

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des frères mentouri Constantine1  
Faculté des Science de la nature et de la vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1  
كلية علوم الطبيعة والحياة

**Département :** Biologie et Ecologie Végétale

قسم: بيولوجيا وعلم البيئة النباتية

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences biologique et de la Nature et la vie

**Filière :** Ecologie de l'Environnement

**Spécialité :** protection des écosystèmes

Intitulé :

**IMPACTS DE L'EXTRACTION DES SABLES ET GRAVIERS DE LA  
CARRIERE GEANTE D'IBN BADIS SUR L'ENVIRONNEMENT DE  
L'EST DE LA WILAYA DE CONSTANTINE**

**Présenté et soutenu par :**

- ✓ Lamri Zouggar Ahlem Zina
- ✓ Bensaci Rokia

**Président :** GANA MOHAMMED (MCB)

**Encadreur :** BENDARRADJI Mohamed ELhabib ( PROF-UFM Constantine1)

**EXAMINATEUR:** ARFA Azzeddine Mohamed touffik (M.A.C.A-UFM Constantine)

**Année Universitaire**

**2020/2021**



## **Remerciements :**

*Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant qui nous a fait ouvrir les portes du savoir, qui nous a donné la force et la volonté de poursuivre nos études et d'effectuer ce travail.*

*Nos remerciements vont à nos chers parents pour leur soutien, leurs encouragements et leurs sacrifices durant nos études.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promoteur **Mr. Benderadji Mohammed El Habib** pour sa patience, son encadrement exceptionnel, sa rigueur et sa disponibilité durant cette période de rédaction de notre mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury : **Mr. ARFA Azzeddine Mohamed Touffik** et **Mr. mohammed gana** qui ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honorés par leur présence.*

*Et merci à tous Ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.*

# Sommaire

Introduction.....	01
<b>Chapitre 01 : Le cadre géographique</b>	
I. Cadre géographique.....	03
I.1. Cadre géographique d'Ibn Badis « El Aria ».....	03
I.1.1. Situation géographique .....	03
I.1.2. Situation géographique du Djebel Oum Settas.....	04
I.1.3. Situation géographique de la zone d'étude (Carrière géante El Khroub).....	04
I.1.4. Relief.....	05
I.1.5. Climat.....	05
I.1.6. Hydrographie.....	05
I.2. La géologie régionale.....	06
I.2.1. La coupe N-S du Nord algérien.....	07
I.3. La géologie locale.....	07
I.3.1. Interprétation de la carte géologique 1/50 000 d'El Khroub (Raven, 1957).....	07
I.3.2. Analyse lithostratigraphique .....	07
I.3.3. Lithologie et stratigraphie du gisement de la carrière d'ENG.....	10
I.3.4. La stratigraphie et lithologie du massif de L'Oum Settas.....	11
I.3.5. Lithologie et stratigraphie du gisement de la carrière d'ENG.....	12
I.3.6. La tectonique locale de l'Oum Settas.....	12
I.3.7. La tectonique du gisement.....	12
Résumé.....	18
<b>Chapitre 02 : L'extraction des sables et graviers</b>	
II. Carrière Géante (ENG) d'EL Khroub.....	19
II.1. L'historique de l'ENG.....	19

II.1.1. Les caractéristiques de la carrière ENG (selon l'ENG).....	19
II.1.2. Notion d'une carrière.....	20
II.1.3. Eléments du gradin de la carrière.....	21
II.1.4. Paramètres et techniques d'exploitation d'une carrière.....	21
II.1.5. Hauteur du gradin.....	22
II.1.6. Largeur de la plate-forme.....	22
II.1.7. Longueur du bloc.....	23
II.1.8. Déplacement du front de taille.....	23
II.2. Fabrication des granulats.....	24
II.3. l'extraction des granulats (sable, graviers).....	27
II.3.1. définition de l'extraction des granulats.....	27
II.3.2 : les différents types d'extraction.....	27
a. L'extraction à sec.....	27
b. L'extraction marine.....	27
II.3.4. les étapes de l'extraction des granulats.....	28
1. Le décapage (ou découverte).....	28
2. L'extraction.....	28
➤ L'extraction en terrain meuble.....	28
➤ Dans les carrières de roches massives.....	29
3. Le transfert vers les lieux de traitement.....	29
4. Le traitement.....	29
a. Le concassage ou broyage.....	30
b. Le criblage.....	30
c. Le lavage.....	31
5. Stockage et livraison.....	31
6. réaménagement du site.....	31
II.4. Contrôle de qualité des granulats au niveau de laboratoire (ENG).....	32
➤ Contrôle de qualité.....	32
– Laboratoire central.....	32
➤ Contrôle Granulats.....	32
II.4.1. Contrôle matière première et produits finis .....	33
➤ Matière première.....	33

➤ Produits finis.....	33
➤ Laboratoires d'unités.....	33
• Granulats.....	33
Résumé.....	34
<b>Chapitre 03 : Impacts de l'extraction des granulats sur l'environnement</b>	
Introduction.....	35
III. IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	35
III.1. Méthode d'évaluation des impacts sur l'Environnement.....	35
III.2. Sources de poussières.....	35
III.3. Emissions de bruit.....	36
III.4. Impact hydrologique.....	37
III.5. Impact sur le voisinage immédiat.....	38
III.6. Impact sur le paysage.....	38
III.7. Impact sur le sol.....	38
III.8. Les tirs de mines.....	39
III.9. Le trafic induit.....	39
III.10. Impact sur le climat.....	39
III.11. Impact sur l'atmosphère.....	40
III.12. Le milieu naturel.....	40
III.13. Impact socioéconomique.....	40
<b>Chapitre 04 : Mesures et recommandations</b>	
IV. Mesures d'atténuation et de compensation des impacts (Santé et sécurité).....	41
a. Poussières.....	41
b. Bruit.....	41
c. Incendie.....	41
d. Consommables usés et les lubrifiants.....	41
e. Mesures esthétiques et restitution des sols.....	41
f. Mesures de protection des populations.....	42
g. Limitation des émissions de poussière et propreté des voies d'accès.....	42
h. Prévention des vibrations lors de tirs de mines.....	42
i. Maintien ou développement de la biodiversité et protection des espèces.....	42

IV.1. Recommandations utiles en matière d'exploitation des carrières.....	43
A. Plan de gestion.....	43
B. Fin des travaux d'exploitation et remise en état des lieux.....	45
C. Abandon ou cessation d'activité d'exploitation.....	45
D. Autres recommandations.....	45
IV.2. Réglementation Algérienne en matière d'exploitation des carrières et préservation de l'environnement.....	46
A. Aperçu sur la nouvelle loi minière algérienne.....	46
B. Analyse des principaux aspects de la loi.....	46
✓ Concession, permis et autorisation d'exploitation minière.....	46
✓ Le régime financier : taxes, droits et redevances.....	46
✓ Obligations des opérateurs.....	46
✓ Obligations liées à la protection de l'environnement.....	47
✓ Obligations liées à la prévention des risques.....	47
✓ Devoir d'information : le dépôt légal.....	47
Conclusion.....	48

## Liste des figures

### Chapitre 01 : Cadre géographique

<b>Figure 01</b> : Situation géographique de la région El Aria « Google Maps 2013 ».....	04
<b>Figure 02</b> : Situation géographique du Dj. Oum Settas (Google Maps, 2017).....	05
<b>Figure 03</b> : Figure 03 : Schéma structural des chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (d'après Chalouan).....	06
<b>Figure 04</b> : [Carte Géologique au 1/50000, feuille n° 97 (Raven, 1957)].....	08
<b>Figure 05</b> : Légende de la Carte Géologique au 1/50000, feuille n° 97 (Raven, 1957).....	09
<b>Figure 06</b> : La carte géologique du massif de l'Oum Settas (Wassila Nacer, 2005).....	10
<b>Figure 07</b> : Log lithologique synthétique du terrain d'étude.....	11
<b>Figure 08</b> : Une scène coupée de la carte géologique 1/200 000 Constantine montre réseau de fracturation qui Affecte notre zone d'étude.....	13
<b>Figure 09</b> : Lithologie du sondage S22 implanté dans la partie nord de la carrière (ENG, 2016).....	14
<b>Figure 10</b> : Représentation schématique de la série de l'ensemble Oum Settas-Mazela (d'après J. M. Vila, 1980).....	15
<b>Figure 11</b> : Carte géologique simplifiée du flanc Sud-Ouest du massif d'Oum Settas (Y. ARIS, 1994).....	16
<b>Figure 12</b> : La coupe NE-SW du Bordj El Cadi au Sud-Ouest de l'Oum Settas et au Sud de la carrière d'ENG (Y. ARIS, 1994).....	17

### Chapitre 02 : l'extraction des sables et graviers de la carrière géante

<b>Figure 13</b> : La carrière géante vu en direction NE.....	20
<b>Figure 14</b> : Schéma d'un gradin.....	21
<b>Figure 15</b> : Fabrication en roche massive.....	25
<b>Figure 16</b> : Fabrication en roche meuble.....	26
<b>Figure 17</b> : Le laboratoire central de l'ENG.....	32
<b>Figure 18</b> : Tableau de Contrôle matière première et produits finis des granulats.....	34



## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Résumé de plan de gestion recommandé.....	44
---	----

## Liste des abréviations

**RN(20)** : Route Nationale (20)

**NE** : Direction Nord-est

**SW** : Direction Sud-ouest

**NS** : Direction Nord-Sud

**NW-SE** : Direction Nord-Ouest-Sud Est

**NNE** : Direction Nord- Nord Est

**NE-SW** : Direction Nord Est-Sud-ouest

**ENG** : L'Entreprise Nationale des Granulats

**SNMC** : Société Nationale des Matériaux de construction

**SGP** : Société de Gestion des particules

**MEST** : Matières En Suspections

**DOP** : Détermination de la prise

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**ANGCM** : Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle miné

**CO<sub>2</sub>** : Le dioxyde de carbone

**NO<sub>x</sub>** : Oxyde d'azote

**COV** : Les composés organiques volatils

**SO<sub>2</sub>** : Le dioxyde de soufre

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance :  
A mes parents, grâce à leurs encouragements et leurs sacrifices, ils ont pu créer le climat  
affectueux à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mes profonds  
sentiments envers eux.*

*A ma chère maman, qui m'a enseigné la patience la fierté et la réussite, la lumière qui éclaire  
mon chemin, la prunelle de mes yeux et la joie de ma vie.*

*A mon cher père, qui a toujours cru en moi et a mis à ma disposition tous les moyens  
nécessaires pour que je réussisse dans mes études.*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis pour mon éducation et mon bien être. Je prie le  
bon dieu de les bénir, de veiller sur eux en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.*

*A mes complices frères : Zinou et Lazhar, que je les adore. Que dieu vous protège.*

*A ma chère grand-mère qui a été toujours à mes cotés et qui m'a aidé par ses précieux  
conseils.*

*A l'âme de ma copine l'intime Amira, elle était comme ma sœur. Que dieu t'accepte dans son  
vaste paradis.*

# *Zina*

*Dédecace*

*Je dédié ce travaille a :*

*ma mère ,ma raison d'être,de vivre ,qui édairé mon chemain et  
m'illumine de douceur et d'amoure .*

*mon père ,en signe d'amoure de reconaissance et de gratitude pour tous  
les soutien et les sacrifices.*

*dont il a fait pereuve amon egard.*

*a mes sœur : HAYATI,IMENE*

*a mes frères :ABDULLAH, AHMED YACIN.*

*aocun mot ne pourra decrire vous devouement et sacrifices*

*ROKIA*





# *Introduction...*

## ➤ Introduction

Le sable et le gravier sont les deux matières principales qui entrent dans la composition du béton. Granulats très répandus, ils trouvent leur origine naturelle dans les roches meubles façonnées sur des millions d'années par les cours d'eau et les glaciers. Soit dans les roches massives. On comprend donc aisément pourquoi un ré-calibrage industriel s'impose pour faire entrer ces granulats dans la composition du béton.

Ce sable et ce gravier sont extraits dans le monde entier et représentent le plus grand volume de matériaux solides extraits au niveau mondial et le volume le plus élevé de matières premières utilisées sur terre après l'eau (entre 70 et 80 % des 50 milliards de tonnes de matériaux extraits chaque année). Formés par des processus d'érosion au cours de milliers d'années, ils sont désormais extraits à un rythme plus élevé que leur renouvellement.

La quantité extraite augmente de manière exponentielle. Selon une estimation prudente, 40 milliards de tonnes d'agrégats sont extraits chaque année pour la consommation mondiale, soit le double de la quantité annuelle de sédiments charriés par toutes les rivières du monde.

Le problème majeur de l'exploitant est donc d'estimer la rentabilité et la qualité de son gisement, alors que la seule vision qu'il ait est en surface. C'est pourquoi, la connaissance du gisement, de sa variabilité, de l'impact de ses caractéristiques (géochimiques) de surface et sub surface sur les outils de traitement est recommandée.

Le gisement d'El Khroub est l'un des exemples où l'extraction des sables et graviers est très développée.

Le gisement El Khroub occupe la partie sud ouest du massif Oum Settas au nord-est de Constantine. Il est constitué de calcaire d'origine biochimique néritique caractérisé par une grande pureté chimique et une blancheur élevée.

Ce gisement a fait l'objet d'exploitation par « ENG » depuis 1987. Les réserves géologiques estimées dans ce gisement sont de l'ordre de 128 088 438,4 tonnes. La production annuelle est de 1 200 000 tonnes / an. Ce qui se traduit par une durée de vie de la carrière est de 107 ans.

L'objectif de ce travail est d'identifier et évaluer les impacts environnementaux de l'extraction des sables et graviers de la carrière géante d'El Khroub (ENG), et les diverses mesures doivent être prises pour réduire ces impacts.



## I. Cadre géographique

### I.1. Cadre géographique d'Ibn Badis « El Aria »

#### I.1.1. Situation géographique

Mise en place d'Ibn Badis, la commune d'IBN BADIS, issue de la division administrative de 1984, se trouve à seulement 33 km du siège du chef-lieu de wilaya, dont la superficie totale est de 310,42 km<sup>2</sup>, en fait la plus grande commune, en terme de surface. Elle est traversée dans sa partie Sud-ouest par la route nationale 20. Et dispose de liaisons routières communales et compte actuellement une :

- Population: environ 20 000 habitants (selon le recensement 2008) ;
- Superficie agricole: 10050 hectares: 250 hectares, légumes ;
- Zone pastorale: 12.000 hectares ;
- Densité : 60 hab. /km<sup>2</sup>;
- Altitude : 1325 m ;
- Superficie forestière: 4799 hectares ;
- Coordonnées : X1 = 6° 49' 28" Est. X2 = 6° 50' 45" Est,

$$Y1 = 36° 18' 49" \text{ Nord}, Y2 = 36° 19' 22" \text{ Nord}.$$

En plus des trois communes : Constantine, El Khroub et Ain abid –Ouled Rahmoun, elle partage ses frontières avec la wilaya de Skikda par Ouled El Hbaba et la wilaya de Guelma par Bordj el Sabate. (BENDJABLLAH RAFIK ,2013). **(Figure 01)**.



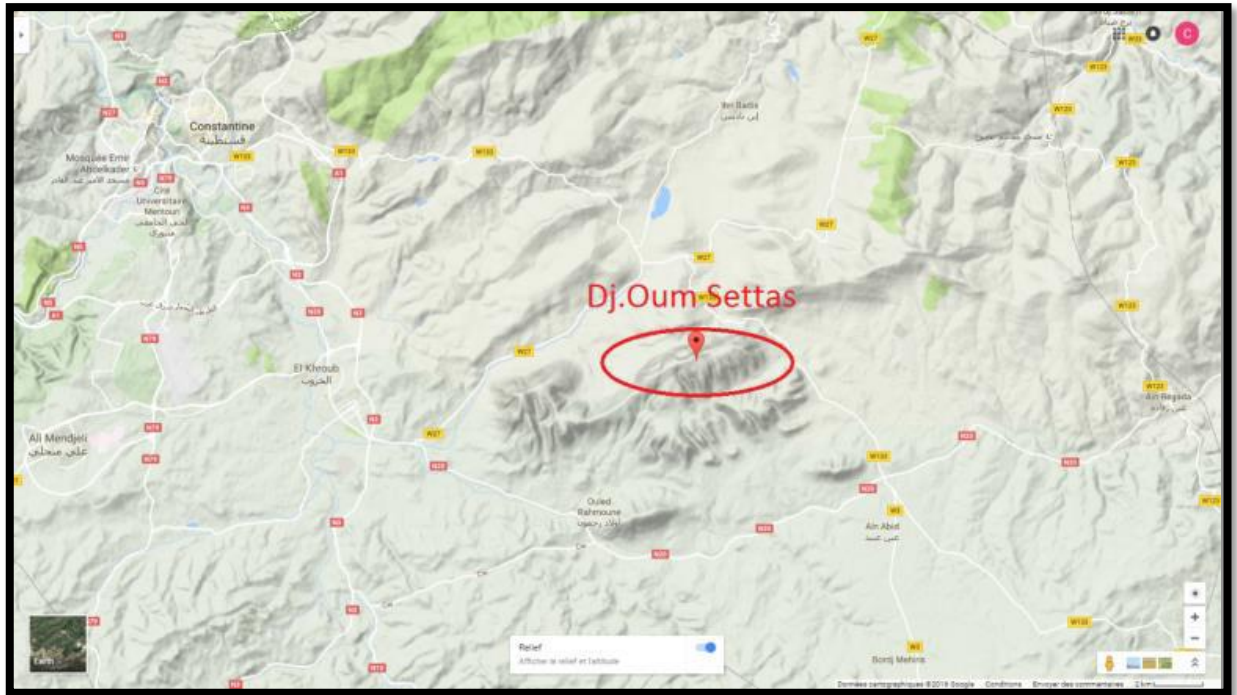
Figure 01 : Situation géographique de la région El Aria « Google Maps 2013 ».

### I.1.2. Situation géographique du Djebel Oum Settas

Le massif d'Oum Settas est situé à une dizaine de kilomètre à l'Est-Sud-est d'El Khroub et à 30Km au Sud-est de Constantine, non loin de la RN reliant El Khroub – Ain Abid Oued Zenati et à 6Km environ au Nord-ouest du village de Bounouara – commune Ouled Rahmoune.

C'est un massif montagneux allongé sensiblement E-W, où le point cumulant à 1345 domine toute la région.

### I.1.3. Situation géographique de la zone d'étude (Carrière géante El Khroub)



**Figure 02 : Situation géographique du Dj. Oum Settas (Google Maps, 2017)**

Elle est située à 8Km Sud-Est d'El Khroub et à 12Km de Constantine.

L'accès à la carrière se fait par une piste aménagée à partir de la RN20 menant de Constantine à Guelma qui passe à 1,5Km au Sud du gisement. Dont les coordonnées Lambert rapportées au centre du gisement sont :

X= 866,100 ; Y= 334,96 ; Z= 1180m

### **I.1.4 Relief**

Le site présente une forme pseudo-rectangulaire, occupant une superficie de 164H.

Le périmètre exploité constitue le flanc Sud du massif d'Oum Settas.

Les côtes absolues à l'échelle du périmètre varient de 710 à 890m.

### **I.1.5. Climat**

La région est caractérisée par un climat froid et humide en hiver avec une température minimale absolue ente 1 et 3°C, et un climat chaud et sec en été dont la température maximale absolue est de 45°C. En hiver, la pluviométrie est de l'ordre de 1000mm/an au Nord et varie entre 480 mm et 650 mm au Sud.

### **I.1.6. Hydrographie**

Dans la zone d'étude, le réseau hydrographique est dense, le plus important cours d'eau dans cette région est : Oued El Berda, à écoulement épisodique saisonnier, ses eaux de surface sont utilisées en irrigation.

Les ressources d'eaux souterraines sont mobilisées pour alimenter les habitants de la région.

### I.2. La géologie régionale

Les formations Constantinoises de l'Algérie Nord orientale font partie des zones externes par rapport à l'orogénèse Alpine ou la chaîne des Maghrébides tertiaire. Cette chaîne fait partie de la chaîne Alpine située au Nord de l'Afrique.

Cette chaîne s'étend du sud de l'Espagne jusqu'à la province italienne de Calabre vers l'Est. Elle est le résultat d'un rapprochement entre les deux plaques européenne et africaine, ce déplacement est causé par l'ouverture de l'atlantique central (R. Trumpy, 1983).

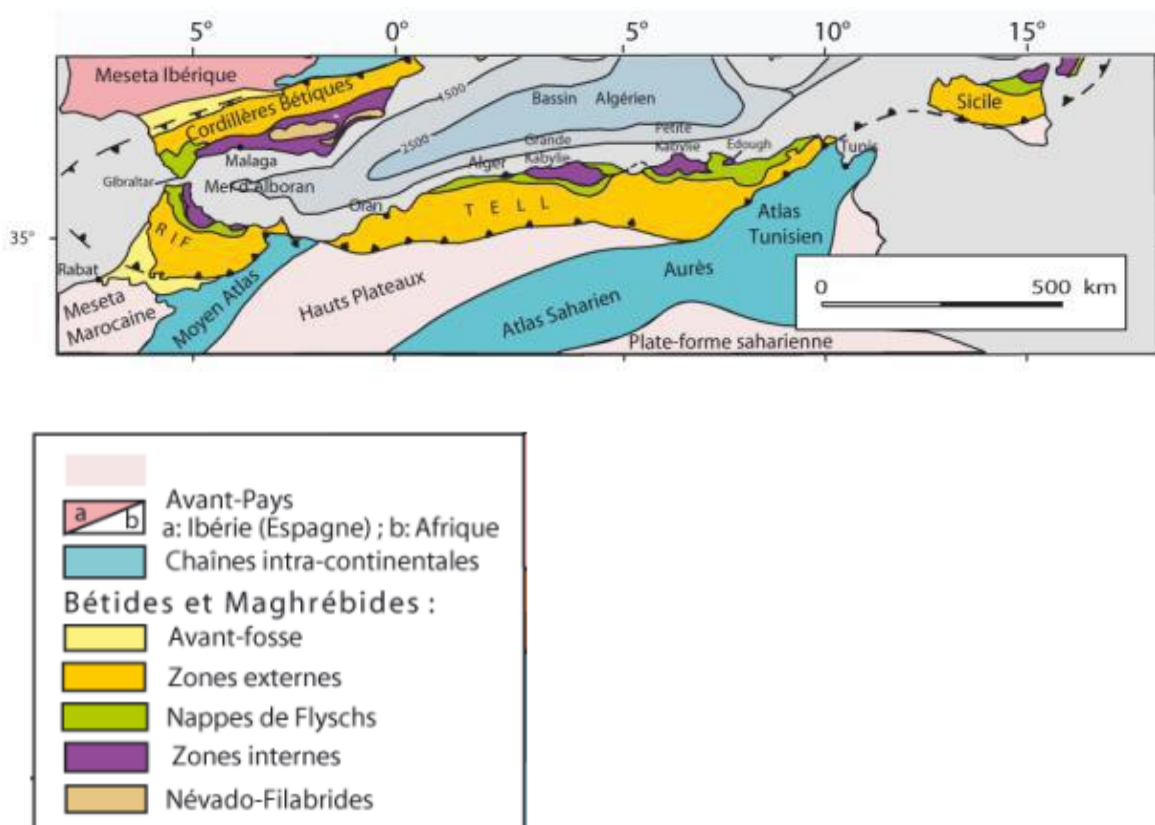


Figure 03 : Schéma structural des chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (d'après Chalouan)

Toutes les zones qui sont proches de la mer méditerranéenne sont appelées zones internes et les autres qui sont plus au sud sont appelées zones externes. La déformation complexe qu'elle

a subit cette chaîne reste compliquée. La présence de plusieurs hypothèses concernant la reconstitution paléogéographique et structurale qui a été faite par plusieurs auteurs et qui se contredisent. Cette déformation méso-cénozoïque a provoqué des charriages nappes sur nappes ce qui a donné comme résultat l'allochtonie de plusieurs formations.

« La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens est l'aire où sont manifestées une ou plusieurs tectoniques tangentielles ayant engendrées des recouvrements importants (chevauchements et nappes de charriage) impliquant des terrains d'âge Miocène » (J. M. Vila, 1980).

### **I.2.1. La coupe N-S du Nord algérien**

D'après (M. Durand Delga ; J. F. Raoult 1955) Les zones internes caractérisées par des formations cristallophylliennes paléozoïques couvertes par d'autres formations sédimentaires d'âge Mésozoïque à Tertiaire, et par rapport à la stratigraphie on peut diviser le Nord Algérien transversalement en trois domaines :

- Domaine interne
- Domaine médian
- Domaine externe

### **I.3. La géologie locale**

#### **I.3.1. Interprétation de la carte géologique 1/50 000 d'El Khroub (Raven, 1957)**

La région d'El Khroub est située dans le N-E de l'Algérie et plus précisément dans le S-E du chef-lieu de la wilaya de Constantine, géologiquement parlant, cette région est située dans le domaine externe par rapport à l'orogénèse alpine (ou chaîne des maghrébides).

La feuille d'El Khroub est délimitée au Nord par El Aria, au Sud par Ain Fakroun, à l'Est par Aine Ragada, et à l'Ouest par Oued El Athmania.

#### **I.3.2. Analyse lithostratigraphique**

D'après la feuille de la région d'El Khroub (**Figure 04**) le paléogène occupe le tiers de cette dernière. Les autres parties sont représentées par des terrains d'âge Crétacé et Néogène.

Le Quaternaire dans cette carte est limité au niveau des Oueds et terrasses alluviales.

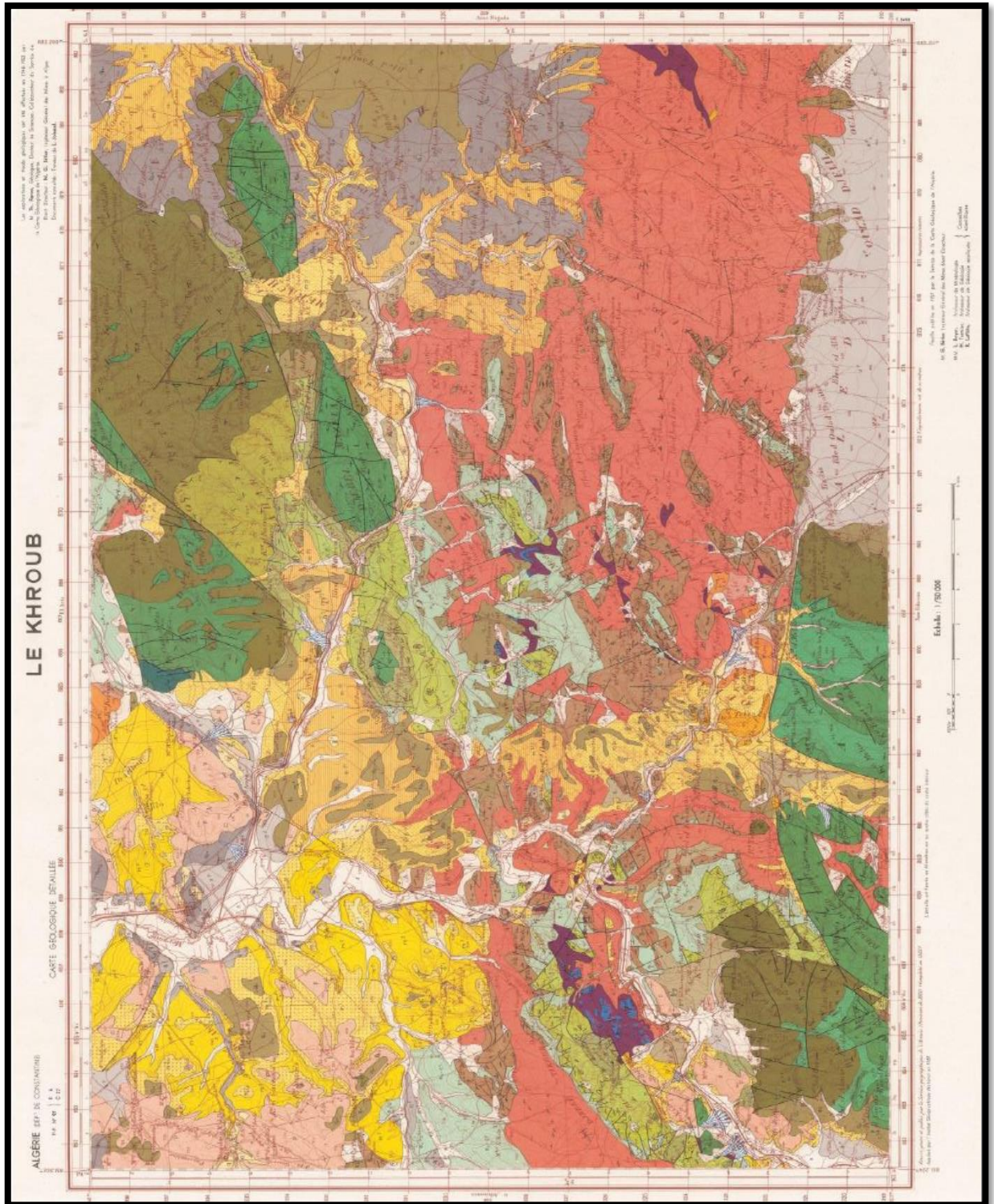


Figure 04 : [Carte Géologique au 1/50000, feuille n° 97 (Raven, 1957)]

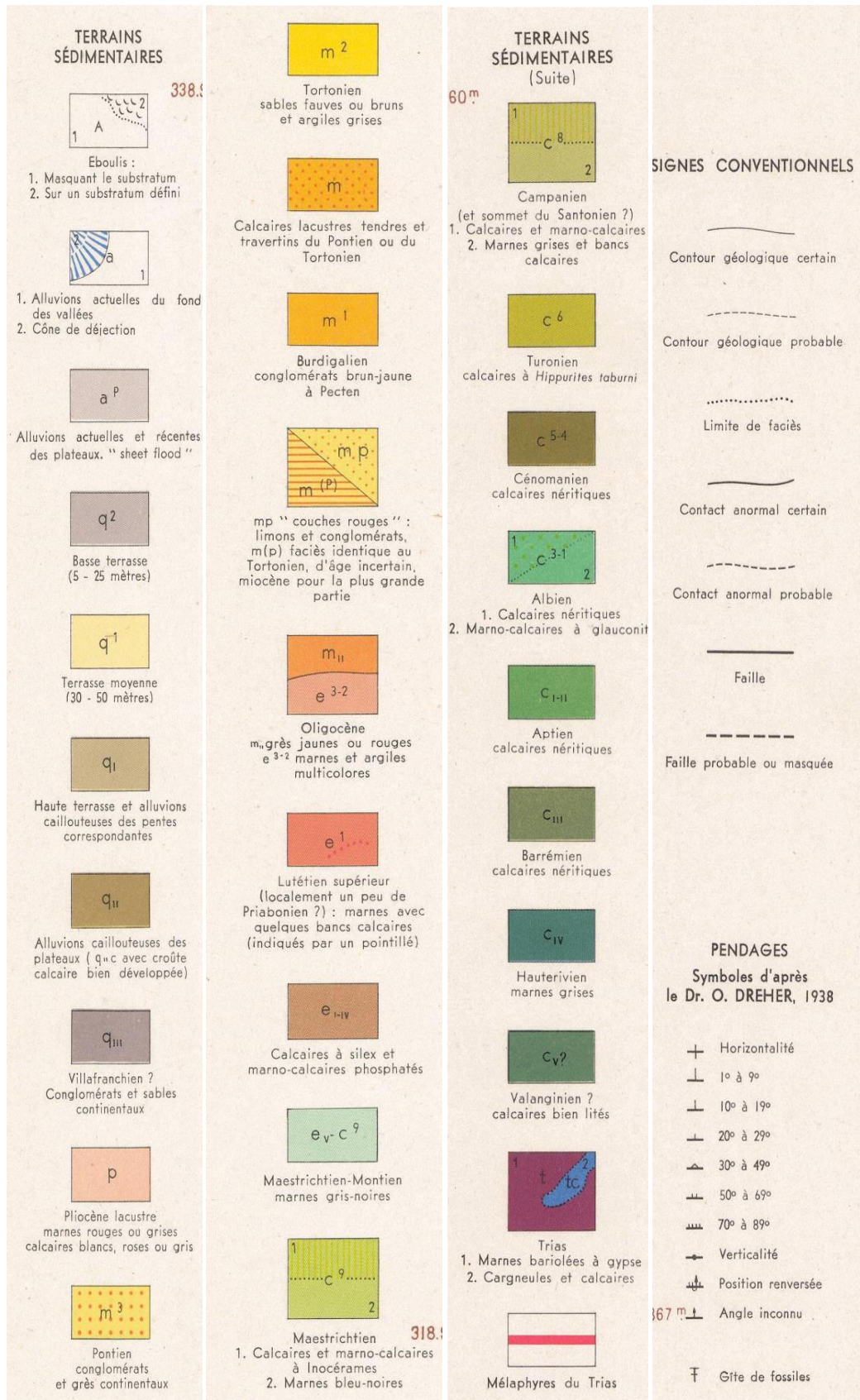


Figure 05 : Légende de la Carte Géologique au 1/50000, feuille n° 97 (Raven, 1957)

### I.3.3. Lithologie et stratigraphie du gisement de la carrière d'ENG

Les gisements sont constitués de roches carbonatées, essentiellement des sables et graviers qui proviennent de calcaire massif d'âge Crétacé, de couleur blanche à blanc grisâtre renfermant de petites fissures et de grandes fractures remplies de calcite et d'oxydes (Rapport carbonates de calcium, E.N.G, 1991).

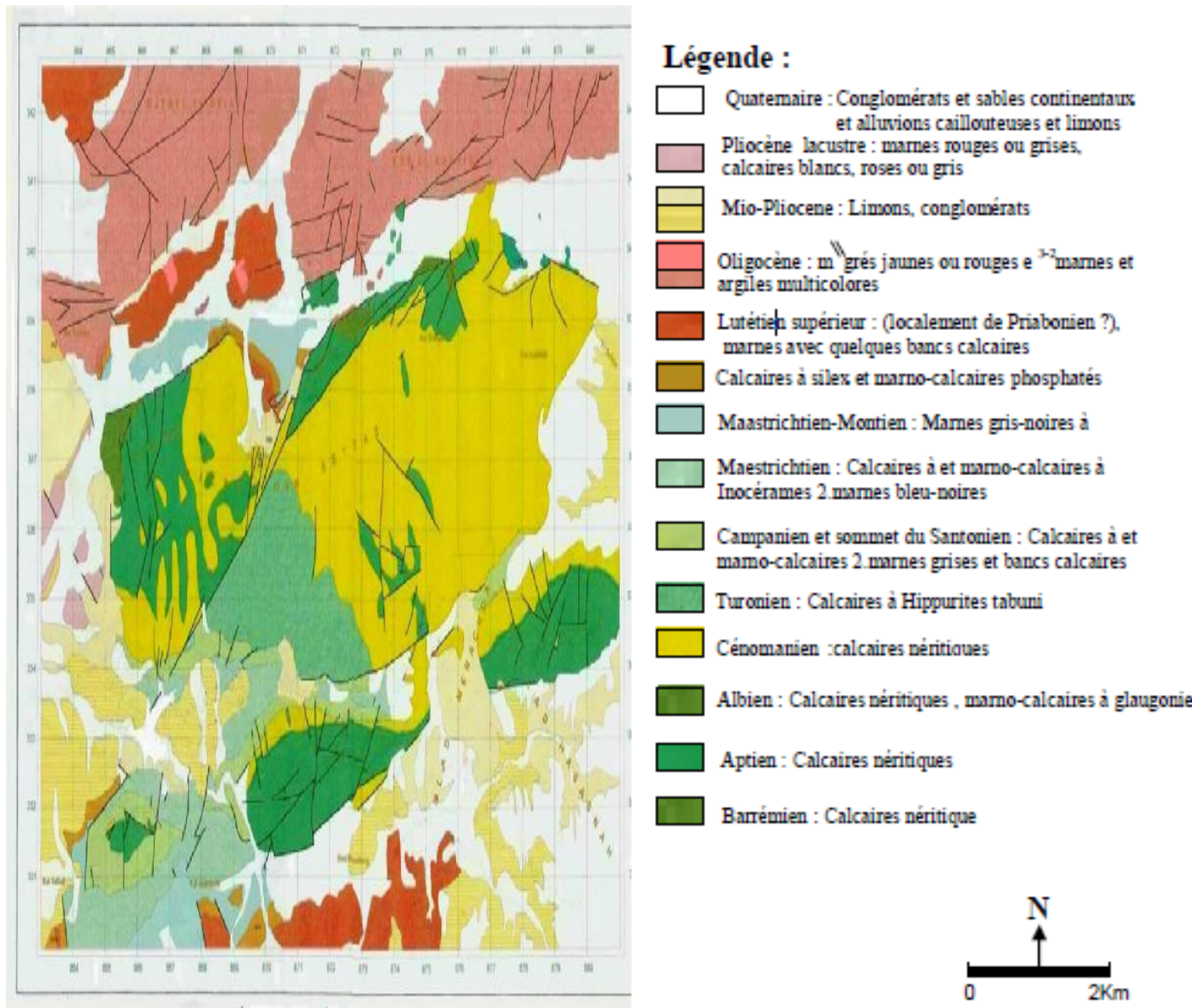


Figure 06: la carte géologique du massif de l'Oum Settas

(Wassila Nacer, 2005)



I.3.4. La stratigraphie et lithologie du massif de L'Oum Settas :(Figure 07)

- ✚ Le Barrémien :(> 40m)
- ✚ L'Aptien
- ✚ L'Albien-Vraconien
- ✚ Le Cénomaniien
- ✚ Le Turonien :(250m)
- ✚ Le Sénonien supérieur : (250 a300m)
- ✚ Le Paleogène
- ✚ Le Néogène : (LE MIOPLIOCENE CONTINENTAL)
- ✚ Le Quaternaire

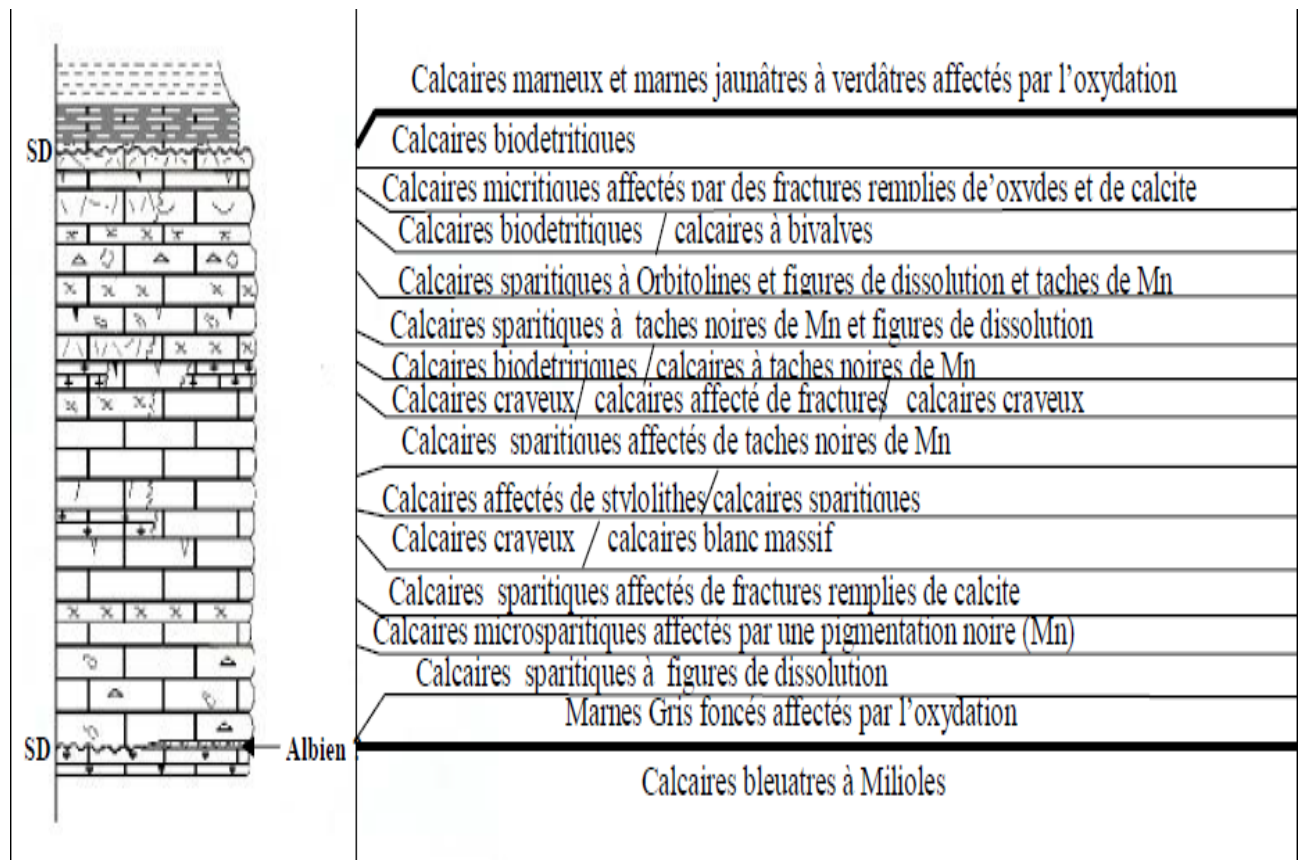


Figure 07:Log lithologique synthétique du terrain d'étude

### **I.3.5. Lithologie et stratigraphie du gisement de la carrière d'ENG :**

- Le Crétacé
- Le Cénomaniens
- Le Sénonien supérieur
- Le quaternaire

### **I.3.6. La tectonique locale de l'Oum Settas :**

L'aspect structural de l'ensemble Oum Settas-Mazela d'après J. M. Vila : permet de faire de très bonnes observations, est que l'unité de Bou Nouara se réalise sur diverses limites, par exemple au N nord-est du Kef el Aneur sur le Sénonien supérieur, et à al Koudiat el Kerma Mourra sur le Turonien...etc. les failles qui sont classées dans la phase atlasique séparent Djebel Oum Settas en deux parties, on peut observer ça nettement dans la partie nord de la feuille d'El Khroub. Reven, (1957). (naggar, CE ,2016/2017).

### **I.3.7. La tectonique du gisement :**

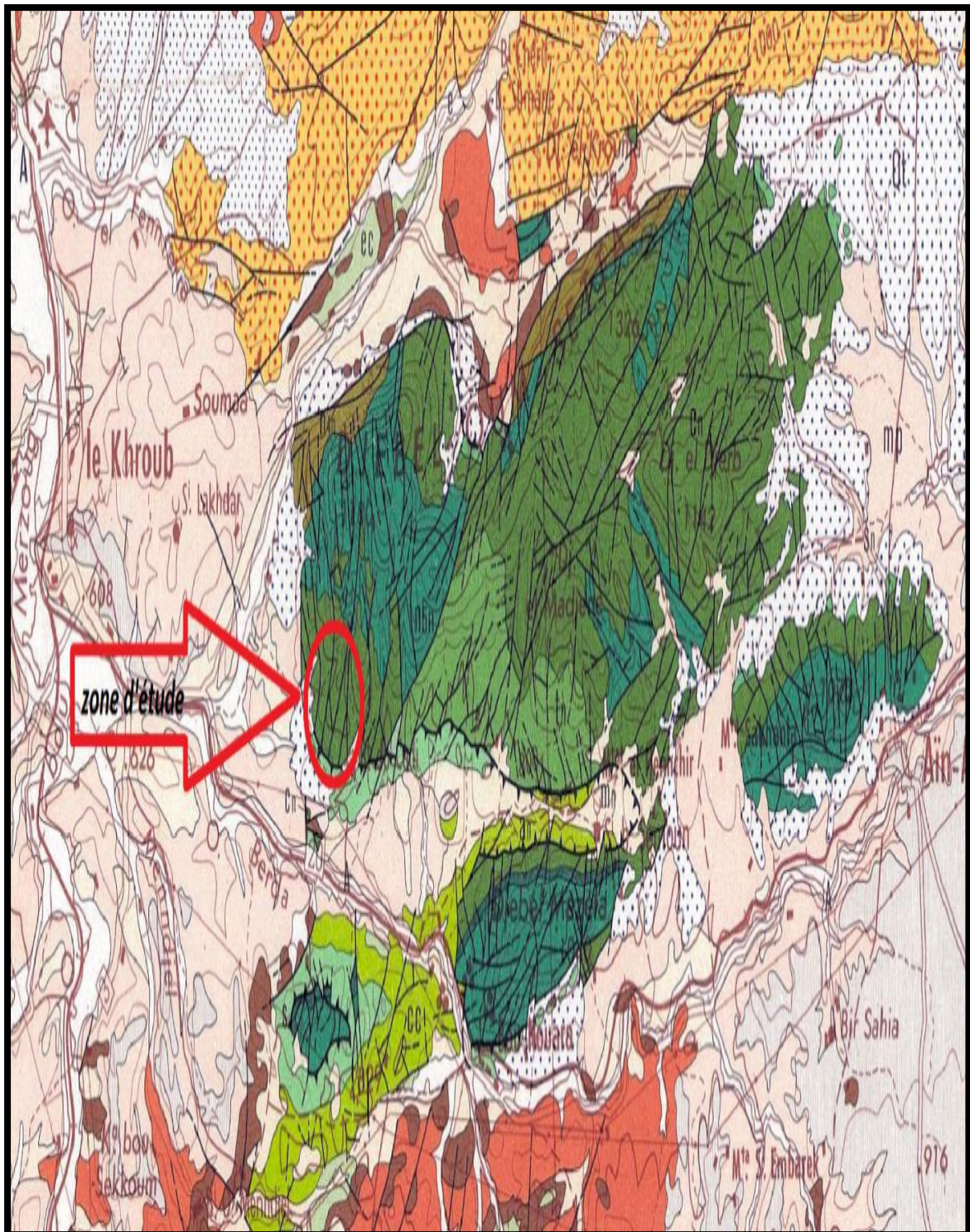
Le gisement présente un style tectonique très complexe qui à l'origine de la perturbation sédimentologique tels que les hétérogénéités des épaisseurs et les variations de faciès.

Il existe cinq familles de linéaments :

NW-SE, N-S, NNE-SSW, NE-SW, E-W.

Les deux familles NNE-SSW et NE-SW, constituent un réseau de fractures qui représentent les deux grands accidents majeurs, traversant le gisement de l'amont vers l'aval, ils sont entrecoupés par d'autres linéaments secondaires de direction NW-SE.

En outre un grand réseau en formant des blocs losangique dans leur totalité ;qui sont associés sans doute aux grands couloirs d'accidents ayant engendré des zones d'affaissement , surtout au niveau des gradins en aval à l'Est de la carrière (cavernes de grande ampleur remplies d'argiles, des oxydes de fer et de la calcite de recristallisation). (ENG El Khroub, 2016). (naggar CE, 2016/2017).



**Figure 08: une scène coupée de la carte géologique 1/200 000 Constantine montre réseau de fracturation qui Affecte notre zone d'étude**

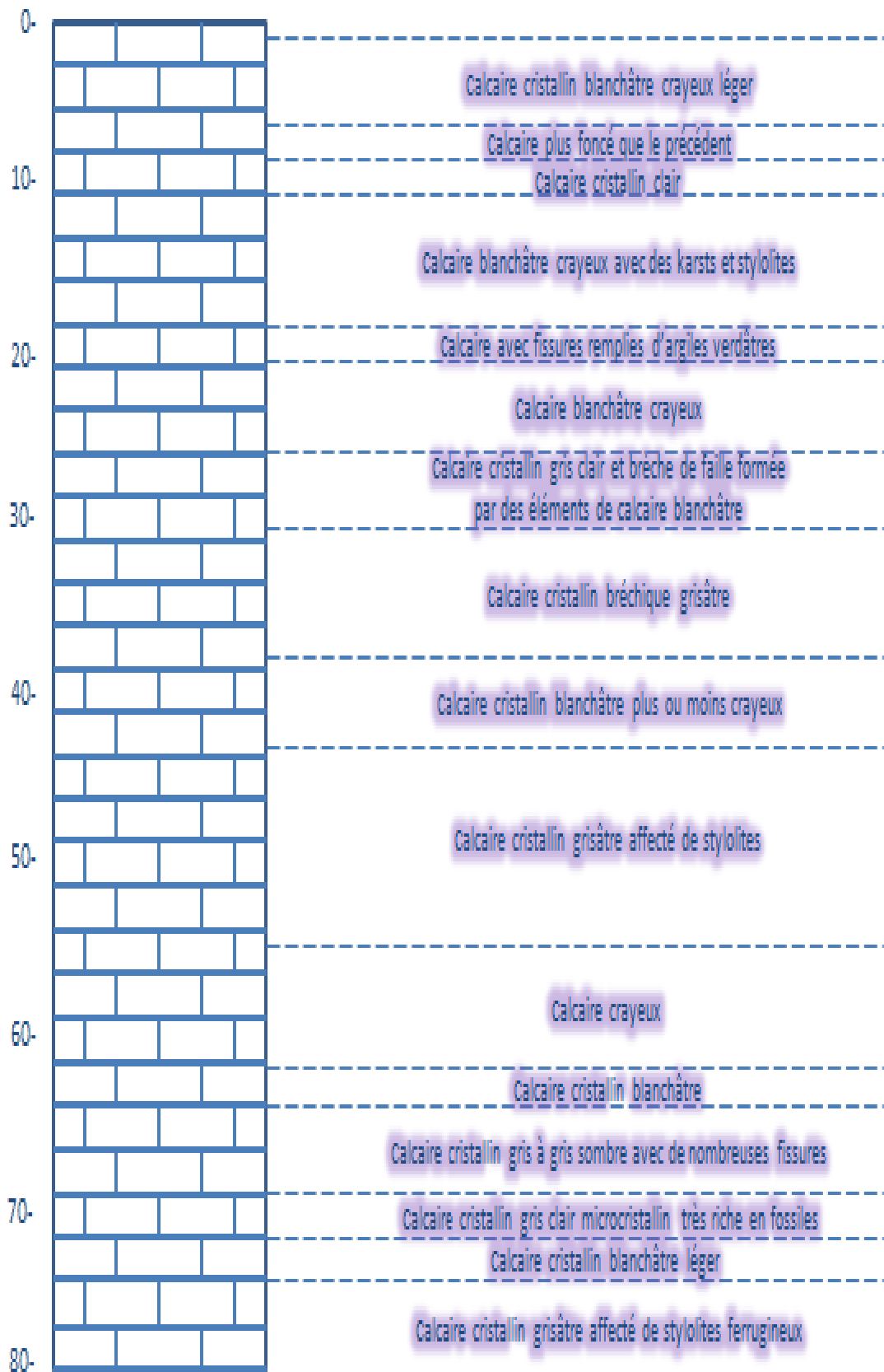


Figure 09 : Lithologie du sondage S22 implanté dans la partie nord de la carrière (ENG, 2016)

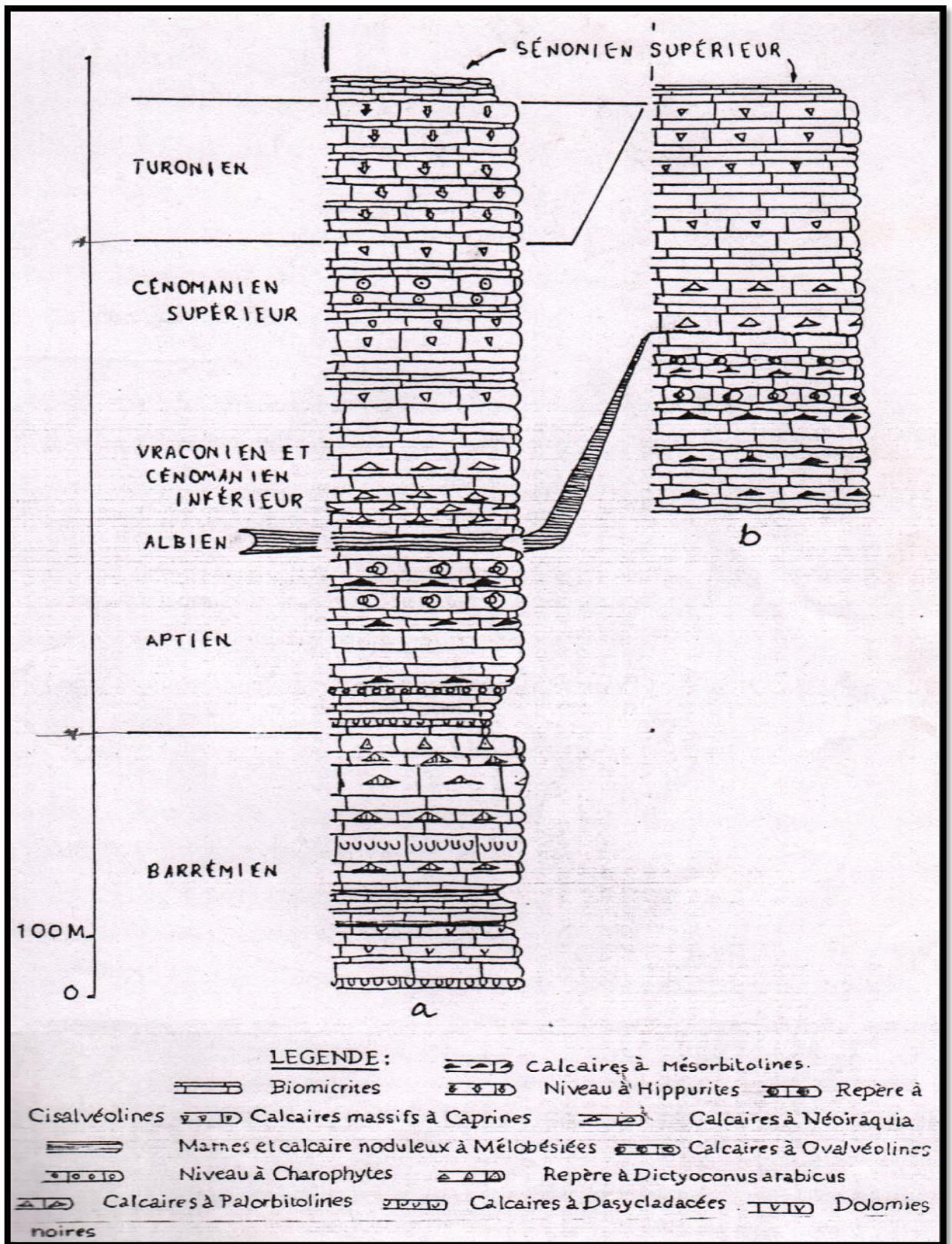


Figure 10 : Représentation schématique de la série de l'ensemble Oum Settas-Mazela (d'après J. M. Vila, 1980)

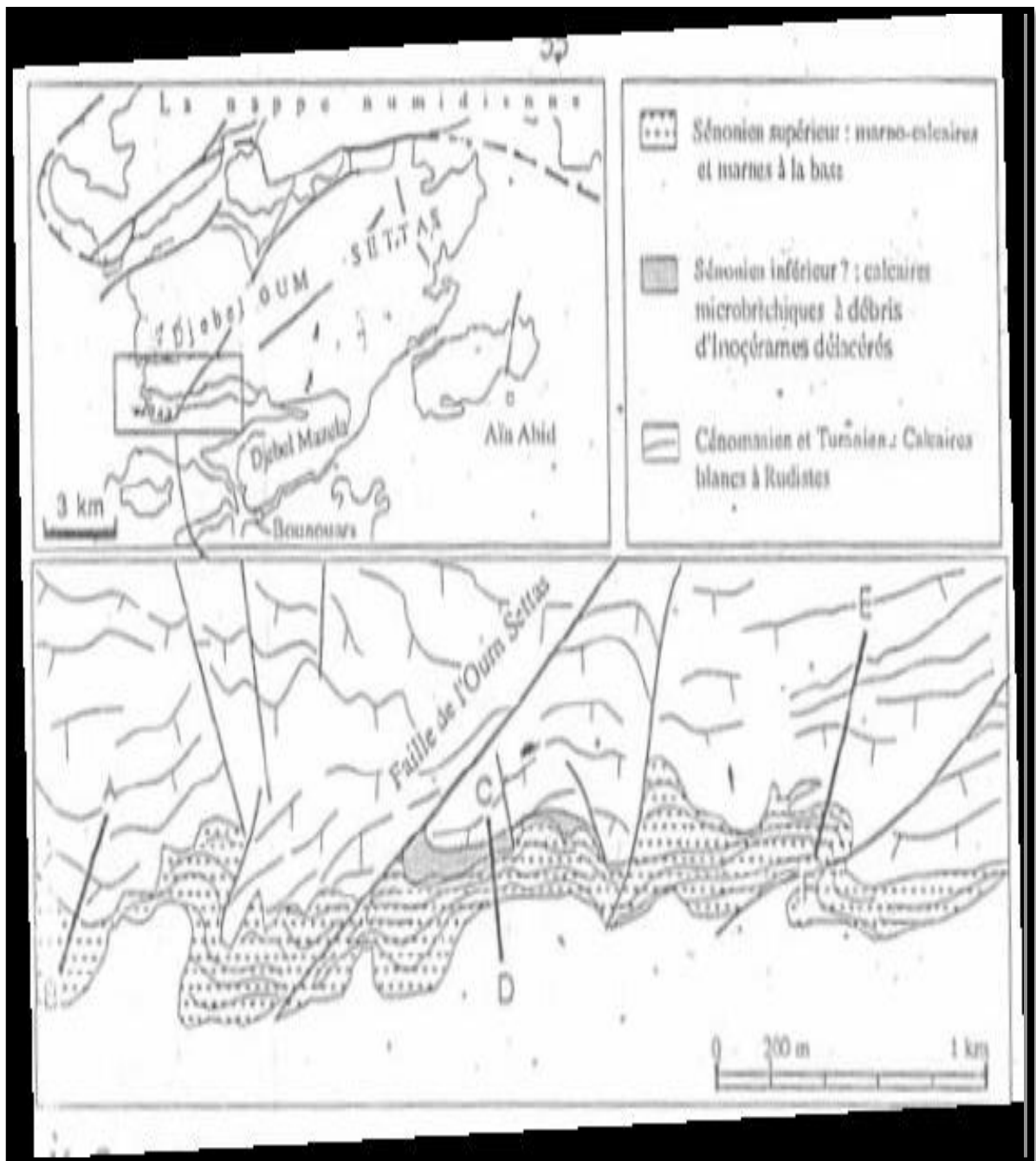


Figure 11 : Carte géologique simplifiée du flanc Sud-Ouest du massif d'Oum Settas (Y. ARIS, 1994)

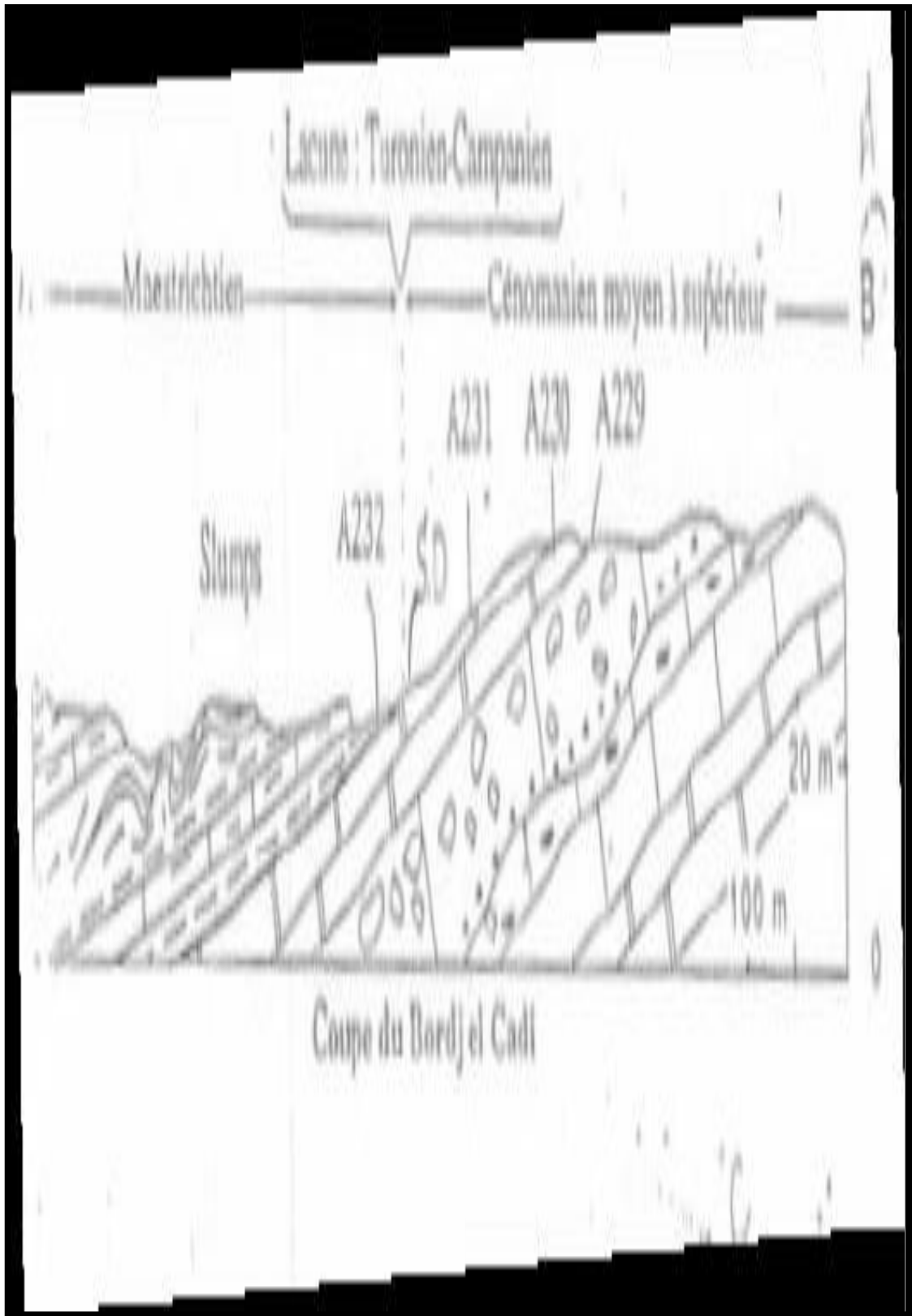


Figure 12 : La coupe NE-SW du Bordj El Cadi au Sud-Ouest de l'Oum Settas et au Sud de la carrière d'ENG (Y. ARIS, 1994)

### Résumé

A l'Est de Constantine, le massif des Djebels Oum Settas, Mazela, et Aine el Hadjer est organisé comme le célèbre rocher de Constantine (Vila, 1977, 1980), en deux ensembles superposés bien distincts :

- a) à la base, une épaisse série de calcaires massifs à faciès de plateforme épinéritique, à microfaune benthique abondante allant du Barrémien au Turonien, complétée localement en une douzaine de points par de minces placages de biomicrites massives claires transgressives du Maastrichtien, analogue à celles qui couronnent le Rocher de Constantine (Vila, 1974, 1977). Cet ensemble correspond au sommet de la nappe néritique constantinoise (Vila, 1978).
- b) Au-dessus, vient une série à faciès tellien du Crétacé supérieur, constituée d'alternance sur une assez forte épaisseur (450 à 500 m) de séquences marneuses plutôt sombres et marno-calcaires claires, ces dernières formant deux barres caractéristiques au Barrémien au Campanien et au Maastrichtien, ces séquences livrent d'abondantes microfaunes pélagiques couvrant un intervalle bien daté du Campanien inférieur à *Globotruncana elevata* (Vila et al., 1993).



### II. Carrière Géante (ENG) d'EL Khroub

#### II.1. L'historique de l'ENG

L'Entreprise Nationale des Granulats issue de la restructuration de la SNMC (Société Nationale des Matériaux de Construction) a été créée par décret N°86.270 du 04 novembre 1986, avec effet à partir du 1er janvier 1987.

L'Entreprise Nationale des Granulats est passée à l'autonomie et est devenue une société par actions. Le capital social de la société est de 3 milliards de dinars.

Le siège de l'entreprise est implanté au Gué de Constantine - Alger.

L'Entreprise Nationale des Granulats est chargée de la gestion des activités de production, de commercialisation et de développement des granulats, du carbonate de calcium et des pierres ornementales. (Rapport de l'ENG).

A compter de l'année 2000, la relance de l'activité économique est ressentie, ce qui a permis à l'ENG de renforcer davantage son activité en confortant sa présence sur le marché national et en réalisant des performances en matière de production et de résultats financiers.

Le patrimoine de l'ENG est constitué de:

- neuf (09) carrières de granulats.
- une usine de carbonate de calcium, mise en service en 1994.
- une unité chargée des pierres ornementales appelée RoCaAl. depuis le 1er janvier 2004.
- concassage en substitution aux sables d'oued dont l'extraction sera interdite à partir du mois d'août 2009. (Rapport de l'ENG).

Les trois (3) plans de développement gouvernemental successifs (2000-2004) et (2005-2009) et (2010-2014) ont induit une forte demande de granulats avec cependant une pause en (2011/2012). (ENG.DZ, 2021).

#### II.1.1. Les caractéristiques de la carrière ENG (selon l'ENG)

La carrière d'ENG qui est appelée communément la « carrière géante » par rapport à sa taille immense qui s'étale sur une superficie de 174 Hectares et qui est mise en exploitation dans la fin de années 1979, se trouve à quelques 24 Km au SE de Constantine et à environ 8 km d'El Khroub, dans le massif de L'Oum Settas.

- Les coordonnées Lambert rapportées au centre du gisement sont :
- X = 866.1m [Carte Géologique au 1/50000, feuille n° 97 (Raven, 1957)].

➤ Y = 334m.

Cette carrière est exploitée avec une méthode d'exploitation à ciel ouvert par rapport à la morphologie du gisement (Figure 13).

L'étude morphologique du gisement donne une structure Monoclinale assez simple. Son relief est représenté par une pente d'une forme presque ronde qui est entourée de ravins (Nacer, 2005), (Neggar CE, 2016/2017).cette durée est estimé à 50 ans à partir de la date d'ouverture de cette carrière.



Figure 13 : La carrière géante vu en direction NE

### II.1.2. Notion d'une carrière

Une carrière, au sens commun, est un lieu où la roche est extraite du sol. La carrière est l'ensemble des ouvrages destinés à l'exploitation du gisement en découvertes.

Nous distinguerons les exploitations de roches dures de type industriel (carrières destinées à la production de granulats, de chaux ou de ciment), les exploitations de pierre destinées à la taille, et enfin les exploitations de roches meubles (sables, argiles, craies, gravières).

Une carrière à ciel ouvert est exploitée à l'air libre, soit à flanc de colline, soit dans une fosse qui va en s'approfondissant et en s'élargissant. Le profil d'une telle carrière montre des gradins constituant le front de taille et progressant horizontalement dans le matériau. La hauteur des gradins va de 10 m à 20 m, la pente du talus limitant un gradin est de 60° à 80°, elle est dépendante de la tenue des terrains.

### II.1.3. Eléments du gradin de la carrière

De façon générale, une carrière est constituée des gradins qui sont des tranches du minerai ayant la surface de travail sous forme d'une marche d'escalier. On distingue les éléments suivants du gradin (ALIOUCHE M, 2008), (Figure 14) :

a = plate-forme inférieure ;

b = plate-forme supérieure ;

c = arête supérieure ;

d = arête inférieure ;

e = talus ;

$\beta$  = angle de talus;

h = hauteur de gradin.

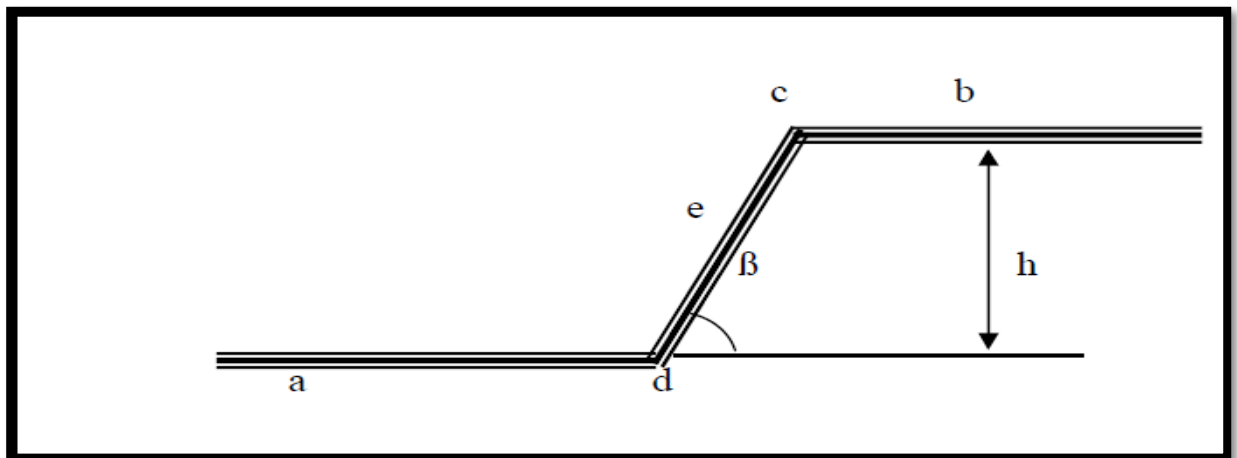


figure14 : Schéma d'un gradin

### II.1.4. Paramètres et techniques d'exploitation d'une carrière

Les paramètres principaux de l'exploitation de la carrière sont :

- Hauteur du gradin.
- Largueur de la plate-forme de travail.
- Longueur du bloc.
- Longueur et sens de marche du front de travail.

Ils sont commandés par la nature du gisement et dans une très large mesure, par des engins de déblayement et de transport.

### II.1.5. Hauteur du gradin

Elle est choisie en fonction des paramètres de travail d'excavateur, de l'organisation des travaux de forage et de tir, de la sécurité de travail et d'autres facteurs.

Dans les roches tendres exploitées sans foisonnement préalable, la hauteur du gradin ne doit pas dépasser la hauteur du creusement maximum de l'excavateur. Dans les terrains meubles ou dans les roches dures, mais bien fragmentées par tir à explosif, la hauteur du gradin ne doit pas être supérieure à 1,5 la hauteur du creusement maximum.

### II.1.6. Largeur de la plate-forme

Elle est ordonnée selon les dimensions des engins de déblayement, de transport et parla technique de tir.

Lorsque l'abattage se fait à l'explosif, la largeur minimale de la plate-forme de travail est appréciée par la formule suivante :

$$L_{p.t} = \Sigma Z + T + C + X + A, [m].$$

Z : la largeur du prisme éventuel d'éboulement, [m].

Elle est donnée par :  $Z = h (\text{ctg } A - \text{ctg } D)$ , [m].

H : la hauteur du gradin, [m].

A : l'angle de talus de gradin en exploitation ( $60^\circ - 80^\circ$ ).

D : l'angle de talus de liquidation ( $35^\circ - 60^\circ$ ).

T : la largeur de la voie de transport, [m].

C : la distance entre l'arête inférieure du tas et la voie de transport (2 - 2,5), [m].

X : la largeur du tas des roches abattues en dehors de l'enlevure, [m].

A : la largeur de l'enlevure en massif, [m].

La largeur X dépend de la hauteur du gradin, de la nature de terrain, des paramètres des travaux de forage et de tir.

Elle est précisée par des essais sur place, en terrains tendres, la largeur de la plate-forme de travail se détermine par analogie.

### **II.1.7. Longueur du bloc**

Suivant la longueur, un gradin peut être divisé en blocs qui s'exploitent par des moyens d'abattage et de chargement indépendants.

La longueur du bloc est de 200 à 400 m lors du transport par wagons et locomotives et de 100 m à 250 m lorsque le transport se fait par camions.

### **II.1.8. Déplacement du front de taille**

Le front de travail peut se déplacer parallèlement, en éventail ou radialement.

Dans le premier cas, la progression de tous les points du front se fait avec une même vitesse. Les gradins sont exploités par enlevures de même largeur. Ce déplacement est pratiqué dans les gisements d'étendue considérable.

Déplacement du front en éventail, la vitesse de progression de différents points varie de zéro (0) jusqu'à un maximum à l'extrémité du gradin est variable. Le déplacement du front en éventail est appliqué également lorsqu'on ouvre le gisement par tranchée spirale.

Le déplacement radial est caractérisé par la variation de l'étendue du front de travail à chaque gradin durant toute la période de l'exploitation de la carrière.

On l'emploie pour les gisements pentes, de faible étendue afin de réduire le volume des travaux d'ouverture et de préparation.

### II.2. Fabrication des granulats

Issus de roche massive, meuble ou du recyclage, les granulats entrent dans la formulation du béton. À ce titre, ils constituent un élément-clé de la construction et des travaux publics.

Les granulats sont des petits morceaux de roches (gravillons, sable, etc.), d'une taille inférieure à 80 mm. Ils ont de multiples usages : ils participent à la réalisation des ouvrages de travaux publics, de génie civil et de bâtiment et sont dans ces domaines une **matière première indispensable**.

Les granulats peuvent être issus :

- de roche massive (calcaire, roche dure, roche d'origine volcanique) ;
- de roche meuble (sables, matériaux alluvionnaires) ;
- du recyclage (granulats fabriqués à partir de la déconstruction d'ouvrages en béton, de rebuts et d'excédents d'unités de production...).

Selon leur origine, le procédé de fabrication diffère :

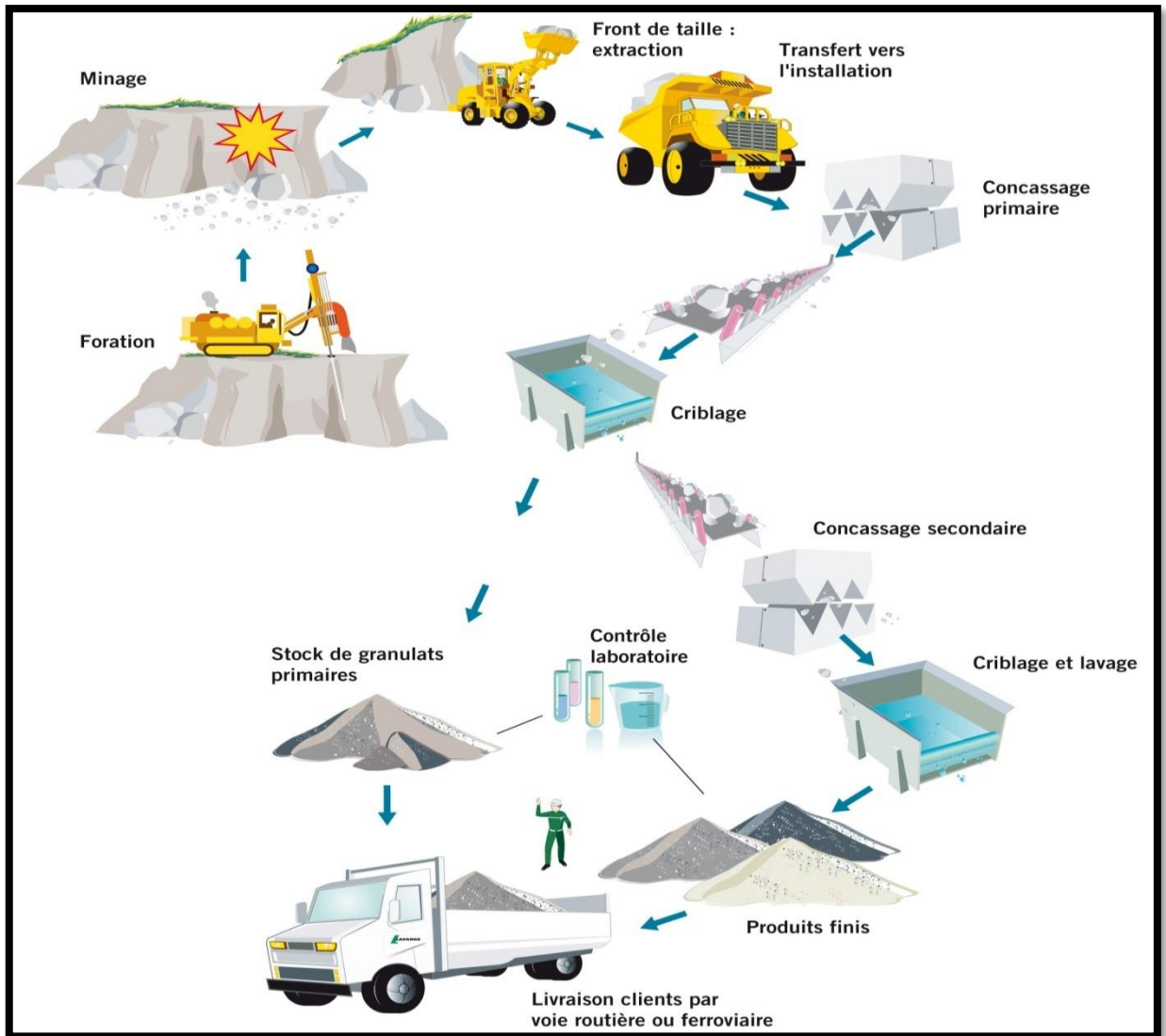
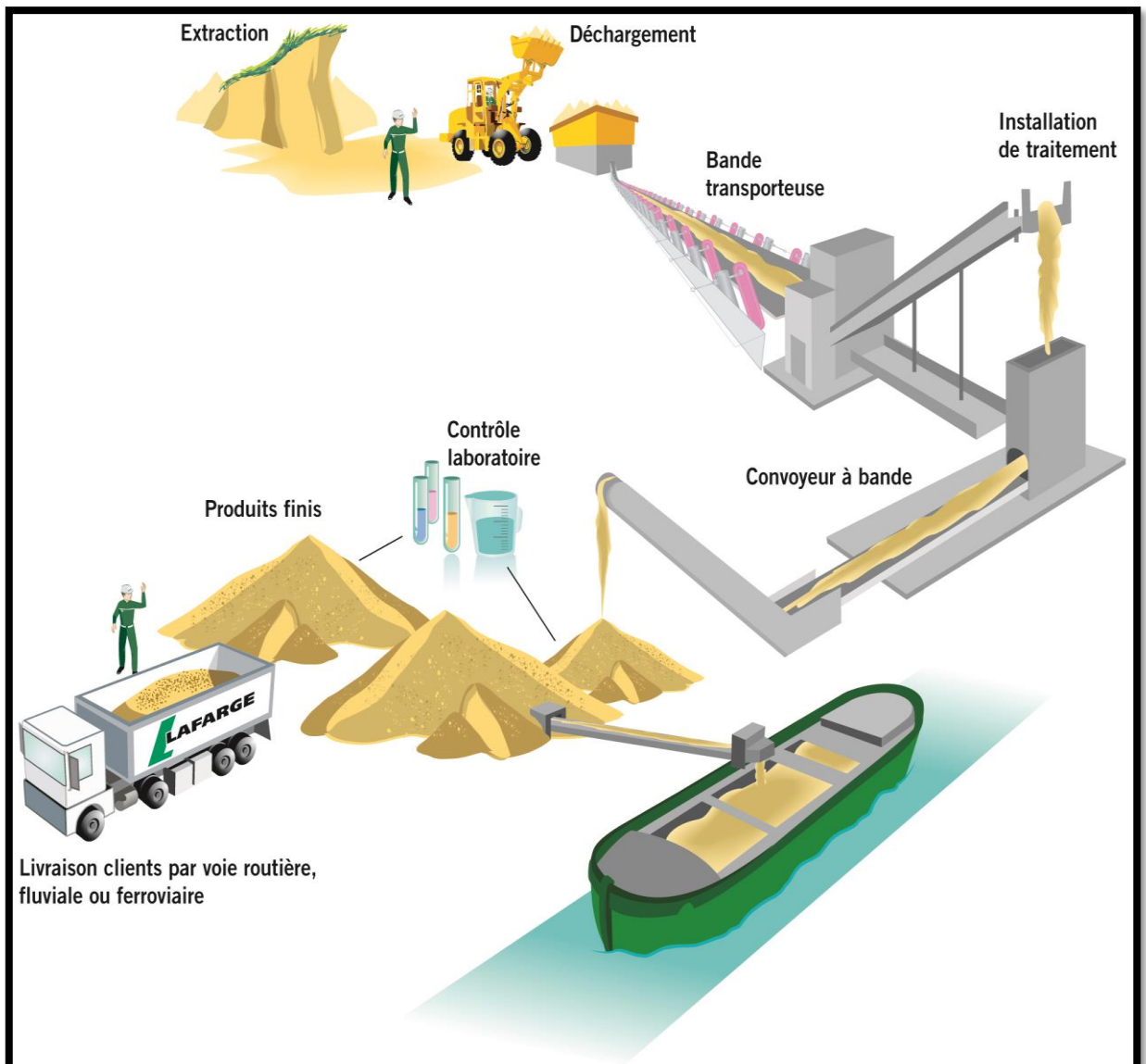


Figure 15 : Fabrication en roche massive

La fabrication en roche massive commence par une phase d'extraction, avec l'utilisation d'explosifs. C'est l'**abattage**. Les matériaux extraits vont ensuite être **lavés, concassés et criblés** pour obtenir la granularité souhaitée. Les plus grosses fractions de roche sont rejetées lors du criblage, pour subir un nouveau concassage.

me



**Figure 16 : Fabrication en roche meuble**

La fabrication en roche meuble est plus simple puisque **l'extraction ne nécessite pas de fractionner la roche** : elle est exploitée directement dans la carrière, avant d'être lavée et triée, avec peu ou pas de concassage. Le lavage est en revanche une étape importante pour débarrasser les sables ou graviers de l'argile qui les enrobe.

- Une exigence de qualité :



Quelle que soit leur origine, les granulats produits et mis sur le marché par Lafarge sont fabriqués avec une forte exigence de qualité.

### **II.3. L'extraction des granulats (sable, graviers)**

#### **II.3.1. Définition de l'extraction des granulats**

L'extraction est une phase essentielle de la production des granulats à partir de roches massives. Elle s'accompagne de choix stratégiques, comme la sélection d'un banc (roche), choisi pour sa couleur ou sa dureté (LAFARGE@ 2021).

Le sable et le gravier constituent l'une des matières premières les plus abondantes dans le sous-sol.

#### **II.3.2. Les différents types d'extraction**

Ilya deux types d'extraction :

##### **a. L'extraction à sec :**

Elle caractérise les substances tendres ou dures. Si les matériaux sont trop durs pour pouvoir être excavés directement, ceux-ci doivent d'abord être abattus. Il est ensuite chargé mécaniquement et transportés vers les ateliers de préparation mécanique. Les exploitations de surface pratiquant l'extraction à sec nécessitent des dispositifs d'exhaure évacuant les infiltrations d'eau.

##### **b. L'extraction marine :**

C'est la récupération de matériaux non consolidés sur le plateau continental, c'est à dire à proximité de la côte (gisements alluvionnaires marins), les travaux se faisant aussi par voie mécanique ou hydraulique, et d'autre part les exploitations dans les régions abyssales, où les matériaux sont remontés des fonds marins.

### II.3.4. Les étapes de l'extraction des granulats

Les étapes de l'extraction des granulats se déroulent Cinque étapes successive, quel que soit le type de granulat (des roches massives, alluvionnaires) :

#### 1. Le décapage (ou découverte) :

Découvrir la carrière, c'est retirer les terrains situés en surface pour mettre à nu les niveaux à exploiter. On retire ainsi la terre végétale, les roches plus ou moins altérées et les niveaux stériles.

Ces matériaux de découverte seront alors stockés séparément afin de pouvoir être utilisés ultérieurement dans le réaménagement de la carrière.

#### 2. L'extraction :

- **L'extraction en terrain meuble** a lieu soit en milieu sec, soit en milieu hydraulique selon le positionnement des couches de terrain extraites par rapport au niveau de la nappe phréatique.

En milieu sec : on exploite directement les granulats alluvionnaires avec les engins traditionnels de travaux publics tels que pelles ou chargeuses (bulldozers munis d'un large godet basculant).

L'extraction peut avoir lieu en fouille (par le haut) ou en butte (par le bas) avec une progression latérale du front de taille.

En site immergé : l'extraction peut être réalisée par des engins flottants : drague à godets, à grappin ou drague suceuse.

Dans le cas des sites immergés peu profonds, l'exploitation pourra avoir lieu depuis la rive avec des pelles à câbles équipées en drague line, des pelles hydrauliques ou des excavateurs à godets.

Le dragage ramène à la surface le « tout-venant » qui est ensuite chargé sur un bateau, sur camions ou sur bandes transporteuses en bord de rive.

- **Dans les carrières de roches massives**, l'extraction des roches nécessite l'emploi d'explosifs. Après forage de trous, les tirs de mines provoquent l'abattage d'une grande quantité de matériaux éclatés. Les éclats de roches (éléments couramment de plusieurs dizaines de centimètres) sont ensuite chargés et transportés vers le centre de traitement.

Le tir est placé sous la responsabilité d'un professionnel spécialisé : le boutefeux.

Il prépare le plan de tir, et programme notamment un léger décalage entre les explosions afin de réduire la nuisance du bruit et des vibrations pour les habitants vivant à proximité de la carrière.

### 3. Le transfert vers les lieux de traitement :

- ✓ **En continu**, à l'aide de transporteurs à bandes. La disposition des unités de bandes transporteuses est modifiée en fonction de la progression de l'exploitation. Dans le cas d'une extraction en milieu hydraulique, on utilise parfois un système de tuyauteries ou de bandes transporteuses flottantes entre la drague et la berge.
- ✓ **En discontinu**, par des camions et dumpers pour les extractions terrestres et par bateaux ou barges dans le cas des exploitations immergées trop loin des rives.

### 4. Le traitement :

Les installations de traitement comprennent plusieurs postes de fabrication :

- la fragmentation (concassage),
- le classement (criblage) des matériaux,
- des dispositifs de manutention (engins sur pneu et bandes transporteuses)

Des stockages intermédiaires, soit en trémies, soit en tas au sol avec reprise par extracteurs en souterrain ou par engins mobiles, assurent l'indépendance fonctionnelle des postes de fabrication.

Ces installations de traitement sont le plus souvent situées sur le site de la carrière. Il arrive cependant qu'elles se trouvent ailleurs que sur le site d'extraction des granulats.

### a. Le concassage ou broyage :

Opération essentielle du traitement des roches extraites pour la production de granulats, le concassage consiste à réduire la taille des morceaux de roche. Il permet d'obtenir :

- lors d'une première étape, par un concassage dit primaire, des matériaux relativement grossiers.
- lors d'étapes suivantes, dites secondaire puis tertiaire, des matériaux de plus en plus fins.
- Le concassage et le broyage sont des opérations mécaniques réalisées à partir d'appareils communément appelés concasseurs. Il en existe différents types que l'on choisit en fonction de la granulométrie d'entrée, de la charge circulante et du débit de sortie.

### b. Le criblage :

Le criblage (ou tamisage) est l'opération qui permet de sélectionner les grains et de séparer un ensemble de grains en au moins deux sous-ensembles de granulométries différentes, le crible ne laissant passer dans ses mailles que les éléments inférieurs à une certaine taille.

Le criblage a 2 vocations dans la chaîne de production :

- **une vocation technique** : orienter les granulats, en fonction de leur taille, soit vers des unités de broyage, soit vers un poste de criblage final,
- **une vocation dite de classement** : trier les granulats suivant des spécifications dimensionnelles données (criblage final). Ainsi, par une succession de criblages, on peut trier les grains et obtenir des granulats de tous les calibres souhaités.

Le criblage est une opération mécanique réalisée à partir d'appareils communément appelés cribles. Ils sont équipés de grilles perforées avec des ouvertures de taille déterminée en fonction de la dimension des grains recherchée.

### c. Le lavage :

Le lavage a pour but d'éliminer les fines polluantes agglomérées entre elles ou collées à la surface des produits finis.

Le lavage est utilisé dans le traitement de tous les gisements (roches massives, roches meubles,...) destinés à la production de granulats dits « propres », en particulier pour la fabrication de béton.

### 5. Stockage et livraison :

En fin de traitement, on obtient des produits de qualités qui répondent à des critères de qualité bien précis.

L'exploitant peut aussi réaliser des mélanges avec des proportions précises pour chaque composant, ceci en vue d'utilisations particulières ou pour économiser les gisements.

Une fois réduits, traités et classés, les granulats sont acheminés vers les aires de stockage, soit sous forme de tas individualisés, soit en trémies ou silos.

Leur acheminement jusqu'au client peut se faire par camion, par train ou par péniche.

### 6. Réaménagement du site :

En fine de l'extraction le site doit être réaménagé de manier responsable de collaboration avec la collectivité publique

En effet la carrière est réaménagée progressivement au fur à mesure de la ré-exploitation pour devenir un nouveau lieu s'intégrant dans l'environnement.

La reconstitution des terres agricoles, création de base de loisir, reconstitution des zones écologiques par l'amélioration de la biodiversité local à l'aide d'un aménagement favorable de la faune et de flore.

## II.4. Contrôle de qualité des granulats au niveau de laboratoire (ENG) :

- Contrôle de qualité :
  - Laboratoire central :

Le contrôle de qualité des produit de l'ENG est assure par le laboratoire centrale qui est équipé d'un matériel moderne et normatif afin de réalisé les essais pour la détermination des caractéristiques de fabrication et intrinstique des granulats suivant des modes opératoires bien définis et normalisé.

Le laboratoire central (figure 17), est en contact permanent avec les laboratoires de toutes les unités, neuf au total, pour la collecte des résultats d'essais effectués au sein de ces laboratoires qui sont équipés d'ailleurs d'un matériel qui permet parfaitement le contrôle de la production et pour le prélèvement mensuel des échantillons.

Tous les résultats obtenus sont traités par un logiciel récent des granulats afin d'établir des fiches techniques et des cartes de contrôle pour le suivi continu de la qualité des produits élaborés.



**Figure17 : Le laboratoire central de l'ENG**

- Contrôle Granulats :

Les analyses effectuées pour contrôler les caractéristiques de fabrication des granulats sont:

- La granularité

- L'épaisseur moyenne
- La propreté superficielle
- Le coefficient LOS ANGELES
- Le coefficient MICRO DEVAL

### II.4.1. Contrôle matière première et produits finis :

Le laboratoire Central assure aussi le suivi de la qualité de la matière première et des produits finis de l'usine de carbonate de calcium.

- Matière première :
  - Concassage
  - Broyage
  - Analyse chimique (sous-traitée)
  - Analyse Toxicologique (sous-traitée)
- Produits finis :
  - Analyse granulométrique par diffraction laser
  - Détermination de la blancheur
  - Détermination de la prise d'huile
  - Détermination de la prise D O P
  - Détermination de l'humidité naturelle
- Laboratoires d'unités :
  - Granulats :

C'est pour assurer une régularité des produits élaborés que l'ENG a créé un laboratoire de contrôle de la qualité au niveau de chaque unité. Ces laboratoires sont dotés d'un équipement moderne qui répond aux normes européennes pour la détermination des caractéristiques de fabrication des granulats élaborés par toutes les unités. (Figure : 18).

Dénomination	Description	Document
Norme NA 2607-190	Analyse Granulométrique par Tamisage	
Norme NA 458 - 1990	Essai Los Angeles	
Norme NA 255 - 1990	Mesure des Masses Volumiques Porosité, coefficient d'Absorption et Teneur en eau	
Norme NA 457 -1990	Essai Micro Deval	
Norme NA 463 - 1990	Analyse de la Propreté Superficielle	
Norme NA 256 - 1990	Mesure du Coefficient d'Aplatissement	
Norme NA 2608 - 1992	Mesure du coefficient de Friabilité	
Norme NA 456 - 1990	Equivalent de Sable à 10% de Fines	
Norme NA 455 - 1990	Equivalent de Sable	

**Figure 18 : tableau de Contrôle matière première et produits finis des granulats**

➤ **Résumé :**

L'utilisation d'un granulat impose la maîtrise de ses caractéristiques ; d'où le concept de qualité. La qualité définie par des essais faisant l'objet de normes fondées sur un jugement concernant l'emploi des granulats (les spécifications propre à chaque utilisation). Certaines caractéristiques des matériaux sont peu modifiables car elles sont intimement liées aux propriétés intrinsèques du matériau ; ce sont les propriétés physico-mécaniques. D'autre par contre, sont améliorables par la mise en œuvre de matériels et méthode d'exploitation et d'élaboration appropriées, ce sont la granulométrie et la propreté. (2014, ATOUB, S).



### ➤ INTRODUCTION

L'étude des impacts sur l'environnement vise à déterminer l'insertion d'une exploitation en identifiant les effets directs et indirects des carrières et vérifier la prise en charge des prescriptions relatives à la protection de l'environnement. L'évaluation des impacts est imposée aux différentes exploitations par voie réglementaire pour permettre aux autorités compétentes de porter une appréciation sur l'impact et les conséquences dues aux activités projetées sur l'environnement. Cette procédure s'inscrit dans le cadre du développement de la protection de l'environnement et la conservation des ressources naturelles.

### **III. Impacts sur l'environnement**

#### **III.1. Méthode d'évaluation des impacts sur l'Environnement**

Il s'agit de déterminer la nature, l'étendue et l'intensité des différents impacts.

Cet impact se traduira par une analyse des effets de l'exploitation sur l'environnement concernant le site, le paysage, la faune, la flore, les milieux naturels, les eaux naturels et le voisinage (poussière, bruit, odeur, etc....).

L'évaluation des impacts sera énumérée comme suit pour définir rapidement les impacts, positifs ou négatifs de l'exploitation de la carrière sur l'environnement.

#### **III.2. Sources de poussières**

La production et la mise en suspension de poussière sur une carrière peuvent avoir lieu à différents niveaux de la chaîne de production :

- au forage des trous de mines si l'abatage se fait à l'aide d'explosifs ;
- lors des tirs de mines éventuelles ;
- lors du chargement, qu'il s'agisse de produits bruts sur la zone d'abatage ou finis sur la zone de livraison des clients ;
- lors du déchargement des matériaux ;
- lors du traitement des matériaux : concassage, criblage, broyage ;
- lors du transport et de la circulation des engins sur les pistes ;

Toute carrière engendre forcément l'émission de poussière provenant des différentes activités du gisement.

Les sources d'émission de poussières dans une carrière sont en général dues :

- à la formation des trous de mines et du tir à l'explosif ;
- au déplacement et à la circulation des engins de carrière ;
- à la station de concassage notamment les opérations de concassage et de criblage ;
- au stock des produits fins ;
- à la chute des blocs extraits le long du front de taille.

La production de poussières dans une station de concassage est estimée selon les statistiques entre 7 et 84 g/m<sup>2</sup>/mois dans un rayon de 100 à 200 mètres et sa nocivité réside dans la classe granulométrique entre 0.1 et 10 micromètres retenue par l'appareil pulmonaire.

Les poussières dont la taille est supérieure à 10 microns sont pratiquement arrêtées par les voies respiratoires, ce qui est nuisible pour la santé des ouvriers opérant en carrière.

Les principaux problèmes environnementaux dérivés de ces émissions sont :

- La contribution à l'effet de serre avec des quantités importantes de CO<sub>2</sub>.
- La contribution à la formation de pluies acides à forte teneur en soufre.
- La contribution à certains problèmes locaux (pollution des sols, des eaux, etc.) due à la présence de polluants toxiques.

Le seuil réglementaire d'émission toléré de poussière est de 50 mg/Nm<sup>3</sup> (décret exécutif N° 06-138 du 15 avril 2006).

### III.3. Emissions de bruit

Le bruit engendré par l'activité minière avec les vibrations liées aux tirs de mines, la nuisance la plus fortement ressentie par les riverains.

On peut distinguer ces quelques sources de bruits :

- Les installations de traitement, telle que la station de concassage et engins;
- L'abattage à l'explosif ;
- La formation des trous de mines ;
- Les moteurs des engins en circulation ;
- Les avertisseurs de recul des engins.

On enregistre deux types de vibration :

- des vibrations liées à la perforation des trous de mines.
- des vibrations liées aux tirs de mines.

Le seuil réglementaire d'émissions de bruit est de 45 DB en nocturne et de 70 DB en période diurne (Décret exécutif N° 93-184 du 27 juillet 1993).

L'impact sonore d'une exploitation dépend également fortement du sens du vent et du relief du terrain. Le bruit est d'autant plus ressenti par les riverains que les carrières se trouvent bien souvent dans des zones rurales relativement calmes.

Il existe différentes méthodes permettant de limiter le niveau sonore. Elles consistent en général à mettre en place un obstacle entre la source de bruit et le voisinage à protéger :

- installation d'un bardage autour d'une installation de traitement fixe ;
- mise en place de merlons végétalisés aux alentours du site ;
- déplacement des installations de traitement vers le fond de l'excavation.

Certains matériaux sont également moins producteurs de bruits et peuvent être utilisés préférentiellement. C'est le cas par exemple des grilles de cribles en polymères ou de certains systèmes avertisseurs de recul directionnels, à fréquences mélangées, à modulation automatique d'intensité.

### III.4. Impact hydrologique

Les contraintes liées à l'exploitation des carrières sur les eaux sont :

- La modification de l'écoulement hydrique ;
- La déviation des cours d'eau ;
- La modification de la nappe ;
- La modification de la qualité des eaux.

Il est très fréquent qu'une carrière engendre des rejets d'eau au milieu naturel. On distingue deux origines à ces eaux :

- l'eau d'exhaure qui n'est présente que si l'excavation a rencontré un réservoir souterrain.
- l'eau météorique qui peut s'accumuler en fond de fouille après avoir ruisselé sur les pistes, les fronts de taille ou les stocks de matériaux.

L'arrêté du 22 septembre 1994 fixe les seuils à ne pas dépasser pour les principaux paramètres devant faire l'objet d'un contrôle pour toute carrière émettant des rejets, à savoir :

- le pH, la température,
- les matières en suspension (MEST),
- la demande chimique en oxygène (DCO),
- les hydrocarbures.

### III.5. Impact sur le voisinage immédiat

L'excavation d'une carrière, va créer une dépression. Les écoulements superficiels subiront quelques modifications, mais le drainage simple suffit à éviter une éventuelle stagnation des eaux.

L'impact sur les cultures et la végétation ne sera pas modifié, une fois une prise de conscience est entrepris afin d'éviter toute exploitation dans un périmètre agricole ou forestier.

Toutefois, des mesures nécessaires devront être prises pour minimiser les risques de pollution pour la sécurité et l'hygiène du personnel actif (arrosage des pistes les jours de vent, port de masque anti-poussière).

### III.6. Impact sur le paysage

L'excavation d'un gisement peut paraître importante en constituant une crevasse avec un aspect du front de taille qui sera plus au moins ordinaire.

### III.7. Impact sur le sol

Le décapage des sols et de la terre végétale en particulier, peuvent entraîner un risque de dégradation de la qualité des sols. Le sol est considéré comme un milieu biologique fragile et complexe, présentant des caractéristiques propres de textures, de structures et physico-chimiques. L'activité sera susceptible d'avoir les effets suivants:

–Le décapage peut affecter la structure du sol,

–Le stockage de la terre végétale peut entraîner une dégradation de ses qualités: lessivage progressif des minéraux, compactage entraînant une perte de structure grumeleuse, phénomène de fermentation anaérobie. Ces phénomènes sont accentués par des durées de stockages trop longues et des hauteurs de stockage mal adaptées,

–La circulation d'engins peut entraîner le tassement des horizons pédologiques.

L'activité d'exploitation peut entraîner un risque de pollution accidentelle des sols, du fait de la mise à nu de ceux-ci et de la présence de véhicules et d'engins.

### **III.8. Les tirs de mines**

Ils représentent la principale source de nuisance des carrières de roches massives. Au-delà des nuisances réelles qu'ils engendrent, les tirs sont surtout une source d'inquiétude pour les riverains des carrières.

Un tir de mines consiste en la réalisation de trous quasiment verticaux à quelques mètres du bord du front. Ces trous sont remplis d'explosif et c'est la mise à feu coordonnée de ces explosifs qui permet d'abattre les roches situées entre les trous et la paroi rocheuse.

### **III.9. Le trafic induit**

Les carrières étant fréquemment situées dans des zones rurales, l'infrastructure routière n'est pas toujours adaptée à la circulation de poids lourds engendrée. Par ailleurs, si le trafic induit est amené à traverser un village, il peut représenter une nuisance pour les habitants du village du fait du bruit et du risque engendré par ce surcroît de circulation. Les trajets permettant de rejoindre directement des axes à forte circulation sont donc privilégiés.

### **III.10. Impact sur le climat :**

Le changement climatique est aujourd'hui une réalité et ces conséquences auront un impact significatif sur notre environnement et notre mode de vie d'ici la fin de la commercialisation les effets de la carrière sur le climat :

- Les émissions de gaz à l'effet de serre, notamment par la présence des engins de chantier et des camions pour la commercialisation des matériaux.
- Les rejets atmosphériques (CO<sub>2</sub>, NOX, COV, SO<sub>2</sub>), liés aux véhicules présentent sur le site.
- La détérioration de l'esthétique de paysage.
- Pollution de l'air, l'eau, sol.

### III.11. Impact sur l'atmosphère :

La composition de l'atmosphère est stable, l'ajout de certain élément peut engendrer un déséquilibre dans ce système.

Les activités humaines sont les facteurs essentiels pour son incitation. Dans le cas des carrières à ciel ouvert de djebel Oum Settas, l'instabilité de l'atmosphère est due aux :

- Dégagements de poussières par les tirs à l'explosif et le trafic routier,
- Dégagements des gaz nocifs et des effluents gazeux suite à l'ignition spontanée de terrils et les échappements des engins et des automoteurs.

### III.12. LE MILIEU NATUREL

L'impact sur la flore et la faune peut se manifester à plusieurs niveaux:

- perte de biotope (impact direct permanent),
- perturbation de la faune environnante (impact direct temporaire),
- naissance de nouveaux biotopes (impact indirect permanent)
- incidences sur l'aspect fonctionnel (impact indirect permanent ou temporaire),
- incidences possibles (directes ou indirectes) sur les sites Natura2000.

### IV. Mesures d'atténuation et de compensation des impacts (Santé et sécurité)

Nous indiquons ici les mesures et les dispositions à entreprendre par les responsables des carrières pour minimiser ou compenser les effets indésirables durant l'exploitation.

#### a. Poussières

- Réduire l'émanation de poussières et avoir une sécurité accrue par obligation de porter les masques anti-poussières pour les ouvriers y travaillant à proximité.
- Un arrosage préliminaire, nocturne de préférence, avant la reprise de l'intensité du travail, des pistes ainsi que la plate-forme de concassage.
- Equiper la station d'un système de dépoussiérage pour atténuer les effets de la poussière.
- Pour limiter l'envol des poussières, la circulation des camions et engins se fera à vitesse réduite (20 km/h).
- Plantation des brises vents autour de la station de concassage et de toute la périphérie du périmètre d'exploitation.

#### b. Bruit

Afin de réduire le niveau sonore, l'exploitant est tenu de faire utiliser les casques antibruit par le personnel de la carrière surtout celui de la station de concassage où le mineur est astreint à une présence d'au moins 8h/jour, à moins de 7 mètres de la source.

#### c. Incendies

Il faut un matériel conforme aux normes en vigueur, en bon état et vérifié au moins une fois par an. En outre, il est recommandé de respecter les consignes suivantes :

- placer les extincteurs fixes à des endroits accessibles,
- prêter attention aux produits inflammables et aux courts-circuits électriques (isolation des câbles, foudre ou erreur humaine)

#### d. Consommables usés et les lubrifiants

Les produits résultants de l'entretien des engins et camions ne seront en aucun cas jetés dans la nature. Ils devront être triés et stockés dans des endroits isolés avec un étiquetage, puis repris par des spécialistes de gestion et d'élimination des déchets.

#### e. Mesures esthétiques et restitution des sols

Limitation de l'impact visuel :

- création d'écrans ou merlons végétalisés ;

- exploitation de la carrière en « dent creuse » sur un site en roche massive ;
- réinsertion paysagère simultanée (selon plan de phasage) ;
- vieillissement artificiel de la roche ;
- création d'espaces paysagers ;
- végétalisation ou remise en exploitation agricole.

### **f. Mesures de protection des populations**

- prévention des nuisances sonores.
- préservation d'un espace entre la carrière et les zones habitées (exploitation en arc de cercle à Pierrelatte).
- constitution d'écrans végétatifs.
- mise en place de bardages sur les installations de traitement.
- transfert des matériaux par convoyeurs.
- transfert des matériaux par voie fluviale. (HAMOUDA S, 2011).

### **g. Limitation des émissions de poussière et propreté des voies d'accès**

- mise en place d'aspirateurs.
- arrosage des pistes.
- rampe de décroûtage de boues.
- lavage ou brumisation des véhicules. (MEHDID.2011).

### **h. Prévention des vibrations lors de tirs de mines**

- maîtrise des plans de tir (petites charges à microretard).

### **i. Maintien ou développement de la biodiversité et protection des espèces**

- aménagement de fronts de taille permettant la nidification aménagement d'îlots ; de péninsules ou de hauts fonds pour la création de zones alimentaires ou de frayères ;
- protection des espèces (chauve-souris) ;
- réaménagements naturels, étang de pêche ou base de loisirs ;
- création de biotopes favorisant l'installation d'espèces animales ou végétales. (HAMOUDA S, 2011).



**IV.1. Recommandations utiles en matière d'exploitation des carrières**

**A. Plan de gestion**

Le plan de gestion recommandé est résumé au tableau suivant :

Tableau 01 : Le plan de gestion recommandé

Paramètres	Effets	Mesures
<b>Aspect paysager</b>	Dégradation du paysage immédiat	Remise en état du site
<b>Aspect visuel</b>	Site visible	-Travaux d'exploitation -Remise en état du site
<b>Faune et flore</b>	Faune et flore protégées	La remise en état des lieux peut favoriser le développement de la faune et flore.
<b>Ressources hydriques</b>	Pollution des eaux souterraines	-La direction et la force des vents ont peu d'impact dans le transport des poussières. -Arrosage des pistes et de la plateforme.
<b>Poussières</b>	Emanations de poussières de la zone de travail	-Arrosage des pistes et de la plateforme. -Installation d'un système de dépoussiérage.
<b>Vibrations</b>	Circulation des engins, tirs de mines...etc.	-Vibrations dues aux matériels (bull, camions...etc.), superficielles dans un rayon de 200m. -Utilisation de micro retards et réduction des charges explosives
<b>Sécurité publiques et sécurité du travail</b>	Accidents divers	-Mise en place des panneaux indicateurs aux abords de la carrière. -Doter le personnel de la station et de la carrière de moyens de protection individuelle.

### **B. Fin des travaux d'exploitation et remise en état des lieux**

Généralement la remise en état comprend une revitalisation du secteur par une plantation d'essences forestières.

L'évaluation des provisions pour la remise en état du site est calculée sur la base de 0.5 % du chiffre d'affaires annuel.

La remise en état du site est une obligation de la loi, un reboisement adéquat pour atténuer l'effet de l'évasion est une solution à envisager.

### **C. Abandon ou cessation d'activité d'exploitation**

Dans le cas d'un arrêt définitif de l'exploitation, les exploitants sont tenus d'aviser l'Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier (ANGCM) de sa décision d'abandonner ou de cesser son activité trois mois, avant l'abandon ou la cession.

### **D. Autres recommandations**

Au terme du présent travail qui vise à enrichir le milieu étudiant en matière de technique d'exploration et d'exploitation rationnelle et optimale des carrières et gisements divers, nous proposons d'autres recommandations nécessaires et indispensables afin de faire une activité économique avec le minimum de risque et de pertes :

- clôturer et délimiter le périmètre d'exploitation ;
- prévoir des aires distinctes pour le concassage, le stockage des matériaux et, l'entretien du matériel ;
- créer des pistes d'accès à la carrière et aux fronts de taille large, et compacte ;
- respecter les consignes de sécurité de l'ingénieur en matière de tir de mine ;
- normaliser les fronts de taille (45°) et éviter de créer des dépressions et des fronts trop abrupts ;
- baliser et signaler les zones à risques dans les carrières (falaises, crevasses, zones d'éboulement et autres) ;
- doter le personnel de vêtement de travail, de matériel de premiers secours et d'anti incendie;
- former et sensibiliser le personnel des risques existants dans une carrière ;
- entretenir régulièrement le matériel afin de lui garantir un meilleur rendement et une longue durabilité avec le minimum de risque ;
- remettre en état le site au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation ;
- prévoir des campagnes d'analyse des rejets et de contrôle de la carrière par des spécialistes et des experts du domaine ;

Ces recommandations restent indispensables pour le bon déroulement de l'activité minière. Pour cela, les opérateurs en matière de mines et carrières doivent envisager la possibilité de recruter des ingénieurs spécialistes pour le suivi des travaux d'exploitation.

### **IV.2. Réglementation Algérienne en matière d'exploitation des carrières et préservation de l'environnement**

#### **A. Aperçu sur la nouvelle loi minière algérienne**

La loi minière promulguée en Algérie (Journal officiel N° 35 du 4 juillet 2001) intervient dans un contexte de libéralisation de l'ensemble des activités économiques et industrielles dans un secteur où le monopole de l'État à travers les entreprises à capitaux publics a prévalu depuis 1966, date de la nationalisation des entreprises minières françaises et institution du monopole étatique dans le domaine minier.

Il convient de préciser que cette loi ne s'applique pas aux eaux, aux gisements d'hydrocarbures liquides ou gazeux et aux schistes combustibles pétrolifères pour lesquels une législation particulière est applicable.

#### **B. Analyse des principaux aspects de la loi**

##### **✓ Concession, permis et autorisation d'exploitation minière**

- *La concession minière* : est accordée par décret gouvernemental au titulaire d'un permis d'exploration qui fait une découverte ou à l'adjudicataire sur appel d'offres si la découverte du gisement a été le fait d'un organisme au moyen de fonds publics. Elle est accordée pour 30 années et peut être renouvelée autant de fois que les réserves exploitables le permettent.

- *Le permis d'exploitation de petite ou moyenne exploitation minière* : Ce permis est délivré au découvreur du gisement pour 10 années et renouvelable autant de fois que les réserves à exploiter le permettent.

- *L'autorisation d'exploitation artisanale* : Elle est accordée au premier demandeur personne physique ou morale, prioritairement au titulaire d'un permis d'exploration.

##### **✓ Le régime financier : taxes, droits et redevances**

Les entreprises minières sont soumises au paiement de certaines taxes et redevances et doivent constituer une provision pour remise en état des lieux.

Les entreprises minières sont tenues de constituer une provision de 0,50 % de leur chiffre d'affaires annuel hors taxes au titre de la remise en état des lieux d'exploitation.

##### **✓ Obligations des opérateurs**

Les titulaires des titres miniers ou autorisations sont soumis à certaines obligations écologiques, de prévention des risques et d'information.

### ✓ *Obligations liées à la protection de l'environnement*

La loi minière prévoit que tout postulant à l'obtention d'un titre minier doit présenter à l'appui de sa demande une étude d'impact sur l'environnement de l'activité minière projetée. L'étude d'impact doit être accompagnée d'un plan de gestion environnementale.

### ✓ *Obligations liées à la prévention des risques*

L'opérateur est tenu de mettre en place un système de prévention des risques majeurs que peut entraîner son activité.

### ✓ *Devoir d'information : le dépôt légal*

La loi minière soumet tout opérateur, chercheur ou producteur de données géologiques d'en faire déclaration à l'ANGCM chargée du dépôt légal de l'information géologique. Tout titulaire d'un titre minier est soumis à la même obligation pour tout document, carotte et renseignement d'ordre géologique, géophysique et géochimique portant sur le périmètre qui lui a été octroyé.

### ➤ Conclusion :

L'évaluation des impacts de l'extraction des sables et graviers de la carrière géante d'Ibn Badis montre que cette activité présente plus d'impacts négatifs que positifs sur l'environnement.

L'extraction a un impact négatif sur la biodiversité, la turbidité de l'eau, le niveau de la surface de saturation et le paysage, ainsi que sur le climat à cause des émissions de dioxyde de carbone produites par le transport et sur la santé humaine...etc.

Plusieurs solutions sont possibles et peuvent être combinées :

- **Diminuer la consommation de sable** : cela peut être notamment fait en optimisant l'infrastructure existante, en recyclant les gravats de béton ou en utilisant des matériaux de construction alternatifs tels que le bois.
- **Instaurer des taxes sur l'extraction de sable et de gravier** : pour inciter à des solutions alternatives économiquement viables.
- **Atténuer l'impact négatif de l'extraction** : cela peut être fait en modulant le rythme d'extraction en fonction du rythme de renouvellement des ressources et en fixant les limites acceptables de l'extraction.

Mais cette activité permet de conserver l'intégralité des 23 emplois. L'impact pour l'économie locale du site est donc positif.

L'absence de données mondiales sur l'extraction d'agrégats rend très difficile l'évaluation environnementale et a contribué au manque de connaissances sur cette question. Par conséquent, il existe un fossé entre l'ampleur du problème et la prise de conscience du grand public à ce sujet.

Une plus grande prise en compte des ressources de substitution et l'utilisation durable des ressources pourraient considérablement réduire l'impact négatif sur l'environnement.

## *Références bibliographies...*

- ❖ **Aliouche**, 2008. Exploitation des substances utiles à ciel ouvert et impact sur l'environnement, Etude de cas dans l'Est Algérien (Les gisements de Djebel Salah, Région de Constantine), diplôme de magistère en géologie, université frère mentouri 01.
- ❖ **Atoub.s**, 2014/07/02. Etude des propriétés géotechniques des agrégats de la série touron-coniacienne du djebel ich-ali (wilaya de Batna), diplôme de magistère génie Séville, faculté science de la terre- université « HADJ LAKHDAR ».
- ❖ **Bendjabllah. R**, 2013. caractérisation des centres d'enfouissement technique d'AL ARIA (Constantine) et ouled bouhallouf (Mila), mémoire d'obtention diplôme de mastère, faculté de science géologie – université frère mentouri 01.
- ❖ **Boudjamaa. h, boukhatem .s**, 2016/2017 .amélioration de la qualité de TIR : cas de la carrière de l'ENG – EL KHROUB- diplôme de mastère université de bijaya « ABDRAAHMEN MIRA ». Rapport géologique de carrière de l'ENG.
- ❖ **Bouhara.m, bouzian**, 2015/2016. exploitation du calcaire de la carrière géante ELKHROUB Constantine, mémoire d'obtention diplôme de mastère en géologie, faculté de la science de la terre, université frère mentouri 01.
- ❖ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Normandie France, Site mis à jour le 25 juin 2021.
- ❖ Entreprise Nationale des Granulats, rapport de laboratoire central, ENG.DZ.
- ❖ **Hamouda, Mehdid**, 2011/10/30, Contribution à l'étude des ressources minérales dans les monts des TRARA (calcaire, sable et argile) état actuel, perspectives et impacte sur l'environnement. diplôme de mastère on géo Resource, science de la terre, université « ABOU BEKER BLKAID », TLEMSEN
- ❖ **LafargeHolcim** dans le monde FRANCE 2021, article dans Annuaire sur d'extraction du granulats.
- ❖ le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP), 2014.
- ❖ **Neggar**, 2016/2017. étude géologique du calcaire du djebel Oum Settas : cas de la carrière géante (ENG EL KHROUB), mémoire d'obtention diplôme de mastère, faculté de science de la terre, département de la géologie, université frère mentouri 01.

❖ **Wissal nasser ,2005.** étude des formations carbonatée du versant sud du massif d'Oum Settas, approche quantitatif et qualitatif, mémoire d'obtention diplôme de magister en géologie, faculté de la science de la terre, université frère mentouri 01.

➤ les sites du web :

- <https://www.unpg.fr>
- <https://www.charente.gouv.fr>
- <http://www.granulats-vicat.fr>
- <http://www.maine-et-loire.gouv.fr>
- <https://www.greenfacts.org/fr/extraction-sable>

➤ liste des auteurs :

- VILLA .J.M ,1980 .La chaine alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens.
- VILA J M, 1974. Le Rocher de Constantine, stratigraphie, microfaunes et position structurale Bull.
- TRUMPY R, 1983. « Le Rif et le Tell, leur place entre les océans et entre les continents ».
- Raven, 1957. Légende de la Carte Géologique.
- M. Durand Delga, J. F. Raoult.



## ➤ Résumé

Le gisement d'El Khroub occupe la partie sud ouest du massif Oum Settas au nord-est de Constantine. Il est constitué de calcaire d'origine biochimique néritique caractérisé par une grande pureté chimique et une blancheur élevée.

L'exploitation de cette carrière a plusieurs impacts sur l'environnement, et pour éviter ces impacts négatifs nous devons suivre certaines procédures. L'extraction du sable et gravier doit être réglementée aussi bien dans les eaux nationales qu'internationales et ne doit être autorisée qu'après avoir réalisé une évaluation scientifique solide pour établir que l'impact sur l'environnement sera limité.

**Mots clés :** gisement, carrière, extraction, impact, environnement.

## ملخص

يقع محجر الخروب في جنوب غرب الكتلة الصخرية أم ستاس في شمال قسنطينة. تتكون من الحجر الجيري من أصل كيميائي حيوي تتميز بنقاوة كيميائية عالية و بياض عالي.

استغلال هذا المحجر له العديد من التأثيرات على البيئة و لتجنب هذه التأثيرات السلبية يجب علينا أن نتبع بعض الإجراءات. يجب تنظيم عملية استخراج الرمل و الحصى في المياه الوطنية و الدولية و يجب عدم السماح بها إلا بعد إجراء تقييم علمي قوي لإثبات أن التأثير البيئي سيكون محدودا.

**كلمات مفتاحية:** المحجر، الكتلة الصخرية، استخراج، تأثير، البيئة.

## Abstrat :

The gisement of El Khroub deposit occupies the southwestern part of the Oum Settas massif in North east of Constantine. It consists of limestone of neritic biochemical origin characterised by high chemical purity and high whiteness.

The operation of this quarry has several impacts on the environment, and to avoid these negative impacts we must follow some procedures. Sand and gravel extraction should be regulated in national and international waters and should not be allowed until after a scientific assessment has been made to establish that the environmental impact will be limited.

**Key words :** gisement, quarry, extraction, impact, environment.