



MEMOIRE

Présenté

à



L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN

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

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

par

Lamia GHOUL

**CARACTÉRISATION GÉOLOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DU
GISEMENT D'AMIANTE DE DJEBEL EZ ZRIGAT (WILAYA DE
NAAMA)**

Soutenu le 04 Octobre 2025 devant les membres du jury :

Abbas MAROK, Professeur, Univ. Tlemcen

Président

Mustapha BENADLA, MC (A), Univ. Tlemcen

Encadreur

Choukri SOULIMANE, MC (A), Univ. Tlemcen

Exminateur

Nassim HELILFI, Directeur de bureau d'étude

-

Invité

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
RESUME	4
ABSTRACT	5
ملخص	6

PREMIER CHAPITRE : INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION	7
II. PROBLEMATHIQUE	7
III OBJECTIFS DU MEMOIRE	7
IV. CADRE GEOGRAPHIQUE	8
A. Cadre géographique général des Monts de Ksour	8
B. Cadre géographique du secteur d'étude «Djebel Ez Zrigat»	9
V. CADRE GEOLOGIQUE	10
A. Cadre géologique des Monts de Ksour	10
1. Sur le plan stratigraphique	10
1.1. Le Trias	10
1.2. Le Jurassique	10
1.3. Le Crétacé	10
1.4. Le Tertiaire	10
1.5. Le Quaternaire	11
2. Sur le plan tectonique	11
B. Cadre géologique de la zone d'étude	11
1. Sur le plan stratigraphique	11
2. Sur le plan tectonique	13
VI. METHODOLOGIE DE TRAVAIL	13
A. Sur le terrain	13
B. Au laboratoire	13

DEUXIEME CHAPITRE GEOLOGIE DE GISEMENT

I. INTRODUCTION	14
II. CADRE GEOGRAPHIQUE DE GISEMENT	14
III. ETUDE LITHOLOGIQUE	15
A. Structure de gisement de Dar El Kaid	15
1. Ensemble sédimentaire	16
2. Ensemble magmatique	16
B. Lithologie de gisement de Dar El Kaid	16
1. Unité sédimentaire inférieure	17
2. Unité basaltique supérieure	17

TROISIEME CHAPITRE : GEOCHIMIE DE MENIRAI ET METHODE D'EXPLOITATION

I.INTRODUCTION	20
II.CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DE MINERAI	20
A. Composition minéralogique	20
III. METHODE PROPOSER POUR L'EXPLOITATION DE MINERAI	21
IV. DOMANE D'UTILISATION D'AMIANTE	23
CONCLUSION GENERALE	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	25
LISTE DES FIGURES	27
LISTE DES TABLEAUX	29

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

A la fin de ce travail, je suis heureuse de pouvoir exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont apporté leur contribution, leur aide et leur soutien durant la réalisation de ce master.

En premier lieu, qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde reconnaissance à Mr. le professeur Monsieur Abbas MAROK, Professeur des universités qui m'a accueilli ce laboratoire et qui me fait l'honneur de présider mon jury.

Je tiens également à remercier monsieur Mustapha BENADLA, Maître de conférences classe (A) qui a dirigé cette étude et dont l'aide sur le terrain m'a été très précieuse.

Mes remerciements vont également à Monsieur Nassim HELILFI, Ingénieur, Bureau d'étude HMN mon tuteur professionnel pour l'honneur qu'il me fait de participer à mon jury et pour ses conseils judicieux sur le terrain.

Monsieur Choukri SOULIMANE, Maître de conférences classe (A) pour avoir accepté d'être parmi les membres de jury.

Nombreuses sont les personnes qui, par leur aide technique ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Je tiens à leur exprimer ma profonde gratitude ;

Monsieur BENAMAR et Madame HADJI pour les analyses minéralogiques ;
Monsieur BENSEFIA pour les tâches administratives

Enfin, pour terminer je remercie toute ma famille, pour leur aide et patience.

RESUME

RESUME

Les roches vertes associées aux poitements de diapirs triasiques, sont largement réparties en Atlas Saharien occidental où il constitue une excellente roche encaissante de minerais d'amphibole et peuvent parfois receler des gisements d'amiante exploitable. Parmi ces gisements d'amiante qui peuvent présenter un intérêt économique et qui a été exploité par les français durant la période coloniale, on note le gisement de Dar El Kaid. Ce dernier, se situe à 15 Km au Sud Est de la ville de Naama, et plus précisément dans l'extrémité nord occidentale de Djebel Ez Zrigat.

L'étude lithologique de ce gisement permet de distinguer deux unités lithologiques distinctes : une combe d'argiles violacée fortement gypseuse, à la base « Unité sédimentaire inférieure » et une épaisse coulée magmatique de roches vertes, vers le haut « Unité basaltique supérieure ». Le minerai d'amiante est encaissant dans la première coulée basale de l'unité magmatique. Il s'agit d'une coulée plus ou moins massive, de trois mètres d'épaisseur maximum renfermant des minéraux d'Amphiboles sous forme des fibres. Ces derniers, sont apparaissent sous forme des stries ou des veines fines et longues, souvent entrelacées ou disposées de manière désordonnée

Mots-clés : diapirs triasiques, amphibole, amiante, Dar El Kaid, Naama, Djebel Ez Zrigat, étude lithologique, analyse minéralogique

ABSTRACT

ABSTRACT

Green rocks associated with Triassic diapirs are widespread in the western Saharan Atlas. They are excellent host rocks for amphibole ore and can sometimes contain exploitable asbestos deposits. One such economically interesting asbestos deposit, which was mined by the French during the colonial period, is the Dar El Kaid deposit. It's located at 15 km southeast of the town of Naama, specifically at the northwestern end of Djebel Ez Zrigat.

Geological and Mineralogical Study of the Deposit

The lithological study of this deposit identified two distinct units ; a valley of very gypseous, purplish clays at the base, referred to as the "lower sedimentary unit. A thick magmatic flow of green rocks at the top, designated as the "upper basaltic unit."

The asbestos ore is found within the first flow of the magmatic unit. It's a relatively massive flow, with a maximum thickness of three meters, containing amphibole minerals in the form of fibers. These fibers appear as fine, long streaks or veins, often intertwined or disorganized.

The mineralogical analysis of this ore identified three main components :Amphibole (92%), Albite (%) and the third mineral isn't specified in the text.

Keywords: Triassic diapirs, amphibole, asbestos, Dar El Kaid, Naama, Djebel Ez Zrigat, lithological study, mineralogical analy.

ملخص

ملخص

الصخور الخضراء المرتبطة ببروزات الديابير الثلاثية، منتشرة على نطاق واسع في الأطلس الصحراوي الغربي حيث تمثل صخرة ممتازة تحتضن خام الأميول ويمكن أن تحتوي أحياناً على من بين هذه الرواسب من الأسبستوس التي قد تكون لها أهمية راسب من الأسبستوس قابلة للاستغلال اقتصادية والتي استغلها الفرنسيون خلال الفترة الاستعمارية، يلاحظ وجود راسب دار القائد هذا الأخير تتيح على بعد كم جنوب شرق مدينة النعامة، وتحديداً في الطرف الشمالي الغربي لجبال الزريقات وإد من الطين البنفسجي: الدراسة الليثولوجية لهذا الراسب التمييز بين وحدتين ليثولوجيتين متميزتين واندفاع صخري بركاني كثيف من الغني بالجيبس في الأساس تحت تسمية الوحدة الرسوبية السفلى خام الأسبستوس محاط بالصخور في الوحدة البازلتية العليا الصخور الخضراء في الأعلى تحت تسمية وهو عبارة عن تدفق صخري أكثر أو أقل صلابة، مكون من ثلاث لوحدة البركانية أول تدفق قاعدي

الكلمات المفتاحية: الديابيريات الثلاثية، الأميول، الأسبستوس، دار القائد، النعامة، جبل الزريقات، دراسة صخرية، تحليل معدني

CHAPITRE PREMIER: INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE PREMIER : INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION

Les travaux géologiques entrepris dans l'Atlas Saharien occidental sont d'ordre stratigraphique, sédimentologique, paléontologique et structural (FLAMAND, 1911; CORNET, 1952; BASSOULET, 1973; DOUIHASNI, 1976; KAZI-TANI, 1986; AÏT OUALI, 1991; MEKAHLI, 1995; MEDDAH, 2010; KACIMI, 2012...etc.) mais n'ont pas étudié en détail les substances utiles encaissantes dans les roches. A cet effet, nous allons essayer d'étudier pour la première fois l'un de ces substances et qui est le minerai d'amphibole ou l'amiante. Ce dernier est très abondant dans les coulées basaltiques associées aux poitements de diapirs triasiques répartis dans différents endroits des Monts de Ksour.

Il est à noter que les seules roches éruptives que l'on rencontre dans les Monts de Ksour sont des basales, qui pointent en quelques endroits sous forme de dykes filoniens situés sur le flanc des anticlinaux.

Par ailleurs, ce modeste travail précise la localisation des affleurements d'amiante de Djebel Ez Zrigat qui se situe au Sud-Est de la wilaya de Naama. Il définit la position lithologique, le mode de mise en place, la pétrographie et la géochimie de cette matière utile. Les résultats obtenus permettront de discuter la rentabilité économique de ce gîte, d'une part et la qualité géochimique de l'amiante, d'autre part.

II. PROBLEMATIQUE

Le gîte minier entrepris dans ce projet de fin d'étude de master professionnel «**GRP** ou (**Géo-Ressources Professionnel**) est localisé au Sud Est de la wilaya de Naama, entre le Djebel Melah au Nord et le Djebel Souiga au Sud. Il s'agit d'un gisement d'amiante reconnu comme le plus grand gisement dans la région. La roche encaissante de ce minerai correspond aux coulées basaltiques attribuées au Trias. nous notons, que ce gisement n'avait jamais été étudié en détail et aucun résultat géochimique n'en avait été donné.

A travers de la présente étude, nous essayons de caractériser lithologiquement et géochimiquement cette matière utile pour mieux évaluer le potentiel minier.

III. OBJECTIFS DU MEMOIRE

Faisant partie de secteur de Mékalis (Atlas Saharien occidental), le nouveau gisement d'amiante sélectionnée dans ce travail de master fera l'objet d'une étude géologique et géochimique. Les objectifs fondamentaux de cette étude nous amènent à:

-Caractériser la nature lithologique et pétrographique de la roche encaissante de minerais d'amiante,

-Analyser les différents composants minéralogiques et chimiques de cette substance utile:

Cette dernière permet aux miniers d'évaluer la qualité géochimique de ce minerai.

-Evaluer le potentiel minier de cette matière utile.

IV. CADRE GEOGRAPHIQUE

A. Cadre géographique général des Monts de Ksour

Formant de chaînons allongés du Sud-Ouest vers le Nord-Est, sur 30 à 50 Km, et se relayant rapidement, Atlas Saharien constitue une barrière topographique et climatique entre l'Algérie du Nord et le Sahara algérien (AMEUR, 1999). Les limites naturelles de ce domaine sont (Fig. 01):

- Au Nord, les Hautes Plaines Oranaises tabulaires et formées du Quaternaire.
- Au Sud, la plate-forme saharienne,
- A l'Est, l'Atlas Saharien central représenté par le Djebel Amour et dont l'altitude avoisine les deux milles mètres ;
- A l'Ouest la frontière algéro-marocaine.

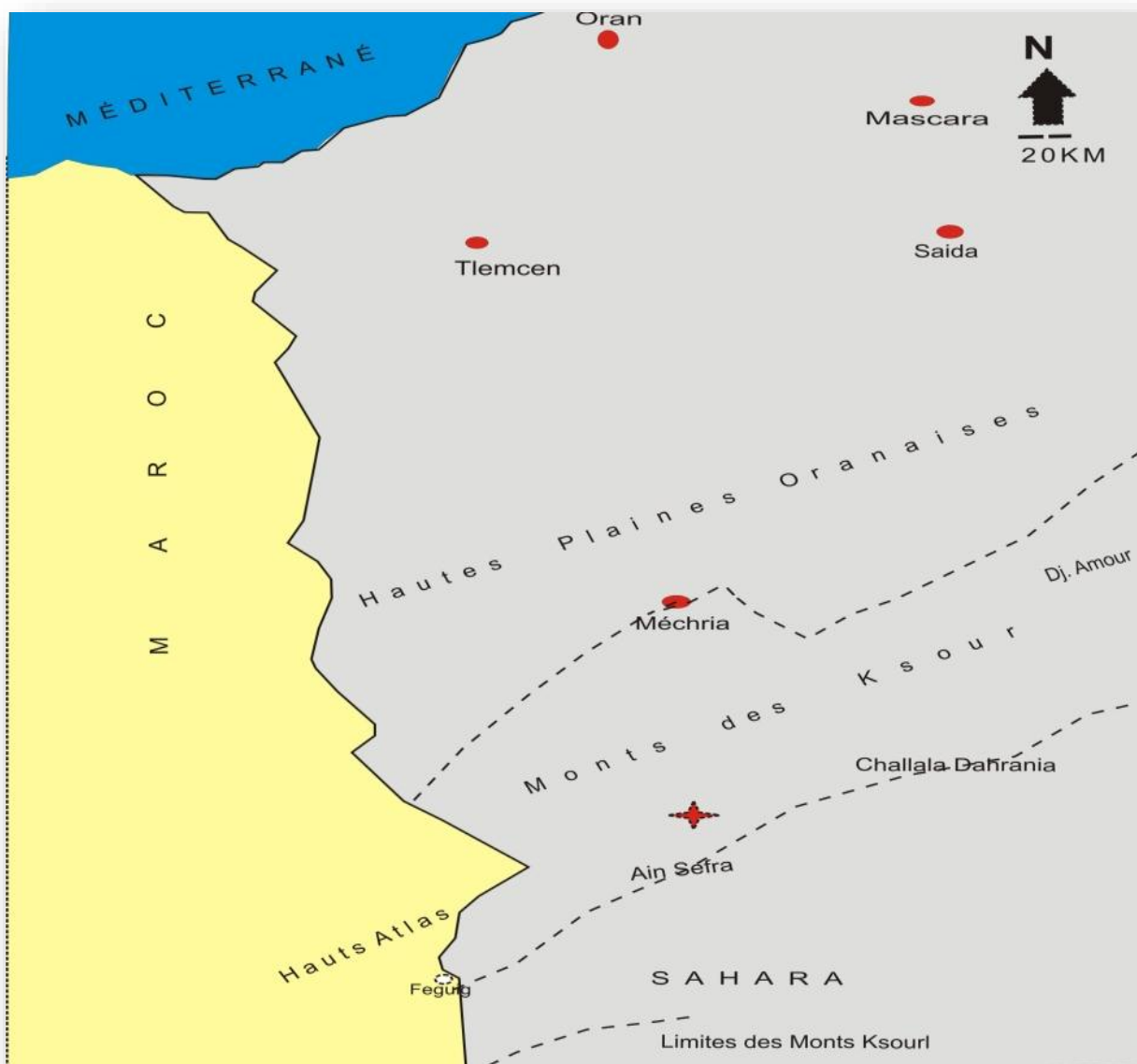


Fig. 01: Position géographique générale des Monts de Ksour(D'après BENADLA, 2019)

B. Cadre géographique du secteur d'étude «Djebel Ez Zrigat»

Le Djebel Ez Zrigat (secteur considéré dans ce modeste travail) s'inscrit dans la partie médiane de secteur Mekalis. Il s'allonge sur environ 2 Km, depuis la route de wilaya reliant Naama à Asla au Sud, jusqu'à l'extrémité méridionale de Djebel Melah au Nord (Fig. 02). Ce secteur correspond à un petit anticlinal dissymétrique, d'orientation sensiblement SO-NE. Il est situé à 15 Km au Sud-Est de la ville de Naama.

Bien que d'une superficie très réduite, il représente une originalité assez importante, qui réside en la présence d'un ensemble de roches magmatique vertes, représentant une grande partie de tous les faciès triasique rencontrés dans les Monts de Ksour.

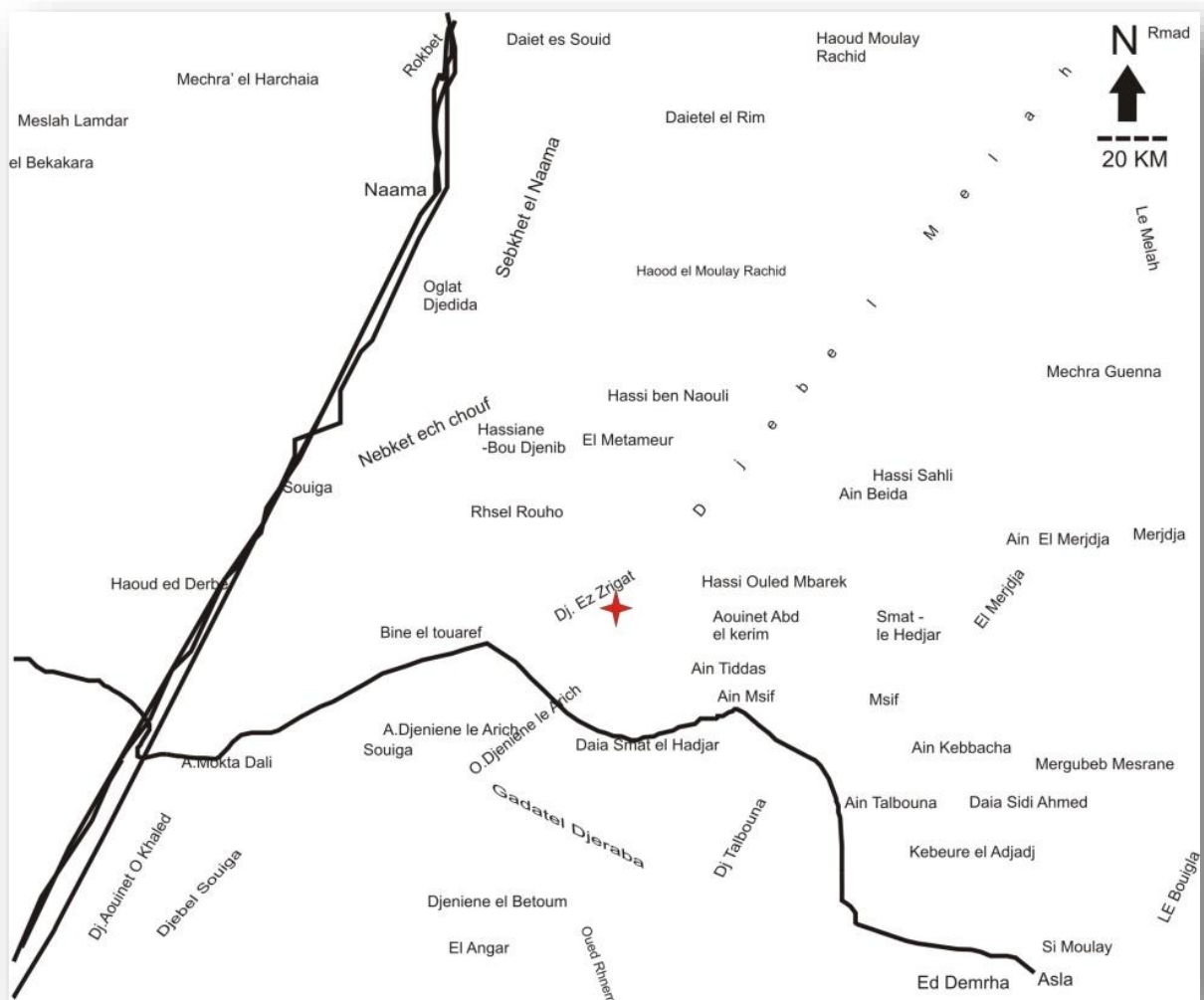


Fig. 02: Position géographique du secteur considéré «Djebel Ez Zrigat» (Extrait de la carte topographique de Méchria, échelle 1/ 250000)

V. CADRE GEOLOGIQUE

A. Cadre géologique des Monts de Ksour

1. Sur le plan stratigraphique

La série sédimentaire de l'atlas Saharien occidental est représentée par une épaisse couverture essentiellement méso-cénozoïque fortement plissée et soulevée lors de l'orogénèse alpine. Dans le détail, cette série sédimentaire est résumée comme suit :

1.1. Le Trias

Les dépôts les plus anciens qui affleurent dans les Monts de Ksour sont attribués au Trias. Ils se présentent sous un faciès argileux bariolé, gypseux à nombreux débris de quartz bipyramidés. Ces argiles plastiques n'apparaissent qu'à la faveur des diapirs occupant des cœurs des anticlinaux (MEDDAH, 2010).

1.2. Le Jurassique

Il est constitué par ces trois sous-systèmes :

-Jurassique inférieur: Le Lias est représenté à la base par des dolomies et des calcaires auxquels fait suite des alternances marno-calcaires (AIT OUALI, 1991; MEKAHLI, 1995).

-Jurassique moyen: Durant cet intervalle chronologique, les dépôts sédimentaires sont représentés par des alternances marno-calcaires (Kerdacha Fm, Brèche de Raknet El Kahla Fm et Melah Fm) à la base, passant vers le haut à des faciès argilo-gréseuse (Téniet El Klakh Fm). Sur cette dernière formation, repose des calcaires récifaux datant au Bathonien.

-Jurassique supérieur: La sédimentation se distingue par des dépôts argilo-gréseuses, admettant des intercalations lumachéliques (Djara Fm et Aïssa Fm) témoignant l'installation d'un complexe deltaïque durant cette période « μ delta de Ksour ».

1.3. Le Crétacé

-Au Crétacé inférieur: La sédimentation est continuée toujours par une sédimentation silico-clastique avec des passées carbonatées vers le haut (Tiloula Fm, Tiout Fm et Rhelida Fm) (BASSOULET, 1973).

-Au Crétacé supérieur: A la différence des dépôts du Crétacé inférieur, les dépôts du Crétacé supérieur se distinguent par une sédimentation marneuse gypseuse à la base (M'Daouer Fm) témoignant la transgression cénomanienne. Sur cette série marneuse repose une épaisse corniche carbonatée du passage Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur (Rhoundjaïa Fm).

1.4. Le Tertiaire

Il est représenté généralement par des faciès continentaux. Ces faciès sont formés essentiellement de grès, argiles et de conglomérat.

1.5. Le Quaternaire

Il s'agit le plus souvent des accumulations sableuses formant des ensembles dunaires (exemple : les dunes longitudinales d'Aïn Sefra.

2. Sur le plan tectonique

L'Atlas Saharien occidental est caractérisé par des structures souvent très allongées, de style coffré.

Les accidents cassants affectant ces plis s'orientent suivant trois directions (ABED, 1982) (Fig. 03):

-N30 à N40 E;

-N 60 à N 70 E;

-N100 à N 110 E.

La nature profonde de ces accidents est mise en évidence par l'injection de roches triasiques constituées par des argiles versicolores, des évaporites et des roches vertes d'origine éruptives. Ces dernières roches est considérées dans notre travail comme des roches encaissante le minerai d'amiante.

En générale l'Atlas Saharien est délimité par deux grands accidents et qui sont respectivement:-L'accident Nord-Atlasique: Il s'agit d'une séparation matérialisée par un jeu de cassures importantes entre l'ensemble de l'Atlas Saharien et les Hautes Plaines Oranaises (CORNET, 1952).-La flexure ou accident Sud-Atlasique dont le trait régulier lui donne l'allure d'une muraille. Elle sépare l'Atlas Saharien de la plate-forme saharienne

A. Cadre géologique de la zone d'étude

1. Sur le plan stratigraphique

Le Djebel Ez Zrigat est petit anticlinal d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est, à flanc Ouest Sub-vertical légèrement déversé et flanc Est plus faiblement penté, s'étendant sur 7 Km de long environ.

On se référant à la carte géologique de Mékalis, nous remarquerons que la série stratigraphique de Djebel Ez Zrigat est très simple et se résume en deux ensembles distincts (Fig. 04):

L'un volcano-sédimentaire comprenant la masse triasique avec son cortège de roches volcanique vertes, des évaporites et des argiles versicolores. Il domine flanc ouest

L'autre, sédimentaire d'âge essentiellement jurassique et quaternaire et qui forme le flanc Est. Dans le détail nous distinguerons

:-Le lias: Il est matérialisé par des carbonates (dolomie est calcaire) à la base. Evoluant à des alternances marno-calcaire vers le haut.

-Le Dogger: Les dépôts de cet intervalle chronologique sont matérialisés par des faciès carbonatés. Ces derniers sont représentés par des alternances marno-calcaires, renfermant en abondances des ammonites. C'est la «formation de marno-calcaire de Melah».

L'un volcano-sédimentaire comprenant la masse triasique avec son cortège de roches volcanique vertes, des évaporites et des argiles versicolores. Il domine flanc ouest

L'autre, sédimentaire d'âge essentiellement jurassique et quaternaire et qui forme le flanc Est. Dans le détail nous distinguerons

-Le lias: Il est matérialisé par des carbonates (dolomie est calcaire) à la base. Evoluant à des alternances marno-calcaire vers le haut.

-Le Dogger: Les dépôts de cet intervalle chronologique sont matérialisés par des faciès carbonatés. Ces derniers sont représentés par des alternances marno-calcaires, renfermant en abondances des ammonites. C'est la «formation de marno-calcaire de Melah».

-Le Malm: La sédimentation est constitué essentiel par une série argilo-gréseuse avec des intercalations lumachéliques «Formation de Djara».

-Le Tertiaire: il est représenté le plus souvent par une carapace de calcaire continental, de teint blanchâtre «unité continental».

-Le Quaternaire: Ce sont des faciès caillouteux, formés essentiellement des galet, de sable et d'argile.

2. Sur le plan tectonique

La structure de Djebel Ez Zrigat est affectée par un système d'accidents qui s'organisent selon deux directions (voir la figure précédente).

-Des accidents orientés suivant la direction atlasique (NE/SO); reflètent elles aussi des fractures du jurassique; elles se présentent sous formes de fractures parallèles. Elles s'accompagnent par une remonté diapirique sur le flanc Ouest.

-Des accidents sud-horizontales: Elles sont moins dominantes. Elles recoupent les failles précédentes.

VI. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Pour réaliser ce travail, j'ai effectué différents travaux sur le terrain et au laboratoire :

A. Sur le terrain

Le travail de terrain a été consacré principalement sur un levé d'une coupe sur l'extrémité nord-occidentale de Djebel Ez Zrigat, on mentionnant les particularités lithologique de la roche encaissante de la substance utile tel que la nature pétrographique, la couleur, l'aspect de la roche, la présence des phénocristaux...etc.

Parallèlement au levé de coupe, quelques échantillons ont été sélectionnés pour les analyses géochimiques.

B. Au laboratoire

Les échantillons prélevés sur le terrain sont passés au laboratoire de recherche «Spectrochimie et Pharmacologie structurale» aux analyses DRX afin de reconnaître les minéraux constituant la roche encaissant le minerai d'amianté ainsi la concentration de minéral d'amphibole dans cette roche.



DEUXIEME CHAPITRE : GEOLOGIE DE GISEMENT

I. INTRODUCTION

L'objectif essentiel visé dans ce chapitre est l'étude lithologique de la roche doléritiques provenant d'intrusions filoniennes qui traversent les séries triasiques des Monts de Ksour et plus précisément le Djebel Ez Zrigat. Ce dernier montre un alignement de relief depuis la route de wilaya reliant la ville de Naama à la daïra de Asla jusqu'au Djebel Melah. Il s'étend sur environ 2 Km. Nous signalons que les roches volcaniques vertes associées aux formations triasiques renferment en abondance des phénocristaux d'Amphibole sous forme des stries ou des veines fines et longues, souvent entrelacées ou disposées de manière désordonnée. Ces fibres d'Amphibole sont appelées dans l'industrie l'amiante.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE DE GISEMENT

Le complexe des roches vertes associe au diapir Triasique de gisement de Dar El Kaid s'intègre dans l'extrémité nord occidentale de Djebel Ez Zrigat. Il constitue la principale entité du flanc ouest de ce petit massif. Ce gîte minier se situe à 15 Km au Sud Est de la ville de Naama (Fig. 05).

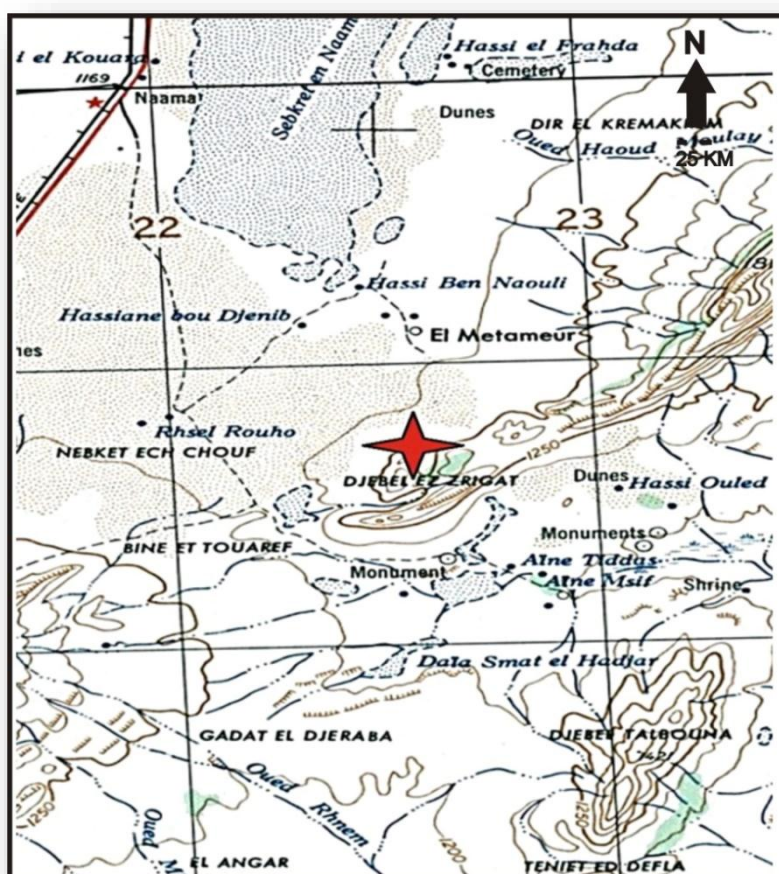


Fig.05:Localisation géographique de gisement (Extrait de la carte topographique de Méchria, échelle 1/ 25000)

Ce gisement a pour coordonnées UTM comme suit (Fig. 06).

X1:757175,5
X2:757201

Y1:3670403,87
Y2:3670557,2

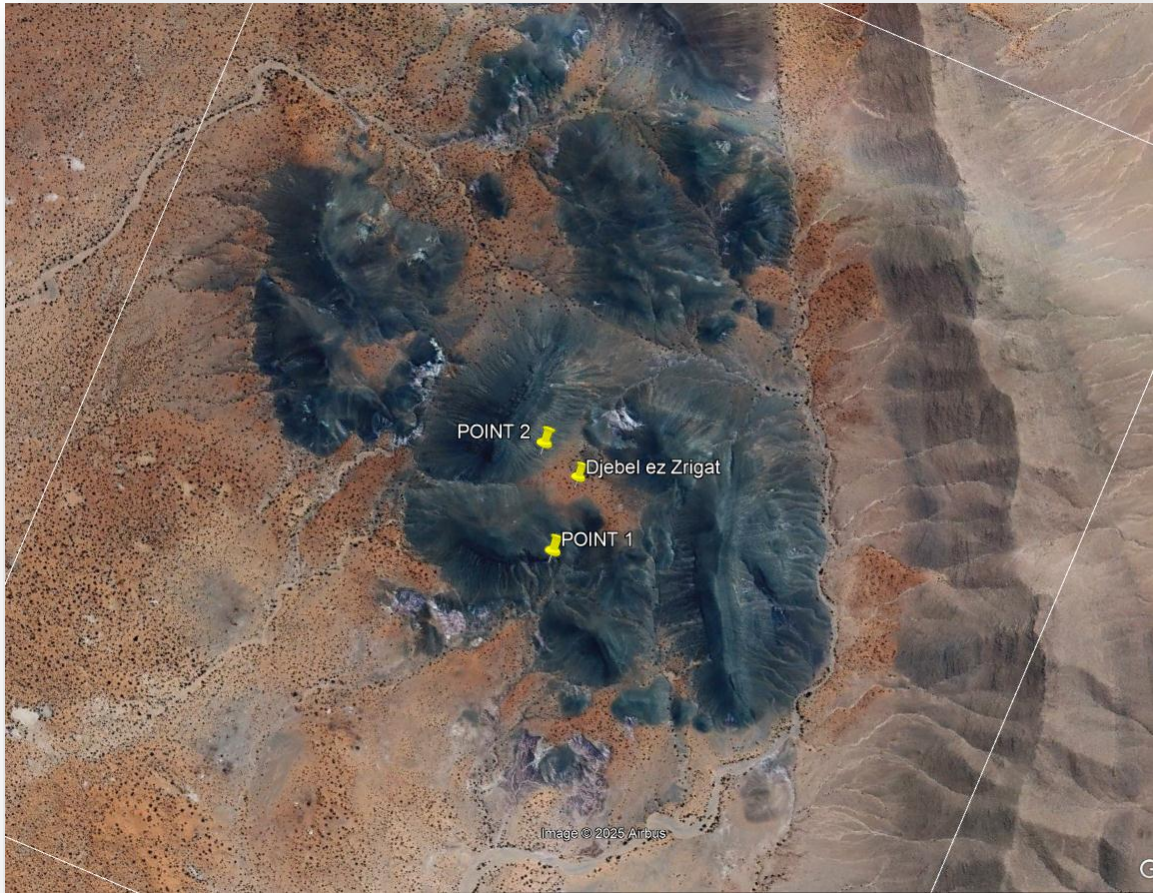


Fig. 06: Image satellitaire montrant la localisation de gisement (photo prise par Google earth, 2025)

III. ETUDE LITHOLOGIQUE

A. Structure de gisement de Dar El Kaid

La zone de Djebel Ez Zrigat est caractérisée par un relief assez fortement accidenté et les dénivellations variables. Les caractéristiques topographiques se traduisent par la présence de profondes et étroites vallées orientées globalement Est-Ouest. Les pointements des roches vertes encaissante la substance utile se présentent sous forme de crêtes allongées qui dominent la partie septentrionale de ce petit massif montagneux.

Les terrains affleurant dans ce secteur correspondent à un complexe diapirique. Ce dernier se subdivise en deux ensembles morphologiques distincts (Fig. 07): une combe à la base et une épaisse coulée magmatique de roches vertes, vers le haut.



Fig. 07: Vue panoramique de gisement d'amante Dar El Kaid

Dans le détail, on distingue:

1. Ensemble sédimentaire

Il est représenté par des argiles fortement gypseuses, vertes à lie de vin, admettant vers sa partie sommitale des niveaux gréseux de teint rouge, en bancs centimétrique.

2. Ensemble magmatique

Cet ensemble n'affleure que dans l'extrémité Nord-Ouest de Djebel Ez Zrigat. Il s'agit d'un matériel essentiellement volcanique, repose sur le premier ensemble. Ce matériel volcanique est représenté par des dolérites de teint verte claire ou sombre, plus ou moins poreuses, possédant une structure massive. Ces dolérites sont proches des ophites remontées par des diapirs triasiques dans les Monts de Ksour (BOSSIERE, 1971; MEDAH, 1988).

Nous notons aussi, que cet ensemble affleure en coulée décamétrique massive, constituant la grande partie l'ossature de Djebel Ez Zrigat.

B. Lithologie de gisement de Dar El Kaid

L'étude lithologique de gisement d'amiante de Dar El Kaid est très simple est se résume en deux unités lithologique bien distincts (Fig. 08).

1. Unité sédimentaire inférieure

Ce sont des argiles fortement gypseuses renfermant des passées gréseuses vers le sommet. Ces argiles ont des teintes variables, lie de vin, vert grisâtre et jaune. Quant aux grès ils sont rougeâtres, leur épaisseur est centimétrique. La puissance de cette unité se maintient aux environs de 20 mètres.

2. Unité basaltique supérieure

Cette unité couvre pratiquement toute la superficie du périmètre exploré. Elle dépasse largement les vingt mètres d'épaisseur. Elle est représentée par des coulées de basalte de teinte verte sombre ou claire. Ces coulées basaltiques sont distinguées par une alternance de parties vacuolaires et massives. Ces derniers incluent des phénocristaux d'actinote et de quartz visible à l'œil nu (Fig. 08)

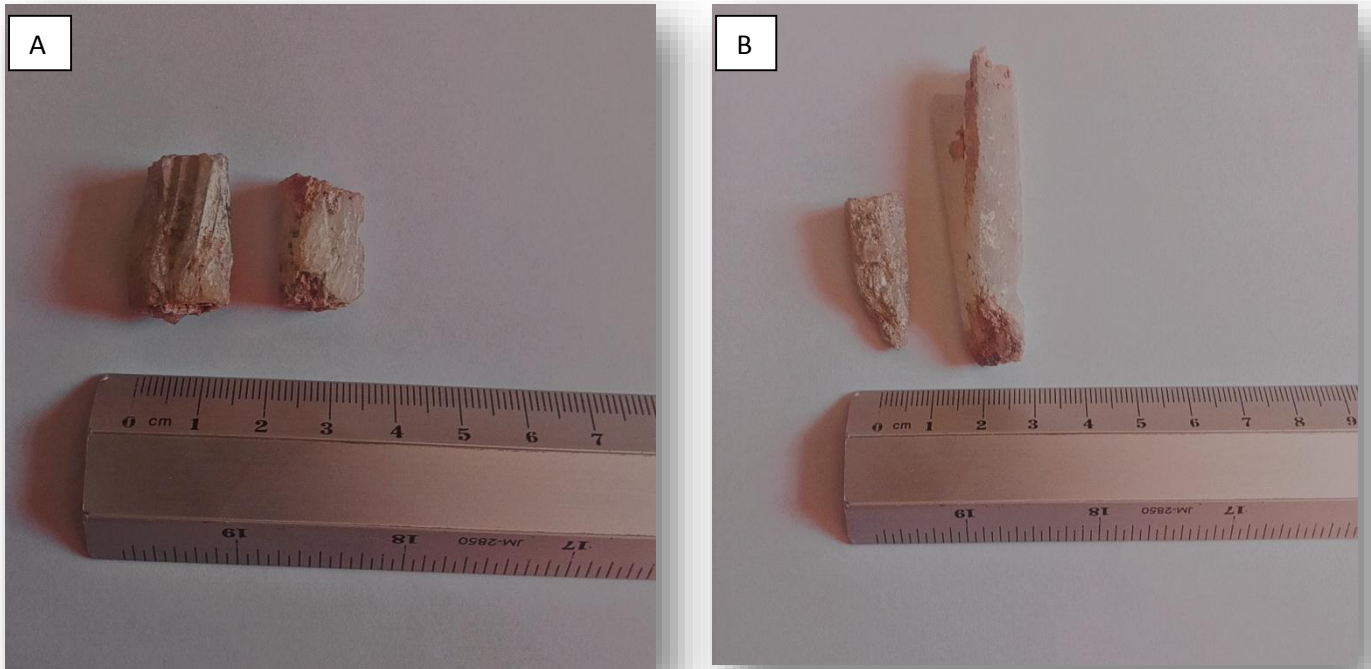


Fig. 08: Quelques exemplaires des phénocristaux récolés de l'unité basaltique ; A : Actinote ; B, quartz

Il est à noter que la base de cette unité débute par une coulée plus ou moins altérée, très vacuolaire auquel fait suite le niveau d'amiante. Ce dernier à une épaisseur de trois mètre en maximum. Il s'agit des minéraux d'Amphiboles sous forme des fibres visibles à l'œil nu. Ces fibres d'Amphiboles sont apparaissent sous forme des stries ou des veines fines et longues, souvent entrelacées ou disposées de manière désordonnée (Fig. 10).

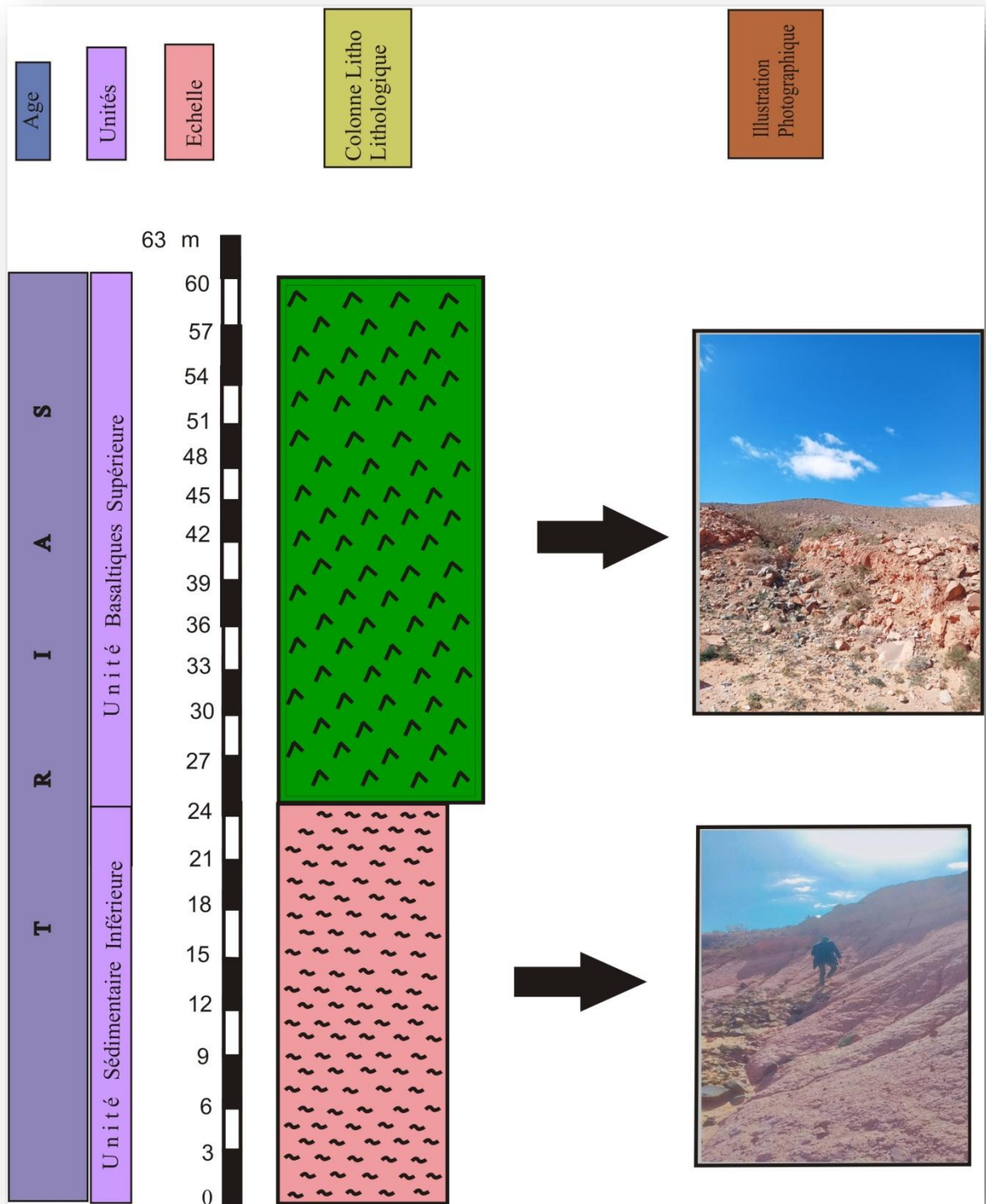


Fig. 09: Coupe lithologique de Trias de Dar El Kaid



Fig. 10 : Exemple des fibres d'Amphiboles observés dans la roche encaissante de minéral

**TROISIEME CHAPITRE: GEOCHIMIE DE MINERAL ET
METHODE D'EXPLOITATION**

CHAPITRE TROISIEME: GEOCHIMIE DE MENIRAI ET METHODE D'EXPLOITATION

I. INTRODUCTION

L'affleurement de roches vertes de Dar El Kaid encaissantes le minerai d'amiante est le plus grand de tous les pointements triasiques de l'Atlas Saharien occidental. Dans ce chapitre, on va essayer pour la première fois, caractériser la composition minéralogique de cette substance utile, à partir des analyses au diffractométrie par rayon X (DRX). Ces analyses ont été réalisées dans le laboratoire «Spectrochimie et Pharmacologie structurale», à l'université de Tlemcen. En se basant sur les résultats des analyses minéralogiques, nous allons évaluer ce minerai où nous allons préciser les différents domaines d'utilisation. A la fin, nous allons, proposer une méthode d'exploitation convenable à ce gisement.

II. CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DE MINERAI

A. Composition minéralogique

Les résultats de mesure obtenus se présentent sous forme de diffractogrammes (Fig. 10) pour les deux échantillons traités.

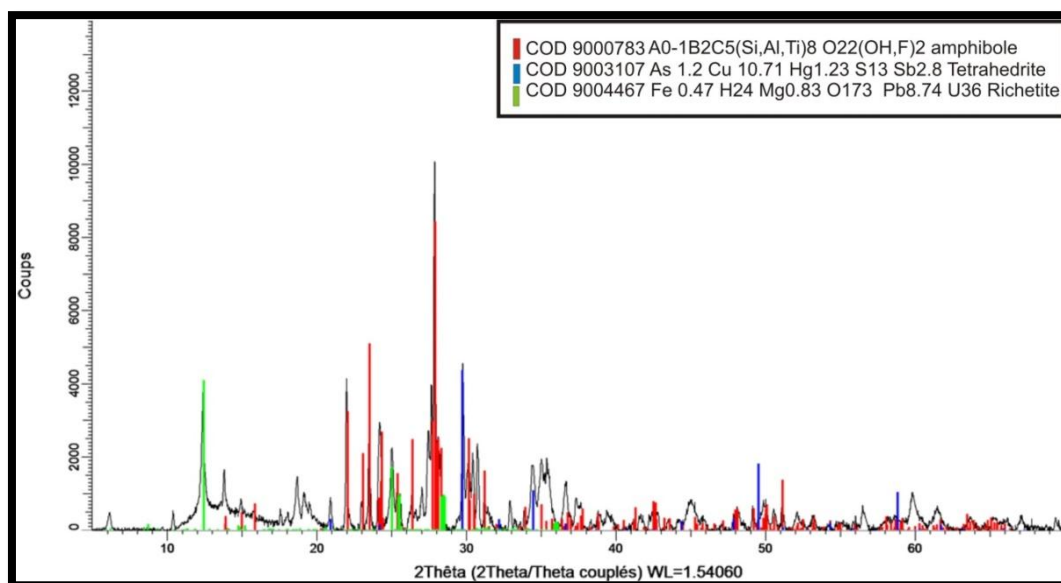


Fig. 11 : Analyse minéralogique des deux échantillons d'amiante prélevés de gisement de roche verte de Dar El Kaid

L'analyse minéralogique de ces deux échantillons a permis d'identifier trois minéraux composant le minerai d'amiante dont un est dominant (Amphibole : A0-1B2 C5 T8 O22(OH,F)2, où leur pourcentage atteint les 92%) et les deux autres minéraux sont considérés comme des minéraux en trace (Tertahedrite : AS 1.2 Cu 10.71 Hg 1.23 S13 Sb 2.8 et Richetite : Fe 0.47 H24 Mg 0.83 O173 Pb 8.74 U 36) dont leur concentration n'atteigne pas les 8%.

Il est à noter que, les différentes caractéristiques minéralogiques des trois minéraux formant le minerai d'amphibole sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tab. 01 : Caractéristiques minéralogiques des différents minéraux formant le minerai d'amiante de gisement Dar El Kaid

Minerai	<i>Tetrahedrite</i>	<i>Amphibole</i>	<i>Richetite</i>
Formule	As1.2 Cu10.71 Hg1.23 S13 Sb2.8	A0- 1B2C5T8O22(OH,F)2	Fe0.47 H24 Mg0.83 O173 Pb8.74 U36
Code	COD 9003107	COD 9000783	COD 9004467
Concentration %	4,0	92,2	3,8
Système	Cubique	Orthorhombique & monoclinique	Triclinique
Groupe d'espace	I -4 3 m (217)	C -1 (2)	P 1 (1)
a A°	10.4033	8.142	20.9391
b A°	0	12.785	12.1
c A°	0	7.159	16.345
α	0	94.19	103.87
β	0	116.61	115.37
γ	0	87.68	90.27
V A°³	1125.94	664.48	3605.39
Couleur	Bleu	Somber	Vert

III. METHODE PROPOSER POUR L'EXPLOITATION DE MINERAI

L'exploitation proposée dans ce type de gisement dont le minerai de l'amiante est disséminé dans un encaissant magmatique y compris des roches vertes situé en surface est celle dite exploitation à flanc de relief, en mode souterrain. Il s'agit d'un développement de la mine par galeries souterraines qui seront creusés latéralement, en assurant un aérage naturel, sans faire appel à l'aérage artificiel tel qu'il est pratique dans les mines souterraines plus au moins profondes.

Le choix de cette méthode a été préconisée dans ce mémoire étant donné que le rapport D/E (stérile ou découverte/minerai) est très important, dans notre cas ce rapport dépasse les 50%. La découverte d'une couche stérile (mort terrain) constituée par des laves volcaniques qui pourrait atteindre les 15m pour arriver au minerai au sens stricte est quasiment non rentable. C'est pourquoi l'attaque du front latéralement par creusement de galerie et de recoupes en assurant une stabilité du versant est recommandée (Fig. 11).

La stabilité des parements s'effectuera par un confortement métallique ou en bois, suivant une étude géotechnique et hydrogéologique ainsi que la disponibilité du produit de soutènement des parois des galeries ou confortement au jargon minier et du coût de revient.

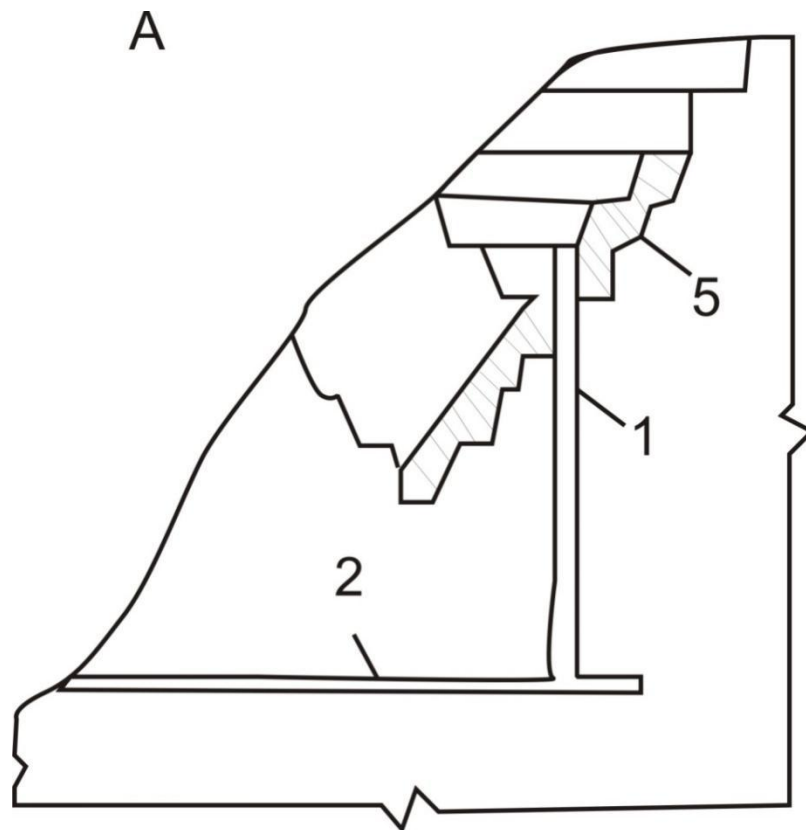


Fig. 12: Schéma montrant l'attaque du minerai par ouvrage souterrains en travers banc

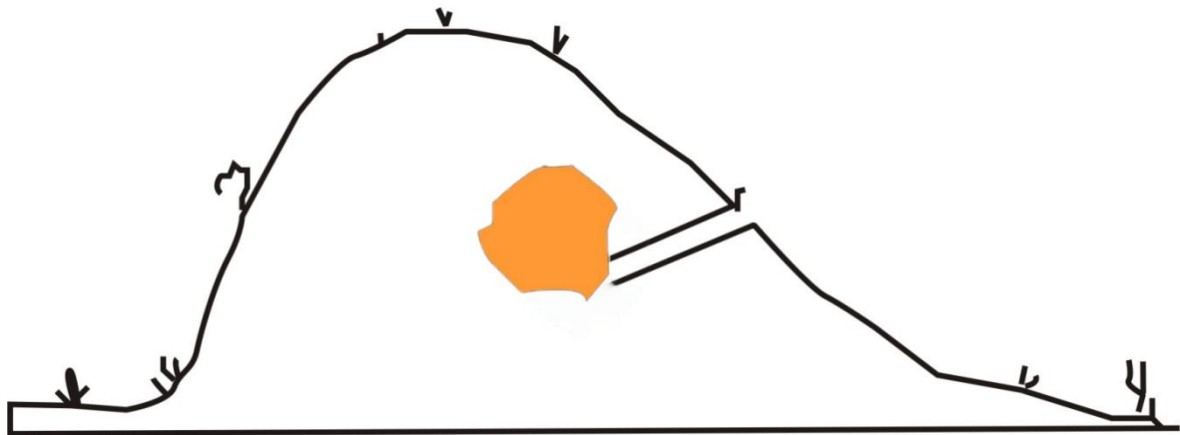


Fig 13: Schéma montrant le corps minéralisé à atteindre sans découverte (enlevure)

Le ceintrage et le confortement des parements des galeries au jour (tunnel) ou de galerie principale est indispensable, vu que les terrains encaissants constitués de roches volcaniques vertes à pendage faible.

Ces ouvrage miniers souterrains peuvent être connectées par des puits au jour, soit pour des raison de sécurité, d'aérage ou pour faire sortir le minerai et le stérile dû aux opérations de creusement ou abattage minier faisant appel à l'usage des explosifs.

Les paramètres géomécaniques des roches encaissantes, dites épontes sont à détailler lors du développement de la mine, et ce, pour établir des plans de foration, plan de

minage adéquat en maîtrisant la charge instantanée des explosifs...etc. Ces derniers sont conditionnés par les calculs de stabilité du versant.

Le niveau piézométrique, s'il existe doit faire l'objet d'exhaure par un système de piézomètre et de pompage des eaux, afin de créer un rabattement du niveau piézométrique des eaux de la nappe, et ce, afin de permettre l'exploitation de la mine sans risque d'inondation, ou d'effondrement de la mine. Etant donné que le gisement est situé dans une zone inhabitée, et que le pendage géologique est faible, il est recommandé d'utiliser une des méthodes d'exploitation souterraine dites de foudroyage. Ce dernier a d'avantage l'exploitation optimale et rationnelle du minerai, et un inconvénient qui consiste à provoquer des affaissements en surface mais qui peuvent être contrôlé.

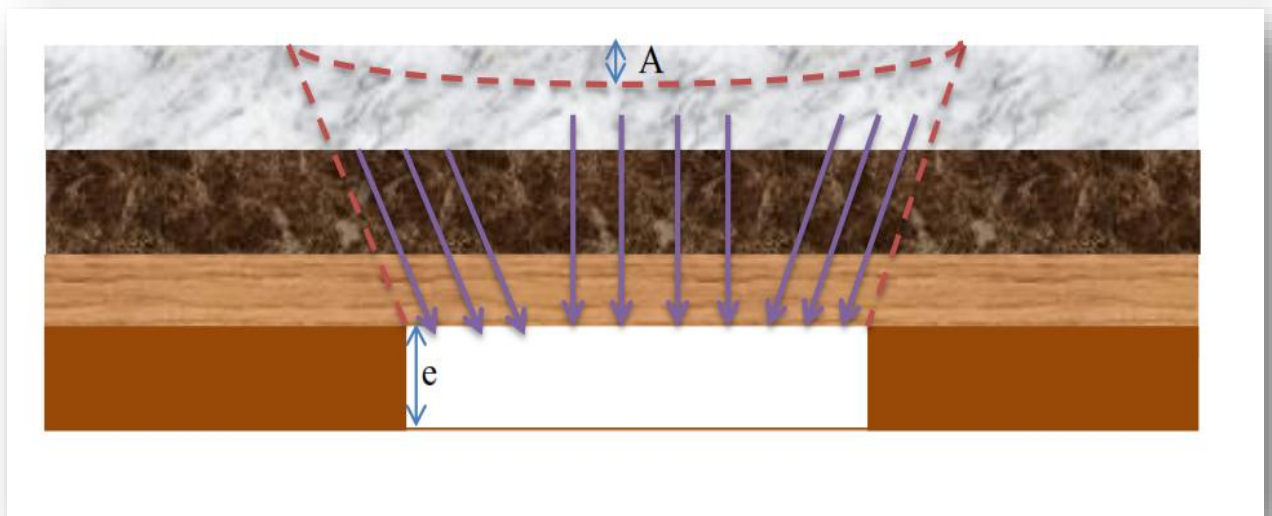


Fig. 14: Schéma montrant le foudroyage de la mine : soutirage de minerai et affaissement du toit

IV. DOMANE D'UTILISATION D'AMIANTE

- Bâtiment : isolation thermique, plaques de fibrociment, dalles de sol ;
- Automobile : garnitures de freins, embrayages ;
- Industrie : textiles ignifugés, calorifugeage ;
- Naval et ferroviaire : isolation des chaudières, conduites de vapeur.
- Textile: vêtements de production résistants au feu (pompiers), Tissus D'isolation thermique
- Equipement électrique: Isolants dans les caples électrique ,composants électriques résistants à la chaleur

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'Etude lithologique et géochimique de la roche encaissante du minerai d'amiante dans le secteur de Dar El Kaid au Sud Est de la ville de Naama montre que les faciès regroupent en deux unités lithologiques bien distinctes:

. -Unité inférieure constituée essentiellement par une sédimentation terrigène fine, déposée en milieu lagunaire (argiles gypseuses).

-Unité supérieure formée par une importante formation magmatique de teinte verte sombre ou claire, remontées par les diapirs salifère du Trias.

Le niveau encaissant cette substance utile occupe la base de l'unité supérieure. Il est représenté par une coulée plus ou moins massif, de trois mètre d'épaisseur maximum renfermant des minéraux d'Amphiboles sous forme des fibres. Ces derniers, sont apparaissent sous forme des stries ou des veines fines et longues, souvent entrelacées ou disposées de manière désordonnée.

La méthode d'exploitation souterraine proposée par galeries latérales apparaît la plus adaptée aux contraintes géologiques et économiques du site, permettant d'éviter une découverte coûteuse tout en assurant une extraction sécurisée du minerai.

Cette première étude géologique et géochimique détaillée du gisement de Dar El Kaid ouvre la voie à une valorisation potentielle de cette ressource minérale dans l'Atlas Saharien occidental algérien

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABED S. (1982)**- Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Dj. Amour (Atlas saharien). *Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle*, Université de Pau, 242 p.
- AÏT OUALI R. (1991)**- Le rifting des monts des Ksour au Lias : Organisation du bassin, diagenèse des assises carbonatées, place dans les ouvertures mésozoïques au Maghreb. *Thèse de Doctorat, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène*, Alger, 302 p
- AMEUR M. (1999)**- Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge sud-téthysienne : l'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Document des laboratoires de Géologie Lyon*. 150, 339 p.
- BASSOULLET J.P. (1973)**- Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Paris VI, 477 p.
- BENADLA M (2019)**-Le passage Cénomanién-Turonien dans L'atlas Saharien Algérien .Sédimentologie, Biostratigraphie et Géochimie. *Thèse de Doctorat en Sciences*, Université de Tlemcen, 184 p.
- BOSSIERE G. & MEGARTSI M. (1971)**- découverte d'un type de lave intermédiaire entre les rushayites et les katungites dans le Sahara nord- oriental (Algérie) comptes rendus de l'académie des sciences (series D) 273,547,550
- CORNET.A (1952)**- L'Atlas saharienne sud-oranais. *XIX conger Géol Intern Alger Monographie régionale*, 1 série N°12, 15 p., 9 fig., 1 pl.
- DOUIHASNI M. (1976)**- Etude géologique de la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (Partie centrale des Monts des Ksour). Stratigraphie et Analyse structurale. *Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle*, Université d'Oran, 2 t., 272 p.
- FLAMAND G.B.M. (1911)**- Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du sud). *Thèse Sciences*, Université de Lyon, 47, 1002 p.
- KACIMI A. (2013)**- Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. *Thèse de Doctorat en science*, Université de Tlemcen, 249 p.

- KAZI-TANI N. (1986)**- Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Pau, France, 871 p.
- MEDDAH A. (2010)**- La province magmatique de l'Atlantique central (CAMP) dans le bassin des Ksour (Atlas saharien occidental, Algérie). *Thèse de Doctorat*, Université d'Oran, 143.
- MEKAHLI L. (1995)**- Hettangien, Bajocien supérieur des Monts des Ksour. Biostratigraphie, évolution paléogéographie et stratigraphie séquentielle. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université d'Oran, 358 p.

LISTES DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

- Fig 01** Position géographique générale des Monts de Ksour((D'après BEANDLA, 2019) p08
- Fig 02** Position géographique du secteur considéré « Djebel Ez Zrigat» (Extrait de la carte Topographique de, Méchria echelle 1/ 25000 p09
- Fig 03** :Carte structurale des Monts de Ksour(p12
- Fig 04** :Extrait de la carte géologique du secteur de Mékalis (Carte géologique de Mékalis 1979 Echelle 1/1000000), p12
- Fig 05** : localisation géographique de gisement (Extrait de la carte topographique de Méchria , échelle 1/ 25000) p14
- Fig 06**: Image satellitaire montrant la localisation de gisement(photo prisé par Google Erth) p15
- Fig 07**: Vue panoramique de gisement d'amianté Dar El Kaid p16
- Fig 08**: Quelques exemplaires des phénocristaux récolés de l'unité basaltique;
A : Actinote ; B, quartz p17
- Fig 09**: Coupe lithologique de Trias de Dar El Kaid p18
- Fig 10**: Exemple des fibres d'Amphiboles observés dans la roche encaissante de minerai p19
- Fig 11**: Analyse minéralogique des deux échantillons de d'amianté prélevés de gisement de roche verte de Dar El Kaid p20
- Fig 12**: Schéma montrant l'attaque du minerai par ouvrage souterrains en travers banc p22

Fig 13: Schéma montrant le corps minéralisé à atteindre sans découverte (enlevure) p22

Fig 14: Schéma montrant le foudroyage de la mine soutirage de minerai et affaissement du
toit p23

LISTE DE TABLEAU

Tab. 01 : Caractéristiques minéralogiques des différents minéraux formant le minerai d'amiante de gisement Dar El Kaid

p21

PLANCHE 01

Fig. 01: Vue panoramique de la coupe lovée (A: Unité sédimentaire inférieure; B: Unité basaltique supérieure)

Fig. 02: Tranché d'exploitation de minerai d'amiante creusé durant la période coloniale

Fig. 03: Coulé basaltique inférieure vacuolaire

PLANCHE 01

