

**UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA**  
**FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVEALABLES ET**  
**DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

*En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master en Géologie*

**Option :**

*Géologie des Bassins Sédimentaires*

**THEME**

**Etude minéralogique des argiles  
oxfordienne de la région Frenda-Tiaret**

*Soutenu publiquement par :*

**SAIHI Youcef**

*Le 08/06/2016*

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	GUERRADI Hocine	M. A. A Univ. Ouargla
<b>Promoteur :</b>	CHERIF Amine	M. A. A Univ. Ouargla
<b>Examineur :</b>	HADDANE Abdenoure	M. A. A Univ. Ouargla

**Année Universitaire : 2015/2016**

# Dédicaces

*À ma mère et à mon père que Dieu les préserve*

*En témoignage d'affection et de reconnaissance*

*À mes sœurs et frères*

*À mes amis*

*À tous ceux qui me sont chers*

*À tous ceux qui m'ont sorti des ténèbres de l'analphabétisme et de l'ignorance*

*À tous ceux qui m'ont appris un mot, une idée ou une leçon dans ma vie*

*À tous mes enseignants*

*En témoignage de véritable reconnaissance et de sincère gratitude*

# Remerciements

*Je remercie avant tout ALLAH tout puissant de m'avoir guidé toutes ces années d'études et de m'avoir donné la volonté, la patience, le courage pour terminer ce travail.*

*Ce travail a été réalisé au laboratoire des travaux publique de sud et diffractométrie au rayon X dans laboratoire de université ammar thelji Laghouat.*

*je remercie Mer. AMINE CHERIF de m'avoir encadré, ma conseillé de me passer cette patience sur les argiles.*

*Je tiens également à remercier tous les membres du jury Mer HADDANE et Mer GUERRADI de m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.*

*Nos plus vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont facilité la tâche pour la réalisation de ce travail de près ou de loin*

*A toutes le personnel du département des Sciences de la Terre et de l'Univers.*

# Plan De Travail

	<b>Introduction Générale</b>	<b>01</b>
<b>PARTIE I</b>	<b>Généralité</b>	
	<b>I. Cadre Géographique</b> .....	<b>02</b>
	Cadre géographique générale .....	02
	<b>II. Cadre Géologique</b> .....	<b>03</b>
	<b>A. Cadre géologique général</b> .....	<b>03</b>
	<b>B. Cadre géologique local</b> .....	<b>04</b>
	<b>a. Stratigraphie et lithologie</b> .....	<b>04</b>
	<b>1. La zone méridionale</b> .....	<b>04</b>
	<b>a.1 Le Jurassique</b> .....	<b>04</b>
	<b>1 Le Kimméridgien</b> .....	<b>04</b>
	<b>2 Le Tithonique</b> .....	<b>04</b>
	<b>a.2 Le Crétacé</b> .....	<b>04</b>
	<b>2. La zone centrale</b> .....	<b>04</b>
	<b>a. La transition Jurassique supérieure Crétacé inférieur</b> .....	<b>05</b>
	<b>b. Le Cénomanién</b> .....	<b>05</b>
	<b>c. Le Turonien</b> .....	<b>05</b>
	<b>d. Le Sénonien</b> .....	<b>05</b>
	<b>3. La zone septentrionale</b> .....	<b>06</b>
	<b>a. Le Callovo-Oxfordien</b> .....	<b>06</b>
	<b>b. Le Miocène inférieur</b> .....	<b>06</b>
	<b>c. Le Miocène Supérieur</b> .....	<b>07</b>
	<b>III. Historique Sur L'étude Des Séries Détritiques Du Callovien - Oxfordien - Kimméridgiens</b> .....	<b>09</b>
	<b>IV. But Et Méthodologie</b> .....	<b>12</b>

# Plan De Travail

<b>Partie II</b>	<b>Caractérisations Géotechniques des matériaux</b>	
	<b>I. Introduction</b> .....	12
	<b>II. Origine des matériaux</b> .....	12
	<b>III. Programme Des Essais</b> .....	12
	<b>IV. Essais Physico-Chimiques</b> .....	14
	<b>A. L'Essai physique</b> .....	14
	<b>a. Teneur en eau naturelle (W %)</b> .....	14
	<b>b. Détermination de la teneur en matière organique total</b> .....	15
	<b>c. Analyse granulométrique</b> .....	15
	<b>d. Limite d'Atterberg</b> .....	20
	<b>1. Limite de liquidité WL</b> .....	21
	<b>2. La limite de plasticité <math>W_p</math></b> .....	22
	<b>e. La densité</b> .....	26
	<b>B. L'essai chimique</b> .....	27
	<b>a. Valeurs au bleu de méthylène</b> .....	27
	<b>b. Détermination de la teneur en carbonate <math>CaCO_3</math></b> .....	29
	<b>c. Détermination de la teneur en gypse et les insolubles</b> .....	30
	<b>V. CLASSIFICATION DU SOL D'APRES LES RESULTATS OBTENUS</b> .....	31
<b>Partie III</b>	<b>Caractérisations minéralogiques des matériaux</b>	
	<b>I. Introduction</b> .....	33
	<b>II. Définition des argiles</b> .....	33
	<b>III. La structure des minéraux argileux</b> .....	33
	<b>IV. Les espèces des minéraux argileux</b> .....	34
	<b>V. Principales argiles</b> .....	35
	<b>A. Kaolinite</b> .....	35
	<b>B. Smectites</b> .....	36
	<b>C. Illites</b> .....	37

# Plan De Travail

---

D. Chlorites .....	38
<b>VI. Méthodes et techniques utilisées sur l'analyse minéralogique par diffraction aux Rayons X .....</b>	<b>41</b>
A. Echantillonnage .....	41
B. L'analyse minéralogique par diffraction aux Rayons .....	41
1. But de l'analyse .....	41
2. Considérations générales .....	42
3. Principe .....	43
4. Résultats expérimentaux .....	44
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>47</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	
<b>Liste des figures .....</b>	
<b>Liste des tableaux .....</b>	

# Introduction Générale

---

L'argile est une matière première utilisée depuis l'antiquité. Elle est nécessaire pour la fabrication des objets utilisés dans la vie quotidienne. Elles apportent aux géologues des informations sur les conditions environnementales (source nourricière, conditions de formation, diagenèse...).

Pour ceci, nous avons tenté de réaliser des essais physico-chimiques ainsi que des analyses de diffractométrie de rayon x , afin de détecter des compositions minéralogique des argiles oxfordienne (DRX) sur des échantillons

Object :

L'étude géotechnique a été réalisée dans le laboratoire Des travaux publique de Sud L.T.P.S . Elle a pour objet déterminer les caractéristiques physico-chimiques d'un sol pour réaliser un ouvrage. Les analyses minéralogiques de la Formation des Argiles de Saïda pour déterminé les composition minéralogiques ont été effectuées au niveau du laboratoire physique de l'Université de Laghouat Amar Thelidji .

# **PARTIE I**

## **G**ENERALITE

 **Cadre Géographique**

 **Cadre Géologique**

 **Historique Sur L'étude Des Séries Détritiques Du  
Callovien - Oxfordien - Kimméridgiens**

 **But Et Méthodologie**



## I. CADRE GEOGRAPHIQUE

### Cadre géographique générale :

Frenda constitue l'extrême partie orientale du domaine Tlemcénien ( $35^{\circ}02'01.3''N$   $1^{\circ}01'13.5''E$ ) . Ce domaine est situé entre l'Atlas tellien au Nord et les Hauts-Plateaux oranais au Sud.

Il correspond à une large bande, approximativement orientée Ouest-Est, fait de terrains s'étendant des frontières algéro-marocaines jusqu'au Sud de la ville de Tiaret



**Fig. 01:** image satellite de la région étudiée, google maps (2016). .

### II. CADRE GEOLOGIQUE

#### A- Cadre géologique général :

Frenda fait partie du domaine Tlemcénien. Ce domaine a été défini par Elmi (1973) comme étant "un sillon intracratonique subsident et relativement profond", de forme polygonale, il est limité au Nord, par la dépression miocène, au Sud, par le môle résistant des Hautes Plaines oranaises, à l'Est, par la transversale NNE-SSW d'El Bayadh-Tiaret (Lucas, 1952; Elmi, 1978) qui le sépare du domaine pré-atlasique et à l'Ouest, par le domaine rifain et la bordure septentrionale du Moyen Atlas marocain.

Les principales structures du domaine Tlemcénien sont orientées N-70° et déviées par des décrochements N-10° et N-20°, parallèles aux transversales définies par LUCAS (1942, 1952), Glangeaud (1951), Guardia (1970, 1975) et Elmi (1970, 1973, 1978, 1982). Ces transversales découpent ce domaine en plusieurs panneaux qui sont, de l'Ouest vers l'Est (Elmi, 1978): le panneau de Guercif, le panneau des Béni Snassen, Traras, Monts d'Oujda et de Rhar Roubane, le panneau des Monts de Tlemcen et de Daïa et le panneau des Monts de Saïda figure I-2.

- 1- Panneau de Guercif (I) Ce panneau est limité à l'Est par la transversale de Moulaya (M) (Elmi, 1978) où il se termine par un cul de sac.
- 2- Panneau des Béni Snassen, Traras, Monts d'Oujda et Rhar Roubane (II), Il est bordé à l'Est par la transversale de Tafna-Magoura (TA) (Gautier, 1922; Lucas, 1942, 1952; Glangeaud, 1951; Guardia, 1970,1975; Elmi, 1970, 1973, 1978,1982; Benest, 1971). Il est coupé longitudinalement par la dépression Angad-Maghnia qui sépare les Béni Snassen et les Traras au Nord, des Monts d'Oujda et de Rhar Roubane, au Sud.
- 3- Panneau des Monts de Tlemcen et de Daïa (III), de forme parallélépipède, ce panneau est limité à l'Est par la transversale de Saïda-Aïn Sefra (S). D'autres transversales, telles que celles d'Oued Chouly (Elmi, 1970; Benest, 1971, 1973; Auclair et Biehler, 1967) et d'Aïn Tellout (Gentil, 1903; Elmi, 1970; Benest, 1971) en constituent les principaux accidents. Ce panneau est formé essentiellement de dépôts du Jurassique supérieur et du Crétacé.
- 4- Panneau des Monts de Saïda (IV) qui est limité à l'Est par la transversale d'El Bayadh-Tiaret (TI) qui sépare le domaine Tlemcénien du domaine pré-atlasique du Nador. Il est constitué de terrains paléozoïques et jurassiques.

### **B- Cadre géologique local :**

#### **a. Stratigraphie et lithologie :**

La stratigraphie sera décrite selon les trois zones définies précédemment fig. 02

#### **1. La zone méridionale :**

##### **a.1 Le Jurassique :**

Il est présenté essentiellement par la partie supérieure allant du Callovo-Oxfordien au Tithonique.

##### **1. Le Kimméridgien :**

Avec une centaine de mètres de dolomies, il affleure aux environs de Frenda faisant saillie dans le relief. Il est notamment visible vers le sud à l'extérieur du bassin versant de la Haute-Mina.

##### **2. Le Tithonique :**

Il est attribué à la « Formation de Frenda », il est présenté par des argiles vertes à passées de grès ferrugineux, d'une puissance dépassant parfois les 200 m, le tout est couronné par des dolomies et de grès n'excédant guère 60 m.

##### **a.2 Le Crétacé:**

Au centre de la zone méridionale le Sénonien (Crétacé supérieur) « ouvre » un passage au milieu de la série jurassique. On y reconnaît notamment des calcaires et des marnes crayeuses, les premiers sont représentés en formations subtabulaires de faibles épaisseurs marqués du temps en temps par un banc repère de calcaires cristallins.

Les marnes sont de même importance que les calcaires et souvent traversées par de petits bancs gréseux de couleur jaunâtre.

#### **2. La zone centrale :**

Peut être divisée en deux parties : est et ouest.

La partie est, la plus étendue et entièrement occupée par le Crétacé supérieur (Sénonien), celle de l'ouest revenant au Crétacé moyen et inférieur (Tithonique, Cénomanién).

Toutefois une coupe établie aux environs de Sidi Ouaddah (X=370.2, Y=221.5), montre la série dans sa presque totalité. On y distingue de bas en haut :

**a. La transition Jurassique supérieure Crétacé inférieur :**

Les grès dominent dans cette partie avec une puissance de 80 m interrompus par des argiles sableuses (1 à 15 m) et à la base un niveau repère de dolomies microcristallines permet de reconnaître cette transition.

**b. Le Cénomaniens :**

A travers une épaisseur assez impressionnante on reconnaîtra en partant de la base :

- des argiles sableuses jaunâtres sur 10 m.

- des lumachelles sous formes de petites intercalations.

- des calcaires argileux (5 à 10 m).

- des calcaires marneux très épais dépassant les 100 m, très fissurés, parfois karstiques et qui pourraient représenter le principale réservoir aquifère du plateau ; les marnes occupant les poches de décalcification.

- des argiles marneuses viennent terminer cette série par un banc de 10 m environ.

**c. Le Turonien :**

Le passage du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur est reconnu, dans la nature par des surfaces subtabulaires faisant saillie dans la topographie de faciès dolomitique, gréseux ou de grès et calcaires dolomités de quelques mètres seulement.

**d. Le Sénonien :**

Constitue avec le Cénomaniens les formations dont les épaisseurs sont les plus importantes. Il débute à la base par des calcaires graveleux beiges en petits bancs sur 20 m.

Les calcaires sont interrompus par des marno-calcaires pour reprendre ensuite sur 20 m également.

Vers le sommet on remarque une puissante couche de dolomie ferrugineuses microcristallines de plus de 40 m couronnés par des marno-calcaires marqués çà et là par des niveaux repères à gypse.

### **3. La zone septentrionale :**

Le remplissage de sillon central où l'Oued Mina suit son cours vers l'Ouest est occupé par les formations de Jurassique inférieur défini par J.POLVECHE (1951) comme appartenant au bassin de Djilali Ben Amar. Il est marqué au Nord par une discordance angulaire et cartographique le mettant en contact avec le Miocène dont on peut faire la description suivante à partir de la base :

#### **a. Le Callovo-Oxfordien :**

C'est une série essentiellement argileuse à argilo-gréseuse marquée par une forte dolomitisation. Elle est épaisse d'environ 250 m (affleurement assez visible à l'aval de barrage de Bekhadda dans la vallée de l'Oued et Taht).

Elle commence par un banc gréseux roux plus développé à mesure que l'on s'éloigne vers le sud. Viennent ensuite des argiles gris-vert à gris-bleu montrant parfois des niveaux lie de vin ou rougeâtres. Elles alternent avec des grès verdâtres. Cette série est fortement dolomitisée.

#### **b. Le Miocène inférieur :**

Il repose en discordance sur la série de Jurassique et du crétacé. Cette transgression de la mer miocène sur les Hauts plateaux s'observe, d'après J. POLVECHE, depuis Tiaret jusqu'à Bouhnifia vers l'Ouest.

Le Miocène débute soit par un conglomérat à gros galet arraché des formations jurassiques (jusqu'à 1 m<sup>3</sup>), soit par des grès friables, le tout parsemé de poches à remplissage d'argiles.

Cette série varie de 3-4 m jusqu'à 100 m du côté de Mechraa-Sfa. Viennent ensuite 200 à 300 m de marnes grises (formant probablement l'assise imperméable de l'aquifère du Miocène supérieur) d'aspect bleuté avec de rares intercalations de grès fins habituellement lenticulaires se débitant en dalles et plaquettes.



### III. Historique sur l'étude des séries détritiques du Callovien - Oxfordien - Kimméridgiens

Dans cette étude, nous citerons les principaux travaux effectués sur les dépôts détritiques du Callovien - Kimméridgiens, aussi bien en Algérie occidentale, qu'au Maroc oriental, c'est-à-dire, dans les domaines paléogéographiques Tlemcénien.

En 1965, Atger et VERDIER utilisent pour la première fois le terme "Argiles de Saida", pour désigner des niveaux argilo-gréseux du Jurassique supérieur, affleurant entre la ville de Mascara et de Saida.

En 1967, Auclair et Biehler publient une synthèse des travaux effectués depuis 1955 par la Société Nationale de la Recherche et d'exploitation des pétroles en Algérie (S. N. Repal). Cette synthèse englobe une étude lithostratigraphique et structurale sur les "Hautes Plaines oranaises", entre Tlemcen à l'Ouest, Saida à l'Est, Sidi Bel-Abbes au Nord et El Aricha au Sud. Ils estiment que les "Grès de Franchetti" (équivalents latéraux des "Grès de Bou Medine" des Monts de Tlemcen et de 4K Rhar Roubane), définis dans la région de Sidi Amar (*ex. Franchetti*, près de Saida), se sont déposés dans une zone d'épandage subdeltaïque et supposent une origine SW du matériel détritique.

Augier, au cours de la même année, dans son étude sur la couverture sédimentaire des Hauts Plateaux, groupe les assises grés-pelitiques du Jurassique supérieur sous l'appellation de "Groupe terrigène" qu'il considère comme d'origine deltaïque. Il pense, en effet, à "une vaste zone deltaïque s.s. ou aérienne, recouvrant le Sahara nord-occidental et comprenant au moins l'Anti-Atlas marocain et la région de Bechar-Zousfana, à partir desquels divergent vers le N et le NE trois chenaux sous-marins.

Le premier étant axe sur le fosse SW-NE du Moyen Atlas, le second sur le golfe de Telagh, à travers les confins algero-marocains, et le troisième sur le secteur de Nador Cédraie, depuis l'extrémité occidentale de l'Atlas Saharien.

Cet auteur distingue deux époques. La première correspond aux dépôts des "Argiles de Saida" dans les Monts de Tlemcen-Saida, issus du premier chenal et aux formations équivalentes ("Grès du Nador" et membre inférieur des "Argiles de Faidja") du Djebel Nador de Tiaret, issus des deux autres chenaux. La seconde époque caractérise la mise en place de la formation des "Grès de Franchetti", dans la région de Saida (Sidi Amar) et du membre supérieur des "Argiles de Faidja" dans le secteur de Djebel Nador de Tiaret, faciès latéral équivalent aux "Grès de Bou Medine" des Monts de Tlemcen- Rhar Roubane. Ces dépôts proviendraient de la partie occidentale de l'Atlas saharien.



A la fin des années soixante, une équipe de chercheurs de l'Université Claude Bernard (Lyon I - France) commence à s'intéresser à la géologie des terrains secondaires, voire crétacés, de l'Algérie occidentale et du Maroc oriental. A la tête de cette équipe, Benest et Elmi. Ces auteurs apportent dès 1969, des précisions sur la stratigraphie du Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des Monts de Tlemcen. Ils donnent une description de la formation des "Argiles de Saida" dans la région de Seb dou (Sidi Yahia Ben Sefia) où ils ont pu reconnaître le Callovien inférieur, à partir de la faune d'ammonites récoltées dans la formation.

Plus à l'Est, dans les Monts de Chellala, Caratini (1970) désigne une succession datée de l'Oxfordien-Kimmeridgien *p.p.* par le terme de "Série inférieure détritique".

En 1971, Elmi dresse une zonation basée sur les ammonites des terrains du Bajocien supérieur - Callovien de l'Oranie (Monts des Traras, de Tlemcen et de Saida).

La même année, Benest retrace le cadre structural de la dépression de Seb dou. Cet auteur définit, en 1972, dans les Monts de Tlemcen, 8 formations carbonatées et les grands rythmes du Jurassique supérieur.

Au cours de la même année, Elmi signale l'hétérochronie de la base de "Argiles de Saida". Il note que celle-ci est plus tardive dans la région de Saida-Frenda que sur les horsts frontaliers algéromarocains.

Delfaud, en 1973, dans son étude sur les environnements sédimentaires, attribue à la formation des "Argiles de Saida" son "faciès alternant atlasique", considéré comme des assises deltaïques, avec de larges influences intertidales. Il les fait correspondre à la partie distale du "Continental Intercalaire". Cette hypothèse sera rejetée une année plus tard par Mongold *et al.* (1974) qui évoquent l'absence d'indices d'émersion liés aux marées.

Elmi publie la même année (1973) une note sur l'étude structurale des Monts de Rhar Roubane. Il montre l'existence de décrochements importants dans cette région.

En 1974, Delteil puis, une année plus tard (1975), Guardia et Fenet, retracent le cadre structural et paléogéographique du Domaine tellien de l'Algérie nord occidentale. GUARDIA donne le nom de "Groupe greso-pelitique médian" à la formation des "Argiles de Saida". Fenet la désigne par celui de "Formation argilo-gresueuse" dans les massifs de Kebdana et d'Oran.

Lors de la 4<sup>me</sup> Réunion des Sciences de la Terre (Paris, 1976), Elmi résume une étude comparative entre la sédimentation du Domaine Tlemcénien et des domaines des Hautes Plaines et tello-rifain. Il note que le Domaine tello-rifain n'a montré des différences avec le



Domaine tlemcenien qu'a partir de l'Oxfordien terminal (a la fin du "jeu en sillon"), c'est-à-dire, lors de l'apparition d'un régime deltaïque dans le second domaine, indiquant la cicatrisation du sillon et l'accentuation d'un régime pélagique dans le premier.

Au cours de l'année 1978, est publiée, dans le jubilaire de Flandrin, la synthèse la plus Complète qui soit fait jusqu'a cette date sur la formation des "Argiles de Saida". En effet, Elmi et Benest définissent, a partir de l'outil séquentiel et biostratigraphique, le cadre historique et paléogéographique de cette formation. Leur travail s'étend depuis la région de Tiaret a l'Est, jusqu'aux confins algero-marocains a l'Ouest (le long du "sillon tlemcenien").

Ces auteurs démontrent que cette formation commence de façon hétérochrone (Callovien inférieur - zone a *Kamptus* a zone a *Gracilis*) dans les Monts de Rhar Roubane. Dans les Monts de Saida, elle débute généralement dans le Callovien moyen. La limite supérieure semble elle aussi hétérochrone. En effet, malgré le peu d'élément de datation en leur possession, ils placent cette limite toujours au-dessus de l'Oxfordien inférieur dans les deux régions citées. Elle serait de l'Oxfordien moyen dans le secteur de Frenda.

Ils signalent également l'existence de lentilles gréseuses pouvant se développer sur des longueurs de plus de 100 m le long de la barrière de Ras Asfour (Monts de Rhar Roubane). Ils les attribuent aux "Grès de Bou Beker", formation déjà citée par Lohest (m LUCAS, 1942) et Voirin (1965). Ils pensent que ces dépôts sont liés a un déséquilibre tectono-sédimentaire, affectant les zones marginales du "sillon tlemcenien" (Bou Beker) et les bordures du Horst de Rhar Roubane.

Sur le plan sédimentologique, ces auteurs considèrent les "Argiles de Saida" comme étant une formation flyschoides dont le dépôt a été influencé, jusqu'a l'Oxfordien inférieur, par des régimes turbides.

Sur le plan tectono-sédimentaire, cette formation se serait mise en place suite a une Sédimentation terrigène, sur une marge continentale en voie d'effondrement. Ils notent, enfin, que le Domaine tlemcenien et le Domaine tello-rifain avaient un développement étroitement parallèle jusqu'à la fin de la sédimentation des "Argiles de Saida" et ce n'est qu'ensuite que leur évolution s'est définitivement séparée (Phase argovienne).

En 1979, Touahria apporte de nouvelles précisions sur la stratigraphie du Callovien des environs de Saida. Elle considère la formation les "Argiles de Saida" comme étant de "type flysch" et déposée dans des bassins soumis a des phénomènes de distension.

### IV. BUT ET METHODOLOGIE

Le but du travail consiste à réaliser une étude géotechnique sur la formation des ‘‘Argiles de Saïda’’ dans le secteur Frennda (Sud de Tiaret).

Notre travail comprend deux étapes : la première est sur le terrain et consiste à prendre des échantillons d’argiles, la deuxième étape sera dans le laboratoire et comporte d’effectuer des essais physico-chimiques sur les argiles.

Les essais physico-chimique :

- Teneur en eau (w%) .
- Teneur en MO .
- Granulométrie .
- La densité .
- Détermination SO<sub>4</sub> , IN .
- Teneur en carbonate caco<sub>3</sub> .
- Bleu méthylène .
- Limite d’atterbarg .

# **PARTIE II**

## **Caractérisations Géotechniques des matériaux**

**+ Introduction**

**+ Origine des matériaux**

**+ Programme Des Essais**

**+ Essais Physico-Chimiques**

**+ CLASSIFICATION DU SOL D'APRES  
LES RESULTATS OBTENUS**

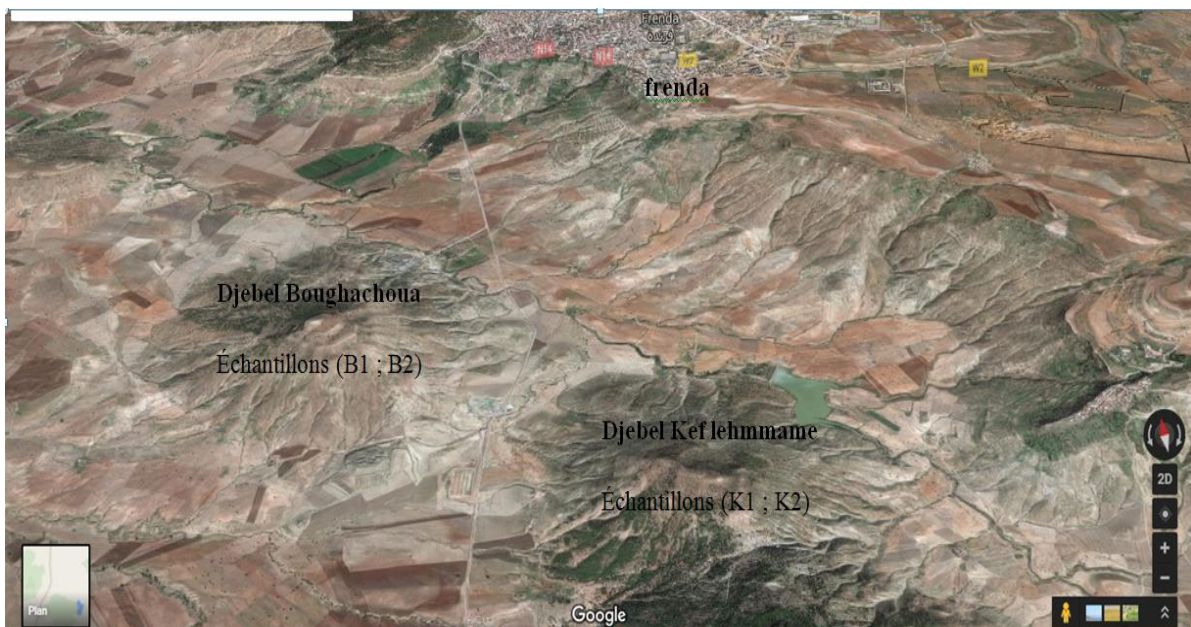
### I. INTRODUCTION

Pour une bonne étude, il est nécessaire de disposer de certaines données relatives aux propriétés géotechniques du sol, telles que la limite d'Atterberg, la teneur en eau, la teneur en carbonate, dont le but d'évaluer les possibilités d'amélioration.

Donc quelles que soient les objectifs recherchés dans une étude géotechnique, il est de règle d'effectuer initialement l'identification des sols concernés. Cette procédure permet d'orienter les analyses géotechniques ultérieures et surtout d'effectuer une classification des matériaux rencontrés, les paramètres nécessaires pour cette classification sont aussi bien de nature physico-chimique .

### II. Origine des matériaux :

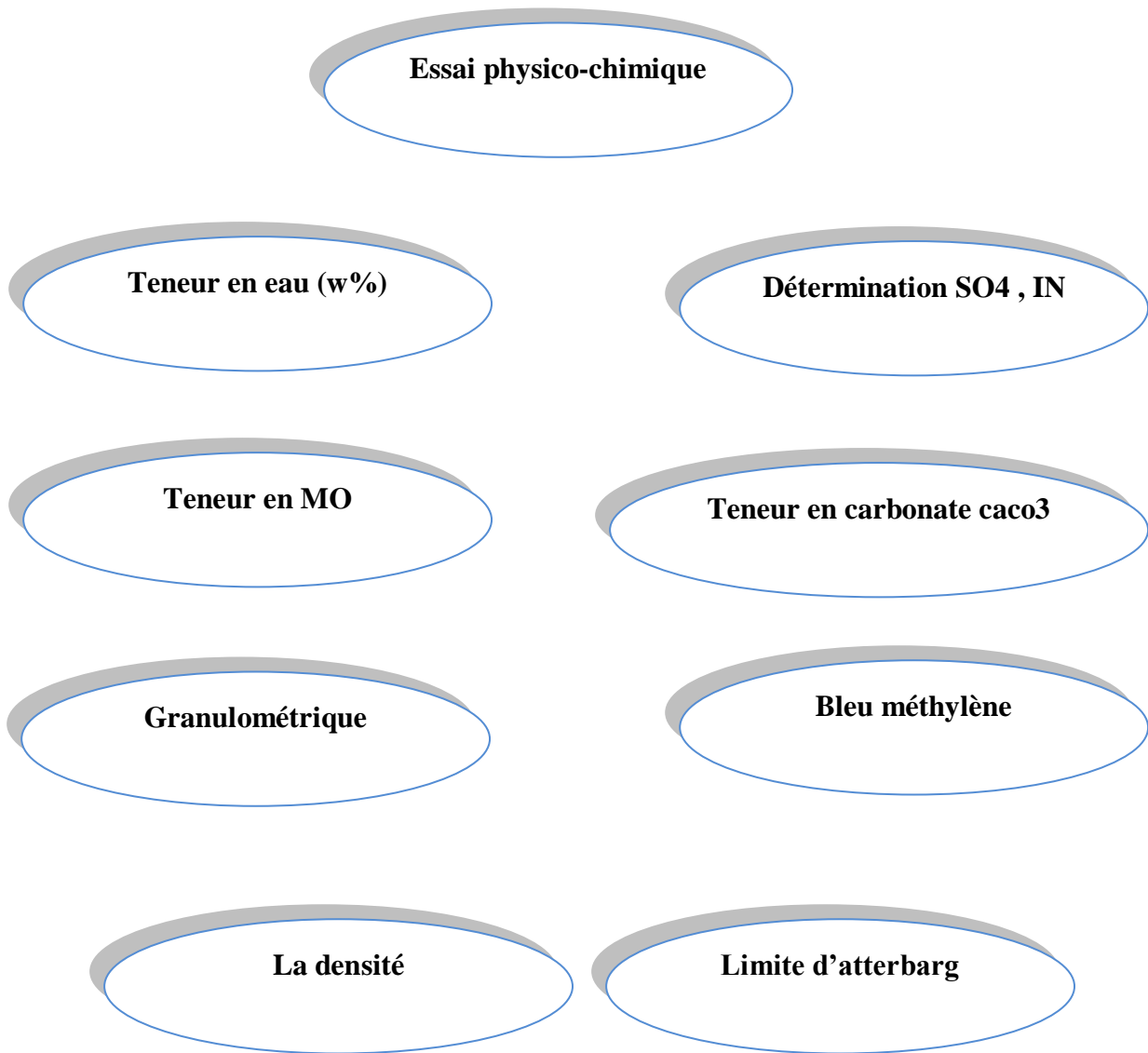
Les échantillons utilisés proviennent de gisements de la région de Frenda, au sud-ouest de Tiaret (Algérie nord occidentale).



**Fig. 03 :** Carte du satellite Indiquer l'emplacement de l'échantillonnage. google map (2016)

### III. PROGRAMME DES ESSAIS

Les échantillons K1 ; K2 ; B1 ; B2 prélevés successivement au niveau de Kef el Hemmam et Dj. Boughachoua ont été soumis à des essais physico-chimiques au laboratoire LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD LTPS-OUARGLA.



**Fig. 04 :** Diagramme des essais physico-chimiques.

### IV. ESSAIS PHYSICO-CHIMIQUES

#### A- L'Essai physique :

##### a. Teneur en eau naturelle (W %) :

C'est une caractéristique essentielle, l'eau jouant un rôle déterminant sur le comportement d'un sol. Elle est déterminée comme étant le rapport du poids de l'eau sur le poids des grains solides d'un certain volume sol, exprimé un pourcentage (%).

La mesure de la teneur en eau a été réalisée avec un séchage à l'étuve d'une quantité du matériau, pesée à sa teneur naturelle (W). L'échantillon est étuvé à une température de 105°C jusqu'à ce que le poids reste constant (WS).

Elle est donnée selon la formule suivante :

$$W\% = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100$$

Wh : Poids humide de l'échantillon en (g).

Ws : Poids sec de l'échantillon en (g).

ARGILE	W(%)	W(%)
ECHANTILLON B01	1.99	4.55
ECHANTILLON K01	9.8	
ECHANTILLON B02	4.45	
ECHANTILLON K02	1.98	

Tab. 01 : la teneur en eau Natural de l'argile.

#### Résultats et interprétation :

La teneur en eau est 4.55% se présente argile sec et moyennement humide.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

### b. Détermination de la teneur en matière organique total :

La présence des matières organiques influe sur les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau. Il est donc nécessaire de pouvoir évaluer la proportion en matières organiques, la mesure consiste à déterminer par deux procédés.

\* Préparation de l'échantillon et le poids de chaque échantillon , puis le mettre dans le four à une température de 1000 °c pour 2 heures .

\* prendre les échantillons du four puis pesée

Argile	MO(%)	MO(%)
Echantillon B1	0.7%	0.85%
Echantillon K1	1.02%	
Echantillon B2	0.63%	
Echantillon K2	1.07%	

Tab. 02 : la teneur en matière organique de l'argile.

### Résultats et interprétation :

Nos échantillons ont une teneur en matière organique moyenne inférieure à 1%, ils sont classés comme des matériaux faiblement organiques avec les sous-produits industriels selon GTR2000 et NF 11-300. La présence des matières organiques influence sur les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau, selon Bennert et al (2000) qui ont montré qu'une quantité de 3 à 4 % de matière organique peut modifier les caractéristiques du matériau.

### c. Analyse granulométrique :

#### Introduction :

L'analyse granulométrique est la détermination de la répartition en poids des éléments d'un matériau selon ses dimensions.

Cette détermination se fait par tamisage pour les particules supérieures à 80 µm et par sédimentation pour les particules inférieures à 80 µm.

Elle comprend deux opérations le tamisage et la sédimentation. L'analyse granulométrique est quelque soit la procédure d'analyse, est caractérisée par une courbe donnant les pourcentages des tamis en fonction des dimensions des passoirs, et dont le paramètre

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

essentiel est le diamètre  $d_{50}$  correspondant à 50 % de tamis et qui est totalement différent du diamètre moyen des grains.



**Fig. 05 :** Photo montrant le mode opératoire de l'essai de tamisage.

Après avoir fait passer le matériau dans une série de tamis de différents diamètres, et le tamisât qui passe par le dernier tamis 0,08 il s'incorpore par la sédimentométrie comme le montrent dans les tableaux suivants:

Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Poids refus partiels (g)		Poids refus cumulés (g)		Poids refus cumulés (%)		Complément a 100	
		K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
200 g	2	0.02	0.11	0.02	0.11	0.01	0.05	99.99	99.94
	1	0.03	0.17	0.05	0.28	0.025	0.14	99.97	99.86
	0.4	0.07	0.12	0.12	0.4	0.06	0.2	99.94	99.8
	0.2	0.12	0.08	0.24	0.48	0.12	0.24	99.88	99.76
	0.1	0.11	0.08	0.35	0.56	0.175	0.28	99.82	99.72
	0.08	0.06	0.05	0.41	0.61	0.205	0.30	99.72	99.69
	<0.08	199.9	199.9	200	200	100	100		

**Tab. 03 :** D'analyse Granulométrique des échantillon K1 , K2



## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

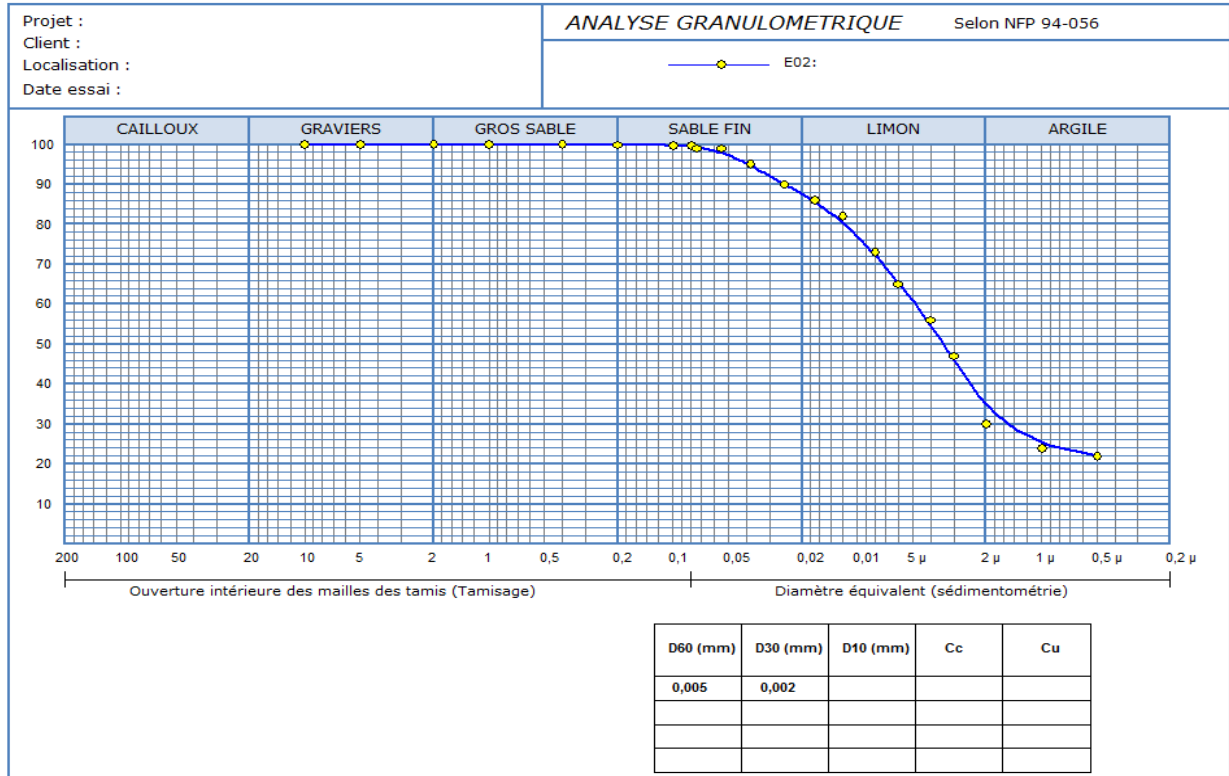
Poids de l'échantillon	Tamis (mm)	Poids refus partiels (g)		Poids refus cumulés (g)		Poids refus cumulés (%)		Complément a 100	
		B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
<b>200g</b>	<b>2</b>								
	<b>1</b>	<b>0.07</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>	<b>0.03</b>	<b>0.035</b>	<b>0.01</b>	<b>99.96</b>	<b>99.98</b>
	<b>0.4</b>	<b>0.16</b>	<b>0.08</b>	<b>0.23</b>	<b>0.11</b>	<b>0.115</b>	<b>0.05</b>	<b>99.88</b>	<b>99.94</b>
	<b>0.2</b>	<b>0.07</b>	<b>0.09</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.15</b>	<b>0.94</b>	<b>99.85</b>	<b>99.90</b>
	<b>0.1</b>	<b>0.09</b>	<b>0.04</b>	<b>0.39</b>	<b>0.23</b>	<b>0.195</b>	<b>0.11</b>	<b>99.80</b>	<b>99.88</b>
	<b>0.08</b>	<b>0.14</b>	<b>0.01</b>	<b>0.53</b>	<b>0.24</b>	<b>0.265</b>	<b>0.15</b>	<b>99.73</b>	<b>99.88</b>
	<b>&lt;0.08</b>	<b>199.4</b>	<b>199.7</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

**Tab. 04 :** D'analyse Granulométrique des échantillon B1 , B2.

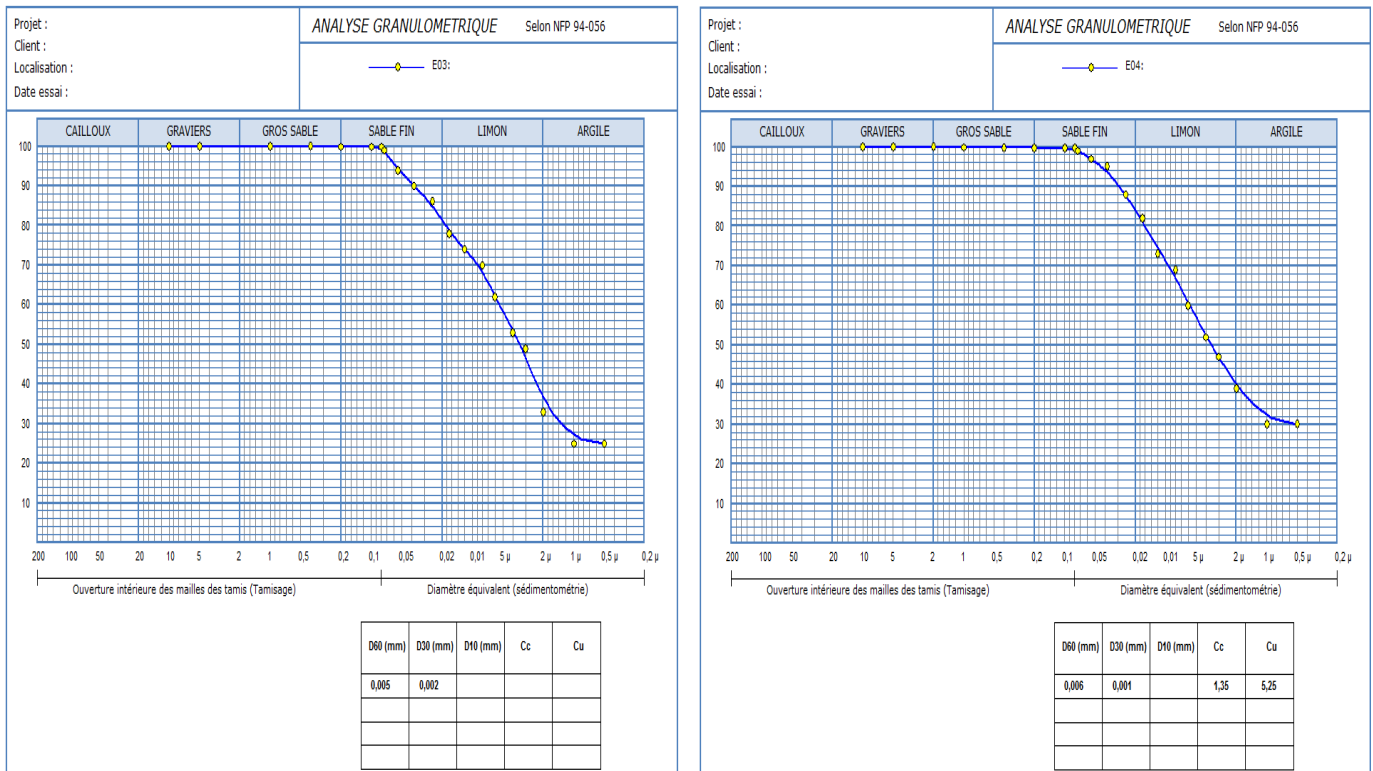
<i>Température C</i>	<i>temps</i>	<i>R : lecture an densimètre</i>	<i>Correction C</i>	<i>Lecture corrigée</i>	<i>Diamètre D</i>	<i>% Des éléments</i>
<b>29</b>	<b>30''</b>	<b>21</b>	<b>2.04</b>	<b>23,04</b>	<b>0.075</b>	<b>99</b>
<b>29</b>	<b>01'</b>	<b>21</b>	<b>2.04</b>	<b>23,04</b>	<b>0.055</b>	<b>99</b>
<b>29</b>	<b>02'</b>	<b>20</b>	<b>2.04</b>	<b>22,04</b>	<b>0.038</b>	<b>95</b>
<b>29</b>	<b>05'</b>	<b>19</b>	<b>2.04</b>	<b>21,04</b>	<b>0.025</b>	<b>90</b>
<b>29</b>	<b>10'</b>	<b>18</b>	<b>2.04</b>	<b>20,04</b>	<b>0.17</b>	<b>86</b>
<b>29</b>	<b>20'</b>	<b>17</b>	<b>2.04</b>	<b>19,04</b>	<b>0.12</b>	<b>82</b>
<b>29</b>	<b>40'</b>	<b>15</b>	<b>2.04</b>	<b>17,04</b>	<b>0.008</b>	<b>73</b>
<b>29</b>	<b>80'</b>	<b>13</b>	<b>2.04</b>	<b>15,04</b>	<b>0.006</b>	<b>65</b>
<b>29</b>	<b>160'</b>	<b>11</b>	<b>2.04</b>	<b>13,04</b>	<b>0.004</b>	<b>56</b>
<b>29</b>	<b>320'</b>	<b>9</b>	<b>2.04</b>	<b>11,04</b>	<b>0.003</b>	<b>47</b>
<b>29</b>	<b>24h</b>	<b>5</b>	<b>2.04</b>	<b>7,04</b>	<b>0.002</b>	<b>30</b>
<b>29</b>	<b>48h</b>	<b>3,5</b>	<b>2.04</b>	<b>5,54</b>	<b>0.001</b>	<b>24</b>
<b>29</b>	<b>72h</b>	<b>3</b>	<b>2.04</b>	<b>5,04</b>	<b>0.0005</b>	<b>22</b>

**Tab. 05 :** D'analyse Sédiment métrique de l'échantillon K1 .

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

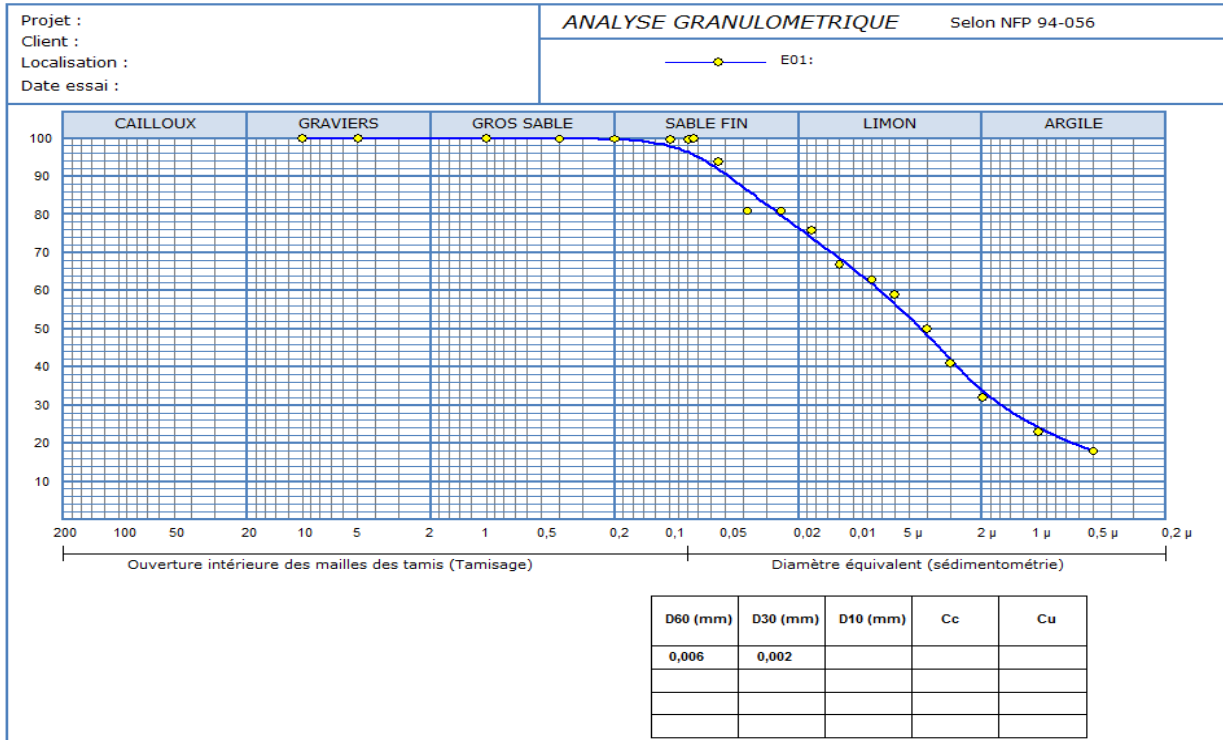


**Fig. 06** : courbe d'analyse granulométrique des échantillons K1



**Fig. 07** : courbe d'analyse granulométrique des échantillons (B2 ; K2).

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux



**Fig. 08** : courbe d'analyse granulométrique des échantillons B1 .

Eche N	Sable fin %	Argile %	D60mm	D30mm
B01	32	68	0.006	0.002
B02	34	66	0.005	0.002
K01	23	77	0.005	0.002
K02	36	64	0.006	0.001

**Tab. 06** : Les différentes classes du sol étudié.

### Interprétation des résultats :

Dans cet essai, nous avons remarqué que la courbe granulométrique des argiles de djbel kef lehman et djbel boughachoua contient de pourcentage de 10% a 22% de sable fin et de 54% a 67 % particules fines (argiles),

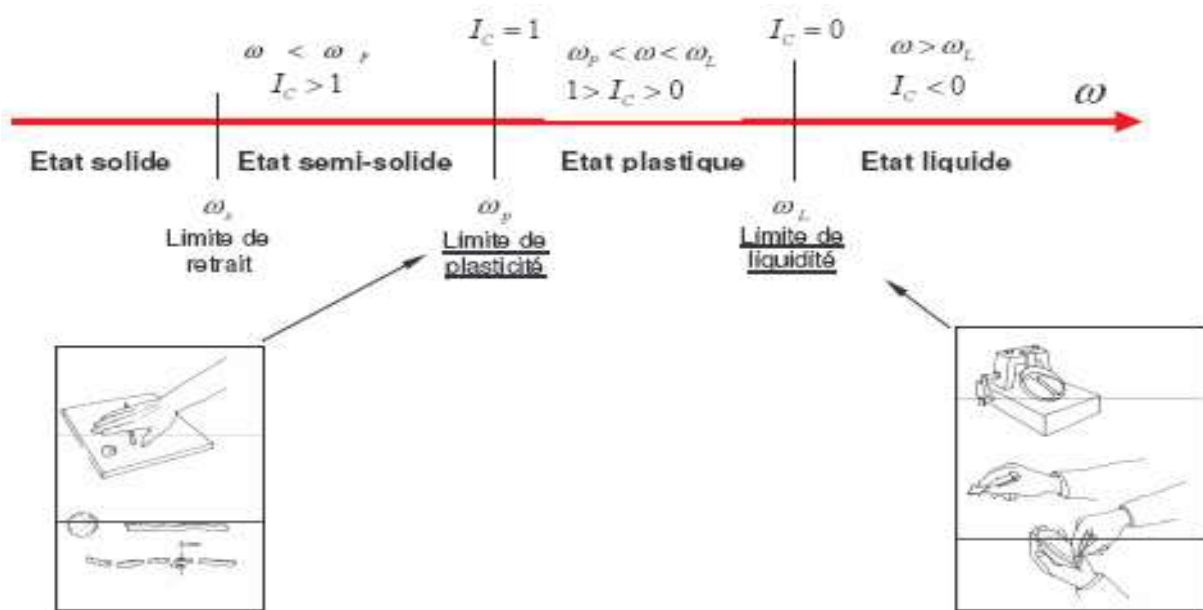
L'analyse granulométrique révèle que le sol est argileux .

### d. Limite d'Atterberg :

Cet essai permet la classification et l'identification des sols fins ou cohérents tels que les argiles, les limons...etc. En effet un sol constitué de particules ou de grains fins, peut avoir une consistance qui varie dans de larges limites avec la quantité d'eau qu'il renferme.

En fonction de la teneur en eau, un sol se présente suivant des consistances variables pour lesquelles, on peut distinguer quatre états ; liquide, plastique, solide, avec retrait et solide sans retrait.

En réalité, le sol passe graduellement d'un état à un autre et les frontières respectives ne se définissent que conventionnellement par les limites d'Atterberg .



**Fig. 09** : Etats de consistance d'un sol .

WL : limite de liquidité, teneur en eau qui sépare l'état liquide de l'état plastique

WP : limite de plasticité, teneur en eau qui sépare l'état plastique de l'état solide

WR : limite de retrait, teneur en eau qui sépare l'état solide avec retrait à l'état solide sans retrait.

IP : indice de plasticité  $IP = WL - WP$

IR : indice de retrait  $IR = WL - WR$

Lorsqu'un sol est gorgé d'eau, chaque grain est entièrement entouré d'eau absorbée et isolé des autres par de l'eau interstitielle libre. Il n'y a pas d'effet de capillarité et les mouvements relatifs des grains sont aisés, c'est l'état liquide.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

Si le sol contient moins d'eau, les tensions capillaires apparaissent, rapprochent les grains, l'eau libre diminue, les films d'eau absorbée se rejoignent et lubrifient les contacts entre les grains c'est l'état plastique.

Ce sont les limites entre ces différents états que l'on appelle les limites d'ATTERBERGS. Elles caractérisent la plasticité d'un sol, celle-ci étant définie comme une aptitude à changer considérablement de forme sous charge constante, sans changer de volume.

### 1. Limite de liquidité WL :

Elle est définie par la teneur pour la quelle un sol placé dans une coupelle est divisé en deux parties par une rainure, arrivent à se rejoindre sur une longueur bien déterminée (1 cm) sous l'influence d'un nombre déterminé de chocs « 25 » coups. Cette mesure est effectuée avec l'appareil de l'abaque de Casagrande .



**Fig. 10 :**Photo montrant l'appareil de casagrande pour déterminer la limite de liquidité.

L'essai de l'abaque de Casagrande consiste à déterminer la relation entre la teneur en eau et le nombre de chocs imposés à une coupelle contenant le matériau.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

Limite de liquidité $WL_2$						
	1 <sup>er</sup> essai		2 <sup>e</sup> essai		3 <sup>e</sup> essai	
N° de coups	17		21		35	
Poids total humide	20.79	22.18	19.37	20.78	19.06	18.53
Poids total sec	18.42	19.24	17.41	18.40	17.41	17.07
Poids de la tare	14.02	13.8	13.64	13.81	14.04	14.11
Poids de l'eau	2.37	2.94	1.96	2.38	1.65	1.46
Poids sol sec	4.4	5.44	3.77	4.59	3.37	2.96
Teneur en eau	53.87	54.04	52	51.8	49	49.3
W% MOY	53.95		51.9		49.15	

**Tab. 07 :** présentation des résultats obtenu de limite de liquidité d'argile B1.

### Interprétation des résultats :

Les deux figures montrent que les valeur des limites de liquidité sont élevées et comprise entre 49% et 54%.

### 2. La limite de plasticité $W_P$ :



**Fig. 11 :** La mesure des limites de plasticité des différents échantillons.

C'est la teneur en eau d'un sol remanié, caractérisant la transition entre un état plastique à l'état semi solide (avec possibilité de retrait).

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

Elle est définie par la teneur en eau d'un petit rouleau de sol qui se brise en petit morceau lorsque son diamètre atteint 3 mm, la longueur entre 10 à 15 cm et l'apparition de fissuration sur ces morceaux.

On calcule la limite de plasticité WP avec la relation suivante :

$$wp = \frac{w1 - w2}{w2} \times 100$$

**WP** : limite de plasticité(%).

**W1** : poids d'échantillon humide(g).

**W2** : poids d'échantillon sec(g).

	Limite de plasticité S		
	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>e</sup> essai	3 <sup>e</sup> essai
poids total humide(g)	30.11	34.57	28.85
Poids total sec(g)	30.03	34.48	28.77
Poids de la tare	29.69	34.06	28.44
Poids de l'eau (g)	0.08	0.09	0.08
Poids du sol sec(g)	0.34	0.42	0.33
Teneur en eau (W%)	23.5	21.4	24.2

**Tab. 08** : Les résultats des poids de l'essai de limite de plasticité B1.

Après le calcul  $W_L$  et  $W_P$  on déterminera  $I_p$  et  $I_C$  des échantillons comme il est présenté dans la relation suivants :

$$\text{Indice de liquidité} \quad I_p = W_L - W_p$$

$$I_p = 28.5$$

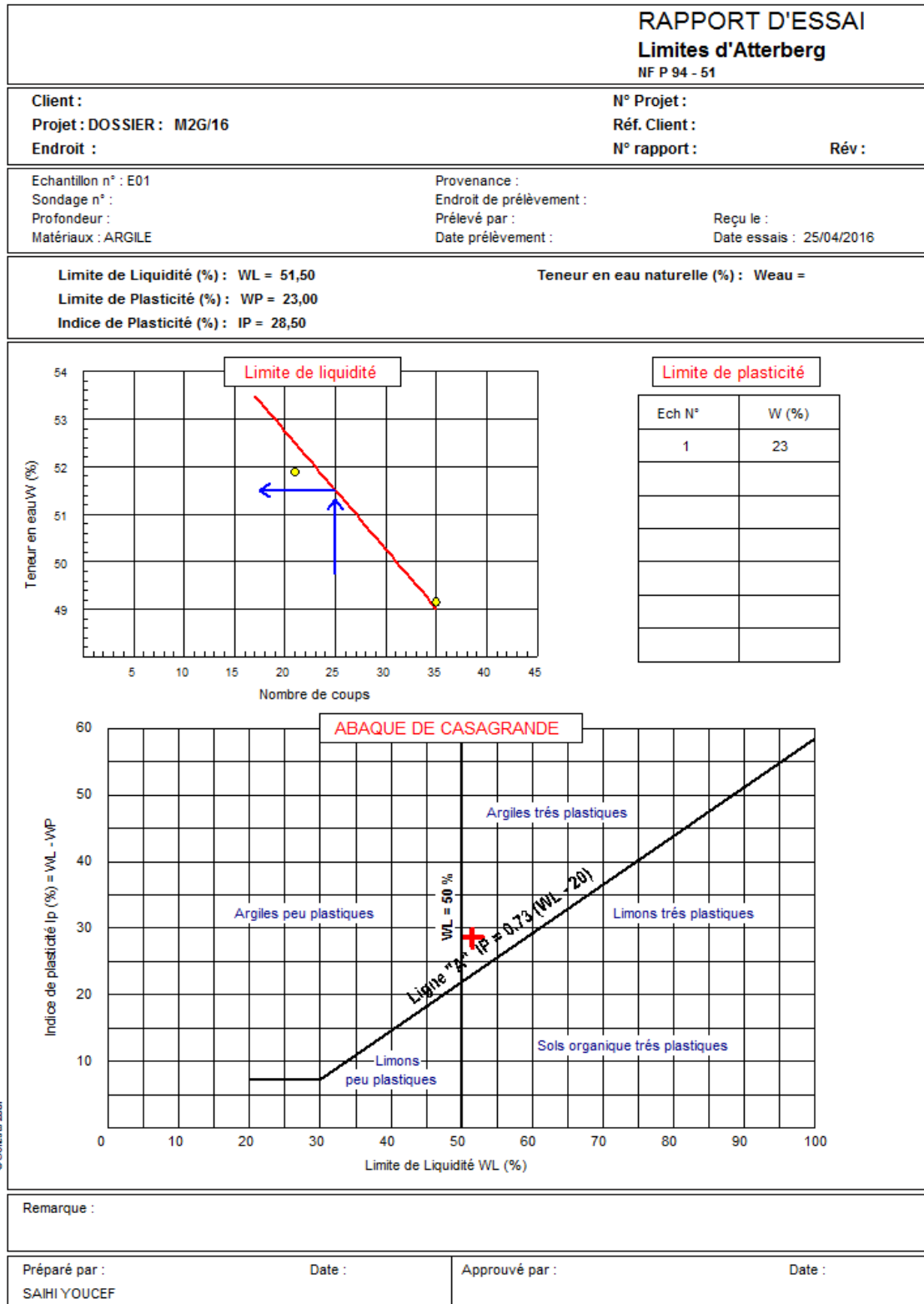
L'indice de liquidité est caractéristique de la consistance d'un sol, il est calculé selon l'équation suivante :

$$IL = W - W_p / I_p$$

$$IL = 1.99 - 23 / 28.5 = 0.87$$

**W** : la teneur en eau naturelle.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux



**Fig. 12** : Rapport d'essai limites d'Atterberg d'échantillon B1.





## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

### Interprétation des résultats :

Les valeurs de limite de liquidité des argiles sont élevées et comprise entre 51% et 52% et l'indice de la plasticité est compris entre 26% et 30% .

D'après le positionnement du couple  $W_L$  et  $I_p$  des échantillons sur le diagramme de plasticité, on constate que les argiles Frenda se situent à la classe A 3: argile de forte plasticité.

### e. La densité:

#### Principe de l'essai :

- Pris le poids des échantillons sec .
- Emballage de l'échantillons avec la cire .
- Pris les poids des les échantillons avec la cire .
- Puis, pris le poids sous l'eau .

Les résultats dans le tableau suivant :

ECHANTILLON	B1	K1	B2	K2
POIDS SEC+PARAFFINE	146.64	67.79	142.6	165.75
POIDS SEC	129.47	62.35	136.23	155.16
POIDS PARAFFINE	17.17	5.44	6.03	10.59
DENSITE PARAFFINE	0.9	0.9	0.9	0.9
P.MAT.DANS L'EAU	74.23	32.48	71.11	81.26
VOLUME BRUT	72.41	35.31	71.49	84.49
VOLUME PARAFIINE	19.07	6.04	6.7	11.76
VOLUME NET	53.34	53.34	64.79	72.73
DENSITE SECHE	2.42	1.17	2.1	2.13

Tab. 09 : les résultats de la densité des (B1 ; K1 ; B2 ; K2).

### Interprétation des résultats :

La normalité de valeur de densité de roche ne dépasse pas  $2.7 \text{ g/cm}^3$

Les analyses realeése sur argile de Frenda confirmé que la densité de cet argile sur les normes.

### B- L'essai chimique :

#### a. Valeurs au bleu de méthylène :

Cet essai est une mesure indirecte de la surface spécifique des grains solides par adsorption d'une solution de bleu de méthylène jusqu'à saturation. En d'autres termes, il exprime la quantité de bleu de méthylène pouvant être absorbée par les surfaces des particules de sols.

Le principe de l'essai consiste à introduire des quantités croissantes de bleu de méthylène (BM), jusqu'à ce que les particules du matériau soient saturées. Il apparaît alors, un début d'excès qui marque la fin de l'essai et que l'on détecte par le test dit à la tache. Ce dernier consiste à former avec une goutte de la suspension sur un papier normalisé une tache qui est un dépôt de sol coloré au bleu, entouré d'une zone humide, en général incolore, l'excès du bleu se traduit par l'apparition dans cette dernière zone un auréole bleu clair, on dira alors que le test est positif.

L'essai s'effectue sur 25 g de matériau, mis à tremper dans 250 ml d'eau et maintenu en permanence sous agitation. On procède à des additions de bleu de méthylène jusqu'à ce que toutes les particules du sol soient saturées.

La saturation est déterminée par le test à la tache, en observant la formation d'un auréole bleu sur le papier filtre ou l'on dépose une goutte de solution.

La valeur du bleu (VB) est donnée par la relation suivante :

$$V_B = \text{volume en ml de solution} / \text{le poids de la prise}$$



**Fig. 15** : Essai au bleu de méthylène.

### Résultats expérimentaux :

La valeur de bleu de méthylène est respectivement entre  $V_B=5.2$  ml/g et  $V_B=6.5$  ml/g pour l'échantillon K1 ; B1 ; K2 ; B2 .

La valeur de bleu	Type de sol
$V_B < 0.2$	sols sableux
$0.2 < V_B < 2.5$	Sols limoneux
$2.5 < V_B < 6$	Sols limoneux argileux
$6 < V_B < 8$	Sols argileux
$8 < V_B$	<b>Sols très argileux</b>

**Tab. 10** : classification des sols .

En comparant nos valeurs à celles données sur le tableau III-9 , on peut avancer que nos matériaux sont riches en argiles .

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

### b. Détermination de la teneur en carbonate CaCO<sub>3</sub> :

#### Principe de l'essai :

- prendre 0.5 g d'argile dans bécher
- nous ajoutons 10 ml de Hcl informalité
- nous ajoutons 3 gouttes de ph.ph (révélateur phénol phithalin)
- Chauffage pour stimuler
- Etalonnage par (NaOh) informalité

La teneur en carbonate CaCO<sub>3</sub> ont été calculées selon la formule suivant :

$$\%CaCO_3 = \frac{V(hcl) - V(NaOH)}{m_0} * 5$$

**V(hcl)** : volume de hcl .

**V(NaOH)** : 10 ml .

**m<sub>0</sub>** : 0.5 g .

Et la norme de cette méthode : norme BS1377-3 1990 .

% (CaCO <sub>3</sub> )	Nature du sol
0-10	Argile ou Hulot
10-30	Argile marneuse ou limoneuse
30-70	Marne
70-90	Calcaire marneux

**Tab. 11** : Classification des sols selon la teneur en CaCO<sub>3</sub>.

#### Expression des résultats :

Procéder avec les quatre prises d'essai de carbonate de calcium indique au tableau suivant :

Ech	V NaOH (ml)	% CaCO <sub>3</sub>
B1	>10	0
K1	>10	0
B2	>10	0
K2	>10	0

**Tab. 12**: Les résultats d'essai de carbonate.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

### Interprétation des résultats :

D'après la teneur en carbonate 0% et selon la désignation de la classification géotechnique le sol est une argile car la valeur est inclus entre (0-10).

#### c. Détermination de la teneur en gypse et les insolubles :

Dans ce test, on obtient la quantité de gypse, la quantité de matière non dissoute ( insoluble ).



$$\text{Insoluble} = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 100$$

$$\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 184.23$$

$$\text{SO}_3 = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 34.3$$

$$\text{SO}_4 = \frac{P_2 - P_1}{P_0} \times 41.2$$

$$P_0 = 1\text{g}$$

$P_1$  : Poids avant de les mettre dans le four a 900°C .  $P_2$  : poids après .

**Fig. 16 :** Filtration de l'échantillons .

Echantillon	B1	B2	K1	K2
<b>Insolubles %</b>	<b>89.66</b>	<b>89.6</b>	<b>85.61</b>	<b>84.51</b>
<b>CaSO<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>O %</b>	<b>2.1</b>	<b>1.71</b>	<b>2.87</b>	<b>1.27</b>
<b>SO<sub>3</sub> (%)</b>	<b>30.75</b>	<b>30.73</b>	<b>29.36</b>	<b>28.98</b>
<b>SO<sub>4</sub> (%)</b>	<b>36.93</b>	<b>36.91</b>	<b>35.27</b>	<b>34.81</b>

**Tab. 13 :** Les valeurs de la teneur en gypse et les insolubles .

### V. CLASSIFICATION DU SOL D'APRES LES RESULTATS OBTENUS

Les différents essais de caractérisations physico-chimiques et minéralogiques permettent de classer les argiles selon le GTR 2000 et NF P11-300. Les matériaux pour lesquels la mesure de l'IP est retenue comme base de classement. Pour les autres matériaux on utilisera la VBS.

Du point de vue granulométrique, les échantillons se classent en rubrique de sols fins, notée classe A avec une proportion en matière organique inférieure à 10%, la sous-classe peut être déterminée en fonction de l'activité argileuse (VBS) et du caractère plastique, toutefois les paramètres obtenus entrant en jeu sont contradictoires.

Effectivement, la valeur au bleu nous oriente le sol vers la classe A2, les limites d'Atterberg nous permettent d'identifier ce sol comme la sous-classe A3 argile à forte plasticité.

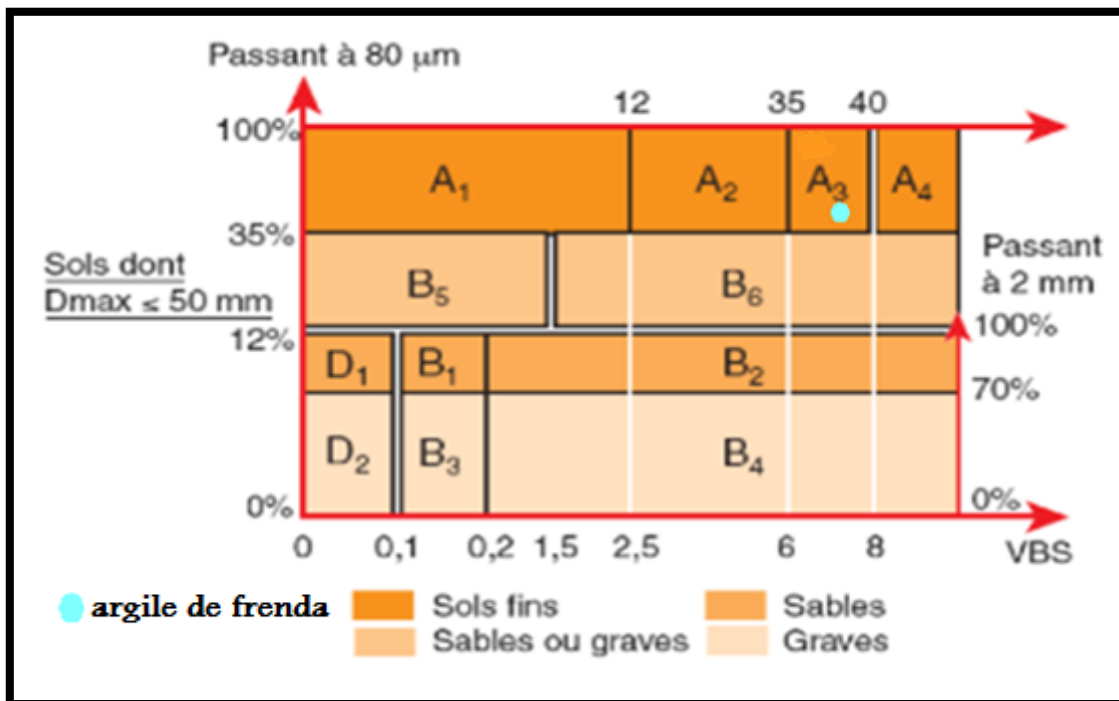


Fig. 17 : La classification des sols fins d'après le GTR.

## Partie II : Caractérisations Géotechniques des matériaux

REF LTPS	TITRE OU DESCRIPTION	REFERENCE NOREM OU MO
EC-S-01	Détermination des insolubles	NF P 15-461 MAI 1964
EC-S-02	Détermination du taux sulfate	BS 1377-3 :1990
EC-S-03	Détermination du taux de carbonate	BS 1377-3 :1990 :6.3
EC-S-04	Détermination de la matière organique	BS 1377 Dec 1995
EC-S-05	Détermination des du taux de chlorurer	Bs M.J BOWLY 1979
EL-1	Analyse Grain tamisage à sec après lavage	NF P 94-056 MARES 1996
EL-3	Analyse Grain Par sédimentation	NF P 94-047 MAI 1992
EL-4	Détermination des limites A'tterberg	NF P 94-051 MARES 1993
EL-5	Teneur en eau pondérale par étuvage	NF P 94-050 SEP 1995
EL-7	La densité	NF P 94-064 NOV 1993
EL-8	Valeur au bleu méthylène VBS	NF P 94-68 AFNOR 1998

**Tab. 14** : Les normes des essais géotechniques.

Après les teste physique-chimique, nous avant fait des autre analyse pour définir notre argiles a l'échelle microscopique, avec la diffraction des rayon X on a obtenir plus d'information sure notre argiles ( les minéraux dans ces argiles ).



# **PARTIE III**

## **Caractérisations minéralogiques des matériaux**

**+ Introduction**

**+ Définition des argiles**

**+ La structure des minéraux argileux**

**+ Les espèces des minéraux argileux**

**+ Principales argiles**

**+ Méthodes et techniques utilisées sur l'analyse  
minéralogique par diffraction aux Rayons X**

## Partie III : Caractérisations minéralogiques des matériaux

---

### I. Introduction :

Le but de ce partie est de présenter des notions de base sur la structure des minéraux argileux, les propriétés physico-chimiques et les particularités qui permettent de définir la composition minéralogique d'argile étudié.

### II. Définition des argiles :

Les argiles sont des matériaux sédimentaires de la couche superficielle de l'écorce terrestre, obtenus par dégradation physique (gel, cristallisation de sels,..) et altération par l'hydrolyse des minéraux des roches éruptives et magmatiques (granites et basaltes) sous l'action physique et chimique des eaux de surface. Ces résidus détritiques sont déplacés par voie glaciaire, fluviale ou éolienne et se déposent dans les bassins de sédimentation. Le terme argile vient du grec («argos » = blanc), montrant que les potiers de l'Antiquité se sont d'abord intéressés à des glaises blanches ou à des argiles calcaires cuisant blanc. Ce terme est cependant mal défini techniquement et car il possède différents sens qui ne se recouvrent que globalement. Il peut désigner :

- des minéraux de structures et propriétés particulières .
- des roches argileuses composées pour l'essentiel de ces minéraux .
- la partie la plus fine ( $< 2 \mu\text{m}$ ) d'une analyse granulométrique d'un sol meuble, bien que des cristaux des minéraux argileux puissent être plus gros que  $2 \mu\text{m}$  et que ceux des autres éléments, comme le quartz, puissent être plus petits.

Les minéraux argiles sont fondamentalement constitués de silicium, aluminium, oxygène et ions hydroxyles. Ce sont des phyllosilicates d'alumine hydratés, le préfixe « phyllo » désignant des minéraux qui prennent des formes de feuillets.

### III. La structure des minéraux argileux :

Les minéraux argileux constituent un groupe minéralogique complexe, ce sont des phyllosilicates ou des silicates en feuillets de taille inférieure à  $2 \mu\text{m}$ . Cela signifie qu'ils sont formés par l'empilement de feuillets qui constituent un empilement de couches ; une ou deux couches tétraédriques, une couche octaédrique et un espace inter foliaire qui contient souvent des cations.

## Partie III : Caractérisations minéralogiques des matériaux

---

On se basant sur leur structure, il est possible de distinguer les différents types de minéraux argileux par:

- Le nombre de couches d'octaèdres et de tétraèdres dans le feuillet élémentaire .
- L'équidistance dans les conditions naturelles .
- Les variabilités de cette équidistance sous l'action des traitements divers.

### IV. Les espèces des minéraux argileux :

Les minéraux argileux sont des silicates d'alumine hydratés et cristallisés, subdivisés en trois variétés (Brindley & Brown, 1980).

Si ces minéraux sont à couche octaédrique discontinue, on parle de minéraux type fibreux. Ils appartiennent à la famille de la sépiolite ou de la palygorskyte. Leurs structures ont des caractères communs avec celles des phyllosilicates, car leur faciès fibreux résulte d'une discontinuité du feuillet dans le sens de la largeur. Les couches T sont continues et constituées de tétraèdres qui n'ont pas tous la même disposition. Les couches octaédriques sont discontinues.

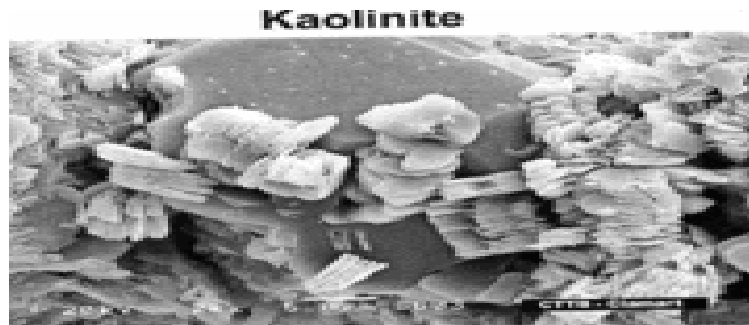
La plupart des groupes des minéraux argileux se divisent en deux groupes principaux ; les minéraux di-octaédriques et tri-octaédriques. La distinction entre les deux groupes se fait à partir de la composition des octaèdres; si les 6 équivalences négatives du site octaédrique sont compensées par trois cations divalents (  $Fe_{2+}$ ,  $Mg_{2+}$  ...) (les trois cavités sont remplies par des cations divalents) on parle des minéraux tri-octaédriques.

Si la compensation est assurée par deux cations trivalents ( $Fe_{3+}$ ,  $Al_{3+}$ ...) (deux cavités sur trois sont remplies par des cations trivalents), il s'agit des minéraux di-octaédriques (Alliprandi, 1979).

### V. Principales argiles :

Nous allons examiner les argiles les plus importantes pour la terre cuite :

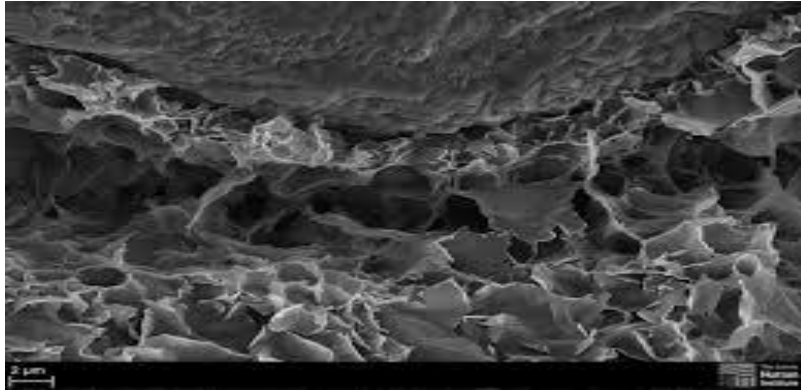
#### A. Kaolinite :



**Fig. 18 :** Kaolinite (MEB).

La kaolinite  $\text{Al}_2 [\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ , ou écrite en oxydes équivalents  $2\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{H}_2\text{O}$ , (de Kao ling, lieu géographique de Chine), minéral à deux couches T-O. Le feuillet est neutre et l'espace inter foliaire est vide. L'unité structurale a une épaisseur de 7,2 angströms. Les feuillets sont liés par des liaisons hydrogène. La structure est stable : l'eau ne peut s'adsorber qu'autour des particules et cette argile n'est pas gonflante. La kaolinite est fréquente dans les sédiments argileux provenant de l'altération de roches acides riches en feldspath (granites par exemple). Elle présente une forte teneur en alumine (46 %) et montre des propriétés de plasticité, de faible retrait au séchage et à la cuisson. Elle demande des températures de cuisson élevées et elle est assez réfractaire après cuisson. Des modifications mineures de structure donnent la Halloysite Nacrite, la Dickite. Dans la Serpentine, le Magnésium remplace l'Aluminium. Les argiles kaoliniques sont de couleur gris-blanchâtre légèrement, jaunâtre (Milot, 1964,1972).

### B. Smectites :

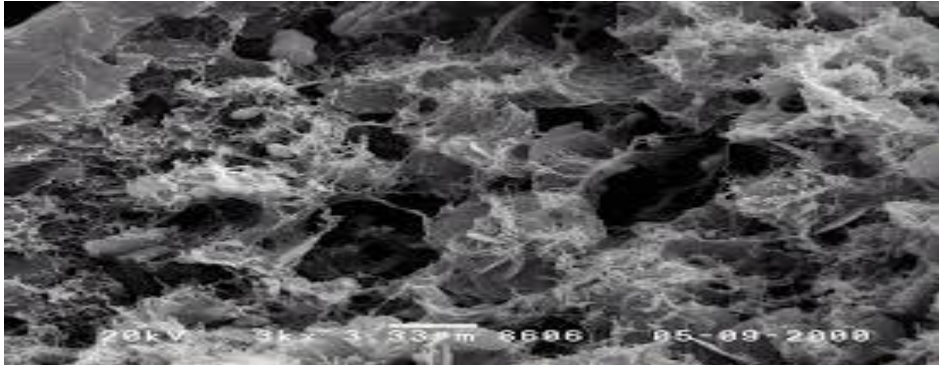


**Fig. 19** : Smectite (MEB).

Smectites :  $(OH)_4 Si_8 (Al_{10/3}, Mg_{2/3}) O_{20}, nH_2O$  . Les smectites (du grec « smektikos », qui nettoie) comme la montmorillonite (de Montmorillon en France), appelée aussi bentonite aux USA, (de Fort Benton). Dans les argiles naturelles à trois couches T-O-T, il peut y avoir différentes substitutions dans les couches, avec des teneurs variables en Na, Ca, Al, Fe, Mg. Cela produit différents niveaux de charge. Dans les smectites, ce niveau de substitution est assez faible (0.2 à 0.6 charge par unité, en moyenne 0.33) et en compensation, il y a des adsorptions d'ions compensateurs plus ou moins liés .

Dans la montmorillonite, un  $Al^{3+}$  sur huit des sites orthogonaux est remplacé par le  $Mg^{2+}$ . Les feuillets initiaux ne sont plus neutres et des compensations sont faites par des ions faiblement liés ( $Ca^{2+}$  dans la majorité des smectites,  $Na^+$  moins fréquemment). Les smectites se caractérisent par l'interchangeabilité importante d'ions ( $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) et ainsi que leur capacité à fixer de l'eau dans l'espace inter foliaire. L'écart réticulaire est donc variable entre 10 et 21 Å en fonction de la présence d'eau. Les cristaux sont généralement très fins. De cette structure et de cette capacité d'absorption d'eau dans l'espace inter foliaire, découlent leurs propriétés particulières de haute plasticité, de grande absorption d'eau, de retrait/gonflement important, de pouvoir liant, d'absorbant. Les Saponites, les Nontronites et les Beidellites sont des variétés de smectite.

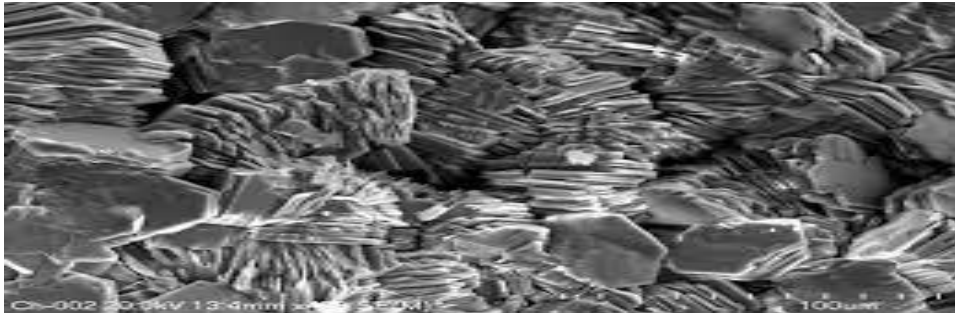
### C. Illites :



**Fig. 20 :** Illites (MEB).

Illites :  $(K, H_2O)_2 Si_8 (Al, Fe, Mg)_{4.6} O_{20} (OH)_4$  Le minéral argileux le plus répandu dans la terre cuite appartient lui aussi au groupe à trois couches mica avec potassium et est appelé Illite (de l'état de l'Illinois). Les illites sont souvent des mélanges et ne sont sans doute pas un groupe distinct des micas. Dans la plupart des sites tétraédriques,  $Al^{3+}$  a remplacé  $Si^{4+}$ . Il y a une charge négative élevée (entre 0.8 et 1 par formule) compensée principalement par des ions  $K^+$  avec de fortes liaisons. La composition de l'Illite est variable en fonction des conditions de formation. Il a une capacité d'échange limitée et l'espace interfoliaire reste constant. Il contient un peu moins de potassium mais plus d'eau que la muscovite. On dit parfois que l'illite est un «hydro mica ». La présence de potassium qui joue le rôle de flux peut abaisser la température de début de fusion vers 1050 °C. L'illite apporte de la plasticité. C'est le type d'argile commun le plus utilisé dans la terre cuite. La Glauconite est une illite riche en fer. Dans la Paragonite, le potassium est remplacé par le sodium. ainsi ce type d'argile moins sensible au phénomène de gonflement (Callier *et al.*, 1982 et Bertois, 1974).

### D. Chlorites :



**Fig. 21** : Chlorite (MEB).

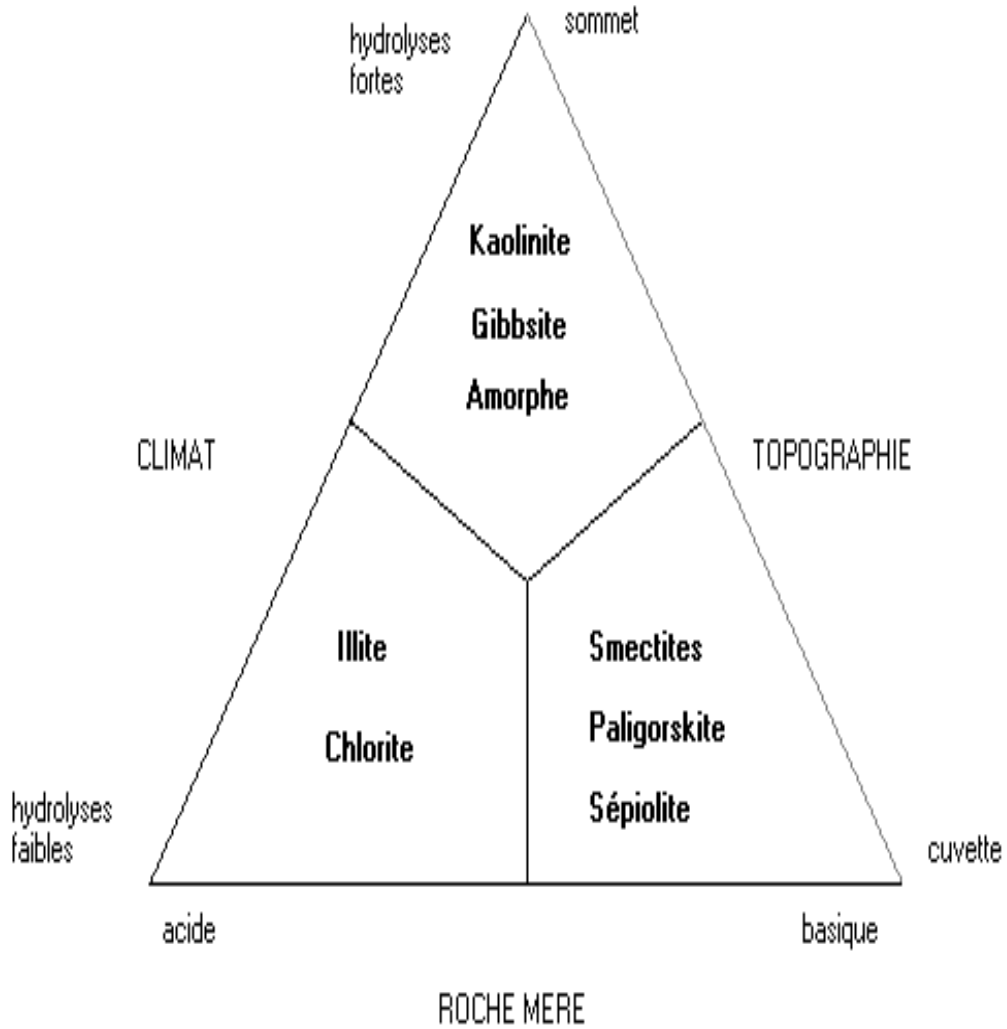
Chlorites :  $(OH)_4(Si, Al)_8(Mg, Fe)_6O_{20}$ . Les chlorites (du grec « khlôros » vert) sont encore des composés à trois couches T-O-T. Ici, l'espace inter foliaire est garni par des composés de Mg et OH qui forment pratiquement une quatrième couche stable, proche de la brucite. On parle parfois d'une structure T-O-T.O. La capacité d'échange est limitée et l'écart réticulaire reste constant (14,1 Å). Les chlorites sont assez fréquents dans les argiles pour terre cuite. Il faut encore noter l'existence de nombreux composés, un peu moins courants, très voisins par leurs compositions chimiques et leurs structures et auxquels les composés précédents sont souvent mélangés. Ils sont connus pour leurs formes en feuillet, leurs propriétés glissantes et absorbantes. On a parlé des pyrophyllites, du talc, ...Il y a aussi les vermiculites, argile à trois couches, proches des smectites, qui, chauffées, augmentent de volume jusqu'à vingt fois et s'exfolient en filaments (ou vermicule). On compare les différentes argiles entre elles sur le tableau suivant selon différents critères

## Partie III : Caractérisations minéralogiques des matériaux

Minéral	Couches	Epaisseur du feuillet Å	Nombre de feuillets par cristal primaire (ordre de grandeur)	Cations absorbés en compensation	Capacité d'échange cationique (centimole(+)/kg)	Expansion à l'humidité	Surface spécifique (m <sup>2</sup> /g)	Charge des couches / par formule
Kaolinite	TO	7	Quelques centaines	sans	3-15	faible	5-20	Neutre
Smectite	TOT	10-21	Une dizaine	Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> hydratés entre feuillets et externes	80-150	élevée	700-800	Négative, Faible charge (0.2 à 0.6)
Illite	TOT	10	Quelques dizaines	K <sup>+</sup> secs entre feuillets et externes	10-40	faible	100-200	Négative, Forte charge (0.8 à 0.9)
Chlorite	TOT	14.1		Mg <sup>2+</sup> externe	10-40	faible	5-20	Positive

**Tab. 15 :** comparaison entre les différentes argiles .(site :google)





**Fig. 22 :** Types de phyllo-silicates formés au cours de l'altération.(site :google)

### VI. Méthodes et techniques utilisées sur l'analyse minéralogique par diffraction aux Rayons X

La méthodologie adoptée dans ce travail est la suivante.

- une recherche bibliographique.
- un travail de terrain accompagné d'un échantillonnage des argiles.
- une analyse, minéralogique des échantillons prélevés.

Enfin, l'établissement des relations entre les différentes caractéristiques des argiles pour une éventuelle .

On a fait les analyse de DRX dans laboratoire de l'université Amar Theliji - laghouat .

#### A. Echantillonnage

Les exploités appartiennent au domaine tlemcenien, où notre travail de terrain a été consacré à prélever des échantillons des argiles.

L'échantillonnage a consisté à une collecte systématique des échantillons d'argiles d'âge oxfordien dans les régions de Frenda .

On a sélectionné quater (4) échantillons pour effectuer cette méthode répartis comme suit:

- Ech. (K1; K2) dans le secteur de Kef Lehmmame - Frenda .
- Ech. (B1; B2 ) dans le secteur de Djebel boughachoua - Frenda .

#### B. L'analyse minéralogique par diffraction aux Rayons

##### 1. But de l'analyse:

La diffraction des rayons X (DRX) permet de contrôler de manière qualitative la composition élémentaire et la structure cristalline du matériau. Elle est souvent utilisée pour le contrôle de la qualité de la composition des ciments, des céramiques, des poudres cristallines (Verre, pigment, argile, métaux, carbonates, sels, substance organique cristallisée...etc). La diffraction des rayons X ne peut être mise en œuvre que sur les matières cristallisées.

### 2. Considérations générales

Les radiations X possèdent la propriété de traverser un matériel et d'être diffractées par les atomes. La technique permet de déterminer les distances interatomiques et l'arrangement des atomes dans les réseaux cristallins. Comme les rayons X sont diffractés de façon différente par les éléments du réseau suivant la construction de ce dernier, l'irradiation de la matière par rayons X permet de connaître sa nature cristallographique. Le degré ( $2\theta$ ) de diffraction dépend de l'énergie du rayonnement incident et de la distribution spatiale des atomes (structure cristalline). Le spectre de diffraction constitue l'empreinte caractéristique de la structure cristalline analysée. Les mesures sont effectuées avec un appareil, constitué d'un tube émetteur de rayons X qui émet un rayonnement vers un échantillon, lequel diffracte une partie du rayonnement émis vers un système de détecteur. Cette technique permet principalement aux géologues d'identifier les minéraux. Les spectres de diffraction peuvent être obtenus directement à partir d'un fragment solide, ou de petites quantités de poudre (spectre de poudre)[1].

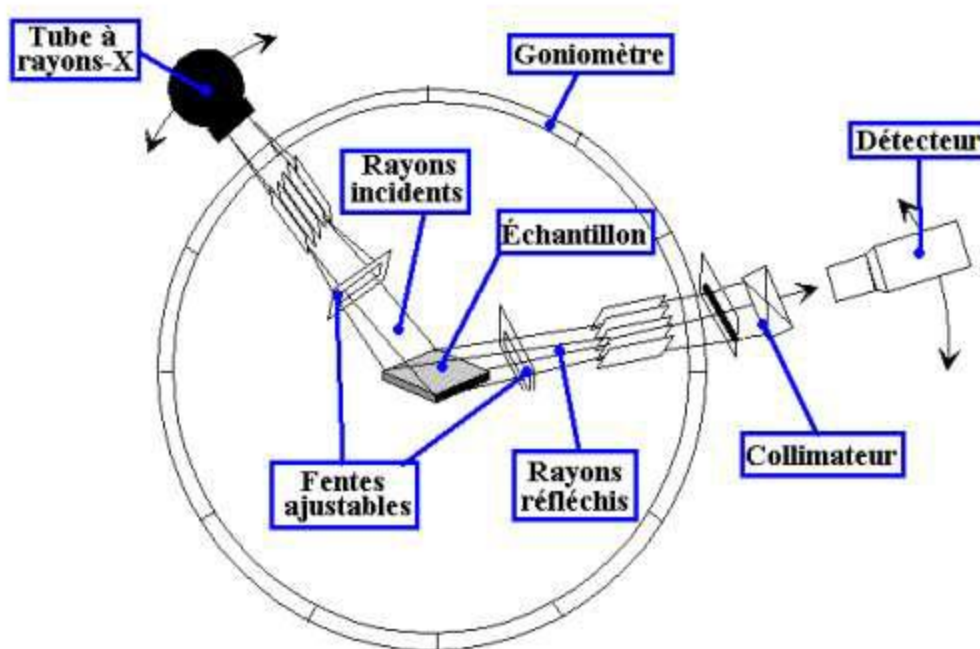


Fig. 23 : Représentation schématique de DRX [1].

### 3. Principe :

La diffraction des rayons X consiste à appliquer un rayonnement de la longueur d'ondes rayons X ( $0.1 < \lambda < 10\text{nm}$ ) sur un échantillon argileux orienté ou non. On utilise un rayonnement électromagnétique au cuivre dont la longueur d'onde est  $\text{CuK}\alpha = 1.5418 \text{ \AA}$ . Ce rayonnement pénètre le cristal, il y a absorption d'une partie de l'énergie et excitation des atomes avec émissions de radiations dans toutes les directions. Les radiations émises par des plans atomiques qui sont en phases vont engendrer un faisceau cohérent qui pourra être détecté. La condition pour que les radiations soient en phase s'exprime par la loi de Bragg :

$$n\lambda = 2 d h k l \sin\theta$$

**Où :**

**n** : Nombre entier correspondant à l'ordre de la diffraction,

**$\lambda$**  : Longueur d'onde du rayonnement utilisé (nm)

**d**: Distance entre les plans réticulaires d'une même famille désignée conventionnellement par les indices de Miller h, k, l ( $\text{\AA}$ )

**$\theta$**  : Angle de diffraction ( $^\circ$ ).

La valeur de **dhkl** dépend des paramètres de la maille et du mode de réseau.

## 4. Résultats expérimentaux

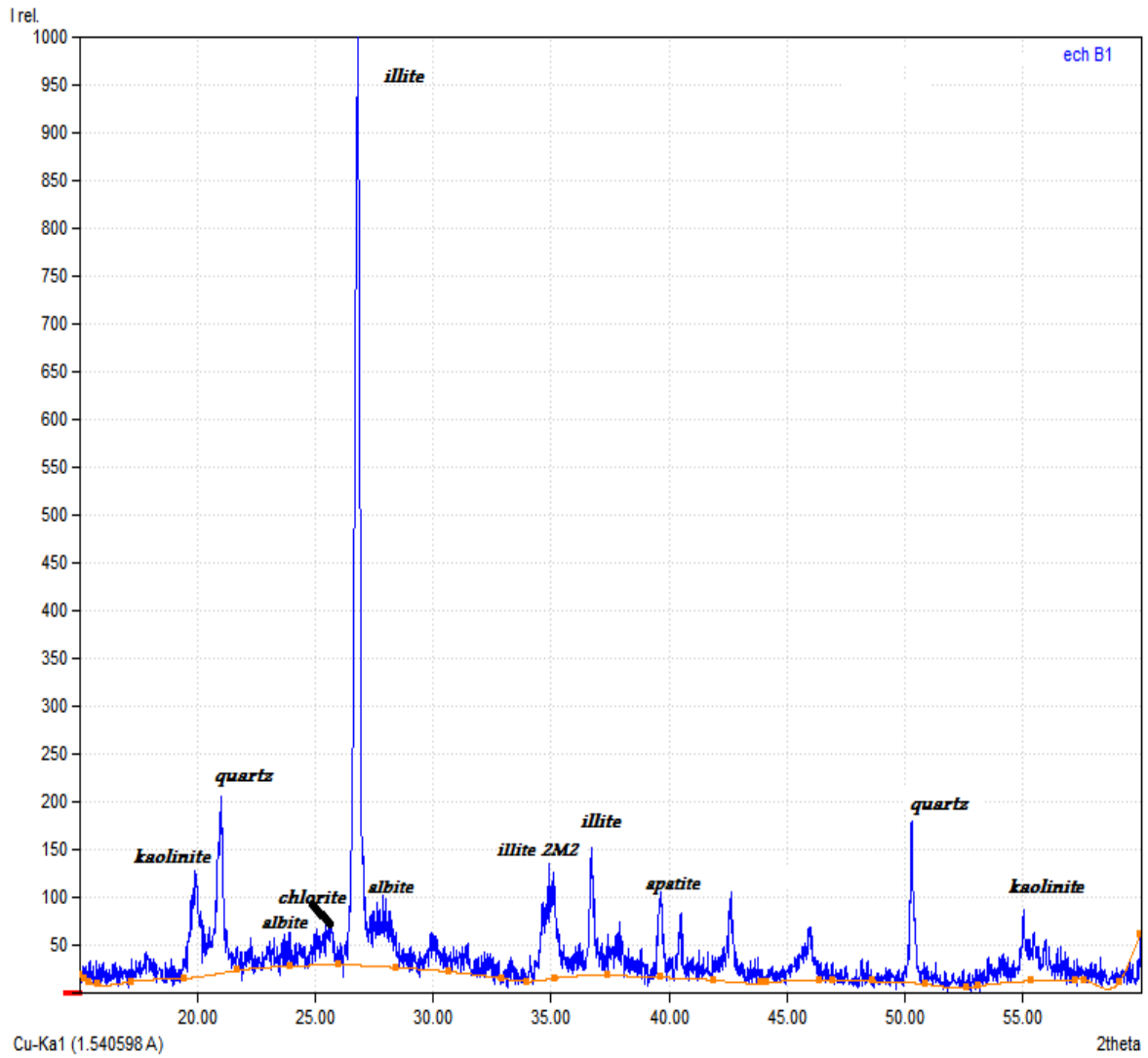


Fig. 24 : Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon (B1) .

### Partie III : Caractérisations minéralogiques des matériaux

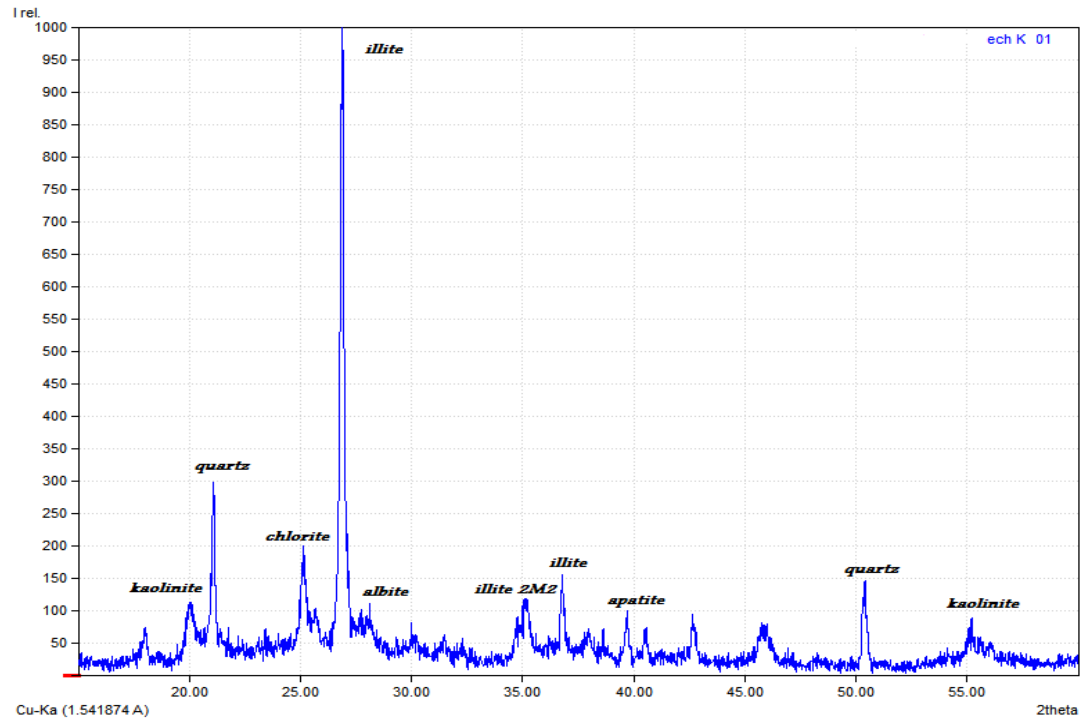


Fig. 25 : Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon (K1) .

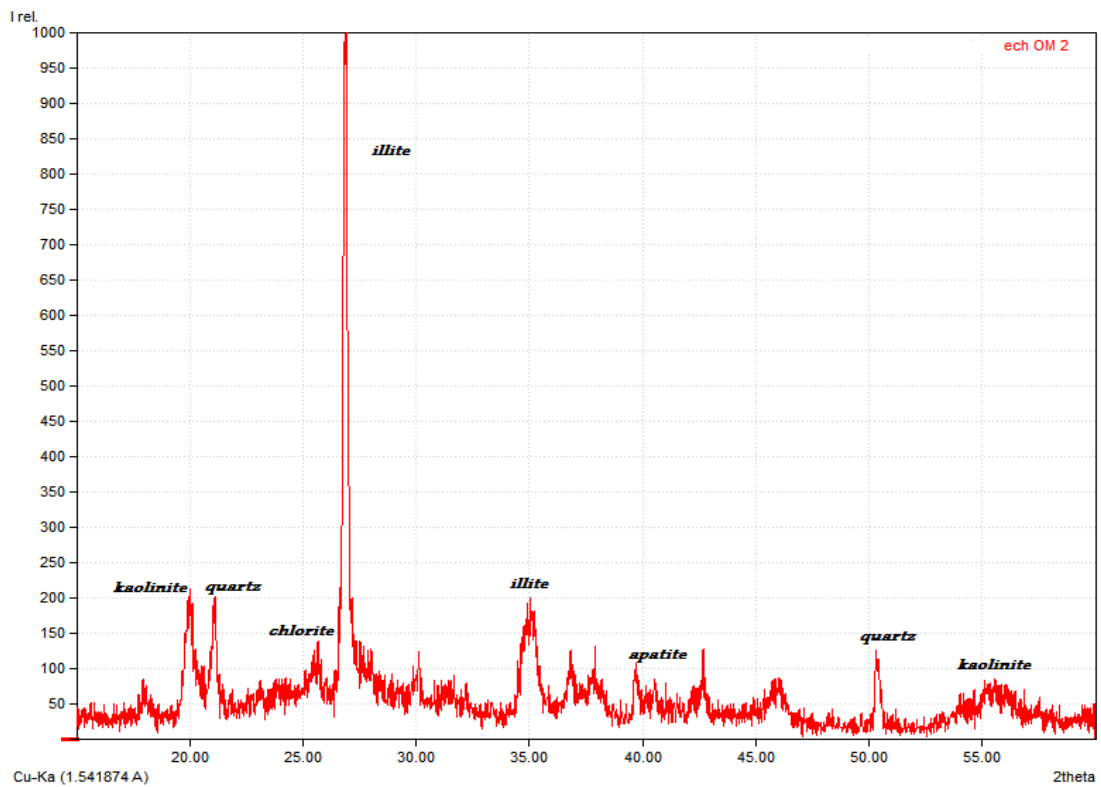


Fig. 26 : Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon(OM2) du Oued el Abd .



**Fig. 27** : Comparaison entre les diffractions des rayons X sur les échantillons (K1 ; B1 ...).

Notez qu'il existe des similitudes entre les résultats.

Par conséquent, nous disons que les échantillons contiennent la même collection de minéraux. (kaolinite ; illite ; Quartz ; mica ; ...) Il y a une petite différence dans la quantité.

# Conclusion Générale

---

Cette étude a été menée sur la Formation des Argiles de Saïda d'âge Oxfordien qui affleure au niveau domaine tlemcenien. Ce travail a consisté à des analyses minéralogiques et des essais physico-chimiques .

Pour les analyses minéralogiques basées sur la diffractométrie de rayon x ( DRX), les argiles oxfordiennes des régions exploitées sont composées des minéraux argileux plus au moins variable, il s'agit du cortège minéral suivant: kaolinite; illites; chlorite; montmorillonite; vermiculite et minéraux non argileux divers:quartz; mica; muscovite; magnétite ; hématite; calcite ; goethite; dolomite.

Concernant les essais physico-chimiques exercés sur les échantillons argileux, ils ont permis la caractérisation des argiles classées dans un sol fin.

La Les analyses chimiques ont montré une faible teneur en carbonates  $\text{CaCO}_3$  , correspondant à une argile faiblement carbonatée, ainsi une argile à faible taux en matière organique Egalement, pour la teneur en sulfate, cette essai a montré qu'il s'agit sol faiblement agressif.



## BIBLIOGRAPHIE

- ATGER M., VERDIER J. (1965)**- Etude géologique du Plateau jurassique de Cacherou (Permis Mascara- Bedeau), bordure nord des Monts de Saïda. Géoscience, S. N. Répal.
- ATTERBERG. A (1913)** Intern. Mitteil. F. Bodenkunde, III. pp. 356-362.
- ATTOU A., HAMOUMI N & BENBOUIDA M. (2004)**- Faciès sédimentaires et évolution paléogéographique de la Meseta marocaine au silurien. Boletín Geológico y Minero, 115 (1): 73-84.
- AUCLAIR D. & BIEHLER J. (1967)**– Etude géologique des hautes plaines oranaises entre Tlemcen et Saïda. – Publ. Serv. Géol. Algérie, Alger. (Nouvelle.Série)., **34**, 3-45.
- BENDELLA M., BENYOUCEF M.,CHERIF A & BENHAMOU M. (2011)**- Ichnology and sedimentology of the “Argiles de Saïda” formation (Callovo-Oxfordian) of the Djebel Brame (Tiaret, Algeria). Bull. Soc. géol. France, 2011, t. 182, N° 5, pp. 417-425
- BENEST M, BENSALAH M, BOUABDELLAH H & OUARDAS T. (1999)**- La couverture mésozoïque et cénozoïque du domaine Tlemcénien (Avant-Pays Tellien d'Algérie Occidentale) : stratigraphie, paléo environnements, dynamique sédimentaire et tectogenèse alpine. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie. Vol. 10, N° 2, pp.127 -157,7 fig., 1999
- BENEST M., ELMI S. (1969)**- Précisions stratigraphiques sur le Jurassique inférieur et moyen de la partie méridionale des Monts de Tlemcen (Algérie). C. R.. somm. Soc. Géol. France, 8, p. 295-296.
- BENEST M., ELMI S., OUARDAS T., PERRIAUX J., GHALI M., BENHAMOU M. (1995)**- Dynamique de mise en place d'un cône détritique d'âge callovo-oxfordien dans le sillon intra-cratonique du Nador de Tiaret sur la marge téthysienne de l'Ouest algérien. C. R.. Acad. Sc., Paris, t. 321, sér. lia, p. 103-110.
- BOUYAHYAOUI. F (1996)** Etudes géologiques, minéralogiques et technologiques des marnes miocènes supérieur à Pliocène inférieur de la région de Fès-Meknès et de Rabat-Salé.Doctorat 3ème cycle, Faculté des Sciences, Rabat. 235 p.
- BRINDLEY. G. W & BROWN. G (1980)** Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray identification, Mineralogical Society. 5. pp. 411-436.
- CALLIERE. S, HENIN. S & RATUREAU. M (1982)** Minéralogie des Argiles, Tomes I et II, 2<sup>ème</sup> édition Masson et Cie.
- CARATINI C. (1970)**- Etude géologique de la région de Chellala-Reibell. Publ. serv. géol., Algérie, (Nile sér.), n° 40, 2 1., 311 p.

- CISZAK R. (1993)**- Evolution géodynamique de la chaîne tellienne en Oranie (Algérie occidentale) pendant le Paléozoïque et le Mésozoïque. Thèse Doc. Etat, Actes Lab. géol. Sédim. Paléont., sér. 2, Univ. Paul Sabatier, Toulouse, v. 20, 506 p.
- DOUMERGUE F., Rey M.A. (1948)**- Carte géologique détaillée Algérie à 1/50 000, feuille Lamoricière, n° 271..
- ELMI S. (1972)**- L'instabilité des Monts de Tlemcen et de Rhar-Roubane (Ouest algérien) pendant le Jurassique. Interprétation paléogéographique. C. R. somm. Soc. géol. France, Paris, n° 5, p. 220-222.
- ELMI S. (1976)**- A propos de la différenciation alpine (tellienne) en Oranie. 4ème Réunion. ann. Sc. Terre, Paris (Soc. géol. France), p. 160.
- ELMI S & AMEUR M. (1984)**- Quelques environnements des faciès noduleux mésogéens. GEOLOGICA ROM., 23 (1984) : 13-22, 11 fig., Roma.
- ELMI S., BENEST M. (1978)**- Les "Argiles de Saïda", faciès flyschoides du Callovo-Oxfordien du sillon tlemcenien (Ouest algérien); stratonomie, environnement, interprétation et évolution paléogéographique. In: Livre jubilaire Jaques Flandrin. Doc. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon, h. s., 4, p. 203-262.
- ESLINGER & PEAVER, (1988)** ; Principe de la diffraction et illustration la Loi de Bragg.
- FOLK, 1966**;Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters-Journ. Sed.Petrol-Vol.27-pp529
- Gentil L., Lemoine P. (1904)**- Sur les gisements calloviens de la frontière marocaine. C. R.. Acad. Sc., Paris, 139, p. 376.
- HOLTZAPFFEL. T (1985)** Les Minéraux argileux: Préparation, analyse diffractométrique et détermination, Société Géologique du Nord.
- LUCAS G. (1942)**- Description géologique et pétrographique des Monts de Ghar Rouban et du Sidi el Abed. Bull Ser. géol Algérie, Alger, sér. 2, n° 16, 2 vol., 538 p.
- LUCAS G. (1952)**- Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. XIXème Cong. géol. Intern. Alger, Monog. rég., sér. 1, n° 21,139 p.
- MEUNIER. A (2003)** Argiles. Editions Scientifiques GB
- NJOPWOUO. D (1988)** Minéralogie de la fraction fine des matériaux argileux de Misséllélé et de Mussaka (Cameroun) utilisables dans le renforcement du caoutchouc naturel, Ann. Fac.Sci. Chim.1(2).
- Pouyanne. J . (1877)** - Notice géologique sur la subdivision de Tlemcen. Carte au 1 /400.000 de la région de Tlemcen.

**STOLL J. M, LUCAS. J, MILLOT. G & Wey. R (1964)** Contribution à l'étude des méthodes de pratiques d'examen aux rayons X des minéraux phylliteux. Influence du mode de séchage et de la saturation par les ions potassium. Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr., vol. 17, 4. pp. 235-246.

**WILDI W. (1981)**- Le Ferrysch: cône de sédimentation détritique en eau profonde à la bordure nordouest de l'Afrique au Jurassique moyen à supérieur (Rif externe, Maroc). Eclogae geol. Helv., Bâle, v. 74/2, p. 481-527.

# Liste Des Figures

---

<b>Fig. 01 :</b> image satellite de la région étudiée, google maps (2016).....	<b>02</b>
<b>Fig. 02 :</b> Carte géologique de la wilaya de Tiaret.....	<b>07</b>
<b>Fig. 03 :</b> Carte du satellite Indiquer l'emplacement de l'échantillonnage. google map (2016).....	<b>12</b>
<b>Fig. 04 :</b> Diagramme des essais physico-chimiques.....	<b>13</b>
<b>Fig. 05 :</b> Photo montrant le mode opératoire de l'essai de tamisage.....	<b>16</b>
<b>Fig. 06 :</b> courbe d'analyse granulométrique des échantillons K1.....	<b>18</b>
<b>Fig. 07 :</b> courbe d'analyse granulométrique des échantillons (B2 ; K2).....	<b>18</b>
<b>Fig. 08 :</b> courbe d'analyse granulométrique des échantillons B1.....	<b>19</b>
<b>Fig. 09 :</b> Etats de consistance d'un sol.....	<b>20</b>
<b>Fig. 10 :</b> Photo montrant l'appareil de casagrande pour déterminer la limite de liquidité.....	<b>21</b>
<b>Fig. 11 :</b> La mesure des limites de plasticité des différents échantillons.....	<b>22</b>
<b>Fig. 12 :</b> Rapport d'essai limites d'Atterberg d'échantillon B1.....	<b>24</b>
<b>Fig. 13 :</b> Rapport d'essai limites d'atterberg d'échantillon K1.....	<b>25</b>
<b>Fig. 14 :</b> Rapport d'essai limites d'Atterberg d'échantillons (B2 ; K2).....	<b>25</b>
<b>Fig. 15 :</b> Essai au bleu de méthylène.....	<b>28</b>
<b>Fig. 16 :</b> Filtration de l'échantillons.....	<b>16</b>
<b>Fig. 17 :</b> La classification des sols fins d'après le GTR.....	<b>31</b>
<b>Fig. 18 :</b> Kaolinite (MEB).....	<b>35</b>
<b>Fig. 19 :</b> Smectite (MEB).....	<b>36</b>
<b>Fig. 20 :</b> Illites (MEB).....	<b>37</b>
<b>Fig. 21 :</b> Chlorite (MEB).....	<b>38</b>
<b>Fig. 22 :</b> Types de phyllo-silicates formés au cours de l'altération.....	<b>40</b>
<b>Fig. 23 :</b> Représentation schématique de DRX [1].....	<b>42</b>
<b>Fig. 24 :</b> Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon (B1).....	<b>44</b>
<b>Fig. 25 :</b> Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon (K1).....	<b>45</b>
<b>Fig. 26 :</b> Diffractogramme des rayons X sur l'échantillon(OA1) du Oued el Abd.....	<b>45</b>
<b>Fig.27 :</b> Comparaison entre les diffractions des rayon X sure les echantillans (K1 ;B1 ....).....	<b>46</b>

# Liste Des Figures

---

# Liste Des Tableaux

---

<b>Tab. 01</b> : la teneur en eau Natural de l'argile.....	<b>14</b>
<b>Tab. 02</b> : la teneur en matière organique de l'argile.....	<b>15</b>
<b>Tab. 03</b> : D'analyse Granulométrique des échantillon K1 , K2.....	<b>16</b>
<b>Tab. 04</b> : D'analyse Granulométrique des échantillon B1 , B2.....	<b>17</b>
<b>Tab. 05</b> : D'analyse Sédiment métrique de l'échantillon K1 .....	<b>17</b>
<b>Tab. 06</b> : Les différentes classes du sol étudié.....	<b>19</b>
<b>Tab. 07</b> : présentation des résultats obtenu de limite de liquidité d'argile B1 .....	<b>22</b>
<b>Tab. 08</b> : Les résultats des poids de l'essai de limite de plasticité B1 .....	<b>23</b>
<b>Tab. 09</b> : les résultats de la densité des (B1 ; K1 ; B2 ; K2).....	<b>26</b>
<b>Tab. 10</b> : classification des sols .....	<b>28</b>
<b>Tab. 11</b> : Classification des sols selon la teneur en CaCO <sub>3</sub> .....	<b>29</b>
<b>Tab. 12</b> : Les résultats d'essai de carbonate.....	<b>29</b>
<b>Tab. 13</b> : Les valeurs de la teneur en gypse et les insolubles .....	<b>30</b>
<b>Tab. 14</b> : Les normes des essais géotechniques.....	<b>32</b>
<b>Tab. 15</b> : comparaison entre les différentes argiles .....	<b>39</b>

## الملخص:

يهدف عملنا إلى القيام بدراسة جيوتقنية و تحاليل معدنية للطين الاكسفوردي في منطقة فرندة ( تيارت). التي تقع في الجزء الشمالي الغربي من الجزائر. هذه الطين ذات أهمية اقتصادية، وهو ما يفسر استخدامها كمادة خام للآجر.

المنطقة المستغلة هي: كاف لزرق (فرندة) و, هذه الدراسة تركز في العمل الميداني على أخذ عينات من اجل تحضير الدراسة المعدنية المتركة على حياض الأشعة السينية و تجارب كيميائية-فيزيائية.

هذه الدراسة تسمح فيما بعد بتحديد الخصائص و التراكيب المعدنية و كذلك الخصائص الجيوتقنية الأولية بشأن تشكيلة طين سعيدة.

**الكلمات المفتاحية:** الطين ;فرندة ;كاف لزرق ;; الجيوتقنية ; حياض الاشعة

## RESUMÉ

Notre travail a pour objectif une étude géotechnique et minéralogique des argiles oxfordienne de la région de Frenda (Tiaret); faisant partie du nord-ouest de l'Algérie. Ces argiles peuvent avoir une importance économique, ce qui explique leur exploitation comme une matière première pour les briqueteries (briqueterie de Frenda).

Les secteurs exploités sont ceux de Kef Lazreg (Frenda). Cette étude se porte sur le travail de terrain qui consiste à des prélèvements des échantillons qui seront soumis à des analyses de diffractométrie de rayon x (DRX) et des essais physico-chimiques.

Cette présente étude permet ultérieurement, de caractériser la composition minéralogique et présente les premières mesures géotechniques réalisées sur la formation des Argiles de Saïda.

**Mots Clés:** Argile ; Frenda ; Kef Lazreg,; Géotechnique; Diffractométrie.

## ABSTRACT

The present work aims to do a geotechnical and mineralogical study of Oxfordian clays in the Frenda region (Tiaret); being part of the north-west of Algeria. These clays have economic importance, which explains their use as raw material for brick (Frenda brick).

The exploited sectors are Kef Lazreg (Frenda). This study is for the taking field work samples to be subjected to X ray diffraction analyzes (XRD) and physic-chemical tests.

This study subsequently allows to characterizing the mineralogical composition and presents initial geotechnical measurements on the "Argiles de Saïda" formation.

**Key-words :** Clays ,Frenda;\_Kef Lazreg,; Geotechnical, Diffraction.