

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD – TLEMCCEN

N° d'ordre : /DSTU/2015



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE, DE LA VIE,
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Mémoire Présentée pour l'obtention du grade
d'ingénieur d'état en Sciences de la Terre et de l'Univers

Option : Ensembles Sédimentaires

Par

BOUSSAID Bachir

Intitulé

**Caractéristiques d'un massif rocheux et anomalies de tir.
Carrière de Gypse de Sidi Boutbal, plateau de Boufatis, Oran.
(Entreprise Knauf plâtres)**

Soutenue : 12/02/2015 devant le jury composé de :

M. KACEMI A.	M. Conférence	Université de Tlemcen	Président
M. BOUCIF A.	Maître Assistant	Université de Tlemcen	Encadreur
M. BAROUCHE A.	Superviseur d'exploitation	Knauf plâtres Oran	Co-encadreur
M. ADACI M.	M. Conférence	Université de Tlemcen	Examineur
M. HEBIB H.	Maître Assistant	Université de Tlemcen	Examineur

DEDICACES

Je dédie ce travail

Tout d'abord, à mes parents qui avaient tant souhaité me voir mener à bien mes études. Que Dieu les garde pour moi.

A mon oncle Chikh, et Mohamed Belfakhardé m'avoir aidé et soutenu tout le long de mes études universitaires.

A mes très chers frères.

A mes très chères sœurs.

A mes fidèles amis.

Bachir

Remerciements

Je remercie avant tout, le bon Dieu qui m'a donné la volonté et le courage pour la réalisation de ce modeste travail.

Je tiens à remercier Monsieur Ali Kacemide m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Une personne que je respecte beaucoup et je n'oublierai guère votre gentillesse et votre sympathie lors nos stages de terrain. Je serais très heureux de vous voir le jour de ma soutenance.

Toute ma reconnaissance et ma gratitude vont à monsieur Abdelkader Boucifmaitre-assistant au département des sciences de la terre et de l'univers, de m'avoir proposé ce sujet qui était obscur au début pour moi, de m'avoir mis à ma disposition toutes les moyens nécessaires pour faciliter le travail et pour ses précieux conseils.

Mes remerciements vont aussi à monsieur Abdelghani Barouches superviseur d'exploitation à Knauf plâtres, je suis très impressionné par votre méthode de travail au terrain et au bureau, j'ai beaucoup appris grâce à vous sur le secteur minier et surtout les techniques d'abattage de la roche.

Tout mon respect à monsieur Hakim Hebib, malgré vos préoccupations, vous avez accepté sans hésiter d'examiner mon travail, mille fois merci. J'aurais le grand plaisir de vous voir parmi le jury et d'écouter vos orientations.

Mes remerciements vont à monsieur le Docteur Mohamed Adaci, qui a bien voulu me faire l'honneur d'être membre au jury. Encore, pour sa contribution à ma formation durant mon cursus universitaire.

Je remercie la direction ainsi que tout le personnel de l'entreprise Knauf plâtres, je suis très reconnaissant à monsieur Amine Ziane chargé de la prospection minière pour son aide.

Ma profonde reconnaissance s'adresse à l'ensemble des enseignants du département qui ont contribué à ma formation et avec beaucoup d'émotion que je formule ma sincère gratitude à madame Ghellai.

Résumé

La carrière de Sidi Boutbal, sise à 22 km à l'Est de la ville d'Oran, est installée au sein du Plateau de Boufatis (Saint Louis), partie intégrante du bassin du bas Chéelif. La matière exploitée par l'entreprise Knauf, est du gypse d'âge Messinien utilisé pour produire le plâtre.

Pour abattre la roche, les dirigeants de la carrière utilisent les explosifs comme une source principale de choc. Le but de l'abattage est de désagréger le matériau afin de faciliter sa reprise par les engins d'extraction. La qualité de l'abattage joue un rôle primordial que l'on sous-estime bien souvent. En effet, un tir de mine de mauvaise qualité peut pénaliser toute la chaîne d'extraction de la roche. D'autres contraintes peuvent à leur tour affaiblir l'efficacité d'un tir de mine. Ce sont essentiellement les propriétés géologiques du massif rocheux.

L'examen minutieux des différents gradins formant la carrière nous a permis d'identifier plusieurs facteurs stratigraphiques et structuraux caractérisant les bancs de gypse. Les joints marneux s'intercalant entre les couches de gypse, la fracturation et les karsts constituent les principaux agents pouvant générer des anomalies de tir, en conséquence la substance explosive perd la force de fragmenter la roche.

Au terme de ce travail, nous avons proposé quelques astuces pour minimiser l'effet perturbant la bonne fragmentation du massif rocheux.

Mots clé : carrière Sidi Boutbal, Plateau de Boufatis, bassin, bas Chéelif, Knauf, gypse, Messinien, explosifs, massif rocheux, joints, fracturations, karsts, anomalies, tir, fragmentation.

Summary

The career of Sidi Boutbal, located to 22 km in the East of Oran, is installed within the Plate of Boufatis (Saint Louis), integral part of the basin of low Chélif. The matter exploited by the Knauf Company, is gypsum of Messinien age used to produce the plaster.

To mine the rock, the responsible of the career use the explosives like a primary source of shock. The goal of demolition is to disaggregate material in order to facilitate its recovery by the machines of extraction. The quality of demolition plays a central role which one very often underestimates. Indeed, a shooting of mine of bad quality can penalize all the chain of extraction of the rock. Other constraints can in their turn weaken the effectiveness of a shooting of mine. They are primarily the geological properties of the rock solid mass.

The meticulous examination of the various steps forming the career enabled us to identify several stratigraphic and structural factors characterizing the gypsum benches. The marl joints intercalating between the layers of gypsum, the fracturing and the karsts constitute the principal generated agents being able anomalies of shooting, into consequent explosive substance loses the force to split up the rock.

At the end of this work, we proposed some easy ways to minimize the effect disturbing good fragmentation of the rock solid mass.

Keywords: career Sidi Boutbal, Plate of Boufatis, basin, low Chelif, Knauf, gypsum, Messinien, explosives, rock solid mass, joints, fracture, karsts, anomalies, shooting, fragmentation.

TABLES DES MATIERES

<i>Dédicaces</i>	
<i>Remerciements</i>	
<i>Résumé</i>	1
<i>Abstract</i>	2
<i>Table des matières</i>	3

Premier Chapitre : Généralités

I. INTRODUCTION	07
II. CADRE GEOGRAPHIQUE	07
1. A l'échelle régionale.....	07
2. Secteur d'étude.....	08
III. CONTEXTE GEOLOGIQUE	09
1. Cadre géologique et paléogéographique.....	09
2. Carrière de Sidi Boutbal	11
IV. HISTORIQUE DES TRAVAUX	12
1. Anciens travaux.....	12
2. Travaux récents.....	12
V. METHODOLOGIE DE TRAVAIL	15
1. Mode et outils de travail.....	15
1.1. Au terrain.....	15
1.2. Au laboratoire.....	15

Deuxième Chapitre : Lithostratigraphie

I. INTRODUCTION	18
II. LES TRAVAUX DE LA SN-REPAL	18
1. Sondage Da1 au Sud du Djebel Djira.....	18
2. Sondage Db1, au Sud-Ouest du Djebel Debbi.....	19
3. Sondage Da2, au Sud de Mers-El Hadjaj.....	19
III. NOMENCLATURE REGIONALES DES FORMATIONS	19
IV. LOCALISATION ET DESCRIPTION DE LA COUPE	21
1. Localisation.....	21
2. Description	21
2.1 Gypse.....	21
2.2 Formation de marnes grise-verdâtres.....	22
2.3 Calcaire lumachellique.....	23
2.4 Argiles rouges conglomératiques.....	23
V. CONCLUSION	26

Troisième Chapitre : Etapes d'extraction du gypse et mode de tir

I.	INTRODUCTION	28
II.	ETAPES D'EXTRACTION DU GYPSE	28
	1. La foration.....	28
	2. Tir de mine.....	29
	3. Le Chargement.....	29
	4. Le transport.....	29
	5. Le concassage.....	29
III.	MODE DE TIR	31
	1. Les explosifs et les accessoires de tir.....	31
	2. Procédure de Tir.....	32
	2.1. Avant le tir.....	32
	2.2. Le jour de tir.....	33
	2.3. Après le tir.....	33
	3. Caractéristiques de la substance explosive et critères de choix.....	33
	3.1. Caractéristiques de la substance explosive.....	33
	3.1.1. La substance chimique.....	34
	3.1.2. Transmission de détonation.....	34
	3.1.3. Puissance de l'explosif.....	34
	3.1.4. Densité.....	34
	3.1.5. Vitesse de détonation.....	35
	3.1.6. Diamètre critique de détonation.....	35
	3.1.7. Résistance à l'humidité.....	35
	3.2. Critères de choix d'explosifs.....	35
	3.2.1. Par rapport au massif rocheux.....	35
	3.2.2. Par rapport à la productivité de l'entreprise.....	36
	4. Conception d'un plan de tir.....	36
	5. Les paramètres de tir.....	37
IV.	CONCLUSION	37

Quatrième Chapitre : Caractéristiques du massif rocheux et anomalies de tir

I.	INTRODUCTION	39
II.	CARACTERISTIQUES DU MASSIF ROCHEUX	39
	1. Définition d'une discontinuité.....	39
	2. Le cas de la carrière de Sidi Boutbal.....	40
	2.1. Les joints marneux.....	40
	2.2. Les karsts.....	41
	2.3. Les failles.....	41
	2.4. Les diaclases.....	41
	2.4.1. Etude statistique de la fracturation.....	41
	a. Gradin N°1.....	42
	b. Gradin N°2.....	43
	c. Gradin N°3.....	43
III.	LES ANOMALIES DE TIR	44
	1. Les joints.....	44
	2. Les karsts.....	45
	3. La fracturation.....	46
	4. Les failles.....	46
	5. Fissuration arrière (effet arrière).....	47
	6. Gradin en surplomb.....	48
IV.	OPTIMISATION DU PLAN DE TIR	48
V.	CONCLUSION	49
	CONCLUSION GENERALE	51
	<i>Références bibliographiques</i>	54
	<i>Liste des tableaux et figures</i>	60
	<i>PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES</i>	62

Premier chapitre

Généralités

I. INTRODUCTION

Le bassin du Bas Chélif a fait l'objet de plusieurs travaux depuis les premières études de reconnaissance géologique de Bleicher 1875, de Pomel 1892, de Repelin 1895 et de Brives 1897, jusqu'à les éminents travaux de Perrodon 1957, de Deltail 1974, de Fenet 1975, de Guardia 1975, de Thomas 1985 et de Neurdin-Trescartes 1992.

Récemment, d'autres travaux d'actualité ont ciblé le cadre biostratigraphique et paléoécologique de ce bassin, sur la base des foraminifères «Belkebir 1986, Belkebir et al, 2008», des pollens «Chikhi, 1992», des nannofossiles «Mansouri et al, 2008», des diatomées «Mansour, 1991, 2004» et des dinoflagellés «Tchouar, 2013».

Le présent travail concerne les dépôts de gypse d'âge messinien du Plateau de Saint Louis (Plateau de Boufatis) où l'entreprise de plâtre (KNAUF) exploite une carrière à ciel ouvert. Notre objectif est de contribuer à identifier les caractéristiques du massif rocheux du gisement afin d'améliorer les travaux de minage.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE

1. A l'échelle régionale

Sous forme d'une gouttière orientée ENE-WSW, le bassin du bas Chélif fait partie des bassins néogènes sublittoraux étudiés par Perrodon en 1957. Ils s'étendent d'une façon parallèle à la côte méditerranéenne. Nous distinguons d'Est en Ouest : le bassin de Mitidja, le bassin du moyen Chélif, le bassin du Bas Chélif et le bassin de la Tafna (fig.1).

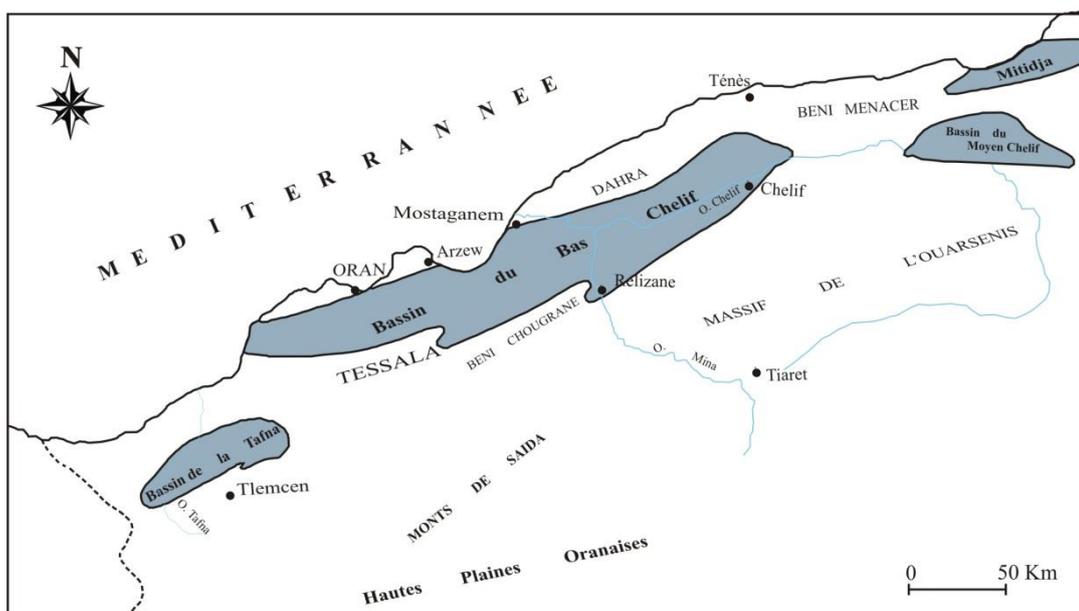


Figure 1 : les bassins néogènes de l'Algérie du Nord (D'après Perrodon, 1957).

Le bassin du Bas Chélif est limité, d'Ouest en Est, par deux grandes lignes de reliefs :

- Au Nord, les massifs du Murdjajo, d'Arzew, du Dahra et de Beni Menacer (fig.2)
- Au Sud, les Monts de Tessala, d'Ouled Ali, des Beni Chougrane et de l'Ouarsenis.

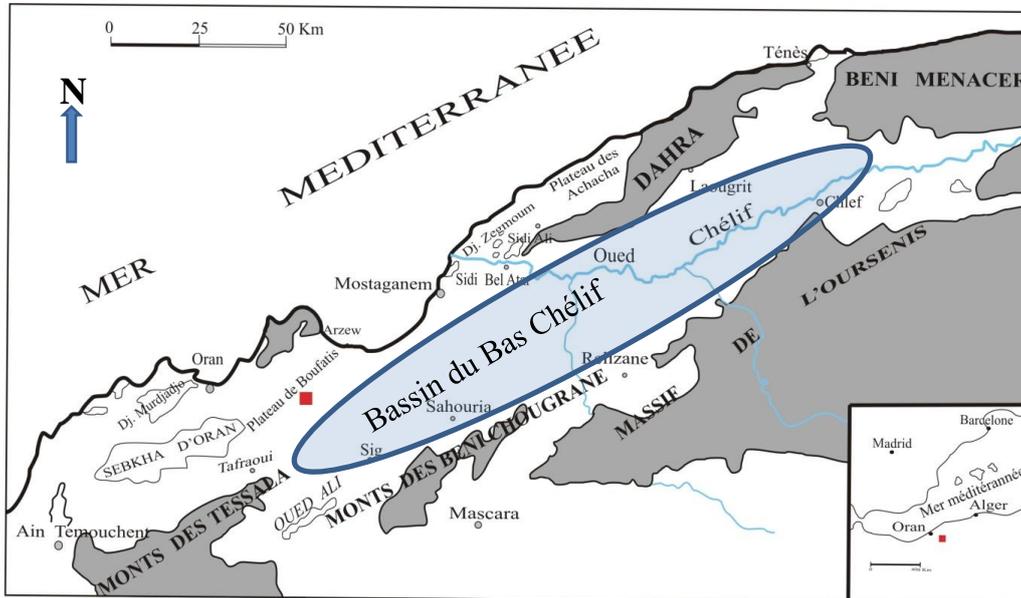


Figure 2 : Situation géographique et bordures du bassin du Bas Chélif (d'après Belkebir *et al.*, 2008, légèrement modifiée, ■ secteur d'étude)

2. Secteur d'étude

La région d'étude représentée par la carrière de Sidi Boutbal est située à l'extrémité occidentale du bassin du bas Chélif. Elle est distante de 24 km à l'Est de la ville d'Oran et de 7 km à l'Est de Fleurus (Hassian-Touel). Elle est bordée au Nord-Ouest par le lac de Télamine, au Nord-Est et au Sud-Ouest par la route communale la CW 64 (fig.3).

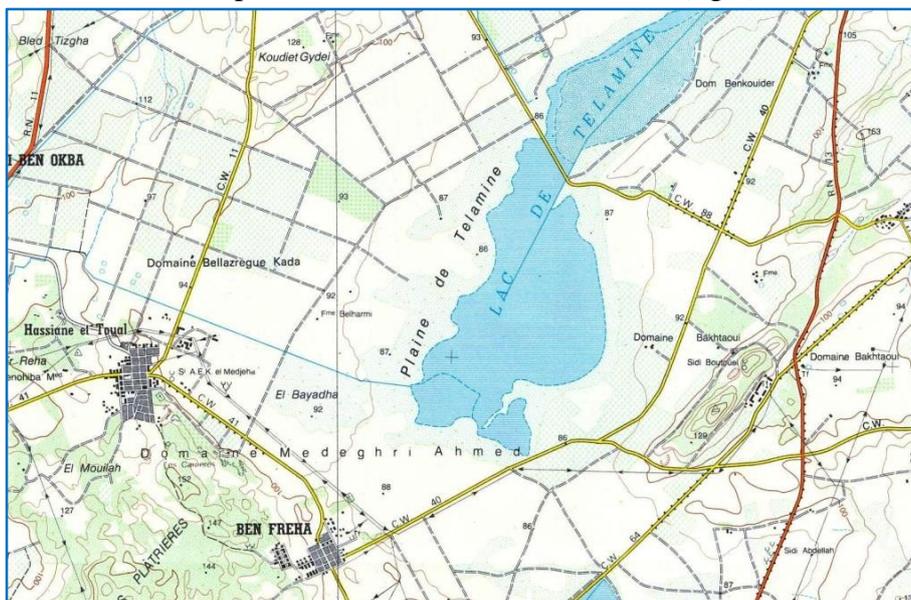


Figure 3 : la région d'étude (extrait de la carte topographique de Sig au 1/50000)

III. CONTEXTE GEOLOGIQUE

1. Cadre géologique et paléogéographique

Le bassin du bas Chélif fait partie des bassins néogènes sublittoraux d'Algérie. Il correspond au sillon médian de Delfaud *et al.*, (1973). C'est un bassin intramontagneux, synorogénique (fig.4), lié aux phases paroxysmales de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957, Thomas 1985).

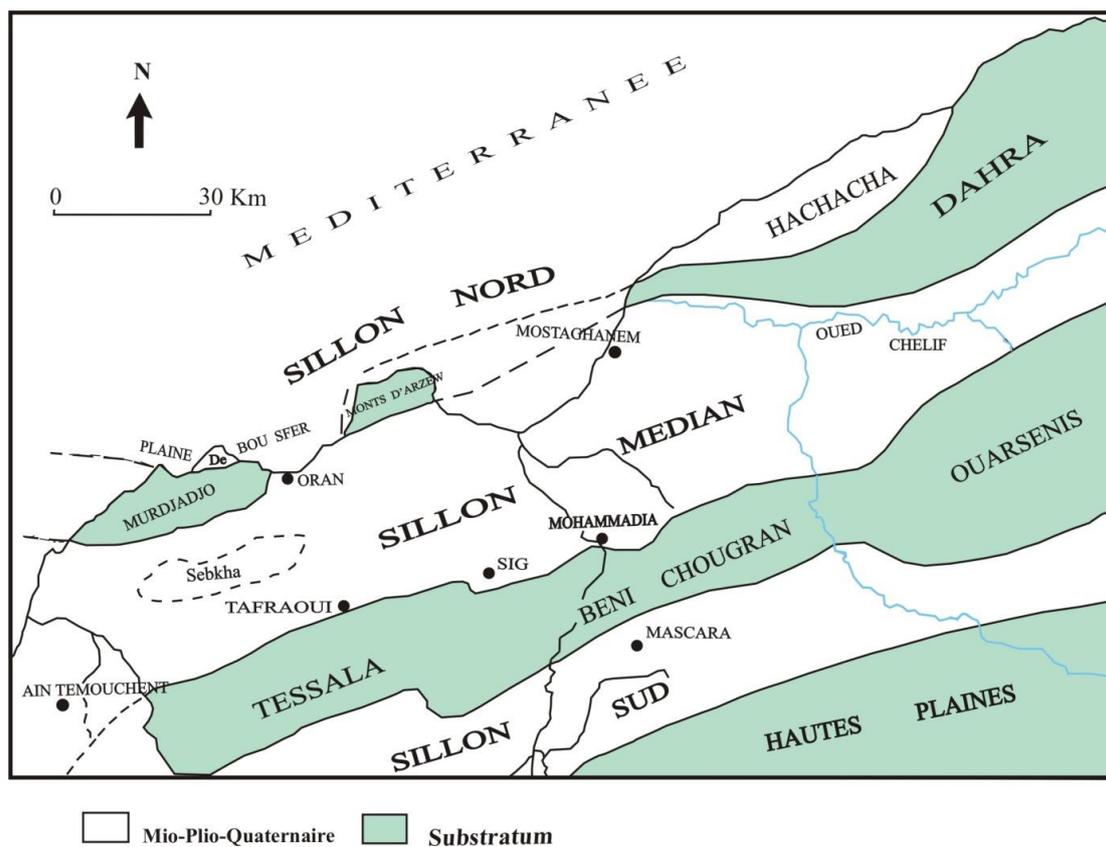


Figure 4 : Position du Bassin du Bas Chélif dans la structure générale de L'Oranie (d'après Delfaud *et al.*, 1973)

Ce bassin subsident est caractérisé par une sédimentation néogène qui apparaît généralement continue au centre. Par contre sur les marges, elle présente des interruptions dues aux jeux de la tectonique provoqués par l'orogénèse alpine (ROUCHY, 1982).

En 1957, Perrodon dans sa synthèse, distingue dans le Bas Chélif deux cycles sédimentaires, un cycle miocène et un cycle pliocène.

Le cycle miocène comprend :

- Un Miocène Inférieur (Burdigalien) transgressif et discordant sur le substratum Crétacé, représenté par des conglomérats, grès et des marnes bleues. C'est la mégaséquence I de DELFAUD *et al.*, (1973). Ce miocène inférieur a été daté de Burdigalien terminale à Serravalien terminale par Bessedik *et al.*, (2002).
- Un Miocène Supérieur (Vindobonien), il est transgressif, formé par des grès et des conglomérats qui passent vers le centre du bassin à des marnes bleues d'âge Tortonien, les diatomites et les gypses d'âge messinien surmontent la formation marneuse. Ce miocène supérieur correspond au deuxième cycle post-nappe (Delteil, 1974 ; Fenet, 1975 ; Guadria, 1975 ; Belkebir et Bessedik, 1991) et à la mégaséquence II de DELFAUD *et al.*, (1973).

La limite entre le premier et le second cycle poste nappe a été placée par Delteil (1974) ; Guadria (1975) ; Belkebir & Bessedik (1991) à la base du Tortonien, tandis que Thomas (1985) à la suite du Messinien, en voisinage du passage des Biozones N17/N18. Cette limite correspond à la deuxième phase transgressive du deuxième cycle eustatique de Belkebir *et al.*, (1996).

Au Messinien, le centre du bassin est caractérisé par une sédimentation diatomitique, qui passe verticalement à des dépôts gypseux, tandis que sur les bordures s'installent des récifs (Perrodon, 1957 ; Saint Martin, 1982 ; Saint Martin et Rouchy, 1990 ; Saint Martin *et al.*, (1996). Ces plates formes récifales connaissent leur maximum développement en constituant des hauts fonds qui tendent à isoler le bassin de la mer ouverte et le conduit à des conditions favorisant l'installation d'une sédimentation évaporitique (Rouchy, 1990. Rouchy *et al.*, 2007).

Une nouvelle transgression marine d'âge messinien terminal, matérialisée par une sédimentation des stromatolithes et des calcaires en plaquettes sur les marges (CORNEE *et al.*, 1994 ; ATIF, 2001) et des marnes au centre. Notons que, ROUCHY (1982) souligne cette transgression comme étant une phase de dessalure après les dépôts des gypses.

Le Messinien Terminal, dans certaines régions du bassin semble caractérisé aussi par des phénomènes tectoniques engendrant des olistostromes et le remaniement des terrains antérieurs.

Le pliocène commence par une transgression sur les dépôts miocènes et s'achève par

une régression dite astienne, formant ainsi un cycle sédimentaire complet.

Au niveau du bassin du Bas Chélif, les dépôts pliocènes sont d'origine marine ou continentale. Le pliocène marin représenté par des marnes bleues dites plaisanciennes, dans sa partie inférieure et par des grès astiens, dans sa partie supérieure, affleure largement sur toute la bordure sud orientale du massif de Dahra, sur le Plateau de Mostaganem et de Gdyl. Le pliocène continental ou faciès Hamri selon Anderson (1936) affleure sur toute la bordure Sud-Est du massif de Dahra et la partie occidentale du bassin du Bas Chélif. Il est représenté par des sables, des grès et des argiles rouges.

2. Carrière de Sidi Boutbal :

Cernée par deux étendues d'eau, la saline d'Arzew au Sud-Est et le lac de Telamine au Nord-Ouest, la région d'étude est constituée essentiellement par des terrains du miocène supérieur et du plioquaternaire (fig.5). La carrière de Sidi Boutbal est une structure anticlinale à cœur messinien formé par de puissantes couches de gypse qui dépassent les 50 m.

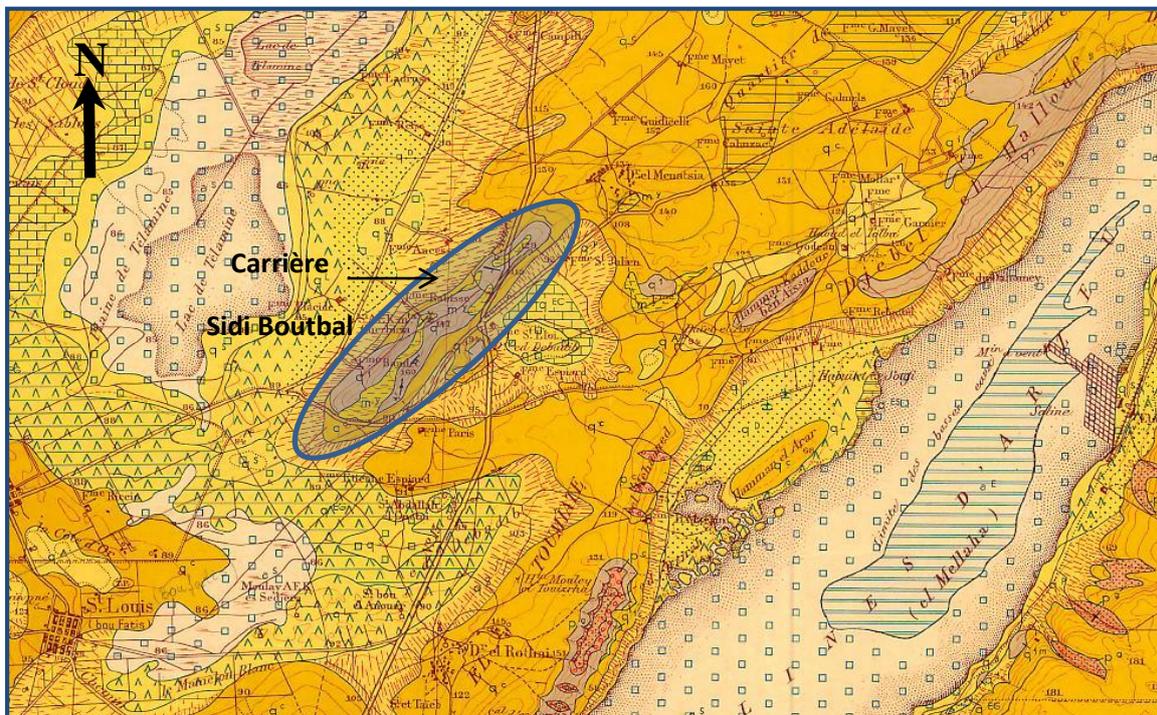


Figure 5 : Extrait de la carte géologique de la région d'étude (carrière de Sidi Boutbal)

(Feuille n°154 de Saint Cloud, échelle 1/50.000)

IV. HISTORIQUE DES TRAVAUX

L'Algérie nord occidentale a fait l'objet de nombreux travaux depuis 1830, soit dans un cadre économique comme la recherche des hydrocarbures (lancée par la SN REPAL, suite à la présence d'indices d'hydrocarbures dans le bassin du Bas Chéelif), soit dans le cadre des recherches académiques.

1. Anciens travaux :

Entamés depuis la seconde moitié du 19^{ème} siècle. Il s'agit notamment de ceux de Bleicher, en 1875 ; de Pomel, en 1892 ; de Repelin en 1895 et de Brives, en 1897, qui ont abouti aux premières reconnaissances et attributions stratigraphiques des terrains néogènes.

en 1903, Gentil fournira la première étude géologique relativement détaillée de l'Oranie nord occidentale.

La période 1900-1936 a vu la réalisation de levés cartographiques et de cartes géologiques au 1/50 000 par Brives, Doumergue et Dalloni. Cette période a suscité également l'installation d'entreprises pétrolières, à l'exemple du groupe anglais Pearson qui effectue plusieurs forages entre 1913 et 1923.

Cette période aboutit, en 1936, à la première synthèse d'ensemble sur le Bassin du Chéelif, accompagnée également de la première carte géologique au 1/200 000. Il s'agit du remarquable travail d'Anderson qui proposa un découpage de la série Miocène (un Groupe inférieur "Carténien" et un Groupe supérieur "Tellien").

2. Travaux récents :

En 1952, se crée la Société (S.N. Repal). Cette dernière entreprend des levés à grande échelle, des études stratigraphiques et structurales de détail et des travaux de forages. Les synthèses de ces travaux verront le jour lors du XIX^e Congrès International de Géologie tenu à Alger en 1952. Une monographie régionale est également présentée par Dalloni au cours de cette manifestation.

C'est en 1957 qu'une seconde synthèse sur les bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale, notamment le Bassin du Chéelif, est réalisée par Perrodon. Cet auteur subdivise la série miocène du Bas Chéelif en 2 cycles sédimentaires : Un premier cycle sédimentaire d'âge

Miocène inférieur (Burdigalien), transgressif et discordant sur un substratum créacé. Un deuxième cycle sédimentaire d'âge Miocène supérieur (Vindobonien), transgressif, représenté par des faciès variés : conglomérats, grès, marnes, tripolis, calcaires et gypses.

Cita *et al.*, en 1968 ; Addadi *et al.*, en 1968 et MAZZOLA, en 1971 ont utilisé les zonations de foraminifères planctoniques pour dater les nappes telliennes dans le massif de l'Ouarsenis et des Béni Chougrane.

Par la suite, Delteil, en 1974 ; Guardia, en 1975 et Fenet, en 1975 s'intéresseront à la géodynamique du Bassin du Chélif. Les terrains étudiés correspondent respectivement au Massif du Dahra, à l'Oranie occidentale et les Monts des Tessala. Par rapport à la mise en place des nappes de charriage, ces auteurs distinguent au Miocène, plusieurs cycles sédimentaires :

- ✓ un cycle anté- ou synchronappes ;
- ✓ un premier cycle post-nappes daté du Miocène moyen (Serravallien) ;
- ✓ un deuxième cycle post-nappes transgressif d'âge Miocène supérieur (Vindobonien).

En 1982, Rouchy présente sa thèse sur la genèse des évaporites messiniennes de la Méditerranée. Il nota que les terrains du Pliocène inférieur (Zancléen) s'étendent sur une grande partie du Bassin du Bas Chélif et qu'ils sont représentés par des marnes bleues au centre du bassin débutant parfois par des marnes blanches comparables au faciès Trubi. Ces dépôts ont tendance à se réduire sur les marges pour passer à des marnes sableuses ou gréseuses.

En 1985, Thomas s'intéressa à l'évolution géodynamique de la partie occidentale du Bassin du Bas Chélif. Il distingue deux cycles post-nappes. Le premier cycle est d'âge Burdigalien dans la bordure nord-orientale du Dahra et, le second, débute dans le Tortonien et s'achève dans le Messinien.

Bessedik et Belkebir entre 1985 et 1986 s'intéressèrent à l'étude du Miocène moyen et supérieur de la Pointe de Canastel (Oran). Ils mettent en évidence la présence de quatre formations : (1) Marnes à gypse, (2) Marnes et grès roux, (3) Argiles et conglomérats rubéfiés et (4) Marnes sableuses. Ils définissent deux cycles miocènes post-nappes, un premier cycle régressif englobant les trois premières formations et un second cycle transgressif, concernant la dernière formation.

Le travail de Belkebir en 1986 sur les terrains néogènes de la bordure nord-occidentale du massif du Dahra apporta des précisions sur l'âge des formations, à partir de l'utilisation des

foraminifères. Il subdivisa ces terrains en douze formations et autant de biozones de foraminifères planctoniques, correspondant à une fourchette de temps comprise entre le Burdigalien terminal (sommet de la Zone à *G. sicanus*) et le Pliocène supérieur (Zone à *G. inflata*).

En 1987, Saint Martin aborda l'étude du phénomène récifal du Miocène supérieur de l'Algérie et du Maroc. Il analysa sa morphologie et recensa le contenu paléontologique, à partir d'un inventaire détaillé des édifices coralliens. Ce travail sera publié trois ans plus en 1990.

Un an plus tard, Moissette en 1988 s'intéresse à l'étude des bryozoaires du Messinien de l'Algérie occidentale.

En 1991, Belkebir et Bessedik corrélèrent les cycles tectoniques avec les cycles eustatiques et distinguèrent :

- Un premier cycle eustatique négatif, assimilé au Miocène moyen (N8-N15 inférieur) ;
- Un deuxième cycle eustatique positif, attribué au Miocène supérieur (N15 supérieure-N17)

En 1992, Neurdin-Trescartes aborda l'étude sédimentologique et la paléogéographie des terrains néogènes du Bassin du Chélif en définissant des séquences-types.

Quatre ans plus tard, BELKEBIR *et al.*, proposent une corrélation des dépôts marins du Miocène post-nappes avec les dépôts continentaux et distinguèrent plusieurs phases eustatiques au cours du Miocène.

À la même année, Dellalou-Hachemi aborda l'étude des assemblages à bryozoaires du Miocène supérieur et du Pliocène des régions d'Oran et de Mostaganem. Une étude paléoécologique concernant le substrat, la profondeur des dépôts, la salinité et le climat a été réalisée

Atif, en 2001, s'intéressa à l'étude de la limite Mio-Pliocène dans le Bassin du Bas Chélif. Cette étude a été basée sur une synthèse des données recueillies à partir des travaux antérieurs et à partir d'un travail de terrain.

Dans le cadre de sa thèse d'état en 2004, Mansour montra que la sédimentation diatomitique est contrôlée par une différenciation paléogéographique et propose un modèle paléoenvironnemental de la répartition des diatomites.

En 2005, Belhadji, présenta un mémoire de Magister portant sur une étude de la série miocène supérieure et pliocène du Bassin du Bas Chéelif, notamment, au niveau de Djebel Diss (à l'Est de Mostaganem). A l'aide des foraminifères planctoniques, il apporta de nouvelles données relatives à l'évolution stratigraphique et identifia six biozones qui couvrent un laps de temps allant du Tortonien inférieur au Plaisancien inférieur.

Deux plus tard, ROUCHY et al., relatèrent les événements fini-Messinien dans plusieurs secteurs du Bassin du Bas Chéelif, à partir d'une étude sédimentologique et biostratigraphique.

En 2008, Atif *et al.*, étudièrent le passage mio-pliocène dans le bassin du Bas Chéelif, à partir des foraminifères planctoniques. Ils notèrent, dans le secteur du Télégraphe de Sidi Brahim (centre du bassin), un régime de confinement correspondant à la « crise de salinité » du Messinien, suivi par une pulsation marine intra-messinienne.

Tchouar en 2013, étudia les dinoflagellés de la série mio-pliocène du Télégraphe de Sidi Brahim en donnant plus de précisions sur le plan paléoécologique de la région.

V. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

1. Mode et outils de travail

1.1. Au terrain

- Le travail sur le terrain a été basé premièrement, sur la reconnaissance des terrains cernant notre secteur d'étude ainsi que la carrière de Sidi Boutbal.
- Une coupe a été levée, en prenant en compte les caractéristiques du massif rocheux.
- Plusieurs prises de directions ont été réalisées pour les couches affleurant et pour la fracturation présente.
- Assister aux travaux de foration et les tirs de mine effectués par l'entreprise.

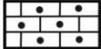
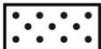
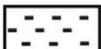
1.2. Au laboratoire

- Synthétiser les différentes données bibliographiques
- Quantification de la fracturation à l'aide d'un logiciel (stéréonet).

Deuxième chapitre

Lithostratigraphie

Liste des figurés

	Argile rouge conglomératique	
	Calcaire gréseux	
	Calcaire lumachellique	
	Grés	
	Marne	 Gastéropode
	Gypse	 Lamellibranche

I. INTRODUCTION

Les terrains affleurant au niveau du Plateau de Boufatis sont d'âge, allant du miocène supérieur jusqu'à le plio-quaternaire. Ils étaient le siège de plusieurs travaux géologiques, parmi eux les études effectuées par la société nationale de la république algérienne (SN-Repal) aux années cinquante.

II. LES TRAVAUX DE LA SN-REPAL

Au niveau de notre région d'étude, la SN-Repal a effectué trois importants sondages carottés afin de reconnaître la nature lithologique des terrains en profondeur (fig.6).

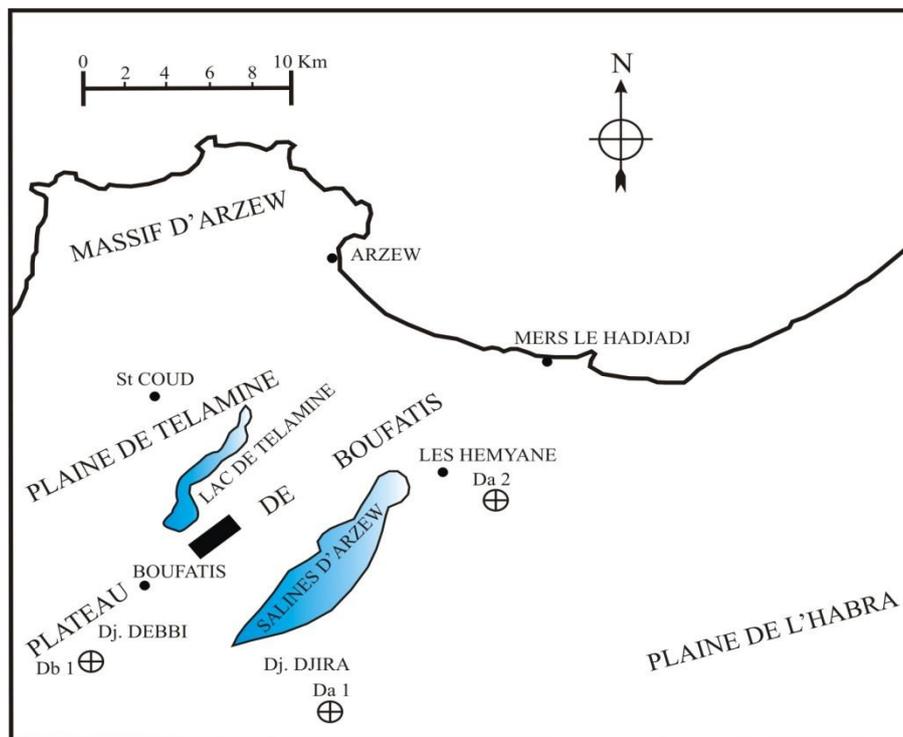


Figure 6 : Localisation des différents sondages réalisés par la SN-Repal du Plateau de S^t Louis (d'après J. Neurdin 1992)

1. Sondage Da1 au Sud du Djebel Djira

Le sondage carotté a traversé les formations suivantes, qui sont du bas en haut :

- 470 m de conglomérats microbréchiques à éléments quartzitiques et métamorphiques intercalés dans des marnes grises.
- 250 m de marnes grises. Entre les deux ensembles s'intercale un niveau cinéritique.

- 250 m de sables fin, glauconieux et à stratifications entrecroisées.
- 500 m de marnes bleues à passées cinéritiques.
- 100 m de tripolis et de marnes à tripolis.

2. Sondage Db1, au Sud-Ouest du Djebel Debbi

A la base, le sondage Db1 montre une épaisse couche de marne (850m) attribuée par Perrodon, (1957) au miocène inférieur. Elle est de couleur gris-foncé et repose directement sur un substratum de jurassique supérieur. Au sommet, une série marno-calcaire grise, glauconieuse d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, surmonte l'ensemble des formations marneux de bas.

3. Sondage Da2, au Sud de Mers-El Hadjaj

Situé à 10 Km au SW de la dite localité, le sondage Da2 (1400 m de profondeur) a traversé des marnes bariolées à gypse avec des intercalations microbréchiques. Vers le haut, les marnes deviennent grises glauconieuses et à passées gréseuses microbréchiques.

III. NOMENCLATURE REGIONALES DES FORMATIONS

Afin de cadrer dans l'espace nos formations rencontrées au niveau de la carrière de Sidi Boutbal (Fleurus), nous avons synthétisé les différentes nomenclatures régionales (fig.7) données par de nombreux auteurs (Perrodon en 1957, Delfaud *et al.*, en 1975, Fenet en 1975 et Thomas en 1985).

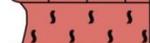
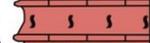
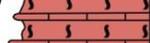
A. PERRODON, 1957		J. DELFAUD et al., 1975	B. FENET, 1975		G. THOMAS, 1985			LOG SYNTHETIQUE					
VI récent = Thyreennien	Couches à strombes		Pléistocène moyen et supérieur		Holocène	Lunettes éoliennes Sables éoliens Limons gris			Limons rouges				
VI intermédiaire						Pléistocène supérieur	Q	IV	Formation d'oued Oggaz (Soltanien)		Terrasses limoneuses rouges + dalles		
								III	F. Rochers (Tensifien)				
					Pléistocène moyen		II	F. Hammam (Amirien)					
							I	F. Remchi (Saletien)					
Villafranchien	Formations rouges		Calabrien- Villafranchien	4 cycle M 4	Formations dunaires et formations rouges continentales	P II	B	Formation de la Mekerra		Limons et conglomérats rouges			
Calabrien	Grès et lumachelles conгло-limoneux							Calabrien	A	Formation Mettemoura - golfe d'Arzew		Grès lumachelliques et sables dunaires	
Pliocène continental													
Pliocène marin	Astien : grès marin plaisancien : marnes		Astien	3 cycle M 3	Formations détritiques	P I	A. B	Formation du bas-chelif		Grès			
			Plaisancien		Formation marneuses		Tabianien					Marnes bleues	
Miocène supérieur	Formations terminales	Méga-séquence 2	Messinien	2 cycle post nappes M 2	Calcaire messinien	2 cycle M III	D	F. Évaporitiques		Evaporites			
vindobonnién	Formation médianes								Tortonien II	C	Formation du Murdjado		Calcaires
	Formations de base									B	F. des marnes bleues médianes		Tripolis
Miocène Inférieur	Continental : conglomérats		Tortonien		Formations rouges continentales de Tafaraoui	1 cycle M II	A	F. Grès roux		Marnes bleues			
	Marin: marnes grises			I cycle M I	Serie de Mers E.l Kebir et O. Hammadi					Grès			
									Conglomérats				
									Marnes pélagiques				
Miocène inférieur		Méga-séquence 1	Miocène anté ou synchro nappe		Miocène anté ou synchro nappe M I				Schistes et marno- schistes				

Figure 7 : les différentes appellations employées au niveau de notre secteur d'étude (Hassani, 1987)

IV. LOCALISATION ET DESCRIPTION DE LA COUPE

1. Localisation

La coupe a été levée sur le flanc Sud de la carrière, d'une direction N-S, de façon qu'elle recoupe toutes les formations en affleurement. Elle se situe à environ 03 km, au SE du lac de Télamine, et à 07 km, au NNE du village de Boufatis (fig.8).

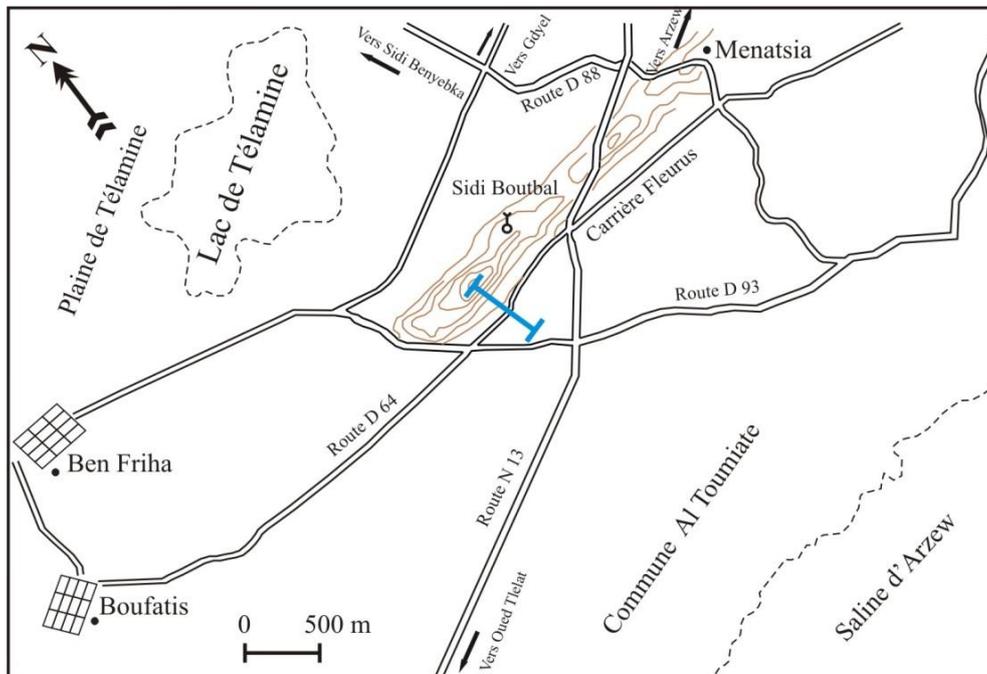


Figure 8 : localisation de la coupe (schéma simplifié de la carte topographique de Gdyl)

2. Description

La coupe levée depuis le cœur de l'anticlinal montre la succession lithologique suivante (fig.13) :

2.1 Gypse (fig.9)

En affleurement, c'est la formation qui constitue le cœur de l'anticlinal. C'est des bancs métriques (dépassant par endroit les 10 m) de gypse en fer de lance, macrocristallin, de couleur gris.

Le gypse se présente sous forme de couches stratifiées et continues sur des très grandes distances. Au milieu de la carrière, les bancs de gypse sont subverticaux ($\alpha = 85^\circ$). Aux cotés Est et Ouest, les couches de gypse ainsi les autres formations sont horizontales. Plusieurs karts sont visibles à travers cette formation. Selon Thomas (1985), c'est la formation évaporitique d'âge Messinien supérieur.



Figure 9 : gypse macrocristallin en fer de lance

2.2 Formation des marnes gris-verdâtres (fig.10)

Reposant en concordance sur le gypse, cette formation est épaisse de 14 m. Elle est subdivisée en trois membres :

- Un membre inférieur : constitué par une combe marneuse de 7m d'épaisseur, très fossilifère (lamellibranches, gastéropodes et des huitres). Il est d'âge pliocène inférieur (Plaisancien), d'après Perrodon (1957) et Fenet (1975).
- Un membre médian (4 m) : représenté par une alternance serrée de marnes et des grés. Les marnes de teinte gris-verdâtres à bleuâtres, sont centimétriques et renfermant de nombreux fossiles précédemment décrites. Les bans des grés de couleur jaunes sont plus ou moins friables et sont caractérisés par la présence des oxydes de fer et quelques fragments de bivalves.
- Un membre supérieur : Cette alternance s'achève par un grand banc de grés friable, d'une puissance de 3m, d'âge Astien (Fenet, 1975).

Cette formation est nommée par Thomas (1985) ; la formation du Bas Chélif, équivalente des deux formations décrites par Fenet (1975), la formation marneuse d'âge Plaisancien et la formation détritique d'âge Astien (voir fig.7, page 15).

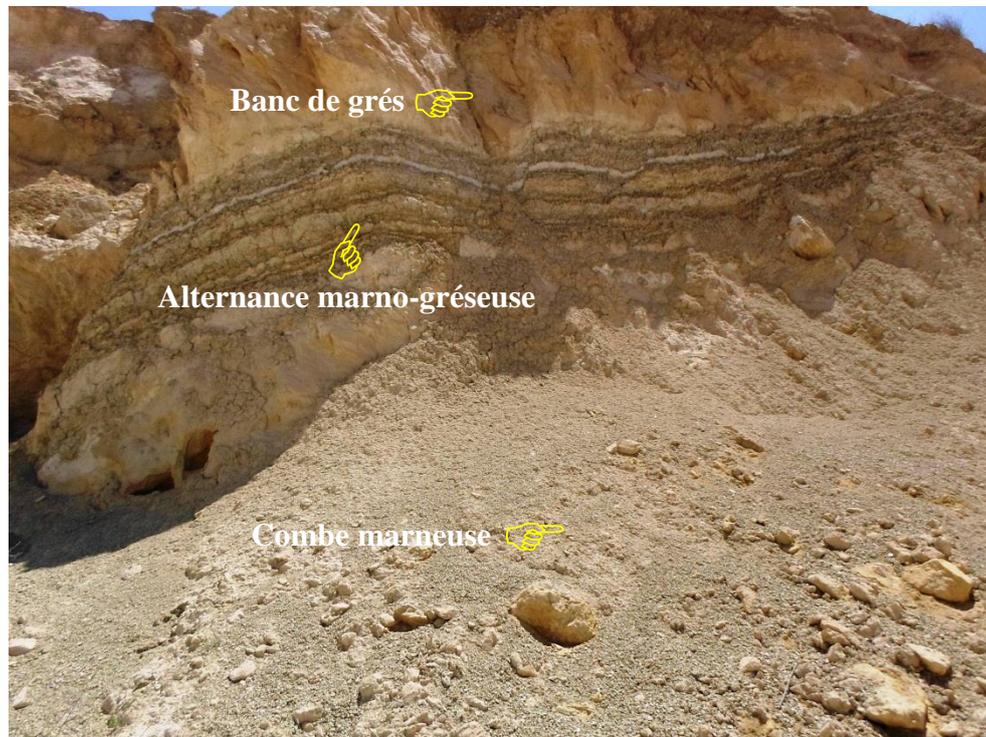


Figure 10 : la formation du bas Chélif (d'après Thomas, 1985)

2.3. Calcaire lumachellique (fig.11)

Le calcaire coquillé (lumachelle) est de couleur jaunâtre ou brun-jaunâtre, solide, compacte et bien cimenté, il est composé principalement de lamellibranches, ce niveau est très régulier et sert d'un excellent niveau de repère. Ce calcaire est surmonté par un niveau de grès à hélix. L'épaisseur de cette formation est de 5 m et selon plusieurs auteurs (Perrodon 1957, Fenet 1975 et Thomas 1985), elle est d'âge Calabrien.

2.4 Argiles rouges conglomératiques (fig.12)

Cette unité est en discordance sur l'ensemble des formations antérieures. Elle est formée par des roches calcaro-sablo-argileuse d'une couleur jaune brunâtre, brun-rougeâtre et brune avec des inclusions de calcaire siliceux en banc ou en débris. Les brèches sont hétérogènes et hétérométriques, intercalées par des petits bancs de calcaire blanc gréseux, l'épaisseur de cette formation atteint 12 m. avant l'exploitation, une croûte de calcaire jaune-brunâtre cachait toute la série sédimentaire du gisement. Elle est siliceuse d'une solidité moyenne, qu'on l'appelle souvent carapace calcaire.



Figure 11 : calcaire lumachellique (les lamellibranches sont plus ou moins silicifiés).



Figure 12 : Argiles rouges conglomératiques.

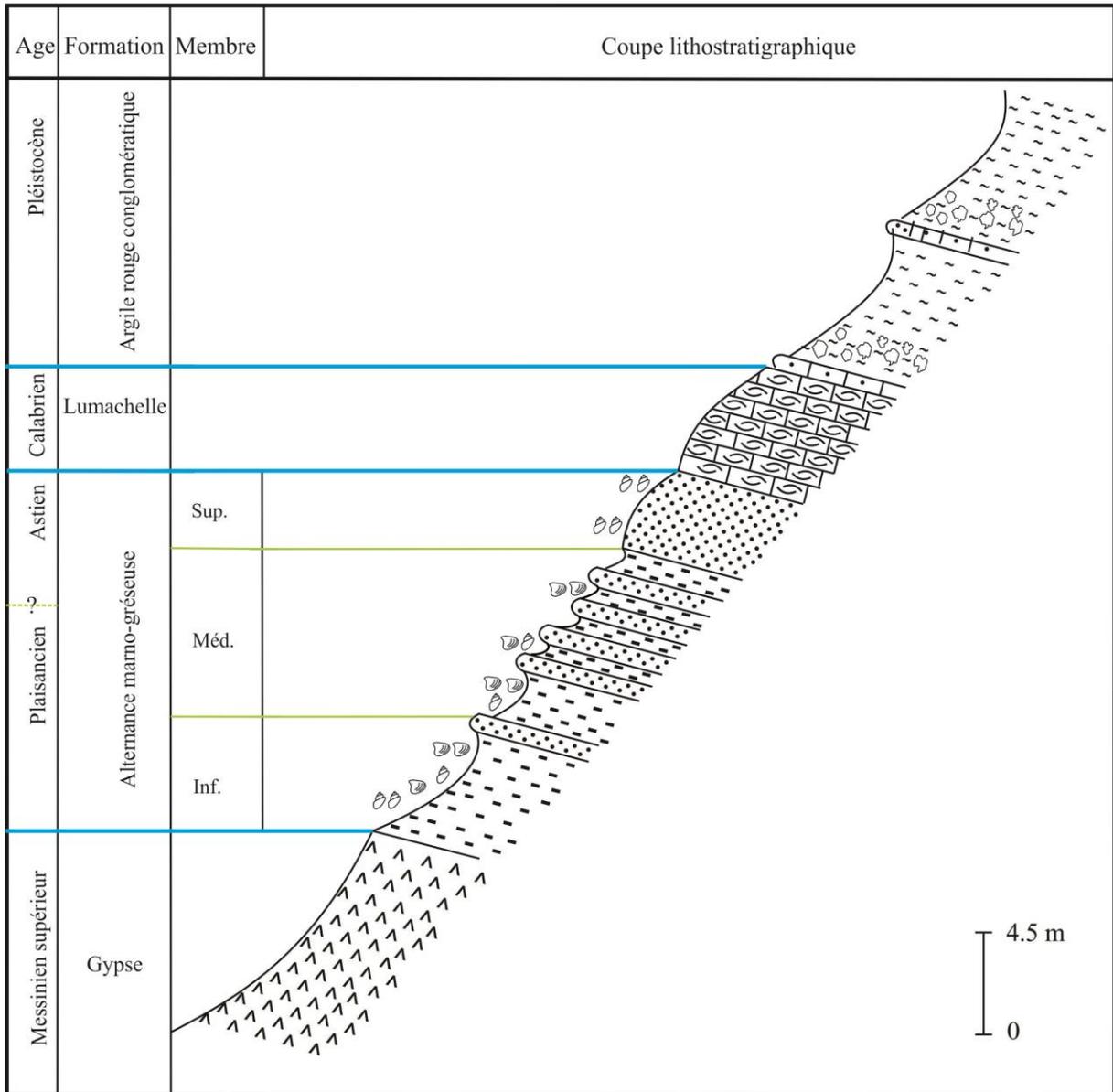


Figure 13 : coupe géologique de la carrière de Sidi Boutbal – Fleurus

V. CONCLUSION

Le gisement de Sidi Boutbal, situé à 24 km à l'Est de la ville d'Oran, est un anticlinal à cœur gypsifère d'âge Messinien supérieur. Le gypse exploité constitue la matière première à la fabrication du plâtre de construction et autres produits.

La coupe levée à travers la carrière a révélé les formations suivantes en ordre ascendant :

1. Le gypse de couleur grisâtre, de forme en fer de lance. Il forme le cœur du l'anticlinal. C'est la formation évaporitique (au sens de G. Thomas).
2. L'alternance marno-gréseuse : l'examen en détail a montré que cette formation est subdivisée en trois membres qui sont :
 - a. Combe marneuse de couleur bleue à gris-bleuâtre, renfermant de nombreux fossiles : en premier degré, des lamellibranches ensuite des gastéropodes.
 - b. Alternance serrée de marnes et des grés, d'une puissance de 4m. les marnes sont fossilifères et de couleur bleue à vert. Les bancs de grés sont plus ou moins psammitique et friables.
 - c. Un banc de grés de grande taille, dépassant par endroits les 3 m. Il est de teinte jaunâtre, refermant des gastéropodes (hélix).
3. La Lumachelle : sur le terrain, cette formation est facilement repérable jusqu'au rebords de Marsa El Hadjadj. Elle est de couleur jaune ocre.
4. L'argile rouge conglomératique, reposant en discordances sur toute la série.

Troisième chapitre

*Étapes d'extraction du gypse
et mode de tir*

I. INTRODUCTION

L'extraction de la roche passe par plusieurs étapes, la plus importante est le minage. Ainsi, l'abattage à l'explosif est aujourd'hui, la technique la plus utilisée et la plus répandue dans les carrières à ciel ouvert. Elle permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement du matériel abattu.

Cependant, L'explosif est devenu la principale source d'énergie pour les travaux d'abattage, de découpage et de sautage. Son utilisation industrielle pour ces travaux perd son caractère empirique pour devenir une technique à base scientifique.

II. ETAPES D'EXTRACTION DU GYPSE

La société KNAUF adopte une technique moderne d'extraction du gypse. Elle débute par la foration des trous de mine et se termine par le concassage du matériel abattu.

1. La foration

Etape fondamentale, elle se résume au creusement des trous sub-verticaux à des profondeurs variables, selon la hauteur du gradin. L'entreprise utilise une sondeuse à cabine de type Atlas Copco. La répartition des trous dépend du plan de tir et la maille choisie (fig.14).

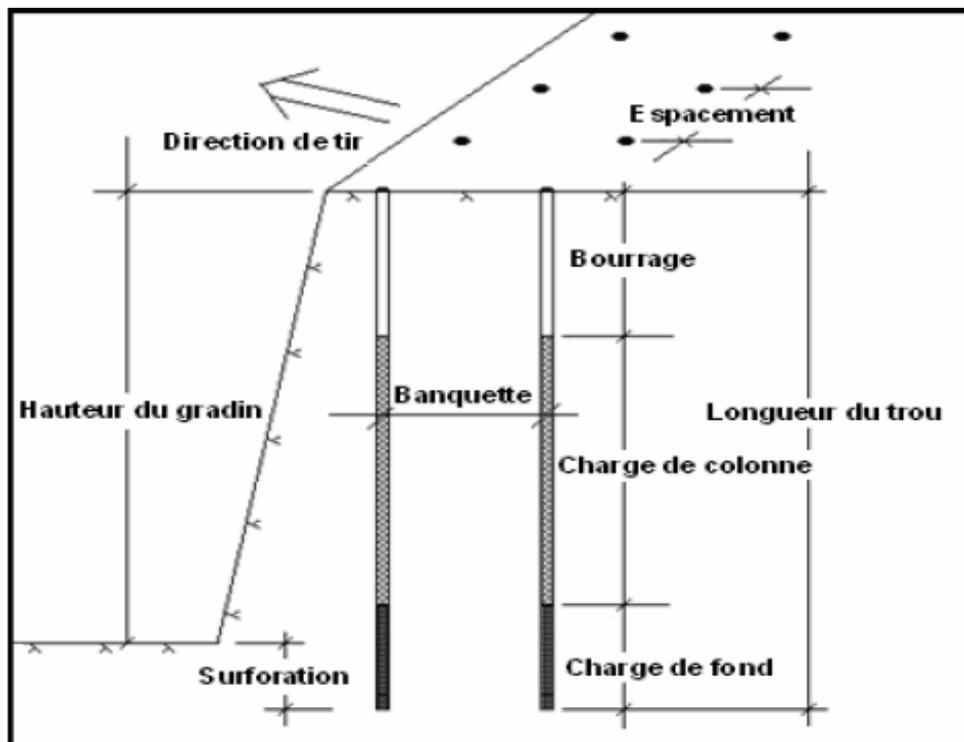


Figure 14 : les différents paramètres d'un tir de mine

2. Tir de mine

L'entreprise prévoit chaque semaine un tir de mine pour abattre la roche. La matière explosive utilisée est surtout la Marmanit, parfois l'Anfomil et la Gélanit (fig.15). La Marmanit est un explosif à base de nitrate d'ammonium (80% en masse) et d'un explosif pur (TNT), recommandé pour les roches tendres à mi-dures comme le cas du gypse.



Figure 15 : les différents explosifs utilisés pour abattre le gypse

(A : la Marmanit, B : la Gélanit, C : l'Anfomil)

3. Le Chargement

Après le tir, le matériel abattu doit être assemblé et nettoyé ensuite chargé sur des camions. Cette étape est assurée par des engins spécifiques comme les chargeurs sur pneus et les pelles hydrauliques.

4. Le transport

Une fois le matériel abattu est chargé sur les camions, ces derniers se dirigent vers le concasseur primaire. C'est une étape très importante en même temps très délicate car les engins assurant cette opération sont de nombre élevé. Leur mouvement fréquent et continu provoque une certaine densité de circulation, soit à la carrière soit au niveau d'unité de traitement. C'est pour cette raison que les dirigeants de la carrière adoptent un plan de circulation de ces engins (cycle de rotation) bien défini durant toute l'année.

5. Le concassage

Cette étape permet de réduire, de façon successive, la taille des éléments. Différents types de concasseurs assurent cette opération. L'entreprise Knauf a choisi un concasseur à mâchoires comme concasseur primaire. Il est constitué par deux mâchoires, l'une fixe et l'autre

mobile. Pour mieux comprendre le circuit de concassage à l'usine, nous le résumons dans la figure 16.

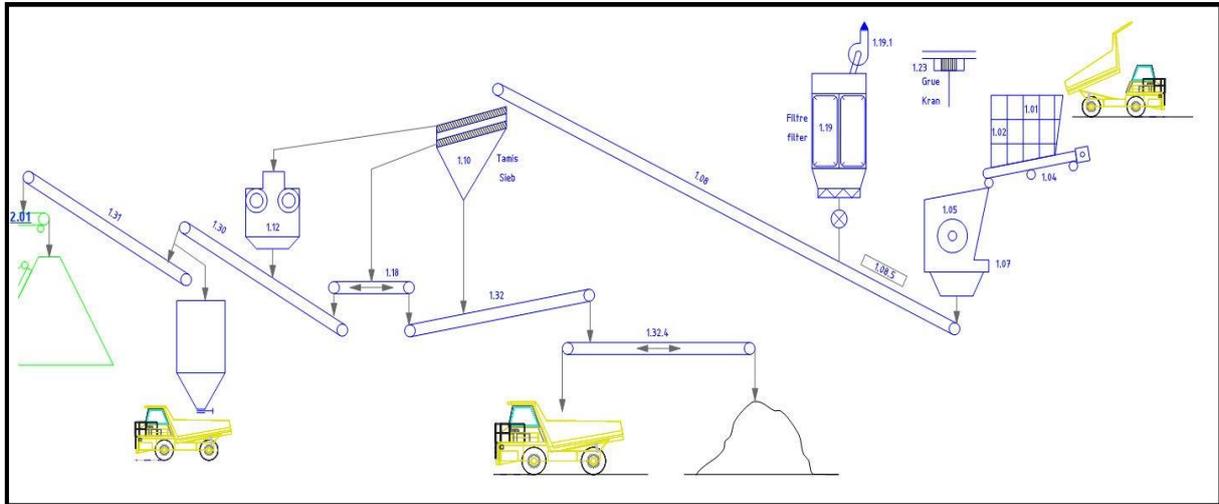


Figure 16 : le résumé d'un circuit de concassage à l'usine.

III. MODE DE TIR

Au passé, l'entreprise Knauf procédait à un tir pyrotechnique pour abattre la roche. Ce mode de tir consiste à raccorder les tous de mine par un cordeau détonant et à faire sauter le lieu du tir au même moment. Les résultats de tir n'étaient pas satisfaisants et une grande masse du massif abattu est constitué par des gros blocs, ce qui exigeait l'intervention des engins (briche roches) pour réduire à nouveau la taille de ces blocs. En conséquence, le coût d'extraction s'élevait d'une façon remarquable. A cette raison, l'entreprise a changé le mode de tir, en optant le tir électrique.

Le tir électrique donne la possibilité de fragmenter la roche graduellement et permet l'amorçage et la mise à feu électriquement d'une volée à un moment précis (fig.17).

Le schéma de tir électrique correspond à un schéma de circuit électrique dont les éléments sont :

- L'exploseur qui représente la source électrique (dispositif de mise à feu)
- La charge de l'explosif
- Les détonateurs (DMR) qui sont les récepteurs (amorces électriques), ces détonateurs sont classés selon leur temps (par millisecondes) de réaction à l'impulsion électrique.

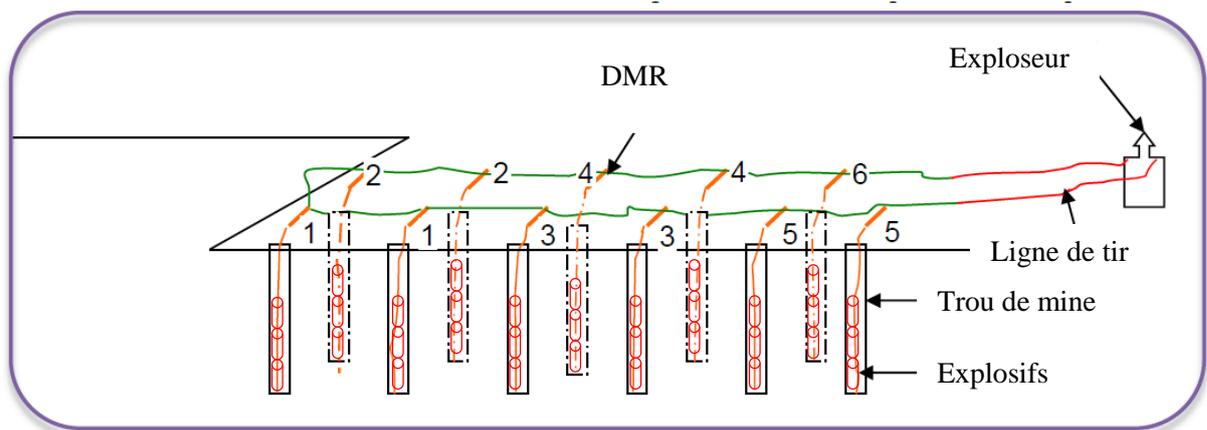


Figure 17 : exemple d'un circuit de tir électrique et ses différents paramètres

1. Les explosifs et les accessoires de tir

L'ONEX (office national des substances explosives) fourni aux différentes carrières une gamme variée d'explosifs et accessoires de tir fabriqués en Algérie (tab.1).

Désignation commerciale	Résistance à l'eau	Densité	Vitesse de détonation (m/s)	Puissance CUP	Utilisation
Géonit	Très bonne	1.50	5800	1.15	Explosif pour roches dures
Gélanit I	Bonne	1.40	6300	1.33	Abattage en carrière. Roches dures
Gélanit II	Bonne	1.45	6000	1.27	Explosif pour roches dures. Abattages souterrains
Carrinit	Médiocre	1.00	4500	1.27	Explosif pour roches dures à mi-dures
Marmanit I	Médiocre	0.95	4000	1.28	Explosif pour les roches de dureté moyenne.
Marmanit II	Médiocre	0.98	4100	1.27	Explosif pour les roches de dureté moyenne.
Marmanit III	Médiocre	0.5	3800	1.18	Explosif pour les roches tendres
N. 18 Bis	Médiocre	0.95	2500	1.16	Explosif pour roches tendres
Anfomil	Médiocre	0.90	3000	1.15	Explosif pour travaux à ciel ouvert, explosifs pour roches tendres.

Tableau 1 : les différents types d'explosifs et leurs caractéristiques

En plus des substances explosives, l'ONEX met à la disposition des opérateurs miniers des accessoires de tir comme le cordeau détonant, la mèche lente, le fil électrique et les détonateurs (pyrotechniques et électriques).

2. Procédure de Tir

2.1. Avant le tir

La réalisation d'un tir de mine passe par plusieurs étapes préparatoires dont la foration des trous de mines constitue l'un des étapes la plus importante. Une fois le volet de tir est

achevé, l'ingénieur de mine (représentant de la direction de mine) doit être consulté pour vérifier le plan de tir. Si ce dernier est conforme aux normes de l'art minier, l'ingénieur de mine donne un avis favorable au document pour qu'il soit accepté par l'ONEX (office national des substances explosives).

2.2. Le jour de tir

Le jour du tir de mine, les agents commerciaux de l'ONEX distribuent les quantités d'explosifs et d'accessoires de tir commandées par l'entreprise Knauf.

L'équipe chargée de travaux de mine déplace les explosifs au lieu de tir et partage les cartouches d'explosifs selon les quantités calculées (plan de tir).

Le bout feu accompagné par les mineurs chargent les trous de mine par l'explosif, ensuite, ils raccordent les trous et à la fin, ils bourrent les trous par du sable humide. Une fois ces tâches sont terminées, le lieu de tir est mis en sécurité afin que le bout feu déclenche la mine en utilisant un exploseur.

2.3. Après le tir

Après un temps de sécurisation, l'équipe vérifie la mine et veille à ce que tous les trous ont été ébranlés. En cas d'un raté de tir, le bout feu procède à une technique pour faire sauter les trous qui non pas réagies au tir.

Pour des raisons sécuritaires, il faut que la totalité de la quantité d'explosifs commandée doive être consommée ainsi les accessoires de tir. En cas où il en reste, les responsables doivent éliminer ces produits en les brulant sur site.

3. Caractéristiques de la substance explosive et critères de choix

3.1. Caractéristiques de la substance explosive

Les caractéristiques de l'explosif sont basées essentiellement sur sa stabilité chimique, sa transmission de détonation, sa vitesse de détonation, sa puissance, sa densité, sa résistance à l'eau, son comportement à des températures extrêmes et les gaz dégagés pendant l'explosion.

3.1.1. La substance chimique

C'est l'aptitude de la substance explosive à ne pas varier du point de vue caractéristique chimique sous des conditions de stockage déterminés. Pour cela le fabricant procède à des tests de stabilité sévères au niveau du choix de matières premières, durant les phases de production (produits semi-finis) et sur le produit fini. Ces précautions doivent rendre les produits commercialisés fiables et résistants pour de longues durées.

3.1.2. Transmission de détonation

C'est l'une des caractéristiques les plus importantes de l'explosif. Elle détermine l'aptitude d'une cartouche d'explosif amorcée à transmettre la détonation à une autre cartouche non amorcée, ceci à une distance donnée.

Après avoir placé deux cartouches à l'air libre, de même diamètre et du même produit dans le même axe, l'une sera amorcée par un détonateur n°8 (pyrotechnique). La détonation de la première cartouche doit entraîner celle de la deuxième, ceci jusqu'à une distance de séparation maximale.

3.1.3. Puissance de l'explosif

Elle se définit par l'énergie développée pendant la détonation et par la capacité d'un explosif à réaliser un travail donné.

3.1.4. Densité

C'est une caractéristique importante qui peut remettre en cause la réussite d'un travail à l'explosif, elle est exprimée en gr/cm^3 .

Avec un explosif de haute densité, l'énergie développée sera concentrée, ceci est conseillé dans des travaux de dérochage, de forage et d'abattage dans les sols résistants et rigides.

Pour un explosif de faible densité, le travail de fragmentation et de fissuration sera fait avec une grande répartition de l'énergie, ceci est conseillé pour des sols friables et pour des roches tendres.

3.1.5. Vitesse de détonation

La vitesse de détonation d'un explosif est la vitesse à laquelle se déplace le front de détonation au sein même de l'explosif. Cette vitesse est généralement mentionnée en m/s, variant entre 2400 m/s et 7900 m/s.

Plus la vitesse de détonation est élevée, plus l'explosif sera apte à fragmenter ou fissurer le matériau contre lequel ou dans lequel il est placé. Également, une vitesse lente est bonne pour la poussée et une vitesse rapide est efficace pour une énergie de choc.

3.1.6. Diamètre critique de détonation

C'est, par définition, le plus petit diamètre d'une charge explosive au-dessous duquel la détonation est impossible à l'air libre, car l'onde explosive ne peut s'y entretenir.

3.1.7. Résistance à l'humidité

La résistance à l'humidité détermine l'utilisation de l'explosif en milieu marin, humide ou sec. Elle est inversement proportionnelle au pourcentage de sels oxydants contenus dans l'explosif (par exemple: nitrate d'ammonium). L'augmentation du taux d'huile explosive accroît cette résistance par exemple : mélange (nitroglycérine, nitroglycol).

3.2. Critères de choix d'explosifs

Le choix de l'explosif se définit par le travail qui lui est demandé (par exemple: abattage, décrochage, fissuration etc.). Généralement, l'explosif est choisi essentiellement en fonction de deux critères :

3.2.1. Par rapport au massif rocheux

L'humidité détermine une première sélection forcément respectée ; un explosif résistant à l'eau est choisi dans une roche humide. Mais de plus, l'explosif doit être «adapté» à la roche, ce choix peut se faire par l'examen du rapport d'impédance ou plus simplement par le choix d'un explosif de vitesse de détonation élevée dans une roche résistante. Si le massif est facturé, on privilégie un explosif qui exerce surtout un effet de poussée (quantifiée par son énergie des gaz et par son volume des gaz).

3.2.2. Par rapport à la productivité de l'entreprise

Ce critère est souvent pris en considération par plusieurs entreprises. Des grandes carrières travaillent avec des sondeuses à fort diamètre pour garantir une cadence de production élevée. Ce qui implique de choisir des cartouches d'explosifs à grand diamètre.

4. Conception d'un plan de tir

Cette démarche doit prendre en compte les principes théoriques, qui se résument principalement en :

- ✓ L'adaptation de l'explosif au massif afin d'optimiser l'énergie transmise dans ce milieu connexe.
- ✓ La création d'un maximum de faces libres afin de faciliter les réflexions d'ondes de contraintes qui créent la fissuration.
- ✓ La conception d'un 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. Avant d'entreprendre la conception, il faut :
 - a. Bien définir les objectifs techniques et économiques et en particulier ceux qui concernent la granulométrie et les coûts;
 - b. Caractériser le massif (au moins la fracturation en place et la résistance de la roche, l'hydrogéologie et les hétérogénéités);
 - c. Bien connaître les possibilités complètes des matériels disponibles à l'amont du tir pour la foration, ainsi qu'à l'aval, pour le chargement et dans certains cas, le concasseur (ce dernier point devrait constituer un objectif technique, à cause de sa limite d'ouverture);
 - d. Connaître les caractéristiques principales des explosifs disponibles: leur densité, leur énergie (si possible mesurée sous l'eau), leur résistance à l'eau;
 - e. Préciser les contraintes de l'environnement (distance des installations Riveraines et niveaux acceptables maximum de vibrations, bruit, projections et Poussières).

Ces cinq éléments recensés ci-dessus permettent de choisir, parmi les paramètres de base du tir :

- Le diamètre de foration;

- La nature de l'explosif;
- Les conditions géométriques (hauteur du front, faces libres);
- Le nombre de rangées.

Dans les chantiers en exploitation, les paramètres précédents sont déjà fixés; par contre, chaque fois qu'une seule donnée du chantier est modifiée tout peut être remis en cause avec profit.

5. Les paramètres de tir

Les paramètres de base du tir sont :

- le diamètre de foration;
- la nature de l'explosif;
- les conditions géométriques (hauteur du front, faces libres);
- le nombre de rangées.

IV. CONCLUSION

L'extraction du gypse passe par plusieurs étapes dont la foration, l'abattage par explosifs, le chargement, le transport et le concassage. Parmi ces étapes, le tir de mine constitue la meilleure solution pour abattre des grandes quantités de gypse.

Pour réussir un tir de mine plusieurs facteurs rentrent dans ce cadre :

En premier lieu, identifier la nature du massif rocheux (faciès, dureté, fracturations, pendage des couches). En fonction de cette détermination, le carrier doit choisir l'explosif adéquat.

Dans notre cas, l'entreprise Knauf travaille beaucoup plus avec la Marmanit comme substance explosif destinée pour les roches semi dures.

Pour le mode de tir, le service chargé de minage utilise un tir électrique au moyen des détonateurs à micro-retard. Les résultats sont satisfaisants mais reste toujours à perfectionner les tirs de mine vu que le massif en lui-même n'est pas homogène.

Avant chaque tir, l'équipe essaye de dresser un plan de tir qui prend en considération les différents paramètres variables (fracturation, pendage, karsts) afin d'assurer une meilleure fragmentation de la roche ce qui entrainera la réduction du coût d'extraction du gypse.

Quatrième chapitre

*Caractéristiques du massif rocheux et
anomalies de tir*

I. INTRODUCTION

La structure d'un massif a une influence directe sur le tir. Elle détermine tout d'abord, la taille des blocs in situ, elle conditionne la mise en œuvre du tir (foration et plan de tir), le fonctionnement même de l'énergie explosive et sa transmission au massif, et peut occasionner des problèmes de stabilité au niveau des trous de tir ou de gradins.

II. CARACTERISTIQUES DU MASSIF ROCHEUX

La principale caractéristique d'un massif rocheux est d'être hétérogène, ce qui vient compliquer la conception et la réalisation d'un plan de tir. Cette hétérogénéité va affecter la structure du massif, en fonction des contraintes tectoniques subies (présence de discontinuités) et de sa nature lithologique. Ainsi, la caractérisation d'une carrière à grande échelle passe par l'étude de l'hétérogénéité et de la fracturation du massif.

1. Définition d'une discontinuité

On définit une discontinuité dans un massif rocheux par une surface qui interrompt la continuité physique du milieu sain (Tahiri, 1992). Les discontinuités peuvent être de diverse nature. Généralement on distingue :

- Les joints stratigraphiques : ils marquent une discontinuité dans le phénomène de sédimentation, séparant deux couches de même nature pétrographique. Ils sont caractérisés par une grande extension.
- Les joints tectoniques : ce sont les diaclases. Ils sont souvent perpendiculaires ou obliques aux joints de stratifications ou à la schistosité. Ils ne présentent pas de trace de mouvement et ils ont une extension limitée.
- Les fentes de tension : elles sont formées sous l'effet d'une traction qu'a subi le massif au cours des mouvements tectoniques. Elles sont souvent remplies de cristallisation de calcite ou de quartz.

- Les failles : elles résultent de la rupture d'une zone du massif qui a subi un grand effort de cisaillement. Elles représentent ainsi des discontinuités séparant deux grandes entités du massif. Elles sont caractérisées par une grande extension et souvent un remplissage de matériau broyé et altéré, parfois des recristallisations.

2. Le cas de la carrière de Sidi Boutbal

Au niveau de la carrière de Sidi Boutbal, nous avons identifiés plusieurs types de discontinuités, des joints stratigraphiques, des diaclases, des karsts et des failles.

2.1. Les joints marneux

Les gradins de gypse exploités, de grande puissance (de 5 à 12 mètres), sont intercalés par des joints marneux (fig.18), d'épaisseur ne dépassant pas les 15 cm.

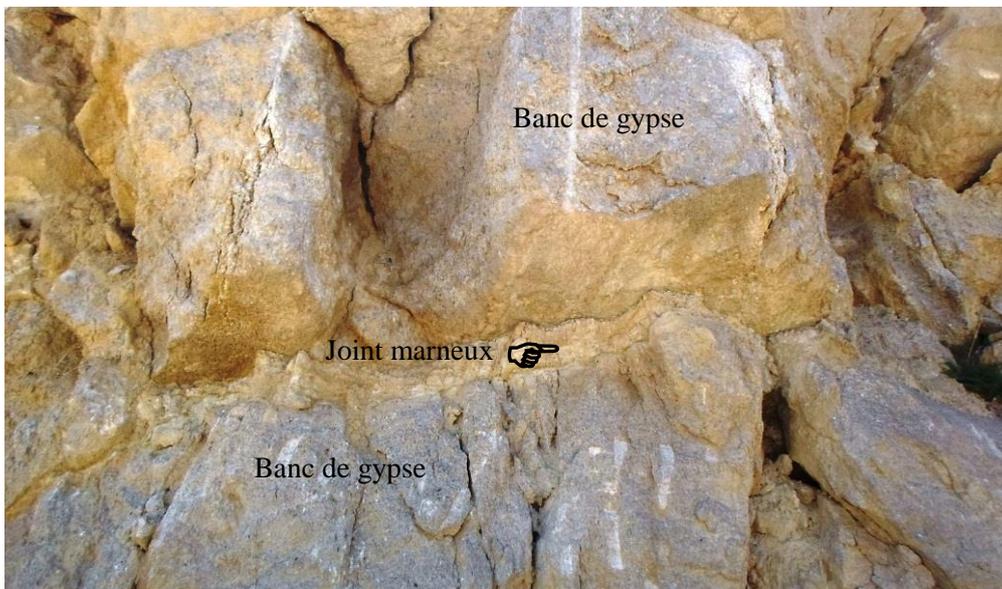


Figure 18 : exemple d'un joint marneux séparant deux bancs de gypse

2.2. Les karsts

Ces vides sont de taille différente, elles se localisent dans les bancs de gypse (fig.19). Leur genèse est liée à la dissolution des cristaux de gypse, suite aux circulations des eaux souterraines.



Figure 19 : photo montrant un karst au sein d'un banc de gypse

2.3. Les failles

Une grande faille normale longe la carrière en suivant l'axe de l'anticlinal, de direction N90. D'autres failles locales sont visibles à plusieurs endroits de la carrière.

2.4. Les diaclases

Les gradins sont affectés par plusieurs réseaux de fractures de directions différentes. Pratiquement, tous les gradins présentent de nombreuses diaclases, surtout conjuguées. Dans cette intention, nous avons établie une étude statistique pour déterminer leur direction prédominante et leur densité.

2.4.1. Etude statistique de la fracturation

Pour cette démarche, nous avons recensé toute la fracturation présente, gradin par gradin. En se servant d'une boussole, nous avons pris la direction de ces fractures. Les directions de la fracturation ont été rangées en 9 classes, suivant un « pas » de 20° comme étant un écart entre deux classes successives. (tabl.2).

Classes	Direction	nombre	pourcentage
A	N180-N020	40	6,46%
B	N020-N040	28	4,52%
C	N040-N060	35	5,65%
D	N060-N080	34	5,49%
E	N080-N100	57	9,21%
F	N100-N120	106	17,12%
G	N120-N140	140	22,62%
H	N140-N160	119	19,22%
I	N160-N180	60	9,69%
Totale		619	100%

Tableau 2 : les neuf classes de direction

a. Gradin N°1

Deux familles de fractures prédominent, correspondant aux classes (N100-N120) et (N120-N140). Le diagramme fait ressortir deux familles directionnelles principales. La première famille regroupe les fractures de directions comprises entre N120 et N140 avec un pourcentage moyen de 19%. La deuxième, d'une direction moyenne de N110 est moins représentée, avec un pourcentage moyen de 17%, de la totalité des fracturations affectant le gradin 1.

La rosace de distribution directionnelle de ces fractures confirme nos résultats, où nous remarquons la prédominance de la classe G (N120-N140) indiquée par la couleur bleu claire, la classe F (N100-N120) par la couleur marron et la classe E (N060-N080) représenté par une couleur Violet (fig.20).

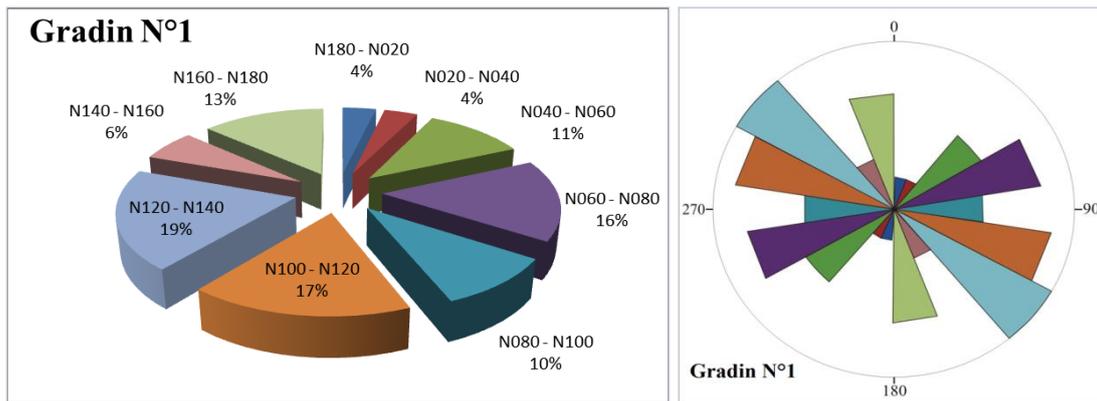


Figure 20 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 1

b. Gradin N°2

Par rapport aux autres gradins, c'est le niveau le plus fracturé. Aussi, il est caractérisé par la présence de trois directions prédominantes où leur pourcentage représente presque 63 % de la fracturation (fig.21).

Trois principales classes sont visibles dans le stéréogramme, la direction N120-N140 avec un pourcentage de 24% (couleur bleu claire), la direction N140-N160 (20%) et la famille N100-N120 représentée par la couleur marron et par un pourcentage avoisinant les 19%.

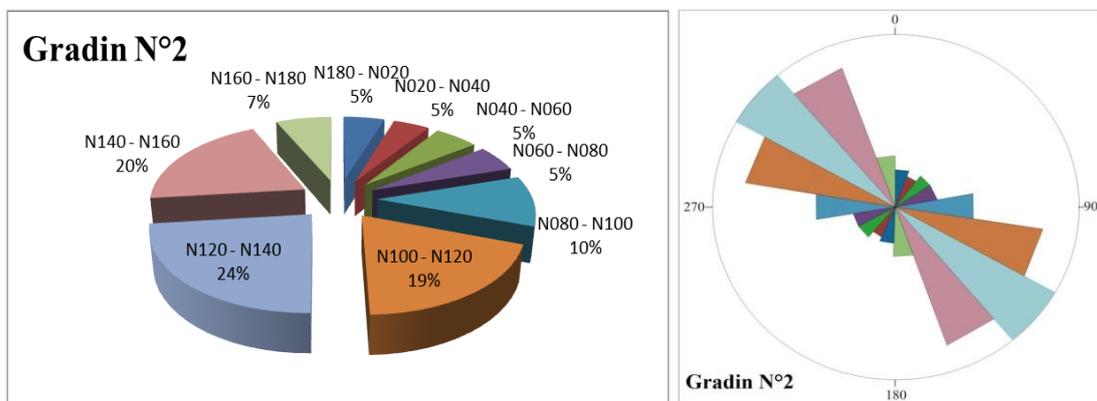


Figure 21 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 2

c. Gradin N°3

Au troisième gradin, les familles N120-N140 et N140-N160 emportent sur les autres directions par un pourcentage de 45%. La rosace de distribution directionnelle de ces fractures affirme les résultats tirés de l'étude statistique, où nous apercevons la prédominance de la classe G (N120-N140) et la classe H (N140-N160) (fig.22).

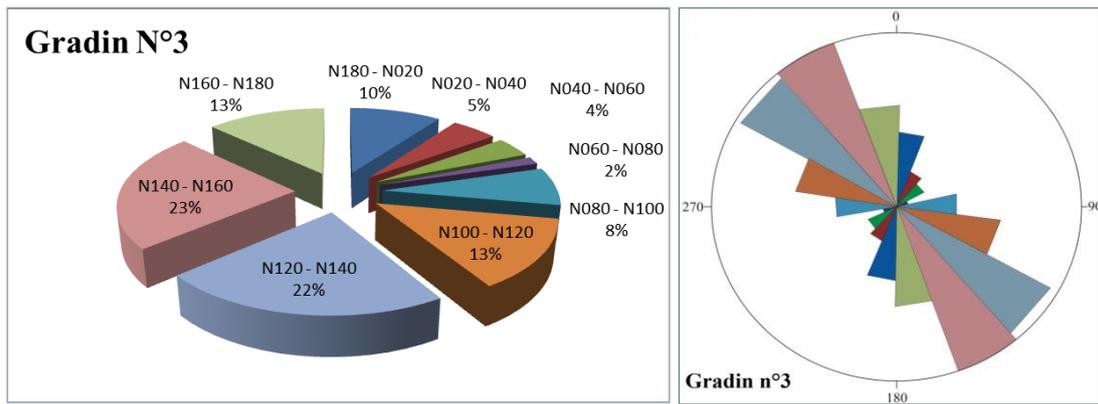


Figure 22 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 3

Une simple corrélation entre les trois gradins démontre que le réseau de fractures le plus fréquent à une direction moyenne N140 (fig.23). Le gradin N°2 est le plus affecté par la fracturation.

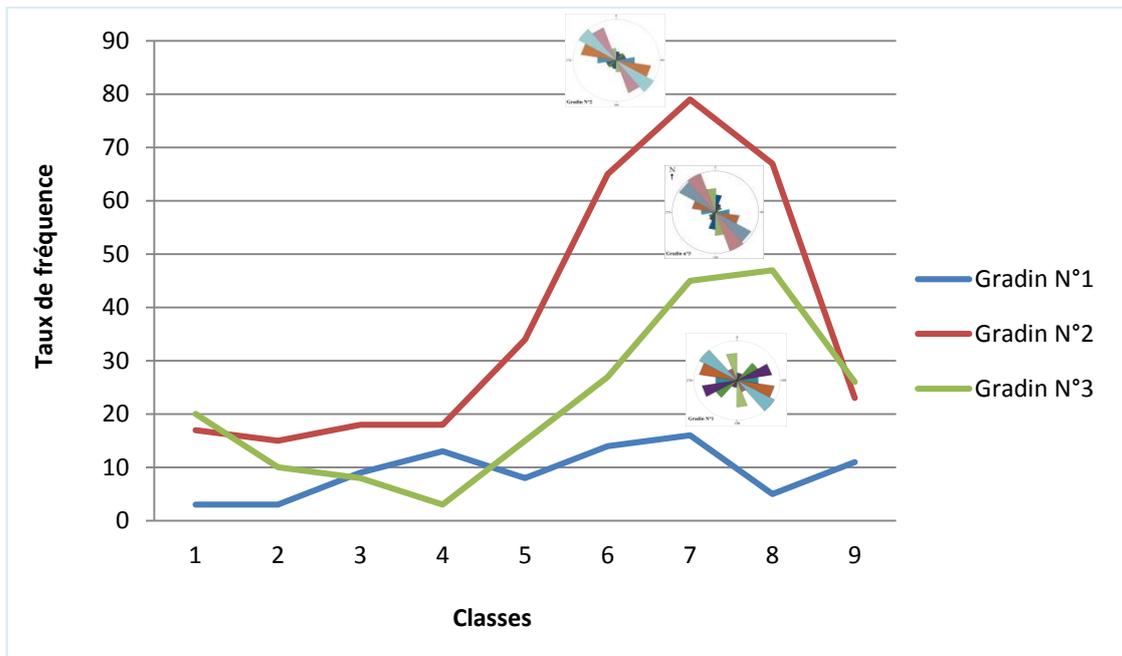


Figure 23 : graphique montrant le taux de fréquence des différentes classes

III. LES ANOMALIES DE TIR

1. Les joints

Les joints situant entre les bancs de gypse sont remplis d'un matériau de moindre résistance (marnes) constituent des échappatoires privilégiées pour les fumées de détonation à hautes pression et température. Ces zones de faiblesse peuvent « débourrer » de manière

violente, avec projection à grande distance du matériau de remplissage et de fragments rocheux arrachés à la surface. En conséquence, le gradin ne subit pas un choc suffisant pour l'abattre (fig.24).

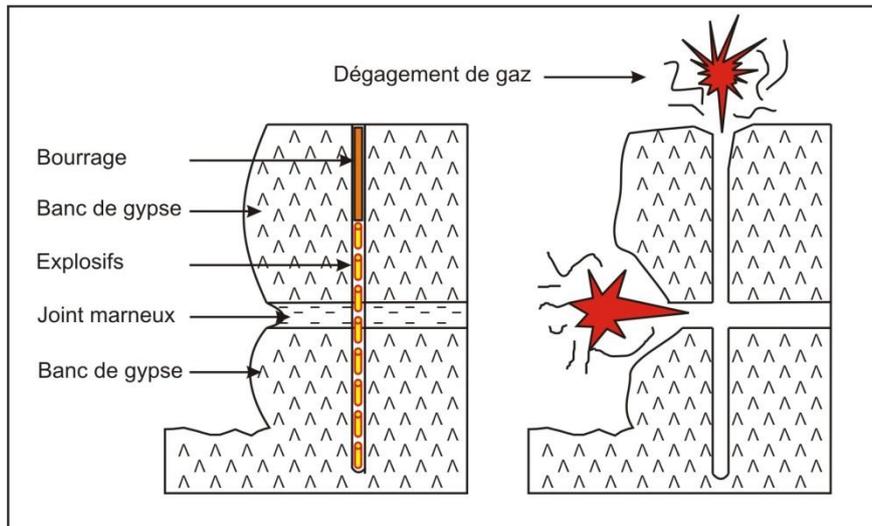


Figure 24 : échappement de gaz à travers un joint marneux

2. Les karsts

Ces cavités souterraines invisibles depuis la surface constituent des poches où l'explosif peut s'accumuler de manière excessive (fig.25), en formant localement de véritables bombes. La présence de ces cavités complique les opérations de foration et de chargement de l'explosif, en particulier pour les explosifs en vrac, et affecte la transmission de l'énergie explosive. A proximité des fronts, elles peuvent occasionner des phénomènes de projection.

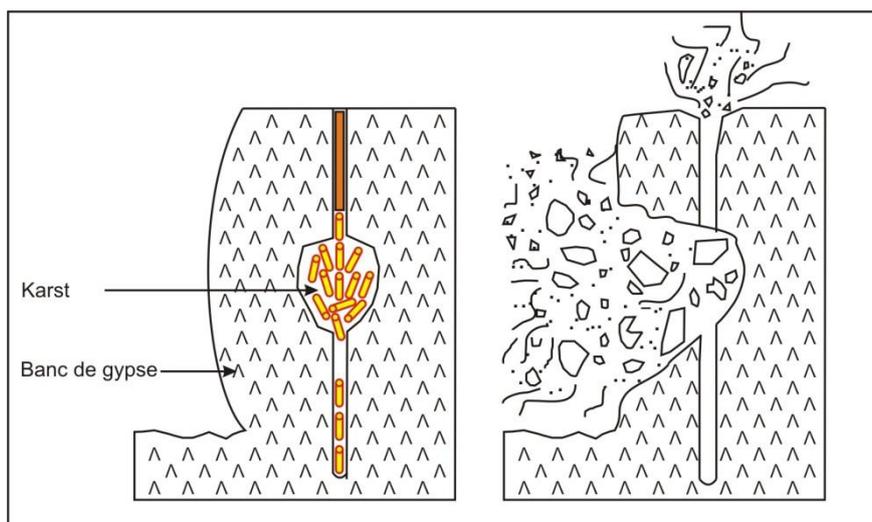


Figure 25 : anomalie de tir dû à la présence d'un karst

3. La fracturation

Deux types de fractures sont présents à la carrière, l'une est causée par des contraintes tectoniques et l'autre, sous l'effet des explosifs. Cette fracturation initiale du massif induit deux effets opposés :

- D'une part, elle fragilise le massif, et donc réduit globalement sa résistance mécanique ;
- D'autre part, elle contrarie l'action mécanique de l'explosif, par atténuation de l'onde de choc lors de son passage à travers les discontinuités et par détente des gaz dans les fissures.

Ces deux effets ont pour résultat de réduire la portée de l'explosif et par conséquent, de réduire les possibilités de coopération entre mines adjacentes.

4. Les failles

Les failles correspondent fréquemment à une zone broyée. Elles perturbent la continuité de la stratigraphie et des affleurements. Certaines failles, qui ont un faible rejet, peuvent passer inaperçues, leur continuité à travers le massif rocheux, leur faible résistance au cisaillement due au fait que les lèvres ont déjà subi un déplacement relatif, contribuent à en faire des surfaces potentielles de glissement particulièrement dangereuses.

Plusieurs failles affectent le gisement, généralement d'une orientation ENE-OSO. La plus importante est celle qui traverse le flan Nord du gisement et qui fait abaisser les bancs de gypse de plusieurs mètres (10 m en moyenne, fig.26).

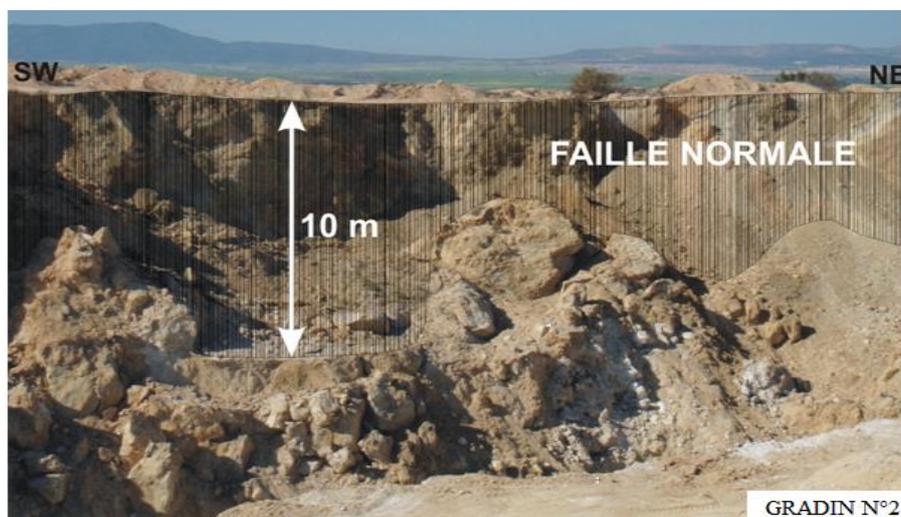


Figure 26 : la grande faille longeant le flanc Nord de la carrière de Sidi Boutbal

5. Fissuration arrière (effet arrière)

Suite à un tir de mine, il se génère occasionnellement des fissurations parallèles au front de taille (fig.27). Ses fissurations ont les caractéristiques suivantes :

- des fissures dont l'ouverture diminue alors que l'écartement entre elles augmente lorsque l'on s'éloigne du front de taille,
- Que seule la partie supérieure du front de taille est affectée,
- un découpage « en dentelle », les creux sont situés entre deux mines successives. Cette anomalie est caractéristique d'une onde de traction réfléchi trop importante. L'intensité de cette contrainte dépasse la résistance à la traction de la roche au-delà du plan défini par les mines.

Ces fissurations causeront un obstacle pour la prochaine foration en même lieu, et leurs causes probables sont :

- ✓ La première ligne amorcée est trop loin du front de taille.
- ✓ L'explosif en colonne est trop puissant (trop d'effet de choc).
- ✓ Mauvaise implantation du tir par rapport à la fracturation naturelle (le plan des mines est parallèle à celui des fissurations naturelles du terrain).
- ✓ La charge massique (d'explosifs) est insuffisante exprimée en gr/m^3 .

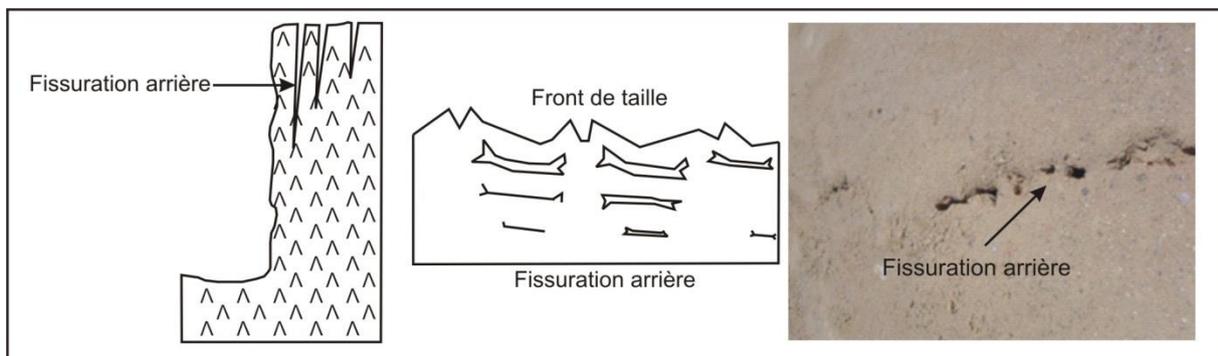


Figure 27 : fissuration causée suite à un tir de mine

6. Gradin en surplomb

Cette anomalie signifie que le haut du front de taille présente un surplomb (fig.28). Les causes possibles de cette anomalie peuvent être résumées comme suit :

- Le bourrage final est trop important,
- La charge de colonne ne monte pas assez haut,
- Présence de fissures perpendiculaires à l'axe du trou de foration,

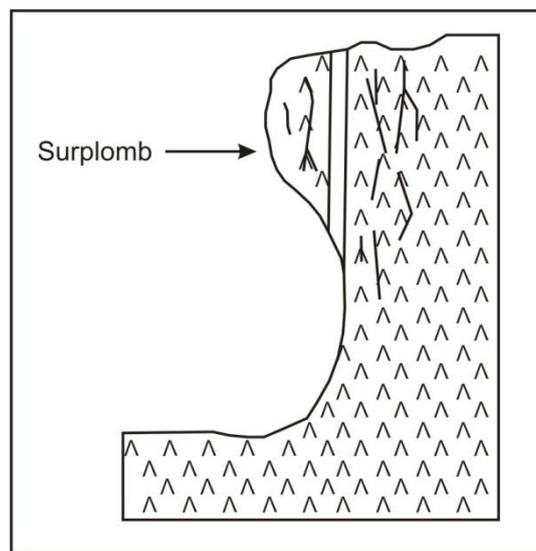


Figure 28 : exemple d'un gradin en surplomb

IV. OPTIMISATION DU PLAN DE TIR

Sur le chantier, toutes les anomalies évoquées précédemment peuvent être la plupart du temps détectées au moment de la foration par le sondeur ou par un examen direct des couches en affleurement.

La plupart de ces anomalies de tir en liaison directe avec la structure du massif rocheux peuvent être évitées.

Le tableau n°3 récapitule les anomalies de tir liées au massif rocheux et les solutions possibles que les dirigeants de la carrière peuvent les suivre.

Les anomalies liées au massif rocheux	Solutions possibles
– Les joints stratigraphiques	Procéder aux bourrages étagés
– Les karsts :	
• Petite cavité	Bourrer le vide par du sable humide
• Grande cavité	Eviter la foration au lieu du karst et renfoncer la charge des trous cernant le karst
– Les fissurations :	
✓ Si la fissuration est verticale ou subverticale	La foration doit être réalisé en avant et en arrière de la fissure.
✓ Si la fissuration est inclinée	Le trou de mine doit croiser la fissure à angle inférieur à 45°
– Gradin en surplomb	tailler le front de taille par une brise roche afin d'éliminer le surplomb

Tableau 3 : Les anomalies liées au massif rocheux et les solutions possibles

V. CONCLUSION

Les gradins de gypse formant la carrière de Sidi Boutbal sont caractérisés par une certaine hétérogénéité du massif dû à la présence de plusieurs éléments qui interrompent la continuité normale des couches de gypse.

Ces éléments identifiés sont : les joints marneux, les fractures (diaclasses et fissuration arrière), les karsts et les surplombs. Ces facteurs influent directement sur les travaux de minage et surtout à la fragmentation de la roche et constituent ainsi, des anomalies de tir.

A travers ce chapitre, nous avons identifié ces anomalies de tir et nous avons essayé de chercher la manière d'éviter ces irrégularités en proposant quelques solutions pratiques sur le terrain.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Situé à 22 km à l'Est de la ville d'Oran, la carrière de Sidi Boutbal appartenant au groupe international Knauf, est l'une des principales unités produisant le plâtre et ses dérivés, à l'Ouest algérien.

Ce gisement de gypse est un anticlinal à cœur Messinien, l'étude lithostratigraphique nous a permis d'identifier quatre formations qui sont du bas vers le haut :

- Le gypse (Messinien supérieur),
- L'alternance marno-gréseuse (Plaisancien-Astien),
- La lumachelle (Calabrien)
- Les argiles rouges conglomératiques (Pléistocène).

En parallèle, nous avons examiné de manière minutieuse les caractéristiques géologiques du massif rocheux représenté par des bancs métriques de gypse. Car ce dernier constitue la contrainte primordiale incontournable à partir du moment où un site est retenu pour mener des travaux de tir. Il importe donc de le connaître précisément et d'identifier son influence sur les opérations suivantes (chargement, transport et concassage).

Le massif rocheux a une importance toute particulière dans le cas des tirs car il en est le seul paramètre non modifiable parce qu'il conditionne lui-même le tir de mine. L'étude du massif rocheux et sa caractérisation sont donc indispensables pour la conception et la réalisation d'un tir bien maîtrisé.

C'est dans ce sens que nous avons mené notre travail où nous avons identifié plusieurs paramètres qui perturbent l'homogénéité du massif rocheux (discontinuités en terme minier). Ces facteurs peuvent générer des anomalies de tir et sont susceptibles de réduire la rentabilité des travaux d'abattage.

Parmi ces discontinuités, nous signalons les joints marneux, les karsts et la fracturation qui affectent fortement la stabilité du massif et plus généralement, son comportement mécanique.

Les joints marneux séparant les bancs épais de gypse, constituent des zones de faiblesse car le gaz dégagé par les explosifs échappe par ces endroits et le massif sera mal fragmenté.

Le chargement d'un trou susceptible de traverser un karst par des explosifs peut induire l'accumulation des cartouches en un seul point, engendrant ainsi une explosion locale.

Les fronts de tailles étudiés reflètent la présence d'une fracturation assez dense. Ce paramètre influe d'une façon directe sur la blocométrie des matériaux arrachés car il est impossible de contrôler la taille des blocs.

A cet effet, une étude statistique de ces fractures, basée sur des mesures de directions, a été réalisée afin de quantifier cette fissuration. Les résultats trouvés ont montrés la présence de trois familles de directions, ou la N100 prédomine.

Ainsi, et en présence de ces contraintes, nous avons suggéré aux responsables les mesures et les précautions suivantes :

Caractéristiques du massif rocheux	Solutions possibles
– Les joints stratigraphiques	Procéder aux bourrages étagés
– Les karsts :	
Petite cavité	Bourrer le vide par du sable humide
Grande cavité	Eviter la foration au lieu du karst et renfoncer la charge des trous cernant le karst
– La fissuration :	
✓ Si la fissuration est verticale ou subverticale	La foration doit être réalisé en avant et/ou en arrière de la fissuration.
✓ Si la fissuration est inclinée	Le trou de mine doit croiser la fissure à un angle inférieur à 45°
– Gradin en surplomb	tailler le front de taille par une brise roche afin d'éliminer le surplomb

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- ADDADI C. DELTEIL J., FENET B., GUARDIA P., MAGNE J., POLVECHE J. (1968) :**
Age de la mise en place des nappes dans le Tell méridional (Algérie). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 267.
- ANDERSON R.V. (1936)** - Geology in the costal Atlas of Western Algeria. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, New York, 4, 4.50 p.
- ATIF K.F.T (2001)** - Modalités du passage mio-pliocène dans le bassin du Bas Chéelif. *Mém. Magister, Univ. Oran*, 133 p. (inéd.).
- ATIF K.F.T., BESSEDIK M., BELKEBIR L., MANSOUR B. & SAINT MARTIN J.-P. (2008)** - Le passage mio-pliocène dans le bassin du Bas Chéelif (Algérie). Biostratigraphie et paléoenvironnements. *Geodiversitas*, Paris, 30 (1), p. 97-116.
- BELHADJI A. (2005)** - La série Miocène supérieur-Pliocène du versant oriental de Djebel Diss (Dahra occidentale): attribution biostratigraphique. *Mém. Magister, Univ. Oran*, 67 p. (inéd.).
- BELKEBIR L. (1986)** - Le Néogène de la bordure nord-occidentale du massif de Dahra (Algérie). Biostratigraphie, Paléoécologie, Paléogéographie. *Thèse Doct., Univ. Provence*, France, 289 p. (inéd.).
- BELKEBIR L. & BESSEDIK M. (1991)** - Synthèse biostratigraphique du Miocène post-nappes et synchronappes en Oranie (Tafna, Bas Chéelif). *II^{ème} Sém. Géol. Pétrol., Sonatrach.*, Boumerdès, p. 32- 34.
- BELKEBIR L., BESSEDIK M., AMEUR-CHEHBEUR R. & ANGLADA R. (1996)** - Le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie : Biostratigraphie et Eustatisme. *Bull. Cent. Rech. Expl. Prod., Elf-Aquitaine (édi.)*, Pau, 16, p. 553-561.

- BELKEBIR L., LABDI A., MANSOUR B., BESSEDIK M. & SAINT MARTIN J.-P. (2008)** - Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortoniennes du massif du Dahra et du bassin du Chélif (Algérie). Implications sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Géodiversitas*, Paris, 30 (1), p. 9-19.
- BESSEDIK M. & BELKEBIR L. (1985-1986)** - Présence du Miocène moyen et supérieur dans la série de la Pointe de Canastel (Oran, Algérie): implications paléoécologiques et biostratigraphiques. *Géol. Méditer.*, Marseille, t. XII-XIII, n°3-4, p. 147-150.
- BESSEDIK M., BELKEBIR L. & MANSOUR B. (2002)** - Révision de l'âge miocène inférieur (au sens des anciens auteurs) des dépôts du bassin du Bas Chélif (Oran, Algérie) : conséquences biostratigraphique et géodynamique. *Mém. Ser. Géol. Algérie*, 11, p. 167-186.
- BLEICHER M. (1875)** - Note sur la géologie des environs d'Oran. *Bull. Soc. Géol. France*, (3), t. III, p. 187-195.
- BRIVES A. (1897)** - Les terrains miocènes du bassin du Chélif et du Dahra. *Matér. Carte géol. Algérie*, 2ème sér. Fontana & Co (édi.), Alger, 104 p.
- CHIKHI H. (1992)** Palynoflore du Messinien infra-évaporitique de la série Marno-Diatomitique de Sahaouria (Beni Chougrane) et Chabet Bou-Ster (Tes sala). Bassin du Chélif, Algérie. *Thèse Magister, Univ. Oran*.
- CITA M.B. (1975)** -The Miocene/Pliocene boundary history and definition. In: SAITO T. & BURKIE L. (eds): Late Neogene epoch Boundary. *Micropaleontology*, spec. Pub. 1, p. 1-30.
- CITA MR., MAZZOLA G. et PREMOLI SILVA I. (1968)**- Sur l'âge de la mise en place des nappes telliennes dans la région des Béni Chougrane (Algérie). *Ist. Lomb. (Rend. Sc.), Geologia*, sér. A, vol. 102, pp. 162-170.
- CORNEE J.-J., SAINT MARTIN J.-P., CONESA G. & MULLER J. (1994)** - Geometry, paleoenvironment and relative sea level (accommodation space) changes in the

messinian Murdjajo carbonate platform (Oran, Western Algeria): consequences. *Sed. Geol.*, 89, p. 143-158.

DALLONI M. (1915) - Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *Bull. Soc. géol. France*, sér. 4, 15, p. 428-457.

DELFAUD J., MICHAUX J., NEURDIN J. & REVET J. (1973) - Un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne : évolution de la région Oranaise (Algérie occidentale) au Miocène supérieur : conséquences stratigraphiques. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, Alger. t. 64, fasc. 1 et 2, p. 219-241.

DELTEIL J. (1974) : Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Beni-Chougrane, Dahra). *Thèse Doct. Etat, Univ.* 249 p.

DOUMERGUE F. (1908) - Commentaire de la notice explicative de la carte géologique d'Oran. *Bull. Soc. Geogr. Archeol.*, Oran, 28 (116).

FENET B. (1975) : Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du Bouclier africain. *Thèse Doct. Etat, Univ.* Nice.

GENTIL L. (1903) - Etude géologique du bassin de la Tafna. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, (2), 4, 425 p.

GUARDIA P. (1975) : Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après de l'Oranie Nord occidentale (Algérie), relation structurales et paléogéographique entre Rif externe et Tell de l'avant pays atlasique. *These doct. Etat, Scien., Nat.*, Nice.

HASSANI M. I. (1987).- Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi -aride, le bassin versant de la grande Sebkhah d'Oran (Algérie). *Thèse. 3ème cycle*, Univ de Grenoble, 304 p.

MANSOUR B. (1991) - La série diatomitique messiniene de Sig : étude systématique des diatomées et implications paléoécologiques. *Mém. Magister, Univ. Oran*, 147 p. (inéd.).

- MANSOUR B. (2004)** - Diatomées messiniennes du bassin du Bas Chélif (Algérie nord occidentale). *Thèse Doct. Etat, Univ. Oran*, 260 p. (inééd.).
- MAZZOLA C. (1971)** - Les foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie nord-occidentale. *Proc. H Int. Conf. Plankt.*, Roma, 2, p. 787-818.
- MOISSETTE P. (1988)** - Faune de bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. *Doc. Lab. Géol., Fac. Sc., Lyon*, 102, 351 p.
- NEURDIN-TRESCART J. (1992)** - Le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Chélif. Modèle de références de bassin infra-montagneux. *Thèse. DocL Sci., Univ. Pau & Pays de l'Adour*, 2 t. 605 p. (inééd.).
- PERRODON A. (1957)** - Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bull. Serv. Cart. Géol. Algérie*, n°12, 323 p.
- POMEL A. (1892)** - Sur la classification des terrains miocènes de l'Algérie et réponse aux critiques de M. PERON. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris. 3' sér., t. XX, p. 166-174.
- REPELIN J. (1895)** - Etude géologique des environs d'Orléans ville. Barthelet (edi.), Marseille, 198 p.
- ROUCHY J.-M. (1982)** - La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, sér. C, t. 50, 267 p.
- ROUCHY J.-M., CARUSO A., PIERRE C., BLANC-VALLERON M.M. & BASSETTI M.A. (2007)** - The end of the Messinian salinity crisis: evidences from the Chélif basin (Algeria). *Palaeog. Palaeoclim. Palaeoeco.*, 254, p. 386-417.
- SAINT MARTIN J.-P. (1987)** - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. Aspects paléoécologiques et paléogéographiques. *Thèse Doct. Etat, Univ. Provence, Marseille*, 2 vol., 499 p. (inééd.).
- SAINT MARTIN J.-P. (1990)** - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, Paris, sér. C, t. 56, p. 351 p.

SAINT-MARTIN J. P. & ROUCHY J. M. (1990) - Les plates formes carbonatées messiniennes en Méditerranée occidentale : leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocène terminal. Bull. Soc. Géol. France, t. VI, n°1, pp. 83-94.

SAINT MARTIN J.-P., CORNEE J.-J., CONESA G., BESSEDIK M., BELKEBIR L., MANSOUR B., MOISSETTE P. & ANCLADA R. (1992) - Un dispositif particulier de plate-forme carbonatée messinienne : la bordure méridionale du bassin du Bas Chélif (Algérie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 315, p. 1365-1372.

S.N. REPAL (1952) - Le bassin néogène du Chélif. Publ XIXe Congr. Géol. Int., Alger. *Monogr. Région., 1^{ère} sér.*, n°16, 56 p.

THOMAS G. (1985) - Géodynamique d'un bassin intramontagneux. Le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire. *Thèse es-Sc., Univ. Pau & Pays de l'Adour*, 2 t., 594 p.

TCHOUAR. (2013) Etude des dinoflagellés de la série mio-pliocène du Télégraphe de Sidi Brahim (Bassin du Chélif, Algérie nord-occidentale) : Systématique et Paléoécologie-. *Mém. Magister, Univ. Oran*, 120 p. (inéd.).

Listes des tableaux et figures

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : les différents types d'explosifs et leurs caractéristiques.....	32
Tableau 2 : les neuf classes de direction.....	42
Tableau 3 : Les anomalies liées au massif rocheux et les solutions possibles.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les bassins néogènes de l'Algérie du Nord (D'après Perrodon, 1957).....	07
Figure 2 : Situation géographique et bordures du bassin du Bas Chélif (d'après Belkebir et al., 2008, légèrement modifiée, secteur d'étude).....	08
Figure 3 : la région d'étude (extrait de la carte topographique de Sig au 1/50000).....	08
Figure 4 : Position du Bassin du Bas Chélif dans la structure générale de L'Oranie (d'après Delfaud et al., 1973).....	09
Figure 5 : Extrait de la carte géologique de la région d'étude (carrière de Sidi Boutbal) (Feuille n°154 de Saint Cloud, échelle 1/50.000e).....	11
Figure 6 : Localisation des différents sondages réalisés par la SN-Repal du Plateau de S ^t Louis (d'après J. Neurdin 1992).....	18
Figure 7 : les différentes appellations employées au niveau de notre secteur d'étude (Hassani, 1987).....	20
Figure 8 : localisation de la coupe (schéma simplifié de la carte topographique de Gdyel).....	21
Figure 9 : gypse macrocristallin en fer de lance.....	22
Figure 10 : la formation du bas Chélif (d'après Thomas, 1985).....	23
Figure 11 : calcaire lumachellique (les lamellibranches sont plus ou moins silicifiés.....	24

Figure 12 : Argiles rouges conglomératiques.....	24
Figure 13 : coupe géologique de la carrière de Sidi Boutbal – Fleurus.....	25
Figure 14 : les différents paramètres d’un tir de mine.....	28
Figure 15 : les différents explosifs utilisés pour abattre le gypse (A : la Gélanit, B : la Marmanit, C : l’Anfomil).....	29
Figure 16 : le schéma d’un circuit de concassage à l’usine.....	30
Figure 17 : exemple d’un circuit de tir électrique et ses différents paramètres.....	31
Figure 18 : exemple d’un joint marneux séparant deux bancs de gypse.....	40
Figure 19 : photo montrant un karst au sein d’un banc de gypse.....	41
Figure 20 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 1.....	42
Figure 21 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 2.....	43
Figure 22 : diagramme et rosace de distribution de la fracturation du gradin 3.....	43
Figure 23 : graphique montrant le taux de fréquence des différentes classes.....	44
Figure 24 : échappement de gaz à travers un joint marneux.....	45
Figure 25 : anomalie de tir dû à la présence d’un karst.....	45
Figure 26 : la grande faille longeant le flanc Nord de la carrière de Sidi Boutbal.....	46
Figure 27 : fissuration causée suite à un tir de mine.....	47
Figure 28 : exemple d’un gradin en surplomb.....	48

PLANCHES
PHOTOGRAPHIQUES

Planche I

Carrière de gypse Sidi Boutbal

A : Usine de plâtres Knauf SARL (vue à partir de la carrière)

B : vue panoramique de la carrière et les gradins de gypse.

C : Le Wali (marabout) Sidi Boutbal.



Planche II

Carrière de gypse Sidi Boutbal

A : Gypse grisâtre macro-cristallin en fer de lance

B : L'alternance marne-grès

C : Niveau lumachelique d'âge Calabrien

D : Les argiles rouges conglomératiques



Planche III

Carrière de gypse Sidi Boutbal

A : cordons détonant.

B : coupe transversale à travers d'un cordon).

C : fil électrique de tir.

D : explosif.

E : Détonateurs Electriques Micro-Retard D.M.R

F : photos illustrant l'amorçage de la première cartouche.

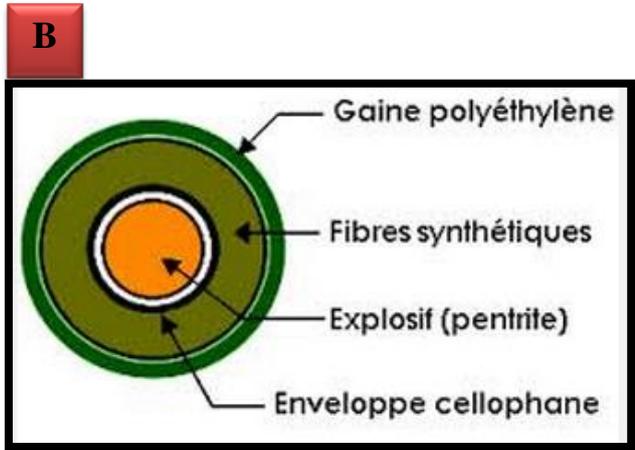
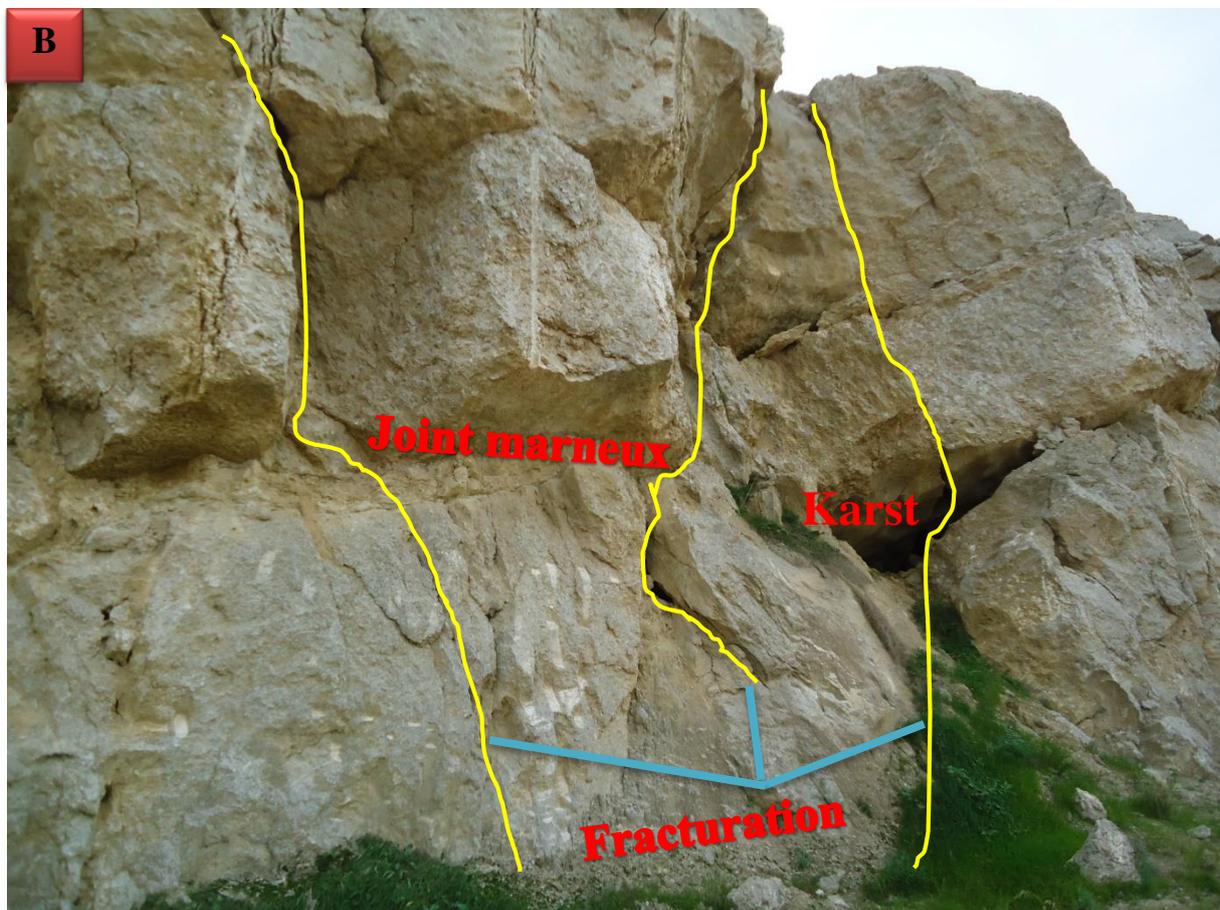
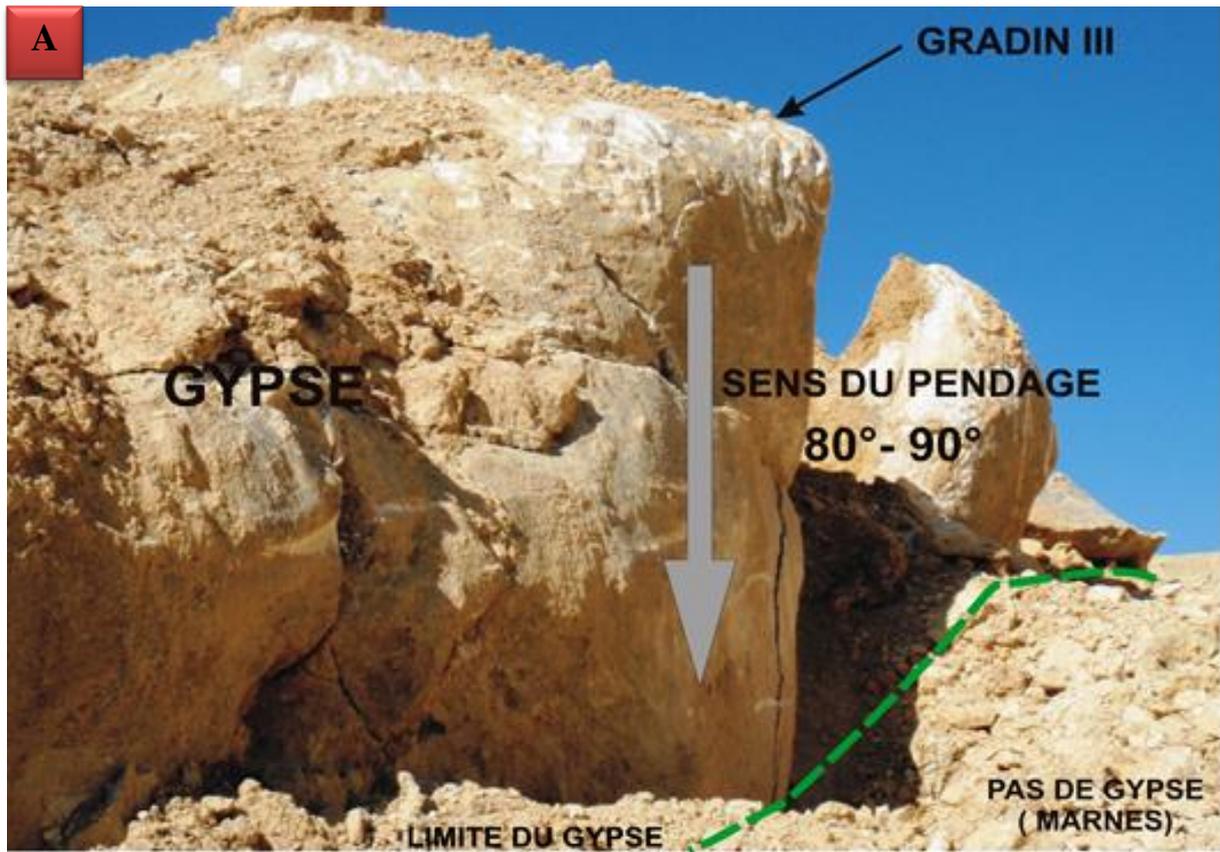


Planche IV

Carrière de gypse Sidi Boutbal

A : Le pendage subvertical du gypse et sa limite d'extension.

B : Photo montrant quelque réseau des fractures, le joint marneux et un karst affectants dans le gypse.



N° d'ordre : /DSTU/2015

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE, DE LA VIE,
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Mémoire Présentée pour l'obtention du grade
d'ingénieur d'état en Sciences de la Terre et de l'Univers
Option : Ensembles Sédimentaires

Par
BOUSSAID Bachir

Thème

**CARACTERISTIQUES D'UN MASSIF ROCHEUX ET ANOMALIES DE
TIR.CARRIERE DE GYPSE DE SIDI BOUTBAL, PLATEAU DE
BOUFATIS, ORAN. (ENTREPRISE KNAUF PLATRES)**

RESUME

La carrière de Sidi Boutbal, sise à 22 km à l'Est de la ville d'Oran, est installée au sein du Plateau de Boufatis (Saint Louis), partie intégrante du bassin du bas Chélif. La matière exploitée par l'entreprise Knauf, est du gypse d'âge Messinien utilisé pour produire le plâtre.

Pour abattre la roche, les dirigeants de la carrière utilisent les explosifs comme une source principale de choc. Le but de l'abattage est de désagréger le matériau afin de faciliter sa reprise par les engins d'extraction. La qualité de l'abattage joue un rôle primordial que l'on sous-estime bien souvent. En effet, un tir de mine de mauvaise qualité peut pénaliser toute la chaîne d'extraction de la roche. D'autres contraintes peuvent à leur tour affaiblir l'efficacité d'un tir de mine. Ce sont essentiellement les propriétés géologiques du massif rocheux.

L'examen minutieux des différents gradins formant la carrière nous a permis d'identifier plusieurs facteurs stratigraphiques et structuraux caractérisant les bancs de gypse. Les joints marneux s'intercalant entre les couches de gypse, la fracturation et les karsts constituent les principaux agents pouvant générer des anomalies de tir, en conséquent la substance explosive perde la force de fragmenter la roche.

Au terme de ce travail, nous avons proposé quelques astuces pour minimiser l'effet perturbant la bonne fragmentation du massif rocheux.

Mots clé : carrière Sidi Boutbal, Plateau de Boufatis, bassin, bas Chélif, Knauf, gypse, Messinien, explosifs, massif rocheux, joints, fracturations, karsts, anomalies, tir, fragmentation.