



République Algérienne Démocratique Et Populaire

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique*

Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et sciences Agronomiques

Département des sciences Géologiques

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Géologie

Option : Ressources Minérales Géomatériaux et Environnement

Thème

*Contribution à l'audit environnemental ; Etude du cas
de la carrière d'El Msloub, Commune, Daïra de Mekla, Wilaya
de Tizi Ouzou*

Réalisé par :

BELAMINE Chabane

Soutenu le 10/11/2021, devant les membres du jury :

Nom et Prénom	Grade	
Mr. MAKHLOUF A.	Maitre de Conférences « A »	Président
Mme. IZRI D.	Maitre Assistante « A »	Rapporteur
Mr HAMIS A.	Maitre Assistante « A »	Examineur

Promotion 2020/2021

Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Ce travail de recherche est l'aboutissement d'un projet personnel, depuis longtemps attendu :

Tout d'abord, je tiens en tout premier lieu d'exprimer ma profonde gratitude à mon encadreur *Mme IZRI D*, pour ses orientations, remarques et corrections qui ont permis l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier le Directeur de la Société *SARL SEDDIKI* qui m'a donné l'autorisation pour accéder à la carrière de matières premières.

Mes vifs remerciements s'adressent à *Mr. MAKHLOUF A*, pour son aide et de me laisser l'occasion pour de profiter de ses grandes expériences dans le domaine d'environnement, et aussi de m'avoir honoré d'être le président de mon Jury.

Je remercie aussi *Mr HAMIS A*, d'avoir accepté d'examiner et juger mon travail.

Mes reconnaissances vont à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin mes remerciements vont à mes collègues géologues et en particuliers à ma promotion.

Dédicaces

A ma très chère mère,

Quoique je fasse, ou quoique je dise je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père,

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mon très cher frère Kamal

A mes très chers ami(e)s : Aziz, Najib, Zaki, Wassim, Mouna et Ghezlane.

Puisse dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Résumé

La zone étudiée (*La carrière d'El Mesloub*), est à 100 Km de la ville d'*Alger*. L'ensemble des formations constituant le massif, sont des calcaires cristallisés d'âge Précambrien.

Ce gisement est exploité à ciel ouvert (actuellement il est en arrêt) ; l'exploitation est faite par brise roche « exploitation mécanique » et les matières extraites utilisées pour la fabrication des matériaux de construction.

Les poussières issues lors des travaux d'extraction de la carrière sont des produits nuisibles. Les sources d'émission de ces polluants les plus importantes dans la carrière, sont celles liées au trafic induit sur les pistes, à l'extraction de matériaux par engins. Ce taux d'émission de poussières peut être contrôlé et limité par la prise de certaines mesures.

La remise en état de la carrière, est la seule façon pour dissimuler les cicatrices engendrées par les travaux d'exploitation et redonner au site un bon aspect paysagère.

Mots clés : Calcaire cristallisé ou marbre, gisement, exploitation à ciel ouvert, impact environnement, carrière, polluants, réaménagement.

Abstract

The studied zone (*The Quarry Of Mesloub*), is in 100 km of the city of Algiers. The whole of formations constituting the massif, are from marbled limestones of age Precambrian.

This deposit is being exploited in open air and the extracted materials used for the manufacture of building materials.

The exploitation method of this deposit is a mechanical exploitation (use of rock breakers).

The dust produced during the quarrying works is a harmful product. The most important sources of emission of these pollutants in the quarry, are those related to the traffic induced on the tracks, to the extraction of materials by machines. This dust emission rate can be controlled and limited by taking certain measures.

The reclamation of the quarry is the only way to hide the scars caused by the exploitation works and to give back to the site a good landscape aspect.

Keywords: Limestone, formation, deposit, open pit mining, method, impact, environment, quarry, dust, pollutants, air, concentrations, collector, backfill, redevelopment.

Liste Des Abréviations

Symbole	Désignation
N	Nord
S	Sud
E	Est
W	Ouest
NW	Nord-Ouest
NE	Nord-Est
SE	Sud-Est
SW	Sud-Ouest
°C	Degrés Celsius
N°	Numéro
%	Pourcentage
Km	Kilomètres
m	Mètre
mm	Millimètres
cm	Centimètres
g/cm³	Gramme par centimètres cube
t/j	Tonne par jour
t/an	Tonne par an
J	Jour
Ma	Millions d'années
GK	Grande Kabylie
CV	Chevaux
CO₂	Gaz du dioxyde de Carbone
RX	Rayons X
Univ	Université

Liste Des Figures

Figure 1: Localisation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou	4
Figure 2: Diagramme ombrothermique de (Begnouls et Gaussen) de la région de Tizi-Ouzou pour la période 1998-2008.....	5
Figure 3: carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du Nord (ANRH,1993).....	6
Figure 4: Diagramme de températures selon de Köppen-Geiger la région de Tizi- Ouzou pour la période 1982-2012.....	6
Figure 5: réseau hydrographique de la wilaya de Tizi Ouzou	8
Figure 6: Carte schématique des Maghrébides algériennes montrant l'extension des Kabylides, d'après (Saadallah, A., Caby, R., 1996). T : Tizi Ouzou ; VN : Voile-Noire.	11
Figure 7: Principaux éléments structuraux du Nord de l'Algérie (R. BRACENE, 2002).....	12
Figure 8: Colonne synthétique des différents ensembles tectonométamorphique du socle Kabyle (Gani ; 1988).....	14
Figure 9: Colonne stratigraphique de l'Oligo-Miocène-Kabyle (In Lounis 2005).	17
Figure 10: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (d'après Bouillin, 1986).	18
Figure 11: Position de différentes unités géologiques des Maghrébides d'après (Domzing 2006).	19
Figure 12: Schéma structural simplifié de la feuille de Tizi Ouzou à 1/500 000 (A.Seba.2006. Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).....	21
Figure 13: Carte structurale Dellys-Tizi-Ouzou (Raymond Daniel, 1972)	22
Figure 14: Coupes tectoniques Dellys-Tizi-Ouzou 1/50000 (Raymond Daniel, 1972).....	22
Figure 15: Coupe schématique de la Grande Kabylie et indication des principaux âges isotopiques (d'après Saadallah et al, 1996 modifié par Michard et al, 2006).	24
Figure 16: Calcaire marmorisés au niveau de la carrière	26
Figure 17: Gneiss	27
Figure 18: Marbre a micas	28
Figure 19: Les différents faciès du site de la carrière.....	29
Figure 20: Représentation de l'affleurement des niveaux feldspathiques au niveau du site	29
Figure 21: Représente une zone de broyage et une faille au niveau du gisement	30

Liste Des Figures

Figure 22: Représente la grande faille de la région qui affecte le gisement.....	31
Figure 23: situation géographique du site carte topographique échelle 1/25000 Tizi Ouzou N-31-V-32 –Ouest	34
Figure 24: Plate-forme des travaux niveau 620m.....	37
Figure 25 : mode d'extraction par brise roches	39
Figure 26 : Paramètres géométrique d'un gradin	42
Figure 27: Les paramètres géométriques du talus	43
Figure 28: La première phase d'exploitation de la carrière	44
Figure 29: La deuxième phase de l'exploitation	45
Figure 30: La troisième phase de l'exploitation	46
Figure 31: La quatrième phase d'exploitation.....	47
Figure 32: Impact de la carrière sur le paysage.....	54
Figure 33 : Présence des huiles au niveau de la carrière.	57
Figure 34: Engins brulés.....	58
Figure 35: Différents déchets de ferrailles	59
Figure 36: Les différents déchets spéciaux.	60
Figure 37: Photos des semis proposés.	66
Figure 38: Schéma de l'aménagement après exploitation.	67

Liste Des Tableaux

Tableau 1: Propriétés physico-mécaniques	35
Tableau 2: Analyse Chimique	35
Tableau 3: Durée de vie de la carrière	40
Tableau 4: Niveau du bruit en fonction de la distance	56

Table Des Matières

Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Introduction Générale :.....	1
1. But et méthodologie du travail :.....	3
2. Situation géographique :.....	4
3. Le climat :.....	5
4. Hydrographie :.....	7
5. Les travaux Antérieurs.....	8
6. Travaux géologiques relativement récents :.....	9
7. Travaux miniers.....	9
1. Géologie régionale :.....	11
1.1 Introduction :.....	11
1.2 Stratigraphie :.....	13
1.2.1 Le socle kabyle :.....	13
1.2.2 La Dorsale kabyle :.....	14
1.2.3 L'Oglio-Miocène kabyle :.....	16
1.2.4 Les nappes de flysch :.....	17
1.2.5 Le Miocène post-nappe :.....	18
1.2.6 Le Quaternaire :.....	19
1.3 Tectonique :.....	20
1.4 Métamorphisme :.....	23
2. Géologie locale :.....	25
2.1 Introduction :.....	25
2.2 Description des formations du site :.....	25
2.3 Tectonique :.....	29
1. Introduction :.....	33
2. Généralités sur le site :.....	33
2.1 Situation géographique :.....	33
2.2 La superficie et l'infrastructure :.....	34
2.2.1 Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du gisement:.....	34
2.2.2 Hydrogéologie :.....	36
2.3 Topographie :.....	36
2.4 Condition technico-minièrre de l'exploitation :.....	37
2.4.1 Système d'exploitation :.....	37
2.4.2 Méthode d'exploitation utilisée :.....	38

Table Des Matières

2.5 Capacité de production de la carrière :	40
2.6 Régime de fonctionnement de la carrière et sa durée de vie :.....	40
2.7 Caractéristiques géométriques des ouvrages miniers :	40
2.8 Les phases d'exploitation de la carrière :	43
1. Introduction :	49
2. L'aspect juridique sur les activités d'exploitation minière dans la réglementation Algérienne :	49
3. Méthode d'évaluation des impacts sur l'Environnement :.....	50
4. Evaluation des impacts au niveau de la carrière.....	53
4.1 Impact sur le site et le paysage :.....	53
4.2 Impacts sur les eaux :	54
4.3 Impacts sur l'agriculture :	55
4.4 Impacts sur la faune et la flore :	55
4.5 Impacts liés aux bruits :	55
4.6 Impact liés à la poussière :	56
4.7 Impact liés aux vibrations :	56
4.8 Impact liés aux transports :	56
4.9 Hygiène et sécurités :	57
4.10 Déchets :	57
5. La description des mesures envisagées :	61
Dans cette partie on citera les mesures à prendre en compte par le responsable de la carrière afin de maîtriser et même si c'est possible de réduire les impacts issus de l'exploitation de la carrière sur l'environnement.	61
5.1 Protection visuelle et paysagère :.....	61
5.2 Mesures relatives à la formation des poussières :	61
5.3 Mesures relatives aux équipements :	62
5.4 Mesures relatives à la protection des travailleurs :.....	62
5.5 Mesures relatives au transport des matériaux :	62
5.6 Mesures pour assurer la stabilité des terrains :	62
5.7 Hygiène :	62
6. Plan de gestion environnementale :.....	64
6.1 Procédure de contrôle :	64
6.2 Procédure d'audit :.....	64
6.3 Réponse aux urgences environnementales :	64
7. Plan de remise en état :	64

Table Des Matières

Conclusion générale :	70
Références Bibliographiques.....	72

Introduction Générale :

Une carrière est le lieu d'où sont extraits des matériaux de construction tels que les agrégats les pierres de tailles, le sable ou différents minéraux non métalliques ou carbonifères. Le chantier se fait à ciel ouvert, soit « à flanc de coteau », soit « en fosse » jusqu'à une centaine de mètres de profondeur parfois).

Tout projet de développement d'une carrière, est basée sur une évaluation géologique géotechnique technico-économique et environnementale la rentabilité du projet est évaluée selon tous ces paramètres. L'ouverture d'une carrière est soumise à l'approbation de tous les services d'une wilaya, agriculture, hydraulique, domaine, environnement.

L'objectif principal du présent mémoire est de montrer les différents impacts environnementaux liés à l'exploitation à ciel ouvert de la carrière d'El Mesloub.

Pour cela le thème de ce travail est intitulé comme suit :

«Contribution à l'audit environnemental ; étude du cas de la carrière d'El Mesloub, commune, daïra de Mekla, wilaya de Tizi Ouzou ».

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres :

- **Le premier chapitre :** Présentation et généralités sur la région d'étude.
- **Le deuxième chapitre :** on a mis le secteur dans son cadre géologique à différentes échelles ; régionale et locale.
- **Le troisième chapitre :** présentation du gisement, ses caractéristiques géologiques et hydrogéologiques ainsi que ses conditions technico-minières de l'exploitation et les méthodes d'exploitations utilisées.
- **Le quatrième chapitre :** mise en évidence des différents impacts sur l'environnement et la proposition des solutions.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1. But et méthodologie du travail :

a. But :

Notre étude s'intéresse au potentiel du gisement d'*El Mesloub* qui est un gisement de marbre et une évaluation géologique technique et environnementale du projet d'exploitation de la carrière.

L'objectif principal de ce travail est axé sur :

- La description des faciès composant le gisement d'*El Mesloub*.
- Estimation du potentiel de réserves.
- Une évaluation des impacts de l'exploitation du gisement d'*El Mesloub* sur l'environnement.
- La description de mesures envisagées.
- Un plan de gestion de l'environnement.

b. Méthodologie :

Ce travail a nécessité l'utilisation des méthodes classiques en commençant par une synthèse bibliographique sur les travaux antérieurs sur la région, concernant la géologie et la litologie. Ensuite nous avons effectué des sorties sur le terrain dans la zone d'étude, suivi d'une étude au laboratoire.

Les travaux de terrains ont consisté, en un levé géologique et un échantillonnage sur les affleurements. Pour le volet environnement, il a consisté en un ensemble d'investigations

L'étude au laboratoire a consisté en une série d'analyses, et le traitement des données via les différents logiciels tels qu'Auto-CAD et Covadis.

2. Situation géographique :

La wilaya de Tizi-Ouzou, située au centre nord du territoire national, elle est distante de 100 km à l'est de la capitale Alger, elle s'étend sur une superficie de 2957.93 km². Elle comporte 67 communes pour environs une population de 1.5 millions d'habitants.

Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord,
- La wilaya de Bougie à l'Est,
- La wilaya de Bouira au Sud,
- La wilaya de Boumerdès à l'Ouest.

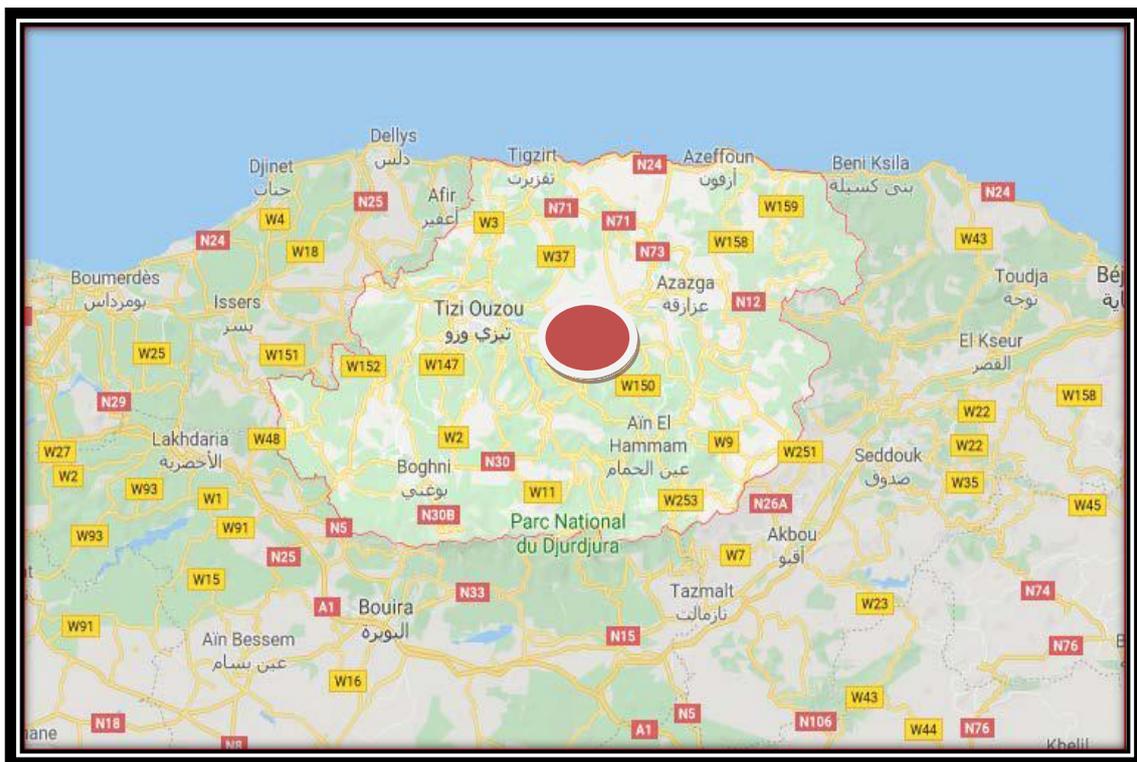


Figure 1: Localisation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou

3. Le climat :

L'Algérie fait partie de «l'aire isoclimatique méditerranéenne », puisque son climat est partout caractérisé par l'existence d'une période de sécheresse axée sur la période chaude et imposant à la végétation en place un stress hydrique de durée variable (Dager & Al., 1988 ; Quézel & Médail, 2003; Le houérou, 2004). D'après la récente classification de rivasmartines (2005), elle fait partie intégrante du « macroclimat méditerranéen».

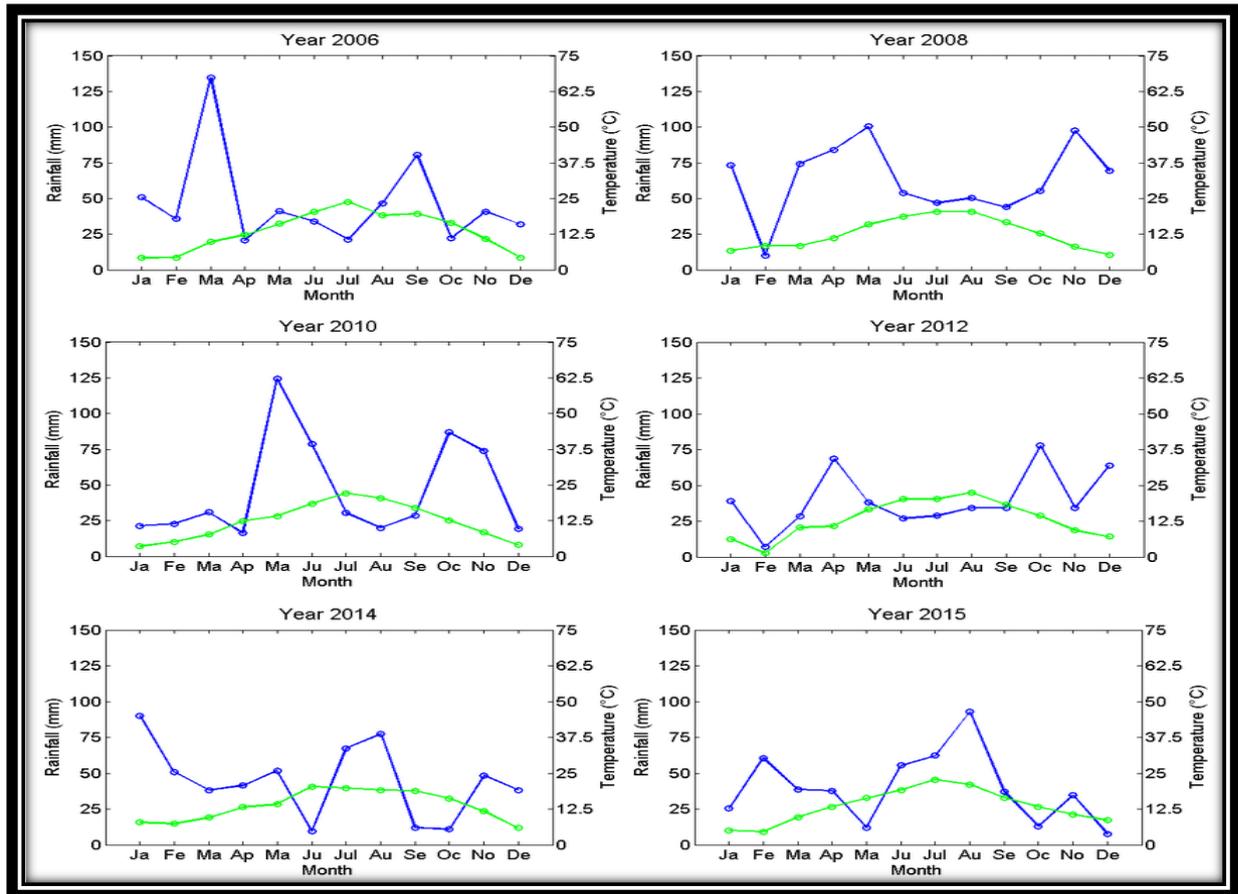


Figure 2: Diagramme ombrothermique de (Begnouls et Gausson) de la région de Tizi-Ouzou pour la période 2006-2015.

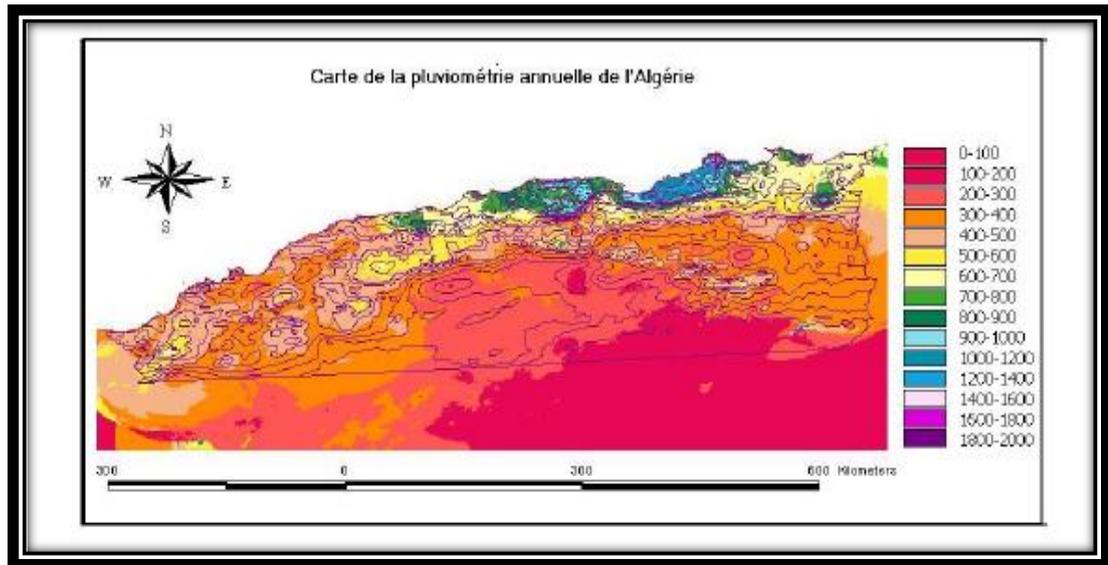


Figure 3: carte de la pluviométrie moyenne annuelle de l'Algérie du Nord (ANRH ,1993).

Les précipitations s'effectuent en grosses pluies peu nombreuses : entre 600 et 1 000 mm peuvent tomber en quelques semaines sous forme de pluies de durées variant de quelques heures à quelques jours. Ces précipitations peuvent varier considérablement d'une année à l'autre. Les neiges peuvent être abondantes sur le Djurdjura et l'extrémité orientale du massif central.

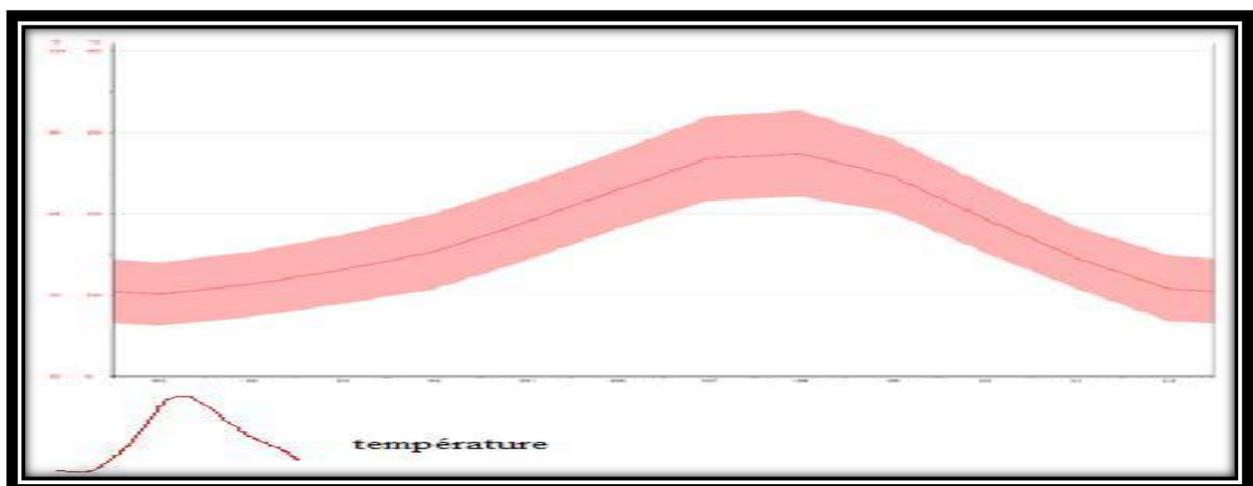


Figure 4: Diagramme de températures selon de Köppen-Geiger la région de Tizi- Ouzou pour la période 1982-2012.

4. Hydrographie :

Le réseau hydrographique est également assez développé avec des oueds à écoulement semi permanent dont les plus importants sont l'oued Boghni et l'oued Ksari qui sont deux affluents importants de l'oued Bougdoura qu'ils rejoignent au Nord pour se jeter dans l'oued Sebaou dont un tronçon apparaît dans le cadran nord-est de la feuille.

Les autres cours d'eau sont très denses et bien entaillés. Ils sont souvent à secs en période estivale et en crue en période hivernale où ils transportent en abondance du matériel détritique résultant de la forte érosion qui touche les flancs des montagnes.

Dans la wilaya de Tizi-Ouzou on note l'existence de trois barrages dont le plus important est celui de Taksebt ainsi que de nombreuses retenues collinaires de moindre importance.

La pluviométrie moyenne de l'année en cours de la Wilaya a atteint 720 mm.

La plus part des cours d'eaux connaissent des périodes de tarissement en été. Le débit de l'Oued Sebaou connaît de sensible fluctuation et arrive à conserver une faible tranche d'eau en été.

De nombreuses sources de débit variable, sont dénombrées sur la route de Tizi-Ouzou, Mekla, Ain El Hammam, Larbâa Nath Irathen, elles sont situées dans les calcaires cristallins très fissurés, les gneiss, et schistes satinés. La nappe la plus importante se trouve localisée dans les alluvions des terrasses de l'Oued Sebaou (principale source d'alimentation en eau potable des villages environnants).

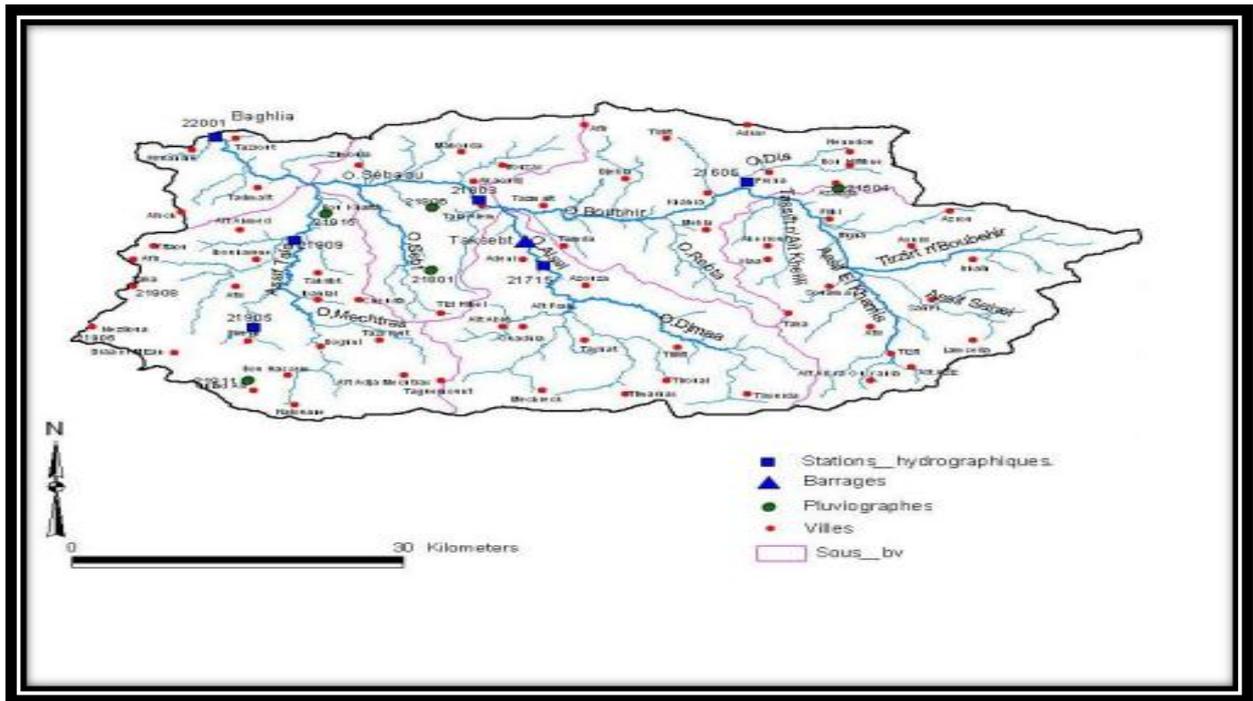


Figure 5: réseau hydrographique de la wilaya de Tizi Ouzou

5. Les travaux Antérieurs

Les recherches et études géologiques sur la région de la Kabylie ont débuté depuis le 19^{ème} siècle, à savoir :

- Constitution géologique des montagnes de Kabylie, **A.Péron ,1867.**
- Etudes géologique réalisée dans la Kabylie, **L.ville, 1868.**
- Description géologique de la Kabylie du Djurdjura. **Ficheur ,1890.**
- **En 1958, P.Muraour** présente une étude stratigraphique et sédimentologie de la basse Kabylie et **J.P Galardélaboré, en 1979**, une étude sur la géologie du N-E de la grande Kabylie.
- Quant aux travaux de recherche et prospection des substances utiles, citons :
- Les projets de recherches et d'exploitation de la barytine de Bou-mahni et Afensou (fort national).
- Recherches du filon de barytine dans la région de Mekla suivie d'une exploitation du gisement.

6. Travaux géologiques relativement récents :

- Parmi les travaux géophysiques réalisés, il faut noter les levés aéro-magnétiques et aéro-radiométriques réalisés sur tout le territoire algérien par la firme « **AEROSERVICE CORPORATION** » de **1971** à **1974**.
- **Raymond, D., 1976.** Evolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours de cycle alpin. Thèse de doctorat d'Etat, Univ. Paris VI, 156pp.
- **J.P Gelard** élabore, en **1979**, une étude sur la géologie du nord-est de la grande Kabylie.
- **Gelard, J. P, 1979.** Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie. Thèse de Doctorat d'Etat, Mémoire. Géol. Univ Dijon, 5 :335pp.
- Les études géologiques, pétrographiques et gîtologiques ont été réalisés par **Raymond.** (1976), **Bossière (1980)**,
- **Touahri Belkacem (1987)** : Géochimie et métallogénie, minéralisation à plomb et zinc du nord de l'Algérie.
- **Gani, R., 1988.** Etude petro-structurale des massifs cristallins de la Larbâa nait Irathen et de Djemââ Saharidj (Grande Kabylie, Algérie.). Thèse de Magister (Thèse 3eme cycle) 147pp. USTHB Alger.
- **Saadallah. A (1992), Kolli.O (1997) et Naak.F (2010)** dans le cadre de présentation de leurs thèses de doctorats ainsi que la publication de plusieurs articles concernant d'études de datations et tectoniques.
- **Seddik, k1994.** Etude structurale de la zone de cristallisation d'**Azrou Aicha** (Algérie) : tectonique transgressive dextre de collage. Mémoire d'ingénieur, USTHB (Alger.60p., carte h.t.
- **Saadallah, A et al., 1996.** coulissage dextre entre zones interne et externe des Maghrébides, et structuration en fleur de la dorsale calcaire du Djurdjura (Algérie). Géodynamique Acta9, 4,177-188.

7. Travaux miniers

- Travaux de recherche et prospection des substances utiles, (**ERM ORGM.UREG/ENDMC**).

***CHAPITRE II : ÉTUDE
GÉOLOGIQUE***

Chapitre II : Aspect Géologique

1. Géologie régionale :

1.1 Introduction :

Géologiquement le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou, s'inscrit dans l'orogénèse alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale d'Afrique du Nord.

Elle est entourée de plaines littorales à l'ouest et à l'est, au nord par la Méditerranée et au sud par les Hauts Plateaux. Bordée par la mer entre Boudouaou à l'ouest et Cap Sigli à l'est. Elle comprend la Haute Kabylie, la Basse Kabylie et la Kabylie maritime.

Les terrains qui affleurent sur ce territoire sont :(In ziani arkoub 1994)

- Le socle kabyle et sa couverture paléozoïque.
- La dorsale kabyle.
- l'Oglio-Miocène.
- Les nappes de flysch.
- Le Miocène post-nappe.
- Le Quaternaire.

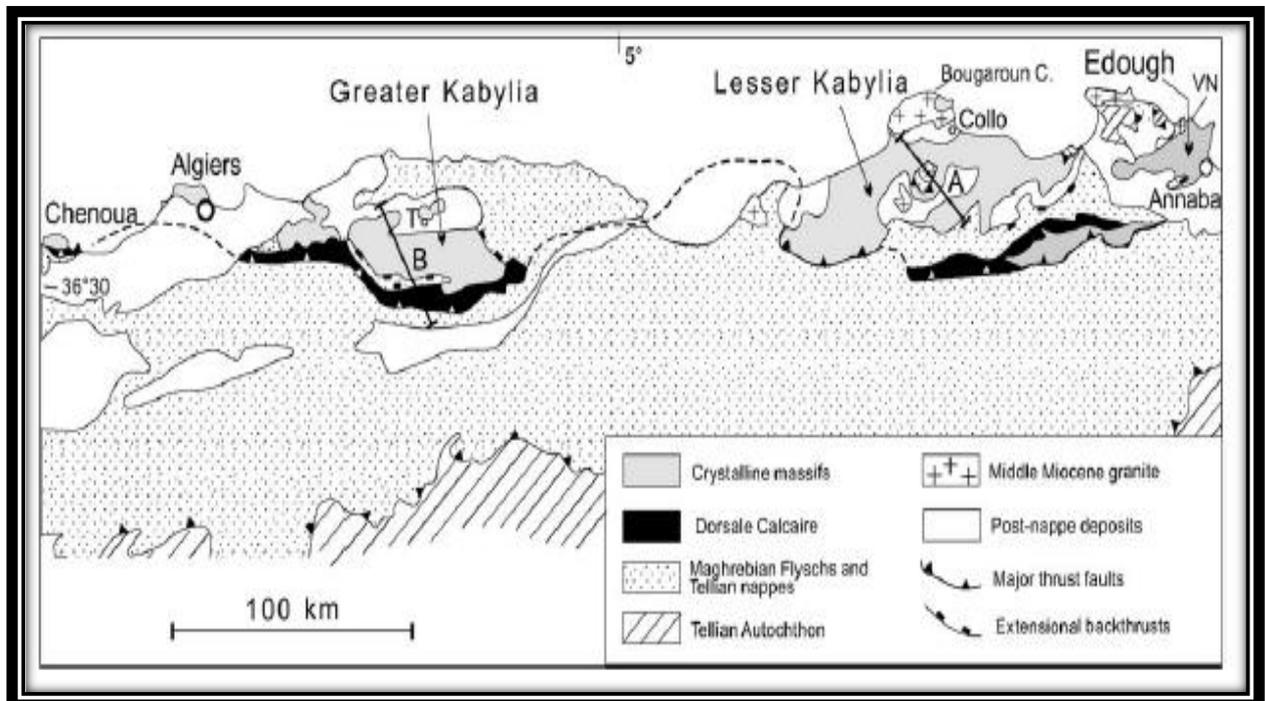


Figure 6: Carte schématique des Maghrébides algériennes montrant l'extension des Kabyliques, d'après (Saadallah, A., Caby, R., 1996). T : Tizi Ouzou ; VN : Voile-Noire.

Chapitre II : Aspect Géologique

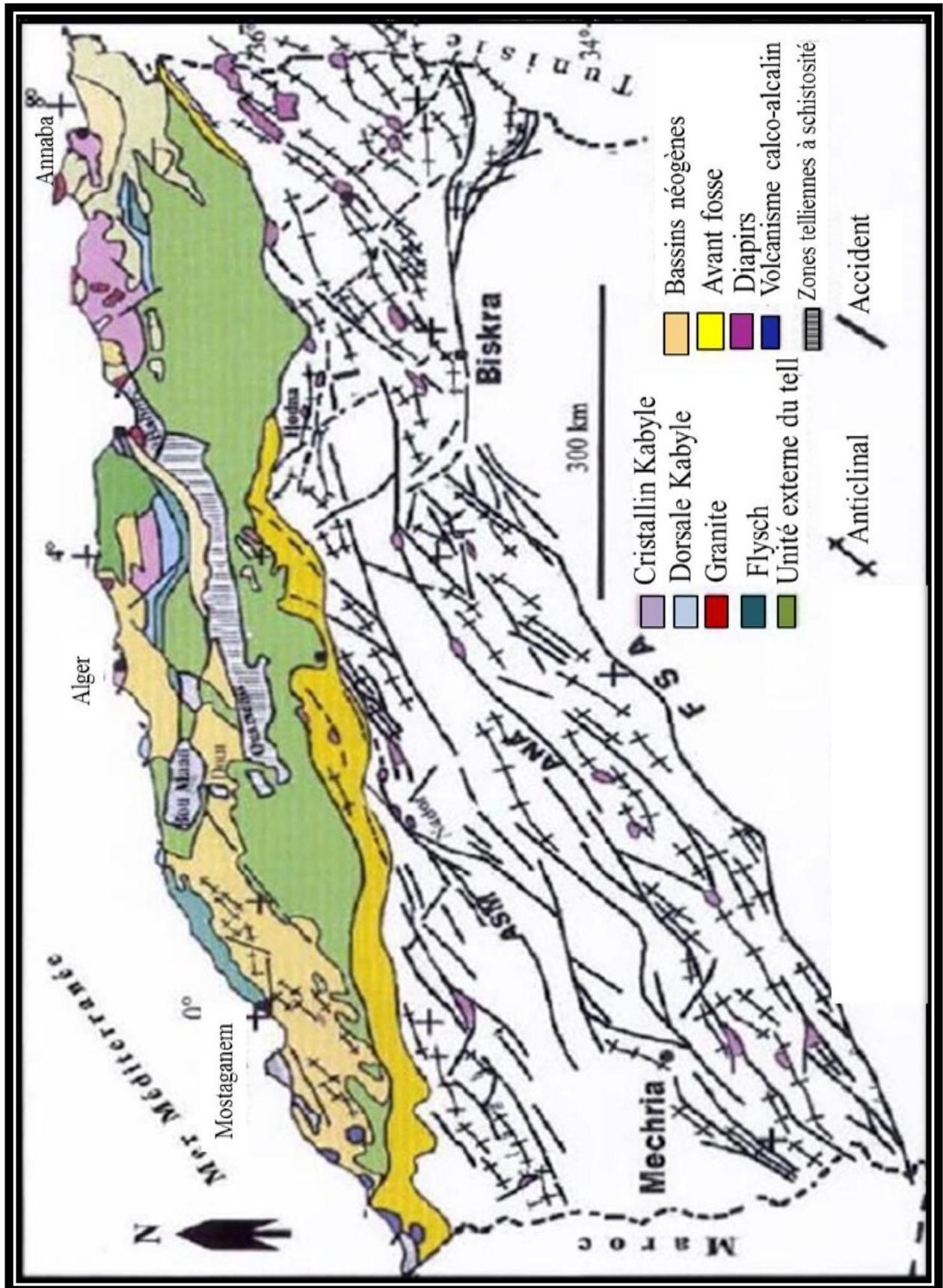


Figure 7: Principaux éléments structuraux du Nord de l'Algérie (R. BRACENE, 2002).

Chapitre II : Aspect Géologique

1.2 Stratigraphie :

1.2.1 Le socle kabyle :

Ce sont les massifs anciens kabyles, ils sont représentés par une puissante série cristallophyllienne dont la base est un complexe gneissique surmonté par des micas schistes et des phyllades, l'ensemble est recoupé par quelques intrusions granitiques.

Les terrains métamorphiques affleurent en grande partie à l'ouest de Tizi-Ouzou au centre et à la limite des flancs nord, du Djurdjura.

Cette unité se subdivise en trois ensembles structuraux, qui se superposent de bas en haut comme suit :

a. le socle gneissique très métamorphisé : composé de gneiss fins, parfois des migmatites, auxquels se superposent des gneiss œillets (à biotite, muscovite, plagioclase, amphibolite, marbre et micaschiste).

b. les schistes : c'est une série de schistes satinés, ayant subi un faible métamorphisme, qui s'exprime par la présence de minéraux de basse température tels que (séricite, chlorite). A la base de cette série on trouve de bas en haut, des marbres, des quartzites, des séricitoschistes et des amphibolites.

c. des schistes argileux et silteux, peu ou pas métamorphique d'âge paléozoïque .

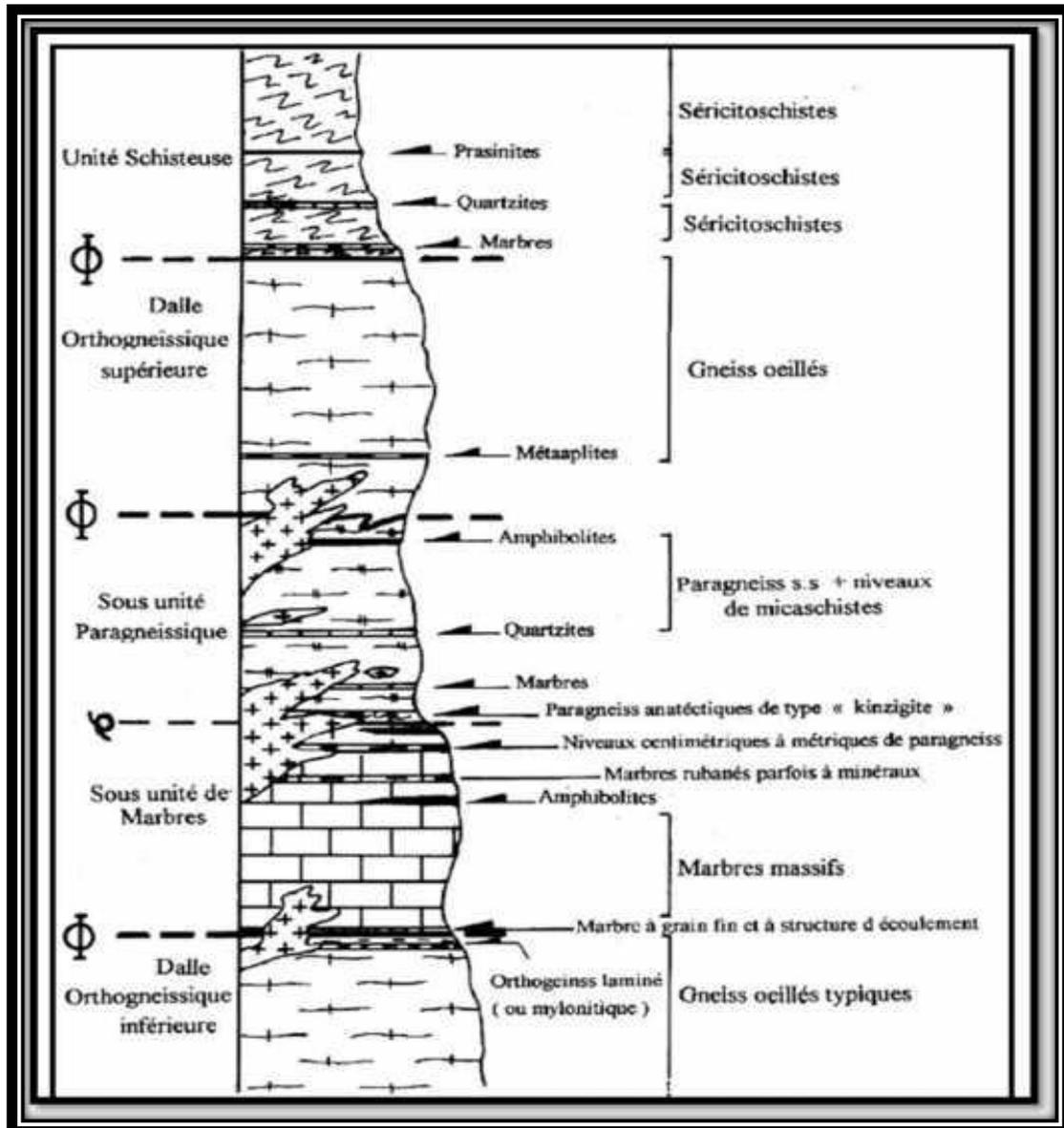


Figure 8: Colonne synthétique des différents ensembles tectonométamorphique du socle Kabyle (**Gani ; 1988**).

1.2.2 La Dorsale kabyle :

La chaîne du Djurdjura constitue le tronçon le plus important de la dorsale kabyle. Elle s'étend sur près de 50 km d'Ouest en Est et culmine à 2 305 m avec le Lalla Khadîdja.

Elle se dresse comme une barrière entre les formations du socle métamorphique au Nord et celles du Crétacé telliens au Sud. Ce sont les formations calcaires liasiques ou localement ceux de l'Eocène qui déterminent ses principaux reliefs les terrains qui constituent cette unité structurale sont d'âges :

Chapitre II : Aspect Géologique

a) Carbonifère :

Les formations qui constituent la chaîne du Djurdjura débutent par des Dépôts carbonifères qui surmontent immédiatement les schistes cristallins.

Le Carbonifère est représenté par une puissante série (environ 500 m) de dépôts, où l'on peut distinguer de bas en haut trois ensembles principaux :

- Des schistes gris ou gris verdâtre, à rares intercalations de grés fins micacés et de lydiennes.
- Une alternance des schistes micacés, de psammites à débris végétaux, de grés généralement fins.
- Une ensemble assez semblable au précédent, mais où les grés deviennent plus grossiers, passant même à la partie supérieure de l'assise à des poudingues à petits galets de quartz.

b) Permo- Trias ou Trias :

Ils sont représentés par des formations « continentales » formées essentiellement par des grés siliceux rouges, des calcaires dolomitiques mais dont les termes caractéristiques sont des calcaires vermiculés.

c) Lias :

On subdivise l'époque liasique dans le Djurdjura en deux périodes :

• **Infra-Lias-Lias inférieur :**

Les dépôts de l'infra-lias et du Lias inférieur sont représentés par des cargneules et dolomies (infra –Lias), des calcaires dolomitiques jaunâtres, des calcaires massifs, de teinte grise claire à pâte fine ou parfois oolithiques.

• **Lias supérieur :**

Les dépôts de cet étage se distinguent nettement de ce lias inférieur ; ils sont représentés par un ensemble de calcaires en dalles à silex de faciès variés, de marno-calcaires et de marnes.

Chapitre II : Aspect Géologique

d) Crétacé :

Les dépôts de cette période présentent de nombreuses lacunes sédimentaires, ils n'affleurent pas du tout dans notre zone d'étude.

e) Paléogène (Lutétien):

Les dépôts de cette période sont représentés essentiellement par des petits bancs de calcaire jaune, surmontés par des calcaires massifs renfermant des nummulites ; au sommet ces calcaires se chargent progressivement de grains de quartz et passent à des calcaires franchement gréseux, à des grés et des conglomérats renfermant encore une faune de grands foraminifères.

f) Oligocène :

Les dépôts de cette période sont de nature essentiellement détritique. Ils sont tout à fait comparable à un flysch, allant des conglomérats les plus grossiers à des argiles schisteuses de teinte sombre, en passant par toute une gamme de grés variés dans lesquels s'intercalent à plusieurs niveaux des horizons calcaires.

Sur le versant nord du Djurdjura l'Oligocène est représenté par des grés tendres, de faciès assez particulier, connus sous le nom de « grés Drâa-el-Mizane ». Ces grés sont jaunâtres ou ocracés à ciment calcaire ou argileux, généralement friables.

Ils sont fréquemment micacés et montrent parfois des traces charbonneuses de plantes ou de pantes ou petits amas lenticulaires de lignites.

Les bancs constitués de ces grés sont séparés par des intercalations de marnes sableuses et de marnes qui deviennent quelquefois prédominantes. L'épaisseur de cette formation peut atteindre ou même dépasser 1000 m.

Les grandes falaises calcaires du Djurdjura sont généralement bordées par d'importantes masses d'éboulis, fréquemment cimentés et se transforment en brèches. Elles sont très développées et s'étaient en cône de déjection dans la dépression de Boghni et de Mechtras.

1.2.3 L'Oglio-Miocène kabyle :

Il s'agit d'une formation conglomératique et gréseuse transgressive, qui repose en discordance sur le socle kabyle métamorphique.

Chapitre II : Aspect Géologique

Elle passe vers le haut à un olistostrome à blocs divers de flysch crétacé, recouvert par les nappes de flysch Nord de la Kabylie.

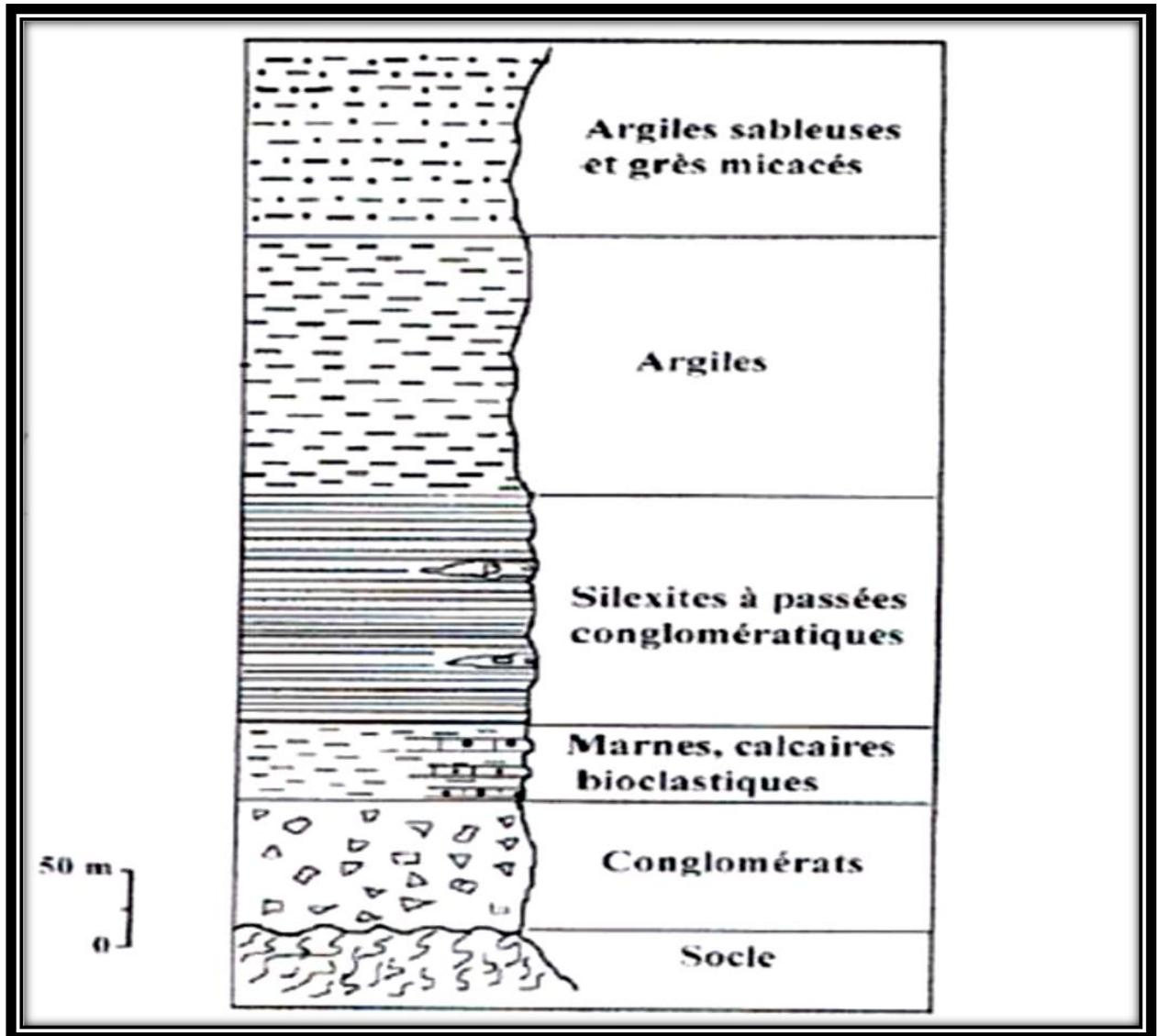


Figure 9: Colonne stratigraphique de l'Oligo-Miocène-Kabyle (In Lounis 2005).

1.2.4 Les nappes de flyschs :

Elles sont à matériel crétacé et nummulitique et s'empilent en couche pelliculaires, charriées sur les zones externes, et plus rarement sur les zones internes, comme c'est le cas pour le Nord kabyle.

Chapitre II : Aspect Géologique

Dans ces unités structurales, on classe les : flysch numidiens ; les flyschs massyliens, le flysch du Haut Sebaou-Azazga, le flysch de port Gueydon et le flysch mauritanien.

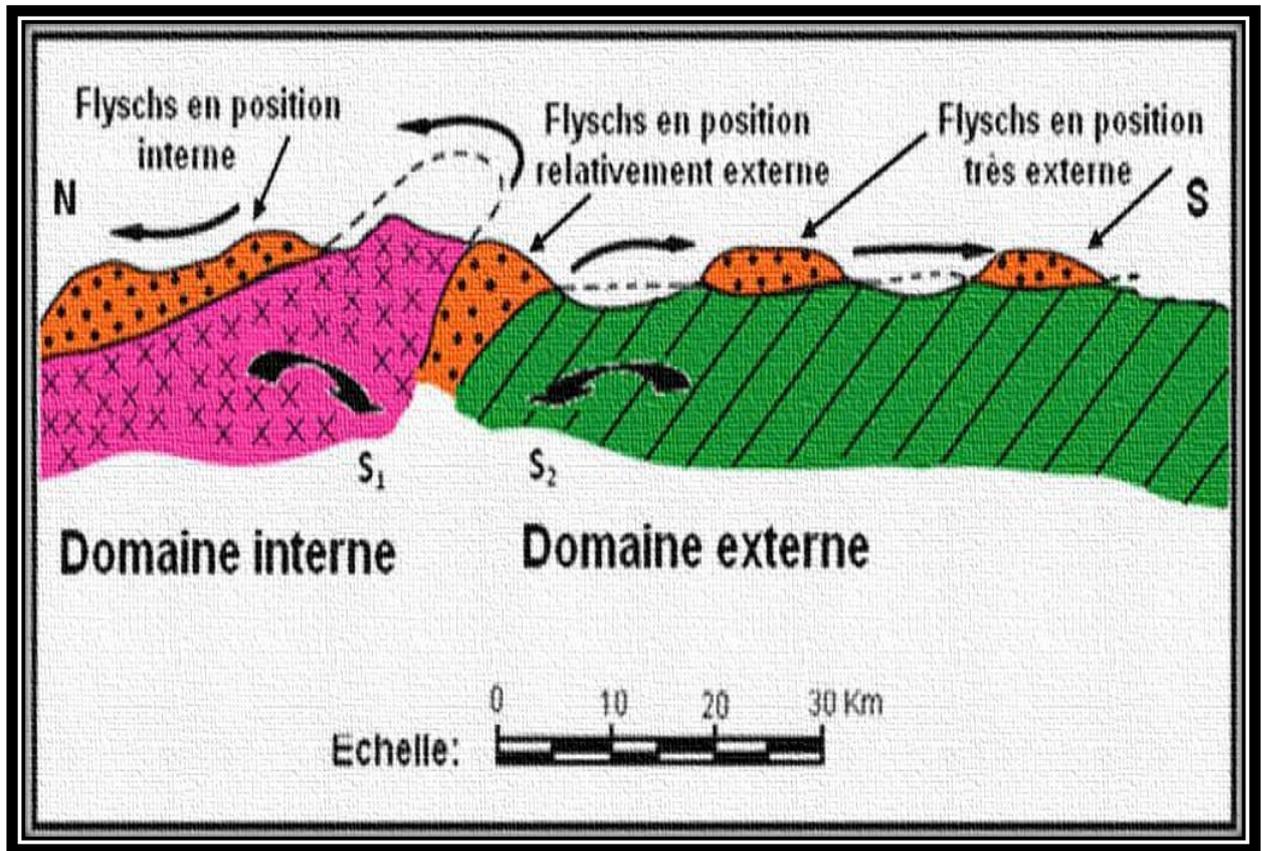


Figure 10: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (d'après **Bouillin, 1986**).

1.2.5 Le Miocène post-nappe :

Ce sont des terrains d'âge Miocène déposés postérieurement à la mise en place des nappes.

Les terrains de cet ensemble géologique occupent un vaste synclinorium qui s'étend d'Est en Ouest (Tizi –Ouzou se place au centre du bassin). A l'Est, il arrive jusqu'au méridien d'Azazga.

Il est représenté par des conglomérats (100 à 250 m) ; une formation molassiques grés-marneuse (250 m) et une formation argilo-marneuse (500 m au maximum).

Chapitre II : Aspect Géologique

1.2.6 Le Quaternaire :

Il est représenté par des faciès variés ; dans les vallées il se développe des cailloutis, grès polygène, graveilites et aleurolites qui occupent ces espaces.

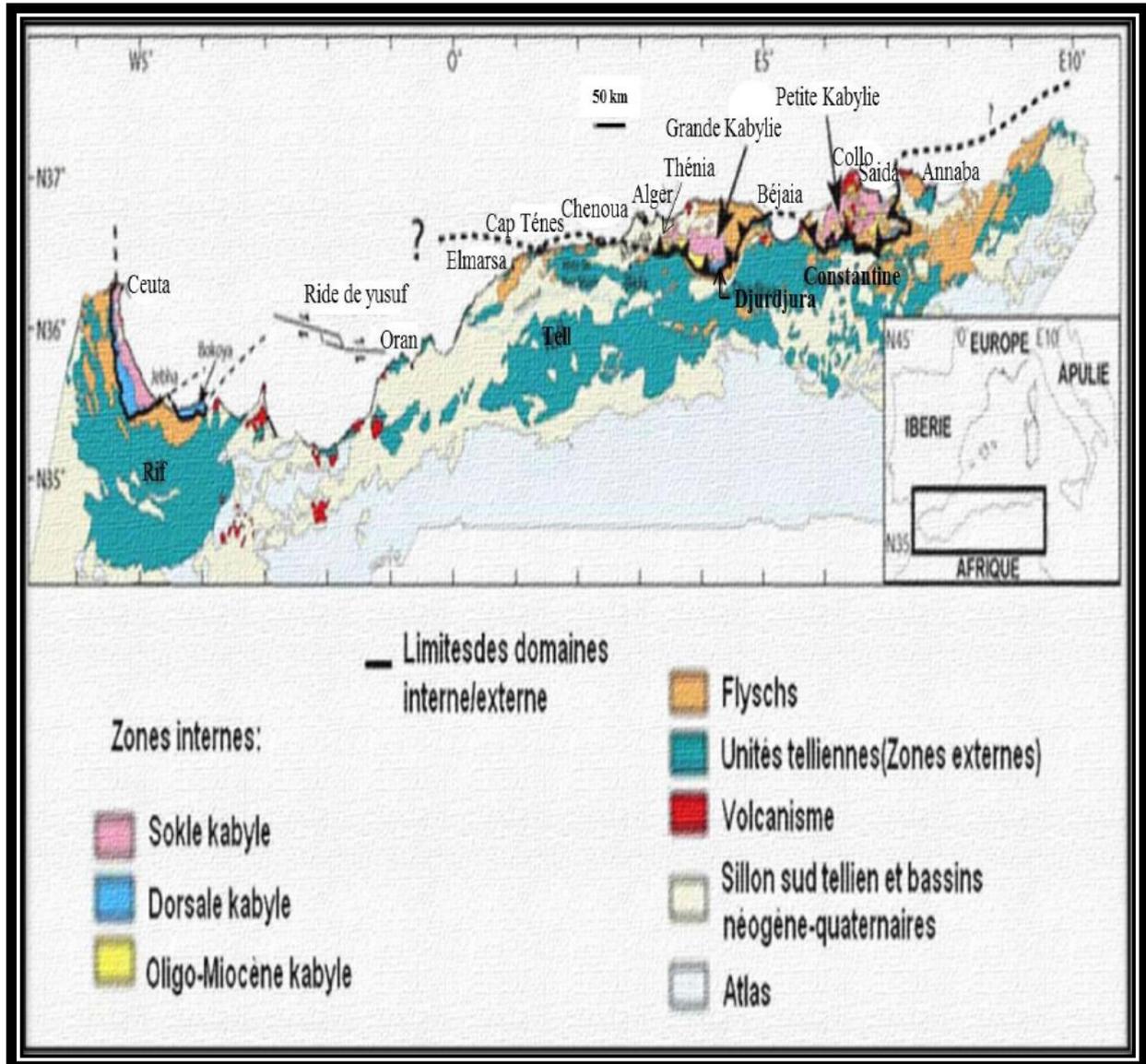


Figure 11: Position de différentes unités géologiques des Maghrébides d'après (Domzing 2006).

Chapitre II : Aspect Géologique

1.3 Tectonique :

Les formations métamorphiques de Grande Kabylie appartiennent au domaine alpin du nord de l'Algérie, c'est-à-dire structurées essentiellement par des événements géologiques du Crétacé au Miocène inférieur (de -80 à -20 Ma), sans oublier les événements hercyniens caractérisés par une déformation visible avec le métamorphisme dans la série schisteuse au Carbonifère supérieur. A cela s'ajoute des événements géologiques liés à l'extension Méditerranéenne (de -20 à -10 Ma) et finalement la compression actuelle (de -10 à l'actuel) faisant du nord de l'Algérie une zone sismique (**SaadAllah, 1992, Yelles-Chaouche et al, 2005**). La compression actuelle est décelable au sud du massif de SABN, avec chevauchement de la nappe de SABN sur les formations mio-pliocène à l'actuel. Comme elle est aussi visible au sud de la chaîne calcaire du Djurdjura où les flyschs chevauchent les formations post nappes du bassin de la Soummam (**Bossière, 1980 et Saad Allah, 1992**).

La structure d'ensemble des formations métamorphiques de la grande Kabylie, fait ressortir trois grands ensembles structuraux, séparés par des accidents majeurs : la GK orientale, la GK centrale et Occidentale et le massif de SABN. L'accident de Souama limite la GK orientale à l'Est, alors que celui de l'Oued Aïssi la limite à l'Ouest. La GK centrale et occidentale se trouve entre l'accident de l'Oued Aïssi et le chevauchement sud de SABN (**Saad Allah, 1992**).

Le doming avec une histoire tectonométamorphique profonde marqué par des détachements transcurrents ductiles (KDF : Kabylian detachment fault), notamment celui d'Oued Aïssi, qui se finalise par des intrusions granitiques et roches associées et la mise en place des schistes satinés à des niveaux peu profonds avec des contacts cataclastiques (Saad Allah, 1992). La série schisteuse est affectée par deux phases de plissement, l'une est orientée N 140 et l'autre N 160 (**Bossière, 1980**).

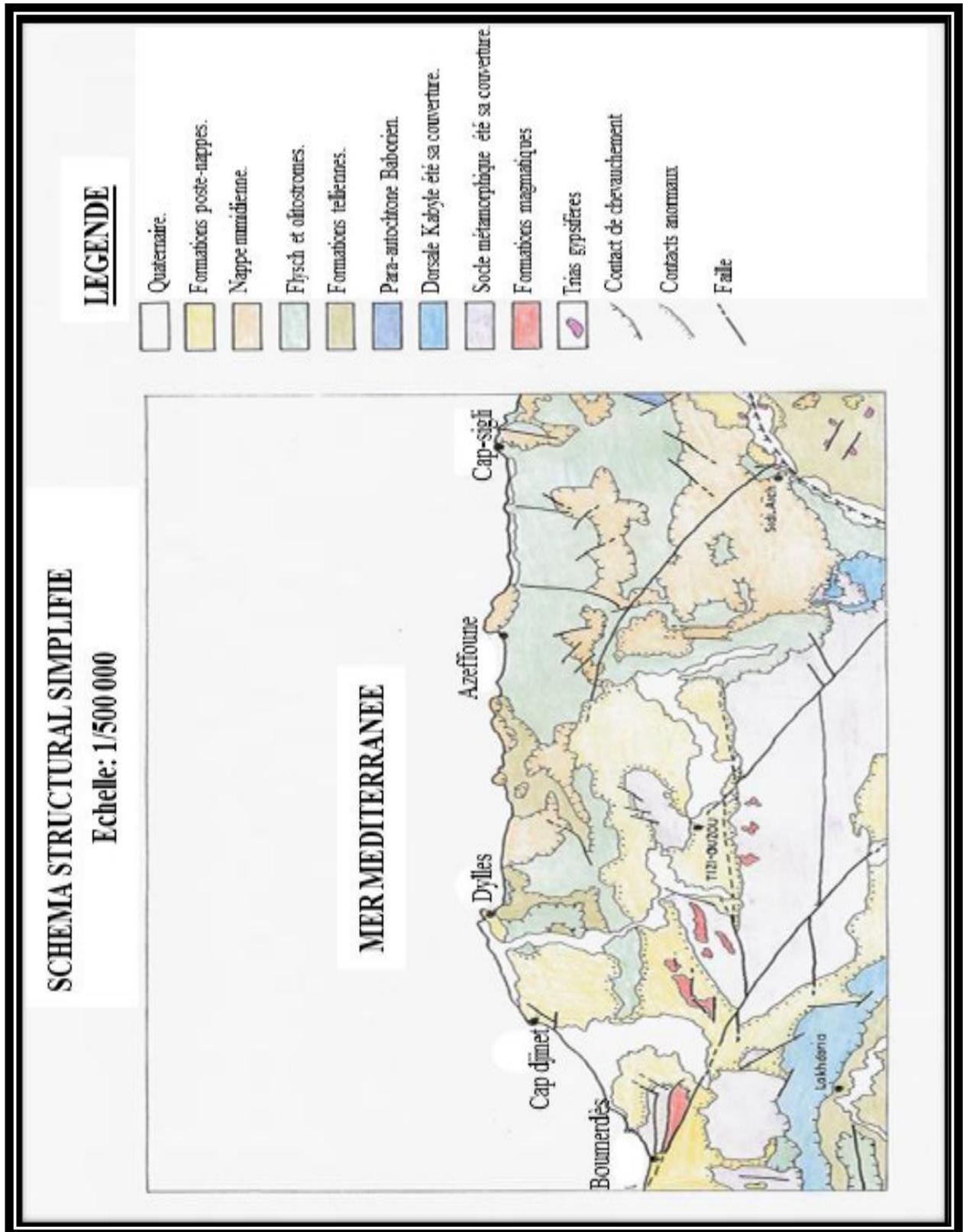


Figure 12: Schéma structural simplifié de la feuille de Tizi Ouzou à 1/500 000 (A.Seba.2006. Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).

Chapitre II : Aspect Géologique

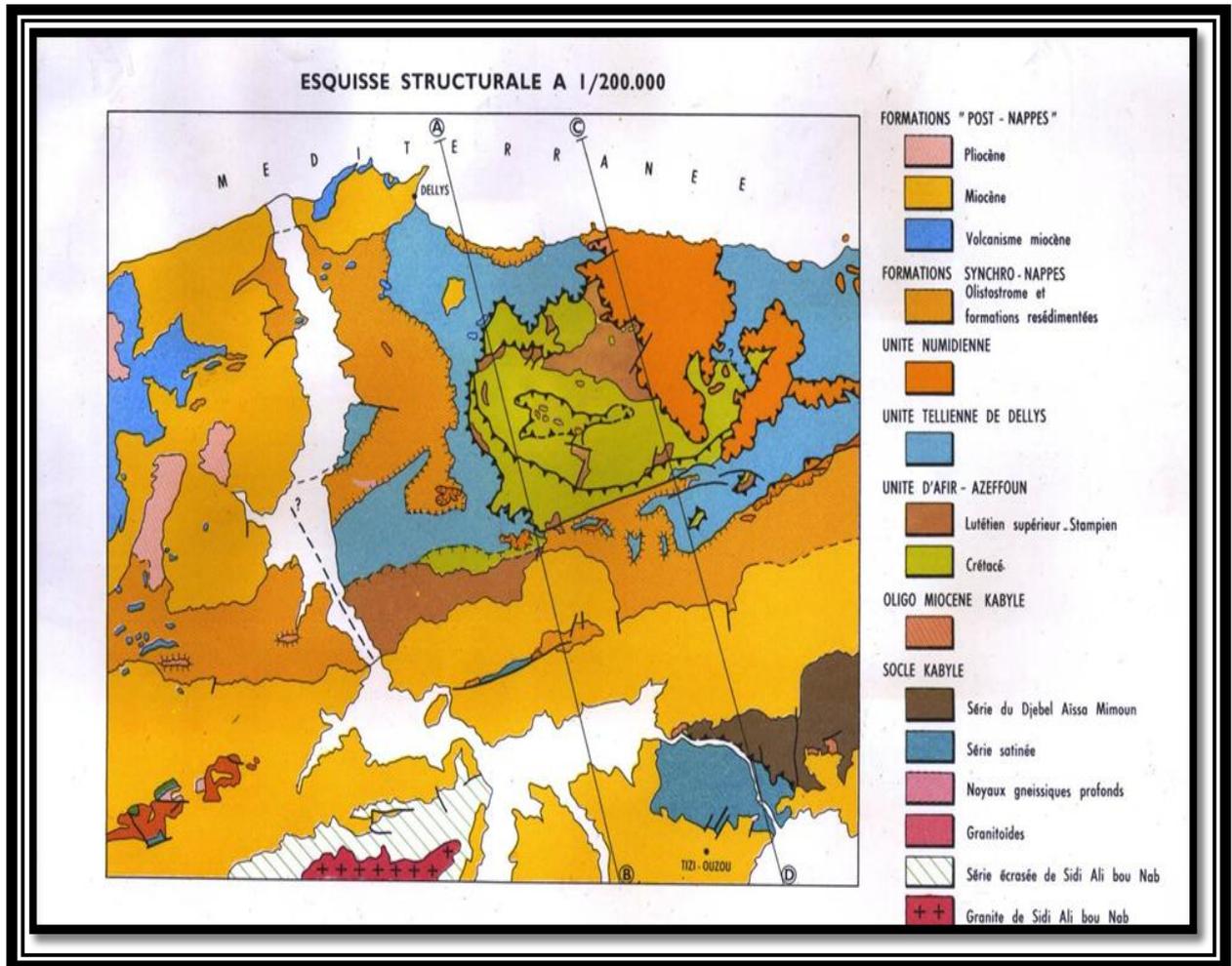


Figure 13: Carte structurale Dellys-Tizi-Ouzou (Raymond Daniel, 1972)

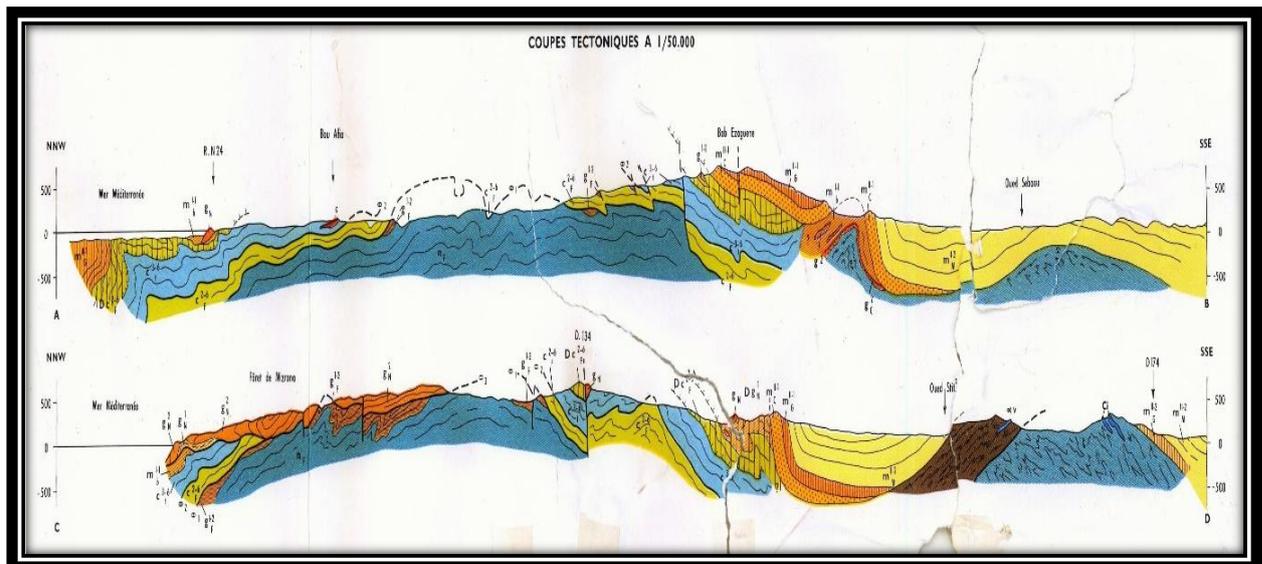


Figure 14: Coupes tectoniques Dellys-Tizi-Ouzou 1/50000 (Raymond Daniel, 1972)

Chapitre II : Aspect Géologique

1.4 Métamorphisme :

Le métamorphisme affectant le socle de Grande Kabylie est de haute température et haute pression dans les gneiss ocellés et il est au niveau de la nappe de SABN avec les blastomylonites (**SaadAllah ; 1996**). Deux unités métamorphiques sont distinguées : L'unité supérieure à faible métamorphisme constituée par la série schisteuse et sa couverture paléozoïque et l'unité inférieure à haut grade métamorphique comportant le complexe gneissique, la zone mylonitique et l'unité de SABN.

Les résultats obtenus sur les roches des massifs d'Alger et de la grande Kabylie ont été interprétés comme étant d'âge alpin (**Monié et al. 1982 et 1984**). Alors que l'âge de SABN par la méthode Rb/Sr sur les micas est estimé 271 ± 12 Ma (**Monié, 1985**), âge contemporain du fonctionnement d'une zone blasto-mylonitique de haute pression.

Le métamorphisme eo-varisque affecte l'unité supérieure suivi par un magmatisme granitique avec ses conséquences métamorphiques associées (**Saadallah, 1996, Michard et al, 2006**). Les datations K-Ar sur muscovite et biotite de la série schisteuse ont donné respectivement des âges à 314 Ma et 295 Ma (**Monié et al, 1984**). Au niveau de l'unité inférieure, ce couple a donné des âges plus récents, ces âges sont interprétés en l'absence du permo-trias dans l'évolution alpine et préalpine de la croûte profonde de Grande Kabylie (**Michard et al, 2006**).

La datation U-Pb sur zircon dans les orthogneiss a donné un âge à 510-514 Ma (**Bossière et al, 1985**) mettant en évidence un âge Panafricain, ainsi qu'un âge Varisque à 271 ± 3 Ma et 284 ± 3 dans le granite de SABN (**Saadallah et al, 1996 et Michard et al, 2006**) et la bande Mylonitique 273 ± 3 Ma (**Peucat et al, 1996**).

Chapitre II : Aspect Géologique

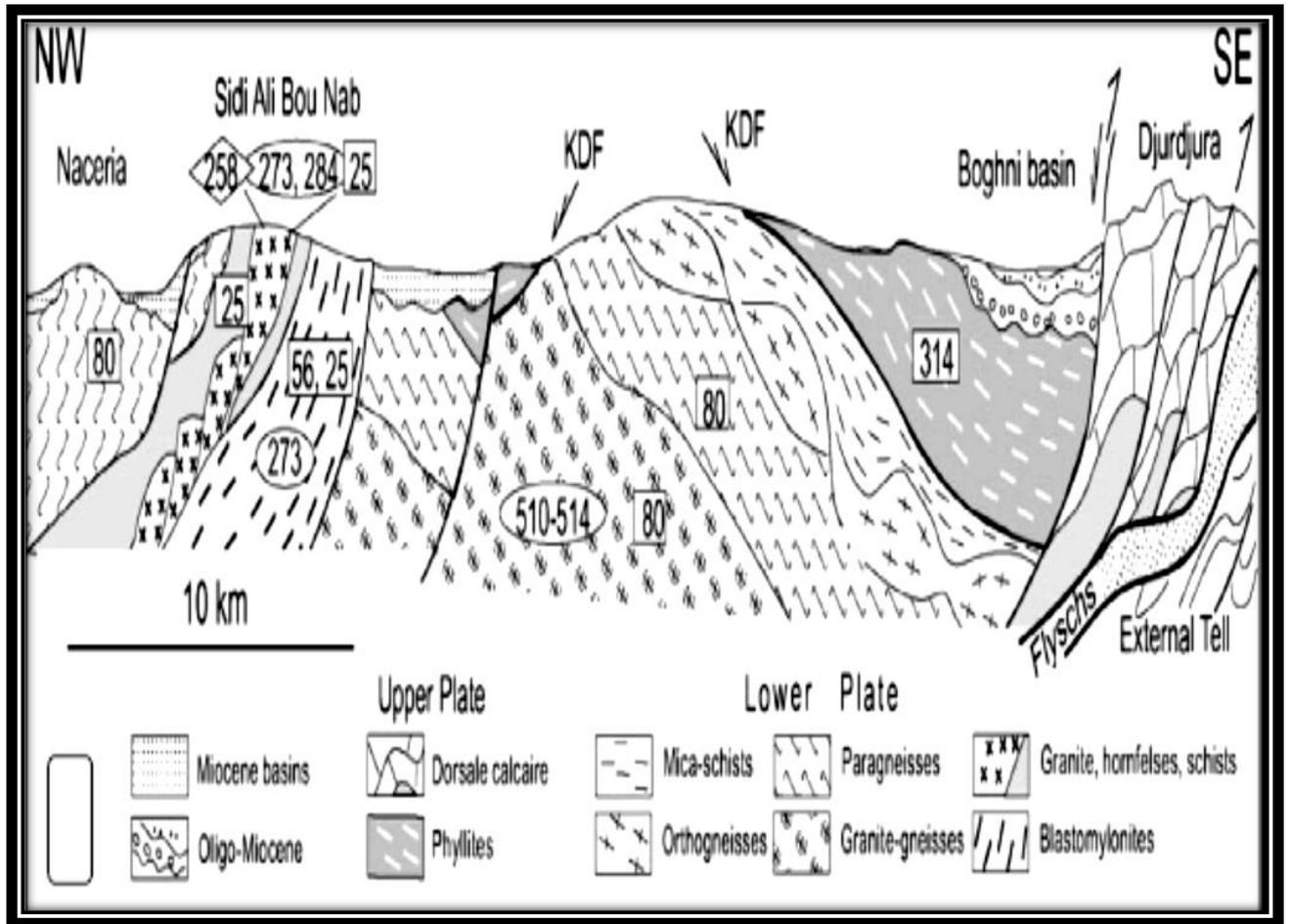


Figure 15: Coupe schématique de la Grande Kabylie et indication des principaux âges isotopiques (d'après Saadallah et al, 1996 modifié par Michard et al, 2006).

Chapitre II : Aspect Géologique

2. Géologie locale :

2.1 Introduction :

Le gisement est appelé « les Cipolins de Djemââ Nsaharidj ». Il constitue le complexe para-gneissique du socle précambrien kabyle. Ces cipolins constituent des lentilles de marbres « calcaires marmorisés » intercalées au sein des formations des para-gneiss

Au niveau du site on reconnaît les faciès suivant de bas en haut on retrouve :

- Les assises supérieures de gneiss biotite.
- Les assises de quartzites, de schistes micacés, petits lits de calcaires marmorisés et de schiste chloriteux.
- Les assises de schistes micacés, avec lits de quartzites.
- Les assises de quartzites, de schistes micacés avec des calcaires marmorisés, de schistes à biotite.
- L'ensemble recoupé par un filon pégmaitique.

2.2 Description des formations du site :

Ce sont les massifs anciens kabyles, ils sont représentés par une puissante série cristallophyllienne dont la base est un complexe gneissique surmonté par des mica schistes et des phyllades, l'ensemble est recoupé par quelques intrusions granitiques.

Le gisement est constitué de calcaires marmorisés. Au sein du complexe para-gneissique du socle précambrien kabyle, en contact avec des para-gneiss et des micas schistes.

Ces calcaires marmorisés se présentent en bancs de direction N-NE et un pendage de 15-25°.

Chapitre II : Aspect Géologique

Au centre du site, affleure en forme de poches irrégulières des calcaires siliceux, des dépôts de sables (tuf) à grains de quartz, de feldspath, et de micas noirs.

Le site est affecté par des phénomènes hydrothermaux qui se traduisent différemment sur les différents faciès, on rencontre des silicifications, carbonatations, kaolinisations, les principales formations qui apparaissent sont :

➤ **Calcaire marmorisés « Marbre de Mekla » :**

Ils forment des lentilles de bancs massifs de 3-5m d'épaisseur de direction N-NE et un pendage de 15-25°, ils forment l'essentiel du gisement, ils sont de couleur gris bleuâtre. Il s'agit de marbres de couleur claire parfois rubanés, compactes, lités, fortement maclés et fracturés, à cassures terreuses. Ce type de calcaire marbré représente 50% des carbonates qui affleurent, on remarque la présence des inclusions d'oxydes métalliques de minéraux tels que pyrite, des paillettes de micas blanc muscovite, et des grenats



Figure 16: Calcaire marmorisés au niveau de la carrière.

Chapitre II : Aspect Géologique

➤ **Les lits de quartzites :**

Ce sont des uniforme massif de banc lenticulaire intercalés dans les niveaux des micaschistes, ils sont très durs fortement silicifiés.

➤ **les gneiss à biotite :**

À certains endroits on retrouve des affleurements de Gneiss.



Figure 17: Gneiss a biotite.

Chapitre II : Aspect Géologique

➤ **les schistes micacés :**

À biotite très fortement granulosités, jusqu'au stade Gneiss.



Figure 18: marbre à micas

➤ **La pegmatite :**

Un dyke pégmatisique recoupe l'ensemble des formations de direction N150°

(fig. 19)

➤ **Sol :**

Sur l'ensemble du gisement il y a la présence d'une couche de sol rouge d'une épaisseur de 30-40 Cm sur lequel se développe une flore réduite.

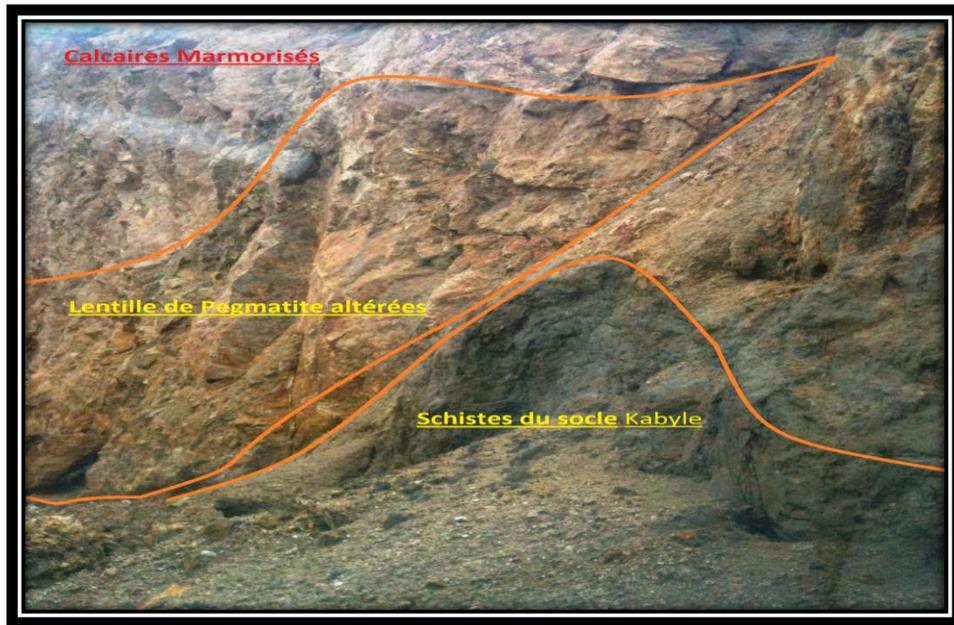


Figure 19: Les différents faciès du site de la carrière.

2.3 Tectonique :

Sur le plan tectonique le site est traversé par trois grandes failles qui le structurent en blocs une faille de direction N 10° qui est soulignée par la vallée profonde, a une 20 m on trouve aux limites Nord et Nord Est du site deux failles de direction N50° matérialisée par la bréchification des calcaires cristallisés .



Figure 20: Représentation de l'affleurement des niveaux feldspathiques au niveau du site



Figure 21 : Zone de broyage de faille et altération hydrothermale.

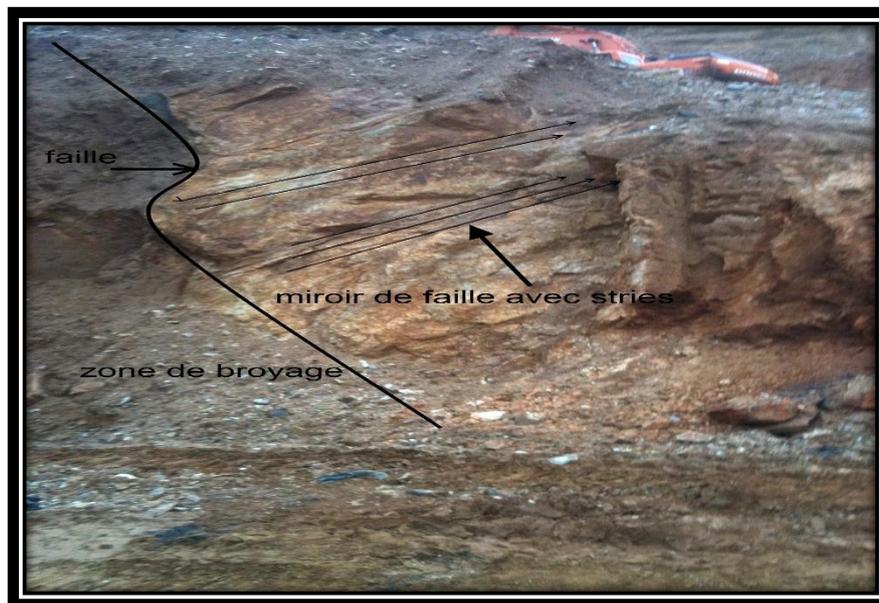


Figure 21: Représente une zone de broyage et une faille au niveau du gisement

Chapitre II : Aspect Géologique



Figure 22: Représente la grande faille de la région qui affecte le gisement

***CHAPITRE III: ZONE
D'ÉTUDE***

1. Introduction :

La carrière est l'ensemble des ouvrages destinés à l'exploitation du gisement en découvertes

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 5m à 15 m, la pente du talus limitant un gradin est de 60° à 80° elle est dépendante de la tenue des terrains.

Entre chaque gradin, il existe des banquettes horizontales réunies entre elles par des rampes assurant ainsi la circulation des camions qui évacuent les matériaux.

Avant d'ouvrir une telle carrière, il faut savoir si le volume de stériles ou morts terrains à extraire n'est pas trop important par rapport au volume de matériaux. De plus, ce type de carrière montre quelques avantages par rapport à l'exploitation souterraine : le gisement peut être exploité à son maximum, il n'y a pas d'espaces semi-abandonnés, comme pour les exploitations souterraines, à la fin de l'extraction.

2. Généralités sur le site :

2.1 Situation géographique :

La carrière est située au lieu-dit **Mesloub**, à 1.6 Km coté au sud de la commune de Mekla et a 500 m au Sud-Est du village El Mesloub sur le flanc SW de **Koudiat Koulla**. Il est accessible via la route reliant Agouni Bou Afir et Mesloub au chemin de wilaya N°150 qui longe la limite SW du site.

Du point de vue administratif, le gisement de marbres de Mesloub est rattaché à la wilaya de Tizi-Ouzou, Daïra de Mekla.

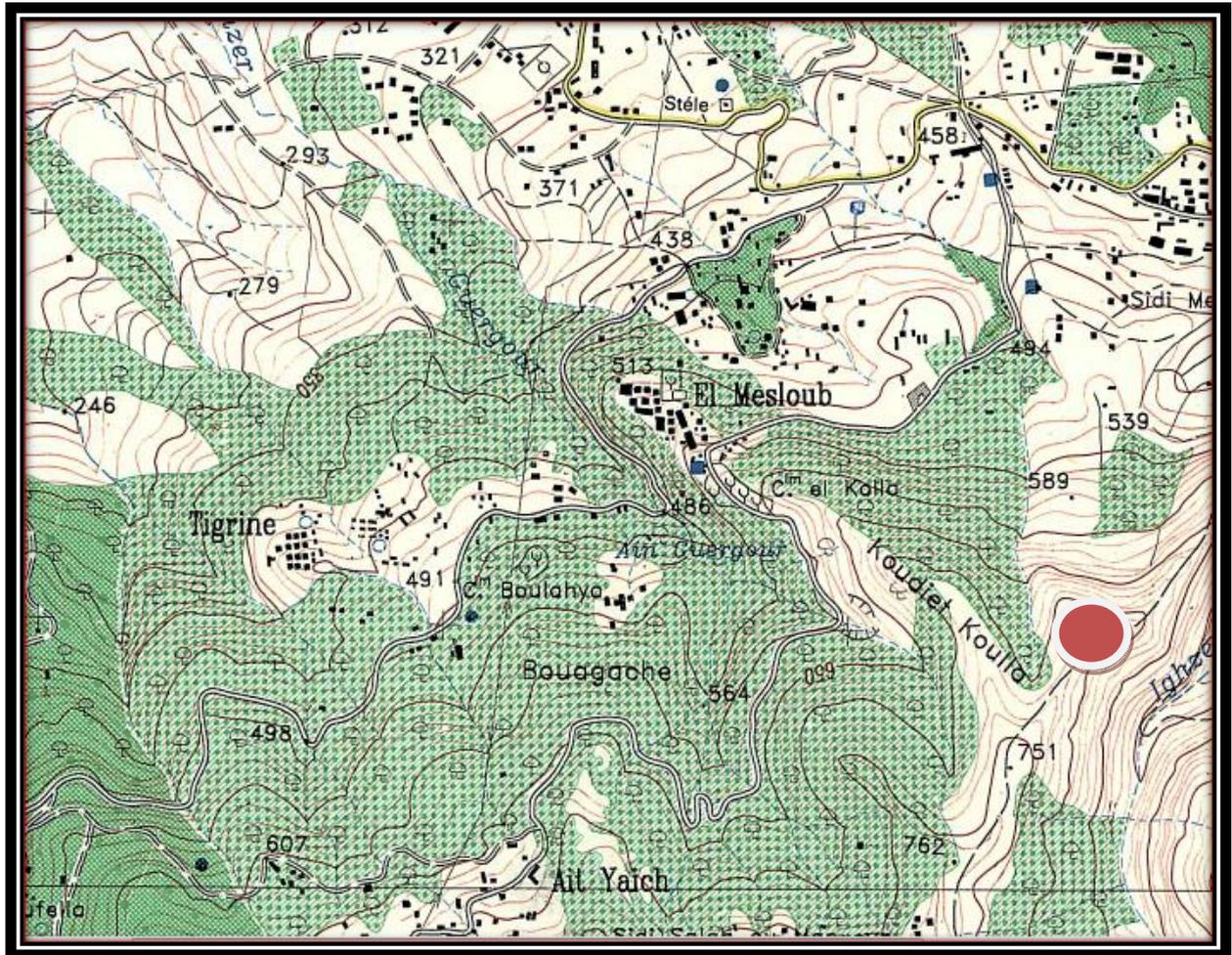


Figure 23: situation géographique du site sur la carte topographique échelle 1/25000 (Tizi Ouzou N-31-V-32 –Ouest)

2.2 La superficie et l'infrastructure :

La superficie du périmètre est de 3.665 hectares, L'accès à la carrière est assuré par une piste à droite de la route nationale 25 (Fig.23)

2.2.1 Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du gisement:

2.2.1.1 Résultats des essais sur le marbre:

Les calcaires cristallisés d'el Mesloub ont fait l'objet d'un ensemble d'analyses, dont les résultats sont représentés comme suit :

Chapitre III : Zone d'Etude

A. Propriétés physico-mécaniques

- Poids volumique de la matière est de : 2.71 (g/cm³)
- L'humidité naturelle varie entre : 20/30%
- Le coefficient de foisonnement est de : 2%
- Absorption en eau (A E) :0.20%
- Résistance à la compression a l'état sec kgf : 430 Cm²
- Micro-Deval humide : 38%

Los Angeles :

Cette analyse a pour objectif de mesurer la quantité d'éléments inférieurs à 1.6 mm produite par fragmentation, en soumettant le matériau à des chocs de boulets à l'intérieur du cylindre en rotation. L'essai est réalisé selon la norme NF P 18573.

N° d'échantillon	01
Classe granulaire	10/25
Nombre de boules	11
Masse avant essai	5000
Masse après essai	3330
Coefficient L.A %	33

Tableau 1: Propriétés physico-mécaniques

B. Propriété chimique :

L'analyse minéralogique par diffraction aux RX distingue des minéraux argileux tels que la montmorillonite, l'illite et la kaolinite, quant aux minéraux non argileux, ils se résument au calcite, quartz, feldspaths et hydrocarbonate en faible teneur.

Eléments majeurs	Teneur moyenne en %
SiO₂	3
Al₂O₃	0.90
Fe₂O₃	0.08
CaO	92.04
MgO	0.52
SO₃	1.38
K₂O	0.12
Na₂O	0.05
MnO	<0.05
TiO₂	0.55
P.F	41.96

Tableau 2: Analyse Chimique

Chapitre III : Zone d'Etude

2.2.2 Hydrogéologie :

Les cours d'eaux qui existent dans la proximité du site et dans la région en général, sont représentés par des vallées profondes à écoulement temporaire saisonnier, néanmoins les lits à proximité de certaines sources ont un écoulement permanent mais à faible débit.

Les résultats de prospection en profondeur par forage réalisé au cours de l'évaluation du gisement, montrent qu'il n'y a pas de présence d'aquifère dans le périmètre du site.

Néanmoins on peut souligner qu'en terme hydrogéologique les couches de calcaires marbrés ont une certaine perméabilité à l'infiltration, et ont noté la présence de système karstique dans le périmètre.

2.3 Topographie :

Le site est un flanc de colline relativement dénudé, qui présente une pente douce puis un changement dans la topographie orienté Nord Est- Sud-Ouest ; la pente est à moyenne et forte dénivelée jusqu'à 130m. Les côtes du gisement varient 720-590 m. Le plancher de la carrière correspond à la plate forme 1 des travaux au niveau 606 m, et la plate-forme 2 des travaux au niveau 620 m. L'exploitation a dégagé eux gradins Successifs d'une hauteur de 5-10 m.



Figure 24: Plate-forme des travaux niveau 620m.

2.4 Condition technico-minièrre de l'exploitation :

Le périmètre d'exploitation du site se dégage nettement sur un relief de colline dont les côtes niveaux absolues varient de 720 à l'est 660- 600 m au nord et 620-630 m au sud du site.

Les marbres sont compacts; la morphologie et le caractère structural du gisement présentent des paramètres géotechniques de stabilité des sols fiables, pour tout travail d'exploitation, de même les caractéristiques physiques « indiquant une haute adhérence » et imperméabilité favorisant la fixation des sols.

2.4.1 Système d'exploitation :

Exploitation est à ciel ouvert se fera par gradins superposés de haut vers le bas, et par tranches transversales.

Le gisement est un polygone dont les paramètres physiques sont :

Chapitre III : Zone d'Etude

- Longueur = 260 m.
- Largeur = 164.86 m.
- Profondeur maximale de la carrière : 120 m
- Angle de coupe des réserves 70°.
- Inclinaison du front de taille 70° par rapport à l'horizontal.
- Largeur des banquettes moyenne : 4 m.
- Hauteur des gradins : 5 m.

2.4.2 Méthode d'exploitation utilisée :

« Il est a noté que l'exploitation au niveau de la carrière est actuellement arrêter pour des raisons du renouvellement du titre minier, et la réalisation de certains travaux de réaménagement.»

La progression de l'exploitation se fera du nord vers le sud, la remise en états des lieux suivra progressivement.

L'exploitation est mécanique « utilisation des brises roches» (fig.25) .

L'exploitation de la carrière est réalisée suivants les opérations suivantes :

➤ **Couverture et stérile :**

Les dépôts de couverture sont composés par des argiles altérées. La profondeur des altérations des argiles varie suivant la morphologie du site, sur les périphéries 0.3-0.45m pour atteindre les 0.20 Cm au sommet. En profondeur la masse rocheuse est homogène pure sur l'ensemble du périmètre.

➤ **La découverte :**

Elle a pour but de mettre à nu le gisement. Durant cette phase, on procède au défrichement boisé et l'aménagement des pistes de chantiers.

La découverte se fait successivement sur le périmètre du nord au sud en fonction de l'avancement de l'exploitation.

Les produits décapés de la couche de couverture et le stérile extrait, seront stockés au SW de la carrière; sur une plateforme préalablement conçue. En but de leur utilisation dans les travaux de remise en état des lieux en phases finales d'exploitation.

Chapitre III : Zone d'Etude

➤ L'extraction :

La structure du gisement est assez simple représentée par des couches de marbres sub horizontaux. L'exploitation se fait par méthode de ripage et décapage successif des couches de marbres de haut en bas par tranche transversale ; le ripage permet l'ouverture et l'affaiblissement des argiles compactes, ce qui facilite ainsi l'avancement du décapage.

Les matières extraites sur les fronts de tailles sont rassemblées en tas dans les plateformes d'exploitation. Il reste entendu que l'exploitant est tenu de suivre les meilleures techniques d'exploitations ralliant productivité et respect de l'environnement.



Figure 25 : mode d'extraction par brise roches

➤ Traitement des matériaux :

Les marbres décapés sont déplacés par le bull vers la plate-forme qui est implanté en contre bas de la carrière. Les marbres subissent un concassage et criblage.

➤ Le stockage du marbre :

Les marbres sont déplacés de la plate-forme, vers un endroit pour le stockage dans un endroit aménagé à cet effet, en attendant leur vente.

Chapitre III : Zone d'Etude

2.5 Capacité de production de la carrière :

- ♦ La société prévoit une production de 80 t/h, avec 7h de travaille/jour.
- ♦ La capacité de production journalière est de 448 t/j.
- ♦ La capacité de production annuelle est de 98 560 t/an.
- ♦ La durée de vie de la carrière est de 13 ans avec des réserves récupérable de 1707269.4 t.

2.6 Régime de fonctionnement de la carrière et sa durée de vie :

Le régime de fonctionnement ordinaire est de 07 heures/jours, 05 jours/ semaine, 20 jours/mois et 220 jours/an.

La production moyenne annuelle est calculée sur la base des rapports annuels de rendement de la carrière, la moyenne produite est 46892m³/an.

Les réserves de marbres exploitables prévisionnels : 609600 m³

La durée de vie de la carrière est composée de :

Productions annuelles M ³	Réserves exploitables M ³	Temps (ans)
46892.30 m ³ /an.	609600 m ³	13 ans

Tableau 3: Durée de vie de la carrière

2.7 Caractéristiques géométriques des ouvrages miniers :

➤ Gradins :

Conformément à la réglementation en cours les gradins auront une hauteur maximale de 5m avec un angle de talus 65°-70° légèrement incliné.

Le choix de la hauteur maximale de 5m du gradin, est préconisé car les marbres sont très fracturés d'une part et l'exploitation est mécanique d'autres part, sur le plan technique et par sécurité aussi il est très difficile de réaliser des gradins de plus de 5m même si l'on est dans du matériau dure et que la loi minière autorise jusqu'à 15m.

Actuellement les gradins au niveau de la carrière ont une hauteur d'environ 8 m.

Les niveaux d'exploitation sont projetés aux horizons suivants :715, 710, 705, 700, 695 ,690, 685 ,680, 675, 670, 665,660, 655. 650 ,645.

Chapitre III : Zone d'Etude

➤ Bernes de sécurité interne :

Pour assurer la sécurité et la stabilité des talus, des bernes doivent être aménagées entre les gradins successifs.

La largeur de ces bernes est environs 8m, durant l'exploitation afin de permettre une mobilité des engins et du personnel en toute sécurité, en phase finale la largeur de la banquette sera de 4m.

➤ Bernes de sécurité externes :

L'exploitation doit laisser une berne de sécurité externe qui permet de ne pas empiéter sur la limite des terrains limitrophes (voisins), afin d'éviter tout conflit quel qu'il soit humains ou administratif, la bande de sécurité est au minimum 10m, sur l'ensemble du périmètre de l'exploitation.

➤ La piste d'accès :

L'accès à la carrière existe est correspond à la piste ouverte à partir de la route nationale N°25 qui mène à la carrière.

➤ La largeur de la piste :

La largeur de la chaussée de la piste est de 5 à 6 m.

➤ La pente de la piste :

Le profil des pistes doit permettre un bon écoulement des eaux météoriques, pour cela les pistes sont légèrement inclinées <14% sur l'ensemble. Et une pente de 6-8% dans les virages afin d'éviter que les engins miniers et de transport ne se déportent de la chaussée (piste).

➤ Rayon de virage :

- ♦ Les rayons de virage doivent être au minimum égaux au rayon de braquage des camions.
- ♦ Le rayon est de 8 m.

➤ Décharges ou déblais :

Les déblais ou produits de la découverte sont stockés en dehors du périmètre d'exploitation afin de ne produire aucun gêne.

Chapitre III : Zone d'Etude

➤ Stabilité des talus :

Les formations caractérisant le gisement de Mesloub, sont des marbres reposant sur le socle schisteux, les paramètres géométriques pris sont les suivants :

a. Paramètres géotechniques

- Résistance à la compression $\partial_c = 430 \text{ Kgf} : \text{cm}^2$
- Masse volumique = 2.7g/cm^3
- Densité des marbre = **2.65**
- Humidité Naturelle varie entre= **30% à 20%**
- Coefficient de foisonnement est de= **0,765 %**
- Angle de frottement = **65°**

b. Paramètres géométriques :

La hauteur d'exploitation des gradins est de 5m.

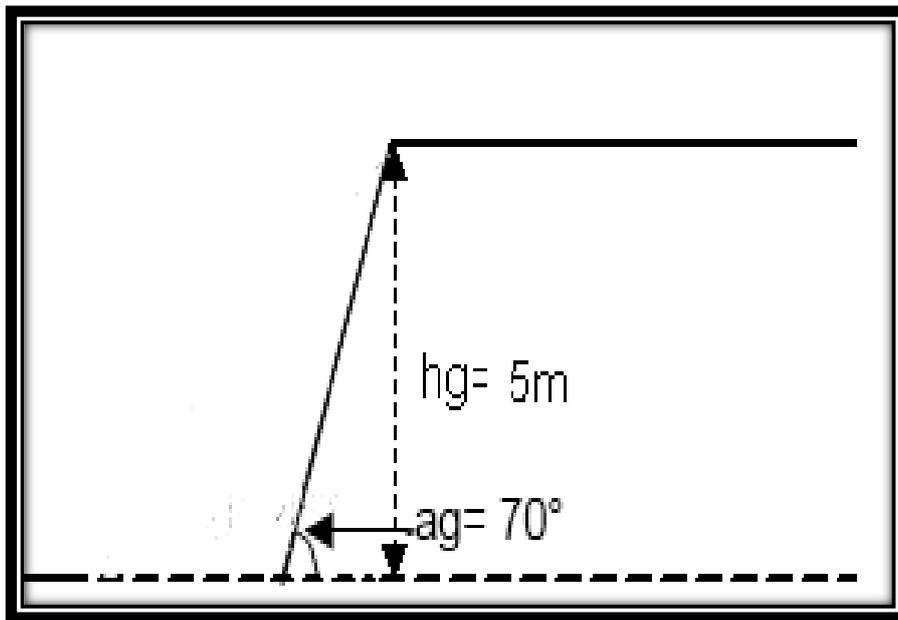


Figure 26 : Paramètres géométrique d'un gradin

La pente générale du talus en fin d'exploitation sera :

$Tg(\alpha_t) = ht/D$, $ht=120\text{m}$, Ng : nombre de gradins, b : largeur de la banquette

$Ng=15$, $b=8\text{m}$, $hg=5\text{m}$, $ht= 110\text{m}$,

$\alpha_t = \text{arc tg}(ht/D)$

$$D = (N_g - 1) b + N_g h_g / \tan(\alpha_g)$$

La pente générale du talus en fin d'exploitation aura une valeur de : **at 58°**

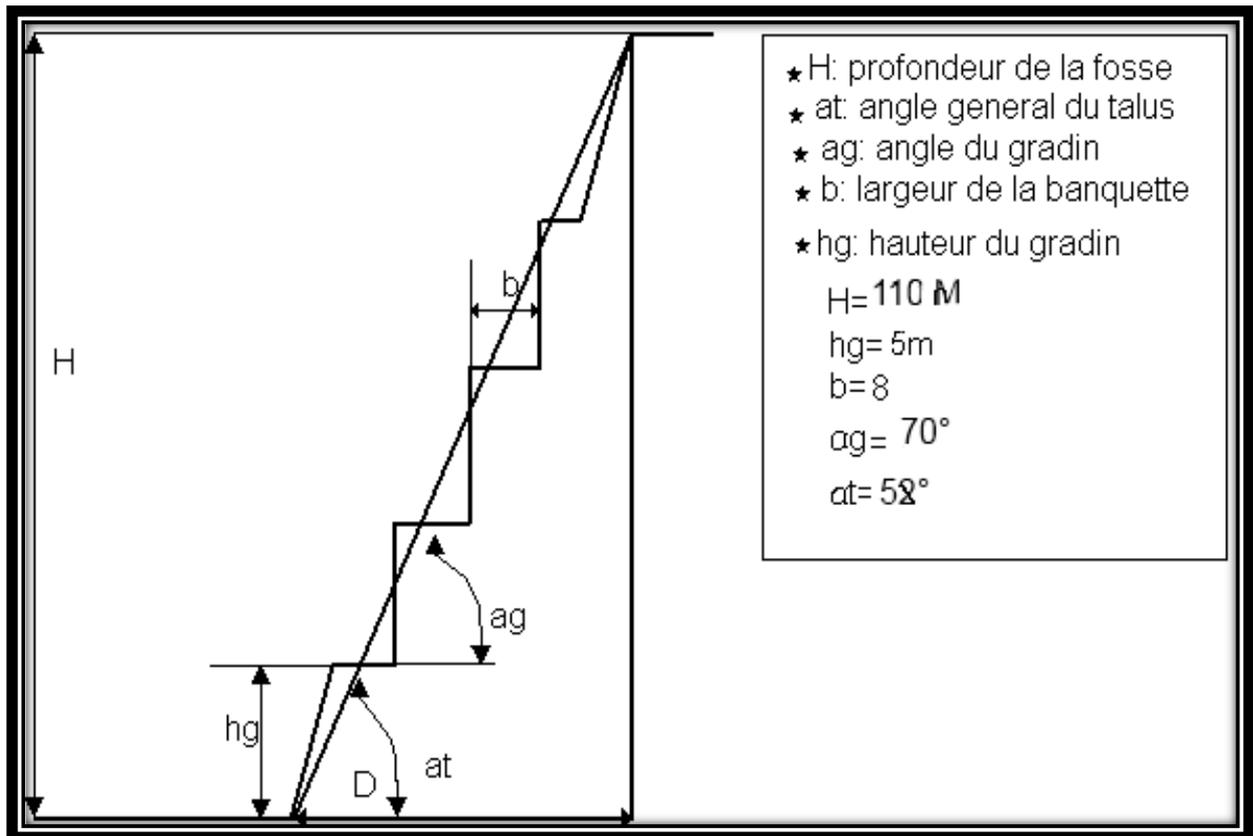


Figure 27: Les paramètres géométriques du talus

2.8 Les phases d'exploitation de la carrière :

Le plan de développement de la carrière est comme suit :

➤ **Première phase :**

1^{er} niveau : ouverture et exploitation du niveau (715-710).

2^{er} niveau : ouverture et exploitation du niveau (710-705m).

3^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (705-700m).

4^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'ouverture de l'exploitation (700-695m).

Chapitre III : Zone d'Etude

Les réserves récupérables sont 229507.668 Tonnes soit un volume de 85002.84 m³.

Nombre de gradins : 4 gradins.

Durée d'exploitation : 01 an et 8 mois.

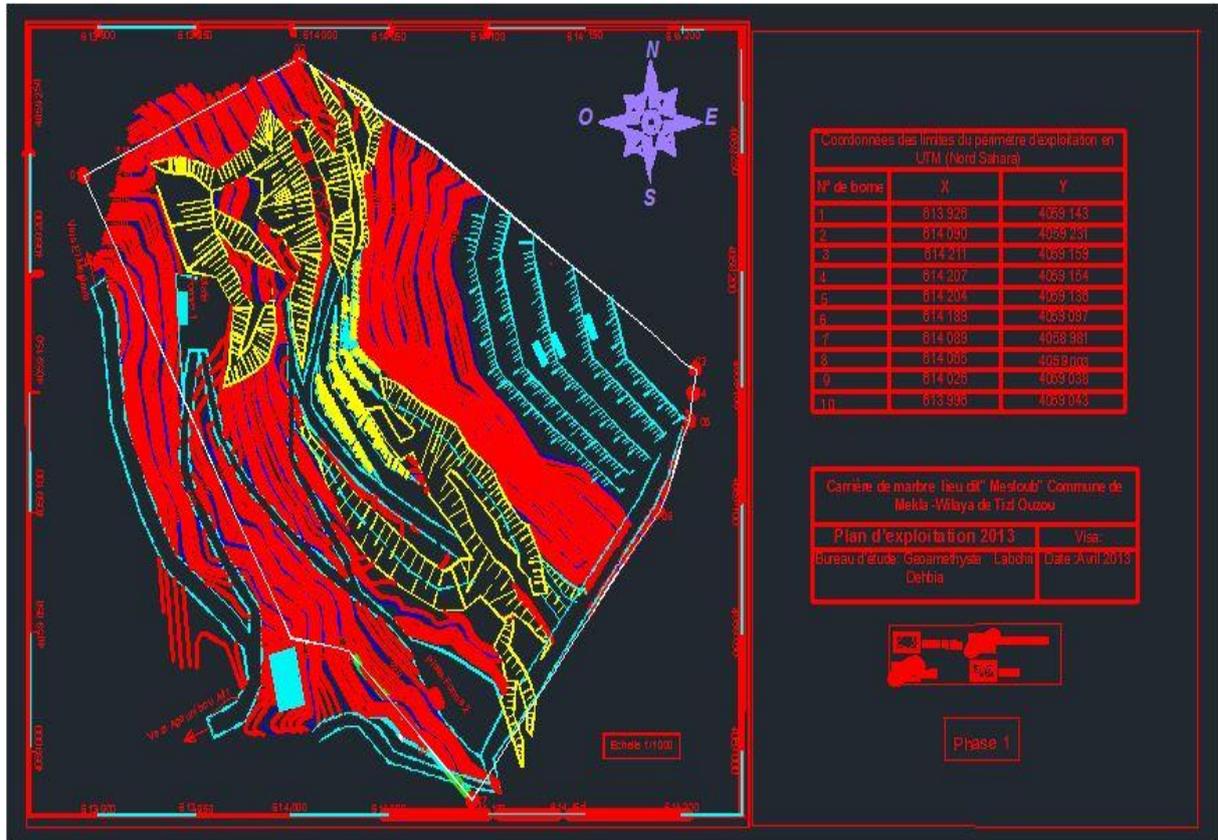


Figure 28: La première phase d'exploitation de la carrière

➤ Deuxième phase :

- ♦ 1er niveau : elle sera consacrée à l'exploitation (695-690 m).
- ♦ 2^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (690-685 m).
- ♦ 3^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (685-680 m).
- ♦ Les réserves récupérables sont 170185.39 Tonnes soit un volume 63031.6625 m³.
- ♦ Nombre de gradins : 3 gradins.
- ♦ Durée d'exploitation : 01 an et 3 mois 10 j.

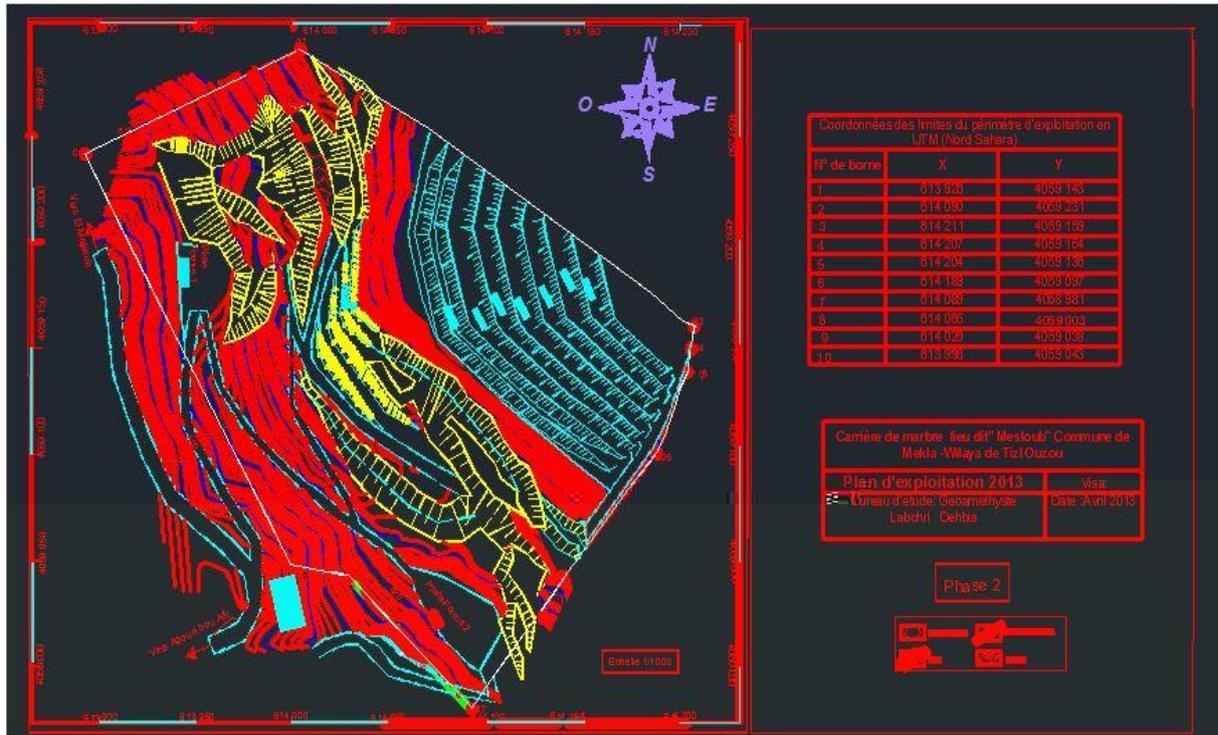


Figure 29: La deuxième phase de l'exploitation

➤ Troisième phase :

- ♦ 1^{er} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (680-675 m).
- ♦ 2^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (675-670 m).
- ♦ 3^{ème} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (670-665 m).
- ♦ Les réserves récupérables sont 420107.19 Tonnes soit un volume de 155595.5 m³.
- ♦ Nombre de gradins : 3 gradins.
- ♦ Durée d'exploitation : 02 an et 8 mois 15 j.

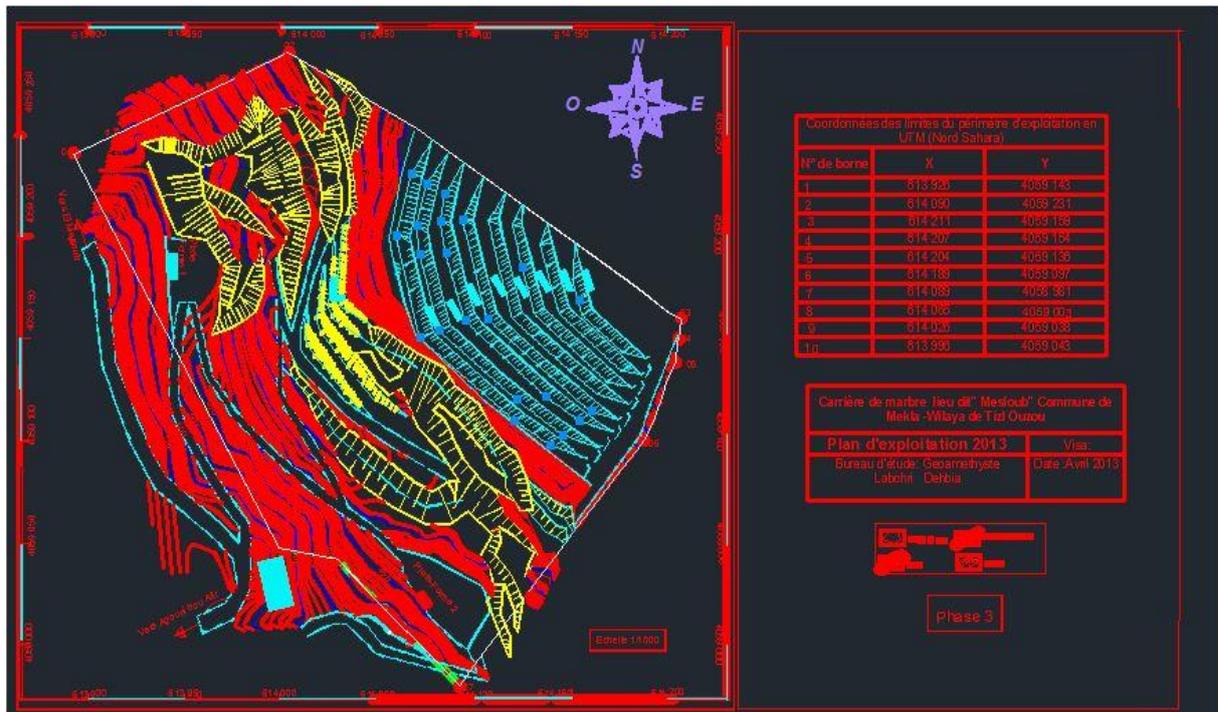


Figure 30: La troisième phase de l'exploitation

➤ Quatrième phase :

- ♦ 1^{er} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (660-655 m).
- ♦ 2^{eme} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (655-650 m).
- ♦ 3^{eme} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (650-645 m).
- ♦ 4^{eme} niveau : elle sera consacrée à l'exploitation du niveau (645-640 m).
- ♦ Les réserves récupérables sont de 826077.6 Tonnes soit un volume de roche de 305954.66 m³.
- ♦ Nombre de gradins : 4 gradins.
- ♦ Durée d'exploitation : 06 ans et 7 mois.

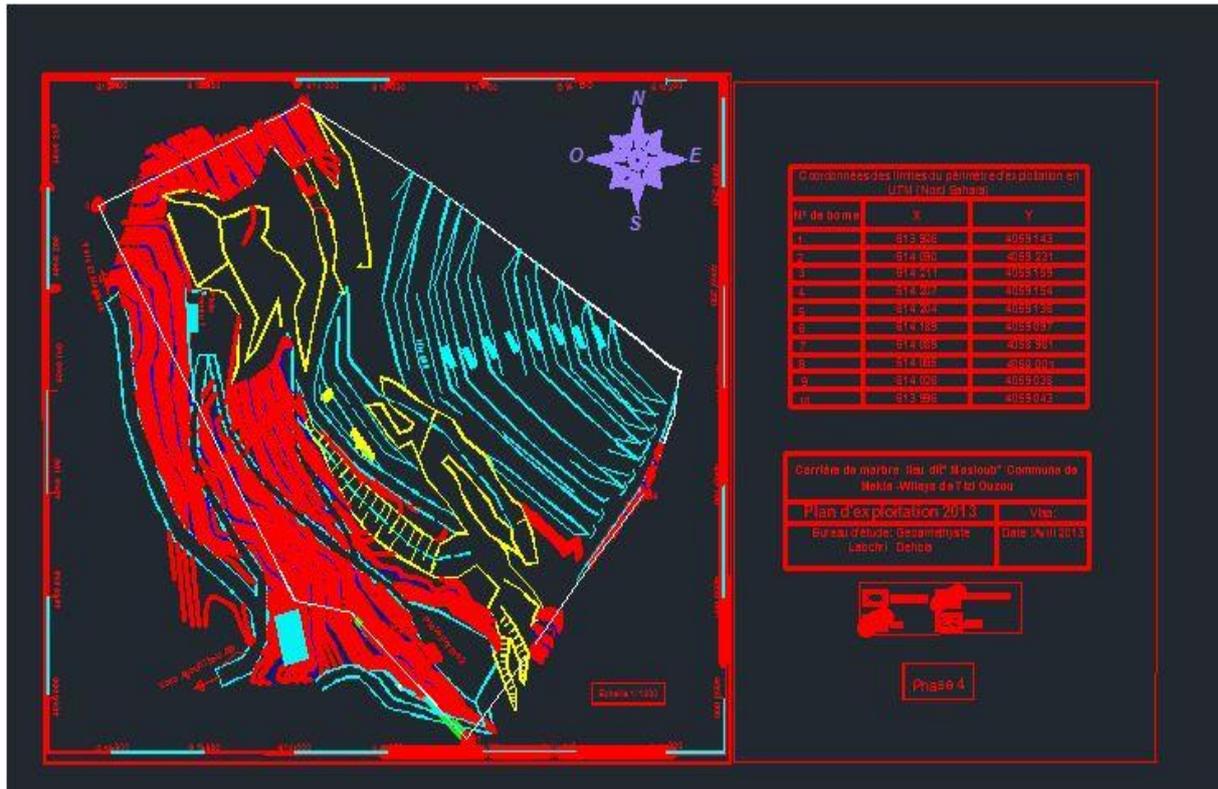


Figure 31: La quatrième phase d'exploitation

➤ Cinquième phase :

Remise en état des lieux :

La remise en état des lieux se fera progressivement du nord vers le sud, avec le remplissage des niveaux profonds exploités de la carrière par les dépôts de stériles.

L'objectif des travaux de remise en état des lieux l'insertion des surfaces exploitées dans le milieu agricole.

Pour atteindre cet objectif des travaux de stabilisation des ouvrages miniers sont prévus, par l'adoucissement des pentes et fixation par implantation des arbres forestiers adaptés au climat et au sol, type eucalyptus, sapins et les pins maritimes.

Le choix de la méthode graduelle de la remise en état des lieux obéit à une logique technico-économique, mise en stock des stériles sur le côté sud-ouest de la carrière permettant la facilité de leur réutilisation en phase finale de l'exploitation.

CHAPITRE IV :
CONTRIBUTION À L'AUDIT
ENVIRONNEMENTAL DE LA
CARRIÈRE.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

1. Introduction :

L'étude d'impacts sur l'environnement (EIE) est la procédure qui permet à l'organisme responsable de fournir un exposé détaillé de l'effet d'une action envisagée qui risque d'influer sensiblement sur la qualité de l'environnement et la santé de l'homme (Lee, 1993). L'EIE est un instrument technique et juridique de prévention visant à prendre en compte et à protéger l'environnement, dès la première phase d'élaboration d'un projet ou d'une installation.

Cette étude revêt une importance particulière pour les pays qui élaborent des projets dans le cadre de la réorientation et de la restructuration de leur économie. Elle est prévue par la loi dans un grand nombre de pays développés, et aujourd'hui de plus en plus appliquée dans les législations des pays en développement.

L'EIE constitue une synthèse du cadre où s'intègre la planification et la gestion globale de l'environnement avec l'activité humaine, en prenant en considération les interactions entre cette dernière et les différents milieux naturels (air, eau, et sol). D'autre part, elle donne au processus de planification, l'estimation des conséquences positives et/ou négatives sur l'environnement, elle devient ainsi un instrument du Développement Durable (DD). L'EIE relie aussi les structures internes de l'installation avec ses riverains (les citoyens) puisque, d'une part, elle collecte, analyse et exploite les données scientifiques et techniques en prenant en considération les contrôles et l'assurance qualité, et d'autre part, elle souligne l'importance des consultations, avant l'octroi de permis, entre les organismes responsables de l'environnement et le public qui pourrait être touché par le projet.

2. L'aspect juridique sur les activités d'exploitation minière dans la réglementation Algérienne :

L'activité minière, et particulièrement les activités d'exploitation des substances utiles soumises au régime « Carrière », sont réglementés dans la législation Algérienne par plusieurs textes :

➤ Le décret exécutif n° 02-65 du 23 Dhou El Kaâda 1422 correspondant au 6 février 2002 définissant les modalités et procédures d'attribution des titres miniers.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

- Le décret exécutif n° **02-66** du 23 Dhou El Kaâda 1422 correspondant au 6 février 2002 fixant les modalités d'adjudication des titres miniers.
- 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.
- Le décret exécutif n° **06-198** du 4 Joumada El Oula 1427 correspondant au 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Le décret exécutif n° **07-144** du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Le décret exécutif n° **07-145** du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.
- Le décret exécutif n° **08-188** du 27 Joumada Ethania 1429 correspondant au 1er juillet 2008 fixant les modalités d'octroi, de suspension et de retrait de l'autorisation d'exploitation de carrières et sablières.
- La loi n° **14-05** du 24 Rabie Ethani 1435 correspondant au 24 février 2014 portant **loi minière**.
- Le décret exécutif n° **18-202** du 23 Dhou El Kaâda 1439 correspondant au 5 août 2018 fixant les modalités et procédures d'attribution des permis miniers.

3. Méthode d'évaluation des impacts sur l'Environnement :

L'évaluation d'impacts des activités liées à l'exploitation minière est réalisée dans le but d'assurer une meilleure protection à l'environnement. Il s'agit de déterminer la nature, l'étendue et l'intensité des différents impacts.

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

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

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

➤ **L'impact de l'exploitation d'une carrière sur l'environnement :**

L'impact lié à l'exploitation d'une carrière sur l'environnement avoisinant peut être direct ou indirect. Il est très variable en fonction du type de matériau, méthode d'exploitation et de l'environnement du site (climat, conditions météorologiques dominants, hydrologie, hydrogéologie, faunes et flores de la région).

a. Impacts sur les ressources en eau (Impacts hydrogéologiques) :

En raison des activités qui lui sont liées (sur tout l'abatage des roches), une carrière peut avoir un impact direct non négligeable sur l'écoulement souterrain des eaux. D'un côté par le dessèchement des nappes phréatiques dues à la fracturation de la roche mère qui va mettre en cause le déplacement de l'eau contenu dans la nappe, et de l'autre côté, les effets sur la qualité de l'eau, et la disponibilité des ressources en eau dans la zone du projet.

Ainsi, si l'exploitation se poursuit dans une nappe phréatique ou à proximité de celle-ci, L'exhaure engendrée pourrait, selon les cas, provoquer l'assèchement des puits ou cours d'eaux environnants, donc il peut résulter une modification de la piézométrie et un abaissement du niveau de la nappe phréatique, ainsi qu'une altération de la qualité des eaux souterraines.

❖ Impact hydrologique :

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'impact est produit par :
 - ✓ La déviation des cours d'eaux,
 - ✓ La modification des éléments de la carrière ;
 - ✓ La pollution par des eaux contaminées, et la pollution due au renforcement de l'érosion.

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

❖ Impact biologique (Impact sur la faune et la flore) :

L'effet des polluants poussiéreux sur les végétaux est très mal connu, mais il a été constaté quelques manifestations physiologiques ou parasitaires, dues certainement à des polluants chimiques, sur certaines plantations situées à proximité des sources de pollution. L'effet des poussières sur la flore est caractérisé par la dégradation avec le temps des plantes, le ralentissement du processus de photosynthèse (après constitution d'un écran), la diminution de leur durée de vie, ...etc., créant ainsi une gêne ou une déstabilisation réelle pour l'agriculture et pour l'aspect paysager.

La pollution de l'air par les poussières joue aussi un rôle non négligeable en faveur du déplacement et de l'émigration des espèces animales. Donc par conséquence, le développement de l'activité d'extraction des matériaux dans une région est de nature à détruire la flore et écarter (faire migrer) la faune.

❖ 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 exhortation.

- Dans le cas des carrières à ciel ouvert, la précarité 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.

❖ Impact sur le paysage :

Il est évident que l'extraction de la carrière entraîne une transformation du paysage et un impact négatif de la surélévation naturelle des reliefs (altération de la morphologie et l'apparition des surfaces dévastées), produisant des impacts visuels tel que :

- Le déboisement.
- La position de l'installation de traitement.
- La forme de l'excavation, laisse des cicatrices dans le paysage.
- L'aspect des fronts de taille.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

- Le stockage des remblais.
- Les contrastes de forme et de couleur.

❖ Impact sur les infrastructures :

L'exploitation d'une carrière entraîne à long terme l'effet d'usure permanent des infrastructures routières par l'usage des convois et le risque de dégâts aux constructions voisines par les vibrations introduites. Le transport des matériaux endommage les voiries. La circulation des engins entraîne la dégradation des chaussées et aggrave les risques de dérapage sur les routes par suite de l'épandage des boues.

b. Bruits et vibrations :

Les sources de bruit dans une carrière à ciel ouvert sont différentes:

- L'abattage des roches avec les explosifs.
- Déversement et chargement des matériaux extraits dans les bennes des dumpers.
- Traitement des matériaux (broyage, concassage).
- Circulation des engins (bruit de moteur, klaxon de recul...).

Les vibrations sont associées à de nombreux types d'équipements utilisés dans l'exploitation d'une carrière, mais l'abattage par explosion est considéré comme la source la plus importante. Les ondes de vibrations affecte la stabilité des infrastructures, les bâtiments et les maisons, et peuvent être ressenties comme une gêne pour les personnes et causer des dommages si l'intensité est trop forte.

4. Evaluation des impacts au niveau de la carrière.

4.1 Impact sur le site et le paysage :

Les effets peuvent être induits en deux temps, pendant l'exploitation et après la remise en état. Durant l'exploitation, l'impact paysager est lié à deux points particuliers :

- Le décapage : qui est la première opération, qui consiste à mets à nu le gisement, après le retrait de la terre végétale.
- L'extraction : qui est la deuxième opération, qui a abouti à une modification topographique du site, puisqu'elle crée une vaste dépression à la fin.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière



Figure 32: Impact de la carrière sur le paysage.

Des mesures seront prises en compte afin de réduire et si possible supprimer cet impact durant la remise en état des lieux de la carrière.

4.2 Impacts sur les eaux :

- **Impact sur les eaux superficielles :**

L'impact prévisible de l'exploitation d'une carrière sur les eaux souterraines et de ruissellement, est de deux types à savoir : l'impact sur les eaux de ruissellement par l'accumulation de poussières qui peut provoquer des écoulements de boues qui peuvent avoir un impact négatif sur les infrastructures environnantes et les routes.

L'évacuation des eaux de ruissellement est assurée par des endiguements artificiels et les ravins qui traversent la carrière à un bassin sans avoir besoin d'un équipage spécial pour cet effet.

- **Impact sur les eaux souterraines :**

Le seul risque qui peut provoquer la contamination de la nappe phréatique est l'infiltration des rejets liquides issus de la maintenance des engins de la carrière, par contre les autres déchets issus de travaux d'exploitation sont de nature minérale qui ne présente aucun danger sur la nappe phréatique.

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

Compte tenu de l'éloignement des nappes acquièrent par rapport aux formations à exploiter, le risque de contamination de la nappe est quasiment absent.

4.3 Impacts sur l'agriculture :

La région n'est pas marquée par une grande activité agricole, On enregistre plutôt la collecte saisonnière des olives, et l'usage de quelques parcelles de terres par des particuliers de manière artisanale. L'impact sur l'agriculture n'est pas considérable.

4.4 Impacts sur la faune et la flore :

On ne signale la présence d'aucune espèce animale ou végétale endémique, rare ou protégée dans la région. Le couvert végétal est caractérisé par des oliviers, des pins, des chênes Afares, chênes liège et chênes zen et quelques activités d'élevage de chèvres et de moutons. L'impact sur la faune et la flore est considéré sans importance.

4.5 Impacts liés aux bruits :

La réglementation Algérienne en matière d'émission de bruit admet :

- Un niveau sonore maximum de 70 décibels diurne.
- Un niveau sonore maximum de 45 décibels en période nocturne « journal officiel 93-1844 ».

Le bruit généré durant la phase d'exploitation a pour origine :

- Le fonctionnement et la circulation des engins de chantier.
- La circulation des camions évacuant le matériau.

Compte tenu de l'absence d'habitation dans le périmètre de la carrière, et l'éloignement d'habitations de la carrière, et le bruit des engins n'a que très peu d'effet sur l'environnement.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

Distance en (m)	Bruit des engins de puissances 200-300 C.V.	Bruit des engins de puissances <200 C.V.
50	63.36 db (A)	60.36 db (A)
100	56.43 db (A)	53.43 db (A)
150	52.38 db (A)	49.38 db (A)
200	49.51 db (A)	46.51 db (A)
300	45.46 db (A)	42.46 db (A)
400	42.58 db (A)	39.58 db (A)
500	40.36 db (A)	37.36 db (A)

Tableau 4: Niveau du bruit en fonction de la distance

4.6 Impact liés à la poussière :

L'émission de poussière a pour origine :

- Le décapage de terrain pour la découverte.
- Le décapage et ripage du matériau durant la phase d'exploitation.
- La circulation des camions de transport de matériau.
- La circulation des engins de chantiers durant la phase de transport et en Après-mine.

La principale source d'émission de poussières est celle due à la circulation des engins et de l'opération de ripage, le reste est des sources qu'ils ont un effet très limité.

Le personnel de la carrière qui est le premier touché par cet impact, doit avoir des moyens de protections individuelles si la concentration maximale de poussière dans la zone de travaux dépasse 20 mg/m^3 .

4.7 Impact liés aux vibrations :

La source de vibration est due généralement à l'utilisation des explosifs, lors de l'abattage. Dans notre cas, la carrière n'utilise pas d'explosif, donc ce risque n'existe pas.

La seule source de vibration issue des engins utilisés dans la carrière, ainsi que la station de concassage.

4.8 Impact liés aux transports :

Le transport des matériaux extraits est assuré par des camions vers le crible situé à « Oued Aïssi ». Ces camions ont certaines émissions de CO_2 qui n'est pas vraiment considérable et qui ne pose pas de problème.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

4.9 Hygiène et sécurités :

Les risques d'accident peuvent avoir pour causes :

- L'écroulement des fronts de taille.
- Accident de circulations des engins et des camions de chantiers.

4.10 Déchets :

Les déchets issus de la carrière sont produits par les opérations d'exploitation et les activités annexes. Les déchets générés sont principalement : les huiles, les filtres à huiles, filtres à air, les chiffons huilés, les pièces de rechanges, les pneumatiques, et les déchets assimilés...etc.). Ces déchets sont issus d'un site considéré comme « Installation Classée », par conséquent, la nature des déchets est :

- Déchets spéciaux dangereux (nature radioactives et/ou très toxiques) ;
 - Déchets spéciaux non dangereux.
- **Les déchets liquides** : c'est les eaux qui sont utiliser au niveau de la carrière, elles vont rejoindre directement le réseau d'assainissement. Ces déchets ne présentent aucune menace sur l'environnement.

On note la présence de petites quantités d'huiles versées sur la terre issues des engins travaillent dans la carrière.



Figure 33 : Présence des huiles au niveau de la carrière.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

➤ *Les déchets solides* : il s'agit de déchets de vie administrative et social telle que le papier, le carton, la matière organique issus de la carrière, ainsi les déchets inertes issu de l'exploitation telle que le stérile, la terre de découverte.

-Il s'agit aussi des déchets de ferrailles (matériel usité d'exploitation) qui sont sur place telles que :

- La roulotte ainsi l'engin bruler (fig. A ; B)



Figure 34 : engins brulés (A : roulotte / B : engin)

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

- Le camion en panne laissé sur les lieux ainsi certaine bennes : (fig. A et B)



Figure 34: Différents déchets de ferrailles

A : Camion ; **B:** bennes

- Parmi ces déchets solides on constate la présence de certains déchets solides spéciaux tels que les courroies, les bidons de huiles les citernes d'essences, pneus (Fig.35, A, B, C) .

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière



Figure 35: Les différents déchets spéciaux.

A : Baril d'huile ; **B** : Courroie

C : Citerne à essence

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

5. La description des mesures envisagées :

Dans cette partie, on citera les mesures à prendre en compte par le responsable de la carrière afin de maîtriser et même si c'est possible de réduire les impacts issus de l'exploitation de la carrière sur l'environnement.

5.1 Protection visuelle et paysagère :

Le gisement est visible à partir du chemin de la Wilaya R.N 25.

La remise en état des lieux s'effectuera au fur et à mesure de l'évolution des travaux d'exploitation, et en fin des travaux les terrains exploités seront nettoyés et modelés puis végétalisés afin d'effacer complètement et progressivement les traces de l'exploitation.

5.2 Mesures relatives à la formation des poussières :

Un arrosage préliminaire (nocturne de préférence) des pistes fréquentées par les véhicules et les engins de la carrière et surtout en période de grand vent avant la reprise de l'intensité du travail, des pistes ainsi que la plate- forme de concassage est une disposition indispensable afin d'atténuer les risques.

Il consiste à déterminer le taux de poussière déposée sur le sol en g/m^2 par mois en fonction des distance (50m-100m-150m-200m-250m), un échantillonnage doit être fait suivant une maille régulière au niveau de la plate-forme d'exploitation et ses environs avec périodicité régulière.

- 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.
- 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.
- Éviter l'exploitation pendant les périodes venteuses.
- Éviter le stockage du matériau et du stérile extrait dans des endroits exposés aux vents.

Il est nécessaire de connaître la direction des vents et leur fréquence afin de mieux apprécier les effets de l'exploitation et déterminer la distance d'influence de la poussière transportée par les vents.

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

5.3 Mesures relatives aux équipements :

Une vérification quotidienne des besoins des engins en vidange, eau, carburant.

Mettre à l'arrêt tous les engins et matériel à la fin du travail et poser en terre les bennes et les câbles détendus.

5.4 Mesures relatives à la protection des travailleurs :

Le port de casque de sécurité et de gants est obligatoire pour chaque ouvrier.

Visite médicale périodique liée au poste de travail obligatoire pour chaque ouvrier.

Prévoir des itinéraires fixes pour les engins et éviter toute présence inutile d'ouvriers sur le trajet, tout transport des ouvriers dans les bennes ou marche à pied est interdite.

5.5 Mesures relatives au transport des matériaux :

Les matériaux doivent être transporté directement après avoir étaié extrait afin d'éviter tout forme de d'encombres dans la carrière.

Libérer tous les pistes dans la carrière afin de faciliter la circulation des camions.

5.6 Mesures pour assurer la stabilité des terrains :

Éviter le décapage de la découverte durant les périodes de forte pluie.

L'exploitant doit laisser une bande de 10m de longueur autour de l'emprise du site.

5.7 Hygiène :

Tout rejet sous forme liquide ou solide est interdit sur le site.

Tout brûlage dans le chantier est interdit.

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.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

	Effet	Mesures préconisée
Aspect paysager	Modification du paysage liée à l'exploitation qui crée des dépressions.	Remise en état des lieux par remblayage et recultivation des parcelles remblayées.
Faune	On ne signale aucune espèce protégée ou rare dans la région.	Aucune mesure particulière à prendre.
Ressource hydrique	Risque de changements dans les écoulements souterrains.	à l'échelle du périmètre de la carrière, on ne signale aucun aquifère, pas de mesure à prendre.
Emission de poussière	Les poussières émises proviennent de l'exploitation lors du décapage, et le mouvement des camions de transport.	cet effet pour être réduit par un arrosage fréquent pendant la saison estivale .l'emploi de bâche de protection, ou le recours à de bene fermée est préconisée
Bruit	Le bruit à comme source de gêne provient essentiellement et exclusivement de la circulation des engins de la carrière.	Compte tenu de l'éloignement des habitations et la conformité des engins par rapport à la législation cet impact n'a que très peu d'effet sur l'environnement, sauf pour le personnel de la carrière en place, qu'il faut protéger par des casques ou stop-bruit.
Hygiène et sécurité	il s'agit des impacts liés aux rejets solides et liquides au niveau de la carrière, ainsi que le risque d'accident liés aux travaux exécutés quotidiennement de la carrière.	<p>pour cet impact des mesures et précautions doivent être prises afin de réduire au maximum les nuisances :</p> <p>Au niveau de l'installation :</p> <p>panneaux de signalisations indiquant l'entrée de carrière portant « sortie d'engins », la clôture de l'ensemble des côtés du périmètre susceptible de constituer une zone de passage pour les animaux ou le riverain ;</p> <p>à l'intérieur de la carrière baliser les voies de circulation différentes pour les camions chargés et vides ;</p> <p>obligation pour le personnel de port de tenues de protection ;</p> <p>impact lié à l'hygiène</p> <p>aucun rejet de liquide ou solide nuisible ne doit être effectué au niveau de la carrière et ses alentours.</p> <p>l'entretien des engins doit se faire en veillant à la récupération des huiles usées par des moyens adéquats, et transportés vers la station de collecte la plus proche.</p>

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

6. Plan de gestion environnementale :

6.1 Procédure de contrôle :

Le control de l'avancement des travaux 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.

6.2 Procédure d'audit :

Une audite environnemental, doit être réalisé périodiquement pour suivre et avoir un aperçu sur les travaux et l'état des lieux.

6.3 Réponse aux urgences environnementales :

Il s'agit des mesures et des dispositions à entreprendre par les responsables de la carrière pour minimiser ou compenser les effets indésirables durant l'exploitation.

7. Plan de remise en état :

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. Généralement elle comprend une revitalisation du secteur par une plantation d'essences forestières.

Alors cette étape a pour objectif, d'effacer toute trace liée 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 approprié de prendre les mesures suivantes :

- Rectifier les fronts de taille selon une pente compatible avec la station du terrain.
- Corriger les pentes s'il y a des plates-formes de niveaux d'exploitation achevés en enlevant les bosses et les restes de matériau abandonné.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

- Remblayer partiellement les zones exploitées avec les matériaux inertes (terre végétale), non susceptible de porter atteinte à la qualité des eaux superficielles ou souterraines.
- Enlever toutes les constructions du chantier, des blocs de bétons et nettoyer les parcelles occupées de tout matériel de chantier et tout dépôt de pièce métallique.
- procéder à la remise en état des lieux, en respectant les recommandations du responsable de projet de restauration, projeté initialement et déposé au niveau de l'inspection de l'environnement.

Pour cette restauration nous préconisons deux solutions soit un réaménagement agricole, ou aménagement en terrain agricole et boisements forestiers.

✓ **Aménagement agricoles :**

Il est possible de restituer les terrains en vue d'un usage agricole. Cette option s'applique aux gravières hors d'eau et, d'une manière générale, aux carrières peu profondes par rapport à leur surface (pour éviter l'ombre des parois et le réaménagement en terrains mixte en terrains agricole et boisement forestiers, stagnation d'air froid) et ayant un fond drainant pour éviter la stagnation de l'eau.

Le réaménagement agricole de la carrière sur 07 hectares va permettre de rendre au site une vocation agricole.

✓ **Aménagement en terrain agricole et boisements forestiers :**

Cet aménagement étant mixte pourra permettre de créer une zone agricole et un boisement. Le substrat géologique permet de déduire un sol alcalin, ce qui nous permet de choisir les essences adaptées telles que les conifères à feuillage épais, pins, cèdre, chêne vert, olivier qui sont des espèces rustiques très peu exigeantes et qui ont un système racinaire profond qui permet le maintien des sols, étant dans une région oléicole nous proposons de planter des oliviers.

✓ **Les caractéristiques des opérations sont les suivantes :**

- Préparation d'un soubassement stable, correctement aplani pour éviter les mouillères, et présentant une pente vers le bas pour assurer un écoulement convenable des eaux en excès.

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

- Nettoyage et calibrage des fossés de drainage.
- Rectification et talutage des parois.
- Il est nécessaire de disposer de matériaux meubles en quantité suffisante pour recouvrir le fond de la carrière d'une couche épaisse au minimum de 1,50 m. ensuite on procède comme suit :
 - a.* Etalé d'abord une couche de stérile ou gravillons sur le fond de l'exploitation au niveau sur une épaisseur de 40 cm.
 - b.* Recouvrir les stériles d'une couche de 40cm de limons extrait de l'exploitation.
 - c.* Puis on finit par la couche noire de terre végétale en évitant le compactage.
 - d.* Correction de la terre végétale par (amendements merlons, fumure de foin.....).

Le semis on propose en premier temps la plantation de fourrage le dactyle et la luzerne qui sont des fourrages de bonne valeur alimentaire, très riche en protéines, c'est une plante dont les racines peuvent aller chercher eau et nutriment jusqu'à 1.70m de profondeur elles permettent d'améliorer rapidement la qualité des sols pauvres et compactes. 8 mois après on peut démarrer une activité agricole. Les rations à base de dactyle permettent des productions de lait ou de viande intéressantes.



Figure 36: Photos des semis proposés.
A : Le dactyle ; **B :** La luzerne

Chapitre IV : Contribution à l'audit-environnemental de la carrière

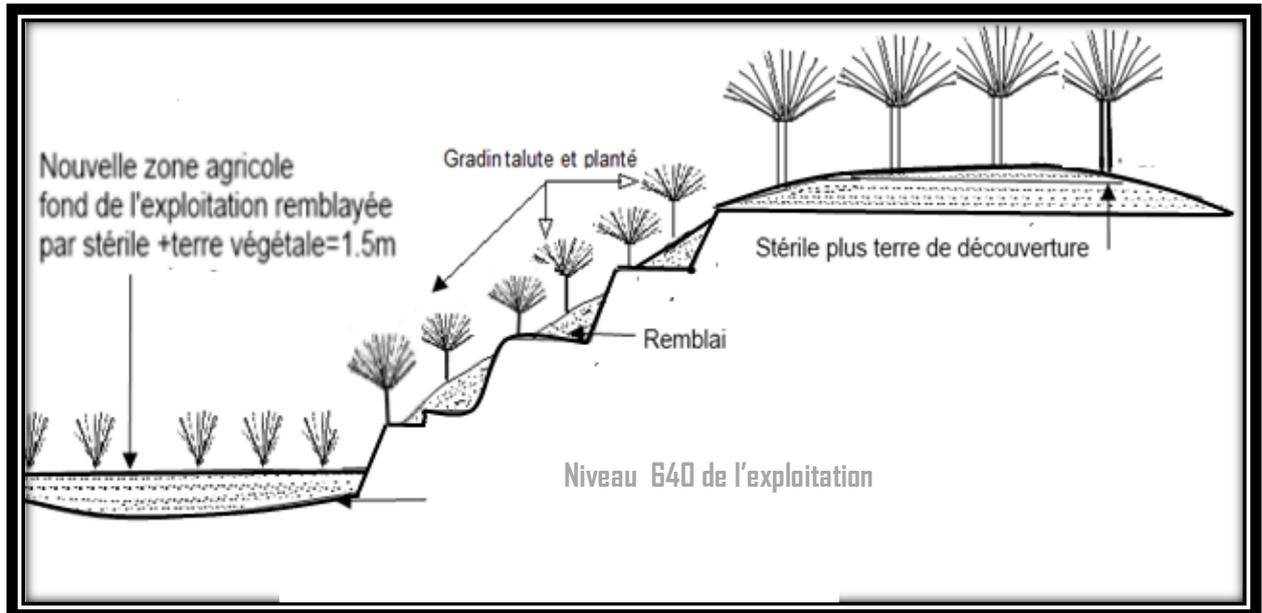


Figure 37: Schéma de l'aménagement après exploitation.

❖ 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 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.
- 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 incendies.

Chapitre IV : Contribution à l'audit- environnemental de la carrière

- Former et sensibiliser le personnel des risques existants dans une carrière.
- Créer une plate-forme bétonnée (d'une épaisseur de 15 cm de béton) pour l'entretien du matériels de carrière afin d'éviter toute forme de contamination de sols par les huiles, et aussi réserver un endroit spécial pour le stockage des filtres usés.
- Créer une plate-forme bétonnée et charpentée entourée d'une murette de 30cm et un grillage pour assurer la circulation d'aire, destinée au stockage des huiles et de l'essence utilisé par les engins de la 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 géologues pour le suivi des travaux d'exploitation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :

La gestion et l'exploitation d'un gisement doivent se faire conformément aux différentes lois minières et environnementales en vigueur. Le respect de la législation contribuerait à une exploitation économiquement rentable et saine d'un point de vue.

L'exploitation du gisement d'el Msloub a été orientée de manière à prévenir et éviter les dangers potentiels. Les estimations des réserves du gisement de marbre ont montré que la durée de vie de la carrière est de 13 ans, durant laquelle l'exploitation pourrait être maintenue, et le projet est économiquement rentable, avec des impacts positifs avec la création d'emploi et une activité industrielle ainsi qu'une valeur ajoutée à la localité.

L'audit environnemental a montré que la carrière est loin de tout risque environnemental et aucun impact négatif n'est décelable sur le milieu, le gisement d'el Msloub est respectueux de son environnement.

Le plan de réhabilitation après fermeture du gisement d'el Msloub, permettra au site d'être restauré dans une bonne insertion paysagère, et qui lui permettra de retrouver sa vocation initiale.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A. Saadallah, D. Belhai, H. Djellit & N. Seddik. « Coulisage dextre entre zones interne et externe des Maghrébides, et structuration en fleur de la Dorsale calcaire du Djurdjura (Algérie).»

A., COUTELLE. «Géologie du Sud-Est de la Grande Kabylie et des Monts des Babors d'Akbou.» 1979.

Aïte, Mohamed Ouramdane. «Analyse de la micro-fracturation et paléo-contraintes dans la néogène post-nappes de grande Kabylie (Algérie), Thèse de doctorat en Géologie structurale.» 1994.

Al., MICHARD. «• Pressure-temperature-time constraints on the maghrebide mountain Building: evidence from the rift-betic-transect (Morocco, Spain), Algerian correlations, and Geodynamic implications. Comptes Rendus Geoci. 338p.» 2006.

Azzedine Boudiaf, Hervé Philip, Alain Coutelle & Jean-François Ritz. « Découverte d'un chevauchement d'âge quaternaire au sud de la Grande Kabylie (Algérie),.» 1999.

B., GERY. «• Géologie. - Situation et âge des formations allochtones du nord de la Grande Kabylie : Exemple de Djebel Aissa Mimoun. C.R. Aca. Sc. Paris, t. 297. .» 1983.

Bossière Gérard, Menegazzo-Vitturi Laura, Sassi Francisco Paolo. « Caractères géobarométriques du cristallophyllien épimétamorphique anté-alpin de Grande Kabylie (Algérie). In: Bulletin de Minéralogie, volume 102, 1, 1979. .»

D., RAYMOND. «• Carte géologique simplifiée du Nord-Ouest de Grande Kabyle : exploration et traces géologiques .» 1972.

—. «• Evolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin, Thèse de doctorat d'Etat, Univ. Pierre et Marie Cury-Paris 6. .» 1976.

Djellit, Hamou. «Thèse de doctorat en Sciences de la Terre, Évolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en petite Kabylie occidentale (Algérie).» 1987.

G., BOSSIERE. «• Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomyonisation. Etude pétrographique de la partie occidentale du massif de Grande Kabylie (Algérie).» 1980.

Jean Pierre Bouillin, Michal Durand Delga, Jean Pierre Gelard, Michal Leikine, Jean François Raoult, Daniel Raymond, Mohammed Tefiani, Jean Marie Vil. «Les olistostromes d'âge Miocène inférieur liés aux flyschs allochtones Kabyles de l'orogène alpine d'Algérie.»

J-P., GELARD. «• Géologie du Nord-Est de Grande Kabylie (un segment des zones internes De l'orogène littoral maghrébin), Thèse d'Etat, Univ. Dijon, 335 p. .» 1979.

Laval, François. «Les flyschs nord-maghrébins dans les régions kabyles d'Algérie dynamique sédimentaire et tectonique, Thèse de doctorat en [Géologie] .» 1988.

M., LEIKINE. « Étude géologique des Babors occidentaux (Thèse, Paris), 536 P. .» 1971.

M., MAHOUCHE, et OUKARA N. «Inventaire Des Minéralisations Liées Au Socle Métamorphique de Grande Kabylie, Géologie et Minéralisation à Barytine de la région d'Affensou (Larbaa Nath Irathen). Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Mémoire du projet de fin d'études Master.» 2014.

R., GANI. «• Etude pétro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Naith-Irathen et de Djemaa Saharidj (Grande Kabylie, Algérie), Thèse de Magister, Univ.USTHB Alger, 147 p .» 1988.

Raoult, Jean François. «Relation entre la dorsale kabyle et les flysch phases tangentielles Eocène.» 1969.

«RAPPORT GEOLOGIQUE DE LA SARL CARRIERE SEDIKKI MEKLA .» 2013.

Raymond, Daniel. « Evolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie, Algérie, au cours du cycle alpin.» 1976.

Thiébaud, Jean. «Étude géologique des terrains métamorphiques de la Grande Kabylie.» 1951.

Z., BOUKERMA, et ASKEUR K. «• Etude des latérites de la grande Kabylie (Tarihant). Université De Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou. Mémoire du projet de fin d'études master (Ressources Minérales et Environnement).» 2019.