



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

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des sciences de la terre

MEMOIRE

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en géologie
Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement

Titre :

**Impact du contexte tectonique sur l'exploitation des granulats :
Cas de la carrière d'agrégats d'ENG Sidi Abdelli, W-Tlemcen**

Présenté par :

MAKHA CAMARA Zekeriya

Et

TABOUCHE Djihene

Soutenu publiquement le 10/06/2024 devant le jury composé de :

Pr. TABELIOUNA Mohammed

Dr. BAAOUAGUE Abdelbaki

Dr. BENRAMDAN Hocine

Président

Encadreur

Examineur

Université d'Oran 2

Université d'Oran 2

Université d'Oran 2

Année universitaire: 2023/2024



TABLE DES MATIERES

Table des matières

<i>CHAPITRE.I : INTRODUCTION GENERALE</i>	1
.....	3
<i>CHAPITRE.II :CADRE GEOGRAPHIQUE</i>	3
.....	3
1. Introduction :	4
2. Les Monts de Tlemcen :	4
2.1. Situation géographique :	4
2.2. Infrastructure de la région :	5
2.3. Relief	5
2.4. Climat	5
2.5. Hydrographie, hydrologie	5
2.6. Sismicité	6
3.1. Localisation du site d'exploitation	6
<i>CHAPITRE.III : CADRE GEOLOGIQUE</i>	8
1. Géologie locale :	9
1.1. Les grands traits géologiques des Monts de Tlemcen	9
2. Géologie régionale :	15
2.1 Gisement de Djebel ABIOD carrière ENG SIDI ABDELLI	15
2.2. LITHOLOGIE:	16
2.3. Karsts	24
<i>CHAPITRE.IV : GENERALITES SUR LES GRANULATS</i>	25
1. Introduction :	26
2. Définition d'un granulat	26
3. Origine des granulats	26
4. Types des granulats	26
4.1. Les Granulats d'origine alluvionnaire	26
4.2. Les granulats de roches massives	27
4.3. Les granulats de recyclage et artificiels	27
5. Caractéristiques des granulats	27
5.1. Critère de granularité	27

5.3. Critère de propreté	28
7. Utilisations	29
<i>CHAPITRE.V : METHODES D'EXPLOITATION</i>	30
1. Méthodes d'exploitation d'agrégats :	31
- Préparation du site :.....	31
- Extraction du gisement	31
2. Concassage :	36
<i>CHAPITRE.VI : CONTEXTE TECTONIQUE</i>	38
1. Gestion des impacts des failles sur l'exploitation	57
2. Les impacts négatifs que les failles peuvent générer peuvent être comme ceux qui suit : ...	61
➤ Instabilité des parois	61
➤ Fragmentation irrégulière.....	61
➤ Qualité des matériaux.....	62
➤ Contraintes géotechniques	62
3. Discussion	62
➤ Failles et Implications pour l'Exploitation	62
<i>CHAPITRE.VII : IMPACT DE L'EXPLOITATION SUR L'ENVIRONNEMENT</i>	67
1. Introduction :	68
2. Déchets solides	68
3. Emission de bruit à l'extérieur de l'établissement ainsi que les vibrations :	68
4. Sites contaminés :	69
➤ Système d'abattage de poussière par aspiration.....	69
➤ Arrosage des pistes	70
➤ Reboisement.....	70
➤ Les impacts du bruit et des vibrations.....	71
<i>CHAPITRE.VIII : CONCLUSION GENERALE</i>	72
<i>Bibliographie</i>	74



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : situation générale des Monts de Tlemcen (BENEST, 1985)

Figure 02 : Localisation de la carrière de l'ENG Sidi Abdelli (Google Mapp).

Figure 03 : vue panoramique de site de l'ENG (carrière sidi abdelli)

Figure 04 : Schéma structurale des monts de Tlemcen (BENEST 1985)

Figure 05 : Symboles et figures lithologiques utilisés dans la colonne litho stratigraphique

Figure 06 : Colonne litho stratigraphique des Monts de Tlemcen au Jurassique supérieur-Crétacé basal (BENEST, 1985)

Figure 07 : Extrait de la carte géologique de Lamoricière au 1/50.000 (Publiée par REY 1948).

Figure 08 : Orientation d'une discontinuité.

Figure 09 : coupe géologique des différents niveaux de la carrière

Figure 10 : les différents paramètres d'un plan de tir

Figure 11 : Coupe schématique de trou de mine

Figure 12 : carte montrant les zones d'exploitations

Figure 13 : zoom sur les zones d'exploitations de la colline EST et les flèches indiquant le sens d'avancement de l'exploitation.



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : taux de karst.

Tableau 02 : Différents types de granulats issus de roches massives.

Tableau 03 : plan de tir

Tableau 04 : charges d'explosives

Tableau 05 : équipement de production.



LISTE DES PHOTOS

Photo 1.1 : calcaire gris clair.

Photo 1.2 : faille secondaire

Photo 1.3 : calcaire dolomitique béchique

Photo 2.1 : calcaire dolomitique.

Photo2.2 : calcaire dolomitique argileux.

Photo 2.3 : calcaire dolomitique.

Photo 3 : calcaire dolomitique

Photo 4 : des blocs de calcite pure

Photo 5 : pli couché.

Photo 6.1 : karst remplie de terre végétale.

Photo 6.2 : une alternance de bancs de calcaire dolomitique, de marne et d'argile.

Photo 7.1: calcaire dolomitique.

Photo 7.2 : continuité du karst.

Photo 08 : le lever des structures géologiques de la carrière de sidi Abdelli

Photo 9 : veine de calcite.

Photo 10.1 : cavité karstique au niveau 650 de la carrière de Sidi Abdelli

Photo 10.2: continuité de la cavité karstique au niveau 665.

Photo 11 : pli se situant au niveau 650 de la carrière.

Photo 12.1 : position de la faille principale dans la carrière

Photo 12.2 : la faille principale au niveau 635 m qui sépare la colline Est et Ouest de la carrière.

Photo 12.3 : projection de la faille principale qui met en évidence les 2 colline d'exploitation de la carrière

Photo 13.1 : Faille A au niveau 620 m, marque par une zone de broyage

Photo 13.2 : vu de près de la faille A

Photo 13.3 : continuité de la faille A

Photo 14.1: Faille secondaire B au niveau 635m, marquée par une la zone de broyage et des fracturations.

Photo 14.2 : Continuité de la secondaire B sur le gradin 650

Photo 15.1 : Faille secondaire C au niveau 650m de la carrière.

Photo 15.2 : Continuité de la faille C au niveau 650

Photo 16 : Les failles secondaires

Photo 17.1 : Les différentes granulométries

Photo 17.2 : Différentes utilisations des granulats.

Photo 18.1: Trous de forage

Photo 18.2 : Roche abattue

Photo 19 : Les différents éléments rentrants dans un tir.

Photo 20.1 : Les engins transporteur en chargement

Photo 20.2 : Camion de type TEREX TR 60 en transport vers la station de concassage.

Photo 21 : Station de concassage de la carrière de Sidi Abdelli

Photo 22 : les différents produits finals.

Photo 23.1 : superposition de la carte des zones d'exploitation sur celle des failles

Photo 23.2 : calquage des zones d'exploitation sur les zones de failles

Photo 23.3 : Direction des failles par rapport aux sens d'avancement de l'exploitation.

Photo 24.1 : Système d'abattage de poussière par aspiration

Photo 24.2 : Arrosage des pistes

Photo 24.3 : Reboisement

Photo 25.1 : La direction des failles



RESUME

ملخص

يقع محجر الشركة الوطنية للركام سيدي العبدلي بمنطقة ذات خصائص جيولوجية محددة تحدد أنواع المواد المستخرجة وجودتها. تهدف هذه الدراسة إلى فهم الوضع التكتوني للمنطقة وآثاره على عمليات التعدين الإجمالية. من خلال دراسة للديناميكيات العلاقة بين التركيبات الجيولوجية وأنشطة المحاجر وهذه التأثيرات البيئية. وتساهم النتائج في فهم أفضل الجيولوجية للموقع وتقدم توصيات عملية لإدارة المحاجر المستدامة.

الكلمات الدالة: المهنة، المهندس سيدي العبدلي، تلمسان، الرواسب الحبيبية، التكتونية، الجيولوجيا، الاستغلال، الإدارة المستدامة، البيئة.

Résumé

La carrière d'ENG de Sidi Abdelli se situe dans une région possédant des caractéristiques géologiques spécifiques qui déterminent les types de matériaux extraits et leur qualité. Cette étude vise à comprendre le cadre tectonique de la région et ses implications pour les opérations d'extraction d'agrégats. En examinant la relation entre les structures géologiques et les activités d'exploitation de carrière et ces impacts environnementaux. Les résultats contribuent à une meilleure compréhension des dynamiques géologiques du site et proposent des recommandations pratiques pour une gestion durable des carrières.

Mots-clés : Carrière, ENG Sidi Abdelli, Tlemcen, Gisements granulaires, Tectonique, Géologie, Exploitation, Gestion durable, Environnement.

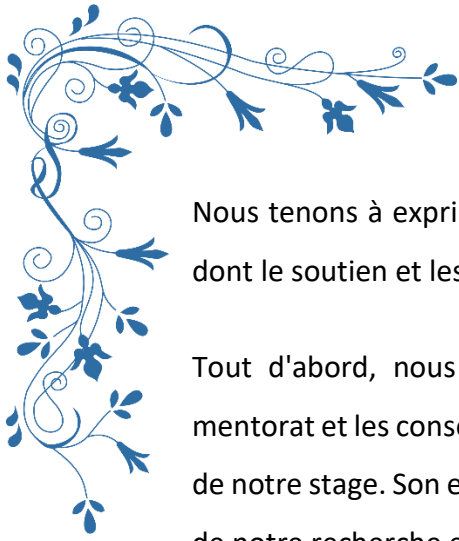
Abstract

The Sidi Abdelli National Aggregates Company quarry is located in a region with specific geological characteristics which determine the types of materials extracted and their quality. This study aims to understand the tectonic setting of the region and its implications for aggregate mining operations. By examining the relationship between geological structures and quarrying activities and these environmental impacts. The results contribute to a better understanding of the geological dynamics of the site and offer practical recommendations for sustainable quarry management.

Keywords : Quarry., ENG Sidi Abdelli, Tlemcen, Granular deposits, Tectonics, Geology, Exploitation, Sustainable management, Environment.



REMERCIEMENT



Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude aux personnes et aux organisations suivantes, dont le soutien et les conseils ont été précieux pour l'achèvement de cette mémoire.

Tout d'abord, nous sommes profondément reconnaissants envers **M. Baaouague**, dont le mentorat et les conseils nous ont fourni des perspectives précieuses et une direction tout au long de notre stage. Son expertise et son encouragement ont été cruciaux pour façonner la trajectoire de notre recherche et enrichir notre expérience d'apprentissage.

Nous adressons nos sincères remerciements à la faculté et au personnel de l'Université Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, en particulier à **M. Tabliouna**, pour leur soutien indéfectible tout au long de notre parcours académique. Leur dévouement à encourager l'excellence dans notre domaine d'études a été crucial pour façonner notre croissance académique et professionnelle.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à l'équipe d'ENG à Sidi Abdelli, Telemcen, en particulier aux ingénieurs **Mr. Youssef** et **Mr. Imad** qui ont généreusement partagé leurs connaissances et leur expertise avec nous lors de notre stage. Leurs idées et leur accompagnement ont été essentiels pour naviguer dans les défis et les complexités des applications réelles dans notre domaine d'études.

Enfin, nous remercions notre famille et nos amis pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements tout au long de ce parcours. Leur amour et leur soutien ont été une source constante de force et de motivation.

À tous ceux qui ont joué un rôle, grand ou petit, dans la réalisation de cette thèse, nous exprimons notre profonde reconnaissance. Vos contributions ont réellement fait la différence, et pour cela, nous vous en sommes sincèrement reconnaissants.



Tabouche Djihene
Makha Camara Zekeriya





*CHAPITRE.I : INTRODUCTION
GENERALE*

La carrière de Sidi Abdelli, située dans la région nord-ouest de l'Algérie, représente un site géologique d'importance particulière. Cette carrière offre une fenêtre unique sur les formations géologiques qui témoignent de l'histoire complexe de cette région. À travers l'étude de cette carrière, nous pouvons explorer en profondeur les strates rocheuses, les processus de formation et les événements tectoniques qui ont façonné ce paysage au fil du temps.

La carrière est dominée par deux collines différentes constituées par des formations géologiques pétrographiquement différentes. Les agrégats sont extraits sur la colline Est, sur des calcaires dolomitiques, et les pierres ornementales sont extraites sur la colline Ouest, sur des calcaires. Le contraste géologique, représenté par une fissure qui sépare les deux formations rocheuses, met en évidence la complexité du paysage et les difficultés liées à l'exploitation des matériaux.

C'est dans cette situation particulière que se situe notre recherche, qui cherche à appréhender les liens entre la tectonique et l'exploitation des carrières. Notre étude examine, au-delà des caractéristiques géologiques, les difficultés pratiques auxquelles font face les opérations d'extraction à ciel ouvert.

La tectonique a un impact non seulement sur la géologie sous-jacente, mais aussi sur les opérations quotidiennes, ce qui a un impact sur les décisions stratégiques et les méthodes d'extraction. Notre étude vise à être complète, allant de la cartographie approfondie des structures géologiques à l'analyse des risques liés à la présence de failles. Elle examine chaque aspect de la relation complexe entre la géologie et l'exploitation minière.

Afin de mener à bien notre étude, nous avons utilisé divers outils et méthodes métrologiques. Grâce à l'utilisation de la boussole et du GPS, nous avons pu mesurer avec précision les données des structures géologiques, tandis que le géo référencement sur carte et Google Earth nous a donné une vision globale des zones d'intérêt et de leurs interactions avec le contexte géologique. La démarche scientifique que nous menons se situe donc à la croisée de la pratique et de la théorie, dans le but de déterminer les meilleures méthodes pour une exploitation durable et efficace des ressources minérales. En fournissant un aperçu précis des difficultés et des possibilités associées à l'exploitation des carrières, notre recherche a pour objectif d'orienter les décideurs et les acteurs de l'industrie vers des solutions novatrices et durables.



*CHAPITRE.II :CADRE
GEOGRAPHIQUE*

1. Introduction :

la richesse géologique de l'Algérie permet aux exploitants miniers de trouver de vaste zones prédestinées a l'exploitations d'agrégats. Dans ce travail nous allons essayer d'analyser les caractères tectoniques qui affectent la région de sidi Abdelli. Chaque aspect, de la position stratégique des carrières à l'interaction complexe entre les caractéristiques géographiques, les conditions climatiques et les évolutions infrastructurelles, contribue à former l'identité et le sens de la région dans le cadre de l'extraction des granulats.

2. Les Monts de Tlemcen :

2.1. Situation géographique :

Faisant parties des Monts de Tlemcen qui sont limités au Nord par le Sillon Miocène composé d'Ouest en Est par la Plaine de Maghnia, la Plaine de Hennaya et la Plaine de Sidi Bel Abbés, au Sud par les Hautes Plaines Oranaises, à l'Est par les Monts de Daïa et enfin à l'Ouest par les Monts Rhar-Roubane (Figure1)

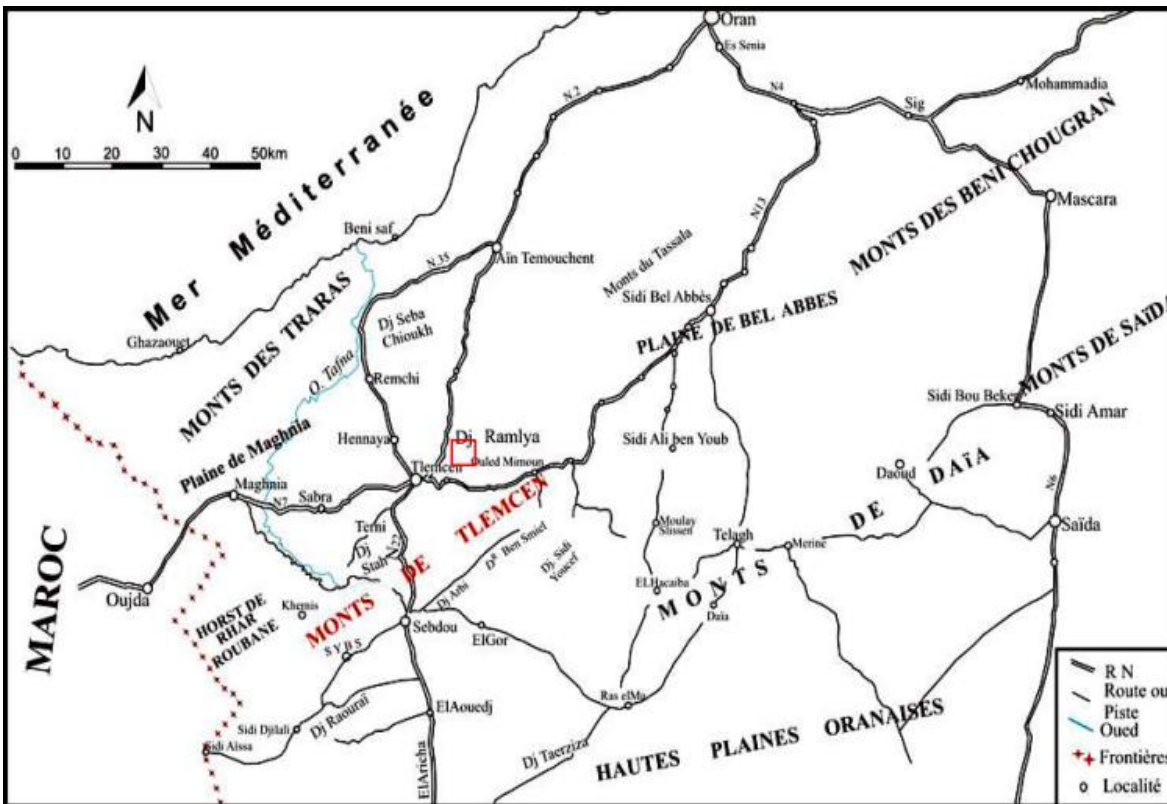


Figure 1 : situation générale des Monts de Tlemcen (BENEST, 1985)

2.2. Infrastructure de la région :

la région appartient à une zone bien peuplée du territoire Algérien. Elle vit essentiellement de l'agriculture. La population et les principales industries sont concentrées dans les villes telles que : Tlemcen, Hennaya, Ouled Mimoun, Beni Saf, Ben Sekran, Remchi, Sidi abdelli... La région possède des infrastructures très favorables à l'exploitation des granulats, les plus importantes sont les suivantes :

- **La route nationale N 53** (Ain Temouchent-Tlemcen), traverse la région à 300m au Nord-Ouest du gisement.
- **Le chemin de fer** transmaghrébin, traverse la région dans la direction sublatérale.
- **Une ligne électrique** de haute tension passe à 300m au sud du gisement.

2.3. Relief : la région de Tlemcen présente des plaines vallonnées et des massifs montagneux, les cotes altimétriques de la surface de Djebel Abiod varient de 550 à 700 m

2.4. Climat : le climat de la région de Tlemcen est méditerranéen. Le voisinage de la mer adoucit sensiblement le climat, les fluctuations de la température vont de 40° à 0°C (avec chutes de neiges) en hiver. La pluviométrie annuelle est en moyenne de 500mm.

2.5. Hydrographie, hydrologie :

Le réseau hydrographique de la région de Tlemcen est représenté par plusieurs cours d'eau de différentes directions qui se jettent dans l'Oued principale d'Isser. Ce dernier traverse la région du Nord au Sud, prend sa source dans les massifs calcaires karstifiés des monts de Tlemcen, il est alimenté principalement par les sources d'Ain Isser. Les ressources en eau superficielles sont essentiellement constituées par les apports de l'Oued Isser et ses affluents. Plusieurs ouvrages de mobilisations des eaux ont été réalisés dans la région tels que le barrage principal <El Izdihar> avec un volume de la retenue de 110 000 000m³, le barrage de Sidi Snouci (500 000m³), et enfin le barrage de Cabet El Allia (500 000m³), en plus de ces barrages on note l'existence de quelques retenues collinaires (Chabet Ben Krifa, Chabet Afrak et Chabet Hassi Bessal) et des forages répartis sur le territoire communal.

2.6. Sismicité :

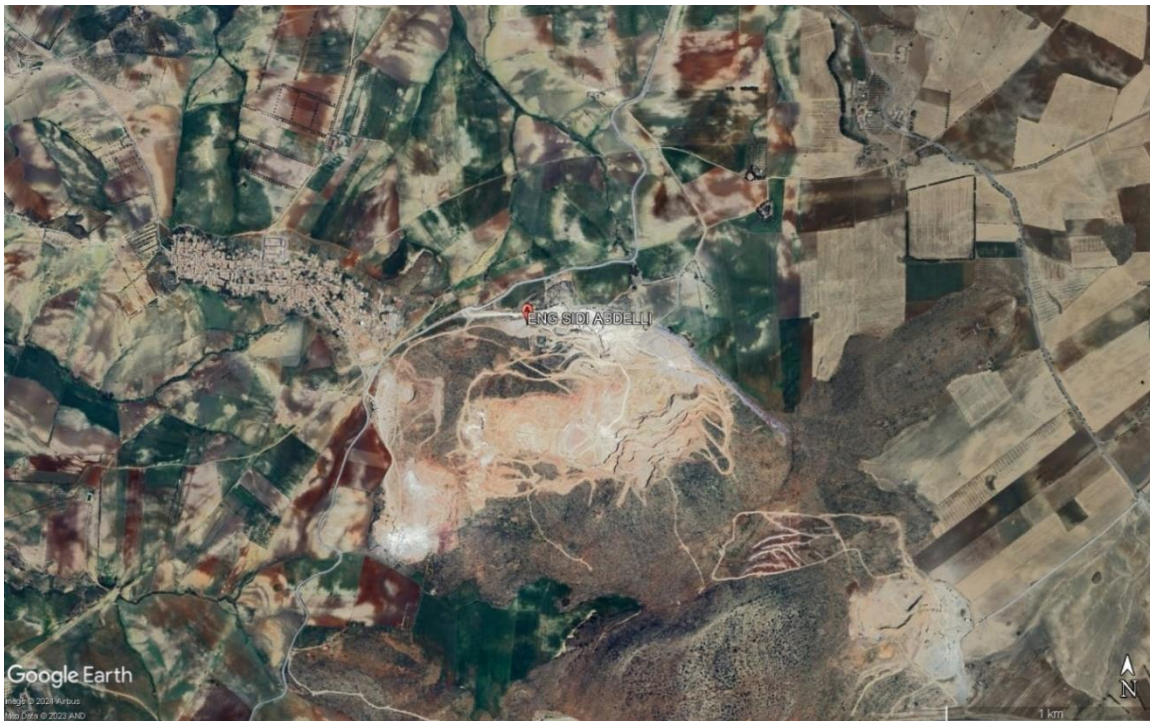
La région de Tlemcen en Algérie est sujette à une activité sismique due à sa position géographique entre les plaques tectoniques africaine et eurasienne. Cette activité est générée par des failles actives, pouvant déclencher des tremblements de terre de différentes intensités. Les données sismiques récentes peuvent être obtenues auprès d'organismes locaux comme le CRAAG. Les études scientifiques sur la sismicité de la région sont cruciales pour comprendre les risques sismiques et élaborer des stratégies d'évaluation et de réduction des risques. **Depuis 2023, Tlemcen a eu 9 séismes d'une magnitude allant jusqu'à 3.2:**

- 2 séismes de magnitude 3 ou plus
- 6 séismes de magnitude entre 2 et 3
- 1 séisme de magnitude inférieure à 2

3. Région de Sidi Abdelli :

3.1. Localisation du site d'exploitation :

La carrière est située à Djebel Abiod à 28 km au Nord Est de la ville de Tlemcen et 5 km au



sud de la commune de Sidi Abdelli, Daïra de Bensekrane, Wilaya de Tlemcen.

Figure 02 : Localisation de la carrière de l'ENG Sidi Abdelli ,

3.2. Morphologie de la carrière :

Morphologiquement, elle montre deux parties distinctes, une colline Est (Site Rabello) exploitant les granulats correspondant au secteur d'étude ; et une colline Ouest exploitant les pierres ornementales (Fig.2).

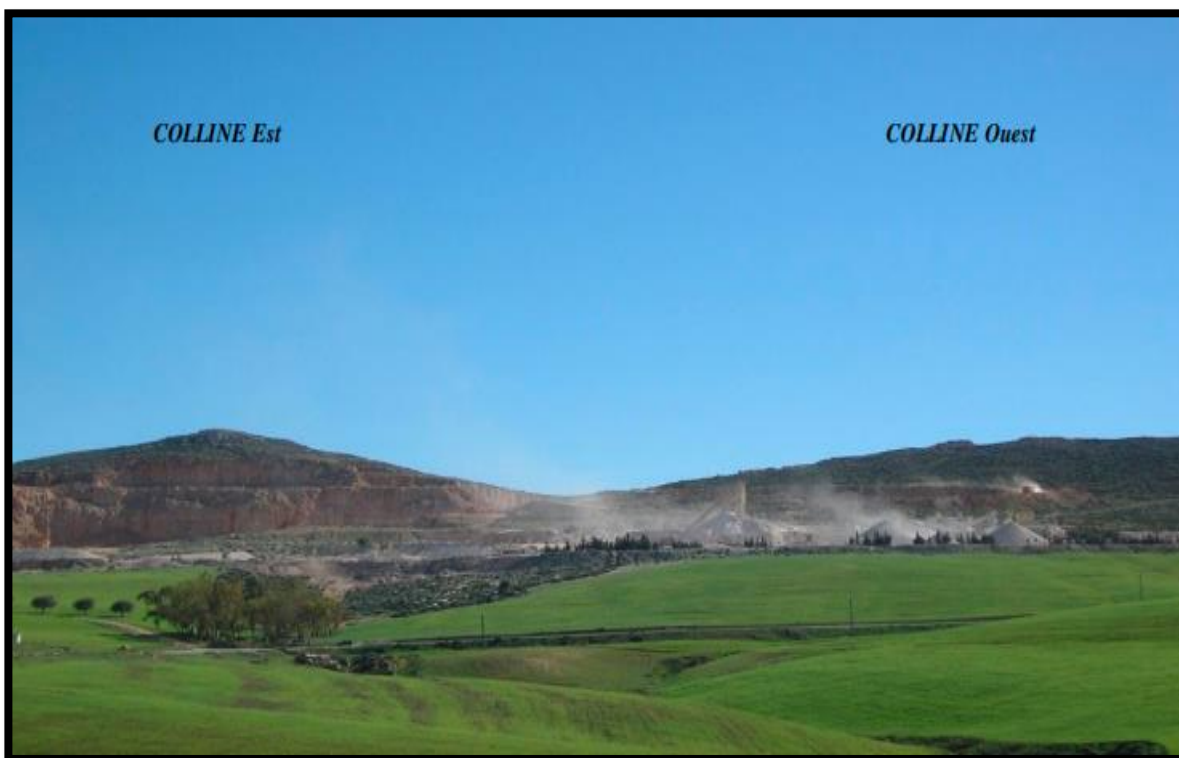


Fig.03 : vue panoramique de site de l'ENG (carrière sidi abdelli)



*CHAPITRE.III : CADRE
GEOLOGIQUE*

1. Géologie locale :

1.1. Les grands traits géologiques des Monts de Tlemcen :

1.1.1 Sur le plan structural:

Les Monts de Tlemcen ainsi que les reliefs qui les relaient vers l'Est forment une longue barrière orographique orientée grossièrement SW-NE. Cette structure est marquée par une tectonique variée ; plis faille et décrochement, (BENEST, 1982).

D'après le schéma structural présenté ci-dessous (Fig.3), les Monts de Tlemcen se développent entre les transversales de Tafna-Magoura (FTM) et d'Aïn Tellout (FAT) et apparaissent découpés en trois segments principaux articulés au niveau des zones de torsion maximale. Celles-ci tendent à s'organiser suivant une orientation sub-méridionale qui s'oppose aux grandes directions orographiques N50-N60.

Les trois segments individualisés sont d'Ouest en Est (BENEST, 1985): COLLINE Est « RABELLO » COLLINE Ouest.

a- La zone sigmoïde de Sidi Yahia-Sebdou :

Elle s'étend au SE du Horst de Rhar Roubane entre l'accident FTM et le plateau de Terni (PT). Cette zone se caractérise par des structures montrant un net débordement vers le NNE. Les structures ainsi déterminées, souvent subméridiennes, paraissent interceptées des éléments plus anciens de l'architecture NE-SO.

b- Le panneau central arqué de Terni :

Ce panneau PT est nettement décroché vers le NO le long de la faille bordière orientale du fossé de la Tafna.

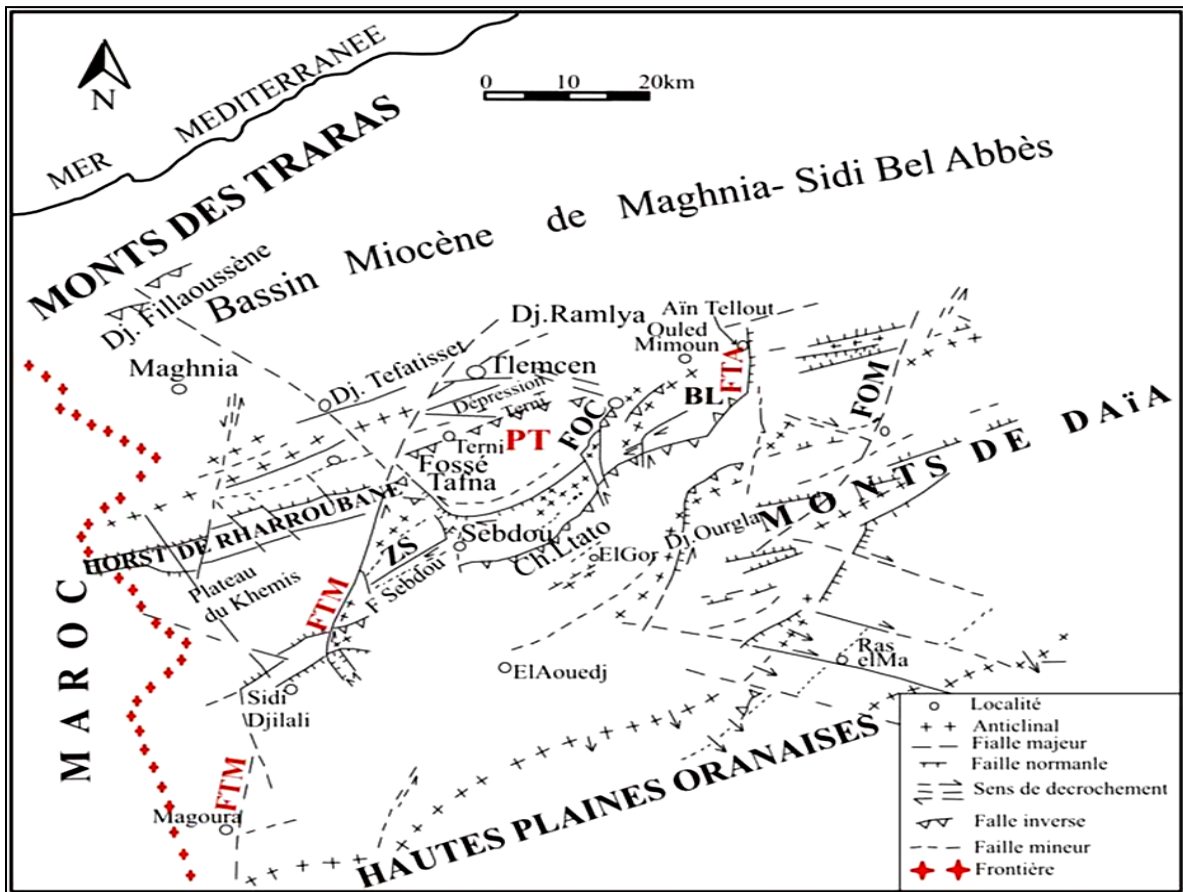
c- Le bloc sigmoïde de Lamoricière :

Ce bloc (BL) est coincé entre la transversale N 20 à rejet sénestre d'Oued Chouly (FOC) et de la faille d'Aïn Tellout (FTA). Dans ce bloc,

la terminaison septentrionale du décrochement d'Oued Chouly au NO de l'anticlinal de Lamoricière correspond à un pli faille déverser vers le NO et dans lequel se trouvent impliquées trois « klippes ». En somme, le canevas structural proposé par BENEST (1985) a

permis d'énumérer chronologiquement quatre principaux événements tectoniques. Il s'agit :

- d'une phase distensive éocène ;
- d'une phase atlasique (liée à des mouvements compressifs et distensifs) ;
- d'une phase de compression N-S à NW-SE avec un paroxysme miocène probable
- d'une phase à dominante distensive (marquée essentiellement par la régression pliocène dans la zone de Terni)



1.1.2. Sur le plan stratigraphique:

La succession litho stratigraphique type de la région d'étude (Monts de Tlemcen) a été donnée par ELMI et BENEST (1978), BENEST (1985) et BENEST et al.(1999). Cette série d'âge Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (Néocomien) montre d'importantes variations de faciès et d'épaisseur (Fig.4).

- **Le Jurassique supérieur :**

- a- **Les Argiles de Saïda :**

D'une épaisseur moyenne de 200m, cette formation hétérochrone est constituée d'une alternance d'argiles et de grès très riches en structures et figures sédimentaires. Les caractères sédimentologiques de cette formation lui confèrent un caractère flyschöide (ELMI et BENEST, 1978).

- b- **Grès de Bou Médine :**

Cette unité est représentée par des sédiments essentiellement terrigènes à affinités molassique (ELMI et BENEST, 1978). Sa limite supérieure se place dans le Kimméridgien moyen ; la limite inférieure est hétérochrone, dans les monts de Tlemcen elle se place dans l'Oxfordien supérieur.

- c- **Les calcaires de Zarifet :**

Il s'agit de calcaires à intercalation de laminites stromatolitiques d'environ 100m d'épaisseur au col de Zarifet. Ce faciès renferme des algues *Clypeina jurassica*.

- d- **Les Dolomies de Tlemcen :**

Elles sont caractérisées par des dolomies cristallines très massive, dans lesquelles les fossiles et notamment les structures stromatolitiques sont souvent oblitérées. Leur puissance atteint 200m au niveau des Cascades.

- e- **Les calcaires de Stah :**

Ils montrent des bancs épais de micrites renfermant des algues fossiles appartenant aux dasycladacées. Leur épaisseur est de 25m au Djebel Stah.

f- Les Marno-calcaires de Raouraï :

Ce faciès correspond au « membre marno-calcaire intermédiaire » (AUCLAIR et BIEHLER, 1967). Il s'agit de marnes à intercalations de calcaires en bancs épais, où se trouvent des plaquettes riches en petites huîtres, ils montrent environ 400m d'épaisseur.

g- Les Calcaires de Lato :

Cette formation est formée de calcaires massifs représentés en bancs métriques qui se terminent par des laminites sombres calcaréo-argileuses à plaquettes de dessiccation. Leur épaisseur est d'environ 50m au Djebel Lato.

h- Les Dolomies de Terni :

Il s'agit de dolomies cristallines à cryptocristallines massives montrant des passées riches en laminations planes ou ondulées ainsi qu'en stratifications obliques. Elles atteignent 50m de puissance sur les plateaux qui dominent le village de Terni.

i- Les Marno-calcaires de Hariga :

Elle est constituée d'une alternance de marnes, de calcaires micritiques parfois bioturbés et de laminites, d'environ 165m d'épaisseur au Djebel El Hariga.

j- Marno-calcaires d'Ouled Mimoun :

Cette unité est constituée d'une alternance à dominance calcaire. Sa partie inférieure est argilo-gréseuse (Grès de Merchich) puis dolomitique. Le sommet est matérialisé par des calcaires oolitiques et biodétritiques à stratifications obliques. Sa puissance atteint environ 550m.

• Le Crétacé inférieur (Néocomien) :

a- Les Argiles de Lamoricière (Berriasien moyen à Valanginien) :

C'est un ensemble à dominante argilo-gréseuse d'une épaisseur moyenne de 225m, nettement calcaire vers le sommet. Il est à noter que la partie inférieure, essentiellement argileuse, admet de nombreuses intercalations de grès et de calcaires parfois lumachelliques ou oncolithoques.

Latéralement, les Argiles de Lamoricière passent à des dépôts moins marins et nettement plus détritiques « Grès de Hassi Zerga » et qui dépassent 500m d'épaisseurs.

b- Les Grès de Berthelot (Hauterivien) :

Cette formation de 150m d'épaisseur moyenne, est composée d'une alternance de grès et d'argiles auxquelles font suite des bancs essentiellement carbonatés. Notons que dans la région de Sebdu, la série exposée se termine par des dépôts de calcaires d'âge Barrémien supérieur à Aptien. Il s'agit de la formation dénommée « Calcaires de Zyguine ».



	Dolomies		Silex
	Calcaires		Dragées de quartz
	Marnes		Oolithes
	Argiles ou marnes vertes ou rouges		Gypse
	Grès à litage oblique		Bioclastes: lumachelle à huitres
	Brèche		Zoophycos
	Contre-empreintes (casts) à la semelle des bancs gréseux fim: argiles de Saïda		Ammonites
	Slumps		Calpinelles
			Ostracodes
			Brachiopodes
			Madréporaires

Fig. 05 : Symboles et figures lithologiques utilisés dans la colonne litho stratigraphique

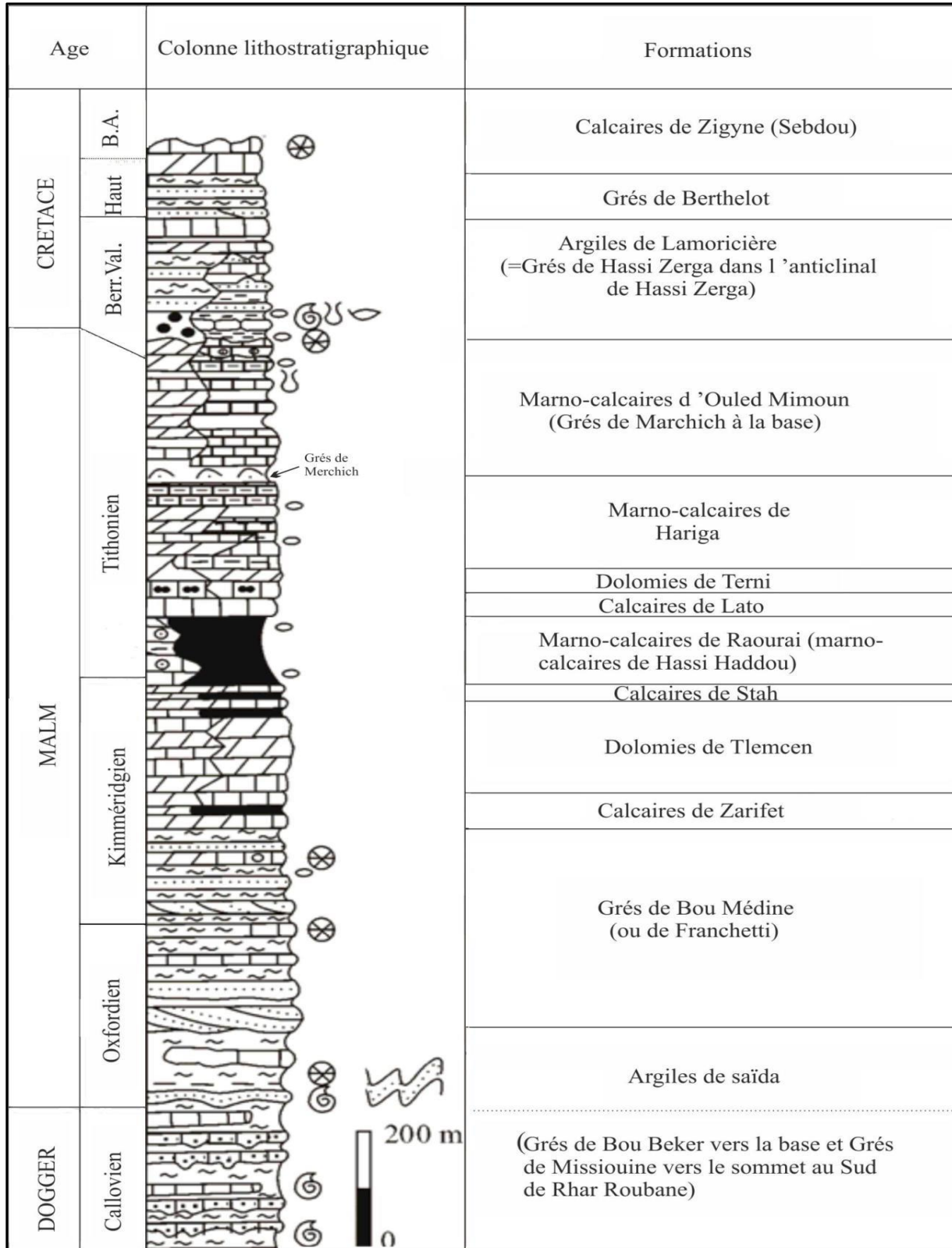


Fig.06 : Colonne litho stratigraphique des Monts de Tlemcen au Jurassique supérieur-Crétacé basal (BENEST, 1985)

2. Géologie régionale :

2.1 Gisement de Djebel ABIOD carrière ENG SIDI ABDELLI :

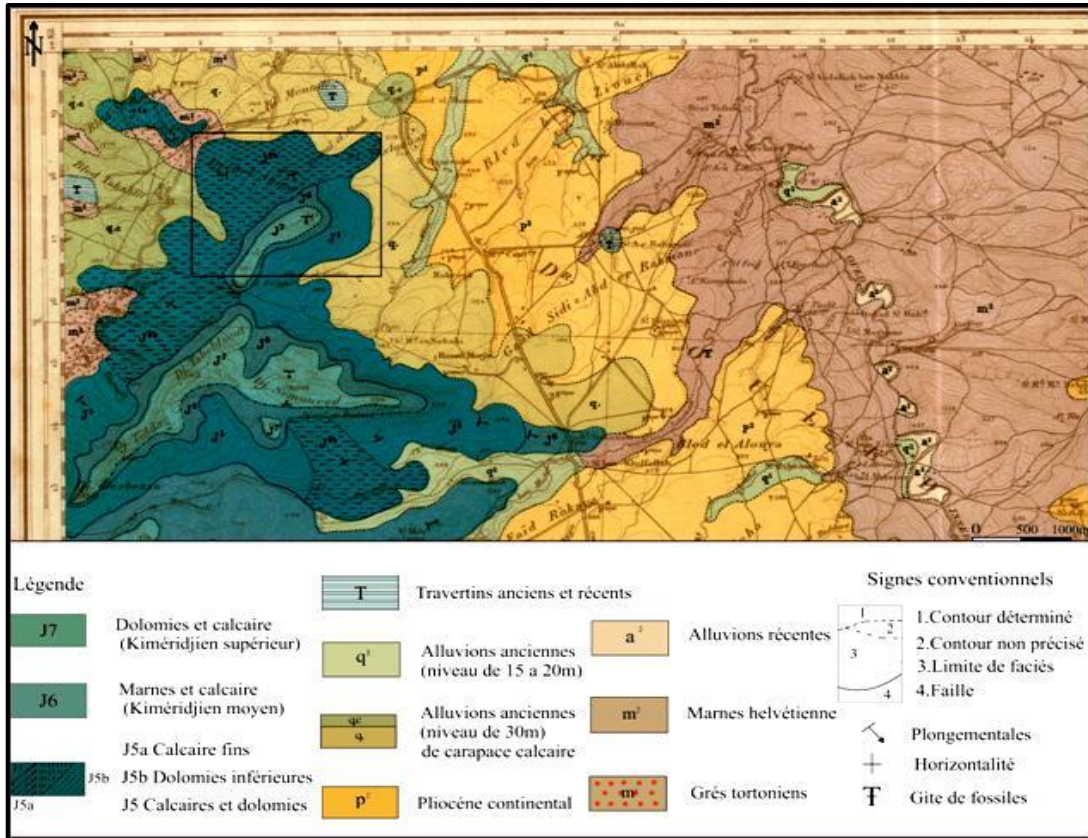


Figure 07 : Extrait de la carte géologique de Lamoricière au 1/50.000 (Publiée par REY 1948).

Les roches carbonatées du gisement appartiennent au Kimméridgien inférieur du Jurassique supérieur. Elles sont d'origine organogène et chimique, la formation de roches du Kimméridgien inférieur a eu lieu dans un bassin marin à régime stable.

Pendant la période d'orogénèse (dislocations plicatives), la région a vu la formation des structures plicatives affectées de failles, Concernant sa structure, le gisement est représenté par un monoclin qui s'appelle la montagne d'ABIOD, Les failles limitent le gisement à l'EST et à l'OUEST.

La faille de l'Est est la plus importante, orientée du Nord-Est au Sud-Ouest, son axe passe par l'ensellement séparant les montagnes avec les cotes de la colline Est et la colline Ouest.

La zone tectonique est de 200 m de largeur, Partiellement recristallisées et affectées de karstification, les roches de cette zone se retrouvent compartimentées par blocs.

De petits blocs de calcaires résultant du charriage du haut en bas de la pente s'observent le long de la zone de faille sur les versants Nord-Est et Sud-Est de Djebel ABIOD.

La zone de la faille d'Ouest n'est pas aussi puissante, Large de 15 à 25 m, elle porte un caractère local. Une faille coupe le gisement au milieu dans la direction du Nord-Est au Sud-Ouest.

La largeur de cette zone tectonique est aussi peu importante variant de 15 à 30 m. Passant au milieu, la faille divise le gisement en deux gros blocs : bloc occidental et bloc oriental, Les roches du gisement plongent vers le Sud-Ouest suivant un azimuth de 250°, sous 15 à 17° dans le bloc occidental et sous 5 à 7° dans le bloc oriental.

2.2. LITHOLOGIE :

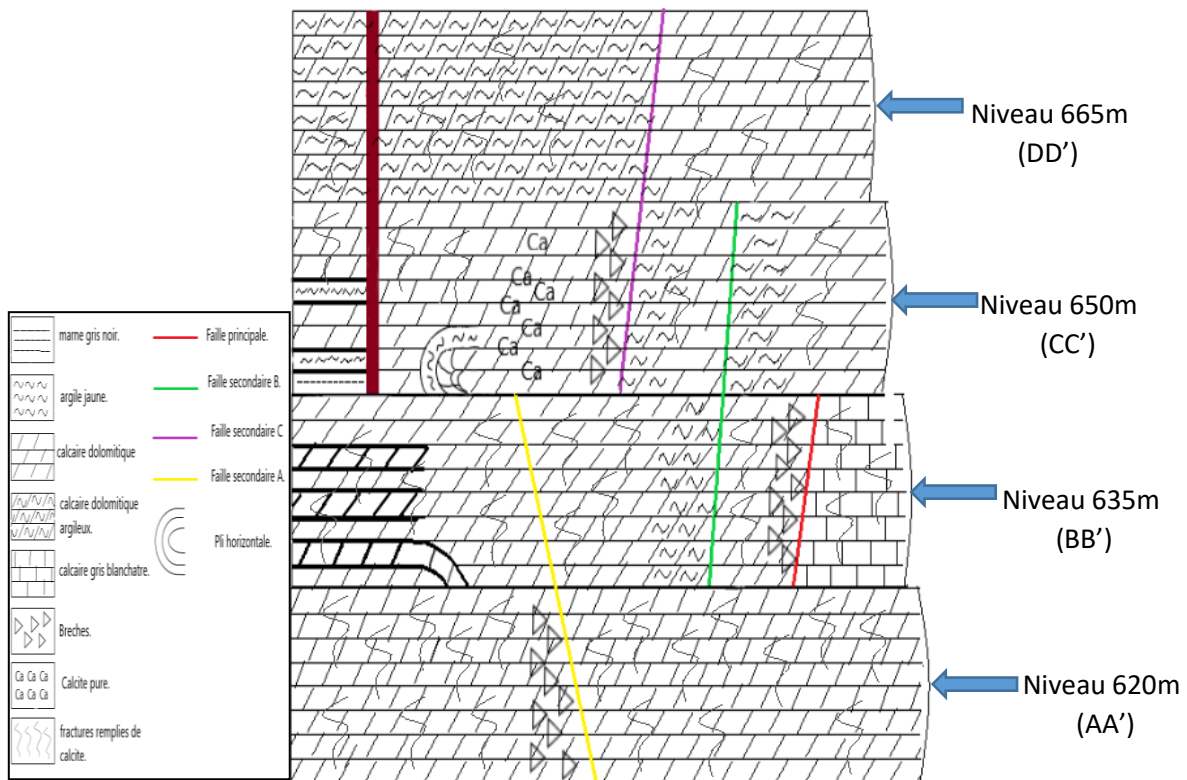


Figure 09 : coupe géologique des différents niveaux de la carrière.

2.2.1. Description :

- **Niveau 620m** : Tout le gradin à l'est est composé de calcaire dolomitique gris rosâtre, présentant une patine, et de teinte plus claire à la cassure, avec des fissures remplies de calcite blanc. De plus, la faille secondaire est présente.



Photo 1 : faille secondaire du niveau 620m

- **Niveau 635m** :

- Une faille principale est observable.

- À droite : Calcaire de Stah, d'une couleur blanchâtre, d'aspect massif, robuste, avec une patine légère et une cassure gris clair. Les petites fractures sont remplies de calcite.



photo 2.1 : calcaire gris clair

CHAPITRE III: CADRE GEOLOGIQUE

- Calcaire dolomitique, plus dur, d'aspect béchique, de teinte gris rosâtre avec une patine similaire, et des fractures remplies de calcite.



Photo 2.2 : calcaire dolomitique béchique.

50 m à l'Est de la faille principale :

- Une autre faille secondaire est présente.



photo 2.3: calcaire dolomitique.

- Calcaire dolomitique gris rosâtre avec une patine et des cassures, et des fractures remplies de calcite.
- Calcaire dolomitique argileux, de teinte rose principalement jaunâtre, d'aspect béchique, avec une patine et des fractures remplies de calcite blanc.



photo 2.4 : calcaire dolomitique argileux.

80 mètres plus loin :



Photo 2.5 : calcaire dolomitique.

Calcaire dolomitique gris rosâtre présent des deux côtés, avec de petites fractures remplies de calcite blanc.

- **Niveau 650 :**

Une autre faille secondaire est observée :

- À l'Ouest : Calcaire dolomitique argileux jaunâtre avec une patine jaunâtre et une teinte rosâtre jaunâtre à la cassure. Les fractures sont remplies de calcite.

- À l'Est : Calcaire dolomitique.

100 m plus loin, une autre faille secondaire est présente :

- À l'Ouest : Calcaire dolomitique argileux.

- À l'Est : Calcaire dolomitique de type béchique.



Photo 3 : calcaire dolomitique.

200 m à l'Est, le calcaire dolomitique est parsemé de grands blocs de calcite pure.



Photo 4 : des blocs de calcite pure

20 mètres plus loin, un pli horizontal est visible, composé de couches de calcaire dolomitique gris et rose, avec une unique couche d'argile.



Photo 5 : pli couché.

Dans la colline Est, un karst occupe l'ensemble du gradin, rempli de terre végétale.



Photo 6.1 : karst remplie de terre végétale.

20 m à l'Est, une alternance de bancs de calcaire dolomitique, de marne et d'argile.

Marne gris noir à la base, présente une épaisseur d'un mètre. Ensuite, une couche d'argile jaune de 30 cm d'épaisseur est visible, suivie par une couche de calcaire dolomitique gris rosâtre de 2 mètres d'épaisseur. Ensuite, une autre couche d'argile jaune de 50 cm apparaît, suivie par du calcaire dolomitique.

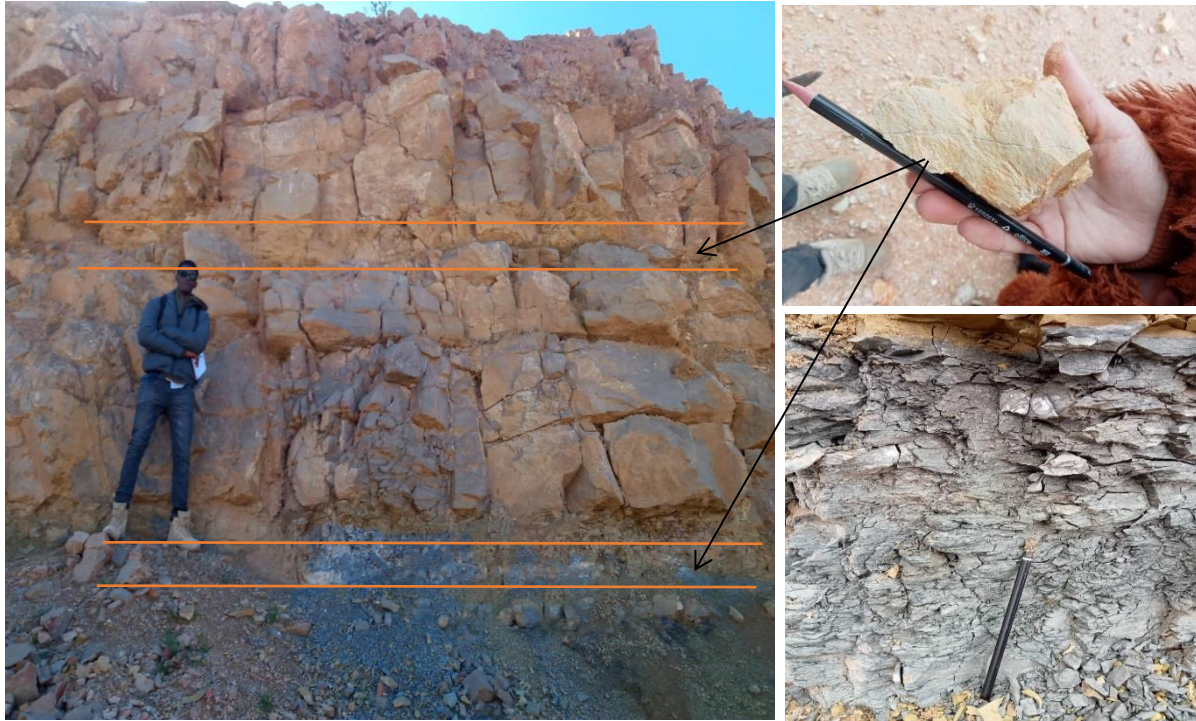


Photo 6.2 : une alternance de bancs de calcaire dolomitique, de marne et d'argile

- **Niveau 665m :**

- une faille secondaire est observée.

- À l'Ouest : Calcaire dolomitique avec des fissures remplies de calcite.

- À l'Est : Calcaire dolomitique argileux.



Photo 7.1: calcaire dolomitique.

À l'arrêt supérieur du gradin, la continuité du karst est observée.



Photo 7.2 : continuité du karst.

2.3. Karsts :

Le gisement présente plusieurs karsts. La répartition de la karstification des roches calcaires, constituant la montagne d'Abiod, est irrégulière. Les roches les plus karstifiées se rencontrent à proximité des zones de failles. Le taux de karsts a été déterminé dans chacun des 6 sondages réalisés sur le gisement.

Sondage	Taux de karsts (%)
1	0,7
2	17,3
3	2,1
4	5,6
5	21,4
6	4,4

Tableau 02 : taux de karst [Bureau d'étude (AFEC – TLEMEN)]



*CHAPITRE.IV : GENERALITES
SUR LES GRANULATS*

1. Introduction :

Depuis toujours l'homme utilise des matériaux naturels pour la construction de son habitat et l'aménagement de son environnement. Pendant l'époque historique, la société s'est progressivement élargie avec le développement de l'habitat urbain, des monuments, des systèmes de défenses et des voies de communications.

Puis tout a très rapidement changé, la fin du 19eme siècle a vu une révolution fondamentale dans "l'art de construire" avec l'invention du ciment et du béton. Ces travaux utilisent des matières premières sous forme de particules de roches, soit naturels, sable et graviers, soit obtenues artificiellement par concassage de roches naturelles que l'on appelle "granulats".

2. Définition d'un granulats

Les granulats sont de petits morceaux de roche destinés à réaliser des ouvrages publics, de génie-civil et de bâtiment. Leur taille est comprise entre 0 et 125mm (normalisation française XP P 18-540 octobre 1997).

Leur nature et leur forme varient en fonction des gisements et des techniques de production.

Ils peuvent être mis en œuvres :

- Soit directement, sans liant pour les solidariser ; ballast des voies ferrées, couche de fondation des routes, remblais...etc.
- Soit en les solidarisant avec un liant ; ciment pour le béton, bitume pour les enrobés...etc.

3. Origine des granulats

On peut obtenir des granulats :

- Soit en exploitant directement les alluvions détritiques non consolidées, de type sable et gravier des rivières (dans certains cas, ils peuvent être ultérieurement concassés)
- Soit par concassage des roches massives : granites, diorites, basaltes, calcaires, quartzites...etc.

4. Types des granulats

4.1. Les Granulats d'origine alluvionnaire

Les gisements alluvionnaires correspondent à des matériaux non consolidés, généralement déposés pendant l'ère quaternaire par les glaciers, les cours d'eau ou sur les fonds marins peu profonds. Le site géographique le plus habituel est celui de lit ou de l'ancien lit d'une rivière.

4.2. Les granulats de roches massives

Les gisements de roches massives correspondent à une multitude de situations géologiques...) et à des localisations géographiques très différentes. La carrière peut être implantée en plaine, sur un plateau, en montagne ou au bord d'une falaise. En fonction de la position du niveau géologique utile, on peut ainsi extraire et fabriquer des granulats avec des roches éruptives, des roches métamorphiques et des roches sédimentaires consolidées (calcaires).

Types de roches massives	Exemple de famille de granulats
Roches magmatiques	Granites, rhyolites, porphyres, diorites, basaltes...
Roches éruptives	
Roches sédimentaires	Grès, grès quartzites, silex, calcaires...
Roches métamorphiques	gneiss, micaschistes, quartzite...

Tableau 03 : Différents types des granulats issues de roches massives.

4.3. Les granulats de recyclage et artificiels

On obtient les granulats de recyclage en concassant des matériaux de démolition issus des bâtiments ou des chaussées (béton, pierre de taille...) et des sous-produits de l'industrie (laitiers de hauts fourneaux, mâchefers...).

5. Caractéristiques des granulats

Les granulats doivent satisfaire certains critères spécifiques selon l'usage qui leur est destiné.

Trois critères sont retenus :

- Un critère de granularité.
- Un critère de résistance mécanique.
- Un critère de propreté.

5.1. Critère de granularité

a. La taille

La taille des granulats est choisie en fonction de leur utilisation. Pour cela le producteur doit fournir des granulats parfaitement calibrés.

Le calibrage ne contrôle pas une taille exacte mais réalise un encadrement plus ou moins large à l'aide des différentes transformations (concassage, criblage, broyage...etc.). On cite les classes granulaires les plus répandus : 0/4, 4/8, 8/16,16/25, 25/50 mm

b. La forme

Elle varie en fonction de la nature et type du gisement ainsi que des techniques de production. Il faut aussi tenir compte de l'angularité des granulats suivant leur utilisation.

5.2. Critère de résistance mécanique

Il faut tenir compte de :

- La rupture fragile des roches (le cas des marnes et calcaire-marneux).
- L'angularité des matériaux.
- La dureté du matériau.
- La teneur en eau de la roche.
- La structure du milieu poreux et de l'état de fissuration.
- Des agents d'altération.

5.3. Critère de propreté

La propreté est une nécessité industrielle. Elle occupe une place importante dans les spécifications des granulats et plus précisément les sables.

Il existe un traitement qui permet d'obtenir des granulats propres : le lavage. Il permet d'éliminer les boues, les poussières empêchant l'adhésivité inter granulaire. Le manque de propreté est lié à la présence des éléments fins qui, même en faible quantité, sont indésirables.

6. Type de caractéristiques

- Caractéristiques intrinsèques : Elles sont liées en général à la qualité de la roche exploitée. Entrant dans ce type de caractéristiques : la masse volumique réelle (MVR), l'absorption d'eau, Los-Angeles, Micro-Deval, résistance au polissage, friabilité des sables, etc.
- Caractéristiques de fabrication : Elles résultent en général des conditions de fabrications dans la chaîne du traitement du granulat.

Entrant dans ce type de caractéristiques : la granularité, l'aplatissement, l'angularité, propreté des sables, la propreté superficielle des gravillons, la teneur en chlore, etc.

7. Utilisations



Image : différentes utilisations des granulats.

- 1 Route/Autoroute
- 2 Voie Ferrée
- 3 Dignes, Seuils, Barrages
- 5 Structure coulée en place
- 6 Structures préfabriquées
- 7 Parements
- 8 Décoration

- 9 Tranchées
- 10 Revêtement piétonnier



*CHAPITRE.V : METHODES
D'EXPLOITATION*

1. Méthodes d'exploitation d'agrégats :

- **Préparation du site** : C'est principalement le décapage de la zone d'exploitation, elle implique l'enlèvement des terres végétales et des terrains stériles (c'est la découverte) pour mettre à nu le gisement. Ces déblais doivent être déplacés en un lieu donné afin de les récupérer pour la restauration des lieux. Les stériles sont utilisés pour créer des pistes pour la circulation des différents engins d'exploitations.
- **Extraction du gisement** : Dans les exploitations à ciel ouvert l'extraction du gisement se fait par des gradins ascendants avec une hauteur dans les normes ne dépassant pas les 15m. entre chaque gradin, il ya des pistes réunis entre elle par des rampes assurent la circulation des engins notamment les camions qui évacuent les matériaux à la station de concassage.
-

- a- **La foration** : c'est la 1^{ère} dans la chaîne d'opération, elle consiste à creuser des verticaux c.à.d. zéro degrés d'inclinaison, avec une profondeur d'environ 16m de profondeur. Le diamètre de la foration doit être adapté à la nature de la roche et à la hauteur du massif rocheux, mais c'est aux environs de 110mm. La disposition des trous est bien déterminée (la maille) et l'espacement entre les trous est de 3m. cette opération est faite à l'aide d'une sondeuse à chariot.



Photo 8.1 : trous de forage

b- L'abattage a l'explosif :

cette étape consiste à extraire la roche par du front de taille à l'aide d'explosifs. Après la foration du trou, on charge les trous d'explosifs puis on les explose de par détonation. Cette étape se fait suivant un plant de tire elle a pour but de désagréger la roche en des morceaux transportables par les engins d'extraction, le produit abattu est de granulométrie compris en 0mm et 1000mm.



Photo 8.2 : roche abattue

c- Plan de tir : Le plan de tire est établi selon des paramètre tel que le nombre de trous, leur profondeur leur agencement (la maille), la charge d'explosifs par colonne et la méthode de mis à feu.

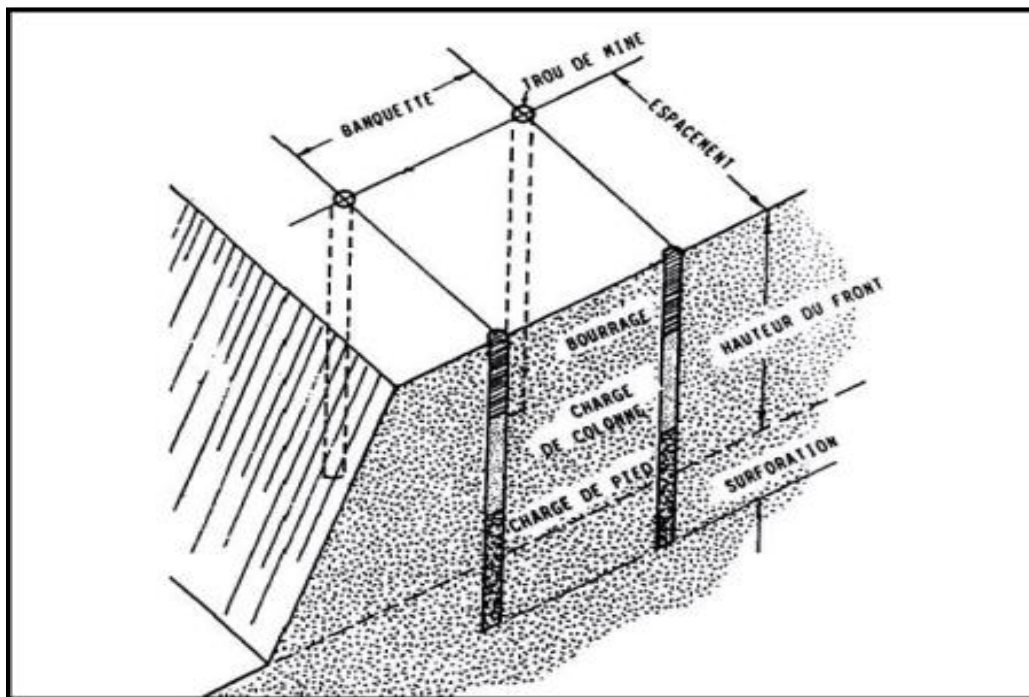


Figure 9 : les différents paramètres d'un plan de tir

Hauteur du gradin	15 m
Diamètre du trou	105-110 mm
Inclinaison	0° (vertical)
Banquette maximale (Vmax)	4 m
Banquette pratique	3,5 m
Sur foration	1,5 m
Profondeur des trous	16,5 m
Déviations de foration	80 %
Espacement entre trous	4 m
Espacement entre rangées	3m
Nombre de trous	50 trous
Volume abattu	10 500 m ³
Consommation spécifique d'explosif	135 g/t

Tableau 04 : plan de tir [Bureau d'étude (AFEC – TLEMCEN)]

Calcul des charges explosives :

EXPLOSIF DE PIED	
Diamètre cartouche	Marmanit D 80 mm
Charge linéaire de pied	5 kg/m
Quantité explosive de pied	30 kg
Longueur de pied	6 m
EXPLOSIF DE COLONNE	
Conditionnement	ANFO en vrac
Quantité explosive de colonne	35 kg
Longueur de colonne	7 m
Quantité explosif/trou	65 kg
Longueur bourrage	3,5 m

Tableau 05 : charges d'explosives [Bureau d'étude (AFEC – TLEMCEN)]

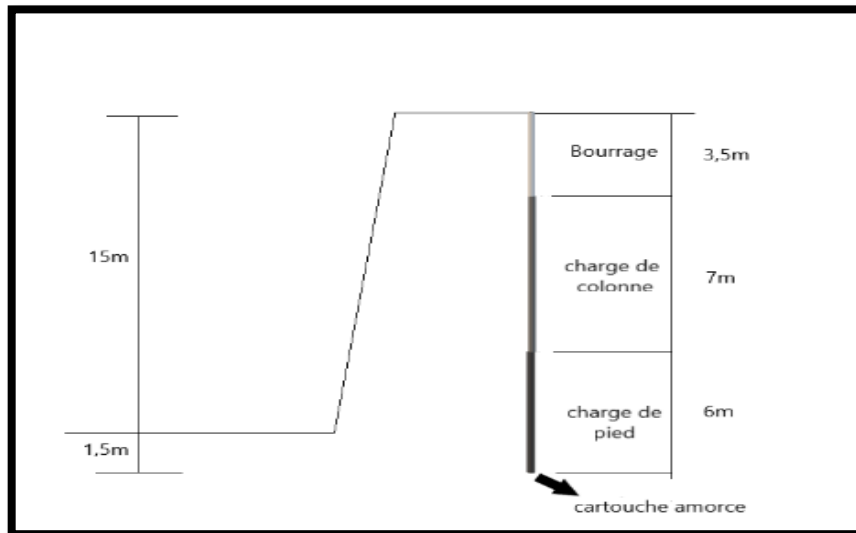


Figure 11 : Coupe schématique de trou de mine

d- Le chargement : Cette étape consiste à charger le matériaux abattu sur des engins transporteurs (TEREX TR 60). Le chargement se fait à l'aide ici par des chargeurs a pneus avec une capacité de godet de 6 mètres cube et une capacité de chargement de 450t/h et des pelles hydrauliques. La taille des engins de chargement fait 2/3 de la taille des gradins.



Photo 10.1 : Les engins transporteur en chargement

e- Le transport : Cette étape consiste à faire déplacer les matériaux abattus qui sont préalablement charger sur des camions de transport à la station de concassage. Les engins transporteur sont des camions de type TEREX TR 60 ayant une capacité de charge de 60 tonnes, mais moyennement charger à 50 tonnes. Le nombre de voyage est moyennement

de 10 voyages par heure pour alimenter le concasseur dont la capacité est de 600 à 800 tonnes/h et pour cette production la carrière utilise 4 dumpers 50t.



Photo 10.2 : Camion de type TEREX TR 60 en transport vers la station de concassage.

f- Equipement de production:

Equipements	Nombre
Poste électrique	01
Compresseur mobile	02
Chargeur sur pneus	03
Chargeur sur pneus	01
Bulldozer	01
Dumper 50t	04
Pelle sur chenilles avec brise-roche	01
Camion-citerne	01
Groupe de forage	02
Chariot de forage hydraulique	01
Chariot élévateur	01
Station de concassage	02

Tableau 06 : équipement de production

2. Concassage :



Photo 11 : Station de concassage de la carrière de Sidi Abdelli

L'installation de concassage de l'ENG sidi Abdeli est composee de :

- ✓ Un poste primaire compose d'une installation de concassage de (400 t/h) traitant le tout venant de carriere permettant notamment de reduire la taille permie des dimensions 0/1000 mm a une granulometrie de 0/300 mm avec elimination de sterile 0/40.
- ✓ Un stock intermediaire de preconcassee 0/300 dont la capacite permet une anatomie de travail a la station secondaire en cas de panne du concasseur primaire.
- ✓ Un concassage secondaire equipe d'un ensemble de cribles, de broyeurs et de transporteurs permettant de transformer le produit 0/300 mm en differents classes granulaires marchandes(0/4,4/8,8/16,16/25,25/50mm).

PRODUITS FINALS :



GRAVIER 25/50 mm



GRAVIER 16/25 mm



GRAVIER 8/16mm



4/8 mm



SABLE 0/4 mm

GRAVIER

Photo 12 : les différents produits finals.



*CHAPITRE.VI: CONTEXTE
TECTONIQUE*

Introduction :

La tectonique, un concept fondamental en géologie, C'est l'étude des mouvements et des déformations de la croûte terrestre. Elle englobe un large éventail de processus géologiques, tels que la formation de montagnes, la création de failles et de plis, ainsi que les séismes.

Au cœur de la tectonique se trouvent les discontinuités, des zones de rupture ou de déformation dans la roche, qui jouent un rôle crucial dans la structure et l'évolution des paysages géologiques.

L'étude tectonique sur le terrain revêt une importance particulière pour l'exploitation des carrières d'agrégats pour plusieurs raisons :

- L'Identification des zones à risque : En cartographiant et en caractérisant les structures tectoniques dans la carrière, nous pouvons identifier les zones présentant un risque accru de défaillance ou d'instabilité. Cela permet de planifier les opérations d'exploitation de manière plus sûre et plus efficace.
- Optimisation des ressources : Comprendre la géologie structurale de la carrière nous permet d'optimiser l'extraction des matériaux en identifiant les zones où les agrégats sont les plus accessibles et de meilleure qualité.
- Gestion des impacts environnementaux : Une connaissance approfondie des structures tectoniques peut également contribuer à une meilleure gestion des impacts environnementaux de l'exploitation des carrières, en minimisant les perturbations des écosystèmes locaux et en préservant les ressources naturelles.

Ce chapitre est consacré à l'étude tectonique sur le terrain, en commençant par :

1. Une exploration approfondie des concepts de base de la tectonique et des discontinuités.
2. Nous examinerons ensuite l'importance de cette étude dans le contexte spécifique de l'exploitation des carrières d'agrégats.
3. Enfin, nous détaillerons nos méthodes et approches pour déterminer les structures tectoniques dans la carrière, ainsi que les objectifs et les résultats attendus de cette étude.

En comprenant les processus tectoniques qui influent sur la formation et l'exploitation des carrières d'agrégats, nous serons mieux équipés pour aborder les défis et maximiser les opportunités dans ce domaine essentiel de l'industrie des matériaux de construction.

a- Les structures tectoniques de la carrière :

Les données mesurables concernant les discontinuités se divisent en deux catégories : les aspects géométriques tels que l'orientation du plan et sa trace, et les aspects "mécaniques" comprenant l'altération des parois, la nature du matériau de remplissage, la rugosité et la présence d'eau. Bien que les informations qualitatives soient utiles pour une analyse approfondie et une reconstitution historique du massif, notre étude se concentre majoritairement sur les données géométriques.

La caractérisation de chaque discontinuité repose donc sur des paramètres spécifiques, notamment la mesure :

- La direction
- Le pendage

Methodes analyses :

Dans un premier temps :

1. Nous avons utilisé des GPS pour cartographier avec précision l'emplacement des structures géologiques telles que les failles, les joints, et les plis.
2. Cette technologie nous a permis de géo référencer chaque structure. De documenter ses coordonnées exactes et d'établir une base de données spatiale pour notre étude.
3. Ensuite, nous avons utilisé une boussole pour déterminer les paramètres géométriques des structures, tels que leur direction et leur pendage

En combinant les mesures GPS avec les données de la boussole, nous avons pu dresser une cartographie détaillée des structures géologiques présentes dans la carrière.

Cette approche intégrée nous a fourni une vision complète des structures tectonique de la carrière, nous permettant d'identifier les zones à risque, d'optimiser les méthodes d'extraction et de planifier les opérations futures en toute sécurité. En intégrant les avancées technologiques

dans notre étude, nous avons pu obtenir des données précises et fiables pour soutenir nos analyses et nos recommandations.

En comprenant l'impact de ces discontinuités sur les opérations d'exploitation, les exploitants peuvent mettre en œuvre des mesures de stabilisation appropriées et optimiser la sécurité, la productivité et la qualité des matériaux extraits. Cette connaissance géologique permet une gestion plus efficace et durable des carrières d'agrégats à long terme.

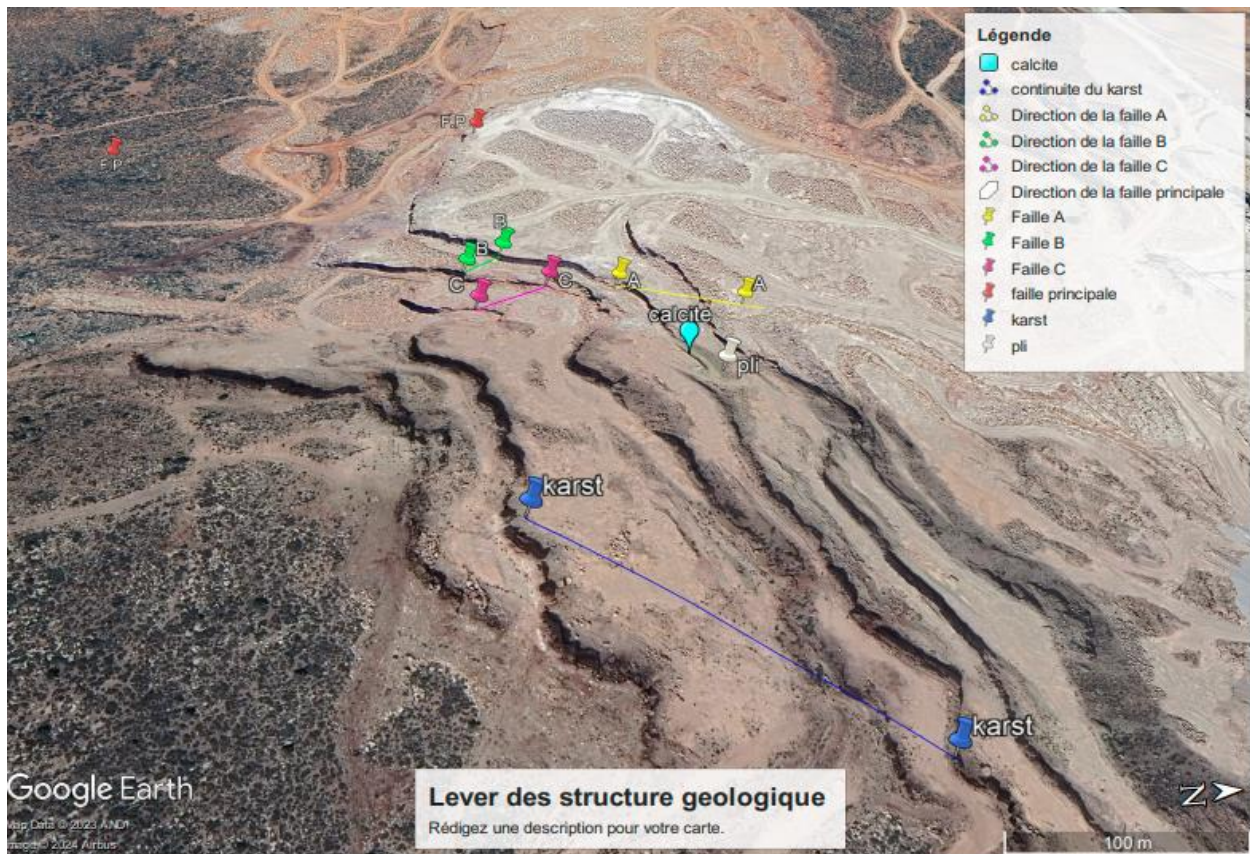


Photo 13 : le lever des structures géologiques de la carrière de sidi Abdelli

En utilisant des techniques de cartographie et de relevé sur le terrain, nous avons collecté des données détaillées sur les caractéristiques géologiques, notamment leurs coordonnées, leurs directions et leurs caractéristiques morphologiques. Au cours de notre étude, nous avons identifié plusieurs structures géologiques importantes, chacune jouant un rôle unique dans la géologie de la région. Parmi ces structures, nous avons trouvé :

- **Karsts :**

Les karsts sont des formations géologiques résultant de la dissolution de roches solubles telles que le calcaire par des eaux acides. Ces roches solubles peuvent former des réseaux complexes de cavités souterraines, de dolines, de gouffres et de grottes. Dans une carrière d'agrégats, il est courant de rencontrer du karst à différents niveaux stratigraphiques.



Photo 14.1 : cavité karstique au niveau 650 de la carrière de Sidi Abdelli

Ce karst est une cavité qui se trouve dans des couches de calcaire argileux positionnées horizontalement et qui a été remplie par de l'argile, on trouve une continuité de cette cavité à un niveau un peu plus élevé vers le sud, cela laisse à penser que ce karst a une direction exercée vers le sud. Et l'épaisseur de cette cavité karstique est estimée entre 1m50 à 2m.



Photo 14.2: continuité de la cavité karstique au niveau 665.

La présence de karst dans une carrière d'agrégats peut avoir des implications pour les opérations d'exploitation, car les formations karstiques peuvent affecter la stabilité des parois de la carrière et la qualité des matériaux extraits. Il est donc important pour les exploitants de carrière de prendre en compte la présence éventuelle de karst et d'effectuer une évaluation géotechnique appropriée pour minimiser les risques associés à son exploitation.

- **Plis :**

Les plis sont des déformations de la roche en réponse à des contraintes tectoniques. Ils se présentent sous forme de courbes dans les couches rocheuses et peuvent indiquer les mouvements passés ou actuels de la croûte terrestre



Photo 15 : pli se situant au niveau 650 de la carrière.

Ce pli observé dans la carrière est un exemple de pli horizontal, indiquant que les couches de roche ont été soumises à des forces tectoniques agissant essentiellement dans un plan horizontal. Dans ce cas, les couches de roche se courbent de manière à ce que l'axe du pli soit parallèle à l'horizon.

L'axe du pli, déterminé par nos relevés sur le terrain, est orienté vers le nord à environ 300 degrés. Les formations rocheuses constituant le pli sont principalement des calcaires dolomitiques, qui présentent une couleur grisâtre à la patine.

Cependant, à la cassure, ces calcaires dolomitiques montrent une teinte gris jaunâtre distincte, ce qui peut indiquer des variations dans la composition ou la diagenèse des roches le long du pli.

L'existence d'un pli horizontal dans la carrière peut fournir des informations précieuses sur l'histoire géologique de la région. Par exemple, il peut indiquer les types de forces tectoniques qui ont influencé la région au cours de son évolution géologique.

De plus, l'identification et la caractérisation de ce pli peuvent être utiles dans l'évaluation des risques géotechniques associés à l'exploitation de la carrière, en aidant à déterminer la stabilité des parois rocheuses et des strates environnantes. En documentant soigneusement ce pli et en

intégrant ses caractéristiques dans notre analyse géologique plus large, nous pouvons obtenir une meilleure compréhension de la géologie de la carrière et de son environnement géologique.

- **Veine de calcite :**

Une veine de calcite est une concentration linéaire de calcite ou de cristallisations de carbonate de calcium à l'intérieur d'une roche. Ces veines peuvent se former dans différentes roches, notamment les calcaires, les dolomites et les schistes, et se présentent souvent sous forme de bandes ou de lignes distinctes visibles à l'œil nu.



Photo 16 : veine de calcite.

- **Failles :**

Les failles sont des zones de rupture dans la croûte terrestre où il y a eu un déplacement relatif le long de la surface de rupture. Elles peuvent créer des discontinuités importantes dans la roche et influencer la distribution des ressources naturelles.

La faille principale de la carrière :



Photo 17.1 : position de la faille principale dans la carrière

Au cœur de la carrière, une caractéristique géologique saisissante se présente sous la forme d'une faille imposante qui divise distinctement les deux collines dominantes de la carrière, orientées Est et Ouest.



Photo 17.2 : la faille principale au niveau 635 m qui sépare la colline Est et Ouest de la carrière.

Cette faille, contrôle la tectonique du secteur d'étude. Elle présente une direction NNE-SSW et pendage de 50 degrés vers le sud, exerce une influence significative sur la géologie et l'exploitation de la carrière.

La faille marque également une transition majeure entre deux faciès rocheux caractéristiques de la carrière : Les dolomies de tlemcen rosâtre à la patine comme à la cassure à l'ouest de la faille et vers l'Est des calcaires de Stah blanchâtre à la patine, mais gris claire à la cassure.



Photo 17.3 : projection de la faille principale qui met en évidence les 2 colline d'exploitation de la carrière

D'une part, la colline Est, dédiée à l'exploitation des agrégats et des granulats, est intimement liée à la présence de la faille. D'autre part, la colline Ouest, qui concentre l'extraction des pierres ornementales, est également influencée par cette faille majeure.

Cette séparation géologique entre les calcaires dolomitiques et les calcaires de Stah, le long de la faille principale, souligne l'importance de cette structure tectonique dans la géologie de la

carrière. Son rôle dans la délimitation des zones d'exploitation et dans la distribution des ressources minérales est crucial, et sa compréhension est essentielle pour une gestion efficace et durable de la carrière.

- **Les failles secondaires de la carrière :**

- **La faille A:**



Photo 18.1 : Faille A au niveau 620 m, marquée par une zone de broyage

Au cours de notre exploration géologique de la carrière, nous avons rencontré une zone intrigante qui semble indiquer la présence d'une faille significative. L'indice principal que nous avons observé est une zone de broyage le long de la faille avec une épaisseur près de 2 m, caractérisée par des déformations et des fissures marquées dans les roches environnantes.

Il convient de noter que cette zone de broyage est alignée selon une orientation approximative qui varie entre le NNE-SSW. De plus, nous avons relevé un pendage de la faille d'environ 50

degrés vers le sud , indiquant l'inclinaison spécifique de la surface de la faille par rapport à l'horizontale.

Les deux côtés de la faille sont formés de calcaires dolomitiques rosâtres, présentant des caractéristiques distinctives telles que des fissures remplies de calcite, qui peuvent probablement être des diaclases ou d'autres types de discontinuités géologiques.



Photo 18.2 : vu de près de la faille A

Cependant, l'endroit où nous avons découvert cette zone de broyage ne s'est pas avéré idéal pour une étude approfondie. Les conditions difficiles sur le terrain, avec des blocs rocheux dispersés et une visibilité limitée due à l'ombrage du soleil, ont rendu difficile la prise de bonnes photos et la documentation détaillée de la zone de faille.



Photo 18.3 : continuité de la faille A

Malgré ces défis sur le terrain, nous avons pu observer une continuité de cette zone de broyage à un niveau plus élevé dans la carrière. Cette observation suggère que la faille pourrait s'étendre sur une distance significative dans la carrière, avec des implications potentielles pour l'exploitation minière et la stabilité des parois rocheuses.

Une compréhension approfondie de la nature et de l'impact de cette faille sur l'environnement géologique de la carrière est essentielle pour une gestion sûre et efficace des opérations d'extraction.

- **La faille B:**



Photo 19.1: faille secondaire B au niveau 635m, marquée par une la zone de broyage et des fracturations.

Cette faille présente des caractéristiques distinctives qui fournissent des indices précieux sur son histoire et son impact géologique. La faille elle-même est clairement marquée par une zone de broyage, où les roches environnantes montrent des signes évidents de déformation et de fragmentation. À l'Ouest de la faille, le compartiment est principalement composé de calcaires rosâtres, tandis qu'à l'Est de la faille, nous observons une transition vers des calcaires grisâtres à la patine comme à la cassure, la zone de broyage est principalement formée de calcaires argileux de couleurs jaunâtre. Ces calcaires comportent des fissures où nombreux sont remplie de calcite. Cette variation lithologique de part et d'autre de la faille suggère des différences dans les processus de formation et les conditions géologiques qui ont prévalu dans chaque compartiment. Cette zone de broyage, souvent associée à des mouvements tectoniques le long de la faille, constitue un indice important de l'activité géologique passée et actuelle. De plus, nous avons

estimé que la direction générale de la faille est orientée du nord-ouest vers le sud-Est (WNW - ESE). Cette orientation nous renseigne sur la tendance globale de la faille dans la région, ce qui peut avoir des implications importantes pour l'exploitation minière et la stabilité des parois rocheuses.

Nous avons également observé une continuité de la faille au niveau du gradin supérieur de la carrière. Cette observation suggère que la faille s'étend sur une distance significative dans la carrière, ce qui peut avoir des implications importantes pour la planification minière et la gestion des risques géotechniques.



Photo 19.2 : continuité de la secondaire B sur le gradin 650

Enfin, la faille conserve la même direction WNW – ESE et la zone de broyage de la faille est principalement composée de calcaire argileux, avec une zone de transition où des calcaires argileux se trouvent à l'Est et des calcaires dolomitiques à l'Ouest. Cette configuration géologique complexe souligne l'importance de comprendre la nature et les caractéristiques de la faille pour une gestion efficace et sûre des opérations d'extraction dans la carrière.

- **La faille C**



Photo 20.1 : faille secondaire C au niveau 650m de la carrière.

Cette faille secondaire montre une disparition subite de quelque couche sous forme de strate. Elle a une direction qui les Nord 130 (WNW-ESE) et un pendage qui avoisine les 50 degrés vers le sud. Sur le côté West de la faille on a des calcaires dolomitiques gris rosâtre avec des fissures remplis de calcite, sur le compartiment Est de la faille on trouve aussi des calcaires dolomitiques mais on trouve surtout des calcaires en strate qui manque dans le compartiment Ouest. On trouve une continuité de cette faille à un niveau un peu plus élevé dans la carrière au niveau 665m.



Photo20.2 : continuité de la faille C au niveau 650

A ce niveau les compartiments de la faille sont aussi composés essentiellement de calcaire dolomitique, malgré une forte altération de la zone on arrive quand même à identifier les strates de calcaire on les retrouve cette fois c'est sur le compartiment Ouest de la faille. Ces strates de calcaire se trouve au-dessus du plan de faille au niveau inférieur (650 m) et se retrouve en dessous du plan de faille au niveau supérieur (665 m), ceci nous permet de déduire que cette faille est une faille normale.

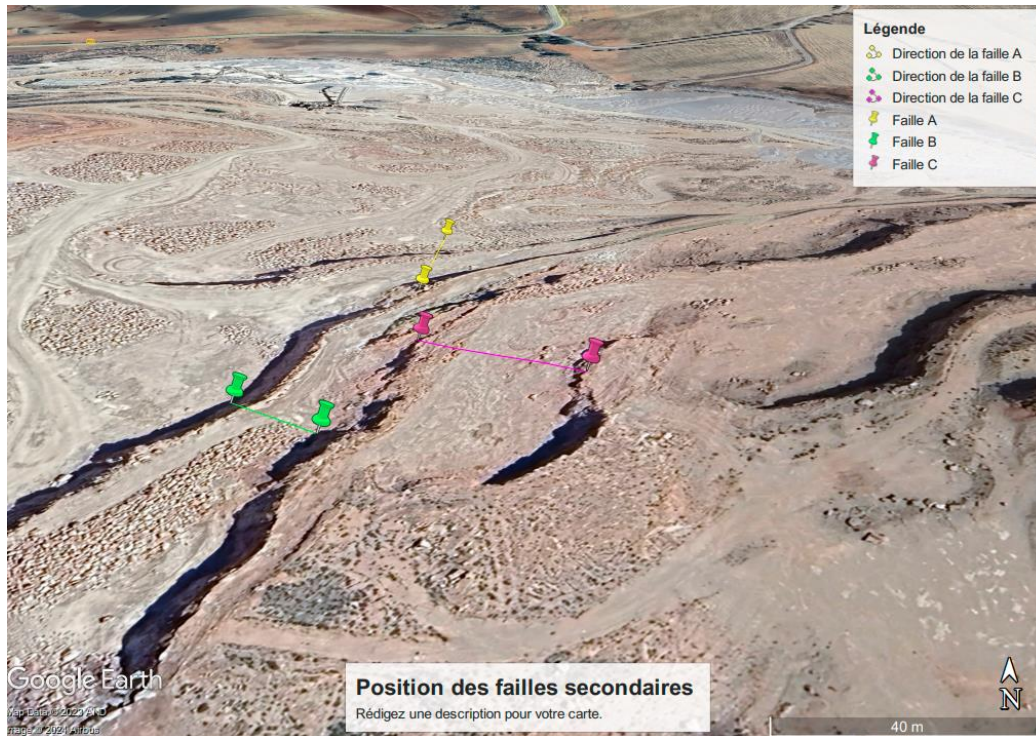


Photo 21 : les failles secondaires

- **Les principaux indices de faille trouvée :**
 - **Discontinuités dans les strates ou les formations rocheuses :** Des décalages brusques ou des discontinuités dans les couches de roche peuvent indiquer la présence d'une faille. Ces discontinuités peuvent se manifester sous forme de cassures, de déformations ou de changements soudains dans les types de roches. C'est le cas par exemple de la faille principale qui montre un changement subit des facies.
 - **Fracturation des roches :** Les roches le long d'une faille peuvent être fracturées ou brisées en raison des contraintes tectoniques qui ont provoqué le mouvement le long de la faille. Ces fractures peuvent être visibles dans les roches à proximité de la faille comme le cas de la faille A par exemple.
 - **Zone de broyage :** Une zone de broyage le long de la faille, où les roches environnantes montrent des signes de déformation intense et de fragmentation, est un indice clair de l'activité tectonique le long de la faille



*CHAPITRE.VI : IMPACT DU
CONTEXTE TECTONIQUE
SUR L'EXPLOITATION*

○

1. Gestion des impacts des failles sur l'exploitation :

Dans cette partie du mémoire nous allons étudier la relation entre la tectonique et le sens d'avancement de l'exploitation de la carrière. Cette approche peut être une stratégie efficace pour minimiser les impacts négatifs des failles sur l'exploitation des agrégats.

Dans un premier temps, nous auront besoin de mettre en évidence les zones d'exploitation de la carrière et le sens d'avancement de l'exploitation. Cela nous permettra d'analyser les directions du sens d'avancement de l'exploitation avec celui des failles

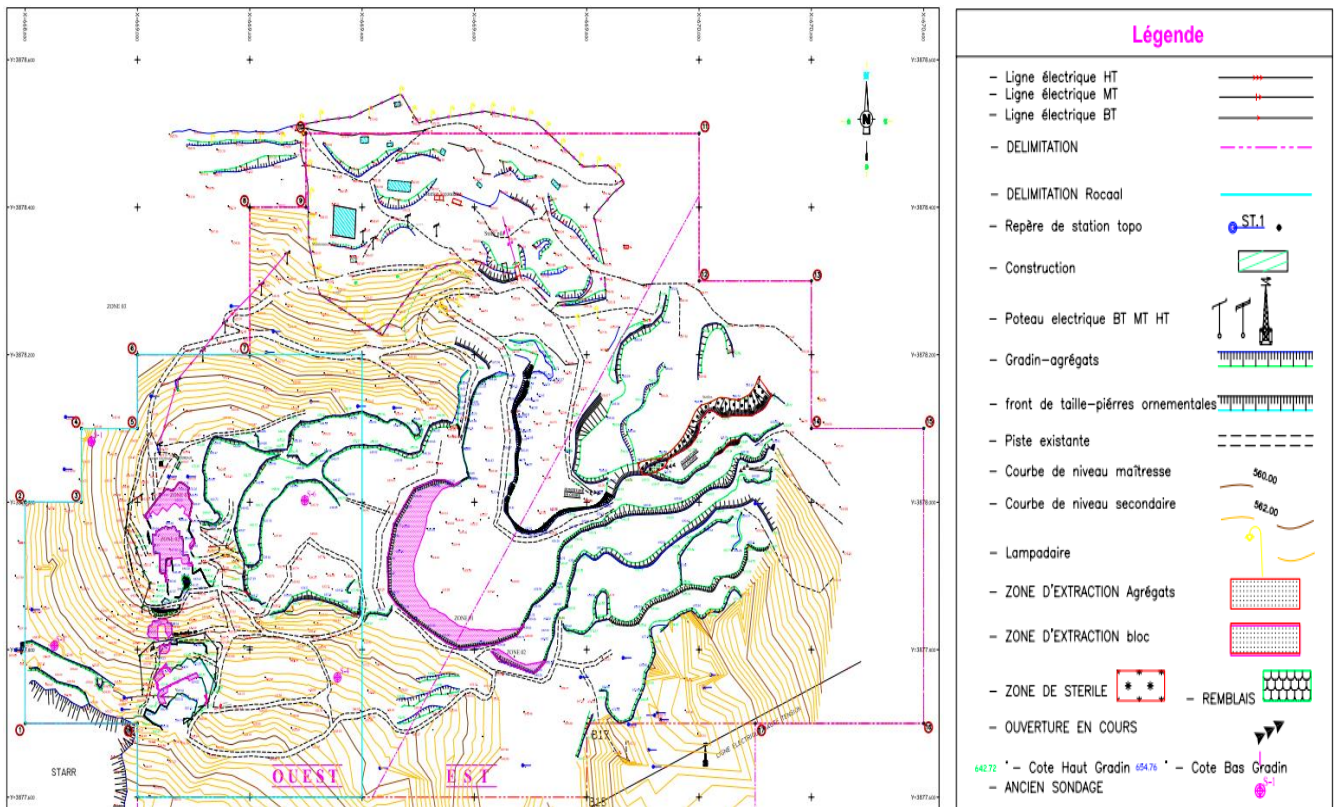


Figure 22.1 : carte montrant les zones d'exploitations

L'exploitation des agrégats se passe dans la colline EST comme le montre la figure précédente, et la figure montre qu'il Ya 2 zones d'exploitation.

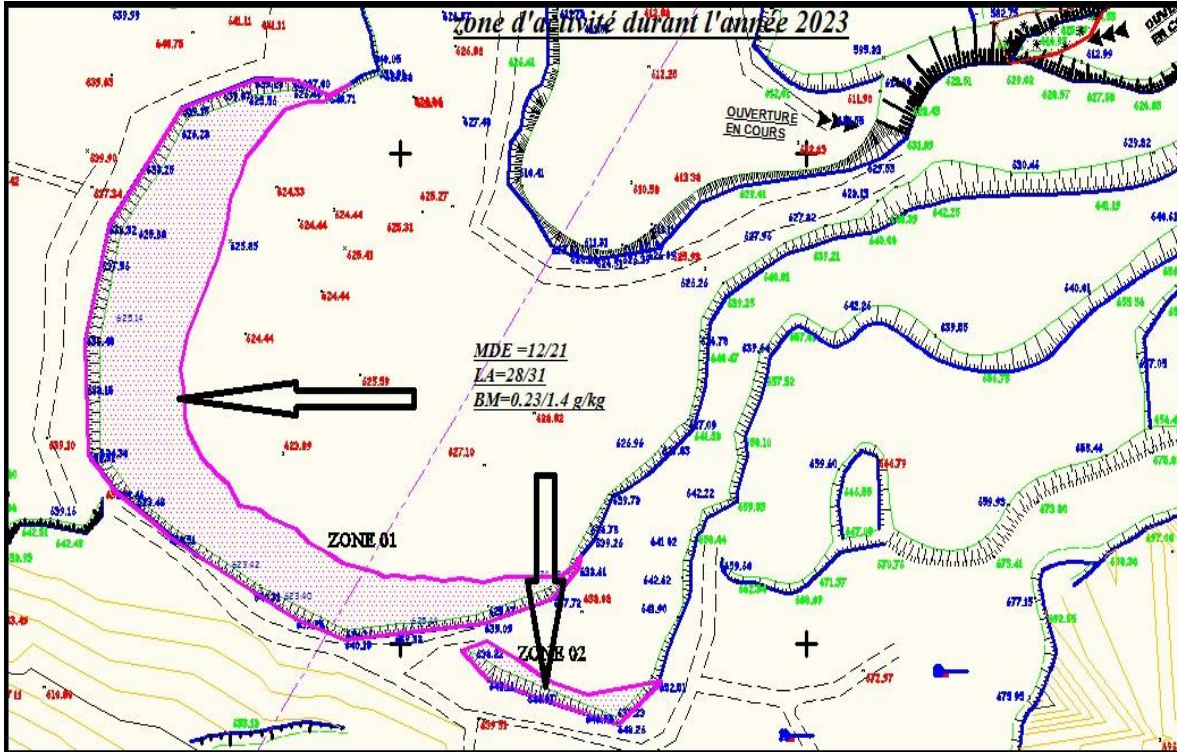


Figure 22.2 : zoom sur les zones d'exploitations de la colline EST et les flèches indiquant le sens d'avancement de l'exploitation.

On a deux sens d'avancement de l'exploitation. Un avancement de l'exploitation vers l'ouest de la carrière et qui ne concerne que la première zone d'exploitation, un autre sens d'avancement qui orienté vers le sud de la carrière et concerne les 2 zones d'exploitations.

Nous allons à présent superposer la carte des zones d'exploitation sur la carte structurale.

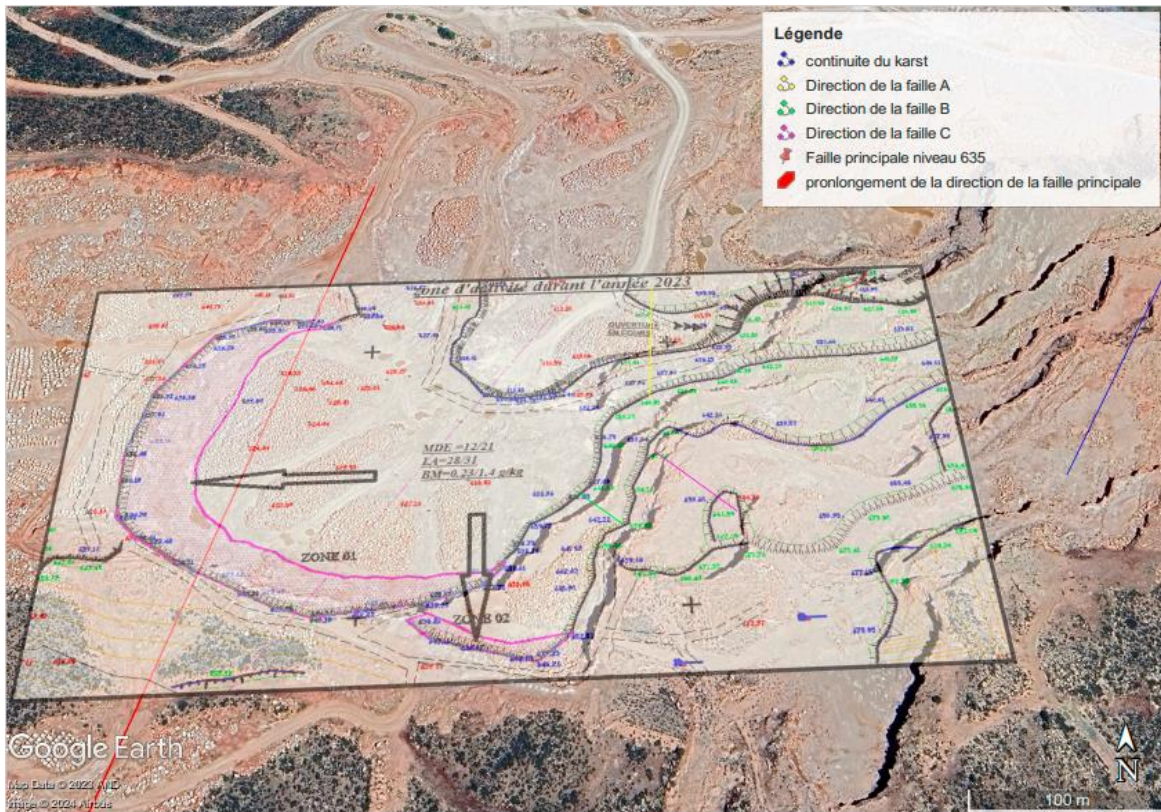


Photo 23.1 : superposition de la carte des zones d'exploitation sur celle des failles

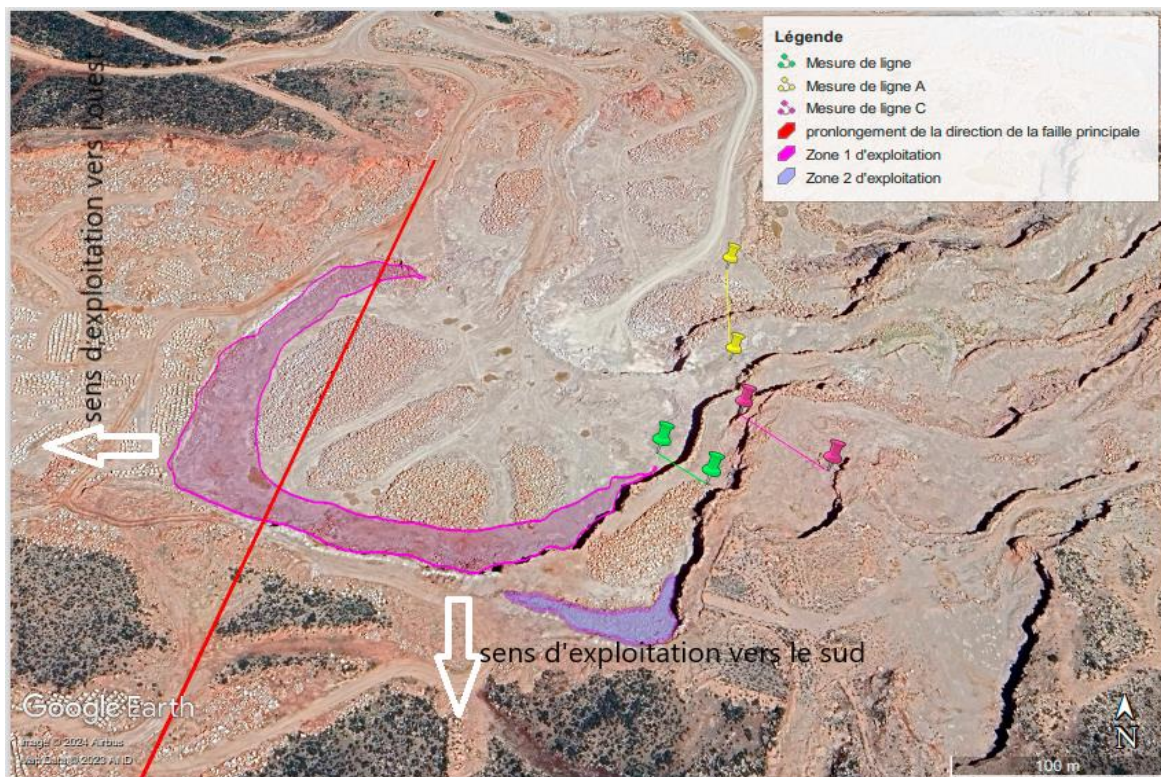


Photo 23.2 : calquage des zones d'exploitation sur les zones de faille

La première zone d'exploitation qui est touchée par les 2 sens d'avancement de l'exploitation peut être partagée en 2 côtés autrement dit par 2 directions. Un côté qui est exploité par l'avancement vers l'ouest et un second par l'avancement vers le sud, ce dernier a la même direction que la zone 2 qui est aussi exploitée avec le sens avancement vers le sud.

Cette distinction facilite l'analyse des croisements des directions des failles et des zones d'exploitations.

Pour ce qui est de l'analyse des croisements des directions des zones d'exploitation avec ceux des failles secondaires, nous allons considérer que les plus grands nombres de failles ayant des directions communes afin de minimiser les dégâts possibles de ces derniers. Et ces failles ont une direction de WNW-ESE.

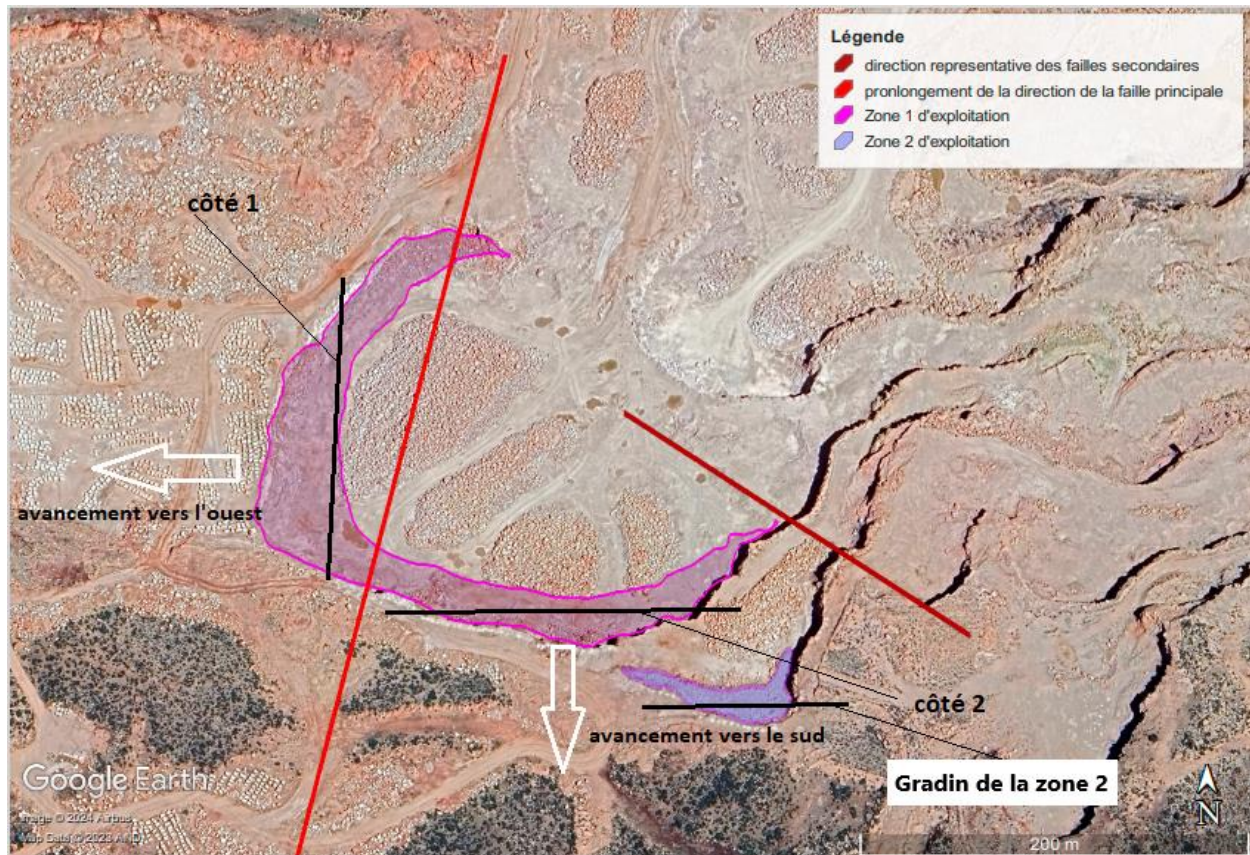


Photo 23.3 : Direction des failles par rapport aux sens d'avancement de l'exploitation.

- **Observation:**

- Par rapport à la faille principale

Les gradins du côté 1 de la zone d'exploitation 1 sont exploités vers l'ouest. La direction de ce sens d'avancement est différente de la direction de la faille principale, voir elle est même presque perpendiculaire à cette dernière, l'exploitation dans ces conditions peut causer d'importantes pertes et de dégâts tel que les problèmes de fragmentation et un volume des hors gabarits élevée.

Les gradins du côté 2 de la zone 1 d'exploitation et celui de zone 2 sont quant à eux exploités vers le sud et la direction de leurs sens d'avancement est presque parallèle à la direction de la faille principale. Ces conditions sont plutôt favorables pour une bonne exploitation.

- Par rapport à la direction représentative des failles secondaire

Aucune des directions des sens d'avancement de l'exploitation n'est parallèle a la direction représentative des faille secondaire, elles forment toute un angle avec cette dernière. L'exploitation dans ses conditions peu aussi causer des problèmes de fragmentation durant l'exploitation.

2. Les impacts négatifs que les failles peuvent générer peuvent être comme ceux qui suit :

- **Instabilité des parois :** Les failles peuvent créer des zones de faiblesse dans la roche, ce qui peut entraîner l'instabilité des parois de la carrière. Les mouvements tectoniques le long des failles peuvent provoquer des glissements de terrain ou des effondrements, mettant en danger la sécurité des travailleurs et perturbant les opérations d'extraction.
- **Fragmentation irrégulière :** Les failles agissent comme des barrières qui modifient la direction et l'intensité des ondes de choc. Elles peuvent absorber ou rediriger l'énergie, ce qui entraîne une fragmentation non homogène. Les zones proches des failles peuvent se fracturer trop finement, tandis que d'autres zones restent en gros blocs non fragmentés. La qualité des agrégats extraits est affectée, avec une proportion plus élevée de matériaux hors gabarit et de fragments inutilisables. Cela réduit la valeur commerciale des matériaux et nécessite des opérations de tri et de concassage supplémentaires.

- **Qualité des matériaux** : Les failles peuvent altérer la qualité des matériaux extraits de la carrière. Les zones de faille peuvent contenir des roches altérées ou fissurées, ce qui peut affecter les caractéristiques physiques et mécaniques des agrégats produits. Cela peut entraîner une diminution de la résistance et de la durabilité des matériaux, ce qui peut limiter leurs applications potentielles dans la construction.

- **Contraintes géotechniques** : Les failles peuvent créer des contraintes géotechniques dans la carrière, affectant les méthodes d'extraction et les procédures de sécurité. Par exemple, les failles peuvent limiter les options de bancs d'extraction ou rendre certains secteurs de la carrière inaccessibles en raison de risques géologiques.

Pour des meilleurs résultats d'abattage, la direction d'avancement d'exploitation autrement dit la direction des gradins doit être en parallèle à des failles, et cela pour minimiser les pertes de gaz lors du tir et assurer une meilleure fragmentation du volume abattu.

3. Discussion

➤ **Failles et Implications pour l'Exploitation :**

- **Failles Observées:**

- Faille principale : Cette faille, orientée NNE-SSW, divise deux collines d'exploitation. Son ampleur et son orientation en font une structure critique pour la planification des opérations d'extraction.
- Failles secondaires : Quatre des failles secondaires ont une direction NW-SE, tandis que deux autres partagent la direction NNE-SSW formant une seule et même faille. Toutes ces failles présentent des pentages avoisinant les 50°.



Photo 24.1 : La direction des failles

- **Analyse des Orientations:**

L'orientation des failles principales et secondaires présente un défi majeur pour l'exploitation. Idéalement, pour minimiser les effets négatifs des failles, les gradins formés devraient être perpendiculaire à la direction des failles. Cependant, la faille principale et la majorité des failles secondaires ont des orientations différentes, ce qui complique la configuration optimale des gradins.

- **Choix de la Faille Principale :**

En raison de son ampleur et de son influence sur la structure générale de la carrière, la faille principale a été choisie comme référence pour orienter les gradins. Cette faille, orientée NNE-SSW, a été jugée prioritaire malgré les orientations différentes des failles secondaires. L'alignement des sens d'avancement de l'exploitation avec cette faille principale est essentiel pour minimiser les risques de glissements et d'instabilité des parois.

b) Autres Structures Géologiques

- **Pli Observé:**

Un pli avec un axe orienté NNW-SSE a été identifié, mais aucune suite à ce pli n'a été trouvée, ce qui limite son impact immédiat sur l'exploitation. Cette observation est cependant pertinente pour comprendre la dynamique tectonique de la région, même si elle n'a pas été approfondie dans cette étude.

- **Karst Rempli d'Argile:**

La présence d'une cavité karstique remplie d'argile est une caractéristique géologique notable. Les niveaux différents de ses extrémités nécessitent une attention particulière pour éviter des problèmes d'effondrement ou d'infiltration.

c) Impact des Structures Tectoniques sur l'Exploitation

- **Stabilité et Sécurité:**

Les failles, en particulier la faille principale, introduisent des zones de faiblesse dans la roche, augmentant les risques de glissement et d'instabilité des parois. La direction des gradins, alignée avec la faille principale, vise à réduire ces risques, mais il reste des préoccupations concernant les failles secondaires. Des mesures de stabilisation supplémentaires peuvent être nécessaires, notamment dans les zones où les failles secondaires interfèrent.

- **Fragmentation et Qualité des Matériaux :**

La fragmentation de la roche peut être irrégulière en raison de la présence des failles. Les variations dans la structure de la roche le long des failles peuvent affecter la taille et la forme des agrégats, impactant ainsi la qualité des matériaux extraits. Une surveillance et une planification minutieuses sont essentielles pour maximiser la qualité et la quantité des agrégats exploitables.

CHAPITRE VI : IMPACT DU CONTEXTE TECTONIQUE SUR L'EXPLOITATION

d) Recommendations:

- Optimisation de l'Exploitation:

La priorisation de la faille principale pour l'orientation des gradins est une stratégie rationnelle, compte tenu de son influence dominante. Cependant, des ajustements continus et une

surveillance des conditions tectoniques sont nécessaires pour répondre aux défis posés par les failles secondaires. L'utilisation de technologies avancées, telles que les relevés GPS et les analyses géophysiques, peut améliorer la précision de la cartographie et la gestion des risques associés.

➤ **Orientation des Gradins:**

LA direction des gradins est naturellement perpendiculaire au sens d'avancement de l'exploitation, le réajustement du sens d'avancement de l'exploitation doit être réalisé vers Nord ou le sud pour que les gradins soient perpendiculaires à la faille principale autrement dit avoir la direction E-W,

- Pour le côté 1 de la zone d'exploitation 1 : Au lieu de progresser vers l'ouest, l'avancement devrait se faire vers le nord
- Pour le côté 2 de la zone d'exploitation 1 et la zone d'exploitation 2 : L'avancement vers le sud ne forme pas d'angle avec la direction de la faille principale, elle doit être conservé.

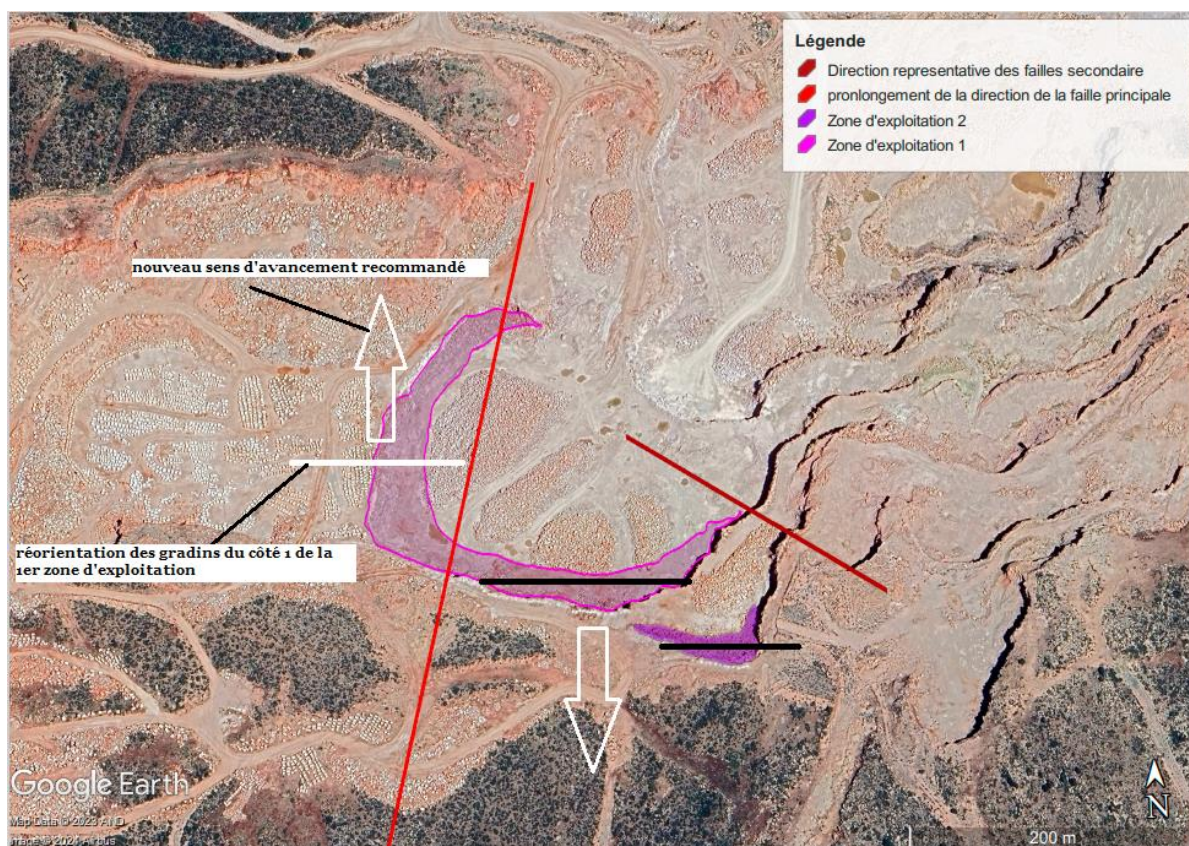


Photo 24.2 : réorientation du sens d'avancement de l'exploitation.

Ces ajustements permettront de former des gradins alignés sur la direction E-W, minimisant ainsi les risques associés aux failles et optimisant la stabilité et l'efficacité des opérations d'extraction.

➤ **Mesures de Stabilisation:**

Installer des supports supplémentaires dans les zones identifiées comme à risque en raison des failles secondaires. Réaliser des études géotechniques détaillées pour évaluer les besoins spécifiques en stabilisation dans les différentes zones d'exploitation.



*CHAPITRE.VII : IMPACT DE
L'EXPLOITATION SUR
L'ENVIRONNEMENT*

1. Introduction :

L'exploitation des agrégats dans la carrière de Sidi Abdelli représente une activité cruciale pour répondre aux besoins croissants en matériaux de construction. Cependant, cette pratique n'est pas sans conséquences sur l'environnement local, de la dégradation des paysages à l'altération des écosystèmes, en passant par les défis liés à la gestion des déchets et à la préservation de la qualité de l'air et de l'eau, cette analyse vise à fournir une compréhension approfondie des impacts environnementaux de l'exploitation des agrégats à Sidi Abdelli. En examinant ces aspects, nous pouvons envisager des mesures et des pratiques qui favorisent une exploitation plus durable des ressources tout en minimisant les effets néfastes sur l'environnement local.

2. Déchets solides

Comme dans toute activité industrielle, les carrières produisent un certain nombre de déchets solides. En tout état de cause, il convient de souligner que ces déchets ne sont pas produits dans des quantités importantes et que la majorité d'entre eux sont répertoriés comme non dangereux selon la nomenclature du CED (catalogue européen des déchets).

Les principaux déchets produits lors des opérations les plus importantes, dont certains déchets peuvent être réutilisés sur les installations mêmes qui les ont générés, tels que le stérile issue de l'opération de découverte ou d'extraction, vont être réutilisés pour des opérations d'ouverture de pistes ou de protection en écran naturel.

Il y a aussi d'autres déchets, comme les pièces de rechanges, les chiffons et les tissus absorbants pollués de graisses et d'huiles, les déchets de l'emballage des pièces, etc); ces déchets vont être collectés et jetés dans les ordures ordinaires.

Les émissions de poussières à l'extérieur de la carrière sont, au travers de ces différents équipements, considérablement réduites par un système d'abattage de poussière par aspiration.

3. Emission de bruit à l'extérieur de l'établissement ainsi que les vibrations :

Il s'agit, avec les vibrations liées aux tirs de mines, de la nuisance la plus fortement ressentie par les riverains.

On peut distinguer trois sources de bruits :

✓ Les installations de traitement, telle que la station du concassage et d'autres engins.

- ✓ L'abattage à l'explosif.
- ✓ La foration des trous de mines.
- ✓ Les moteurs des engins en circulation.
- ✓ Les avertisseurs de recul des engins qui sont indispensables à la sécurité du personnel.

On enregistre deux types de vibration :

- Des vibrations liées à la perforation des trous de mines. Les ondes émises dans ce cas, sont de faibles amplitudes.
- Des vibrations liées aux tirs de mines. Elles sont les plus importantes mais l'utilisation du système électrique microretard permet de décomposer la charge globale d'explosifs en charges élémentaires.

4. **Sites contaminés :**

Aucun site n'est susceptible d'être contaminé par l'activité, malgré que l'établissement rejette des poussières dans l'air, qui sont peu significatives vu la capacité de fabrication et le volume de travail, les émissions sont inférieures aux seuils limites de la législation en vigueur.

➤ **Système d'abattage de poussière par aspiration :**

ce système est placé au niveau de station de concassage secondaire, son rôle est d'aspirer la poussière émise à la phase du concassage et de criblage.



Photo 24.1 : Système d'abattage de poussière par aspiration

➤ **Arrosage des pistes :**

la carrière dispose d'un camion-citerne pour effectuer un arrosage permanent sur les pistes pour éviter la propagation de la poussière dans l'air.



Photo 24.2 : arrosage des pistes

➤ **Reboisement:**

Une plantation de cyprès aux alentours de l'unité a été entamé, dans le but de réduire l'émissions de poussière en dehors de la carrière.



➤ **Les impacts du bruit et des vibrations :**

L'éloignement de la carrière des espaces habités ainsi que la présence d'écran naturels font que le bruit émis par la carrière ne présente aucun gêne pour la population. D'autre part, la qualité du matériel utilisé qui est en majorité neuf ou en bon état peut atténuer les nuisances sonores. Le seul point gênant est l'utilisation d'explosif, mais son impact est relativement faible vu les charges unitaires utilisées qui sont limitées ainsi que l'utilisation de relais détonants (cela justifier par une étude sismique).

➤ **Recommandation Sur le plan environnemental**

- Pour diminuer les émissions de poussière, il est nécessaire d'améliorer et d'étendre les systèmes d'aspiration de poussière et d'augmenter la fréquence d'arrosage des pistes.
- **Maintien des Paysages et des Écosystèmes - Réhabilitation des Sites :** Instaurer un programme de réhabilitation graduelle comprenant le reboisement et la reconversion des paysages.



*CHAPITRE. VIII: CONCLUSION
GENERALE*

Notre étude a mis en évidence l'importance cruciale de la compréhension des structures tectoniques pour l'exploitation des granulats en carrière, en combinant les aspects géologiques et techniques afin de garantir une gestion optimale et durable des ressources. Les granulats, qui jouent un rôle crucial dans la construction et les infrastructures contemporaines, doivent satisfaire à des critères de qualité rigoureux, tels que la granularité, la résistance mécanique et la propreté, qui dépendent de leur provenance, qu'elle soit alluvionnaire, de roches massives ou de recyclage.

L'ENG Sidi Abdelli, qui se trouve dans la commune de Sidi Abdelli, Tlemcen, a des difficultés spécifiques en raison de sa géologie accidentée. L'exploitation des ressources est directement affectée par les failles, qu'elles soient principales ou secondaires. Les outils modernes tels que le GPS et la boussole ont été employés dans notre étude afin de géo-référencer et de caractériser ces structures géologiques, offrant ainsi des données précises pour une analyse approfondie. Grâce à cette étude approfondie des vulnérabilités et de leur interaction avec les zones d'exploitation, il a été possible de repérer les zones à risque et d'améliorer les techniques d'extraction.

Les failles ont des conséquences sur l'exploitation, telles que l'instabilité des parois, la fragmentation irrégulière des roches, la variation de la qualité des matériaux extraits et les contraintes géotechniques. Afin de réduire ces conséquences, il est essentiel de modifier la direction de l'exploitation afin qu'elle soit parallèle à la faille principale. Ce privilège est attribué à l'importance de ses impacts potentiels, qui est plus grande que celle des failles secondaires en fonction des situations particulières. Grâce à cette réorientation, les pertes de gaz lors des tirs d'explosifs sont réduites et la fragmentation des roches est améliorée.

Dans la planification et l'exécution des opérations d'extraction, l'utilisation des connaissances géologiques et tectoniques et des avancées technologiques permet d'assurer la sécurité, l'efficacité et la durabilité des opérations. Il est crucial d'adopter cette approche intégrée afin de satisfaire les demandes croissantes de l'industrie des matériaux de construction tout en préservant les ressources naturelles et en garantissant la sécurité des opérations.

Bibliographie

BENEST, M. (1985). *ÉVOLUTION DE LA PLATE-FORME DE L'OUEST ALGÉRIEN DE L'OUEST ALGÉRIEN AU COURS DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR ET AU DÉBUT DU CRÉTACÉ*. LYON.

ENTREPRISE NATIONAL DES GRANULATS. (s.d.). *CARRIERE SIDI ABDELLI : ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT*.

Eynde, P. V. (1983). *Caractéristiques géologiques et mécaniques des granulats*. BRUSSEL.

Gasmi, F. & Medjdoubi, Z. F. (2014). *Géologie et suivi du processus de fabrication de granulats des sites de l'ENG-Sidi Abdelli (Monts de Tlemcen) et du PK 70 d'El Bayadh*. TLEMECEN.

GEOLOGUE, A. I. (s.d.). *PROJET AGREGAT TLEMCEN-2 GISEMENT DJBEL ABIOD*.

GHERBI, W. (2006). *Etude de la qualité des calcaires d'exploités : Cas de deux carrières d'agrégats de Ain Smara (environs de Constantine)"Cosider-Sonatiba"*. CONSTANTINE.

Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur. (2020). *CARACTERISATION GEOMECHANIQUE D'UNE CARRIERE SOUTERRAINE ABANDONNEE PAR DES MESURES IN-SITU*. LYON.

Walid, B. M. (2015). *L'amélioration de la qualité des granulats sur la base d'étude des fractures du gisement de Si-Mustapha*. ENP.

[Volcano Discovery: Volcanoes Worldwide - News, Info, Photos, and Tours to Volcanoes and Volcanic Areas, Earthquake Information](https://www.volcanodiscovery.com/fr/seismes/algeria/tlemcen.html)

<https://www.craag.dz/>

<https://www.volcanodiscovery.com/fr/seismes/algeria/tlemcen.html>

<https://www.volcanodiscovery.com/fr/seismes/algeria/tlemcen.html>