

N° d'ordre : /DSTU/2021



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

Sanaa BOUANANI & Asma GHALEM

**CARACTERISATION PETROPHYSIQUE ET GEOCHIMIQUE D'UN
GISEMENT DE BENTONITE. EXEMPLE : GISEMENT DE DAR
M'BAREK -MAGHNIA-**

Soutenu le 11 Juillet 2021 devant les membres du jury :

Salamet MAHBOUBI, MC (A), Univ. Tlemcen
Choukri SOULIMANE, MC (A), Univ. Tlemcen
Mustapha BENADLA, MC (B), Univ. Tlemcen
Khaled DEKHLI, Ingénieur, ENOF

Président
Encadreur
Examineur
Invité

DEDICACE

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents :

- Ma mère qui a tous sacrifié pour moi, qui m'a comblé de son amour, qui m'a appris que les bonnes choses dans la vie n'arrivent facilement.
- Mon père, a ce bel homme qui a toujours été, et restera toujours mon exemple et mon idole, à mon super-héros qui a sacrifié tous ce qu'il pouvait pour nous voir heureux.
- A mon cher mari ; pour la patience et le soutien, tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour.
- A ma belle-mère, qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur et son amour puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur
- A mes chers Sœurs « **NIHEL, NOR HANE** » et frères « **MOUHAMED EL AMINE & ISSEM** », qui sont mes sources de joie et de bonheur
- A tous mes ames que j'aime : « **GHIZLANE NAFISSA et CHAIMAA MAISAA** » pour leurs aides leur disponibilités, leur sincère amitié et confiance
- A mon binôme « **GHALEM Asma** » qu'on a partagé tous ensemble.

BOUANANI Sanaa.

DEDICACE

Je dédie ce travail :

- ❖ A ma très chère mère pour son sacrifice, son amour, son soutien et son encouragement et par ses prières qui m'accompagné tout au long de mes études, sans elle je n'en serais pas là. Que dieu la protège pour moi.
- ❖ A mon cher papa, pour son amour et son soutien. Que dieu le procure une bonne santé et une longue vie.
- ❖ A mon frère « **Mohsen** » et mes sœurs « **Meriem** » « **Wassila** » et « **Kawther** » qui m'ont aidé, soutenu et encouragé tout au long de mon parcours.
- ❖ A ma grande mère chérie, qui m'accompagné par sa douceur et son amour, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur.
- ❖ A toute ma grande famille.
- ❖ A tous mes amies que j'aime : **Djihene, fatima, Ghizlene, Nafissa, Maissa et Aya**, pour leur aides, leurs disponibilités, leurs sincère amitié et confiance.
- ❖ A tous mes collègues de ma promotion 2021 et à tous ceux, qui de près ou de loin, m'ont aidé à mener à bon terme la réalisation de ce travail.
- ❖ A mon binôme « **BOUANANI Sanaa** » qu'on a partagé tous ensemble.

GHALEM Asma.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
RESUME	4
ABSTRACT	5
ملخص	6

Premier chapitre : **INTRODUCTION**

I. PROBLEMATIQUE	7
II. OBJECTIFS DU MEMOIRE	7
III. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE	7
A. Contexte géographique	7
1. Situation géographique générale de la plaine de Maghnia	7
2. Situation géographique de la région d'étude	8
B. Contexte géologique	9
1. Aperçu géologique de la plaine de Maghnia	9
1.1. Sur le plan tectonique	9
1.2. Sur le plan stratigraphique	9
2. Aperçu géologique de la zone d'étude	10
2.1. Sur le plan stratigraphique	10
IV. METHODOLOGIE	11
A. Sur le terrain	11
B. Au laboratoire	11
1. Description	11
1.1. Contrôle du tout-venant	11
1.2. Préparation de l'échantillon	11
2. Etapes de préparation des échantillons pour DRX	13
3. Etape d'analyse des échantillons par MEB/EDX	14

Deuxième chapitre : **ETUDE DU GISEMENT**

I. INTRODUCTION	15
II. ETUDE LITHOLOGIQUE	15
A. Géologie de gisement	15
B. Structure de gisement	17
C. Description lithologique	17
1. Premier Gradin	18
2. Deuxième Gradin	18

3. Troisième Gradin	18
4. Quatrième Gradin	18
III. CALCUL DE RESERVE ET METHODES D'EXPLOITATION DE LA BENTONITE	23
A. Calcul de réserve	23
1. Réserves exploitables	25
B. Méthodes d'exploitation de la bentonite	25
1. Découvertes	26
2. Délimitation de la fosse finale	26
2.1. En surface	26
2.2. En profondeur	26

Troisième chapitre : **ETUDE DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES ET GEOCHIMIQUES**

I. INTRODUCTION	27
II. ETUDE DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES	27
A. La bentonite de forage	27
1. Calcul de refus	27
2. Calcul de perte filtra	27
3. Calcul de viscosité	27
4. Calcul d'humidité	28
B. La bentonite de charge industrielle (BCI)	28
1. Calcul de refus	28
2. Calcul d'humidité	28
C. La bentonite de fonderie	28
III. ANALYSE GEOCHIMIQUE	29
A. Analyse géochimique des argiles bentonitiques (DRX)	29
B. Analyse par MEB-EDX	30
CONCLUSION GENERALE	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
PLANCHE	36
LISTE DES FIGURES	37
ANNEXE	38

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous tenons à remercier le bon Dieu le tout Puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous voulons tout d'abord remercier :

Mr. Choukri SOULIMANE, Maître de conférences classe (A) à l'université de Tlemcen, pour son encadrement, sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils durant toute la période de notre travail.

Nos sincères remerciements aux honorables membres de jury pour l'attention dont ils ont fait preuve vis-à-vis de notre travail :

Madame Salamet MAHBOUBI, Maître de conférences classe (A) à l'université de Tlemcen, pour sa gentillesse et d'avoir présider ce modeste travail.

Mr. Mustapha BENADLA, Maître de conférences classe (B) à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

De même, nos remerciements à l'équipe du laboratoire pour leur accueil, disponibilité et leur aide durant notre stage pratique.

Nous tenons également à remercier notre responsable de Master Géo-ressources Professionnel Mr. MAROK Abbas, Professeur à l'université de Tlemcen, pour tous ses efforts durant nos deux années de formation.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de Laboratoire de Catalyse et Synthèse en Chimie Organique ; Mr. Abderrahim CHOUKCHOU-BRAHAM, Professeur à l'université de Tlemcen et responsable des **RX**, l'ingénieur Mme Soumia OUMILOUD et Mme Soumia RAMDANI du **CRAPC** de Ourgla de nous avoir fourni des informations concernant le **FRX/MEB**.

Un grand Merci pour Pr. Leila CHERIF, retraitée de la faculté des sciences, pour son aide précieux et de nous avoir accorder des séances de travail sur le **EDX/MEB**.

Enfin, Au terme de ce projet de fin d'étude, nous tenons à manifester l'expression de notre profonde gratitude et notre reconnaissance à toute personne ayant contribué de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

RESUME

RESUME

Le gisement de Dar M'Barek est considéré parmi le plus grand gisement d'argiles bentonitiques récent en Algérie. Dans le but d'avoir une meilleure idée sur la qualité de ces argiles bentonitiques, une étude lithologique, pétrophysiques et géochimiques ont été réalisées. Ainsi, l'étude lithologique montre que la carrière de Dar M'Barek se distingue par la présence de trois ensembles lithologiques : ensemble de base, formé de tuf volcanique blanchâtre renfermant de débris rhyolitiques et perlites. Passant aux argiles bentonitiques de couleur verdâtre à nuance jaunâtre interrompue par des intrusions rhyolitiques vers le haut. La série est clôturée par une carapace détritique rougeâtre, formée par des grès, des argiles et des conglomérats.

Par ailleurs, les résultats des paramètres pétrophysiques, telle que la viscosité, le gonflement, la perte filtrat, l'humidité et le refus, montre que la qualité de ces argiles bentonitiques sont utilisé comme une matière première pour la bentonite de forage, la bentonite de charge industrielle et de la fonderie.

Enfin, l'analyse géochimique montre que la composition minéralogique des argiles bentonitiques de ladite carrière est variable. La paragenèse minérale est composée de deux minéraux argileux (montmorillonite et muscovite). Cependant, les minéraux non argileux sont formés de quartz, calcite Ca(OH)_2 , goethite, corundum, albite, magnétite, katoite, FeO (OH) .

Mots-clés : Dar M'Barek, argiles bentonitiques, étude lithologique, paramètres pétrophysiques, analyse géochimique, minéraux argileux, minéraux non argileux.

ABSTRACT

ABSTRACT

The Dar M'Barek deposit is considered to be one of the largest recent bentonite clay deposits in Algeria. In order to have a better idea of the quality of these bentonite clays, a lithological, petrophysical and geochemical study was carried out. Thus, the lithological study shows that the Dar M'Barek quarry is distinguished by the presence of three lithological sets: the basic set, formed of whitish volcanic tuff containing rhyolitic debris, perlites and bentonite clays. Passing to bentonite clays of greenish to yellowish colour interrupted by rhyolitic intrusions towards the top. The series is closed by a reddish detrital shell, formed by sandstones, clays and conglomerates.

Furthermore, the results of the petrophysical parameters, such as viscosity, swelling, filtrate loss, moisture and rejection, show that the quality of these bentonite clays are used as a raw material for drilling, industrial filler and foundry bentonite.

Finally, the geochemical analysis shows that the mineralogical composition of the bentonite clays in the said quarry is variable. The paragenesis mineral is composed by two clay minerals (montmorillonite and muscovite). However, the non-clay minerals consist of quartz, Ca(OH)_2 calcite, goethite, corundum, albite, magnetite, katoite, FeO(OH) .

Key-words: Dar M'Barek, bentonite clays, lithological study, petrophysical parameters, geochemical analysis, clay minerals, non-clay minerals.

ملخص

يعتبر مَنجَم دار مبارك من بين أكبر وأحدث المناجم لطين البنتونيت في الجزائر- لهذا الغرض، ومن أجل الحصول على فكرة أفضل عن جودة طين البنتونيت، تم إجراء دراسة ليثولوجية، بتروفيزيائية وجيوكيميائية.

وبالتالي، أظهرت الدراسة الليثولوجية أن مَنجَم دار مبارك يتميز بوجود ثلاث مجموعات حجرية: المجموعة الأساسية المكونة من طوف بركاني أبيض يحتوي على حطام ريوليت وبيربليت، أما المجموعة الثانية تحتوي على طين البنتونيت ذو اللون الأخضر مع مسحة صفراء المتقطعة بسبب الاقتحامات الريوليتية نحو الأعلى. السلسلة تنتهي بدرع مفتت ضارب إلى الحمرة، متكون من الحجارة الرملية، الطين والتكتلات.

من جهة أخرى، أظهرت نتائج المعاملات البتروفيزيائية، مثل اللزوجة، التورم، فقدان الترشيح، الرطوبة، والرفض، بوضوح أن جودة طين البنتونيت تستخدم كمادة خام لبنتونيت الحفر، و البنتونيت للحمل الصناعي، والبنتونيت المسبك..

وأخيرًا، يُظهر التحليل الجيوكيميائي أن التركيب المعدني لطين البنتونيت للمَنجَم المذكور أعلاه أنه متغير. يتكون المزيج المعدني من معادن طينية (مونتوريلونيت ومسكوفيت). أما المعادن غير الطينية فإنها تتكون من الكوارتز، الكالسيت $Ca(OH)_2$ ، الجيوتيت، أكسيد الألمونيوم، الالبيت، المغنتيت، الكاتويت، والحديد $Fe(OH)$.

الكلمات المفتاحية:

دار مبارك، طين بنتونيت، دراسة ليثولوجية، المعاملات البتروفيزيائية، التحليل الجيوكيميائي، المعادن الطينية، المعادن غير الطينية.

Premier chapitre : **INTRODUCTION**

I. PROBLEMATIQUE

La carrière de Dar M'Barek est considérée comme le gisement d'exploitation des argiles bentoniques le plus important en wilaya de Tlemcen. Dans ce présent travail, on va essayer d'étudier la nature lithologique des gradins qui constitue le front de taille de la carrière d'une part et d'interpréter les données des paramètres physico-mécaniques et géochimique des argiles d'autre part. Ces paramètres reflètent la qualité de produit exploité dans ce gisement et leur différent domaine d'utilisation.

Il est à noter que ce présent mémoire rentre dans le cadre d'une convention entre l'Université de Tlemcen et l'entreprise ENOF. A titre d'information, le groupe ENOF a été créé en 1983, c'est une Entreprise minière des métaux non ferreux, qui dispose des gisements de Baryte, Bentonite, Kieselguhr, Kaolin, Dolomie, Feldspath, plomb et zinc, Carbonate de calcium et Calcaire.

II. OBJECTIFS DE MEMOIRE

Les principaux objets d'étude abordés dans le cadre de ce mémoire de master peuvent être résumés rapidement comme ci-après :

- Etablir une description lithologique détaillée pour chaque gradin (constituant le front de taille de la carrière), afin de déterminer la qualité pétrographique de la roche exploitée dans ce gisement ;
- Etudier les différents paramètres physico-mécaniques qui contrôlent la qualité des argiles exploitées dans cette carrière ;
- Calculer le réserve géologique par l'élaboration des coupes géologiques, pour avoir une idée globale sur la quantité des argiles exploitables dans ce gisement.
- Procéder à une étude géochimique afin de connaître le cortège minérale constituant les argiles bentoniques de la carrière de Dar M'Barek

III. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

A. Contexte géographique

1. Situation géographique générale de la plaine de Maghnia

La plaine de Maghnia fait partie de la région Nord occidentale d'Algérie, elle est limitée Au Nord, par les Monts de Traras; au Sud par les Monts de Tlemcen, à l'Est par la plaine de Sidi Bel Abbes et à l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine (fig. 01).

Notons que la plaine est drainée par des rivières qui suivent le bord de ces collines avant de se jeter dans la Tafna. Enfin, l'altitude de la plaine de Maghnia est d'environ 300 m au Nord et 500 m au Sud.



Fig. 01- Situation géographique générale de la plaine de Maghnia (Benest, 1985).

2. Situation géographique de la zone d'étude

La zone objet de cette étude constitue une simple étroite région dans la plaine de Maghnia. Elle se localise à 2 km au Nord Est de la station hydrothermale de Hammam Boughrara, sur la rive droite de l'oued Tafna (fig. 02).

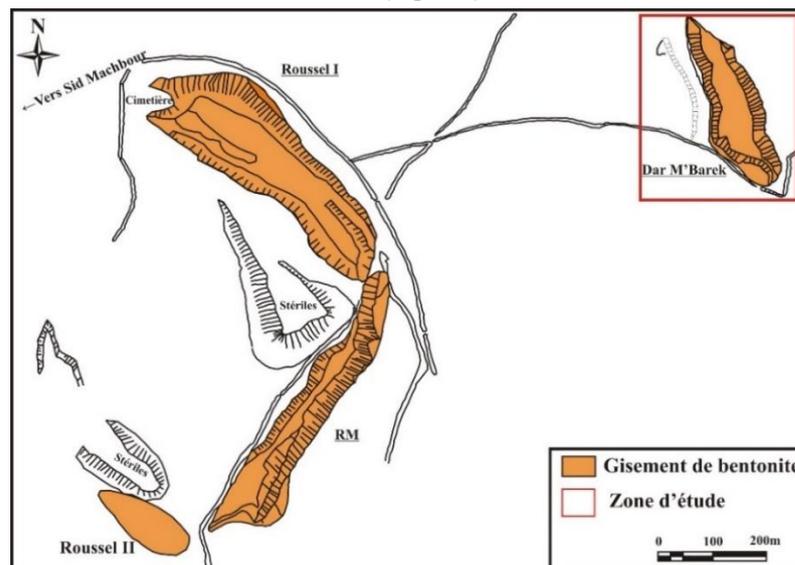


Fig. 02- Situation géographique de la zone d'étude (Groupe ENOF, 2013).

B. Contexte géologique

1. Aperçu géologique de la plaine de Maghnia

1.1. Sur le plan tectonique

La région de Maghnia est affectée par une tectonique souple marquée par un pli synclinal et une tectonique cassante peut intense représentée essentiellement par les failles du type atlasique. Les gisements de Hammam Boughrara sont affectés par une tectonique cassante. Ce sont des failles de directions NW-SE et NNE-SSW qui contrôlent l'emplacement des gisements, après avoir joué en drains, pour la remontée des solutions hydrothermales. La plus connue est celle de Hammam Boughrara.

La plaine de Maghnia est une zone très déprimée traversée par des accidents cassants, elle est formée par une architecture compartimentée et accompagnées de fissures secondaires de direction NW et NE qui contrôlent la minéralisation en profondeur.

1.2. Sur le plan stratigraphique

Concernant les caractéristiques lithostratigraphique de la plaine de Maghnia, nous citons quelques travaux qui ont été réalisé, il s'agit principalement des travaux de GENTIL (1903) ; PERRONDON (1957) ; BENEST (1981, 1982, 1985) ; BENEST & BENSALAH (1999) ; ENOF (2013, 2015).

Reposant en discordance angulaire sur des grès du Jurassique Supérieur, la série stratigraphique dans l'ordre ascendant est comme suit :

❖ Les formations du Miocène

. Leur base consiste en un assemblage de roches sédimentaires composées de calcaires, de marnes, de grès, de Marnes gréseuse et d'argiles carbonatées. Les sommets de la séquence sont composés d'un assemblage de roches volcano-sédimentaires. Celle-ci, consistent en rhyolites, perlites, obsidiennes, tufs et tufs conglomératiques. Localement, ces perlites, obsidiennes et tufs sont Transformés en argiles bentonitiques qui font l'objet des exploitations commerciales de la Région de Maghnia.

❖ Les formations du Pliocène

Recouvrent celles du Miocènes en discordance angulaire. Elles consistent en Formations continentales composées de siltstones, de grès et de calcaires.

❖ Les formations du Quaternaire

Les dépôts du Quaternaires son formés de blocs et de galets plus ou moins consolidés et quelques petites cheminées de basalte. A titre d'exemple, Une de ces cheminées (environ 1800 m² section) recoupe le gîte de bentonite de Roussel I entre les sections IV-IV ; et V-V', tandis qu'une autre (environ 1050 m² de section) recoupe le gîte de Dar M'Barek au sud de la section X-X' (SONAREM, 1972, annexe graphique n° 2).

2. Aperçu géologique de la zone d'étude

2.1. Sur le plan stratigraphique

La structure géologique de la région est prédominée par les dépôts Miocène et Pliocène, formant ainsi un pli synclinal sur les flancs, auquel sont associés aux affleurements des grès du Jurassique supérieur.

Sur le plan géologique, les gisements bentonitiques de la région de Maghnia qui sont situés au SE de la ville, plus précisément, à 4 Km du plus proche village « Hammam Boughrara ». Ainsi, nous résumons brièvement les principales formations dans l'ordre ascendant depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire.

❖ Le Miocène

Il affleure dans la vallée de l'oued Tafna et forme une bande continue E-W. Ces dépôts reposent en discordance sur les formations du Jurassique Supérieur. Leur base consiste en un assemblage de roches sédimentaires composées de : calcaires massifs, marnes finement litées de teinte grise avec des lentilles et passées de tufs basaltiques et basaltes. Plus haut se trouvent des calcaires de couleur grise, qui sont surmontés par des marnes grises qui renferment des couches minces gréseuses. Ce niveau comprend un banc puissant d'argiles carbonatées. L'allure des dépôts décrits est presque horizontale.

La coupe du Miocène se termine par une assise volcano-sédimentaire constituée par des rhyolites, des perlites obsidiennes, des tufs soudés et des tufs conglomératiques.

Localement ces perlites obsidiennes et tufs sont transformées en argiles bentonitiques. Elles reposent en discordance sur l'assise sédimentaire de Miocène dont l'épaisseur totale des dépôts atteint 250 m.

❖ Le Pliocène

Il est représenté par des formations continentales, qui s'étendent sur des grandes surfaces. Elles sont constituées par des limons, sables meubles, grès et argiles sableuses avec des lentilles de calcaires, les formations continentales recouvrent en discordance les terrains volcano-sédimentaire du Miocène Supérieur, la puissance varie de plusieurs mètres jusqu'à 50-60m et atteint parfois 80-100 m.

❖ Le Quaternaire

Ces dépôts formés de blocs et de galets plus au moins consolidés et de petits épanchements de basaltes se développent au Nord et au Nord-Ouest du gisement de Hammam Boughrara. L'épaisseur des basaltes varie de 1-2 à 5-6 m.

Dans la zone d'étude, il existe 2 petites cheminées d'effusion de laves basaltiques ainsi qu'un petit pointement de laves sous formes d'une nappe épaisse de 1 à 1,5m.

IV. METHODOLOGIE

A. Sur le terrain

Tout d'abord un lever détaillé de la coupe pour chaque gradin a été effectué, en notant les caractéristiques sédimentologiques (nature pétrographique, couleur, structure, figure...). Par ailleurs, un échantillonnage a été effectué dans les argiles bentoniques, plus une observation et des mesures de la fracturation ont été effectuées.

B. Au laboratoire

1. Calcul des paramètres pétrophysiques

1.1. Contrôle du tout-venant

Les échantillons ponctuels sont prélevés suite à un tamisage avec un tamis contenant des mailles de 1m x 1m. Une fois les échantillons sont mélangés, un quart de l'échantillon est extrait pour être l'échantillon final dont le poids est de 200g. Cette dernière opération est connue sous le nom de quartage (fig. 03).



Fig. 03- Quartage manuelle de bentonite.

1.2. Préparation de l'échantillon

Cette étape nécessite deux phases pour préparer l'échantillon :

- **Phase 1**

Dans un premier temps, il faut Concasser l'échantillon, ensuite le mélanger et procéder au quartage jusqu'à l'obtention d'un échantillon représentatif d'environ 500 g.

Ensuite, ces échantillons seront pesés (100 g) de tout-venant et trompés dans un béccher contenant 350 cm³ de l'eau plate. On rajoute 0,2 g d'hexaméthaphosphate de sodium, on agite pendant 30 mn. A la fin, les échantillons ainsi obtenus ont été tamisé à diamètre de maille 75 µm (fig. 04) puis les résidus sont séchés à l'étuve jusqu'à l'obtention d'un poids constant.



Fig. 04- Tamis à diamètre de maille de 75 μm .

- **Phase 2**

Cette phase s'intéresse à l'activation au carbonate, perte au filtrat et l'humidité (fig. 05). Pour cela, on doit peser 100 g de tout-venant en rajoutant 4 g de carbonate de soufre. Après, on mélange le tout avec un peu d'eau jusqu'à l'obtention d'une pâte avec laquelle on forme de petites billes. Ces derniers, sont mis dans une étuve pendant 20 minutes à une température de 110°C. Une fois le temps écoulé, le produit est broyé et passé dans un tamis de 150 μm (fig. 06).



Fig. 05- Etape d'activation au carbonate.

Concernant la procédure d'activation au carbonate, une suspension de $22,5 \pm 0,1$ g de tout-venant est préparée. (Selon phase 1 et 2) dans 350 ± 5 cm^3 d'eau distillée. Après agitation de $5 \pm 0,5$ mn, enlever la solution de l'agitateur et gratter les grains de bentonite adhérente à la paroi. On remet en agitation en répétant la même opération que précédemment, 5 à 10 mn d'agitation (le temps total est de 20 ± 1 mn). On laisse la suspension de la bentonite en repos dans des boîtes pendant 16 heures à T° ambiantes tout en notant la durée de vieillissement.

Après vieillissement de 16 h, on verse la suspension dans le container de l'agitateur et on agite pendant $5 \pm 0,5$ mn. On verse par la suite la suspension dans le bro du viscosimètre et on note les lectures à 600 tr/mn et 300 tr/mn jusqu'à ce que l'aiguille se stabilise sur le cadran.

En ce qui concerne la procédure de perte au filtrat, on reprendre la suspension précédente et agiter pendant $1 \pm 0,5$ mn. On verse la suspension dans la cellule de filtre presse. Avant la filtration vérifier l'étanchéité des pièces et s'assurer que celle-ci est bien sèche. Après règle le 1^{er} timer à 7,5 mn et le second à 30 mn, ouvrir la vanne de pression à 100 psi (7 bars), et placer une éprouvette sous l'orifice de la cellule. Toutes ces opérations doivent être effectuées simultanément dans moins de 15 secondes. Après 7,5 mn le 1^{er} timer sonne, enlever l'éprouvette et la recharger par une autre ou bien noter le volume du filtrat. Quand le second timer sonne (30 mn) enlevé de l'éprouvette.



Fig. 06- Broyeur.

Enfin pour éliminer l'humidité de l'échantillon, on doit peser $10 \pm 0,01$ g de bentonite, la faire sécher à l'étuve pendant 02 heures, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

2. Etapes de préparation des échantillons pour DRX

Concernant cette étape, la mesure de DRX est réalisée à l'aide d'un diffractomètre **Rigaku Miniflex 600** (fig. 07). Il est à noter que les rayons X sont produits à partir d'une source de radiation **-CuKa-** (**anticathode de cuivre**), de longueur d'onde de $1,5418\text{\AA}$ et d'une tension d'accélération de 40 KV avec un courant de 15 mA. Une fois les données sont acquises sur « **MiniFlex Guidance** », on utilise le Logiciel « **PDXL2** » pour le traitement des données.

Cependant, le balayage est effectué dans une plage d'analyse comprise entre ($2^\circ < 2\theta < 20^\circ$) avec un pas de déplacement en degré et un temps d'acquisition en seconde ou en ($^\circ/\text{min}$).



Fig. 07- Diffractomètre -Rigaku Miniflex 600-.

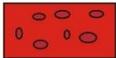
3. Etape d'analyse des échantillons par MEB/EDX

Le couplage de spectrométrie à dispersion d'énergie (EDX) au Microscope Electronique à Balayage (MEB) nous a permis de déterminer la composition chimique de la surface observée des 5 échantillons. Cette technique est basée sur l'analyse des rayons X générés par l'échantillon placé sous le faisceau d'électrons du MEB.

Sur le spectre d'énergie des rayons X émis apparaissent des pics d'intensité variable qui caractérisent la présence des éléments métalliques ou minéraux sur l'échantillon.

Deuxième chapitre : **ETUDE DU GISEMENT**

LEGENDE DES FIGURES

	Argile sableuse		Argile et conglomérat bréchique
	Conglomérat		Rhyolite
	Argile		Argile bentonitique
	Grès		Argile semi-bentonitique
	Tufs pyroclastique		

I. INTRODUCTION

Ce présent chapitre est consacré essentiellement à l'étude lithologique de quatre gradins, notamment les méthodes d'exploitation de la bentonite, ainsi que le calcul de réserve afin d'estimer la potentialité des réserves de la carrière de Dar M'Barek.

II. ETUDE LITHOLOGIQUE

A. Géologie de gisement

La carrière de Dar M'Barek correspond à une étroite région située au Nord-Ouest de la station hydrothermale de Hammam Bouhrara. Trois ensembles lithologiques ont été définis de bas en haut :

-Ensemble volcanique : Il est caractérisé par une masse de tuf volcanique blanchâtre composé de débris rhyolitiques et perlites, de taille millimétrique à centimétrique enrobé dans une matrice argilo-sableuse.

-Ensemble argileux bentonitique : Il correspond à la partie médiane de la carrière, il est caractérisé par une puissante série argileuse verdâtre à nuance jaunâtre interrompue par des intrusions rhyolitiques vers le haut.

-Ensemble détritique : L'ensemble est coiffé par une carapace détritique rougeâtre, formée par des grès auquel fait suite une alternance d'argile et de conglomérat.

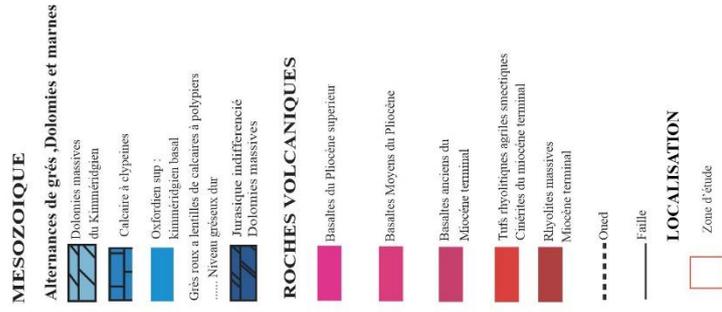
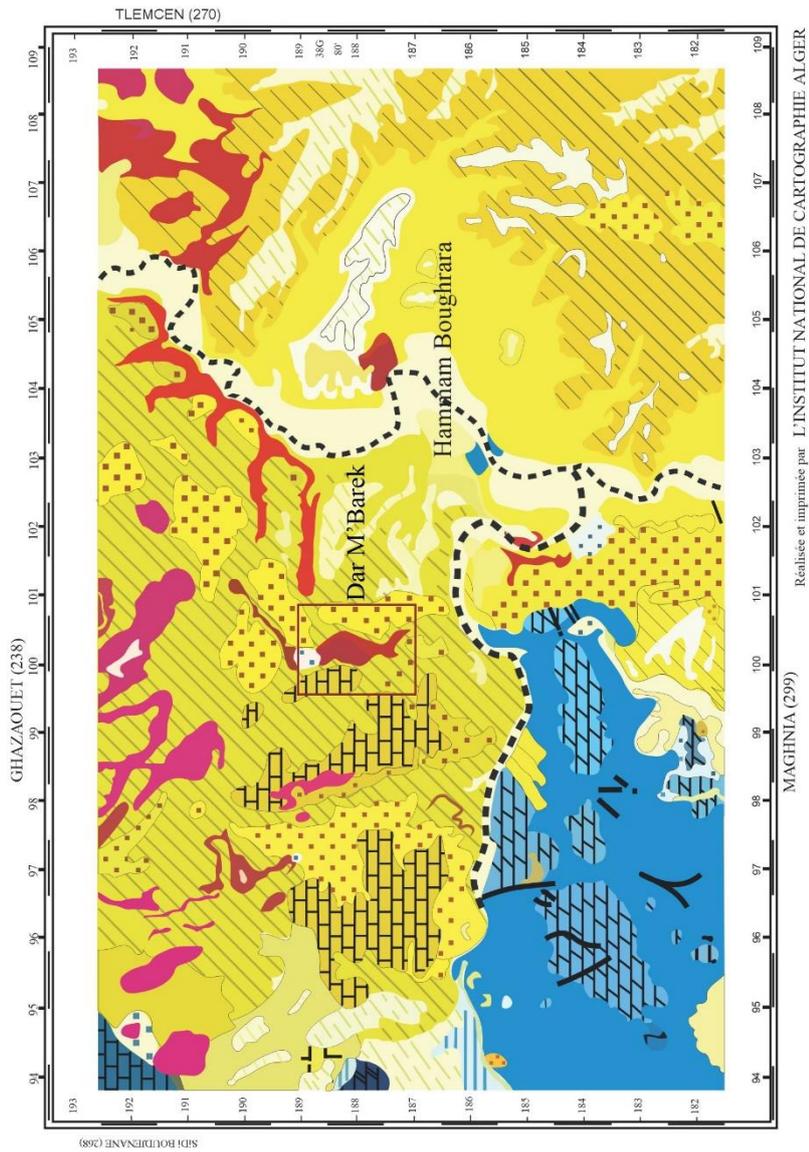
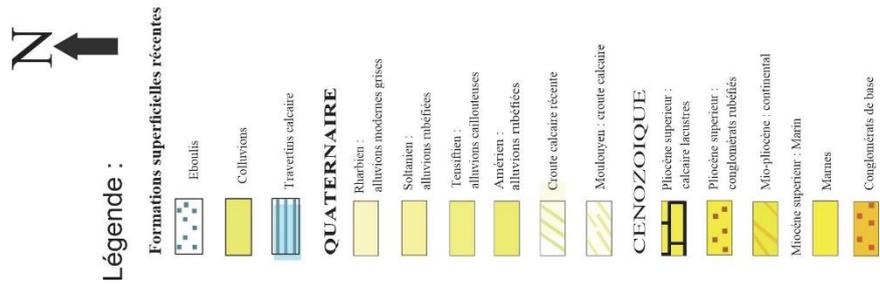


Fig. 08- Carte géologique de Maghnia (Groupe ENOF, 2015).

B. Structure de gisement

Dans la carrière de Dar M'Barek, trois principales failles de direction différentes ont été observées (fig. 09) :

- la faille de direction NNW-SSE (**F1**), elle longe les pointements rhyolitiques du gradin trois ;
- la faille Est-Ouest (**F2**) détectée dans le premier gradin, elle est l'origine de l'intrusion basaltique ;
- La faille inverse (**F3**) qui affecte le quatrième gradin.



Fig. 09- Représentation des trois principales failles de gisement (F1, F2 et F3).

C. Description lithologique

Le front de taille de la carrière Dar M'Barek est formé par une superposition de quatre gradins. Ces derniers sont localisés dans la partie Nord de la carrière et ils s'étendent suivant une direction Est-Ouest (fig. 10).

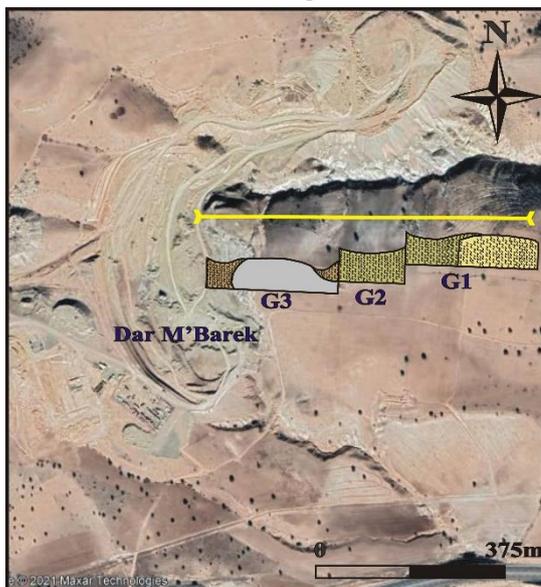


Fig. 10- Localisation des gradins bentonitiques exploités dans la carrière de Dar M'Barek (Google earth). (G1) Gradin 1, (G2) Gradin 2, (G3) Gradin 3.

1. Premier Gradin

Il est formé à la base par des tufs pyroclastiques renfermant des fragments de rhyolite et perlite de taille millimétriques à décimétriques (jusqu'au 0,40 m) (fig. 11). Ces fragments sont emballés dans une matrice argileuse de couleur blanchâtre. Passant vers le haut à une combe argileuse semi-bentonitiques de couleur jaunâtre.

2. Deuxième Gradin

Il est représenté par des argiles tendre, de teinte verdâtre à nuance jaunâtre, sans intercalations et montrant des concrétions en pop-corn sur sa partie supérieure. Ces argiles, contiennent en grande abondance des petits cristaux blanchâtres de smectite. Sa hauteur est estimée à 9,5m (fig. 12).

3. Troisième Gradin

Sa hauteur est estimée à 20 m environ (fig. 13). A la différence des autres gradins constituant le front d'exploitation de ladite carrière, ce gradin se distingue par la présence d'une intrusion rhyolitique de couleur verdâtre patinée en noire dans sa partie supérieur (trace de manganèse ou dendrite). Cette intrusion est interposée entre deux combe argileuses bentoniques, de couleur verdâtre à jaunâtre, a touché douce et renfermant de nombreux cristaux blanchâtres de smectite.

Nous notons également que cette intrusion rhyolitique est affectée par un réseau de microfracture multidirectionnelle qui a donné un aspect bréchi que à cette rhyolithe.

4. Quatrième Gradin (24.5 m)

Le quatrième gradin est très remarquablement caractérisé par le développement des faciès détritiques rougeâtres. Il renferme de bas en haut la succession suivante :

- des argiles verdâtres renfermant des blocs rhyolitiques (de taille centimétrique à décimétrique) et des tufs volcaniques. Ce faciès est considéré comme une brèche de faille.
- un empilement de bancs d'aspect massif décimétrique de grès beige à la patine et verdâtre à la cassure. Cette masse gréseuse admet quelques fines passées argileuses et conglomératiques. La granulométrie est fine à très fine. Le ciment est argileux à silico-argileux.
- une alternance régulière d'argile sableuses rougeâtre et des conglomérats. Ces derniers se présentent en chenaux et renferment des galets arrondis, de taille irrégulière (< 0,40m), de différente nature pétrographique, provenant par les crues saisonnières d'oued Traversant cette carrière (fig. 14).

Il est à noter que les faciès constituant ce gradin représentent la partie stérile de ce gisement.

Au point de vue tectonique, ce gradin est situé juste au niveau d'une grande faille où nous avons constaté la présence d'une brèche de faille. Cette dernière est matérialisé par des argiles rougeâtres admettent des blocs bréchi ques.

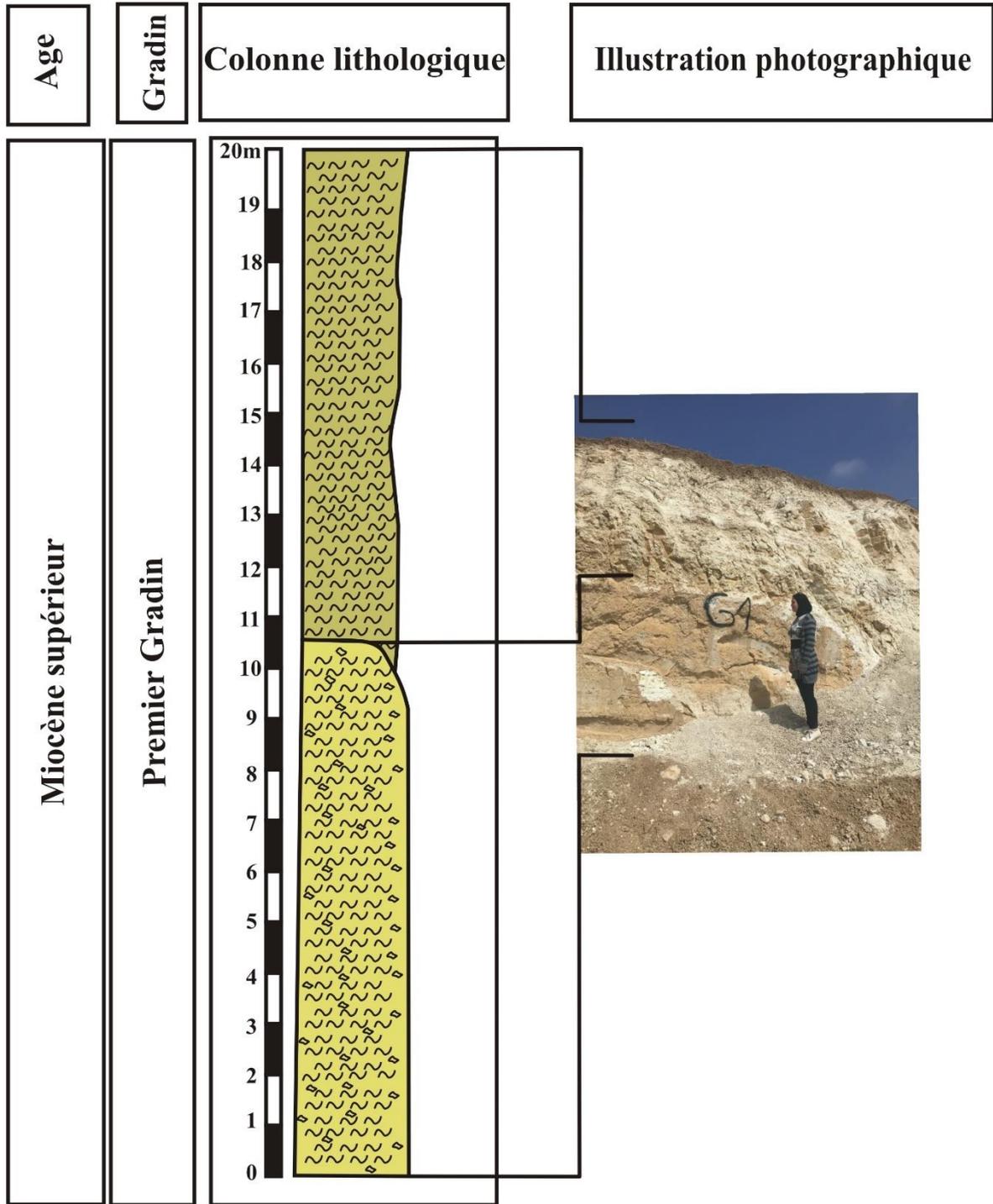


Fig. 11- Colonne lithologique de premier Gradin.

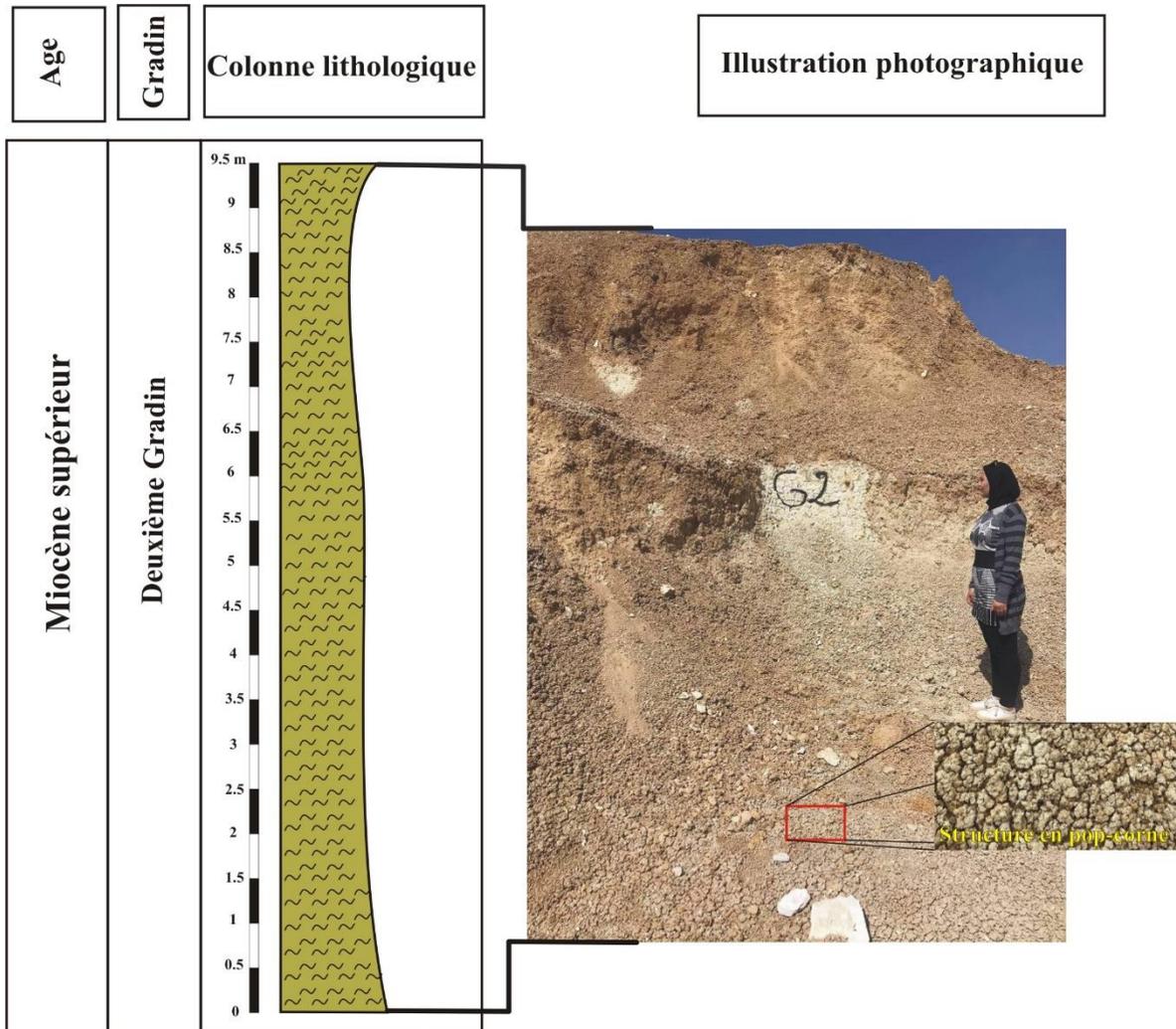


Fig. 12- Colonne lithologique de deuxième Gradin.

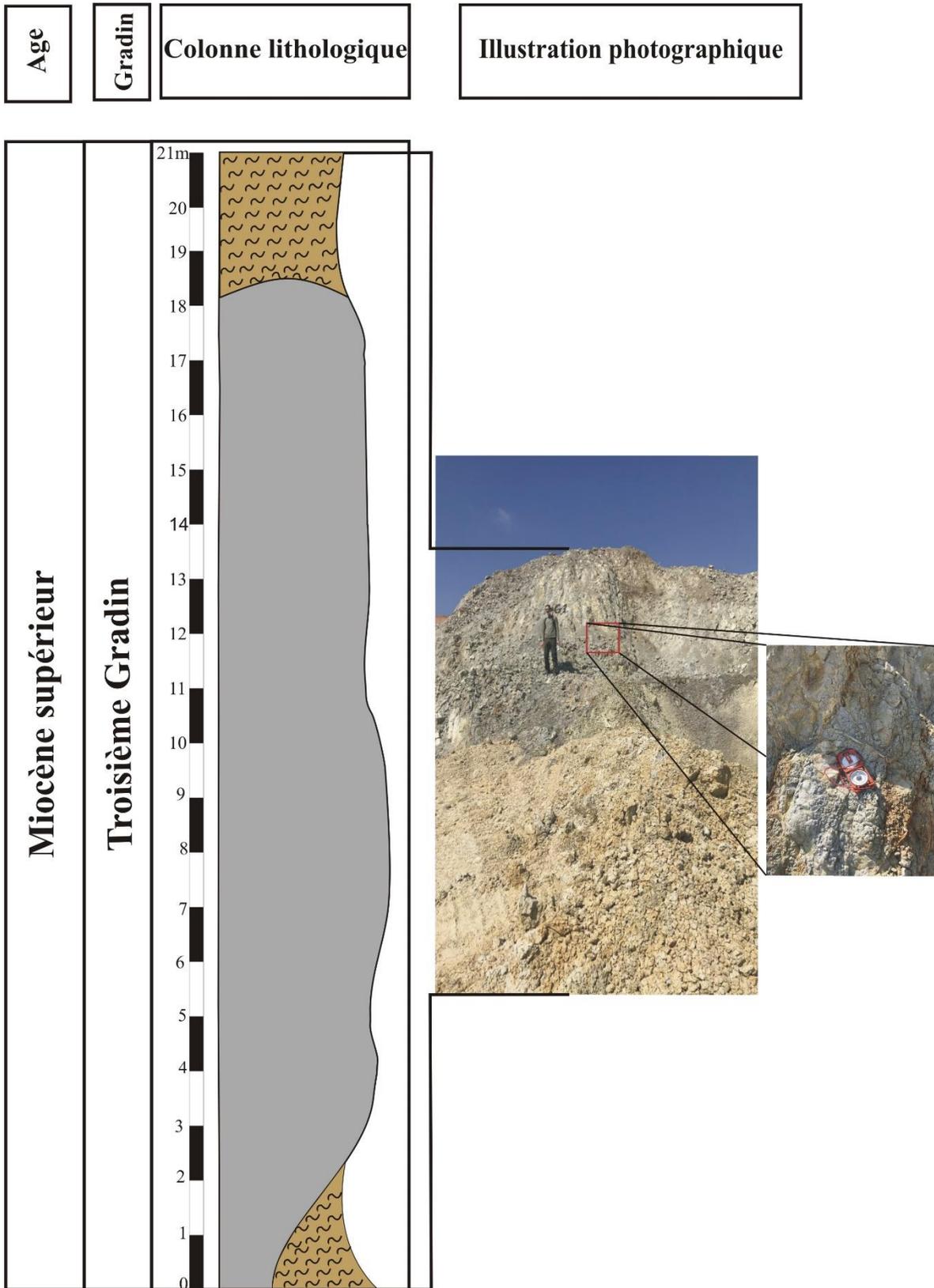


Fig. 13- Colonne lithologique de troisième Gradin.

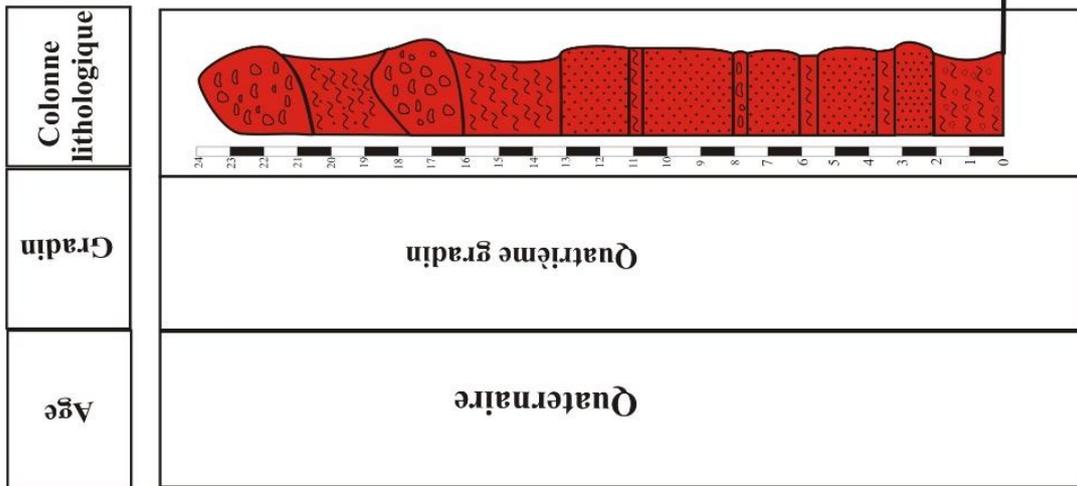


Illustration photographique

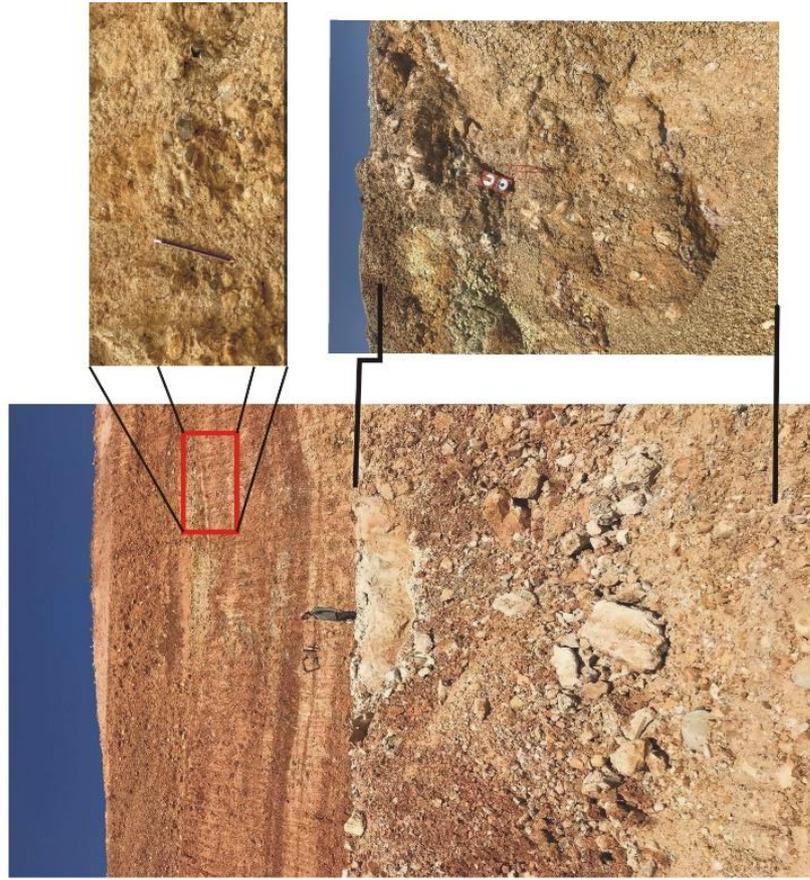


Fig. 14- Colonne lithologique de quatrième Gradin.

III. CALCUL DE RESERVE ET METHODES D'EXPLOITATION DE LA BENTONITE

A. Calcul de réserve

Les réserves géologiques de la carrière de Dar M'Barek ont été évaluées par la méthode des sections. Cette dernière consiste à tracer une suite de sections (habituellement parallèles) à travers un gisement, déterminer les zones de minerais et de stérile dans chaque section et enfin compiler le volume total, en utilisant les distances entre chaque section (fig. 15).

Pour évaluer les réserves de Dar M'Barek, quatre coupes géologiques ont été réalisées (I-I', II-II', III-III' et IV-IV') (fig. 16, 17, 18, 19) dans la direction E-W. Les formules utilisées pour le calcul de volume entre les coupes géologiques sont comme suit :

Prisme : $V = \left(\frac{S1+S2}{2}\right) \times D$; **D** : Distance entre deux coupes successives :

Cône : $V = \left(\frac{S}{3}\right) \times D$

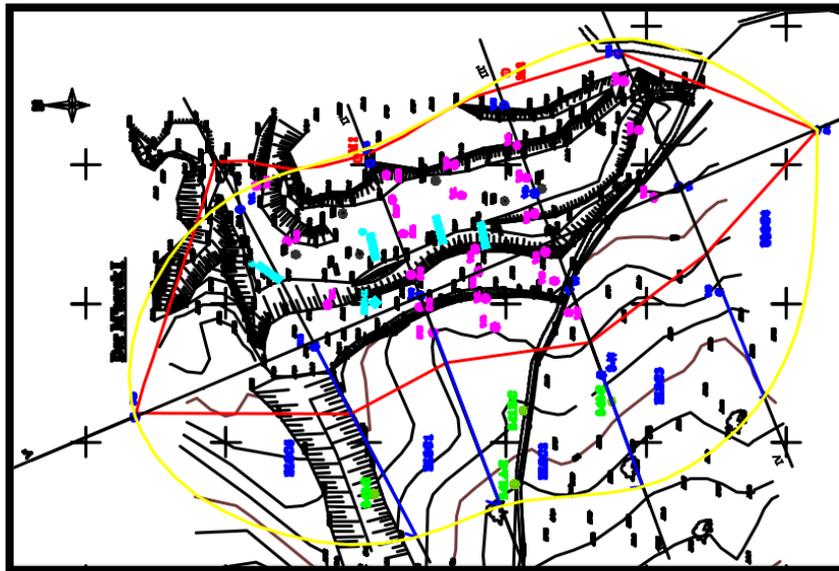


Fig. 15- Plan de calcul des réserves du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).

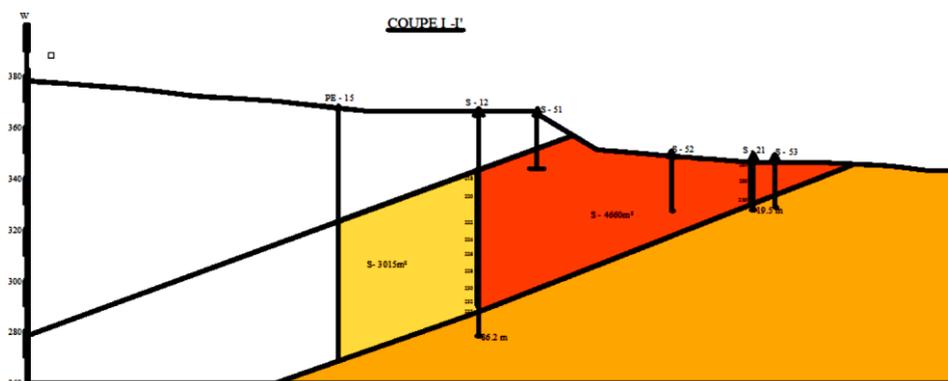


Fig. 16- Coupe géologique I-I' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).

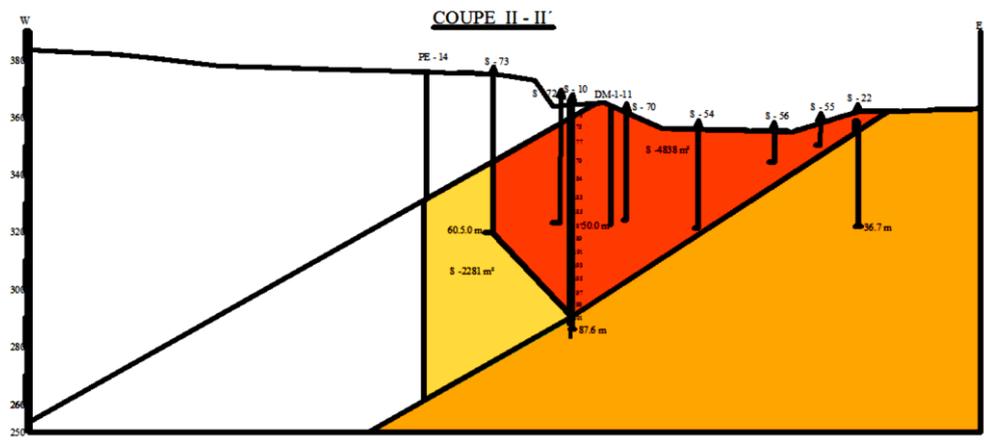


Fig. 17- Coupe géologique II-II' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).

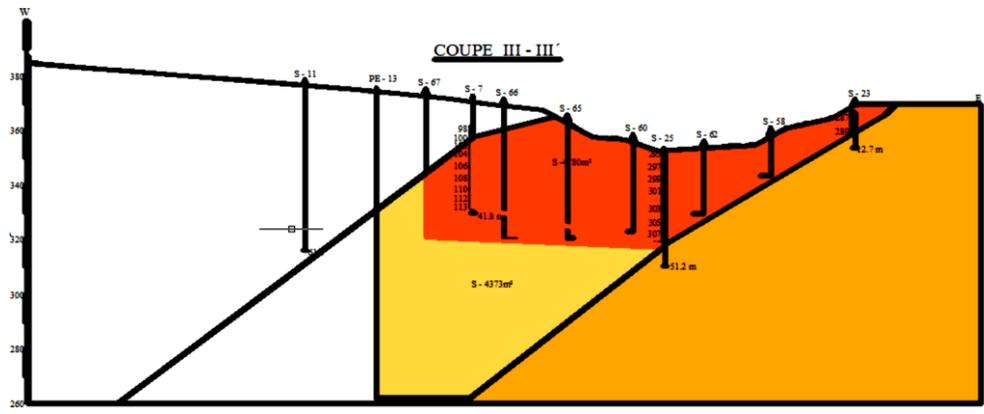


Fig. 18- Coupe géologique III-III' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).

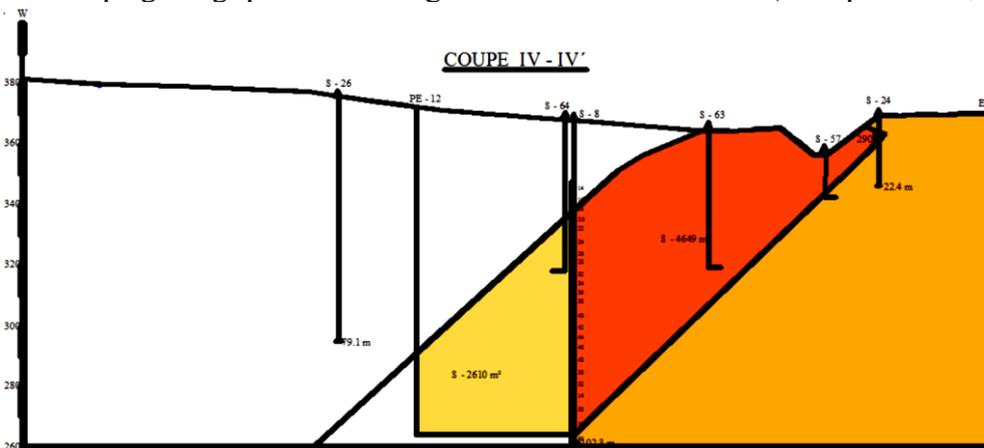
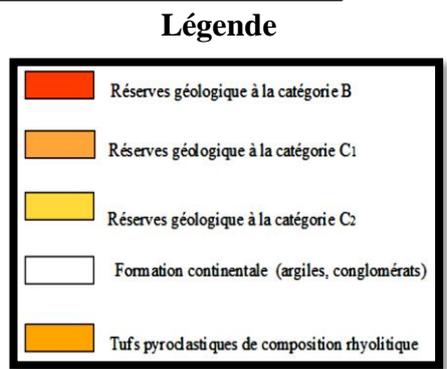


Fig. 19- Coupe géologique IV-IV' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).



1. Réserves exploitables

Le totale toutes catégories des réserves calculées s'établi à 4 842 845.82 T dont 2 302 867.26 T de réserves géologiques de catégorie B. La ventilation de ces réserves est présentée dans le tableau suivant :(voir annexe **Tab.1**).

Les réserves des argiles bentoniques exploitables de la carrière de Dar M'Barek sont limitées entre le niveau 370 m et 260 m. Ces réserves comprises dans cette partie du gisement sont estimées par la méthode des niveaux d'exploitation. Le totale toutes catégories des réserves calculées s'établi à 4 775 298.97 T dont 2 853 478 T de réserves exploitables de catégorie B+C1 et 1 921 821 T de réserves de catégorie C2.

Dans le cadre de transfert des réserves de la catégorie C2 vers C1, il est souhaitable d'effectuer des travaux de reconnaissance supplémentaire dans le gisement de Dar M'Barek afin d'assuré que les réserves exploitables sont suffisantes pour alimenter l'usine de traitement qui sera implanté à Bab El Assa.

Le programme des travaux complémentaire prévus comprend 04 sondages carottant (fig. 20). Le tableau suivant indique l'emplacement de ces sondages ainsi que le métrage. (Voir l'annexe **Tab.2**).

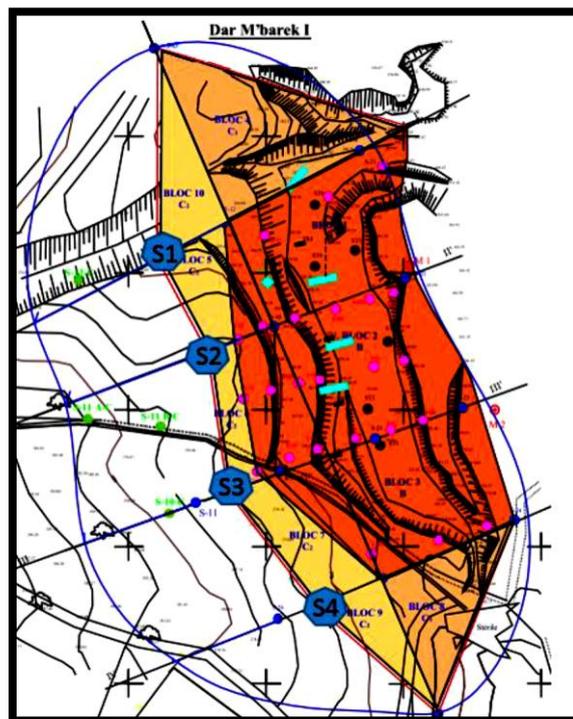


Fig. 20- Emplacement des sondages (Groupe ENOF, 2017).

B. Méthodes d'exploitation de la bentonite

Dans le cas où ces travaux complémentaires seront réalisés, les réserves exploitables attendues seront comme suit : (voir l'annexe **Tab.3**)

Les terrains de découverte dans la carrière de Dar M'Barek sont constitués essentiellement par des argiles, tuf et des conglomérats. La quantité totale des stériles est estimé à une valeur de 4 065 729 m³ (volume foisonnée).

La ventilation de réserves exploitable ainsi que la quantité de stérile a enlevée sont présentées dans le tableau 04 (voir l'annexe **Tab.4**).

1. Découvertes

Les terrains de découverte dans la carrière de Dar M'Barek sont constitués essentiellement par des argiles, tuf et des conglomérats. La quantité totale des stériles est estimé à une valeur de 4 065 729 m³ (volume foisonnée).

La ventilation de réserves exploitable et la quantité de stérile a enlevée sont présentées dans le tableau : (voir l'annexe **Tab.5**)

2. Délimitation de la fosse finale

La délimitation de la fosse de la carrière de Dar M'Barek se fait comme suit :

2.1. En surface

Le contour supérieur de la fosse Sera limité par 15 points dont les coordonnées (X, Y) qui sont annexés dans le tableau 6 (voir l'annexe **Tab.6**).

- **Remarque :** il est important de signaler que les limites de la fosse débordants dans des terrains privés dans le côté Est et NW.

2.2. En profondeur

Par le niveau supérieur (Z = 380 m) et le niveau inférieur (Z = 260 m). Cette délimitation a été faite en tenant compte de :

- L'angle du talus du gradin égal à 60° (le coté de bord inexploitable).
- L'angle du talus du gradin égal à 45° (le coté de bord exploitable).
- La hauteur des gradins (5 m).
- Bermes de sécurité finale avec 1.5 m de largeur sur toute la longueur des gradins.

Troisième chapitre : **ETUDE DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES ET
GEOCHIMIQUES**

I. INTRODUCTION

Dans ce présent chapitre, nous essayons de mener une étude sur les paramètres pétrophysiques et géochimique sur la bentonite de la carrière de Dar M'Barek. Le but essentiel de cette étude est d'avoir une idée globale sur la qualité et le cortège des minéraux qui constitue cette bentonite.

II. ETUDE DES PARAMETRES PETROPHYSIQUES

La bentonite de Dar M'Barek est attribuée pour trois produits fines essentiels qui sont :

- La bentonite de forage ;
- La bentonite de charge d'industrielle ;
- La bentonite de fonderie.

Ces paramètres sont caractérisés par des paramètres physiques unique pour chacune. Par ailleurs, il est à noter que le contrôle de qualité de la bentonite de forage se fait selon la norme **API** (Application Programming Interface) (**Tab. 8**, Voir annexe). Cela dit, les paramètres contrôlés sont :

A. La bentonite de forage

1. Calcul de refus

Ces calculs se font suivant la formule suivante :

$$\text{Résidu } 75\mu (\%) = \frac{\text{Poids du résidu en g}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu est **< 2.5%**.

2. Calcul de perte filtrat

Filtrat = 2 x volume de filtrat recueilli entre 7,5 et 30 mn.

Le résultat obtenu est **16%**.

3. Calcul de viscosité

Cette étape est réalisée par l'agitateur dont :

- Viscosité = lecture 600 tr/mn - lecture 300 tr/mn
- Centipoint = lecture 300 – Viscosité.
- Centipoint/ Viscosité plastique ratio =Centipoint/viscosité.

Le résultat obtenu à partir de l'appareil viscosimètre est **24 rpm**. D'après les normes, il faut obtenir 13% de la viscosité.

4. Calcul d'humidité

$$\text{-Humidité (\% en poids)} = \frac{\text{Perte en poids}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu est de 10%.

B. La bentonite de charge industrielle (BCI)

1. Calcul de refus

$$\text{Résidu 75}\mu \text{ (\%)} = \frac{\text{Poids du résidu en g}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu est > 6%.

2. Calcul d'humidité

$$\text{-Humidité (\% en poids)} = \frac{\text{Perte en poids}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu est < 7%.

C. La bentonite de fonderie

Pour ce genre d'analyse, on utilise trois paramètres qui sont :

$$\text{-Humidité (\% en poids)} = \frac{\text{Perte en poids}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu 12%.

-Gonflement

$$V' = \frac{100 \times \text{le volume de gonflement}}{100 - \text{la teneur d'humidité}}$$

Le résultat obtenu 13%.

-Refus

Ce calcul est réalisé suivant la formule suivante :

$$\text{Résidu 75}\mu \text{ (\%)} = \frac{\text{Poids du résidu en g}}{\text{Poids de l'échantillon}} \times 100$$

Le résultat obtenu est de 6%.

Selon les résultats obtenus à partir de l'étude des paramètres pétrophysiques qui sont attribuée essentiellement pour les trois produits fins, à savoir : La bentonite de forage ; la bentonite de charge d'industrielle ; la bentonite de fonderie. Nous remarquons que ces résultats répondent favorablement à l'énorme API (voir annexe, **Tab. 8**). Ce qui implique que cette bentonite est de bonne qualité pour ces produits.

III. ANALYSE GEOCHIMIQUE

A. Analyse géochimique des argiles bentonitiques (DRX)

La composition minéralogique des argiles bentonitiques de la carrière Dar M'Barek est variable latéralement. La paragenèse minérale est composée de deux minéraux argileux ; ces derniers sont représentés par la montmorillonite et la muscovite. Par ailleurs, les minéraux non argileux sont représentés en pourcentage modéré par le Quartz. Ce dernier est associé aux : calcite, katoite, magnétite, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, goethite, albite, $\text{Fe}(\text{OH})$, hématite, corundum et periclase (Tab. 07 -voir annexe-).

Cependant, l'analyse de la répartition des minéraux argileux et non argileux le long des gradins formant le front d'exploitation de la carrière de Dar M'Barek fait ressortir les résultats suivants (fig. 21) :

- le maximum pourcentage de la montmorillonite est enregistré au niveau de la partie basale du gradin 2. Notons que, les autres gradins (1 et 3) montrent des valeurs moyennes qui varient entre 39 à 58% ;
- la muscovite est absente ou la montmorillonite atteint le maximum (partie basale du deuxième gradin) ;
- Les minéraux non argileux sont dominés par le quartz. Ce dernier est caractérisé par un pourcentage faible (varie entre 7 et 23%)
- les autres minéraux non argileux tel que : katoite, magnétite, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, goethite, albite, $\text{Fe}(\text{OH})$, hématite, corundum et periclase sont considérés comme des éléments en trace. Par contre, la calcite est enregistrée par un pourcentage très faible.

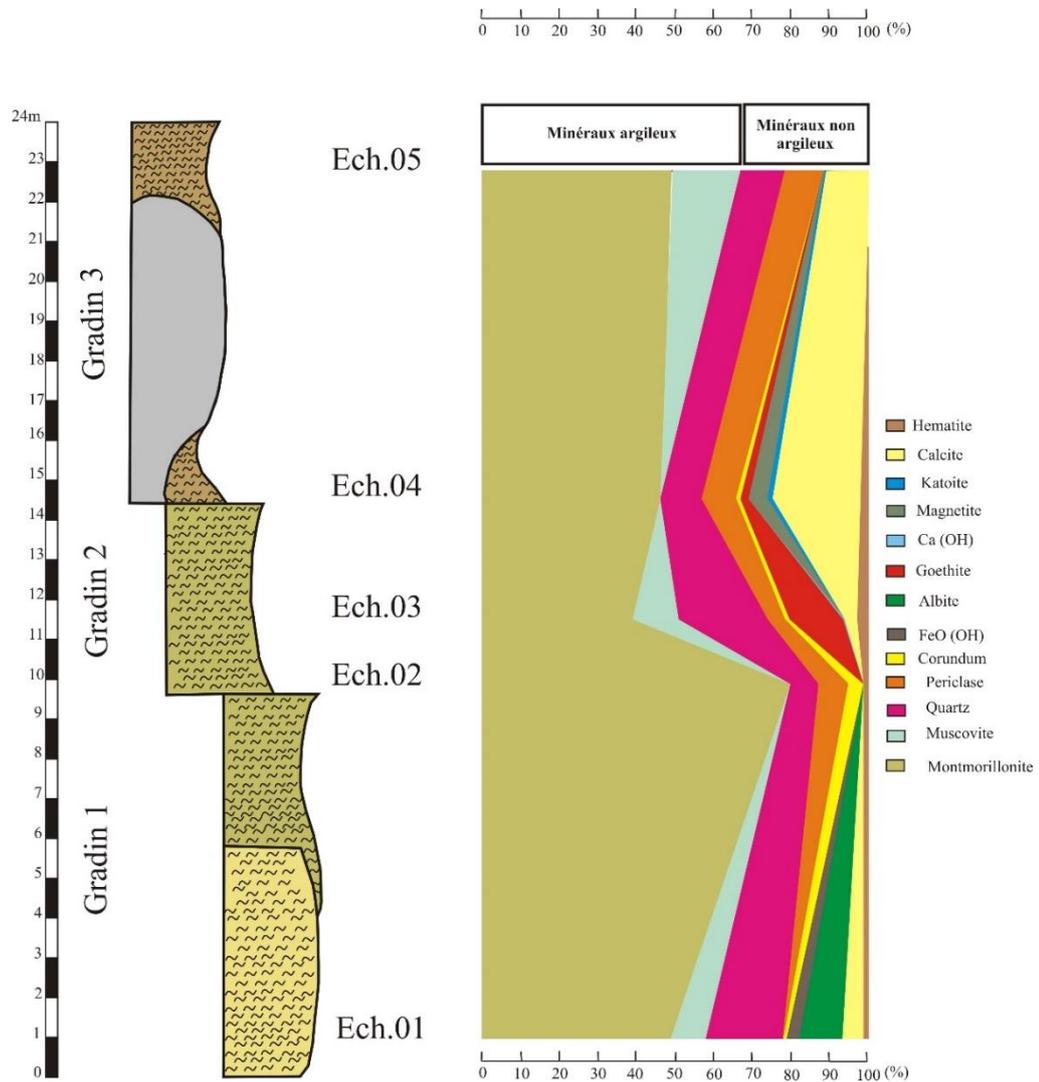


Fig. 21- Evolution verticale des minéraux argileux et non argileux le long des gradins d'exploitation de la carrière.

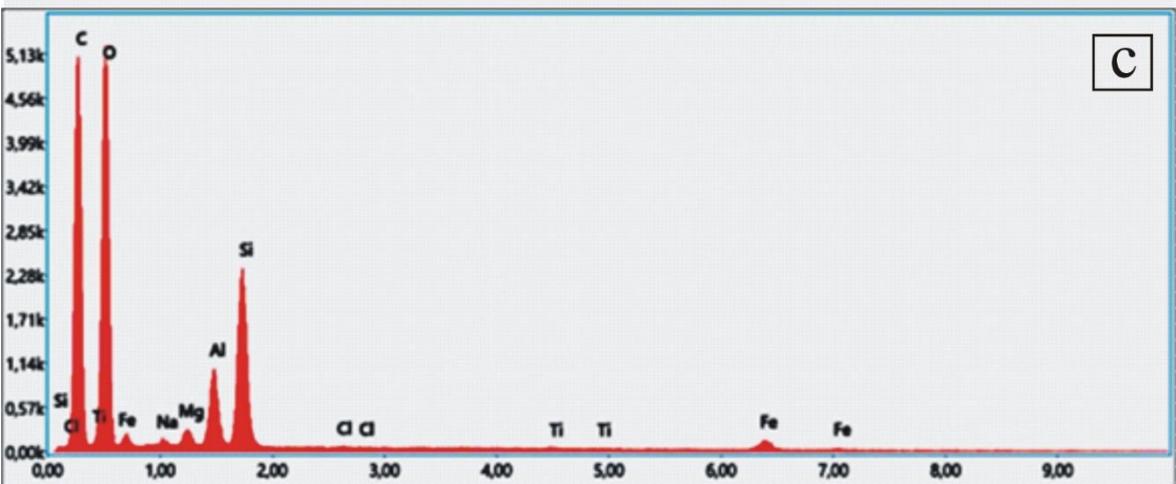
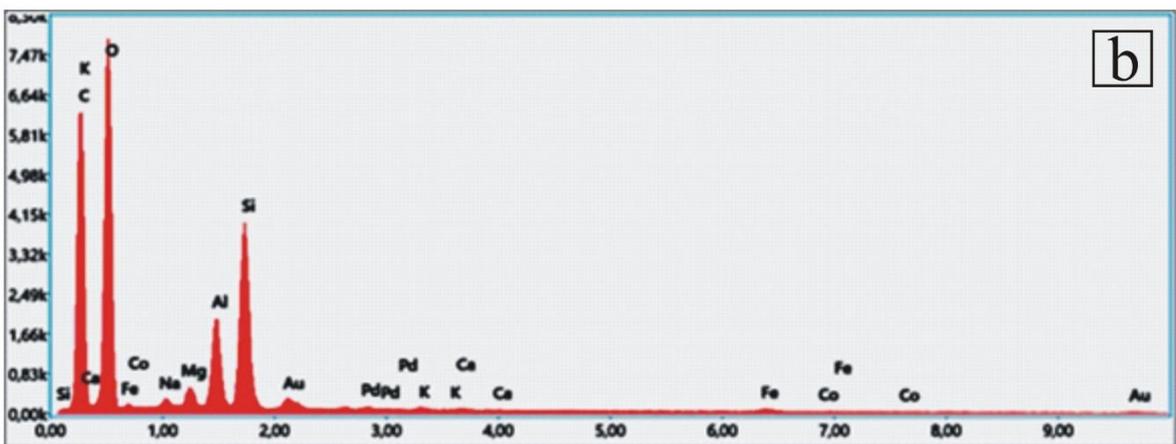
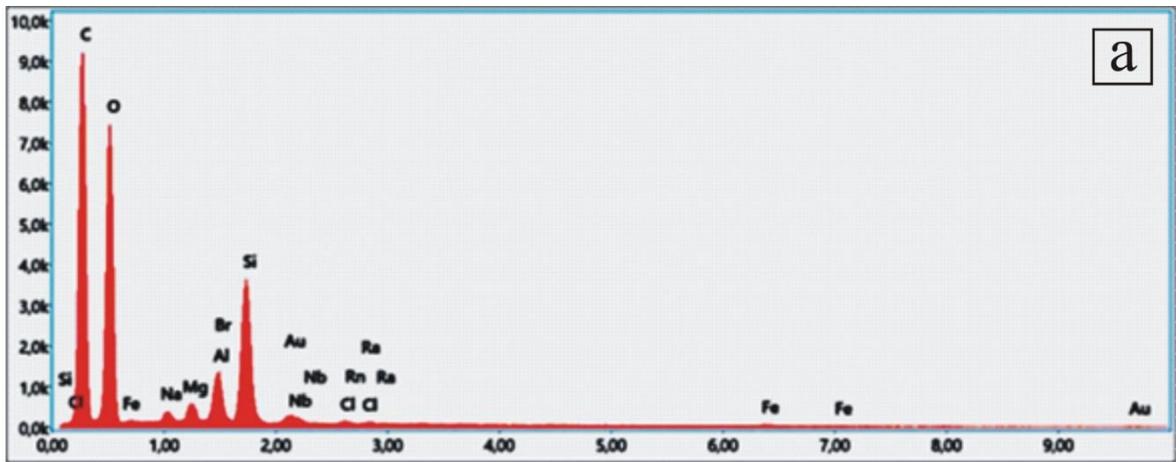
B. Analyse par MEB-EDX

Les clichés de Microscopie Electronique à Balayage (**MEB**) ont été effectués à partir de 5 échantillons de bentonite brute qui montrent une large distribution des tailles des grains (Pl. 01). Ces derniers sont caractérisés par une présence importante de macropore.

Par ailleurs, l'analyse (**EDX**) sur les 5 échantillons de bentonite brute nous a permis de quantifier les différents constituants chimiques contenus dans ces échantillons (fig. 22). Nous soulignons que les valeurs de la composition chimique de ces échantillons sont regroupées dans le tableau 08 (voir annexe). Il est important de noter que tous les échantillons renferment une teneur importante en carbone où la plus élevée est enregistrée au niveau de l'échantillon 1 (Tuf) ; ceci révèle la présence de grandes quantités de carbonates et d'impuretés organiques dans tous les échantillons analysés. Le tableau 08 montre également que la teneur en oxygène est importante pour les 5 échantillons analysés. En plus

de la présence importante de carbone et d'oxygène, le tableau 08 montre bien que les 5 échantillons de bentonite brute renferment des teneurs différentes en d'autres éléments chimiques qui sont résumées comme suit :

- **Echantillon 1 (Gradin 1 -Tuf-)** : les autres éléments chimiques sont représenté essentiellement par le silicium, le brome, le magnésium, le sodium, l'or, le fer et l'aluminium. L'absence de calcium met en évidence l'absence de la calcite dans cet échantillon.
- **Echantillon 2 (Gradin 2 -à la base-)** : sont essentiellement le silicium, l'aluminium, le fer, l'or, le magnésium et le sodium. Notons la présence d'une faible teneur en calcium ce qui montre que la calcite est présente en faible quantité.
- **Echantillon 3 (Gradin 3 -à la base-)** : sont caractérisé par la présence de silicium, l'aluminium, le fer et le magnésium. Il est à noter également l'absence de la calcite dans cet échantillon.
- **Echantillon 4 (Gradin 3 -au sommet-)** : les autres éléments chimiques sont essentiellement le silicium, l'aluminium, le fer et le magnésium. La présence de la faible teneur en calcium montre la présence de la calcite en faible quantité dans cet échantillon comme pour l'échantillon 2.
- **Echantillon 5 (Gradin 4)** : La composition chimique de cet échantillon est identique à celle de l'échantillon 2.



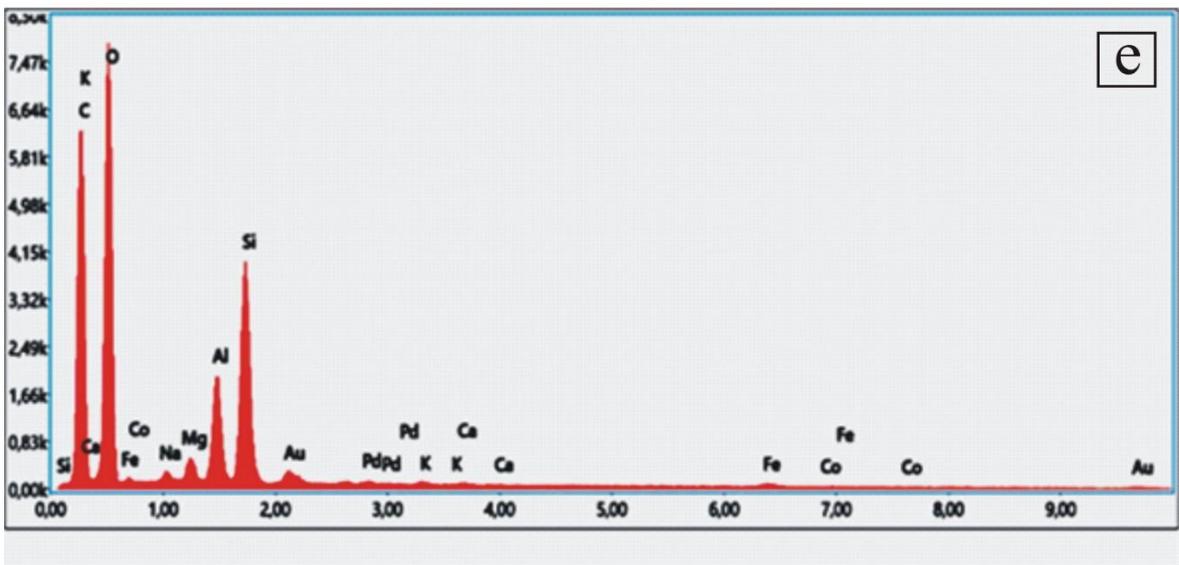
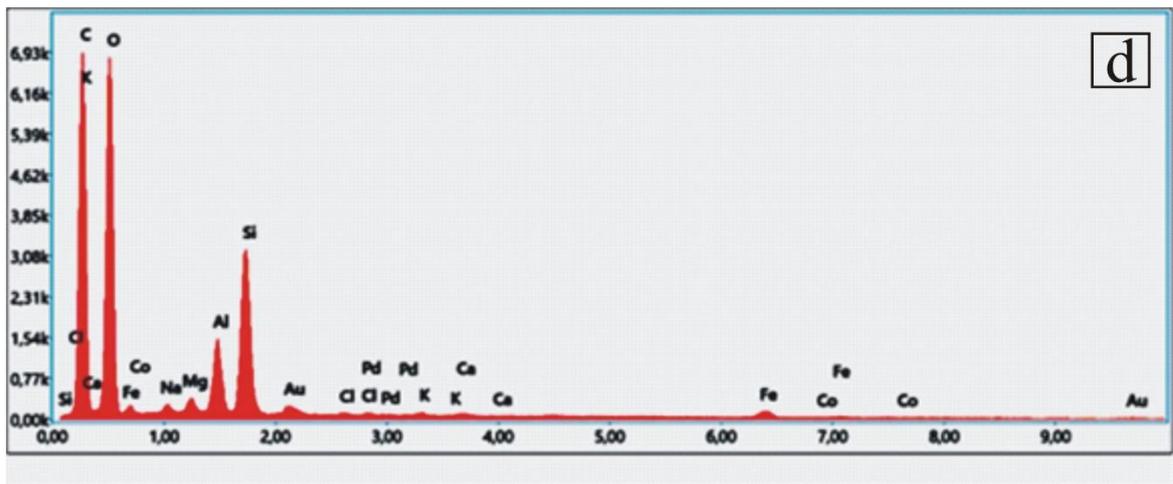


Fig. 22- Représentation des Spectres EDX des 5 échantillons de bentonite brute.
 (a) Echantillon 1 ; (b) Echantillon 2 ; (c) Echantillon 3 ; (d) Echantillon 4 ; (e) Echantillon 5.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La carrière de Dar M'Barek qui fait partie de la plaine de Maghnia a fait l'objet de ce présent mémoire. Ladite carrière est considérée comme un gisement d'exploitation des argiles bentonitiques le plus important dans wilaya de Tlemcen. Selon les conditions favorables d'exploitations qui caractérise le gisement de Dar M'Barek, cela lui confère un atout supplémentaire pour alimenter la futur usine en minerai de bentonite.

Ainsi, le font de taille de gisement de Dar M'Barek, représenté par quatre gradins, ont été localisé dans la partie Nord de la carrière et s'étendent suivant une direction Est-Ouest. Parallèlement, la description lithologique des quatre gradins est embouée par trois ensembles ; il s'agit d'un ensemble volcanique qui caractérise le premier gradin. Il est constitué par une masse de tuf volcanique blanchâtre composé de débris rhyolitiques et perlites. Un deuxième ensemble argileux bentonitique occupé par le gradin 2 et 3, il est caractérisé par une puissante série argileuse verdâtre à nuance jaunâtre interrompue par des intrusions rhyolitiques vers le haut et enfin, un ensemble détritique occupé par le gradin 4. Ce dernier est coiffé par une carapace détritique rougeâtre, formée par des grès auquel fait suite une alternance d'argile et de conglomérat.

Par ailleurs, une étude sur les paramètres pétrophysique et géochimique ont été effectué sur 5 échantillons dont le but est d'avoir une idée globale sur la qualité et le cortège minérale qui constitue cette argile bentonitique. Dans ce contexte, les résultats obtenus à partir de l'étude des paramètres pétrophysiques qui sont attribuée essentiellement pour les trois produits fins, à savoir : La bentonite de forage ; la bentonite de charge d'industrielle ; la bentonite de fonderie. Les résultats obtenus répondent favorablement à l'énorme **API**, ce qui implique que cette bentonite destinée comme une matière première pour ces produits est de bonne qualité.

Cependant, l'analyse de la répartition des minéraux argileux et non argileux le long des gradins formant le front d'exploitation de la carrière de Dar M'Barek fait ressortir que le maximum pourcentage de la montmorillonite est enregistré au niveau de la partie basale du gradin 2 (80%) et (12%) de la muscovite enregistrée à la partie sommitale de même gradin. Par contre, les autres gradins (1 et 3) montrent des valeurs moyennes (49 à 58%). Concernant les minéraux non argileux, ces derniers sont dominés par un faible pourcentage de quartz (varie entre 7 et 23%). Les autres minéraux non argileux sont considérés comme des éléments en trace.

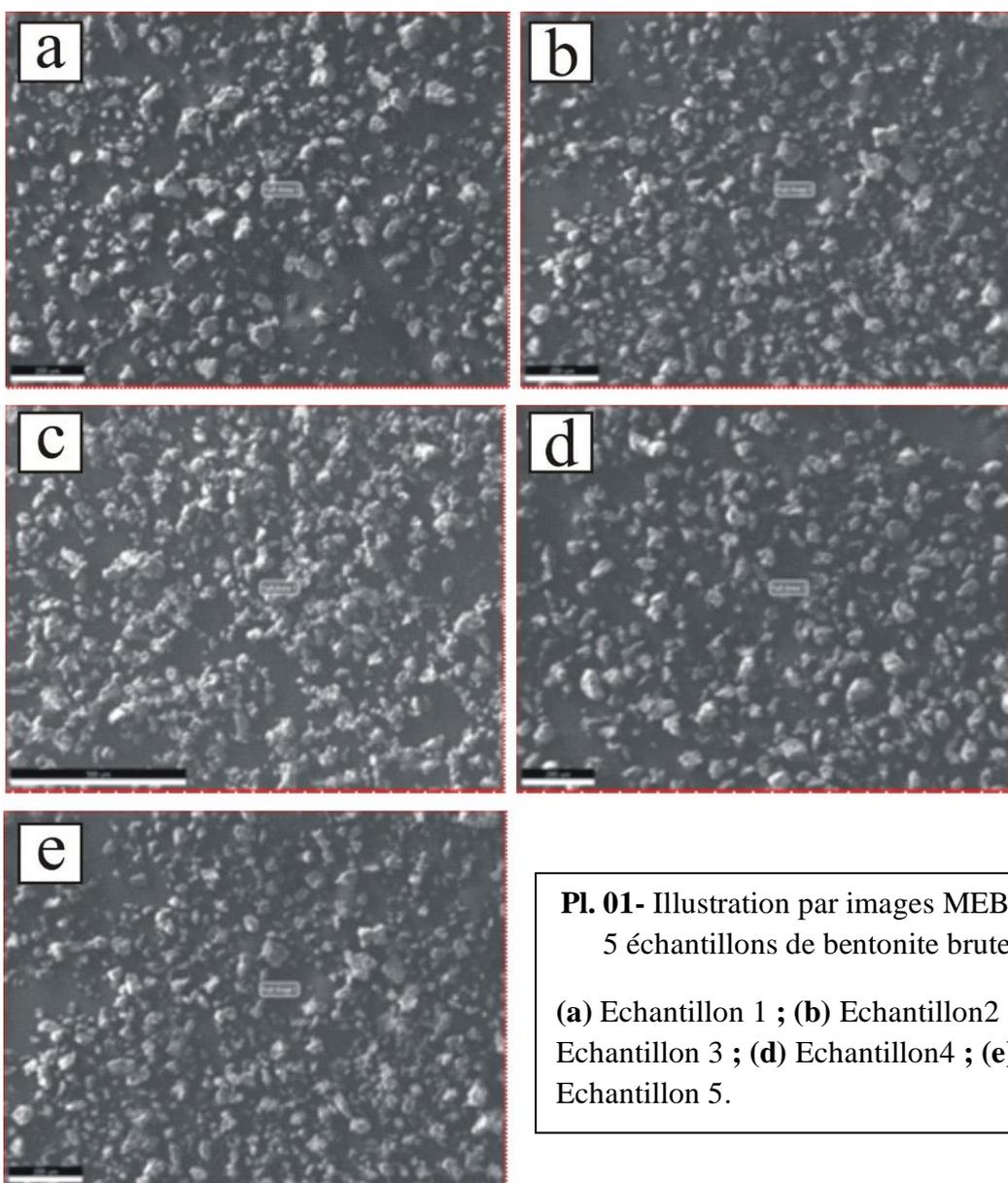
Enfin, Les analyses au Microscopie Electronique à Balayage (**MEB**) d'une part, et l'analyse (**EDX**) d'autre part, effectuées sur les 5 échantillons de bentonite brute, montrent une large distribution des tailles des grains qui sont caractérisés par une présence de macropore et une teneur importante en carbone où la plus élevée est enregistré au niveau de l'échantillon 1 (Tuf).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENEST M.** (1981)- La marge nord-gondwanienne de l'Ouest algérien au Jurassique supérieur et à l'Eocrétacé. Les grands traits de l'évolution tectono-sédimentaire mégarythme. *Bull. Soc. Géol. France*. Paris, 7^{ème} série, t. XXIII. pp. 663-672. 2fig.
- BENEST M.** (1982)- Importance des décrochements sénestres (N-S) et dextres (E-W) dans les Monts de Tlemcen et de Daïa (Algérie occidentale). *Revue de Géologie dynamique et de Géographie physique*. Vol. 23. Fasc. 5. pp 345-362.
- BENEST M.** (1985)- Evolution de la plate forme de l'Ouest algérien et du Nord-Est marocain au cours supérieure et au début du Crétacé : Stratigraphie, milieux de dépôts, et dynamique sédimentaire. *Docum ; Lab. Géol. Lyon*, n° 95 (fasc. 1). pp. 1-367, fig. 1-170.
- BENEST M. et BENSALAH M** (1999)- La couverture mésozoïque et cénozoïque du Domaine Tlemcenien (avant pays d'Algérie occidentale) : Stratigraphie, Paléo-environnement. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, 6, n°01. pp. 41-59. 08 fig.
- GENTIL L.** (1903)- Etude géologique du bassin de la Tafna. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*. (2). 245 p.
- GROUPE ENOF-UNITE BENTAL (MAGHНИЯ)** (2013)- Rapport Géologique biannuel du gisement de la bentonite de Hammam Boughrara- Maghnia. 15 p. Rapport interne.
- GROUPE ENOF-UNITE BENTAL (MAGHНИЯ)** (2015)- Rapport Géologique actualisé du gisement de la bentonite de Hammam Boughrara- Maghnia. 08 p. Rapport interne
- GROUPE ENOF-UNITE BENTAL (MAGHНИЯ)** (2017)- Plan de développement et d'exploitation de la carrière d'argiles bentonitiques de Dar M'Barek 01, Hammam Boughrara- W. Tlemcen-. 70 p. Rapport interne.
- PERRONDON A.** (1957)- Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Pub. Serv. Carte géol. Algérie. n. s., Alger, Bull. n° 12, Serv. Carte géol.*, 382 p., 93 fig., 4 pl., h. t, 8 pl. ph.
- SONAREM** (1972)- Rapport inédit.

PLANCHE



LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Fig. 01- Situation géographique générale de la plaine de Maghnia (Benest, 1985).	8
Fig. 02- Situation géographique de la zone d'étude (Groupe ENOF, 2013).	8
Fig. 03- Quartage manuelle de bentonite.	11
Fig. 04- Tamis à diamètre de maille de 75 μm .	12
Fig. 05- Etape d'activation au carbonate.	12
Fig. 06- Cellule de filtre presse.	13
Fig. 07- Diffractomètre - Rigaku Miniflex 600- .	14
Fig. 08- Carte géologique du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2015).	16
Fig. 09- Représentation des trois principales failles de gisement (F1, F2 et F3).	17
Fig. 10- Localisation des gradins bentonitiques exploités dans la carrière de Dar M'Barek (Google earth). (G1) Gradin 1, (G2) Gradin 2, (G3) Gradin 3.	17
Fig. 11- Colonne lithologique de premier Gradin.	19
Fig. 12- Colonne lithologique de deuxième Gradin.	20
Fig. 13- Colonne lithologique de troisième Gradin.	21
Fig. 14- Colonne lithologique de quatrième Gradin.	22
Fig. 15- Plan de calcul des réserves du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).	23
Fig. 16- Coupe géologique I-I' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).	23
Fig. 17- Coupe géologique II-II' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).	24
Fig. 18- Coupe géologique III-III' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).	24
Fig. 19- Coupe géologique IV-IV' du gisement de Dar M'Barek (Groupe ENOF, 2017).	24
Fig. 20- Emplacement des sondages (Groupe ENOF, 2017).	25
Fig. 21- Evolution verticale des minéraux argileux et non argileux le long des gradins d'exploitation de la carrière.	30
Fig. 22- Représentation des Spectres EDX des 5 échantillons de bentonite brute. (a) Echantillon 1 ; (b) Echantillon 2 ; (c) Echantillon 3 ; (d) Echantillon 4 ; (e) Echantillon 5.	33

ANNEXE

ANNEXE

	Cat. Des réserves	N° des coupes	Surface des sections	Surface moyenne	Distance	Formule de Calcule	Volume	Réserve en tonnes
	B	I-I'	4 666,00	4 749,00	83,00	Prisme	394 167,00	674 025,57
	B	II-II'	4 838,00					
	B	II-II'	4 838,00	4 809,00	102,00		490 518,00	838 785,78
	B	III-III'	4 870,00					
	B	III-III'	4 870,00	4 714,00	98,00		46 221,00	790 055,91
	B	IV-IV'	4 649,00					
Totale	B						1 346 706,00	2 302 867,00
	C1	I-I'	4660,00	1553,00	132,00	Cône	204 996,00	350 543,16
	C1	IV-IV'	4649,00	1549,50	101,00		156 499,50	267 614,15
Totale	C1						361 495,50	618 157,31
	C2	I-I'	3 015 ,00	2 648,00	80,00	Prisme	211 840,00	362 246,40
	C2	II-II'	2 281,00					
	C2	II-II'	2 281,00	3 327,00	105,00		349 335,00	597 362,85
	C2	III-III'	4 373,00					
	C2	III-III'	4 373,00	3 491,50	98,00		342 167,00	585 105,57
	C2	IV-IV'	2 610,00					
		I-I'	3 015,00	1 005,00	132,00	Cône	132 660,00	226 848,60
		IV-IV'	2 610,00	870,00	101,00		87 870,00	150 257,70
Totale	C2						1 123 872,00	1 921 821,12
TOTALE	B+C1+C2							4 842 845,49

Tableau 1- Réserves géologique du gisement de Dar M'Barek
(ENOF, 2017).

Gisement	Sondage	Emplacement de sondage		Métrage
		X	Y	
Dar M'Barek	01	621 520	3 863 210	100
	02	621 560	3863140	120
	03	621 570	3863040	120
	04	621 635	3 862 955	110
Totale				450

Tableau 2- Sondages nécessaires pour le transfert des réserves de catégorie C2 en C1 (ENOF, 2017).

Carrière	Réserve/Catégorie (Tonnes)			Totale
	B	C1	C2	
Dar M'Barek	3 862 955	2 505 201.7		4 775 298

Tableau 3- Réserves exploitables attendues après les travaux complémentaires (ENOF, 2017).

Niveau (m)	Stérile		Minerai		Taux de découverte volumétrique
	Volume en place	Volume foisonnée	Volume en place	Quantité en tonnes	
380-360	849 935.81	1 019 922.97	55 733	95 303,428	15.25
360-320	1 560 424.98	1 872 506.37	1 411 937.65	2 414 413.39	1.1
320-360	977 749.72	1 173 299.66	1 324 901.99	2 265 582.41	0.74
Totale	3 388 107.50	4 065 729	2 792 572.65	4 775 299,23	1,21

Tableau 4- Volume et tonnage de stérile et de minerai (ENOF, 2017).

Nature du sol	Coefficient de foisonnement
Sable et graves sableuses.	1.1
Argiles, limons, sable argileux.	1.25
Sols meubles consolidés ou argiles et marnes en motte.	1.35

Tableau 5- Valeurs théoriques de coefficient de foisonnement

(ENOF, 2017).

Point	X	Y
1	621 724	3 862 877
2	621 632	3 862 882
3	621 532	3 862 916
4	621 490	3 862 956
5	621 469	3 863 003
6	621 453	3 863 103
7	621 427	3 863 189
8	621 454	3 863 306
9	621 518	3 863 363
10	621 614	3 863 350
11	621 677	3 863 293
12	621 712	3 863 201
13	621 760	3 863 107
14	621 790	3 863 021
15	621 724	3 862 949

Tableau 6- Cordonnées UTM de délimitation de la fosse

(ENOF, 2017).

	Minéraux argileux		Minéraux non argileux										
	Montmorillonite	Muscovite	Quartz	Calcite	Pericla se	Corundu m	Hemati te	FeO (O H)	Albite	Goethit e	Ca(OH) ₂	Magnétite	Katoite
Éch.05	58	09	11.9	10.8	9.3	/	/	/	/	/	/	/	01
Éch.04	46	/	11	23	09	01	01	/	/	02	/	05	01
Éch.03	39	12	23	03	4.8	01	03	/	/	14	0.2	/	/
Éch.02	80	/	07	/	12.48	/	0.52	/	/	/	/	/	/
Éch.01	49	9	20	6.7	00	01	0.3	3	11	/	/	/	/

Tableau 7- Résultat d'analyses géochimique des argiles bentonitiques de la carrière de Dar M'Barek.

SPECIFICATION	REQUISES (API GRADE)
600 RPM A 64 g/l d'argile	30 CPS/MIN
YIELDPOINT/VISCOSITE	6% MAX
RESIDU AU TAMIS 200 MESH VOIE HUMIDE	2.5% MAX
FILTRAT API	16ml Max
HUMIDITE	13% MAX

Tableau 8- Qualité de la bentonite de forage selon la norme **API** (Application Programming Interface) (ENOF, 2017).

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géo-Ressources

Titre du mémoire : CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE D'UN GISEMENT DE BENTONITE. EXEMPLE : GISEMENT DE DAR M'BAREK -MAGHNIA-.

Auteurs : Sanaa BOUANANI & Asma GHALEM

Résumé

Le gisement de Dar M'Barek est considéré parmi le plus grand gisement d'argiles bentonitiques récent en Algérie. Dans le but d'avoir une meilleure idée sur la qualité de ces argiles bentonitiques, une étude lithologique, pétrophysiques et géochimiques ont été réalisées. Ainsi, l'étude lithologique montre que la carrière de Dar M'Barek se distingue par la présence de trois ensembles lithologiques : ensemble de base, formé de tuf volcanique blanchâtre renfermant de débris rhyolitiques et perlites. Passant aux argiles bentonitiques de couleur verdâtre à nuance jaunâtre interrompue par des intrusions rhyolitiques vers le haut. La série est clôturée par une carapace détritique rougeâtre, formée par des grès, des argiles et des conglomérats.

Par ailleurs, les résultats des paramètres pétrophysiques, telle que la viscosité, le gonflement, la perte filtrat, l'humidité et le refus, montre que la qualité de ces argiles bentonitiques sont utilisés comme une matière première pour la bentonite de forage, la bentonite de charge industrielle et de la fonderie.

Enfin, l'analyse géochimique montre que la composition minéralogique des argiles bentonitiques de ladite carrière est variable. La paragenèse minérale est composée de deux minéraux argileux (montmorillonite et muscovite). Cependant, les minéraux non argileux sont formés de quart, calcite $\text{Ca}(\text{OH})_2$, goethite, corundum, albite, magnétite, katoite, $\text{FeO}(\text{OH})$.

Mots-clés : Dar M'Barek, argiles bentonitiques, étude lithologique, paramètres pétrophysiques, analyse géochimique, minéraux argileux, minéraux non argileux.