

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.**

**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**

**Département des Sciences Géologiques.**



**MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

**En : Géologie**

**Spécialité : Ressources Minérales ; Géomatériaux et Environnement**

**Par : KHELFAOUI Asmaa**

*Thème :*

**Etude géologique et impact sur l'environnement de la carrière  
d'agrégat de Cap Djinet (W.Boumerdes)**

Encadré par :

Mr. Hamis, A

Soutenu publiquement, le 12 / 11/ 2019, devant le jury composé de :

Mr.Zeghouane.H Maitre de conférences, UMMTO

Mr.Hamis.A Maitre-Assistant, UMMTO

Mr.Sami.L Professeur, UMMTO

Président

Directeur de mémoire

Examineur

# Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant le miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier notre encadreur Mr : HAMIS.A, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Aussi un grand merci à Mr : ZEGHOUANE pour son aide et ses conseils.

Un grand merci à mes parents, à mon mari, à mon frère Lounes et ma sœur Chaima, pour leur soutien constant et leurs encouragements

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury: Mr. Sami et Mr.Zeghouane, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon mémoire en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie l'équipe l'entreprise SONATRO pour leur aide.

Un grand merci également à Mr. Sulaiman du CRD;SONATRACH

Mes remerciements également vont à l'équipe CETIM, en particulier à l'équipe du service Béton

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants qui par leurs compétences m'ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont toujours encouragé lors de la réalisation de ce mémoire.

# Dédicace

*Avec tout respect et amour je dédie ce modeste travail  
A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,  
leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes  
études,*

*Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*À mon cher fils KINAN, qui m'a toujours ravi avec ses rires et ses  
mouvements et qui m'a motivé à continuer dans la voie du succès*

*A celui qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mon mari  
RACHID,*

*A mes chères sœurs, CHAIMA et RAWANE*

*A mes chers frères, LOUNES, MONIR, OUSSAMA, ABD  
ELKHALEK*

*Sans oublié ma grand-mère et ma belle-mère,*

*A toute ma famille, et mes amis,*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce  
projet soit possible, je vous dis merci.*

*ASMA*

## *Résumé*

La région de Cap Djinet, comprise entre la mer méditerranée et les premiers contreforts de la Kabylie, s'intègre dans domaine nord-atlasique.

Les formations volcaniques de Cap Djinet, à 80 km L'est d'Alger, se sont épanchées durant une période allant du Burdigalien supérieur à l'Helvétien inférieur. Elles se sont mises en place dans un bassin sédimentaire, en discordance sur les unités septentrionales telliennes.

La majorité des roches volcaniques sont des basaltes possède des caractères minéralogiques typiquement calco-alkalins (richesse en phénocristaux, plagioclases, pyroxène, amphibole, orthose....)

Les analyses physico-mécaniques des échantillons prélevés dans la carrière de Cap Djinet ont montrée de bons résultats selon les normes Algériennes et Françaises (XP P 18540).

Le volet environnement a vu sur le terrain une analyse des facteurs d'impact sur l'environnement qui a révélé que cette carrière engendre un faible impact écologique. Et ça, grâce aux efforts que fournit l'entreprise SONATRO SPA, pour préserver ce secteur. Et puis dans le but de remédier les impacts négatifs laissés par l'existence de cette industrie au voisinage de la sphère habitable, un projet de réaménagement est proposé et qui feras du site de la carrière un espace de détente et de loisirs.

# SOMMAIR



<i>Remerciement</i>	
<i>Dédicace</i>	
<i>Résumé</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Sommaire</i>	
<i>Liste des figures</i>	

## **Chapitre I : Introduction Générale**

<i>I.1. Généralités.....</i>	<i>02</i>
<i>I.1.1 Aspect géographique.....</i>	<i>02</i>
<i>I.2. But et méthodologie de travail.....</i>	<i>03</i>
<i>I.2.1. Travaux de bureau.....</i>	<i>03</i>
<i>I.2.2. Travaux de terrain .....</i>	<i>03</i>
<i>I.2.3. Travaux laboratoire.....</i>	<i>03</i>
<i>I.3. Organisation du document.....</i>	<i>04</i>

## **Chapitre II : Géologie Régionale et Locale**

<i>II.1.Géologie Régionale.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.1. Les zones internes.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.2. Le domaine des flysch.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.2.1. Les flyschs Maurétaniens.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.2.2. Les flyschs Massyliens.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.2.3. Les flyschs Numidiens.....</i>	<i>06</i>
<i>II.1.3. Les zones externes.....</i>	<i>07</i>
<i>II.1.3.1 La zone ultra-tellienne.....</i>	<i>07</i>
<i>II.1.3.2. La zone tellienne au sens strict.....</i>	<i>07</i>
<i>II.1.3.3. La zone péni-télienne.....</i>	<i>07</i>

II.2. Géologie locale (La région de Cap Djinet).....	09
--	----

### **Chapitre III : Généralités sur Géologie de Cap Djinet**

III.1. Place du volcanisme de Cap Djinet dans la marge algérienne.....	12
III.2. Généralités sur les différentes formations volcaniques à Cap Djinet.....	14
III.3. Les différentes formations volcaniques.....	15
III.1.1. la série supérieure andésitique .....	13
III.1.2. la série inférieure basaltique.....	14
III.4. Pétrographie des basaltes de Cap-Djinet.....	18
III.5. Tectonique .....	19

### **Chapitre IV : Etude Géologique sur le secteur d'étude (Carrière d'agrégat SONATRO)**

IV.1. Généralités sur la géologie du secteur d'étude.....	21
IV.2. Etude pétrographique du secteur d'étude .....	22
IV.3. Etude tectonique du secteur d'étude .....	34
IV.4. Etude géotechnique du secteur d'étude .....	38

### **Chapitre V : Cadre environnemental**

V.1. Cadre légal et réglementation Algérienne sur l'exploitation à ciel ouvert et son impact sur l'environnement.....	44
V.2. Description de l'établissement .....	49
V.2.1. Localisation du site .....	49
V.2.2. Description de l'activité .....	49
V.2.3. Moyens matériels d'extraction.....	49

V.2.4. Ouvrage minier.....	49
V.2.5. Travaux d'exploitation et de développement .....	49
V.3. Les nuisances dues à l'exploitation d'une carrière.....	50
V.3.1. les polluants atmosphériques.....	51
V.3.2. Les matériaux divers.....	51
V.3.3. Les nuisances sonores et les vibrations.....	51
V.4. Plan de gestion environnemental.....	51
V.4.1. Procédure de contrôle.....	51
V.4.2. Procédure d'audit.....	52
V.4.3. plan de réponse aux urgences environnementales .....	52
V.4.3.1. Opération de surveillance et de contrôle.....	52
V.4.3.2. Engagement de SONATRO carrière SPA pour la réduction des nuisances.....	52
➤ Emission atmosphérique.....	52
➤ Émissions de gaz d'échappement.....	53
➤ <i>La gestion</i> des carburants, des huiles et graisses.....	54
➤ Déchets solides et déversements de liquides.....	54
➤ Impact sur le voisinage.....	54
➤ Contrôle des nuisances acoustiques.....	55
➤ L'hygiène et sécurité des biens et du personnel.....	55
➤ L'alimentation et rejets d'eau.....	56
➤ La gestion des stériles.....	57
V.5. Remise en état des lieux.....	58
Conclusion Générale.....	63
Référence bibliographique	

## Liste des figures

### **Chapitre I : Introduction Générale**

Fig I.1: Localisation géographique de la région de Cap Djinet .....02

### **Chapitre II : Géologie Régionale et Locale**

Fig II.1:Schéma structural des chaines Alpines de la Méditerranée occidentale.....08

Fig II.2: carte géologique de la région de Cap Djinet.....10

### **Chapitre III :Généralité sur Géologie de Cap Djinet**

Fig III.1 : carte géologique de la région de Cap Djinet..... 14

Fig III.2: Coupe de la formation stratifiée de Djenned (A) et El Hemadna (B).....17

Fig III.3 : coupe générale des formations volcaniques du Cap Djinet..... 17

### **Chapitre IV : Etude Géologique sur le secteur d'étude**

Fig IV.1 : Photo satellitaire de la carrière d'agrégats de Cap Djinet.....21

Fig IV.2: carte topographique de secteur d'étude et points d'échantillonnage.....23

Fig IV.3: photo d'un Brèche tectonique dans la faille anti-quaternaire .....34

Fig IV.4 :photo d'un strie de faille.....35

Fig IV.5: rosace directionnelle des principales failles affectant dans le secteur d'étude .....36

### **Chapitre V : Cadre environnemental**

Fig.V.1 : photo de la station de concassage de SONATRO.....50

Fig.V.2 : photo d'émission de la poussière.....53

Fig.V.3 : les habitations qui se situent à proximité du site.....55

Fig.V.4: photo d'une citerne d'eau .....56

Fig.V.5 : une citerne d'eau au niveau de la station de concassage pour l'arrosage.....57

Fig.V.6 : photo d'un stockage du stérile.....58

Fig IV-07 : photo d'un front de taille de grande hauteur.....	59
Fig V-8 : exemple d'un comp familial (la photo de comp de sghirat-boumerdes)....	61
Fig V.10 : photo d'un parc.....	62

## Liste des Tableaux

Tableau.III.1 : Le magmatisme miocène de la marge algérienne.....	12
Tableau III-1 : Composition minéralogique des basaltes du Cap-Djinet.....	18
Tableau IV.1 : les mesures des différentes failles réalisées sur le terrain.....	35
Tableau IV.2 : Résultats des Essai Los-Angeles (CETIM 2019).....	39
Tableau IV.3 : Résultats des Micro-Deval (CETIM 2019).....	39
Tableau IV.4 : Résultats des Résistance à la Compression (CETIM 2019).....	40
Tableau IV.5 : Résultats des Essais physico-mécanique (CETIM 2019).....	41
Tableau IV.5: Les exigences industrielles pour agrégats .....	42

## Liste des Planches

<b>Planche I</b> .....	28;29
------------------------	-------

**Photo (01)** : Formation quaternaire (un remblai)

**Photo (02)** : (a) un bombe volcanique " pelures d'oignons"

(b) basalte altéré

(c) basalte sien

**Photo (03)** : tuf volcanique

**Photo (04)** : marne avec tufs volcanique

**Photo (05)** : basalte qui contient de la zéolite et de la silice

**Photo (06)** : basalte avec des enclaves de pyrite

**Photo (07) : (a) :** marne gris

**(b) :** marne biege

***Planche II*.....30 ;31**

**Photo (01) :**texture microlitique (a :gx×05mm ;b :gx×10mm)

**Photo (02) :** texture doléritique avec phénocristaux d'amphibole+plagioclase (gx×10mm)

**Photo (03) :** texture grenue ( cristaux de qtz) (gx×05mm)

**Photo (04) :**phénocristaux de clinopyroxene + Fk + M.opaque (GX×10mm)

**Photo (05) :** calcite+chlorite (GX×05mm)

**Photo (06) :** calcite+ épidote (GX×05mm)

***Planche II*.....32;33**

**Photo A :** qtz (GX×10mm)

**Photo B :** 1 : fragment de schiste (GX×10mm)  
2 : muscovite (GX×10mm)

**Photos (C.D.E.F) :** des microfossiles type FORAMINIFÈRES (GX x10mm)

c : Diplopora phanerospora ;

d1 : Nummulite; d2 :Operculina ;

e : Nummulite ;

f1 : discolithe ;f2 : Nummulitidés

***Planche IV*.....37 ;38**

**Photo01 :**une faille normale de direction N150 26°WSW

**Photo02 :**une faille normale de direction N60 40°WSW

**Photo03 :**une grande faille normale dans notre secteur d'étude (faille anti-quaternaire)

**Photo04 et 05 :** une zone de fracturation

## Liste des abréviations

**SONATRO** : La société nationale de grands travaux routiers

**UMMTO** : université Mouloud Mammeri De Tizi Ouzou

**CETIM** : Centre d'Etudes et de services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de construction

**CRD Sonatrach** : Centre de recherche et développement

**LPNA** : lumière polarisée non analysée

**LPA** : lumière polarisée analysée

**XP P 18-540** : La norme XP P 18-540 précise les seuils et les modes de variation autorisés de ces paramètres en fonction de leurs utilisations.

**Ppm** : Partie par million.

**Mpa** : Micro-pascal

**Pl** : Plagioclase

**Cpx** : Clino-pyroxène

**M.op** : Minéraux opaques

**Qtz** : Quartz

**Am** : Amphibole

**Cl** : Calcite

**Chl** : Chlorite

**NS** : Nord-Sud

**NE-SW** : Nord Sud- Sud Ouest

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

# *CHAPITRE I :*

## *Introduction générale*

## I.1. Généralité

Le présent mémoire réalisé en vue de l'obtention du diplôme de master en ressources minérales et environnement porte sur l'étude géologique et impact sur L'environnement de la carrière d'agrégat de Cap Djinet (W.Boumerdes).

La région de Cap Djinet renferme essentiellement des formation volcaniques d'age miocène; Ces roches volcaniques de Cap Djinet sont exploitée pour la production d'Agrégat.

les épanchements volcaniques longent la route littorale sur près de 4 km, entre Cap Djinet et Dellys, au Nord de Bou Noua, depuis l'Oued Sebaou à l'Est, à la baie du Cap Djinet. Ces formations s'étendent à l'intérieur des terres pour former les chaîons de Djennad, Koudiat El Lebene, Koudiat Ben Adda, Koudiat Sidi Bouzid qui se prolongent à l'Est par les contreforts du Djebel Bou Berrak.

La série basaltique est constituée de coulées de lave dont l'épaisseur atteint 400 m au Djebel Djennad. Cette série est caractérisée par des faciès d'épanchement, des projections pyroclastiques et des intrusions magmatiques.

### I.1.1 Aspect géographique

La région de Cap Djinet est une commune de la wilaya de Boumerdès dans la région de Kabylie en Algérie, dans la daïra de Bordj-Menaïel.

Cap Djinet située sur un plateau localisé à 22 kilomètres de Dellys, à 18km de Bordj- Menaïel, limité au Sud par les monts de Djinet, au Nord et à l'Ouest par la méditerranée (Fig I.1).

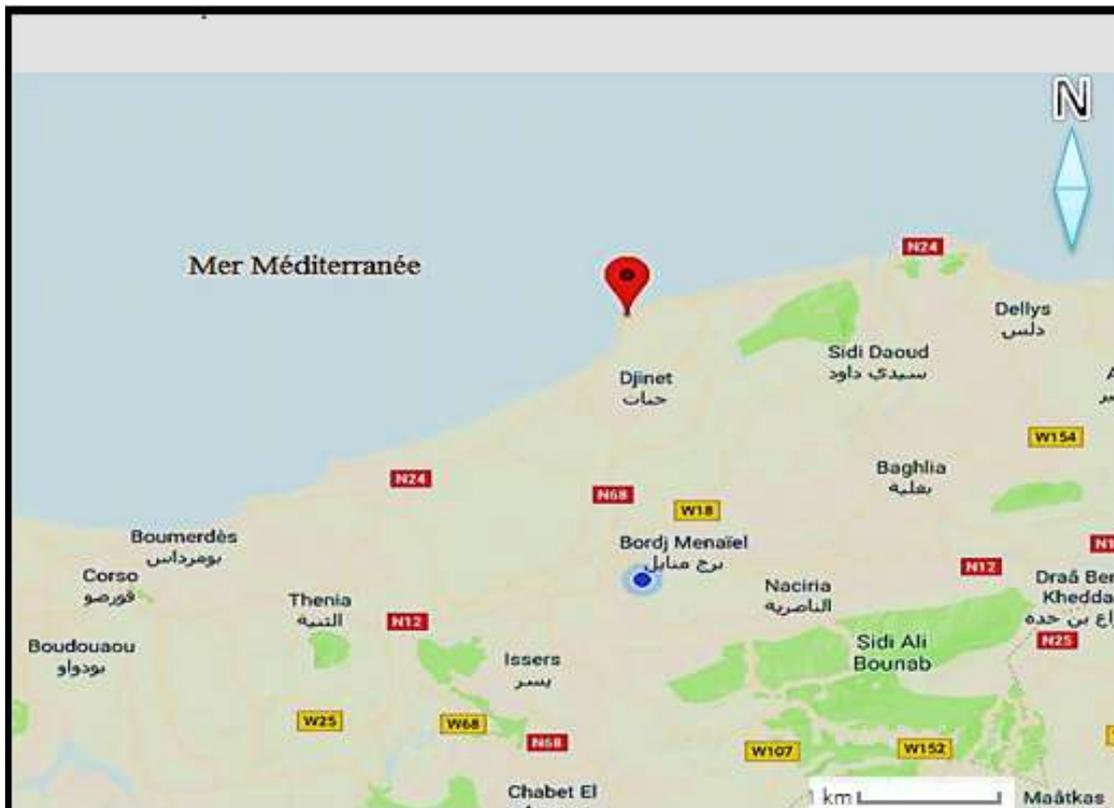


Fig I.1: Localisation géographique de la région de Cap Djinet ;google maps ;2019

### **I.2. But et méthodologie de travail**

Le but de notre travail consiste à l'étude géologique et géotechnique et de la détermination de l'impact environnemental de la carrière d'agrégat de Cap Djinet exploité par l'entreprise SONATRO EPE SPA , ainsi que la proposition d'un plan de remise en état.

Pour cela nous avons adopté le plan suivant :

#### **I.2.1. Travaux bibliographiques:**

Il s'agit de travaux préliminaires portant principalement sur une recherche bibliographique axée sur les points suivants :

- ✓ Thèses et mémoires relatifs à la géologie du Nord , plus spécifiquement, la région de Cap Djinet.
- ✓ Divers publications relatives à la géologie et aux minéralisations et à la pétrographie de la région de Cap Djinet.
- ✓ Les données des formations volcaniques de la région d'étude.

D'autre part, ont été consultées de nombreuses cartes géologiques et topographiques à différents échelles.

#### **I.2.2. Travaux de terrain :**

Ils ont pour but :

- ✓ La reconnaissance des faciés de la zone d'étude.
- ✓ L'échantillonnages : un nombre important d'échantillons ont été prélevés ,couvrant pratiquement tout le secteur d'étude pour la réalisation des études pétrographiques et géotechniques.
- ✓ De nombreuses mesures des éléments structuraux (pendages et directions des failles, diaclases .....etc).
- ✓ Collectes des données pour l'étude environnemental.

### **I.2.3. Travaux laboratoire :**

Le travail de laboratoire au niveau de UMMTO, consiste en l'étude des échantillons à l'œil nu et à la loupe binoculaire afin de déterminer la composition minéralogique, la structure,.....etc, et de photographier les différents échantillons.

Après la découpe des échantillons nous avons procédé à la confection de 08 lames minces pour l'étude pétrographique, Au laboratoire de CETIM, on a procédé à l'analyse et aux essais géotechniques de 03 monolites.

### **I.2.4 travaux de bureau :**

Il s'agit de la synthèse des résultats obtenues, leur interprétation et enfin la rédaction du mémoire

## **I.3. Organisation du document**

Le mémoire que nous avons réalisé s'articule sur 5 chapitres et se termine par une conclusion :

Chapitre I : *Introduction Générale*

Chapitre II : *Géologie Régionale et Locale*

Chapitre III : *Généralité sur la Géologie de Cap Djinet*

Chapitre IV : Etude Géologique sur le secteur d'étude (carrière d'agrégat de SONATRO)

Chapitre V : *Cadre environnemental*

Et enfin une conclusion générale

# **Chapitre II :**

# **Géologie régionale**

## **II.1. Géologie Régionale**

La chaîne alpine de l'Afrique du Nord (Maghrébines) fait partie de l'orogénie alpin Péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969)

En Algérie, cette chaîne montre du Nord au Sud une zone interne ; zone des nappes, et une zone externe

L'histoire géologique de cette chaîne est marquée, au Miocène ; par d'importantes activités tectoniques et magmatiques.

Ainsi ; de nombreux édifices magmatiques (plutoniques et volcaniques) post-tectonique mis en place alignés le long de cette chaîne ; encadrés par des terrains de nature et de différents âges. Ceux-ci définissent d'Ouest à l'Est un secteur occidental (oranaï) renfermant les volcans des M'sirda , ceux de la Tafna et l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran, un secteur central (algérois) où de l'Ouest d'Alger vers l'Est se met en place les formations volcaniques de Ténès et Cherchell et à l'Est, celles de Cap Djinet ; Thénia ; Zemmouri et Dellys et enfin un centre oriental ou Nord constantinois avec les massifs de Oued Amizour et celui le plus oriental de Oued el Kébir.

### **La chaîne des Maghrébides**

Cet ensemble peut être subdivisé en trois ensembles structuraux qui sont les zones internes, le domaine des flyschs et les zones externes qui sont couverts par du matériel mio-plio-quadernaire discordant.

(Fig II.1)

#### **II.1.1. Les zones internes**

Elles sont représentées par des « massifs anciens » littoraux (socle Kabyle) et leur couverture paléozoïque, bordés au sud par une « chaîne calcaire » ou « Dorsale » dont les séries comportent des formations qui vont du Trias à l'Eocène.

En Algérie, les socles de Grande et de Petite Kabylie constituent l'essentiel des zones internes. Ces zones comportent un socle gneissique surmonté par des micaschistes et des phyllades et un Paléozoïque schisteux allant du Silurien au Carbonifère inférieur-moyen. La couverture mésozoïque et paléogène, localisée à la marge sud de ces massifs anciens, constitue la Dorsale kabyle ou Chaîne calcaire. Elle est vivement plissée et écaillée. Au cours de l'orogénie alpine, les zones internes ont été largement charriées vers le Sud. Le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques et grésomicacées) d'âge Oligocène supérieur-Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle (Bouillin et Raoult, 1971).

#### **II.1.2. Le domaine des flysch**

Bouillin (1986) divise le domaine des flyschs en trois formations allochtones :

## Chapitre II : Géologie régionale

---

### **II.1.2.1. Les flyschs Maurétaniens**

Ils sont relativement épais et sont composés d'une série qui comporte des radiolarites à la base.

Les formations sont composées d'un ensemble pélito-calcaro-gréseux d'âge Néocomien, d'un ensemble pélito-gréseux en gros bancs d'âge Albien inférieur à moyen et d'un ensemble argilo-calcareux à débris calcaires et quartz détritique caractérisant les séries maurétaniennes d'âge Vraconien à Lutétien. Le sommet de la série est formé par des niveaux conglomératiques d'âge Sénonien supérieur et Paléogène.

### **II.1.2.2. Les flyschs Massyliens**

Raoult (1969), a utilisé le terme massylien pour désigner les flyschs schisto-quartzeux Albo-Aptiens de Glangeaud (1932). Ces flyschs comportent un ensemble pélito-quartzitique daté du Crétacé inférieur à la base et un ensemble pélito microbrechique du Cénomaniens au Sénonien au sommet.

### **II.1.2.3. Les flyschs Numidiens**

C'est le troisième type de flyschs. Ce sont des flyschs Oligo-Miocènes grésopélitiques d'âge qui va de l'Oligocène supérieur au Burdigalien inférieur.

## **II.1.3. Les zones externes**

En Algérie, il s'agit des nappes telliennes qui se disposent du Nord au Sud comme suit :

### **II.1.3.1 La zone ultra-tellienne**

Elle est caractérisée par des faciès bathyaux clairs au Crétacé et à l'Éocène et une composante détritique au Sénonien et à l'Éocène à sa marge septentrionale (Durand Delga, 1969).

### **II.1.3.2. La zone tellienne au sens strict**

Elle est regroupe l'essentiel des unités des Bibans, épi, méso et infra-telliennes décrites par Kieken (1962).

### **II.1.3.3. La zone péni-tellienne**

Elle est caractérisée par des influences néritiques. Ces séries ont été confondues avec les formations de type plateforme réputée autochtone (Vila, 1980).

## Chapitre II : Géologie régionale

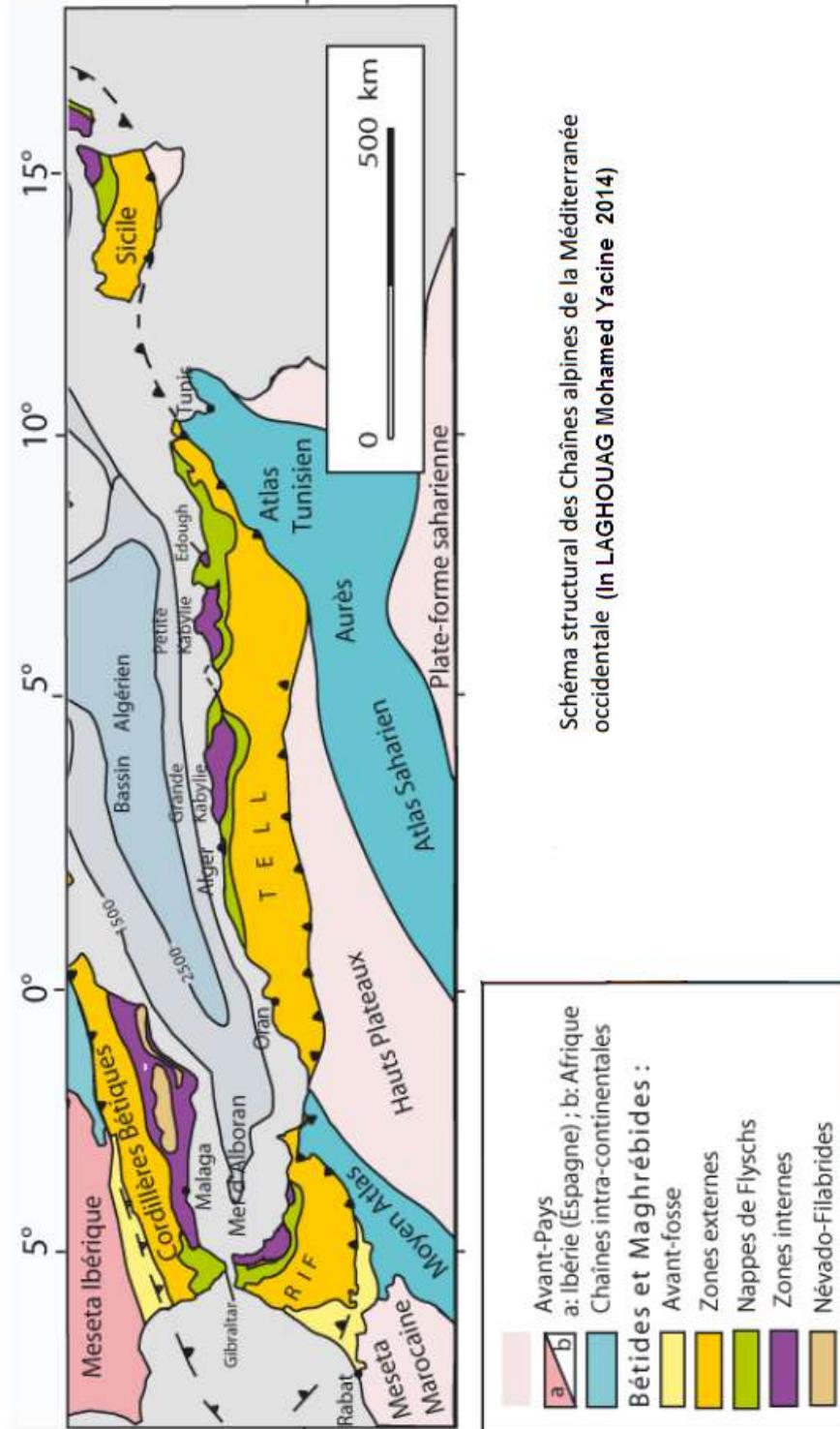


Schéma structural des Chaînes alpines de la Méditerranée occidentale (In LAGHOUAG Mohamed Yacine 2014)

**Chapitre III :**  
**Généralités sur la géologie de Cap**  
**Djinet**

### III.1. Géologie locale (région de Cap Djinet)

La région de Cap Djinet, comprise entre la mer méditerranée et les premiers contreforts de la Kabylie, s'intègre dans le domaine nord-atlasique. Suivant les conceptions les plus classiquement proposées, cet édifice structural montre l'individualisation de trois zones, superposées géométriquement :

- la zone la plus méridionale est le domaine de deux séries de flysch nappés :
  - La série massylienne schisto-quartziteuse (crétacé inférieur, cénomanien, sénonien)
  - La série mauritanienne à quartzite et argile (albo-aptien, cénomanien, nummulitique).
- La zone médiane est caractérisée par le socle et la dorsale Kabyles. Le socle composé de formations métamorphiques et d'une série paléozoïque, est marqué par des plis E-W et des déversements vers le Nord, coincée entre le flysch méridionaux et le socle, la dorsale (permo-trias à lias) constitue une couverture qu'une tectonique tangentielle a disloquée en écailles.
- La région littorale comprend à l'Est les formations nappées de Dellys et à l'Ouest les terrains de Cap Djinet.

D'après (Degiovanni. R, 1978), les formations orientales sont représentées par cinq unités allochtones empilées qui sont de bas vers le haut.

La région occidentale est caractérisée par des formations post nappes discordantes sur les unités orientales. Cette région apparait comme un bassin comblé par des sédiments et qui fut le siège d'activités volcaniques. Les terrains sédimentaires sont représentés par des grés et des marnes datés du Carténien (Ficheur. J, 1891) puis Oligocène (Muraour. P, 1955) et enfin rattachés au Miocène inférieur (Dame.R et Magne. J, 1956). L'âge Burdigalien supérieur Helvétien inférieur a été confirmé par (Degiovanni. R, 1978).

Les formations volcaniques sont représentées par une alternance de coulées et de tufs s'intercalant dans les terrains sédimentaires. Le dynamisme de type subaquatique (présence de pillow-lavas) au début du cycle volcanique, devient aérien pour les épisodes terminaux. **(Fig. III.1)**

La localisation de ces formations volcaniques à la bordure septentrionale d'un bassin subsident dellysien Miocène est l'expression d'un volcanisme de marge continental.

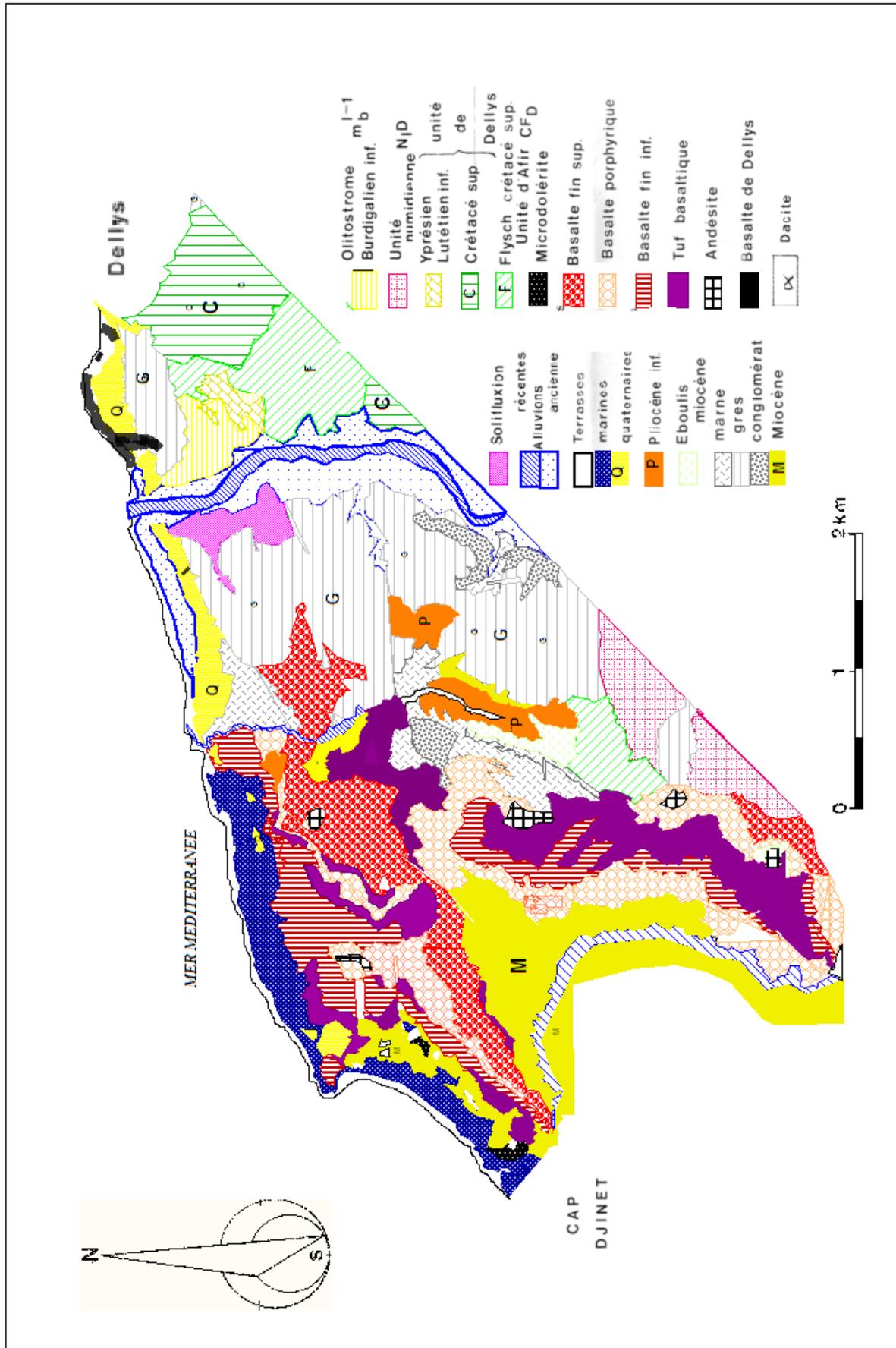


Fig.III.1 : Carte géologique de la région de Cap Djinet d'après Degiovanni et Raymond (1978)

## Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

### III.2. Le magmatisme de Cap Djinet dans l'Algérie de nord :

La répartition et l'âge de mise en place du magmatisme miocène de l'Algérie du Nord ont fait l'objet de plusieurs travaux synthétiques parmi lesquels : Glangeaud (1952, 1954); Bellon (1976); Bellon et al. (1977); Semroud (1981); Megartsi (1985); Aït Hamou (1988) et Ouabadi (1994).

La localisation, l'âge et la nature pétrographique de ces manifestations magmatiques qui forment un liseré le long du littoral dans le tableau.III.1 ; sont réparties en trois grandes provinces ; d'Est en Ouest :

- La Province Constantinoise
- La province Algéroise
- La province Oranaise

Localisation		Région	Faciès	Age (Ma)
Est Algérien	Nord Constantinois	Edough	Granites-Micgranites	15
		Cap de Fer	Rhyolites	15
		Filfila	Granites	15-22
		Collo	Microgranites	16-22
		Cap Bougaroun	Granites	16-22
		El Aouana	Diorites	14-15
		Amizour	Diorites Monzogranites Andésites Rhyolites	22 15-16 18 12
Centre	Algérois	Dellys	Basalte-Andésite	19-16
		Cap Djinet	Basalte-Andésite	12-13
		Thénia	Granitoïdes	13-16
		Zemmouri-El Kerma	Granitoïdes	16
		Cherchall	Monzogranites Microgranite Andésite	12-13 12-13 13
		Miliana	Microgranites	15-16
Ouest Algérien	oranie	Tifaraouine	Andésite	10-12
		Djebel Touilla	Andésite	10-11
		Hammam Bou Ghrara	Rhyolite	15
		Filaoussene	Basalte	8.7
		M'sidra	Andésite	7

Tableau.III.1 : Le magmatisme miocène de la marge algérienne ; d'après belanteur 2001

## Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

### II.3. Généralités sur les différentes formations volcaniques de Cap Djinet

Les formations volcaniques de Cap Djinet (fig III.1) sont des roches éruptives inter-stratifiées dans les sédiments marins d'âge Burdigalien supérieur- Helvétien inférieur (Degiovanni. R, 1978).

Les laves longent la route littorale Cap Djinet –Dellys, au nord de Mazer et de Bou Noua. Dans la partie sud-ouest du massif, elles affleurent du point coté 161 jusqu'au koudiat Bel Hazer, avec un alignement NE-SW. Elles s'étendent à l'intérieur des terres suivant un axe N-S ; depuis la zaouia El Arbi jusqu'au Dra Rahmane.

Les limites occidentales dessinent un arc dont la concavité est occupée par les sédiments miocènes. Vers l'Est, les formations volcaniques passent, par l'intermédiaire de ces mêmes sédiments en position supra-volcanique, aux unités tectoniques de Dellys.

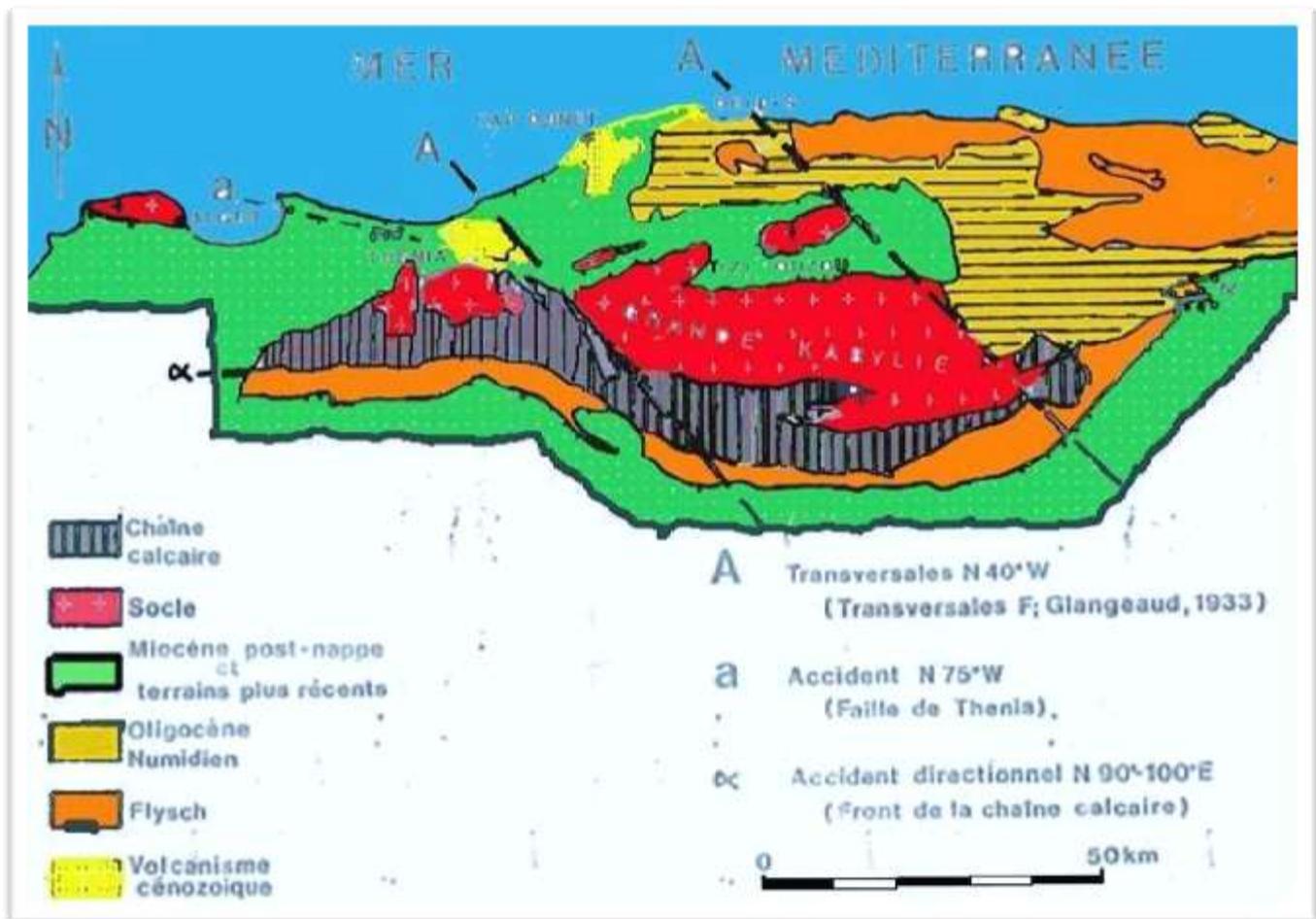


Fig III.1 : carte géologique de la région de Cap Djinet ; d'après Degiovanni (1978)

### III.4. Les différentes formations volcaniques

La succession lithologique des formations volcaniques a été mise en évidence par Degiovanni. R, 1978.

L'analyse de deux coupes (fig III.2) permet d'individualiser une série essentiellement basaltique caractérisée par une alternance de coulées et de produits de projection. Et une série plus tardive andésitique, de faible puissance associée à des brèches.

La coupe (fig III.3) résume la succession des formations volcaniques qui est la suivante :

- Une série supérieure andésitique.
- Une série inférieure basaltique.

#### III.3.1. la série supérieure andésitique

Les andésites semblent s'aligner suivant un axe NS depuis Bounoua jusqu'au Koudit El Iebéne. Ces formations sont réparties en lambeaux de coulées sur les basaltes. Ce sont essentiellement des laves porphyriques souvent bréchiques et par endroits reliées à des brèches mono-géniques.

##### - les coulées :

De dimensions relativement faibles, les coulées ont parfois des formes de galettes ovoïdes. La lave peut être massive à prismation verticale grossière ou prendre un aspect feuilleté.

##### - Les brèches andésitiques :

Elles constituent la base des coulées. Ce sont des brèches mono-géniques, hétérométriques et non classées. La matrice qui cimente ces brèches est hyaline ou tuffacée.

Ces brèches sont la conséquence de phase explosive avec projection aérienne de cendres et de blocs.

#### III.3.2. la série inférieure basaltique

La série basaltique est caractérisée par des faciès d'épanchements ; des produits de projection et par des intrusions magmatiques.

##### a)- faciès d'épanchements.

Dans la région de Cap Djinet les faciès d'épanchements sont représentés par des basaltes fins et des basaltes porphyriques.

D'après (Degiovanni .R.1978), ces faciès se répartissent stratigraphiquement ainsi :

- Basalte fin "supérieur"
- Basalte porphyrique
- Basalte fin "inférieur"

## Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

---

Les termes "supérieur" et "inférieur" ont été attribués par rapport à l'horizon porphyrique qui est constant.

Ces faciès forment des coulées aériennes prismées et des pillows lavas. Les pillows lavas sont connus à l'embouchure de l'oued el Arba. Les coussins présentent un diamètre variable (10cm à plus de 1m) et sont cimentés par des rubans de marnes jaunes.

Au Cap Djinet ces pillows lavas sont surmontés par des coulées aériennes grossièrement prismées qui présentent à leurs bases des coulées oblitérées par une altération en boules "pelures d'oignons"

### **b)-les produits de projections**

Les produits de projections sont souvent associés de fines intercalations de sédiments et constituent la base des coulées de laves. Ils se rencontrent dans tout le massif et constituent en général des strates plus ou moins régulières de quelques centimètres à un mètre.

### **c)- les pointements intrusifs**

Dans cette région, trois édifices intrusifs de faibles dimensions jalonnent la cote de Cap Djinet :

- Neck dont les coordonnées Lambert sont  $x= 564.45$  et  $y=4080.80$ .
- Dôme point 92 qui est situé en  $x=563.40$  et  $y=4070.60$
- Sill point 212, situé en  $x=564.95$  et  $y=4080.00$

Ces pointements intrusifs recourent les marnes miocènes en Y développant un léger métamorphisme au contact. D'après GRAVELLE .M.1955, leur localisation permet de penser que leur mise en place a du correspond aux premières manifestations du volcanisme. En effet, d'après cet auteur, sur la rive droite de l'oued Amara et à 500m de la cote 93, on peut voir une intrusion doléritique passer à une coulée. Cette coulée qui repose sur les marnes ante-volcaniques, est elle-même recouverte par les roches d'épanchements de la série basaltique.

# Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

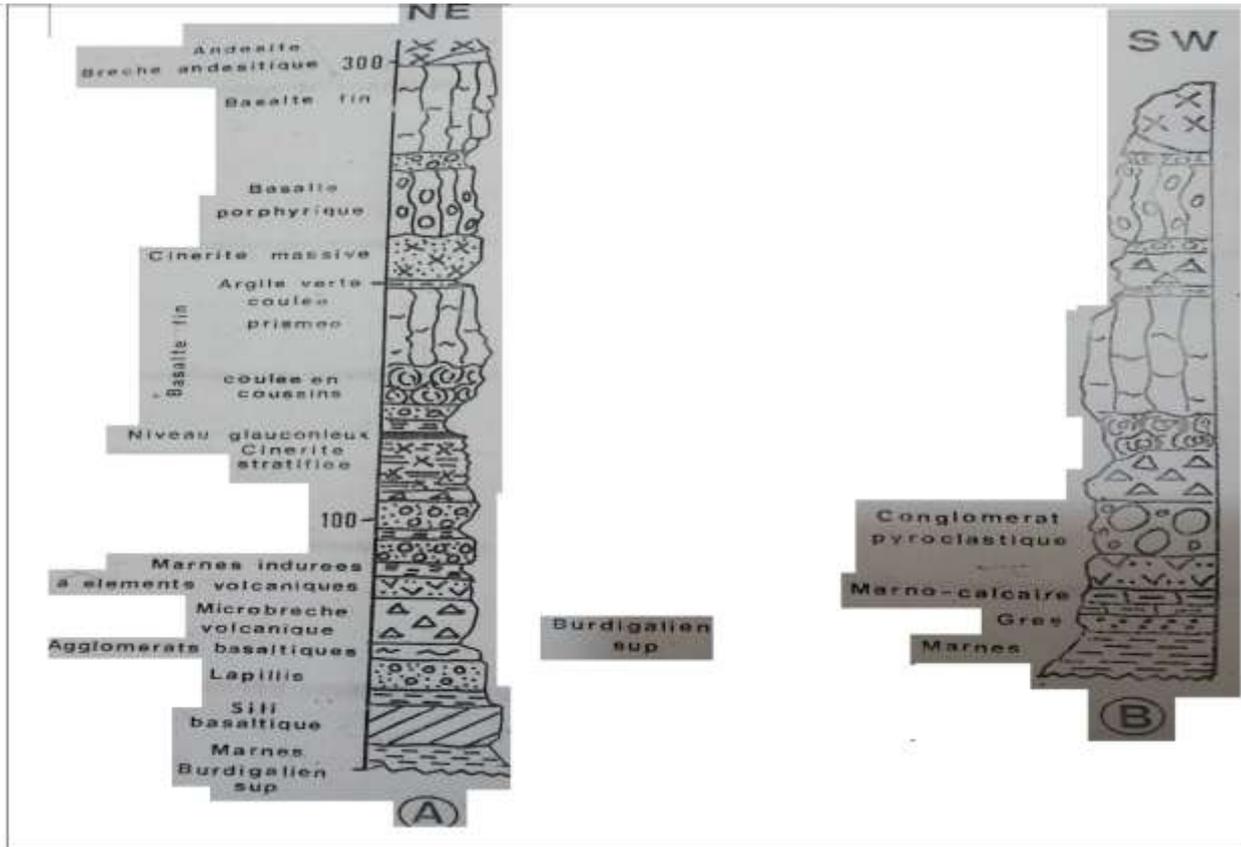


Fig III.2: Coupe de la formation stratifiée de Djenned (A) et El Hemadna (B) ; d'après Degiovanni (1978)

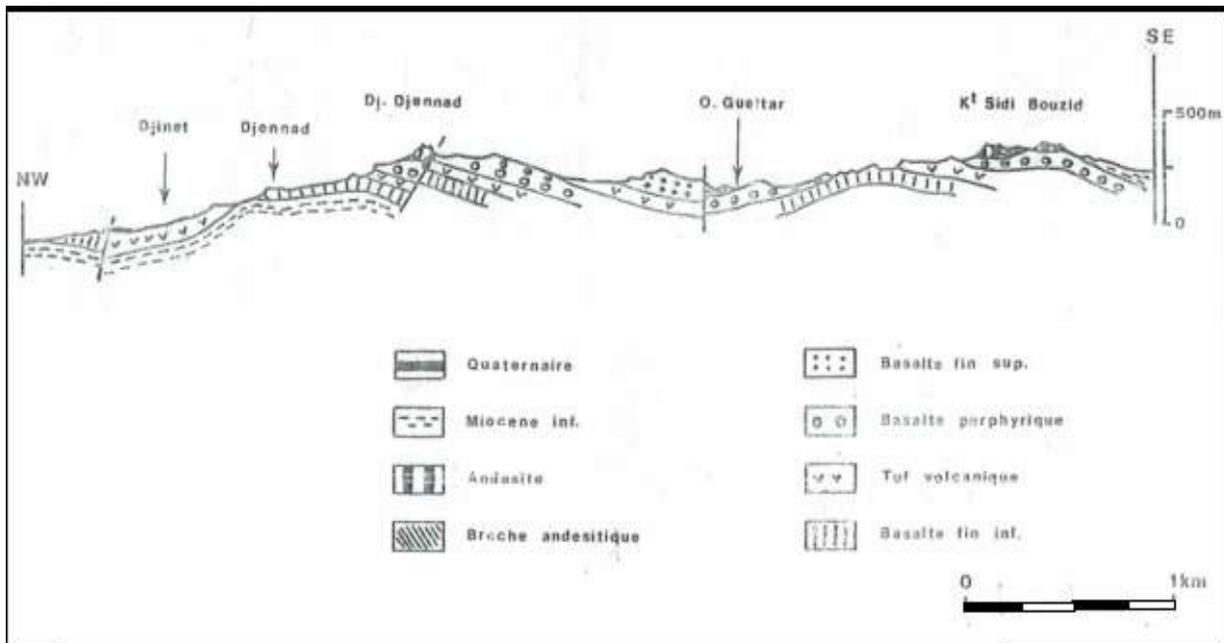


Fig III.3 : coupe générale des formations volcaniques du Cap Djinet

## Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

### III.5. Pétrographie des basaltes de Cap-Djinet:

Le magmatisme de l'Algérois est caractérisé par une nette prédominance des roches volcaniques (basaltes, andésites, dacites et rhyolites) qui affleurent le long de la côte depuis Dellys à l'Est, à Cherchell à l'Ouest ; avec des témoins au Cap Djinet, à Zemmouri El Bahri, à El Kerma, à Bordj El Bahri et à Alger (**Tableau.III.1**).

L'étude pétrographique et minéralogique est extraite des travaux antérieurs (Hachemi. Y, 2007) et (Belanteur. O, 2001).

L'étude au microscope a permis de distinguer une texture microlitique aphanitique et une texture microlitique porphyrique dans les coulées et une texture microdoléritique dans les basaltes mis en place dans des conditions hypo-volcaniques.

Dans tous les faciès on retrouve des phénocristaux de plagioclases basiques, olivine et pyroxènes dans une mésostase riche en oxydes opaques et minéraux secondaires (zéolites, calcite et chlorite) (Tableau III.2).

Nature de la Roche	Phénocristaux	Mésostase	Min. Secondaires
Basalte du Cap-Djinet	Pl + Cpx + Ol ±Bte + Oxydes opaques	Pl + Cpx + Ol +M.opaques + Verre	Serpentine + Zéolites + Calcite ± Chlorite

**Tableau III.2 : Composition minéralogique des basaltes du Cap-Djinet. d'après belanteur 2001**

**Le Plagioclase:** C'est la phase minérale la plus importante (30-50% des phénocristaux), les teneurs en anorthite montrent que la composition varie peu dans les différents faciès. C'est un plagioclase calcique de type labrador-bitownite (An85), généralement zoné. C'est un zonage oscillatoire mis en évidence par une altération sélective. Les plagioclases renferment des inclusions de pyroxènes et des facules vitreuses.

**Le clinopyroxène:** est une augite faiblement colorée, qui se présente en cristaux automorphes à sub-automorphes très faiblement colorés, souvent zonés et maclés.

## Chapitre III : Généralité sur la Géologie de Cap Djinet

---

**L'olivine** : Souvent automorphe le minéral présente des golfes de corrosions et est toujours altéré en iddingsite et serpentine. L'iddingsite forme une frange continue autour du minéral et s'insinue dans le minéral suivant les craquelures isolant des îlots d'olivine et la serpentine est également très développée.

**La biotite**, très rare (moins de 1% du volume totale de la roche), n'a été observée qu'accessoirement dans les basaltes du neck, en petits cristaux automorphes fortement pleochroïques et souvent chloritisés.

**Les oxydes opaques**: Relativement abondants, jusqu'à 5 % du volume totale de la roche, ils se présentent en granules xénomorphes au voisinage et au sein de tous les ferromagnésiens et disséminés dans la mésostase.

**La mésostase**: jusqu'à 50 – 60 % du volume total de la roche, elle est constituée de petits microlites de plagioclases et pyroxène, plus rarement de petits grains d'olivine.

**Les minéraux secondaires**: les roches de Cap Djinet sont fortement altérées (chloritisation, serpentinitisation et zéolitisation).

### En conclusion

Les caractères pétrographiques des basaltes de Cap Djinet sont typique des associations calco-alkalines:

- richesse en phénocristaux, surtout en plagioclase ;
- basicité relativement forte et zonage accusé des plagioclases ;
- présence constant de clinopyroxène dont l'enrichissement en fer, selon la nature de la roche, est faible ;
- présence d'olivine.

### III.6. Tectonique

L'ensemble des terrains volcano-sédimentaires de la région de Cap Djinet a été soumis à des actions tectoniques amorcées après le miocène et accentuées par la phase post-plais-ancienne (Gravelle, 1955). Ces actions tectoniques ont donné naissance à des plis (synclinal de l'oued guetter, anticlinal de djenned) qui sont de direction NE-SW. A ces plis s'associent des failles de même orientation. La phase pontien-quadernaire a contribué ultérieurement à renforcer ces structures.

# **CHAPITRE IV :**

**Géologie du secteur d'étude  
(Carrière d'Agrégat de SONATRO)**

**Cap Djinet**

### IV.1. Généralités sur la géologie du secteur d'étude

La carrière de Cap Djinet dépend de la commune de Djinet. Elle s'étend sur une superficie de 25 hectares. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne et le Nord Est par la cité des carrières. Au Sud Est par des terrains forestiers, le barrage de Oued Laamara et à l'Ouest par la station de gaz et la ville de Douar Mendil (Fig IV.1).

la carrière d'agrégats de Cap Djinet (Fig IV.1) se localise sur le versant Ouest de la structure volcanique de Cap Djinet d'âge Burdigalien supérieur- Helvétien inférieur (Degiovanni. R, 1978). Les formations volcaniques apparaissent par endroit en surface sous forme de complexe intrusif .



Fig.IV.1 : Photo satellitaire de la carrière d'agrégats de Cap Djinet;google maps ;2019

### **IV.2. Etude pétrographique**

Le but de cette étude est de mettre en évidence les caractères pétrographiques des roches volcaniques et volcano-sédimentaires de Cap djinet. Les échantillons étudiés représentent l'ensemble des roches prélevées dans le secteur d'étude (Fig IV-1).

Cette étude est scindée en deux parties, une partie concernera une description macroscopique à partir des observations sur le terrain et une deuxième partie traitera de l'étude microscopique des lames minces au laboratoire.

Dans le secteur d'étude affleurent de nombreuses formations volcaniques et volcano-sédimentaires. On note cependant la prédominance des roches volcaniques basaltiques exploitées justement pour la production d'agrégats objet de ce mémoire. On y distingue différents types de basaltes à grains (grossier, moyen et fin), des tufs volcaniques, des marnes individualisées ou associées aux tufs volcaniques et des formations quaternaires.

#### **1- Formations Quaternaires**

##### **Observations macroscopiques**

On observe au moins trois types de formations quaternaires :

a)- Formation des sols constitués de roches issues de l'altération des roches mères essentiellement volcaniques et riches en matières organiques et végétaux.

b)- formation de blocs et galets dans les talwegs.

c)- le remblai : il s'agit de la découverte de la carrière afin d'arriver à la roche seigne exploitable : on retrouve pratiquement toutes les formations du secteur d'étude : les basaltes seins (photo 2b Pl I) et d'autre avec des niveaux d'altération différents (photo 2a Pl I), les marnes, les tufs et le quaternaire ancien. Ce remblai est reconnaissable à sa couleur rougeâtre et présente une épaisseur d'environ 10 mètres et couvre une surface d'environ 50m<sup>2</sup>.

##### **Observations microscopiques :**

Les formations quaternaires n'ont pas fait l'objet d'une étude microscopique.

#### **2- Les basaltes :**

les basaltes occupent une grande surface d'affleurement qui couvrent la presque totalité du massif du Cap djinet, ces massifs basaltiques et leur contexte géologique ont fait l'objet de plusieurs études (Degiovanni, R, 1978 ; Yakhlef, R, 1992).

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

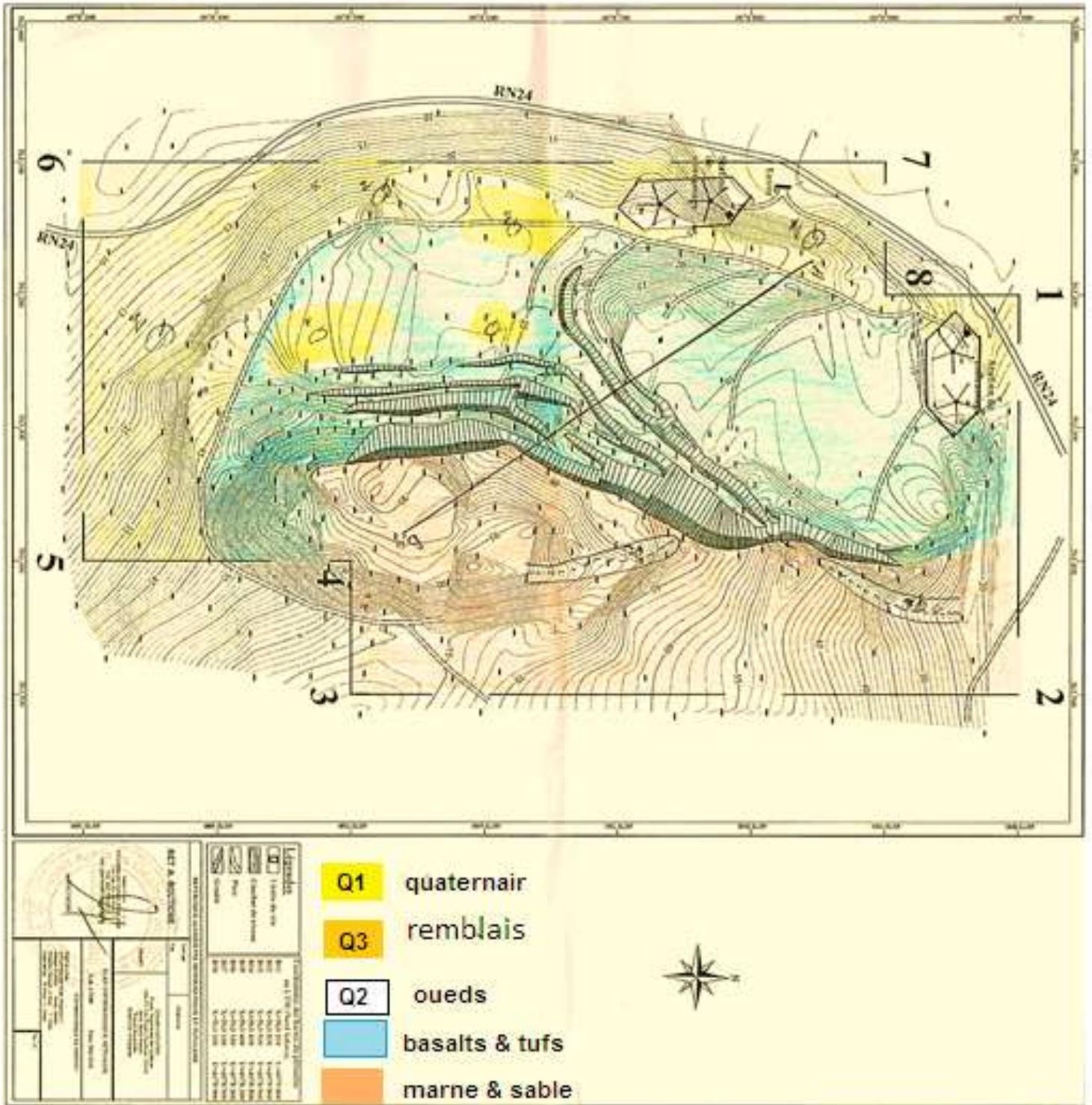


Fig IV.2 : Carte géologique du secteur d'étude ;BOUTICHE.A 2014

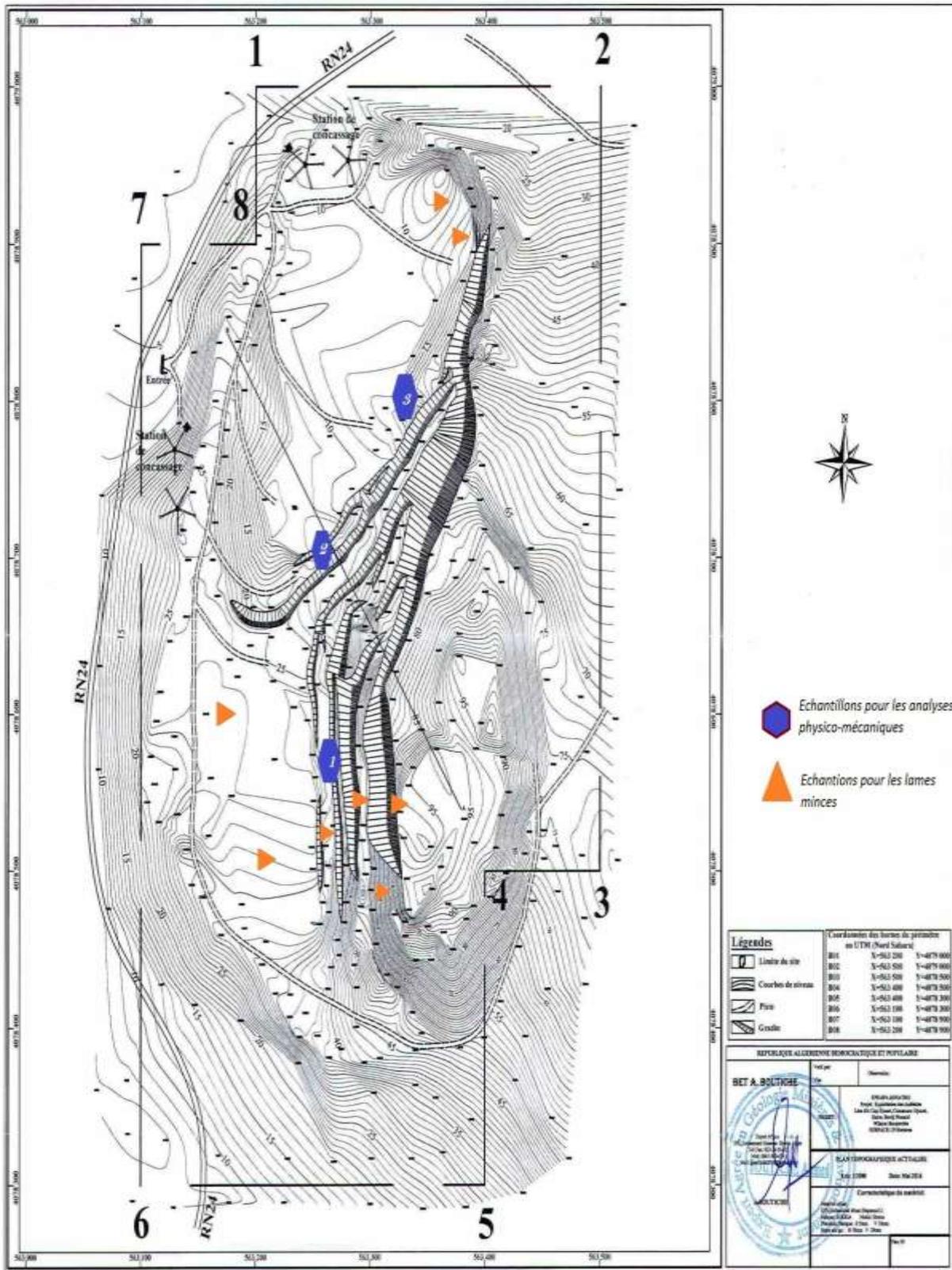


Fig IV.3 : Carte topographique du secteur d'étude et points d'échantillonnage ; BOUTICHE.A 2014

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

---

### Observation macroscopique :

Il s'agit de roches homogènes, de teinte claire avec des couleurs par fois gris à maron, avec des grains fins par fois moyens à grossiers; avec une texture basaltique dans les basaltes à grain fin et une texture doléritique dans les basaltes à grains grossiers. Ces basaltes présentent par endroits des vacuoles à remplissage de cristaux de pyrite (photo 06 ; planche I). ils sont parfois mouchetés par des minéraux claires que l'on peut facilement confondre à de la calcite, il s'agit de zéolites qui parfois se présentent sous forme de rosettes aciculaires.

Ces basaltes sont traversés par des fissures remplies par de la silice tardive (photo 05 ; planche I).

En surface et dans les fissures ouvertes, les basaltes présentent une forte altération qui est progressive de puis la bordure vers le centre de la roche. Lorsque la roche est entièrement altérée, elle se transforme en un sable argileux rouge fertile très utilisée dans l'agriculture.

### Observation microscopique :

L'observation microscopique des basaltes étudiés présentent trois types de textures : microlitique, doléritique porphyre et microgrenue.

#### Texture microlitique :

Les cristaux ne sont pas visibles à l'œil nu mais distinguables sous un microscope optique classique au sein d'une pâte amorphe. Lorsqu'une orientation des cristaux est visible on parle de texture microlitique fluidale (D) . Lorsqu'une (ou plus) phase minérale est visible à l'œil nu on parle de texture microlitique porphyrique (C) car les minéraux en question sont des porphyres. (photo 01; planche II)

#### Texture doléritique avec porphyres :

Elle est caractérisée par la présence de phénocristaux d'amphiboles beignant dans une matrice constituée par de nombreuses lattes de plagioclases. (photo 02 ; planche II)

#### Texture grenue :

Les grains sont tous visibles à l'œil nu. (photo 03 ; planche II)

#### A)-Les minéraux essentiels :

**Amphiboles** : se présentent en phénocristaux automorphes, développées en prismes ou en aiguilles avec un fort relief. Elles sont colorées avec un pléochroïsme très net et souvent caractéristique, dans les teintes brunes. Les amphiboles présentent des clivages de deux familles faisant alors entre eux un angle très caractéristique de 120° (photo 02; planche II).

**Plagioclase** : très abondent, sont incolores et leur relief est faible, s'identifient à leurs macles polysynthétiques, formées de cristaux répétés et à l'origine de l'aspect typique en rayures. Les cristaux de plagioclases sont parfois zonés. (photo 02 ; planche II)

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

---

**Quartz** : Les cristaux sont xénomorphes, ne présentant ni macles, ni clivages, ni traces d'altération. Son relief est faible ce qui rend, à une biréfringence faible, avec des teintes de polarisation dans les blancs ou les gris. (photo03 ; planche II)

**Les clinopyroxènes** : sont des phénocristaux bien automorphes, relief fort, pas de pléochroïsme avec des clivages à 89°, présentant des macles. Les cristaux sont zonés (photo04 ; planche II).

**les feldspaths potassique (Orthose)** : sont très rare, incolores et leur relief est faible. Ils présentent souvent un aspect poussiéreux ou moucheté qui traduit leur altérabilité, présentent toujours une biréfringence faible donnant des teintes ne dépassant pas les gris clairs à blancs, montrer des macles de Carlsbad associant deux cristaux. (photo04 ; planche II)

### B)- les minéraux secondaires :

**Les minéraux opaques** : ils se présentent en ganules xénomorphes. (photo04-a ; planche II)

**La calcite** : elle se présente en plages incolores, de relief variable, avec des clivages très nets ; elle se distingue par sa biréfringence très élevée, avec des bandes irisées au sein de plages souvent de couleur beige. Ces bandes traduisent des macles polysynthétiques lamellaires. (photo05 ; planche II)

**La chlorite** : elle est souvent en lamelles de couleur incolore à légèrement verdâtre, avec un pléochroïsme dans les verts pâles et des clivages nets. Le relief est un peu plus faible que celui des micas. La chlorite a une biréfringence faible, avec des teintes parfois inhabituelles, bleues ou marron. (photo05 ; planche II)

**Epidotes** : elles apparaissent en cristaux prismatiques, subautomorphes, clivés, et dont le relief est moyenne. Les espèces les plus fréquentes montrent un pléochroïsme dans les verts-jaunes, les teintes de polarisation sont généralement vives et variables au sein d'une même section. (photo06 ; planche II)

### C)- les altérations :

Parmi les altérations on a détecté la zéolitisation avec l'apparition des zéolithes, la chloritisation très abondante dans les basaltes altérés par une abondance de chlorites et la silicification sous forme de silice fissurale.

## 3-Les Tufs volcaniques

Les tufs volcaniques sont des roches formées par accumulation de projections volcaniques en fragments de quelques millimètres, pouvant contenir des blocs ou des cendres, et consolidé sous l'action de l'eau. Parmi ces des débris, on note la présence des schistes plissés, du socle cristallin et quartz.

La présence des microfossiles (foraminifères) et des granoclasses montre que ces roches sont déposées dans un milieu marin.

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

---

### Observation macroscopique :

c'est un roche volcano-sédimentaire tendre résultant de la consolidation de débris volcaniques leucocrates (blanche grisâtre) former par des cristaux orientés (photo 03 ; planche I)

### Observation microscopique :

L'observation microscopique montre que ses roches contiennent les minéraux suivant:

**Amphibole** : phénocristaux automorphes, développés en prismes ou en aiguilles, et de fort relief. Ils sont colorés avec un pléochroïsme très net et souvent caractéristique

**Le quartz** : est abondant il forme des sections généralement xénomorphes, très limpides en LPNA, avec des teintes de polarisation basses en LPA (photo A ; planche III)

**Schiste** : se forment à partir des roches effusives basiques (photo B-1 ; planche III)

**La muscovite** : est incolore ; elle forme des cristaux allongés automorphes de relief moyen qui ne présentent pas de traces d'altération. Les sections de muscovite portent généralement la trace d'un clivage net ; (photo B-2 ; planche III)

- Dans ce tuf volcanique on observe des quelque microfossiles de type **Foraminifères benthiques** (photo C, D, E, F ; planche III)

- le ciment entre les éléments c'est un ciment argileux grisâtre, par fois les éléments sont soudés et le ciment non pas visible

### 4-Les marnes

La *marne* est une roche sédimentaire formée d'un mélange de carbonate de Calcium (le calcaire) et d'argile comptant pour 35 à 65%. Les marnes ont une composition chimique intermédiaire entre les calcaires marneux (5 à 35%) d'argile et les argiles calcaireuses ou marnes argileuses 65 à 95% d'argile.

### Observation macroscopique :

Les marnes ont un grain fin, avec fraction volcaniques anguleuse, très développées avec des grains des quartz anguleuses, des fins des plagioclases et de micas elles font effervescence à l'acide dilué (HCl à 10 %), Elles présentent un débit en boulettes ou en plaquettes.

Leur patine est claire (grise, blanchâtre, jaune, bleutée),

### Observation microscopique :

à partir des difficultés pour obtenir des lames minces de la Marne, nous n'avons pas pu faire d'étude microscopique.

Planche I



### Planche I

**Photo (01)** : Formation quaternaire (remblai)

**Photo (02)** : **(a-1)** bombe volcanique "altération en pelures d'oignons"

**(a-2)** basalte altéré

**(b)** basalte sein

**Photo (03)** : tuf volcanique

**Photo (04)** : marnes avec tufs volcaniques

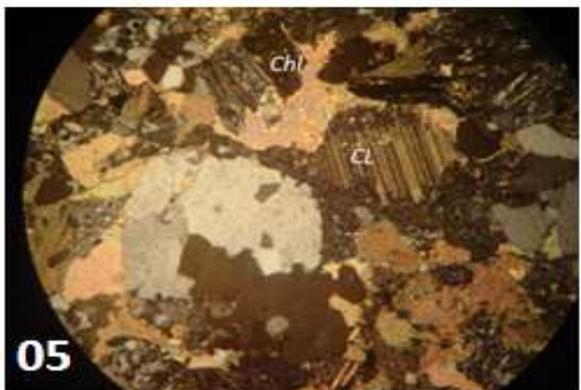
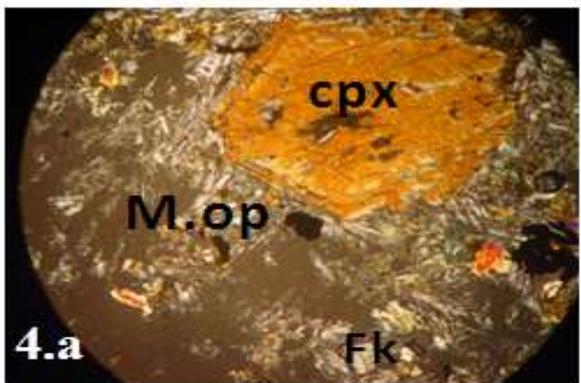
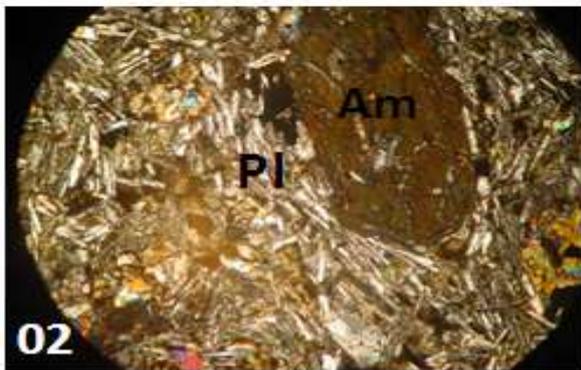
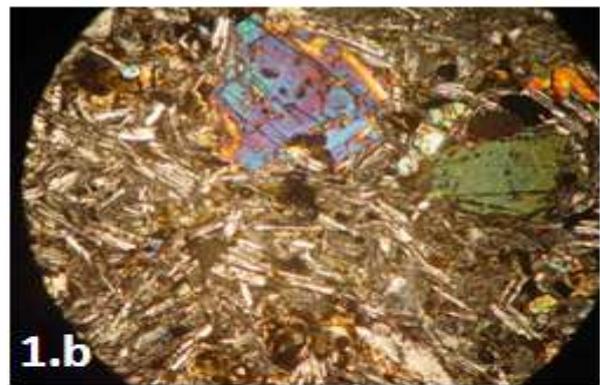
**Photo (05)** : basalte à zéolites et de la silice fissurale

**Photo (06)** : basalte à nombreuses cavités remplies par des cristaux de pyrite

**Photo (07)** : **(a)** : marnes grises

**(b)** : marnes beiges

Planche II



### Planche II

**Photo (01)** :texture microlitique (a :Gr×05mm ;b :Gr×10mm)

**Photo (02)** :texture doléritique avec phénocristaux d'amphibole+plagioclase (Gr×10mm)

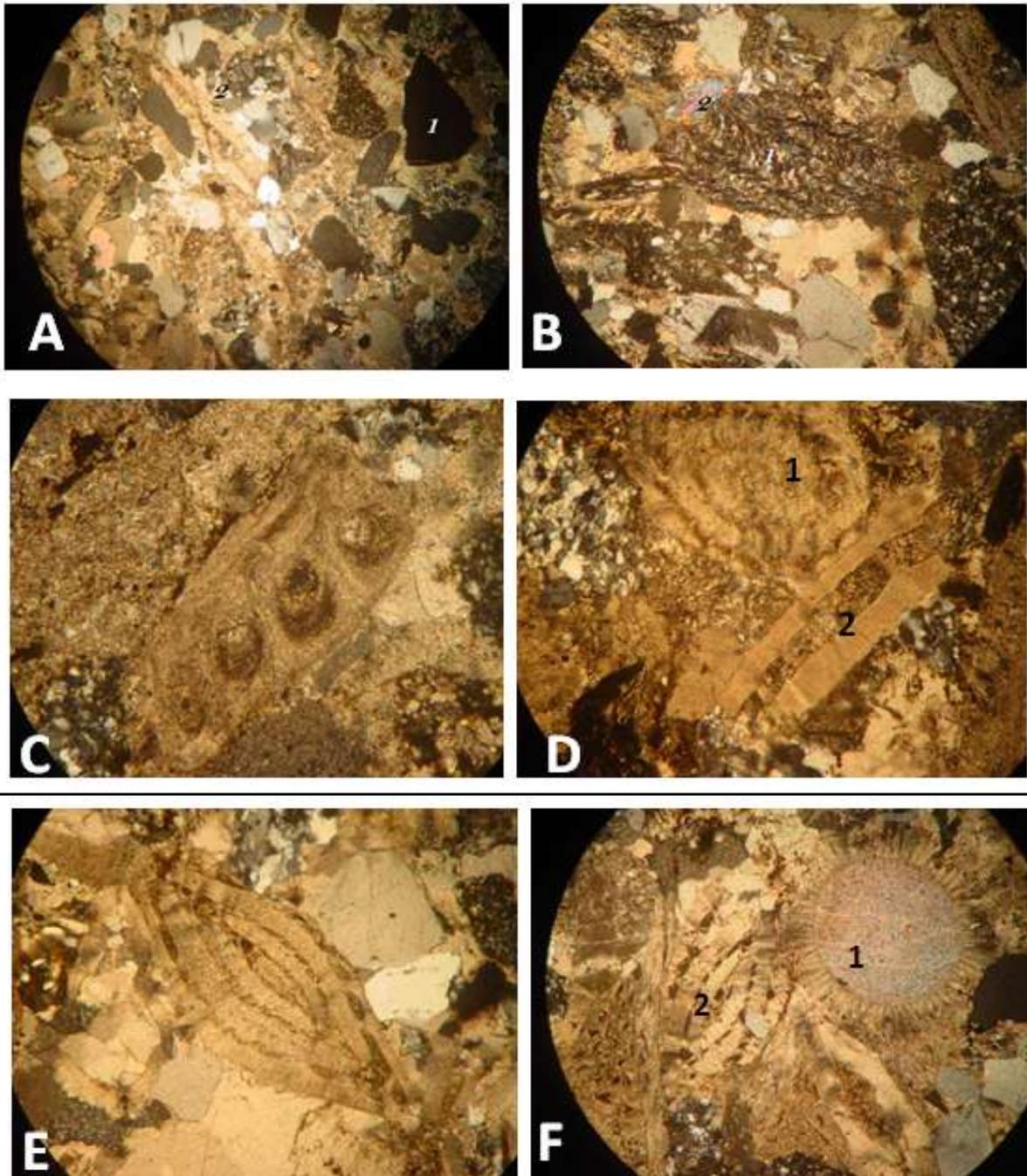
**Photo (03)** :texture grenue ( cristaux de qartz) (Gr×05mm)

**Photo (04)** :phénocristaux de clinopyroxenes + Fk + Minéraux opaques (Gr×10mm)

**Photo (05)** :calcite+chlorite (Gr×05mm)

**Photo (06)** :calcite+ épidote (Gr×05mm)

Planche III



### Planche III

**Photo A** : qtz (GX×10mm)

**Photo B** : 1 : fragment de schiste (GX×10mm)  
2 : muscovite (GX×10mm)

**Photos (C.D.E.F)** : des microfossiles type foraminifères (GX x10mm)

c : Diplopora phanerospora ;

d1 : Nummulite; d2 :Operculina ;

e : Nummulite ;

f1 : discolithe ;f2 : Nummulitidés

### IV.3 Tectonique du secteur d'étude

Les déformations observées dans le secteur d'étude sont des déformations cassantes qui sont matérialisées par de nombreux tectoglyphes marques diverses : arrachements, enduits et calcite, miroirs de faille, stries, schistosité de fractures et brechification.

#### **Brèches tectonique :**

Elles sont observées dans de nombreux endroits et sont matérialisés par une zone de broyage de quelque centimètre à plusieurs mètres de largeur suivant la direction de la faille. Contrairement à une brèche sédimentaire, la brèche tectonique résulte de la fracturation et la fragmentation de la roche en débris anguleux. Ces débris sont par la suite cimentés par la circulation des fluides générés par les contraintes tectoniques ou par des fluides magmatiques ou hydrothermaux tardifs. (Fig IV.4)



**Fig IV.4: photo d'un Brèche tectonique dans la faille anté-quaternaire**

### Miroir et stries de faille :

Miroir et stries de faille sont observés dans de nombreux endroits lorsqu'ils sont bien conservés. Ces miroirs de faille sont parfois tapissés par des endroits de calcite sur les quels sont souvent gravés les stries de faille (Fig IV.5).



Fig IV.5: photo d'un strie de faille dans les calcites



Fig IV.6: photo d'un strie de faille

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

**Les diaclases :** de nombreuses diaclases apparaissent ou sont observés dans les différentes formations volcano-sédimentaires du secteur d'étude, ces diaclases sont dues soit à la fracturation de la roche par les exploitifs utilisés pour l'exploitation des agrégats. Ces dernières sont généralement perpendiculaires au trou de fraction. Par contre ses diaclases d'origine technique ont la même direction que la faille principale.

**Les failles :** les failles observées sur le terrain recoupent nettement les formations volcanique, volcano-sédimentaire voir quaternaire. Ces failles provoquent des déplacements des compartiments sur plusieurs centimètres.

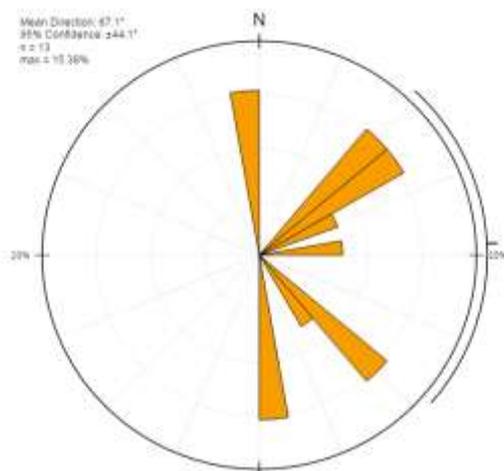
On est prendre plusieurs direction des différentes failles dans le secteur d'étude; la plus parte des failles sont des failles normales et on observe une faille antè-quaternaire ; comme nous avons trouvé des zones de fracturations ;( planche IV )

Les différentes mesures montrent qu'il s'agit des failles normales de direction prédominant (NS, NE-SW, SE-NW). (Tableau IV.1)

Nombre de mesures	Mesure (dgr)	Pendage (dgr)	Direction
2	N60°	12°	NNW
		40°	
3	N180°	20°	NNE
		80°	
		05°	
2	N140°	55°	WSW
		76°	
1	N150°	26°	WSW
1	N50°	74°	NNE
1	N62°	86°	NEE

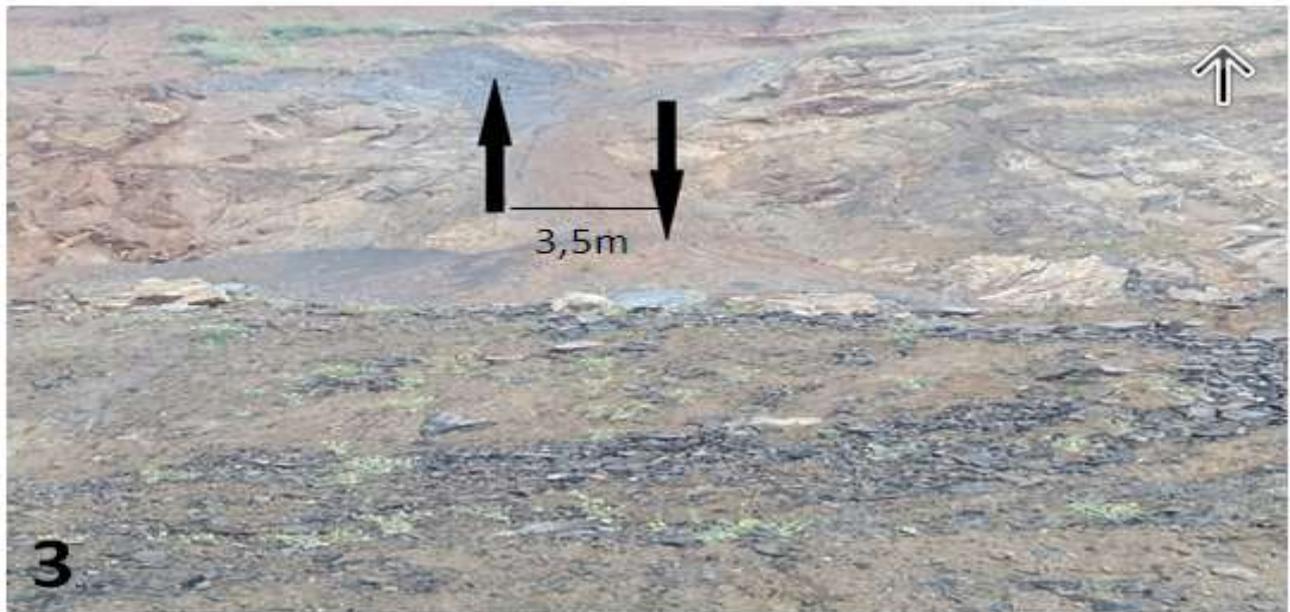
**Tableau IV.1 :les mesures des différentes failles réalisées sur le terrain**

La rosace directionnelle (Fig IV.5) détermine les directions des failles prédominantes existantes dans le secteur d'étude, ce sont : N-S ; NE-SW ; SE-NW



**Fig IV.5: Rosace directionnelle des principales failles affectant le secteur d'étude**

Planche IV



### Planche IV

**Photo01** :Faille normale de direction N150 26°WSW

**Photo02** :Faille normale de direction N60 40°WSW

**Photo03** :Grande faille normale anté-quaternaire de direction N180° 05°NNE

**Photo04 et 05** : Basaltes recoupant les marnes tufacées conduisant à la mise en place d' un métamorphisme de contact (roches dures et sombres au contact) et provoquant une fracturation intense dans ces formations lors de la mise en place.

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

### IV.4. Essais géotechniques

Afin de déterminer les caractéristiques géotechniques des basaltes de la carrière étudiée de Cap Djinet, nous avons prélevés trois monolithes non altérés d'une dizaine de kilogramme chacun. Les essais physico-mécaniques (Essais Los-Angeles, Micro Deval, compression), et autres analyses (masses volumiques, coef. d'absorption, porosité et teneur en eau) ont été réalisés au niveau des laboratoires de CETIM de Boumerdes.

#### 1-ESSAI LOS-ANGELES :

L'essai consiste à mesurer la masse  $m$  d'élément inférieur à 1,6mm, produits par la fragmentation du matériau testé (diamètres compris entre 4 et 50 mm) et que l'on soumet aux chocs de boulets normalisés, On constate que les résultats des essais géotechniques :11, 12 et 14 pour le coefficient los-angles (%) sont inférieurs à la norme CETIM qui est de 40% (Tableau IV.2).

Code échantillon	Fraction utilisée (mm)	Masse initiale (g)	Masse finale (g)	Coefficient Los-Angeles (%)	Norme CETIM
1	10/14	5000	4321	14	< 40%
2	“-”	“-”	4438	11	< 40%
3	“-”	“-”	4393	12	< 40%

Tableau IV.2 : Résultats des Essai Los-Angeles (CETIM 2019)

#### 2-ESSAI MICRO-DEVAL :

L'essai micro-Deval a pour but la détermination de la résistance à l'usure par le frottement réciproque des éléments d'un granulat. On remarque que les résultats des essais géotechniques pour le coefficient micro-Deval (%) sont de 11, 12 et 16% et sont nettement inférieurs à la norme CETIM (35%) (Tableau IV.3).

Code échantillon	Fraction utilisée (mm)	Masse initiale (g)	Masse finale (g)	Coef. Micro-Deval (%)	Norme CETIM
1	10/14	500	420	16	< 35%
2	“-”	“-”	438	12	< 35%
3	“-”	“-”	447	11	< 35%

Tableau IV.3 : Résultats des Micro-Deval (CETIM 2019)

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

### 3-ESSAI DE RESISTANCE A LA COMPRESSION:

Elle a pour but de mesurer la capacité d'un matériau ou d'une structure à supporter les charges qui tendent à réduire sa taille par compression (écrasement), par opposition à la résistance à la traction qui est une résistance à l'allongement (éclatement) et à la résistance au cisaillement qui est principalement une résistance à la torsion (vrille). On constate que les résultats des essais géotechniques pour la résistance à la Compression (MPa) sont 161,8 ; 152,5 ; 143,6 et sont supérieurs à la norme CETIM (20MPa) (Tableau IV.4).

Code échantillon	Format (cm)	Masse (g)	Résistance à la Compression			Norme CETIM
			Force (kN)	Contrainte (MPa)	Moyenne (MPa)	
1	5×5×5	427,1	372,7	149,1	161,8	≥ 20Mpa
	5×5×5	438,3	300,8	120,3		
	5×5×5	453,6	540,1	216,0		
2	5×5×5	428,4	411,2	164,5	152,5	≥ 20Mpa
	5×5×5	437,3	380,8	152,3		
	5×5×5	447,0	351,8	140,7		
3	5×5×5	442,3	498,7	199,5	143,6	≥ 20Mpa
	5×5×5	422,8	200,7	80,3		
	5×5×5	447,3	377,5	151,0		

**Tableau IV.4 : Résultats des Résistance à la Compression (CETIM 2019)**

### 4-MASSES VOLUMIQUES, COEF. D'ABSORPTION, POROSITE ET TENEUR EN EAU:

#### -La masse volumique

Cet essai a pour but de permettre de connaître la masse d'une fraction granulaire lorsque par exemple on élabore une composition de bétons. Ce paramètre permet, en particulier, de déterminer la masse ou le volume des différentes classes granulaires malaxées pour l'obtention d'un béton dont les caractéristiques sont imposées. Les résultats des essais géotechniques pour la masse volumique ( $t/m^3$ ) sont : 2,64, 2,73 et 2,76 ; ces valeurs sont supérieures à la norme CETIM ( $1.8t/m^3$ ) (Tableau IV.5)

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

### **-Coefficient d'absorption d'eau**

On détermine un coefficient d'absorption, qui est défini comme le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après imbibition par l'eau, à la masse sèche de l'échantillon. Cette imbibition est obtenue par immersion de l'échantillon dans l'eau pendant 2 heures.

On constate que les résultats des essais géotechniques pour le coefficient d'absorption d'eau(%)sont 0,14 ; 0,27 ; 0,40 et sont inférieurs à la norme CETIM ( $\leq 5\%$ )(Tableau IV.5 )

### **- Porosité**

L'essai consiste à saturer en eau la porosité ouverte des grains constituant le matériau granulaire.

L'immersion du matériau dans une solution aqueuse, permet sa saturation. A froid, l'essai nécessite du temps. On constate que les résultats des essais géotechniques pour le coefficient de la Porosité (%)sont 0,39; 0,72; 1,04 et sont inférieurs à la norme CETIM ( $< 10\%$ ) (Tableau IV.5 )

### **- TENEUR EN EAU**

La teneur en eau d'un matériau est le rapport du poids d'eau contenu dans ce matériau au poids du même matériau sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau W contenu par unité de poids de matériau sec.

Code échantillon.	Masse volumique réelle (t/m <sup>3</sup> )	Masse volumique imbibée (t/m <sup>3</sup> )	Teneur en eau (%)	Taux d'absorption (%)	Porosité (%)
1	2,62	2,63	0,31	0,47	1,22
	2,64	2,64	0,33	0,33	0,86
<b>Moyenne</b>	<b>2,63</b>	<b>2,64</b>	<b>0,32</b>	<b>0,40</b>	<b>1,04</b>
2	2,75	2,76	0,19	0,18	0,51
	2,69	2,70	0,42	0,35	0,94
<b>Moyenne</b>	<b>2,72</b>	<b>2,73</b>	<b>0,31</b>	<b>0,27</b>	<b>0,72</b>
3	2,76	2,76	0,21	0,15	0,41
	2,75	2,76	0,14	0,14	0,37
<b>Moyenne</b>	<b>2,76</b>	<b>2,76</b>	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>	<b>0,39</b>

**Tableau IV.5 : Résultats des Essais physico-mécanique (CETIM 2019)**

## Chapitre IV : Géologie du secteur d'étude

### Interprétation des Résultats

Les exigences industrielles essentielles pour les agrégats résident surtout dans leur évaluation à résister aux tests physico-mécaniques. Pour ce, leur utilisation dans l'analyse de la matière première minérale est indispensable pour le choix de la qualité des agrégats. Les autres essais sont en général secondaires.

Selon la norme (XP P 18-540) utilisée par le CETIM et la norme française, les valeurs normalisées pour la production des agrégats sont comme suit :

Essais	code échantillon	resultat	Exigence normative
Coefficient Los Angeles	1	14	< 40%
	2	11	
	3	12	
Micro Deval Humide	1	16	< 35%
	2	12	
	3	11	
Résistance à la compression	1	161,8	≥ 20Mpa
	2	152,5	
	3	143,6	
Poids volumique	1	2,63	≥ 1.8t/m <sup>3</sup>
	2	2,72	
	3	2,76	
Absorption d'eau	1	0,40	≤ 5%
	2	0,27	
	3	0,14	
Porosité	1	1,04	< 10%
	2	0,72	
	3	0,39	

**Tableau IV.6: Les exigences industrielles pour agrégats (Extrait de la norme XP P 18-540)**

Les analyses physico-mécaniques des échantillons prélevés dans la carrière de Cap Djinet ont montré de bons résultats selon les normes Algériennes et Françaises (XP P 18540), à savoir un coefficient LOS-ANGELES inférieur à 40% et un MICRO-DEVAL en présence d'eau inférieur à 35%, ainsi que l'absence total d'éléments nocifs. Ceci place les agrégats de la carrière de Cap Djinet comme matériau très bon pour être utilisé dans le béton, le ballaste, et dans le domaine routier comme couche de base et de fondation.

# **CHAPITRE V :**

## **Cadre environnemental**

## **Chapitre V : Cadre environnemental**

---

### **V.1.Cadre l'égal et réglementation Algérienne sur l'exploitation à ciel ouvert et son impact sur l'environnement**

Décret exécutif n° 04-95 du 11 safar 1452 correspondant au 1 avril 2004 fixant les règles de l'art minier

- Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;
- Vu la loi n° 83-13 du 2 juillet 1983, modifiée et complétée, relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles ;
- Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, modifiée et complétée, portant code des eaux ;
- Vu la loi n° 84-12 du 23 juin 1984, modifiée et complétée, portant régime général des forêts ;
- Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;
- Vu la loi n° 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail ;
- Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune ;
- Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990 relative à la wilaya ;
- Vu la loi n° 01-10 du 11 Rabie Ethani 1422 correspondant au 3 juillet 2001 portant loi minière, notamment son article 56 ;
- Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;
- Vu le décret n° 85-231 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et des secours en cas de catastrophes ;
- Vu le décret n° 85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes ;
- Vu le décret présidentiel n° 90-198 du 30 juin 1990, modifié et complété, portant réglementation des substances explosives ;
- Vu le décret présidentiel n° 03-208 du 3 Rabie El Aouel 1424 correspondant au 5 mai 2003 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

## Chapitre V : Cadre environnemental

---

- Vu le décret présidentiel n° 03-215 du 7 Rabie El Aouel 1424, modifié, correspondant au 9 mai 2003 portant nomination des membres du Gouvernement ;
- Vu le décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement ;
- Vu le décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail ;
- Vu le décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993, complété, réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs, et particules solides des installations fixes ;
- Vu le décret exécutif n° 96-214 du 28 Moharram 1417 correspondant au 15 juin 1996 fixant les attributions du ministre de l'énergie et des mines ;
- Vu le décret exécutif n° 02-65 du 23 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 6 février 2002 définissant les modalités et procédures d'attribution des titres miniers ;
- Vu le décret exécutif n° 02-66 du 23 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 6 février 2002 fixant les procédures d'adjudication des titres miniers ;
- Vu le décret exécutif n° 02-469 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002 relatif à l'activité minière de ramassage, de collecte et/ ou de récolte ;
- Vu le décret exécutif n° 02-470 du 20 Chaoual 1423 correspondant au 24 décembre 2002 portant modalités d'application des dispositions relatives aux autorisations d'exploitation des carrières et sablières ;

Décète :

Article. 1.

En application de l'article 56 de la loi n° 01-10 du 11 Rabie Ethani 1421 correspondant au 3 juillet 2001 portant loi minière, le présent décret a pour objet de fixer les règles de l'art minier applicables aux travaux d'exploitation des substances minérales qu'ils soient réalisés à ciel ouvert ou en souterrain ainsi qu'aux dépendances légales de ces exploitations.

Article. 2.

Les règles de l'art minier consistent en des règles techniques et des méthodes d'exploitation à respecter dans l'exercice de toute activité minière réalisée à ciel ouvert ou en souterrain pour valoriser le potentiel du gisement et relatives aux

## Chapitre V : Cadre environnemental

---

conditions d'hygiène et de sécurité publique et industrielle et de protection de l'environnement immédiat et riverain.

### TITRE I

#### Exploitation à ciel ouvert

##### Article. 3.

Le projet de développement et d'exploitation à ciel ouvert du gisement que le titulaire du titre minier ou de l'autorisation fournit dans le dossier de demande doit être élaboré par un expert en études géologiques et minières agréé par l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier et comprendre les paramètres suivants :

- Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du gisement ;
- Les méthodes d'exploitation utilisées ;
- Les caractéristiques géométriques des ouvrages miniers : gradins, bermes, talus d'exploitation, pistes déroulage, décharges et déblais ;
- Les installations d'électricité, d'eau et d'air comprimé ;
- L'organisation des opérations d'extraction (abattage, chargement, transport);
- Les effectifs et la qualification du personnel ;
- La nature et les caractéristiques des équipements principaux ;
- Les mesures de sécurité et d'hygiène envisagées. Le projet de développement et d'exploitation sera soutenu par les plans ci-après :
- Un levé géologique du gisement à l'échelle appropriée matérialisant les travaux d'exploration effectués ;
- Un plan d'exploitation à une échelle appropriée matérialisant la disposition des fronts d'exploitation, leurs directions, les pistes d'accès, la disposition des engins et le réseau d'utilité installé.

##### Article. 4.

Dans les cas d'une exploitation industrielle ou d'une petite ou moyenne exploitation minière, le projet visé ci-dessus sera complété par :

- Les études relatives à la stabilité des sols,
- Les dispositions pour l'évacuation des eaux,

## Chapitre V : Cadre environnemental

---

- La nature, l'importance, la disposition des charges d'explosifs et plus généralement les conditions de tir,
- Les techniques de purge age,
- Le programme de soutènement additionnel du front,
- Le programme de contrôle du front.

### Article. 5.

Les conditions et les règles techniques relatives aux paramètres spécifiques miniers liés à la conduite de l'exploitation à ciel ouvert seront fixées par des arrêtés du ministre chargé des mines. Celles relatives aux autres paramètres seront fixées par des arrêtés conjoints entre le ministre chargé des mines et le ministre concerné.

### Article. 6.

Dans le cadre de la préservation de la sécurité dans le travail, tout titulaire d'un titre minier d'exploitation à ciel ouvert est tenu de déposer avant le démarrage de son exploitation, auprès de l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier, les consignes d'exploitation relatives aux éléments ci-après :

- La disposition des engins d'abattage ou de chargement par rapport au front et les conditions de leur déplacement,
- La nature, l'importance, la disposition des charges d'explosifs et, plus généralement, les conditions de tir,
- Les conditions de circulation des engins servant à l'évacuation des produits,
- Les conditions de circulation du personnel,
- Les conditions de mise en œuvre d'un plan de secours d'urgence. Les agents chargés de la police des mines veilleront à la conformité de ces consignes avec les dispositions réglementaires prévues à cet effet, et contrôleront leur application.

### Article. 7.

Pour la conduite de l'exploitation en conformité avec les règles de l'art minier, telles que définies dans le présent décret et les arrêtés pris pour son application, le titulaire du titre minier doit désigner un agent responsable qualifié, dont le nom, porté dans la convention ou le cahier des charges, sera communiqué à l'agence nationale de la géologie et du contrôle minier et au(x) wali(s) territorialement compétent(s). A défaut, l'exploitant est réputé être chargé

## **Chapitre V : Cadre environnemental**

---

de la conduite des travaux et responsable de l'application de la présente réglementation.

### TITRE II

Concernant l'exploitation souterraine (mines souterraines), il comprend six (06) articles :

Article. 8, Article .9, Article.10, Article.11, Article.12 et l'Article. 13.

### TITRE III

Dispositions diverses

Article. 14.

Les dispositions des titres I et II ci-dessus prendront effet :

- Dès leur publication pour les exploitations en cours de réalisation ;
- Un an après leur publication pour les gisements en cours d'exploitation.

Article. 15.

Tout exploitant de substances minérales doit tenir à jour les registres et les plans d'exploitation et notamment :

- Le registre des entrées et sorties des substances explosives ;
- Le registre d'extraction des matériaux ;
- Les plans actualisés des avancements des fronts.

Article. 16.

Les dispositions du décret exécutifn° 91-05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail demeurent applicables pour les installations de surface.

Article. 17.

Le présent décret sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 11 Safar 1425 correspondant au 1er avril 2004.

# Chapitre V : Cadre environnemental

---

## V.2. Description de l'établissement :

### V.2.1. Localisation du site :

Voir chapitre IV, page 21

### V.2.2. Description de l'activité :

Le gisement de la société SONATRO, est exploité en gradin et à ciel ouvert, l'emplacement du front de taille et de la station de concassage, situés, à quelque dizaines de mètres, du côté Sud-Est de la RN 24, sont joignables, par une piste carrossable à partir de la base vie qui se trouve du côté Nord-Ouest de la RN24.

Les moyens mis en place sont constitués d'engins et de camions, d'une station de concassage, de moyens humains comportant le personnel travaillant sur le site d'exploitation et enfin des aménagements et structures tel que la station de graissage, le magasin de pièces de rechange, les bureaux administratifs, un atelier pour la maintenance et autres.

### V.2.3. Moyens matériels d'extraction :

- 02 stations de concassage d'une capacité de 120T/H de produit fini.
- 01 chariot de forage.
- 01 bulldozer
- 04 chargeurs
- 04 camions
- 01 Camion de transport du personnel
- 01 ambulance

### V.2.4. Ouvrages miniers :

- Gradins transversales à la structure de l'assise utile.
- Pistes d'exploitation.
- Plateforme d'exploitation.
- Piste principale de roulement.

### V.2.5. Travaux d'exploitation et de développement :

- **Travaux d'abattage:** Roche massifs relativement durs et résistants, leur extraction se fait au moyen d'explosifs c.-à-d. préparation des banquettes : nivellement et nettoyage, foration des trous de mines selon des palés de tirs prédéfini.

## Chapitre V : Cadre environnemental

- **Travaux de débitage secondaire** : Les blocs hors gabarits de grandeur supérieure à la maille du concasseur sont débités par un brise-roche sur fronts de taille. Les blocs hors gabarit ont une dimension supérieure à 80x90cm.
- **Chargement et transport**: Le chargement sur se fait par pelle sur chenilles, godet 1.65 m<sup>3</sup> Le transport de la matière des fronts de taille au primaire du concasseur est assuré par descamions.
- **Traitement mécanique** : Triage des matières première et rejet des fractions incorrectes sur l'alimentateur vibrant, Concassage et criblage a sec, la fraction granulométrique produite sont; 0/3- 3/8- 8/15 et 15/25 mm destinée essentiellement pour la construction.
- **Suivi de l'exploitation** : Le suivi quotidien de l'évolution de l'exploitation assuré par le chef d'exploitation Suivi annuel à travers les plans d'exploitation et suivi environnemental.



Fig.V.1 : photo de la station de concassage de SONATRO

### V.3. Les nuisances dues à l'exploitation d'une carrière

Les nuisances qui peuvent être occasionnées au cours des opérations de l'exploitation sont dues essentiellement aux polluants atmosphériques (poussières et effluents gazeux), aux bruits, aux vibrations, aux rejets liquides et aux solides divers.

## **Chapitre V : Cadre environnemental**

---

### **V.3.1.les polluants atmosphériques**

Ces polluants concerne ; les poussières, les oxydes de carbone (CO, CO<sub>2</sub>) et les oxydes de l'azote (NO, NO<sub>2</sub>). Ce sont généralement des produits des tirs de mines (Fig. 16), des échappements des moteurs diesels et des opérations d'extraction de la matière.

### **V.3.2. Les matériaux divers**

Ces matériaux concernent généralement les produits accidentellement introduits lors de l'excavation ou à l'occasion de l'entretien et la réparation des engins de la carrière. On peut citer à titre d'exemple : les rejets de l'exploitation, les huiles et les huiles de vidange et même pour la ferraille provenant des réparations. Les conséquences de ce type de polluants sur les aquifères et sur le paysage sont très importantes.

### **V.3.3. Les nuisances sonores et 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 bruits liés aux tirs de mines,
  - Les installations de traitement,
- Les moteurs des engins en circulation et les avertisseurs de recul des engins qui sont indispensables à la sécurité du personnel.

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.

## **V.4.Plan de Gestion Environnemental**

### **V.4.1. PROCEDURE DE CONTROLE**

Le control de l'avancement des travaux d'exploitation et de la gestion, de la remise en état des lieux graduelle avec l'exploitation doit aller de pair, afin d'éviter d'avoir à réaliser, des travaux couteux, et durable dans le temps.

Les responsables de la carrière doivent travailler et se conformer à un plan préétabli déjà, et respecter rigoureusement les recommandations de ce plan;

Les procédures de contrôles doivent être établies par les techniciens eux-mêmes.

## Chapitre V : Cadre environnemental

---

### **V.4.2. PROCEDURE D'AUDIT**

L'audit environnemental, doit être réalisé périodiquement pour suivre et avoir un aperçu sur les travaux de remise en état des lieux.

### **V.4.3. PLAN DE REPONSE AUX URGENCES ENVIRONNEMENTALES :**

#### **V.4.3.1. Opération de surveillance et de contrôle**

Il est impératif que durant la période d'exploitation de la carrière, le responsable de l'exploitation coordonne toutes les opérations d'exploitation et de chargement des matériaux.

Il est impératif que le projet d'avancement des travaux et leur orientation, doit être fait très fréquemment avec signalisation de toute modification et les risques qui peuvent être induits.

#### **V.4.3.2. Engagement de SONATRO carrière SPA pour la réduction des nuisances :**

C'est les opérations de l'abatage à l'explosif sur le front de taille et de traitement mécanique du roche volcanique au niveau de la station de concassage-criblage qui sont les principaux responsable de la génération des nuisances environnementales, alors il s'agit d'accorder une grande importance aux émissions de poussières, de bruit et vibrations. En effet, avec la prise de décision d'instauration d'un contrôle périodique des émissions de poussières et de bruit, et avec le respect de la charge d'explosifs autorisé, l'entreprise arrive à mieux lutter contre ces nuisances en les réduisant efficacement.

#### **➤ Emission atmosphérique :**

Dans une exploitation à ciel ouvert les émissions de poussières sont dues :

- ✓ Travaux de découverte, ouverture des pistes d'exploitation et manipulation du stérile.
- ✓ Forage des trous de mine (explosifs interdits sur site depuis 2011).
- ✓ Opération de tir à l'explosif.
- ✓ Activité de la station de traitement (concassage et criblage) et mise en tas du produit fini
- ✓ Circulation des engins d'exploitation et des camions de transport du TVC et du produit fini sur les pistes et les plates formes.



**Fig.V.2 : photo d'émission de la poussière**

Le site de Cap Djinet a fait l'objet d'une étude environnementale détaillée (Janvier 2015) où tous les paramètres qui influencent sur l'environnement ont été étudiés, principalement la poussière qui présentait un problème qui nuit à la nature et aux habitants. De ce fait des mesures strictes ont été prises par la responsable de la Carrière pour diminuer au maximum les effets indésirables de la poussière.

La station de concassage demeure la principale source de poussière un **Dispositif anti-poussière** a été mis en place ; une partie de l'installation de traitement a été équipée d'un dispositif d'arrosage anti-poussière réalisé par le personnel de la société, il est constitué d'un cours d'eau en jetée sur les éléments dégageant beaucoup de poussière pour éviter leurs envols.

La Loi n° 2003-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Prescription de protection de l'air et de l'atmosphère (Art 44-46).

Décret exécutif n°2006-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumée, vapeurs, particules liquides ou solides.

La valeur limite des poussières totales est de : 50 mg/Nm<sup>3</sup>

La concentration maximale admissible de poussière est fixée à 50 mg/Nm<sup>3</sup> dans le périmètre de l'installation.

### ➤ **Émissions de gaz d'échappement :**

(CO<sub>2</sub>, NO, CO) et fumées dégagées par les engins est limitée dans l'espace, car le nombre de matériel activant sur site est restreint, cette pollution influe uniquement sur les ouvriers.

## Chapitre V : Cadre environnemental

---

### ➤ **La gestion des carburants, des huiles et graisses :**

L'alimentation en carburant est assurée par une citerne près de l'atelier. Le carburant est livré par camion et stocké sur place dans deux citernes installées à l'abri des mouvements des engins et véhicules.

### ➤ **Déchets solides et déversements de liquides:**

Les déchets solides sont représentés par les pièces mécaniques défectueuses issues des opérations d'entretien au niveau de la carrière et des pneus usagés formant un stock de réforme (photo 06), Ils sont bien entreposés dans une aire bien aménagée et ne présente aucun impact négatif sur l'environnement.

*Les opérations d'entretiens et maintenance des engins se font à l'intérieur d'un hangar de maintenance à cela il s'ajoute une fosse de vidange idéale pour ce genre d'opérations.*

Les huiles issues des vidanges sont déposées dans des fûts, ils seront par la suite remis aux collecteurs de Naftal.

### ➤ **Impact sur le voisinage :**

Cette carrière est voisine au village Mariano, des maisons sont plantées au bas de la plateforme de traitement, d'autres situées à côté de l'entrée de la carrière.

L'impact est direct sur cette population et aussi sur l'agriculture.

La pollution atmosphérique influe directement sur la santé des individus, elle s'accroît en saison sèche et ventée.

Dans ce cas, afin d'éliminer cet impact néfaste, il faut aménager un système d'abattage de poussières et surtout installer un brise vent en reboisant tout le côté nord de la carrière.



**Fig.V.3 : les habitations qui se situent à proximité du site**

➤ **Contrôle des nuisances acoustiques:**

Les opérations d'extraction (se font à l'aide de brise roche) et ceux de traitement (station de concassage) ainsi que le roulage des camions et des engins : créent du bruit. L'impact acoustique de ces bruits influent directement sur le personnel de la carrière, et atteint même les habitants.

Les bruits causés par les engins sont inférieurs à la norme de 70 dB. Institué par le Décret. Arrête exécutif n° 93/184, Portant sur la réglementation des émissions sonores. Le seuil tolérable fixé par ce décret est de 70db en période de jour.

Les détonations et vibration produites par les tirs à l'explosif sont ressenties sur un rayon de 02km, elles sont brèves, elles constituent un désagrément surtout pour les ouvriers et les habitants de Douar Mariano, mais sans conséquences sinistres.

Décret présidentiel exécutif n°90-198 du 30 juin 1990 portant réglementation des substances explosives modifié et complété par le décret présidentiel n° 99-69 du 15 mars 1999.

Pas de risques de projection, l'absence de traces de projection sur terrain indique la bonne maîtrise des tirs à l'explosif.

Les bruits causés par les engins sont inférieurs à la norme de 70 dB. Institué par le décret.

➤ **L'hygiène et sécurité des biens et du personnel :**

L'hygiène et la sécurité sont un savoir vivre, pour cela une tenue de sécurité personnelle correcte reste un bien fait pour la personne elle-même. Malheureusement, elle est négligée par certains individus.

## Chapitre V : Cadre environnemental

Les moyens communs de sécurité sont fondamentaux, mais souvent ils sont déficients.

En place, on a constaté que :

Les moyens de sécurité sont présents tels que l'extincteur, boîte de premiers soins et une ambulance en cas d'urgence.

➤ **L'alimentation et rejets d'eau :**

Elle est indispensable pour les besoins sanitaires, le lavage et entretien des engins, aussi pour l'arrosage des pistes qui se fera dorénavant par camion-citerne équipé d'une rampe d'arrosage. Durant notre visite sur site nous avons remarqué que les responsables de la carrière ont procédé raccordement des installations au réseau de la ville afin de parer aux manques d'eau pour les différentes utilisations. L'eau est stockée dans une citerne fixe (photo 04). Les eaux rejetées sont évacuée directement vers les fosses septiques, la société dispose de deux fosses.une autre citerne est destinée à l'utilisation domestique.



**Fig.V.4: photo d'une citerne d'eau**



**Fig.V.5 : une citerne d'eau au niveau de la station de concassage pour l'arrosage**

➤ **La gestion des stériles :**

Le Stérile est représenté par des tas formés essentiellement de matériaux de nature volcano-sédimentaire et par de la terre végétale. Ces stériles sont stockés à l'intérieur du périmètre.

Les stériles engendrés par l'ouverture des pistes sont utilisés pour le remblayage des surfaces libérées par l'exploitation.



Fig.V.6 : photo d'un stockage du stérile

### **V.5 .Remise en état des lieux**

La meilleure façon de dissimuler l'impact et les cicatrices engendrées sur le paysage par les travaux d'exploitation minière, est la remise en état des lieux puis l'aménagement, ce qui donne la bonne réinsertion paysagère et environnemental d'une carrière,

La dissimulation d'une ancienne carrière de roches dures demande une grande attention pour réussir une continuité paysagère de qualité. Il s'agit fondamentalement d'aider la nature dans sa richesse et sa diversité, à recoloniser un terrain fortement perturbé.

De nombreuses possibilités de remise en états, ou de réaménagements des carrières sont disponibles, le choix du model de remise en états est fonction des paramètres suivants :

- La situation géographique du site (localisation de la carrière),
- La nature de l'exploitation : carrière à flanc de relief ? Carrière en dent creuse ?
- Le contexte socio-économique et humain du secteur (environnement agricole, industriel,loisirs et accueil du public, zone naturelle...),

## Chapitre V : Cadre environnemental

- Des contraintes techniques d'exploitation (profondeur de l'excavation, présence de fronts, de plan d'eau résultant de l'exploitation, présence de la nappe phréatique, stériles d'exploitation, apports de remblais extérieurs inertes),
  - La nature de la roche extraite (roche meuble, roche dure, roche massive) et ces propriétés physico-mécaniques ;
- Des contraintes de sécurité (stabilité des terrains, fronts ou berges après exploitation),
- De l'environnement (paysage, archéologie),
- Des enjeux écologiques (sensibilité floristique et faunistique des terrains).

Notre cas d'étude (carrière de Cap Djinet) correspond à une exploitation à ciel ouvert de roches massives (Basalte); l'achèvement des opérations d'exploitations du basalte fera du site de la carrière une véritable plaie dans l'environnement naturel et une discontinuité paysagère, suite à la création de fronts de taille de grande hauteur (fig IV-07). Si le paysage original nous paraît harmonieux, la présence de ces structures artificielles peut heurter le regard, à la fois, par leurs géométries et par leurs couleurs dominantes trop différentes de l'environnement originel,

L'impact visuel de la carrière doit être atténué et en priorité.



Fig IV-07 : photo d'un fronts de taille de grande hauteur

### Notion de base

Une remise en états paysagère d'une carrière on dents creuse qui exploitent des roches massives à sec, comprend un ensemble de travaux a effectués au cours et à la fin de exploitation, destiné à effacer ou limiter les traces liées à l'exploitation de la carrière, et de réinsérer le site dans son milieu naturel, en tenant compte de l'environnement avoisinant.

Dans ce contexte il est approprié de prendre les mesures suivantes :

- Clôturassions de la carrière;
- Mise en sécurité de la carrière, en faisant une purge des parties instable des gradins du front de taille ;
- Corriger les pentes et talutage des gradins du front de taille en réalisant les derniers tirs de mines, laissant une pente des talus entre 40° à 45° et la protection des pieds des talus par enrochement ;
- Remblayage des banquettes avec des matériaux inertes (terre végétale), non susceptible de porter atteinte à la qualité des eaux superficielles ou souterraines ;
- Le remblayage s'effectue à partir des carreaux ou par le haut des fronts de taille, par couches successives de remblais, compactées par roulage d'engins ;
- L'aménagement d'un réseau de drainage selon les lignes d'écoulement des eaux. Ce réseau doit acheminer les eaux de ruissellement hors la zone des remblaiements ;
- Démantèlement de toutes les constructions du chantier, des blocs de bétons et nettoyage des parcelles occupées de tout matériel de chantier et de tout dépôt de pièce métallique.
- Proposé des projets de réaménagement aux propriétaires du site et, ou aux collectivités locales une fois l'accord de l'inspectrice de l'environnement est obtenu.

## Chapitre V : Cadre environnemental

### Propositions de Réaménagement de la carrière:

Dans le cas de notre carrière et une fois l'exploitation terminée, nous pouvons utiliser cet espace pour créer plusieurs installations, notamment:

- En tant que la zone côtière, cet espace peut être utilisé pour créer une auberge de jeunesse et des restaurants pour les touristes, en particulier en été;
- Nous pouvons également créer un camp d'été familial pour promouvoir le secteur du tourisme dans la commune de Cap Djinet( Fig.V.8)



Fig V-8 : exemple d'un camp familial (sghirat-boumerdes),google ;2019

## Chapitre V : Cadre environnemental

complexe sportif;exp de compelexe(Fig.V.09.)



**Fig V-9 : exemple d'un complexe sportif , Yahiaoui;2019**

- Un parc peut également être créé pour les familles et leurs enfants ( Fig.V.10) ;



**Fig V.10 :Exemple d'un parc d'attraction ,google ;2019**

# Conclusion générale

---

La géologie de Cap Djinet (partie la plus orientale de l'Algérois), est bien connue depuis les travaux de Glangeaud (1950, 1952); Muraour (1956); Dame et Magné (1956), Raymond (1976) et Degiovani (1978). Dans cette région, les affleurements volcaniques caractérisés par des andésites basiques et des tufs sont soit inter-stratifiés ou recoupent les formations « post-nappes » largement développées dans la région.

Cette massif limitée au Nord par la Méditerranée, à l'Est par l'Oued Sebaou et à l'Ouest par l'Oued Isser ; se trouve ainsi dans le prolongement de la dépression de Thénia.

Les caractères pétrographiques des basaltes de Cap Djinet sont typiques des associations calco-alcalines:

- richesse en phénocristaux, surtout en plagioclases ;
- basicité relativement forte et zonage accusé des plagioclases ;
- présence constant de clino-pyroxènes dont l'enrichissement en fer, selon la nature de la roche, est faible ;
- présence d'olivine.

les manifestations tectoniques ont donné naissance à des failles, les différentes mesures montrent qu'il s'agit des failles normales de direction prédominant (NS, NE-SW, SE-NW).

Les analyses physico-mécaniques des échantillons prélevés dans la carrière de Cap Djinet ont montré de bons résultats selon les normes Algériennes et Françaises (XP P 18540), à savoir un coefficient LOS-ANGELES inférieur à 40% et un MICRO-DEVAL en présence d'eau inférieur à 35%, ainsi que l'absence total d'éléments nocifs, place ce matériel comme très bon pour être utilisé dans le béton, le ballaste, et dans le domaine routier comme couche de base et de fondation.

L'étude environnementale révèle que la carrière de Cap Djinet engendre un faible impact écologique. D'autre part, l'entreprise SONATRO SPA a fourni beaucoup d'efforts pour réduire ces impacts pour préserver le site.

Pour ce qui est de la remise en état des lieux à la fin de l'exploitation de la carrière, on propose un projet de réaménagement qui fera du site un espace de détente et de loisirs pour les habitants de la région.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Aithamou F. (1987) : Etude pétrologie et géochimique du Volcanisme d'âge miocène de la région de Hadjout (Ouest-Algérois). Thèse Magister, USTHB. Alger, 193p.
- Aliouche M. (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). Thèse Magister, Université Frères Mentouri. Constantine, 110p.
- Bard J.P. (1980) : Micro-textures des roches magmatiques et métamorphiques. EDITION
- Bellon H, Lepvrier C, Magné J, Raymond D. (1977) : L'activité éruptive dans l'algérois : nouvelles données géochronologiques. In: Géologie Méditerranéenne. Tome 4, numéro 4, 1977. pp. 291-297
- Belanteur O, Bellon H. Maury C, Ouabadi A, Coutelle A, Semroud B, Megartsi M, Fourcade S. (1995). Le magmatisme miocène de l'Est Algérois : géologie, géochimie et géochronologie  $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$ . Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série IIa 321, 489-496.
- Belanteur O. (2001) : le magmatisme miocène de l'algérois : chronologie de mise en place, pétrologie et implications géodynamiques. Thèse Doctorat, USTHB. Alger, 234p.
- Bignot G. (1982) : Les microfossiles ; université Pierre et Marie Curie. Edition
- Boutiche A. (2014) : Audit environnemental, EPE SPA SONATRO, carrière de Cap Djinet, Rapport, 35p
- Degiovanni R. (1978) : Les formations volcaniques du Cap Djinet ; Thèse 3em cycle ; Univ Alger
- Ficheur E. (1891) : Description stratigraphique de la Kabylie du Djurdjura, Ouvrage de base. Stanrord university, 558p.
- Hachemi Y.L. (2007) : Les zéolites associées aux basaltes miocène Dellys et du Cap Djinet. Thèse Magister, USTHB. Alger ,80p.
- Hassen Daouadji H. (2015) : Etude Pétrographique et Géochimique des basaltes de Mohammadia et leurs comparaisons avec ceux de la Basse Tafna et du flanc sud de Djebel Fillaoucène « Oranie Nord Occidentale ». Thèse Magister, Université Mohamed Ben Ahmed. Oran, 79p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- Khellaf S. (2015) : Discrimination géochimique des volcanites miocènes de Nord de l'Algérie. Mémoire de master, université ABOU BAKR BELKAID .TLEMCEM, 34p.
- Laghouag M. (2015) : Etude des lamproïtes du Nord-Est algérien. Mémoire de master, UNIVERSITE SETIF 1.178p.
- Mathieu R, Bellier J, Pierre & Bruno.(2011) : Manuel de Micropaléontologie, Université de Bretagne Occidentale,EDITION
- Mackenzie W. S. and Guilford C. (1993) : Atlas de pétrographie-Minéraux de roches observées en lames minces. EDITION
- PERDRIAL N.Pétrologie & Minéralogie ; Université Louis Pasteur Strasbourg. Ouvrage de base
- Satouh A. (2007) : Pétro-géochimie et minéralisations des roches magmatiques de la région de Collo (NE- algérien). Thèse Magister, UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA
- SEMROUD B ; 1993. Caractères pétrologiques des laves miocènes de la région de Béjaïa-Amizour (ALGERIE) Bulletin du Service Géologique de l'Algérie
- YAKHLEF Rachid ; 1992.Les basaltes doléritiques de Cap Djinet.Thèse magister, USTHB