

MEMOIRE

Présenté

à



L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN
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
LABORATOIRE DE RECHERCHE N°23 : PROMOTION DES RESSOURCES
HYDRIQUES, PEDOLOGIQUES ET MINIERES : LEGISLATION ET CHOIX
TECHNOLOGIQUE

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

Par

Ikram Fatima Zohra AZZA BELKHIR
&
Djihene BELAID

CARACTERISATION GEOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DES ARGILES D'AGE SILURIEN. EXEMPLE : ARGILES DES MONTS D'OUGARTA

Soutenu le 30 septembre 2026 devant les membres du jury :

Fatiha HADJI, MC (A), Univ. Tlemcen
Kamar Eddine BENSEFIA, MC (B), Univ. Tlemcen
Abbas MAROK, Professeur, Univ. Tlemcen
Abdellah SALHI, Magister, Univ. Oran

Présidente
Encadrant
Examineur
Co-encadrant

DEDICACES

DEDICACES

Je remercie avant tout Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à ma binôme, **Djihene BELAID**, pour sa collaboration, son implication, sa patience et les efforts qu'elle a déployés tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son sérieux, son esprit d'équipe et son soutien ont grandement contribué à la réussite de ce travail. Ce fut un réel plaisir de partager avec elle cette expérience enrichissante.

J'exprime ma profonde gratitude à mes chers parents pour leur soutien indéfectible, leurs encouragements constants et les nombreux sacrifices consentis tout au long de mon parcours universitaire. Je tiens également à adresser une pensée particulière à ma chère sœur. Leur présence à mes côtés a été une source précieuse de force et de motivation.

A l'ensemble de ma deuxième famille, j'exprime ma profonde reconnaissance pour leur bienveillance et leur encouragement. Plus spécialement à mes chères oncles **Brahim** et **Belkacem LAISSOUF**, **Boumediene AZZA BELKHIR**, ainsi qu'à ma chère cousine **Djazia**.

Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

AZZA BELKHIR Ikram Fatima Zohra

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude à tous ceux qui se sont sacrifiés pour m'offrir les conditions propices à ma réussite, et à tous ceux qui ont cru en moi : cette réussite est aussi la vôtre.

À moi-même,

Pour ma persévérance, ma patience et les efforts accomplis malgré les difficultés. À celle que je suis devenue, fière du chemin parcouru et prête à poursuivre ses rêves avec confiance.

À ma chère maman : BENZIANE Rachida

À celle qui a toujours été mon refuge, ma force et ma plus grande source de courage. À celle qui a cru en moi, même lorsque moi-même je doutais. Merci pour tes prières, tes encouragements, ta patience et cet amour qui ne demande rien en retour. Si aujourd'hui je tiens ce diplôme entre mes mains, c'est aussi grâce à toi. Une partie de cette réussite t'appartient.

À mon cher papa : BELAID Abdelkrim

À l'homme dont les sacrifices parlent plus fort que les mots. Merci pour ton soutien, tes conseils et pour m'avoir appris à avancer avec dignité, même lorsque le chemin devient difficile. Tu m'as toujours donné la force de continuer et la fierté de croire en moi. Ce travail est aussi le fruit de tout ce que tu as fait pour moi.

À mes sœurs : Kawther, Batoul et Manar

À celles qui ont partagé mes joies, mes inquiétudes, mes moments de fatigue et mes petites victoires. Merci pour votre présence, vos encouragements et pour toutes ces petites attentions qui ont rendu les moments difficiles beaucoup plus faciles à supporter. Votre amour a toujours été une source de réconfort.

À mes vrais amis : Ikram, Aya, Aziz et Monsif

À ceux qui sont restés présents dans les bons comme dans les mauvais moments.

À ceux qui ont écouté mes inquiétudes, supporté mes moments de stress, partagé mes rires et cru en moi lorsque j'en avais le plus besoin. Merci pour votre présence.

Djihene BELAID

TABLE DES MATIERES

	Pages
REMERCIEMENTS	04
RESUME	05
ABSTRACT	06

Premier Chapitre : GENERALITES

I. PROBLEMATIQUE	07
II. OBJECTIFS ET STRUCTURE DU MEMOIRE	07
III. METHODOLOGIE	08
A. Sur le terrain	08
B. Au laboratoire	08
IV. CADRE GEOGRAPHIQUE	08
V. CADRE GEOLOGIQUE	10
A. Sur le plan stratigraphique	10
1. Le Paléozoïque	10
1.1. Le Cambrien	10
1.2. L'Ordovicien	10
1.3. Le Silurien	10
1.4. Le Dévonien	10
1.5. Le Carbonifère	11
1.6. Le Permien	11
2. Le Cénozoïque	11
B. Sur le plan structural	12

Deuxième chapitre : GEOLOGIE DU GISEMENT

I. INTRODUCTION	14
II. CADRE GEOGRAPHIQUE DU GISEMENT	14
III. GEOLOGIE DU GISEMENT	15
A. Structure du gisement	15
B. Lithologie du gisement	16
1. Coupe du flanc nord	16
1.1. Unité argileuse « Substance utile »	17
1.2. Unité carbonatée et détritique « Couverture stérile »	17
2. Coupe du flanc sud	17
2.1. Unité argileuse « Substance utile »	17
2.2. Unité carbonatée et détritique « Couverture stérile »	17
IV. CORRELATION LITHOLOGIQUE	18
V. CONCLUSION	19

Troisième chapitre : CARACTERISATION GEOCHIMIQUE, MINERALOGIQUE ET APPLICATIONS

I. INTRODUCTION	20
II. CARACTERISATION GEOCHIMIQUE	20
A. Flanc nord	20
B. Flanc sud	21
II. CARACTERISATION MINERALOGIQUE	22
A. Flanc nord (M1N)	22
B. Flanc sud (M1S)	22
III. CARACTERISATION PHYSIQUE	24
IV. APPLICATION	24
A. Céramique traditionnelle	24
B. Briques et matériaux de construction	25
C. Céramique sanitaire ou faïence	25
D. Matériaux cimentaires	25

V. CONCLUSION	25
CONCLUSION GENERALE	26
PERSPECTIVES	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	28
LISTE DES FIGURES	31
LISTE DES TABLEAUX	32

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Au terme de la rédaction de ce manuscrit, nous tenons à exprimer notre gratitude envers les personnes qui ont rendu ce travail possible.

Tout d'abord, nous tenons à remercier :

Monsieur **Kamar Eddine BENSEFIA**, Maître de Conférences (Classe A) au département des Sciences de la Terre et de l'Univers (Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers), qui nous a proposé ce sujet de Master et nous a guidés durant tout notre parcours de Master. Nous tenons à le remercier pour sa disponibilité, ses précieux conseils, ses orientations pertinentes et son accompagnement constant. Nous lui exprimons également notre profonde gratitude pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires afin de faciliter le travail et la rédaction de ce mémoire.

Nos vifs remerciements s'adressent également à Monsieur **Abdellah SALHI**, Directeur des carrières à la cimenterie de Béchar, pour son aide et accompagnement lors de nos travaux sur le terrain, ainsi que pour leur contribution au travail réalisé au laboratoire et à la réalisation des analyses chimiques.

Madame **Fatima HADJI**, Maître de Conférences (Classe A) au département des Sciences de la Terre et de l'Univers (Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers), pour nous avoir honorés en présidant le jury de ce modeste travail.

Monsieur **Abbas MAROK**, Professeur des universités au département des Sciences de la Terre et de l'Univers (Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers), pour avoir accepté de juger notre travail et de nous faire bénéficier de son avis éclairé et de ses précieuses critiques. Nous lui exprimons notre profonde reconnaissance et notre sincère gratitude pour avoir contribué, par ses conseils et son accompagnement, à enrichir notre parcours universitaire.

Au cours des deux années de Master, nous avons beaucoup profité des connaissances théoriques et pratiques de nos enseignants, **BENADLA M., SOULIMANE C., HADJI F., et MAHI-YEBDERI L.** Aujourd'hui, nous profitons encore une fois de cette occasion pour leur exprimer notre profonde gratitude.

Nos sincères reconnaissances s'adressent à l'ensemble des enseignants de notre Département.

Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à nos collègues de Master pour le soutien qu'ils nous ont toujours apporté et leurs encouragements.

RESUME

RESUME

Situé au sud de la ville de Tabelbala, dans le faisceau de la Daoura des monts d'Ougarta, le gisement d'argiles siluriennes étudié présente un intérêt pour la caractérisation et la valorisation des ressources argileuses de la région.

L'étude repose sur une caractérisation lithologique, géochimique et minéralogique, complétée par des essais physiques. Les observations lithologiques mettent en évidence deux unités principales : une unité argileuse correspondant à la substance utile et une unité carbonatée et détritique constituant la couverture stérile. Les argiles sont généralement indurées, feuilletées à schisteuses, de couleur verdâtre à grisâtre et présentent un toucher doux. La corrélation des deux coupes montre une augmentation de l'épaisseur des formations suivant un axe Sud–Nord. Cette variation pourrait être liée au jeu de la faille traversant le gisement, mais cette interprétation reste à confirmer par une étude structurale plus détaillée.

Les analyses géochimiques montrent une composition principalement caractérisée par SiO_2 et Al_2O_3 . Les analyses minéralogiques mettent en évidence une différence entre les deux flancs étudiés : l'illite est le minéral argileux le plus abondant dans l'échantillon M1N avec 23 %, tandis que la kaolinite est légèrement dominante dans M1S avec 18 %. La fraction non argileuse est notamment représentée par le quartz, particulièrement abondant dans M1S avec 43,5 %.

Les essais physiques donnent une viscosité de 7 s, une humidité de 10 %, une perte au filtrat de 25 mL et un indice de gonflement de 5 mL/2 g. Ces résultats fournissent des indications préliminaires sur les propriétés des argiles étudiées.

L'ensemble des résultats indique un potentiel de valorisation, notamment dans le domaine des matériaux céramiques et de la construction. Toutefois, des essais technologiques complémentaires sont nécessaires afin de confirmer l'aptitude de ces argiles à des applications industrielles spécifiques.

Mots-clés : Tabelbala, monts d'Ougarta, faisceau de la Daoura, argiles siluriennes, lithologie, géochimie, minéralogie, propriétés physiques, valorisation.

ABSTRACT

ABSTRACT

Located south of the town of Tabelbala, within the Daoura belt of the Ougarta Range, the studied Silurian clay deposit is of interest for the characterization and valorization of clay resources in the region.

The study is based on lithological, geochemical and mineralogical characterization, complemented by physical tests. Lithological observations reveal two main units: a clay unit corresponding to the useful material and a carbonate and detrital unit forming the sterile cover. The clays are generally indurated, foliated to schistose, greenish to greyish in color, and smooth to the touch. Correlation of the two sections shows an increase in formation thickness along a South–North axis. This variation may be related to the movement of the fault crossing the deposit, but this interpretation requires further structural investigation.

Geochemical analyses show a composition mainly characterized by SiO_2 and Al_2O_3 . Mineralogical analyses reveal differences between the two studied flanks: illite is the most abundant clay mineral in sample M1N, with 23%, whereas kaolinite is slightly dominant in M1S, with 18%. The non-clay fraction is mainly represented by quartz, which is particularly abundant in M1S, with 43.5%.

Physical tests give a viscosity of 7 s, a moisture content of 10%, a filtrate loss of 25 mL, and a swelling index of 5 mL/2 g. These results provide preliminary information about the properties of the studied clays.

Overall, the results indicate a potential for valorization, particularly in ceramic and construction materials. However, additional technological tests are required to confirm the suitability of these clays for specific industrial applications.

Keywords: Tabelbala, Ougarta Range, Daoura belt, Silurian clays, lithology, geochemistry, mineralogy, physical properties, valorization.

Premier chapitre : GENERALITES

I. PROBLEMATIQUE

La demande en argiles à fort intérêt économique, notamment pour l'industrie céramique, connaît un accroissement aux échelles régionale et globale (MURRAY, 1991, 2000 ; EL OUAHABI & al., 2014 ; AVET & SCRIVENER, 2018 ; MAHMOUDI & BENNOUR, 2022). Cette évolution justifie l'exploration et l'identification de nouveaux gisements de ces substances utiles.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, axée sur la caractérisation lithologique et géochimique des formations argileuses d'âge silurien de la région de Tabelbala. Ces unités affleurent au niveau de la partie centrale du faisceau de la Daoura, localisé dans le secteur sud-ouest des monts d'Ougarta (Sahara algérien). Bien que ces séries aient principalement fait l'objet de travaux à visée stratigraphique, sédimentologique ou paléontologique (MAACHEN, 1987 ; AIT-KACI, 1990 ; MADI, 1994 ; KHENNOUS, 1997 ; MEKKAOU, 2015), leur potentiel industriel demeure encore peu exploré.

L'objectif de ce travail est d'établir une description lithostratigraphique détaillée des faciès affleurants afin de préciser le découpage des unités géologiques. Dans un second temps, le couplage des données géochimiques, minéralogiques et physiques permettra d'évaluer les aptitudes technologiques de ces matériaux en vue de leurs valorisations industrielles potentielles.

II. OBJECTIFS ET STRUCTURE DU MEMOIRE

À partir de quelques échantillons d'argiles sélectionnés dans la partie nord-occidentale du faisceau de la Daoura, dans les monts d'Ougarta, nous allons entreprendre une caractérisation lithologique, géochimique et minéralogique de ces argiles, qui vise essentiellement les objectifs suivants :

- Décrire, sur le plan lithologique et pétrographique, les différentes argiles dans ladite région.
- Caractériser qualitativement et quantitativement la géochimie et la minéralogie de la fraction argileuse.
- Déterminer, à partir des résultats obtenus, les applications de ces argiles dans le secteur économique.

De ce fait, ledit mémoire de Master est organisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre constitue une introduction aux objectifs du mémoire et à son contexte. Il présente le cadre géographique et géologique ainsi que la méthodologie de travail.
- Le deuxième chapitre s'intéresse à l'analyse lithologique des coupes levées, permettant de reconnaître et de décrire les principaux faciès préexistants dans le secteur de Tabelbala (faisceau de la Daoura).

- Le troisième chapitre est consacré à la caractérisation géochimique et minéralogique ainsi qu'à l'analyse physico-mécanique de quelques échantillons de la région.

III. METHODOLOGIE

A. Sur le terrain

Le travail de terrain a essentiellement consisté en la réalisation de deux coupes lithologiques, au cours desquelles les différentes caractéristiques sédimentologiques des niveaux argileux ont été soigneusement relevées et décrites.

Les deux coupes ont été réalisées au niveau d'une ancienne carrière traditionnelle, exploitée par les habitants de Tabelbala. Parallèlement au levé des coupes lithologiques, plusieurs échantillons d'argile ont été prélevés afin de réaliser une étude qualitative de cette substance utile et d'en caractériser les principales propriétés.

B. Au laboratoire

Le travail de laboratoire a principalement porté sur la caractérisation chimique, minéralogique et physique de plusieurs échantillons d'argile prélevés au niveau des deux coupes lithologiques étudiées. Ces analyses ont été réalisées dans différents laboratoires spécialisés, selon la nature des investigations envisagées :

- Analyses chimiques : les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire d'analyses de la cimenterie de Soura, dans la wilaya de Béchar. Elles ont permis de déterminer la composition chimique des échantillons étudiés et d'identifier les principaux éléments majeurs constituant les matériaux argileux.

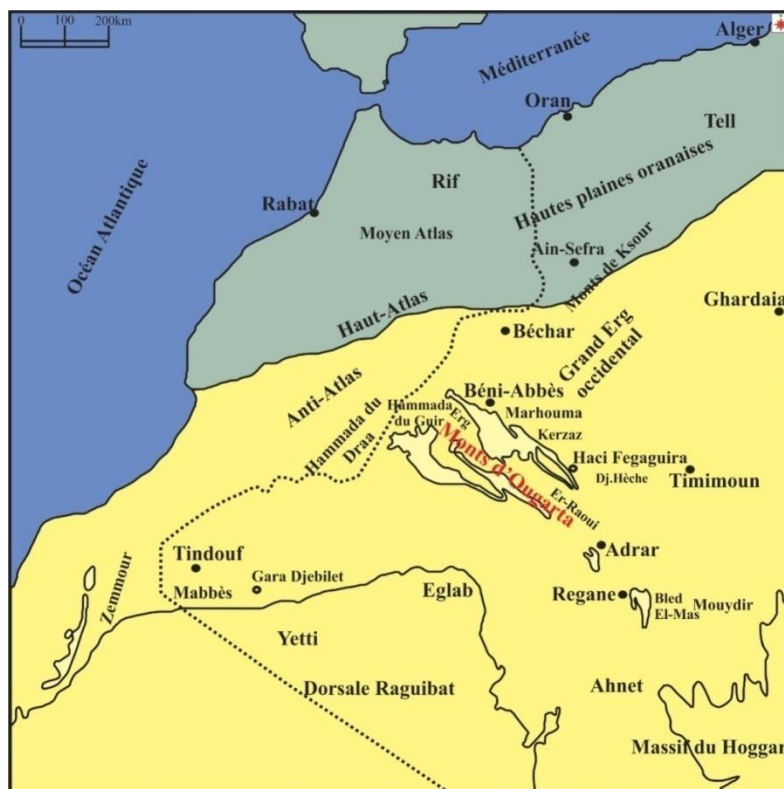
- Analyses minéralogiques : les analyses minéralogiques ont été réalisées au niveau des laboratoires du CETIM (Centre d'Études et de Services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de Construction), dans la wilaya de Boumerdès. Ces analyses ont permis d'identifier les principales phases minérales présentes dans les échantillons d'argile et d'évaluer leur composition minéralogique.

- Analyses physiques : les caractérisations physiques ont été effectuées au laboratoire de l'ENOF-Bental de Hammam Boughrara. Elles ont permis de déterminer certaines propriétés physiques des matériaux argileux et de contribuer à l'évaluation de leur aptitude à une éventuelle valorisation industrielle.

IV. CADRE GEOGRAPHIQUE

D'une longueur d'environ 450 km (KHENNOUS, 1997), orientée du Sud-Est au Nord-Ouest (parallèlement à la vallée de la Saoura), la chaîne d'Ougarta s'étend depuis la Hamada de Chammar au Sud jusqu'aux Hamada de Kem Kem et de Guir au Nord (MEKKAOU, 2015). Elle est interposée entre le Grand Erg Occidental à l'Est et la Hamada du Drâa et l'Erg Chech à l'Ouest (Fig. 1).

Notons que la chaîne d'Ougarta est divisée en deux grands faisceaux, soit du Nord-Ouest vers le Sud-Est : le faisceau de la Saoura (les monts d'Ougarta au sens strict) et le faisceau de la Daoura (Khel Tabelbala, Djebel Ben Tadjine et les monts de la Daoura) (Fig. 2).



Par ailleurs, le faisceau de la Daoura représente la partie occidentale des monts d'Ougarta. Il s'interpose entre l'Erg Er Raoui à l'Est, qui le sépare du faisceau de la Saoura, et l'Erg Eguidi à l'Ouest. Il est bordé par les Hamadas de Kem Kem et du Drâa au Nord, et enfin par l'Erg Chech au Sud (Fig. 2).

V. CADRE GEOLOGIQUE

A. Sur le plan stratigraphique

1. Le Paléozoïque

D'après les travaux d'ALIMEN *et al.* (1952), MENCHIKOFF (1952), BEUF *et al.* (1971), FABRE (1976), MAACHE (1987), KHENNOUS (1997), MEKKAOUI (2015) et SAADAOU (2018) (Fig. 3), les séries paléozoïques formant la chaîne d'Ougarta sont, de bas en haut, les suivantes :

1.1. Le Cambrien

Il est caractérisé par des grès (Formation conglomératique du Djebel Ben Tadjine), des arkoses (Formation des arkoses de Sebkha El Mellah) et des quartzites, dont l'épaisseur atteint 870 m dans la coupe de Sebkhet El Mellah (Formation des quartzites d'Aïn Néchia) (KHENNOUS, 1997).

1.2. L'Ordovicien

L'Ordovicien est généralement représenté par deux ensembles lithologiques constitués de sédiments argilo-gréseux. Ces deux ensembles sont séparés par une discordance de ravinement, liée au célèbre événement glaciaire reconnu à travers tout le Sahara algérien :

- ensemble basal (inférieur), à lithologie plus ou moins argileuse ;
- ensemble sommital (supérieur), à faciès plutôt gréseux.

1.3. Le Silurien

Le Silurien est généralement représenté par des argiles noires, fossilifères et carbonneuses, riches en matière organique, avec de rares passées calcaires à orthocères. Les fossiles sont principalement représentés par des graptolites, caractéristiques du Silurien (KHENNOUS, 1997).

1.4. Le Dévonien

Ce système est représenté par les trois sous-systèmes suivants :

-Le Dévonien inférieur : il est essentiellement constitué d'argiles à matériel grossier provenant du Sud et du Sud-Est. Vers le sommet de la série, on note la présence de carbonates. Nous signalons que les dépôts de cet intervalle chronologique sont étalés par un réseau fluvial méandrique (BEUF *et al.*, 1971). Vers le Nord et le Nord-Ouest, le faciès devient marin peu profond et riche en fossiles (« Formation de Dkhissa »).

-Le Dévonien moyen : il est constitué de calcaires blancs à gris-blanc, argileux, fossilifères, compacts et durs, admettant des intercalations argileuses (« Formation argilo-calcaire de Teferguenit »).

-Le Dévonien supérieur : il est formé d'une puissante série essentiellement argileuse, admettant quelques passées carbonatées à la base et au sommet (« Formation des argiles de Temertasset »), à laquelle fait suite une succession de couches argileuses avec de faibles intercalations gréseuses (« Formation des grès de Marhouma »).

1.5. Le Carbonifère

Durant le Carbonifère inférieur, nous distinguons une sédimentation marine à faciès argilo-gréseux, passant aux carbonates et aux anhydrites vers le sommet. En revanche, pendant le Carbonifère supérieur, la sédimentation se caractérise par des terrains namuriens argilo-gréseux, surmontés par le Stéphaniens à faciès argileux, puis argilo-gréseux (GEVIN, 1960).

1.6. Le Permien

Le Permien est souvent regroupé avec le Carbonifère pour former l'ensemble permocarbonifère.

Nous signalons que le Paléozoïque est recouvert par une série méso-cénozoïque, d'une épaisseur comprise entre 100 et 300 m au maximum à l'ouest de la chaîne d'Ougarta, devenant plus épaisse vers l'Est.

2. Le Cénozoïque

Le Cénozoïque repose directement, en discordance, sur les séries paléozoïques. Il est représenté par de vastes étendues hamadiennes, et plus précisément par la Hamada de Guir. Cette dernière montre des dépôts détritiques formés dans des conditions proches de l'émersion. Leurs caractéristiques sont celles de dépôts désertiques. En quelques points, ce complexe est interrompu par des dalles consolidées de calcaires siliceux, témoignant d'épisodes plus humides (lacustres).

Le Quaternaire est caractérisé par des alternances répétitives de phases d'érosion et de dépôt (successions de périodes pluviales et arides). À cet effet, les faciès sont variés et sont représentés par des accumulations de sables (Erg), de carapaces et d'évaporites.

Par ailleurs, les terrains du faisceau de la Daoura s'étendent du Cambrien au Dévonien supérieur. Le remplissage stratigraphique est classiquement subdivisé en trois séries principales (FABRE, 1976 ; NEDJARI & BITAM, 2003) :

- une série cambro-ordovicienne, comprenant une semelle de couverture à matériel grossier (Cambrien inférieur-moyen), suivie d'une sédimentation détritique argilo-sableuse à dominante fluviatile, puis littorale ;

- une série silurienne, représentée par les argiles à graptolites de la Formation de l'Oued Ali, déposées dans un contexte de mer froide post-glaciaire ;

- enfin, une série d'âge dévonien, bien développée au sud-ouest de Béni Abbès, comprenant successivement le Dévonien inférieur argilo-gréseux, le Dévonien moyen argilo-calcaire et le Dévonien supérieur, constitué d'argiles, de calcaires et de grès.

Ces terrains paléozoïques sont recouverts par des formations détritiques cénozoïques et quaternaires, constituées principalement de dunes sableuses, de regs et de hamadas.

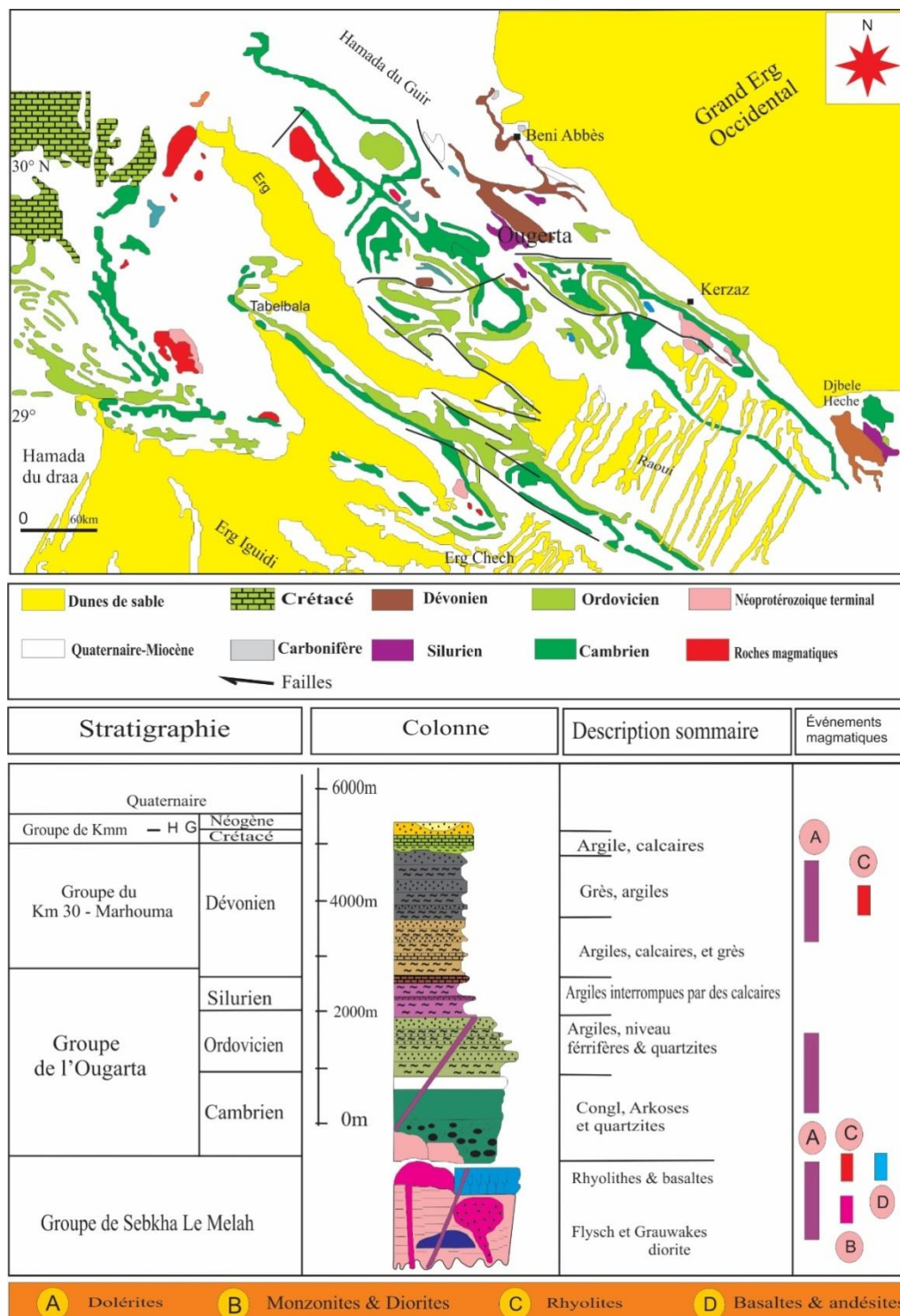


Figure 3 : Carte géologique et la colonne lithostratigraphique synthétique de la chaîne d'Ougarta (d'après MEKKAOU, 2015).

B. Sur le plan structural

La chaîne d'Ougarta est affectée légèrement par l'orogénèse hercynienne, et structurée en grands plis ouverts et coupés de plusieurs accidents subméridiens d'orientations NW-SE. D'après Donzeau (1981), ce sont des événements post Autunien avec des rejeux locaux au Crétacé (phase autrichienne) d'après AIT-KACI (1990) (Fig. 4).

La chaîne d'Ougarta est légèrement affectée par l'orogénèse hercynienne et structurée en grands plis ouverts, recoupés par plusieurs accidents subméridiens d'orientation NW-SE. D'après Donzeau (1981), ce sont des événements post-autuniens, avec des rejeux locaux au Crétacé (phase autrichienne), d'après Ait-Kaci (1990) (Fig. 4).

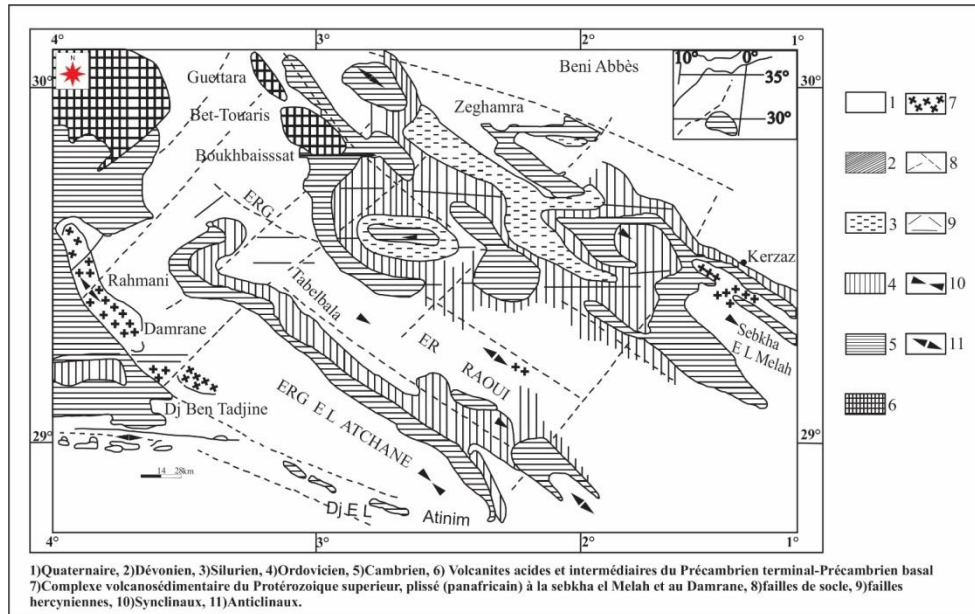


Figure 4 : Schéma structurale de la chaîne d'Ougarta (d'après SAADAOU, 2018).

Notons que le faisceau de la Daoura est caractérisé par un réseau dense de failles héritées de la tectonique hercynienne. Ces accidents tectoniques s'organisent principalement selon trois directions majeures : des failles de direction NW-SE, NE-SW et, enfin, E-W.

Deuxième chapitre : GEOLOGIE DU GISEMENT

Deuxième chapitre : GEOLOGIE DU GISEMENT

I. INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à l'étude géologique du gisement d'argiles d'âge silurien affleurant dans la région de Tabelbala. Il vise à préciser les caractéristiques lithologiques et pétrographiques des formations argileuses étudiées.

Dans un premier temps, une description lithologique et pétrographique détaillée des différentes unités constituant le gisement sera présentée à partir de deux coupes représentatives levées au niveau du site d'étude. Cette description permettra de mettre en évidence la nature, la succession et les principales caractéristiques des niveaux lithologiques, avec une attention particulière portée aux niveaux argileux considérés comme la substance utile.

Dans un second temps, une corrélation lithostratigraphique entre les deux coupes sera établie afin de mettre en évidence les éventuelles variations latérales des faciès et de préciser les caractéristiques de la substance utile.

II. CADRE GEOGRAPHIQUE DU GISEMENT

Le site d'étude, dénommé « Argiles siluriennes de Tabelbala », est situé à environ 500 m au sud de la ville de Tabelbala. Il se trouve le long de la nouvelle route reliant Tabelbala à Adrar (tab. 1) (Fig. 5).

Points	X (m)	Y (m)
1	507122	3865441
2	507129	3865474
3	507150	3865469
4	507139	3865420
5	507129	3865422
6	507132	3865439

Tableau 1 : Coordonnées UTM du périmètre d'exploration du gisement.



Figure 5 : Image satellitaire du site étudié

III. GEOLOGIE DU GISEMENT

A. Structure du gisement

Le gisement d'argiles de Tabelbala est caractérisé par l'existence de deux types de contacts anormaux.

Le premier contact est vertical et correspond à la limite entre les dépôts tertiaires et les argiles siluriennes. Les dépôts tertiaires reposent en concordance sur les formations argileuses siluriennes.

Le second contact est latéral et se situe entre les quartzites cambro-ordoviciens et les argiles siluriennes. Ces dernières occupent les différentes dépressions de la région de Tabelbala (Fig. 6).

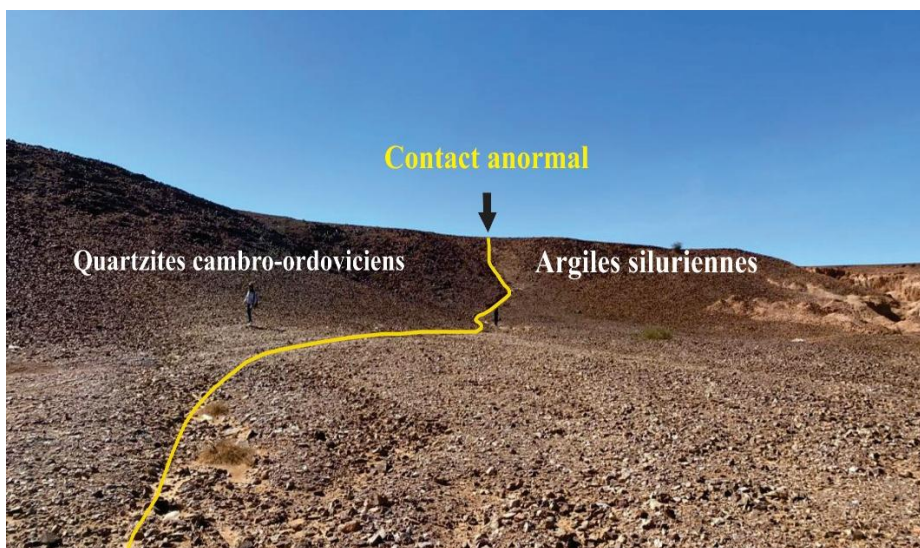


Figure 6 : Contact anormal entre les quartzites cambro-ordoviciens et les argiles siluriennes de Tabelbala.

B. Lithologie du gisement

Afin de caractériser la qualité lithologique des argiles affleurant dans la région de Tabelbala, deux coupes lithologiques ont été levées au niveau d'une ancienne carrière traditionnelle exploitée par les habitants de la région. Ces argiles sont notamment utilisées dans les écoles coraniques comme produit effaceur.

Les deux coupes ont été levées respectivement sur les deux flancs de cette carrière informelle. Elles permettent de suivre la succession verticale des différents niveaux lithologiques et de mieux caractériser les niveaux argileux.

1. Coupe du flanc nord

Cette coupe montre une succession verticale de deux unités lithologiques bien distinctes, qui seront décrites de la base vers le sommet (Fig. 7) :

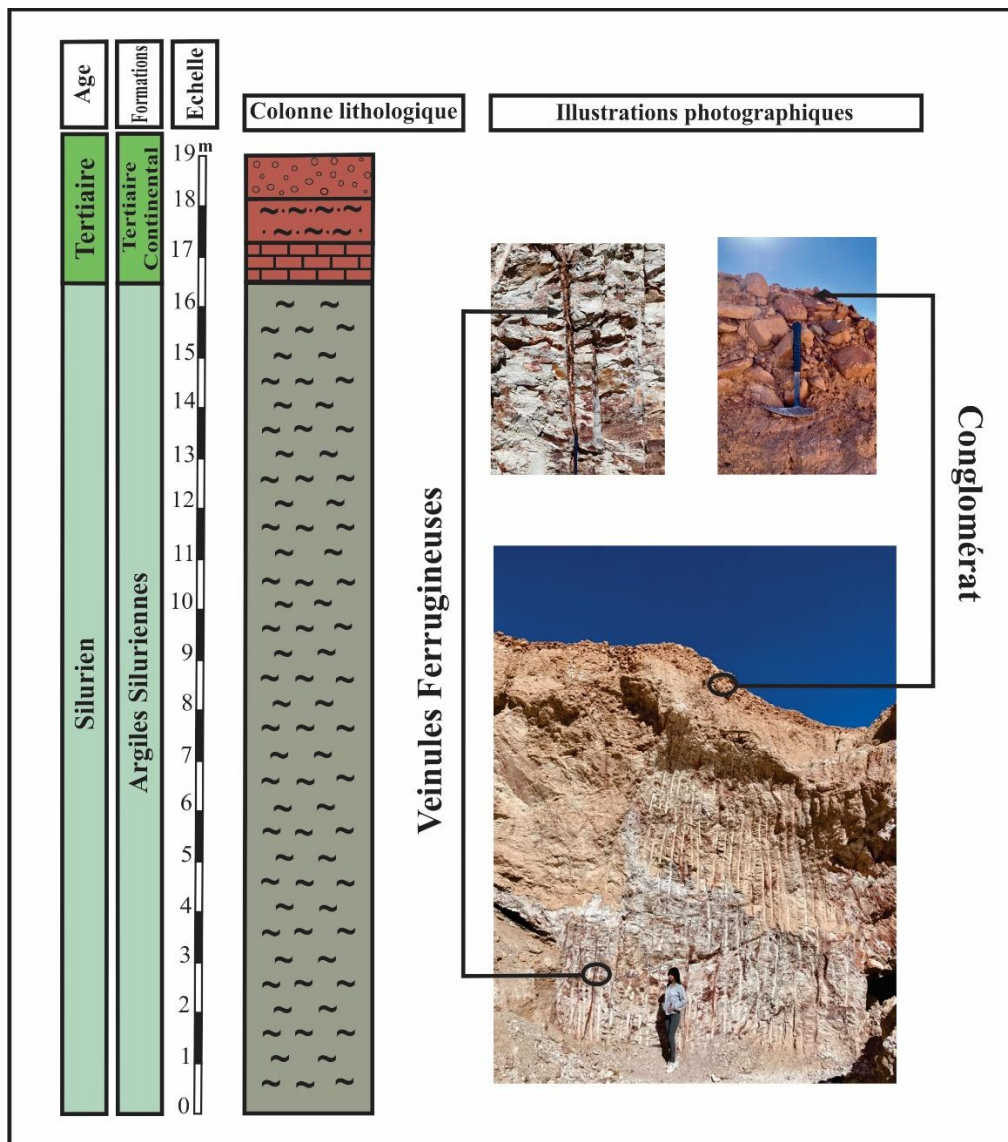


Figure 7 : Coupe du flanc Nord.

1.1. Unité argileuse « substance utile »

Cette unité affleure principalement sous forme d'argiles feuilletées, plus ou moins indurées, de teinte verdâtre à grisâtre. Les argiles présentent un toucher doux et sont recoupées par de nombreuses veinules ferrugineuses, orientées dans différentes directions. Cette unité présente une épaisseur d'environ 17 m.

Au niveau de ces niveaux argileux, aucune intercalation gréseuse ou carbonatée n'est observée.

1.2. Unité carbonatée et détritique « couverture stérile »

Cette unité est représentée, à sa base, par des calcaires lacustres de teinte rougeâtre, plus ou moins vacuolaires, d'une épaisseur d'environ 0,50 m. Ces calcaires passent progressivement à des argiles sableuses, également épaisses d'environ 0,50 m, présentant un toucher fortement grumeleux.

L'ensemble est surmonté par un niveau conglomératique constitué d'éléments arrondis, polygéniques et hétérométriques.

2. Coupe du flanc sud

Comme pour le flanc précédent, le flanc sud est constitué d'une succession verticale de deux unités lithologiques, décrites de la base vers le sommet (Fig. 8).

2.1. Unité argileuse « substance utile »

Cette unité est représentée par des argiles pulvérulentes, plus ou moins indurées, présentant une schistosité probablement liée aux déformations tectoniques. Ces argiles sont douces au toucher et présentent une couleur verdâtre à grisâtre claire. Elles contiennent de nombreuses taches d'oxydes de fer.

Les niveaux argileux ne montrent aucune intercalation carbonatée ou gréseuse. La présence de gypse associé à des veinules de calcite est également observée dans la partie supérieure de cette unité.

Du point de vue de la qualité lithologique, cette partie sommitale est considérée comme une zone de mauvaise qualité pour l'exploitation des argiles.

2.2. Unité carbonatée et détritique « couverture stérile »

Cette unité débute, à la base, par un niveau de calcaires lacustres d'environ 0,50 m d'épaisseur, contenant des galets mous d'argile de couleur verdâtre. Ce niveau est surmonté par environ 0,40 m d'argiles sableuses de couleur rougeâtre.

L'ensemble est ensuite recouvert par un niveau de poudingues polygéniques et hétérométriques, d'environ 0,30 m d'épaisseur, constitué principalement de galets de quartzite emballés dans une matrice terrigène de couleur rougeâtre.

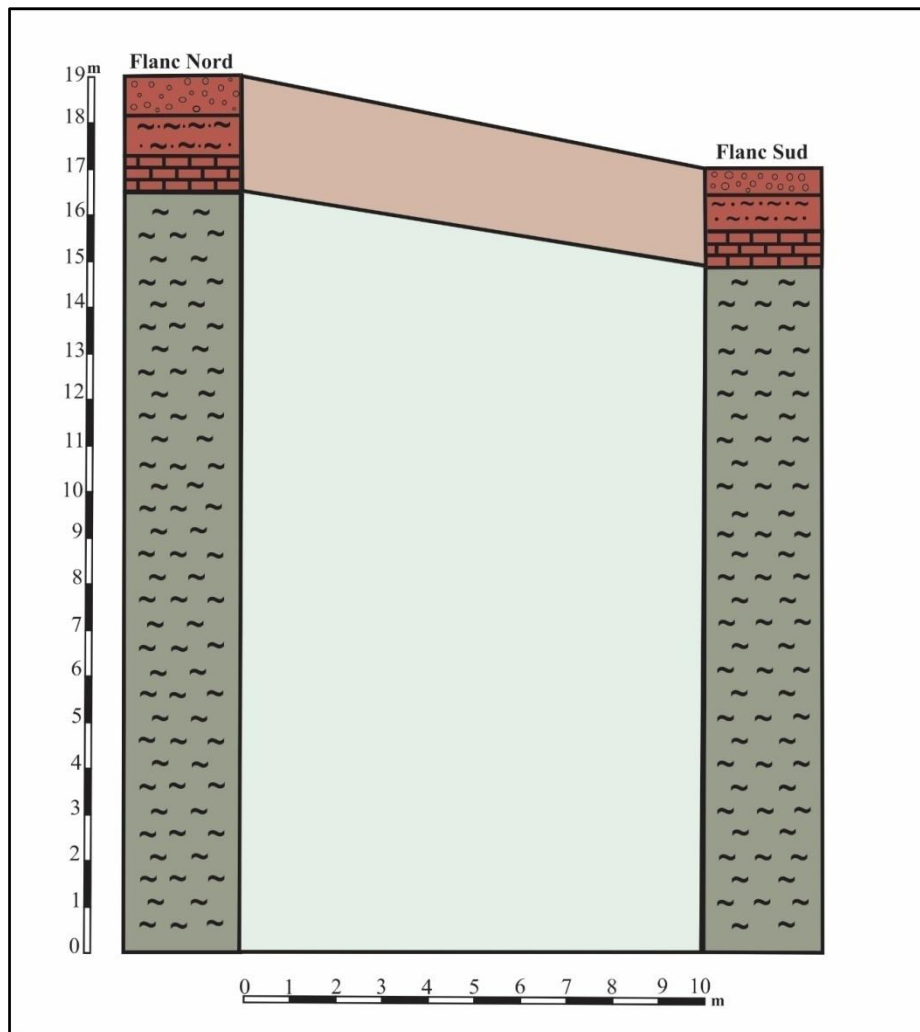


Figure 9 : Corrélation lithologique des deux coupes.

V. CONCLUSION

Le gisement en question est caractérisé par l'existence de deux types de contacts anormaux et de deux unités, l'une argileuse, constituant la substance utile, et l'autre carbonatée et détritique, considérée comme une couverture stérile. Par ailleurs, la corrélation entre les deux flancs montre clairement une augmentation progressive de l'épaisseur de la série argileuse et de la formation détritique suivant un axe Sud-Nord. Cette variation d'épaisseur pourrait être liée au jeu de la faille qui traverse le gisement.

**Troisième chapitre : CARACTERISATION
GEOCHIMIQUE, MINERALOGIQUE ET
APPLICATIONS**

Troisième chapitre : CARACTERISATION GEOCHIMIQUE, MINERALOGIQUE ET APPLICATIONS

I. INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à l'étude qualitative et quantitative des argiles siluriennes observées dans la région de Tabelbala. Il s'agit de caractériser cette substance utile à travers des analyses géochimiques, minéralogiques et physiques réalisées sur des échantillons sélectionnés dans les deux coupes étudiées.

Enfin, les résultats obtenus seront interprétés afin d'évaluer les potentialités de valorisation de ces argiles et de proposer leurs principaux domaines d'utilisation industrielle.

II. CARACTERISATION GEOCHIMIQUE

La caractérisation géochimique a été effectuée sur six échantillons provenant des flancs Nord et sud dans le secteur de Tabelbala.

A. Flanc nord

Les résultats d'analyses FRX des trois échantillons sélectionnés dans le flanc Nord montrent clairement qu'ils sont dominés par la silice (SiO_2) (Fig. 10), avec des teneurs comprises entre 52,76 et 55,45 %, et par Al_2O_3 , entre 28,40 et 32,08 %. L'échantillon 2MFN se distingue par une teneur relativement élevée en Fe_2O_3 (9,24 %), nettement supérieure à celles de 3MFN (2,67 %) et 1MFN (4,84 %), ce qui traduit un enrichissement marqué en fer.

Par contre, L'échantillon 1MFN présente la teneur la plus élevée en SiO_2 (55,45 %) et la plus faible en Al_2O_3 (28,40 %), ainsi que des teneurs plus faibles en CaO et MgO. Notons, que les teneurs en CaO et MgO, restent faibles dans les trois échantillons, tandis que K_2O et Na_2O sont également minoritaires.

La principale différence géochimique entre les échantillons réside donc dans la variation de Fe_2O_3 , particulièrement élevée dans 2MFN.

Par ailleurs, l'évolution verticale des oxydes le long du flanc Nord montre clairement une hétérogénéité géochimique verticale. Les variations de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO et MgO indiquent que la composition change avec la profondeur. (Fig. 10)

Le niveau intermédiaire (2MFN) se caractérise notamment par une augmentation de Fe_2O_3 , CaO et MgO. Cela peut correspondre à un niveau lithologique particulier, riche en minéraux ferromagnésiens et calciques.

Vers le sommet, l'augmentation relative de Al_2O_3 , K_2O et Na_2O , accompagnée de variation de SiO_2 suggère une évolution vers un matériau influencé par les minéraux argileux.

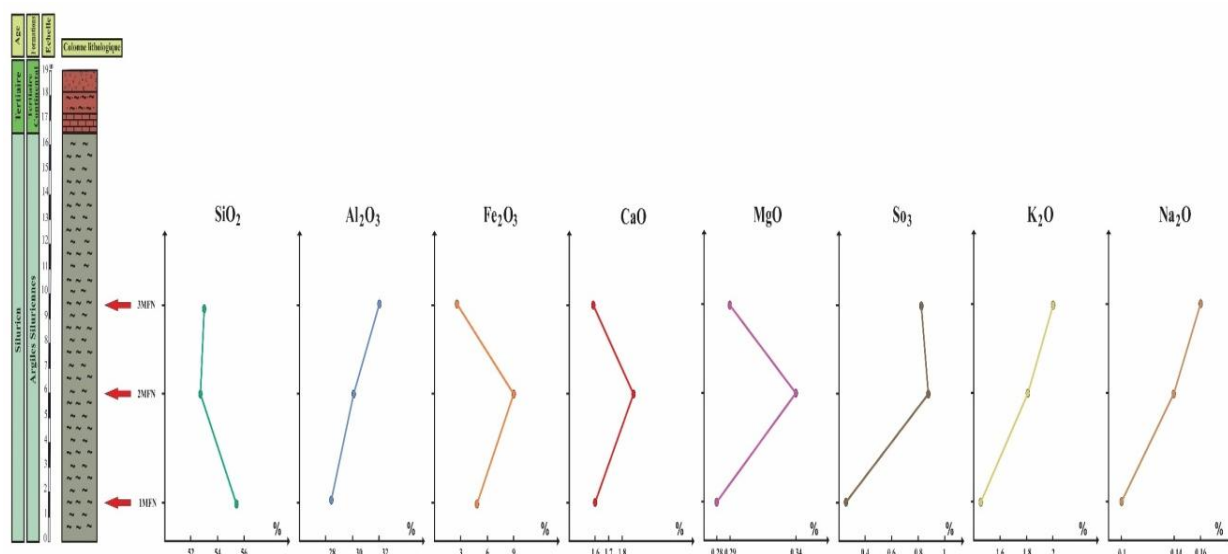


Figure 10 : L'évolution verticale des éléments chimiques de la section du flanc Nord.

B. Flanc sud

Pour le flanc sud, les analyses des échantillons (1MFS, 2MFS et 3MFS) (Fig. 11) montrent une forte hétérogénéité géochimique verticale.

L'échantillon 3MFS est dominé par SiO_2 (56,10 %) et Al_2O_3 (29,96 %), avec une faible teneur en Fe_2O_3 (2,36 %). Sa composition est donc essentiellement silico-alumineuse.

Par contre, celui de 2MFS constitue une anomalie très nette : SiO_2 et Al_2O_3 chutent respectivement à 12,67 % et 4,44 %, tandis que CaO atteint 44,08 %. Cet échantillon correspond donc à un niveau fortement calcaire/calrique, contrairement aux deux autres niveaux. Enfin, 1MFS retrouve une composition plus proche de celle de 3MFS, avec 54,14 % de SiO_2 , 26,83 % d' Al_2O_3 et une teneur plus élevée en Fe_2O_3 (6,19 %).

L'évolution verticale des éléments chimiques analysés dans le flanc sud, montre principalement une diminution de SiO_2 et Al_2O_3 au niveau intermédiaire puis augmentation vers le sommet. Par ailleurs, nous remarquons un enrichissement des éléments CaO et MgO au niveau intermédiaire et également un enrichissement préférentiel vers la base. Enfin, en ce qui concerne SO_3 , K_2O et Na_2O , il y a une variation plus irrégulière, avec notamment un appauvrissement relatif au niveau intermédiaire.

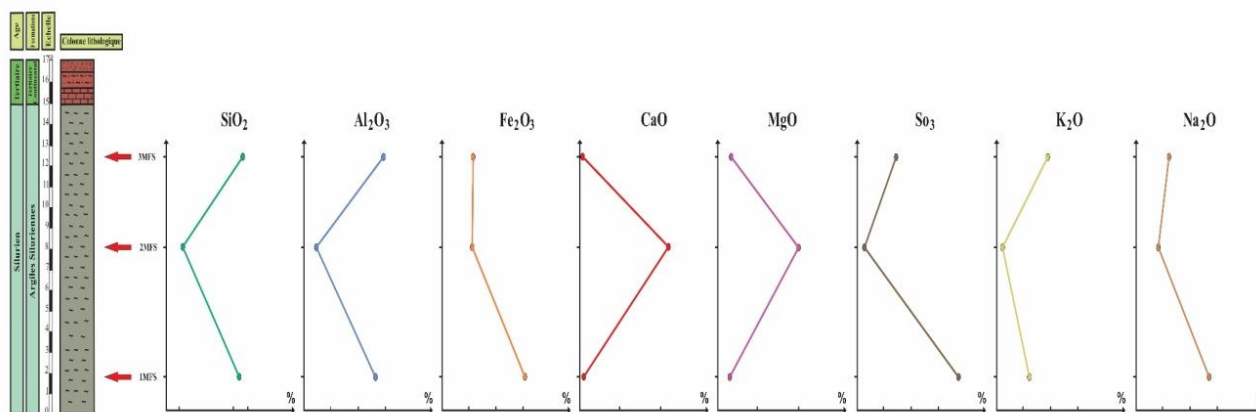


Figure 11 : L'évolution verticale des éléments chimiques de la section du flanc Sud de gisement.

La comparaison des résultats des deux flancs montre surtout une évolution verticale similaire pour plusieurs éléments, mais avec des différences dans l'amplitude des variations.

En effet, pour SiO_2 , Al_2O_3 , CaO et MgO , indiquant une évolution géochimique générale du gisement. Les différences observées pour Fe_2O_3 , SO_3 , K_2O et Na_2O traduisent cependant des variations latérales entre les deux flancs, probablement liées à des changements de la composition minéralogique dans les niveaux considérés et/ou aux processus d'altération.

II. CARACTERISATION MINERALOGIQUE

Par contrainte d'analyse, la minéralogie des argiles concerne deux (02) échantillons, M1N et M1S pour les flanc nord et sud respectivement.

A. Flanc nord (M1N)

Le cortège des minéraux argileux est représenté, dans l'ordre décroissant des teneurs, par l'illite (23 %), la pyrophyllite (20,5 %) et la kaolinite (19 %) (Fig. 12).

En ce qui concerne les minéraux non argileux, nous avons enregistré la présence du quartz (18 %), de la pyrite (10 %), de la dolomite (8 %) et de l'anatase (1,5 %).

B. Flanc sud (M1S)

Le cortège des minéraux argileux est représenté, dans l'ordre décroissant des teneurs, par la kaolinite (18 %), l'illite (17,5 %) et la pyrophyllite (10,5 %) (Fig. 13).

En ce qui concerne les minéraux non argileux, nous avons enregistré la présence du quartz (43,5 %), de la pyrite (9 %) et de l'anatase (1,5 %).

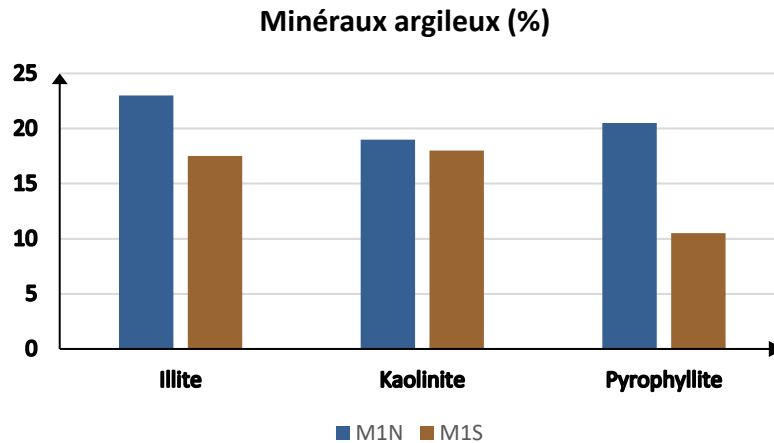


Figure 12 : Pourcentages des minéraux argileux et non argileux dans le flanc nord.

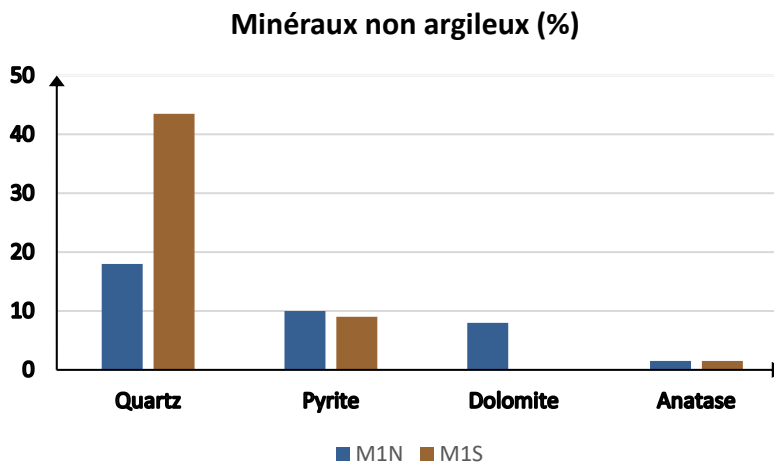


Figure 13 : Pourcentages des minéraux argileux et non argileux dans le flanc sud.

En somme, l'analyse DRX montre que l'échantillon M1N est principalement constitué de minéraux argileux, représentant environ 62,5 % de l'assemblage minéralogique, dominés par l'illite (23 %), la pyrophyllite (20,5 %) et la kaolinite (19 %).

Par ailleurs, la fraction non argileuse (37,5 %) est principalement représentée par le quartz (18 %), la pyrite (10 %) et la dolomite (8 %), avec une faible proportion d'anatase (1,5 %). Cette association minéralogique, notamment la coexistence de pyrophyllite, kaolinite, illite et pyrite, est compatible avec des phénomènes d'altérations.

L'échantillon M1S présente, en revanche, une proportion plus importante de minéraux non argileux (54 %), dominés par le quartz (43,5 %), tandis que les minéraux argileux représentent 46 % et sont constitués principalement de kaolinite (18 %), d'illite (17,5 %) et de pyrophyllite (10,5 %).

L'enrichissement marqué en quartz peut traduire une composante siliceuse primaire ou une silicification secondaire. La diminution de la pyrophyllite et de l'illite par rapport à l'échantillon 1 pourrait également refléter une altération moins marquée.

III. CARACTERISATION PHYSIQUE

Les résultats des analyses de quelques paramètres physiques des argiles du gisement sont présentés dans le tableau 2 :

Paramètres	Valeurs
Viscosité (S)	7
Humidité (%)	10
Perte filtrat (mL)	25
Indice de gonflement (mL/2g)	5

Tableau 2 : Résultat des analyses de quelques paramètres physiques.

Il convient de signaler que ces analyses ont été réalisées au laboratoire d'analyses de la société Enof-Bental, à Hammam Boughrara.

Les résultats obtenus montrent que les argiles ont une viscosité faible à modérée avec un comportement relativement peu colloïdal, cela est cohérent avec la présence de l'illite et la kaolinite et le manque des smectites. Quant à l'humidité, elle présente une teneur en eau relativement modérée.

En ce qui concerne la perte au filtrat, estimée à 25mL, indique une perméabilité relativement élevée. Enfin, l'indice de gonflement est faible à modéré est cohérente avec la présence de l'illite, la kaolinite et la pyrophyllite et l'absence des smectites.

Ces propriétés physiques sont compatibles avec une valorisation céramique potentielle, mais elles ne suffisent pas à elles seules pour conclure à l'aptitude céramique.

Pour la céramique, le point positif est le faible gonflement, qui peut faciliter le contrôle du séchage et limiter certains problèmes liés aux argiles très gonflantes.

IV. APPLICATION

D'après les résultats de la DRX et les propriétés physiques, les argiles étudiées ont surtout un potentiel dans le domaine des matériaux céramiques, mais plusieurs applications peuvent être envisagées :

A. Céramique traditionnelle

C'est probablement le domaine le plus pertinent à étudier car ces argiles contiennent notamment la Kaolinite (18–19 %) ; l'illite (17,5–23 %) ; la Pyrophyllite (10,5–20,5 %) et le Quartz (18–43,5 %). Cette association peut être intéressante pour la fabrication de briques, tuiles, carreaux et autres produits céramiques, sous réserve des essais technologiques après cuisson.

B. Briques et matériaux de construction

La composition minéralogique et le faible gonflement observé (indice de gonflement = 5) rendent également envisageable une utilisation dans les produits de terre cuite, notamment les briques, tuiles ; blocs en terre cuite et certains produits de construction.

Il faudrait cependant mesurer le retrait au séchage et à la cuisson, l'absorption d'eau et la résistance mécanique pour confirmer cette aptitude.

C. Céramique sanitaire ou faïence

La présence de kaolinite et d'illite peut également être intéressante pour certaines formulations de faïence ou de céramiques sanitaires. Cependant, ce type d'application exige généralement une matière première présentant des caractéristiques chimiques et minéralogiques plus contrôlées.

D. Matériaux cimentaires

La présence de minéraux argileux, particulièrement la kaolinite, peut présenter un intérêt pour la production de matériaux cimentaires à base d'argiles calcinées.

La kaolinite peut être transformée thermiquement en métakaolin, qui peut être utilisé comme matériau pouzzolanique. Toutefois, avec seulement environ 18–19 % de kaolinite et la présence importante de quartz et de pyrite, il faudrait caractériser précisément le matériau avant d'envisager cette application.

Les résultats des analyses lithologiques, géochimiques, minéralogiques et physiques montrent que les argiles siluriennes du gisement de Tabelbala présentent des caractéristiques favorables à plusieurs applications industrielles.

V. CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que la composition chimique des échantillons est dominée par la silice (SiO_2) et l'alumine (Al_2O_3), tandis que les teneurs des autres oxydes demeurent relativement faibles.

Les analyses minéralogiques mettent en évidence une prédominance des minéraux argileux, notamment la kaolinite, reconnue pour ses propriétés technologiques.

Les essais physiques révèlent également une viscosité, un indice de gonflement et une perte au filtrat compatibles avec plusieurs procédés industriels.

Ces résultats confirment que les argiles étudiées constituent une matière première de bonne qualité.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'étude du gisement d'argiles siluriennes de Tabelbala, situé dans le faisceau de la Daoura des monts d'Ougarta, avait pour objectif de caractériser les argiles sur les plans géologique, géochimique, minéralogique et physique, puis d'examiner leur potentiel de valorisation.

Sur le plan géologique, les deux coupes étudiées montrent une unité argileuse correspondant à la substance utile et une unité carbonatée et détritique constituant la couverture stérile. La corrélation met en évidence une augmentation de l'épaisseur des formations suivant un axe Sud–Nord. Le jeu de la faille est proposé comme une interprétation possible de cette variation. Toutefois, son rôle ne peut pas être confirmé sans données structurales complémentaires.

Sur le plan géochimique, les échantillons sont principalement caractérisés par SiO_2 et Al_2O_3 . Des variations verticales et latérales sont également observées, notamment pour Fe_2O_3 , SO_3 , K_2O et Na_2O . Ces variations peuvent être associées à des différences de composition minéralogique et/ou à des processus d'altération.

Sur le plan minéralogique, les deux échantillons étudiés présentent des assemblages différents. L'échantillon M1N est dominé par l'illite avec 23 %, suivie de la pyrophyllite avec 20,5 % et de la kaolinite avec 19 %. Dans M1S, la kaolinite est légèrement dominante avec 18 %, suivie de l'illite avec 17,5 % et de la pyrophyllite avec 10,5 %. M1S se distingue également par une forte proportion de quartz, atteignant 43,5 %. Ces résultats montrent une certaine hétérogénéité minéralogique entre les deux flancs.

Les essais physiques donnent une viscosité de 7 s, une humidité de 10 %, une perte au filtrat de 25 mL et un indice de gonflement de 5 mL/2 g. Ces résultats fournissent des indications préliminaires sur les propriétés des argiles. Cependant, en l'absence de normes et de valeurs de référence dans cette étude, ils ne permettent pas à eux seuls de confirmer une aptitude industrielle précise.

Ainsi, les résultats obtenus indiquent un potentiel de valorisation, notamment dans les domaines de la céramique et des matériaux de construction. Ce potentiel doit toutefois être confirmé par des essais technologiques complémentaires et par une comparaison avec les exigences spécifiques des différentes applications industrielles.

Les principales limites de cette étude concernent notamment le nombre limité d'échantillons soumis à l'analyse minéralogique, l'absence d'une caractérisation structurale détaillée de la faille et l'absence de comparaison systématique avec des normes industrielles.

PERSPECTIVES

À partir des résultats obtenus et des limites de cette étude, les perspectives suivantes sont proposées :

- **Renforcer l'échantillonnage**, notamment par des prélèvements souterrains, afin de mieux représenter les différents niveaux du gisement et les variations entre les deux flancs.
- **Compléter les analyses minéralogiques** sur un nombre plus important d'échantillons afin de mieux préciser la variabilité de la composition minéralogique des argiles.
- **Approfondir la caractérisation géochimique** par des analyses complémentaires afin de mieux expliquer les variations observées entre les différents niveaux et les deux flancs.
- **Réaliser une étude structurale détaillée** de la faille traversant le gisement afin de vérifier son rôle éventuel dans les variations d'épaisseur observées.
- **Comparer les propriétés physiques obtenues aux normes et aux valeurs de référence** correspondant aux différentes applications envisagées.
- **Réaliser des essais technologiques complémentaires**, notamment des essais de formulation et de cuisson, afin de vérifier l'aptitude réelle des argiles aux applications industrielles proposées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AÏT-KACI, A. (1990)- Évolution lithostratigraphique et sédimentologique des Monts d'Ougarta pendant le Cambrien (Sahara algérien nord-occidental). *Thèse de magister*, USTHB, Alger, 168p.

ALIEV, M., AÏT LAOUSSINE, N., AVROV, V., ALEKSINE, G., BAROULINE, G., IAKOVLEV, B., KORJ, M., KOUVYKINE, J., MAKAROV, V., MEDVEDEV, E., MKRTCHIANE, O., MOUSTAFINOV, R., ORIEV, L., OROUDJEVA, D., OULMI, M. & SAID, A. (1971)- Structures géologiques et perspectives en pétrole et en gaz du Sahara Algérien. *Tome I. SONATRACH*, 274 p.

ALIMEN, H., LE MAITRE, D., MENCHIKOFF, N., PETTER, G. & POUEYTO, A. (1952)- Les chaînes d'Ougarta et de la Saoura. *XIX^e Congrès Géologique International, Monographies Régionales, 1^{re} Série, Algérie, n° 15*.

AVET, F., & SCRIVENER, K. (2018)- Investigation of the calcined kaolinite content on the hydration of limestone calcined clay cement (LC3). *Cement and Concrete Research*, 107, pp. 124–135.

BENYOUCEF, M. (2013)- Le bassin crétacé du Guir (Sud-Ouest algérien) : caractérisations litho-biostratigraphiques, sédimentologiques et paléogéographiques. *Thèse de Doctorat*, Université de Tlemcen.

BEUF, S., BIJU-DUVAL, B., DE CHARPAL, O., ROGNON, P., GARIEL, O. & BENNACEF, A. (1971)- Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. *Éditions Technip, Paris*. 464 p.

BOOTE, D. R. D., CLARK-LOWES, D. D. & TRAUT, M. W. (1998)- Paleozoic petroleum systems of North Africa. In : *Petroleum Geology of North Africa. Geological Society, Special Publication*, 133, pp. 7–68.

DELEAU, P. (1952)- La région de Colomb-Béchar. *XIX^e Congrès Géologique International, Monographies Régionales, 1^{re} Série, Algérie, n° 8*, 104 p.

DONZEAU, M. (1972)- Les déformations hercyniennes dans le Paléozoïque des Monts d'Ougarta (Sahara occidental algérien). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Série D*, 274, pp. 3519–3522.

EL OUAHABI, M., DAOUDI, L., & FAGEL, N. (2014)- Mineralogical and geotechnical characterization of clays from Northern Morocco for their potential use in ceramic industry. *Clay Minerals*, 49, pp. 1–17. DOI : 10.1180/claymin. 2014.049.1.04.

FABRE, J. (1971)- Structure de l'Algérie saharienne. Éléments pour une carte tectonique. *Publications du Service Géologique de l'Algérie, Nouvelle Série*, 41, pp. 161–185.

FABRE, J. (1976)- Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. *SNED, Alger*, 422 p.

KHENNOUS, M. (1997)- Les bassins sédimentaires paléozoïques avoisinant la ride de l'Ougarta (Sahara algérien occidental) : histoire de l'évolution sédimentaire et structurale en vue de la recherche pétrolière. *Thèse de Doctorat, Johannes Gutenberg-Universität Mainz*. 138 p.

KAZI-TANI, N., NEDJARI, A. & DELFAUD, J. (1991)- Modalités de fonctionnement d'un bassin d'avant-fosse : l'exemple du Carbonifère de Béchar (Sud-Oranais, Algérie). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 313, pp. 579–585.

MAACHEN. (1987)- Etude sédimentologique (Lithostratigraphie -Diagenèses paléogéographie) Des séries du dévonien de la Saoura Monts de l'Ougarta Sahara Nord Occidental Algérie. *Thèse de Doctorat, université de Paris – sud centre d'Orsay*, 192 p.

MAHMOUDI, S., & BENNOUR, A. (2022)- Characterisation and ceramic application of clays from North Africa. *Applied Earth Science*, 131(1), 15–26. DOI : 10.1080/25726838.2021.1992815.

MADI, A. (1994)- Les bioconstructions carbonifères du bassin de Béchar, Sahara algérien : sédimentologie, diagenèse et potentiel pétrolier. *Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec*, 312 p.

MEKKAOUI, A. (2015)- Le magmatisme basique de l'axe Damrane–Kahal Tabelbala (Daoura, Monts de l'Ougarta, Sud-Ouest algérien) : géologie, pétrologie, géochimie et contexte géodynamique. *Thèse de Doctorat en Sciences, Université d'Oran 2*, 232 p.

MURRAY, H. H. (1991)- Overview—Clay mineral applications. *Applied Clay Science*, 5(5–6), pp. 379–395.

MURRAY, H. H. (2000)- Traditional and new applications for kaolin, smectite, and palygorskite : A general overview. *Applied Clay Science*, 17(5–6), pp. 207–221.

NEDJARI, A. (1991)- Dynamique du remplissage littoral et continental moscovo-permien du bassin d'avant-fosse de Béchar : électroséquences, modèles sédimentaires et paléopédogenèses. *Thèse de Doctorat ès Sciences*, USTHB, Alger, 289 p.

PAREYN, C. (1961)- Les massifs carbonifères du Sahara Sud-Oranais. Tome I : Stratigraphie et tectonique. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Paris*, 325 p.

SEBBAR, M. (1986)- Foraminifères et algues calcaires du Carbonifère inférieur (Viséen supérieur–Serpukhovien) du bassin de Béchar, Sahara nord-occidental (Algérie). Utilisation paléobiogéographique. *7^e Séminaire National des Sciences de la Terre*, Alger, Résumés, p. 138.

ZAIGOUCHE, D. (1985)- Examen des phases d'instabilité orogénique du bassin de Béchar–Abadla et leurs relations avec la sédimentation. *Thèse de Doctorat de 3^e cycle*, USTHB, Alger, 228 p.

LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude (d'après MADI, 1994).	9
Figure 2 : Carte géologique montrant les unités de la chaîne d'Ougarta (d'après MEDAOURI, 2004).	9
Figure 3 : Carte géologique et la colonne lithostratigraphique synthétique de la chaîne d'Ougarta (d'après MEKKAOUI, 2015)	12
Figure 4 : Schéma structurale de la chaîne d'Ougarta (d'après SAADAOUI, 2018).	13
Figure 5 : Image satellitaire du site étudié.	15
Figure 6 : Contact anormal entre les quartzites cambro-ordoviciens et les argiles siluriennes de Tabelbala.	15
Figure 7 : Coupe du flanc Nord.	16
Figure 8 : Coupe du flanc Sud.	18
Figure 9 : Corrélation lithologique des deux coupes.	19
Figure 10 : L'évolution verticale des éléments chimiques de la section du flanc Nord.	21
Figure 11 : L'évolution verticale des éléments chimiques de la section du flanc Sud de gisement.	22
Figure 12 : Pourcentages des minéraux argileux et non argileux dans le flanc nord.	23
Figure 13 : Pourcentages des minéraux argileux et non argileux dans le flanc sud.	23

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1 : Coordonnées UTM du périmètre d'exploration du gisement.	14
Tableau 2 : Résultat des analyses de quelques paramètres physiques.	24

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géo-Ressources

Titre du mémoire : Caractérisation géologique et géochimique des argiles d'âge Silurien. Exemple : Argiles des Monts d'Ougarta

Auteurs : Ikram Fatima Zohra AZZA BELKHIR & Djihene BELAID

Résumé

Situé au sud de la ville de Tabelbala, dans le faisceau de la Daoura des monts d'Ougarta, le gisement d'argiles siluriennes étudié présente un intérêt pour la caractérisation et la valorisation des ressources argileuses de la région.

L'étude repose sur une caractérisation lithologique, géochimique et minéralogique, complétée par des essais physiques. Les observations lithologiques mettent en évidence deux unités principales : une unité argileuse correspondant à la substance utile et une unité carbonatée et détritique constituant la couverture stérile. Les argiles sont généralement indurées, feuilletées à schisteuses, de couleur verdâtre à grisâtre et présentent un toucher doux. La corrélation des deux coupes montre une augmentation de l'épaisseur des formations suivant un axe Sud-Nord. Cette variation pourrait être liée au jeu de la faille traversant le gisement, mais cette interprétation reste à confirmer par une étude structurale plus détaillée.

Les analyses géochimiques montrent une composition principalement caractérisée par SiO_2 et Al_2O_3 . Les analyses minéralogiques mettent en évidence une différence entre les deux flancs étudiés : l'illite est le minéral argileux le plus abondant dans l'échantillon M1N avec 23 %, tandis que la kaolinite est légèrement dominante dans M1S avec 18 %. La fraction non argileuse est notamment représentée par le quartz, particulièrement abondant dans M1S avec 43,5 %.

Les essais physiques donnent une viscosité de 7 s, une humidité de 10 %, une perte au filtrat de 25 mL et un indice de gonflement de 5 mL/2 g. Ces résultats fournissent des indications préliminaires sur les propriétés des argiles étudiées.

L'ensemble des résultats indique un potentiel de valorisation, notamment dans le domaine des matériaux céramiques et de la construction. Toutefois, des essais technologiques complémentaires sont nécessaires afin de confirmer l'aptitude de ces argiles à des applications industrielles spécifiques.

Mots-clés : Tabelbala, monts d'Ougarta, faisceau de la Daoura, argiles siluriennes, lithologie, géochimie, minéralogie, propriétés physiques, valorisation.