et de la région d'étude (KEFIFA, 2013, Modifiée).....	05
Fig 2 - Colonne stratigraphique des monts de Saïda (OUARDAS, 1983).....	09
Fig.3- Colonne stratigraphique de la région d'étude (Saïda)	12
Fig. 4 - Situation géographique de la carrière.....	13
Fig. 5 - Carte géologique de la zone d'étude.....	14
Fig. 6 - Vue panoramique de la carrière.	15
Fig.7- L'affleurement du premier gradin (12 mètre de hauteur).	16
Fig.8 - L'affleurement de deuxième gradin (7.5 mètre de hauteur)	17
Fig. 9 -L'affleurement de troisième gradin (8 mètre de hauteur).	18
Fig. 10 -La colonne stratigraphique de la carrière.	19
Fig. 11 -La courbe de l'analyse chimique de gisement d'Ain Zerga.	20
Fig.12 -La courbe de l'analyse physico-mécanique d'Ain Zerga.	21
Fig. 13 -Le plan de chargement d'un trou.	25
Fig. 14 –carte topographique déterminant les différents blocs d'exploitation de la carrière... 30	
Fig. 15 -Les gradins avant et après le développement.	32
Fig.16 - La maille avant et après le développement.	33

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 - Description du premier gradin.	15
Tabl. 2 - Description du deuxième gradin.	17
Tabl. 3 -Description du troisième gradin.	18
Tabl. 4 -Les analyses chimiques.	19
Tabl. 5 -Les analyses physico-mecaniques.	21
Tabl. 6 -Les moyens humains.	23
Tabl. 7 -Matériels utilisés dans la carrière.	24
Tabl. 8 -Substances explosives utilisées.	26
Tabl. 9 -Outillages utilisées.	27
Tabl. 10 -Surface et volume des blocs.	29
Tabl. 11 -Volume global et réserve.	29
Tabl. 12 -Production annuelle prévisionnelle.	32

PLANCHE 01

Fig. 01 - Sable 0/3

Fig. 02- Gravier 3/8

Fig. 03 - Gravier 8/15

Fig. 04 - Gravier 15/25.

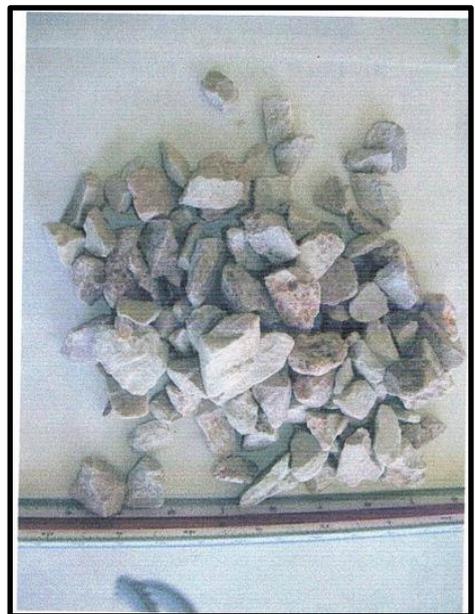
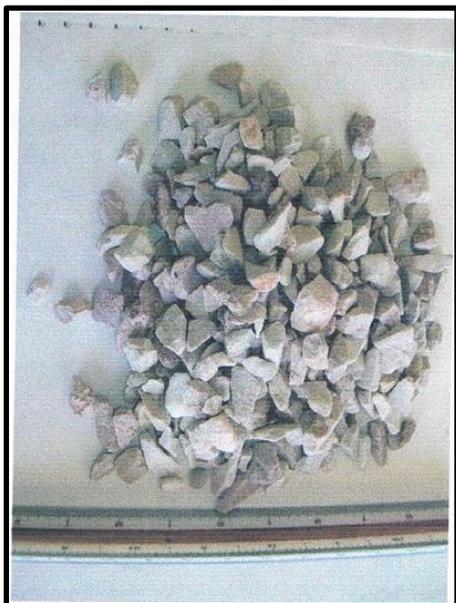
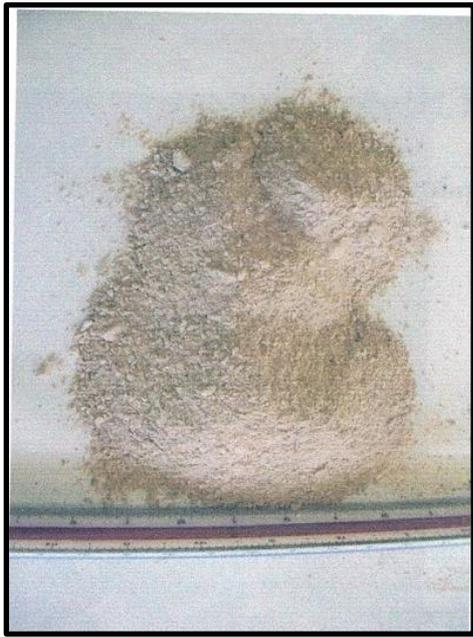
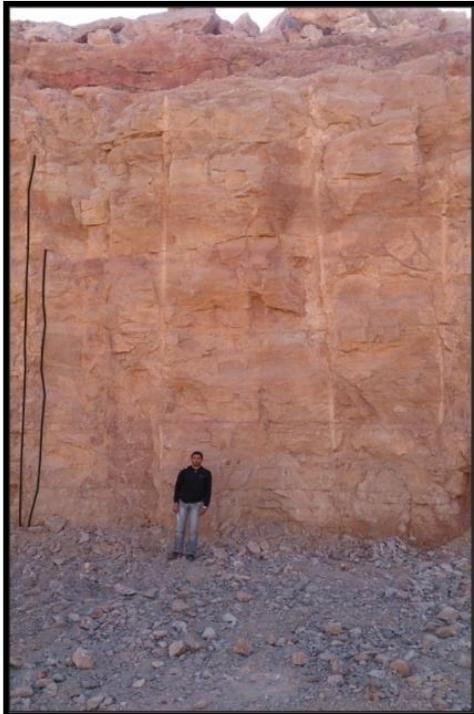


PLANCHE 02

Fig. 01 - Fracturations verticale

Fig. 02 - Bivalve recristallisé.



MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Académique

Domaine : Sciences de la terre et de l'Univers

Filière : Sciences de la terre

Spécialité : Géo-Ressources

Titre de mémoire : ETUDE DE LA CARRIERE D'AGREGATS D'AIN ZERGA (SAÏDA) : CARACTERISTIQUES INDUSTRIEL ET PERSPECTIVES.

Auteurs : BELFATMI Abdelaziz & BENMOSTEFA Khaled

RESUME

La carrière des agrégats de Aïn Zerga qui fait l'objet de cette étude est située dans les Monts de Saïda et plus exactement à 3,5 km de la ville de Saïda.

Elle est implantée dans les calcaires dolomitiques de Balloul d'âge bajocien inférieur et moyen d'épaisseur d'environ 30 m. Cela fait de cet ensemble un gisement important pour l'exploitation des agrégats.

Afin d'étudier leur qualité, des analyses chimiques et physico-mécaniques ont été réalisées. Ces derniers montrent que ces calcaires sont aptes pour la construction des bâtiments et le revêtement routier.

Aussi une étude de développement (qualité des agrégats, facilité d'accès,...etc) a été tentée dans le but d'améliorer le rendement de l'exploitation de cette carrière.

Mots-clés : Aïn Zerga, Monts de Saïda, calcaires dolomitiques, Bajocien inférieur et moyen, analyses chimiques et physico-mécaniques.