République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Scientifique

Université Ahmed Draia Adrar

Faculté Des Sciences et de Technologies

Département Des Sciences et Technologie

Mémoire De Fin D'étude En Vue De L'obtention Du Diplôme :

Master En Génie Civil

Option : Géotechnique

Présenté Par :

BOUIDIYA NOUR ELHOUDA
OULD HADJ MABROUKA

THEME

Approche du SIG pour la valorisation des carrières d'argiles et des sables : cas d'étude : Région de Timimoun, Adrar et Reggane

Soutenu Le 07/07/2019 Devant Un Membre De Jury Composé De :

Dr. BALEGH Benamer	**Univ.Adrar**	**Président**
Pr. MEKERTA Belkacem	**Univ.Adrar**	**Examinateur**
Mr. ABBOU Mohammed	**Univ.Adrar**	**Encadreur**
Dr.SEMCHA	**Univ.Adrar**	**Co-Encadreur**

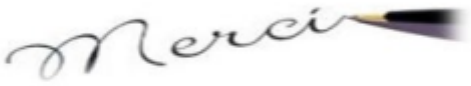
Année Universitaire 2018/2019

.

Remerciements

*N*ous remercions Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la volonté pour réaliser ce mémoire.
Nous présentons nos vifs et sincères remerciements à l'ensemble de nos enseignants de la spécialité Génie Civil de l'Université d'Adrar. Toutes nos gratitudes à nos encadreurs, Monsieur **ABBOU Mohamed** et Co-encadreur, Docteur **SEMCHA Abdelaziz.**
Nous remercions aussi notre examinateur, le professeur **Belkacem** MEKERTA et nos président du jury, docteur **BALEGH Benamer**

Les membres et le directeur de laboratoire des travaux publics de Sud (LTPS). Les membres et le directeur de laboratoire des travaux publics de l'Ouest (LTPO).
Ainsi que tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de nos profondes gratitudes et respects.



Dédicace

Je dédie ce mémoire à tous ceux qui ont participé à mon éducation et à ma formation, à savoir mes parents, mes frères et mes sœurs, ma grande mère et toute ma famille.

MABROUKA OULD HADJ

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

Et ma tante Fatiha, qui m'a encouragée moralement au cours de mes études

A mes chères sœurs Chafiya et Laliya pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères,Djallal Dine ,Zkariya et Abdel moutaleb, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, A tous ceux qui m'ont aidé à aider la famille universitaire

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fuit de votre soutien infaillible,

et merci

Bouidiya Nour_Elhouda

Résumé

L'objective de cette étude est l'élaboration des cartes par l'approche du SIG pour la valorisation des carrières des sables et les gisements d'argiles, ces carrières sont situés au niveau de la région d'Adrar, Reggane et Timimoun.

Par ailleurs, nous avons focalisé notre étude sur le traitement spatial des donnés géotechniques par les deux logiciels ArcMap et MapInfo. Cela pour but d'orienté ces matériaux vers la valorisation industrielle dans le domaine BTP.
Mots clés : Approche, SIG, Valorisation, Sable, Argile.

Abstract :

The objective of this study is the development of maps using the GIS approach for the valorization of sand quarries and clay deposits. These quarries are located in the region of Adrar, Reggane and Timimoun.

In addition, we focused our study on the spatial processing of geotechnical data by the two software packages ArcMap and MapInfo. This aims to orient these materials towards the industrial valorization in the BTP field.
Keywords: Approach, GIS, Valuation, Sand, Clay

الملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو تطوير الخرائط باستخدام نهج نظم المعلومات الجغرافية لتثمين المحاجر الرملية والودائع الطينية ، وتقع هذه المحاجر في منطقة أدرار ورقان وتيميمون.

بالإضافة إلى ذلك ، ركزنا دراستنا على المعالجة المكانية للبيانات الجيوتقنية بواسطة نوعين من البرامج ArcMapو MapInfo ، هذا ما يهدف إلى توجيه هذه المواد نحو التثمين الصناعي في مجال BTP.
الكلمات الرئيسية: النهج ، نظم المعلومات الجغرافية ، تثمين ، الرمال ، الطين.

Table de matière

Remerciement.....I
Dédicace..... II
Résumé.....IV
Tables des matières..... V
Liste des tableaux VIII
Liste des figures.....IX
Abréviations et symboles XI
Introduction générales
Chapitre I : Synthèse bibliographique
I. Introduction …… 1
II. Situation géographique de la région d'Adrar ……..……1
III. Géologie de la région d'Adra……...……..2
IV. Généralités sur les argiles ……...…….4
IV.1.Définition…….……4
IV.2. Minéralogie des argiles…….……4
IV.3. structure des argiles…….…….....4
IV.4 . Les propriétés des minéraux argileux…….….5
IV.5 . Les type d'argiles ……..…….….5
IV.6 . Activité des argiles ……..…….…..7
IV.7 .classification des argiles selon la couleur…… ……...8
V. Les Sables …….……...9
V.1. Définition des Sables ……..……..……..…….…….....9
V. 2. Classifications des sables …….……...9
V. 3. Minéralogie des sables ……..…….....9
VI. Système d'information géographique ……..……10
VI.1 Définition ……..……..10
VI.2 Les composantes d'un SIG …….…… ……..……10
VI.3. Les principales fonction d'un SIG……..……....11
VI.4 . Types des données dans un SIG ……....11
VI.5 Le noyau d'un SIG complet……12
VI.6 Les modes de présentation de l'information géographique ……...13
VI.7 Les fonctionnalités des SIG ……..…….14
VI.8 Utilisation de SIG en géotechnique ……..…..15
VII . Conclusion …….....……...……...15
Chapitre II : Matériels et Méthodes Expérimentales.
I. Introduction ……..……...17
II. Localisation des carrières …… ….....…18
II. 1 la région de Reggane ……..…… …..…….....18
II. 2 La région d'Adrar …….……. ..……...19
II. 3 La région de Timimoun ……....……20

III. Les essais d'identification ……..……...……..…...21
III.1. Les Caractéristiques physiques des argiles ……..…….…..….21
III.1.1 Analyse granulométrique par sédimentométrie(NF P94-057)……....21
III.1.2 Les poids spécifique des grains solides (NF P94-054)…….……..…24
III.1.3 Les limites d'atterberg (NF P94-051)…….…...26
IV. Les Caractéristiques chimiques des argiles ……29
IV.1.1 Essai au bleu de méthylène (NF P 94-093) …….....….29
IV.1.2 Détermination de carbonate de calcium ($Caco_3$)…….……..…..31
V.1. Les Caractéristiques physiques des sables ……..…….33
V.1.1 Analyse granulométrie (NF P94-051)…….……..33
V.1.2 Equivalente de sable (NF-P 18 598)……..……..……35
V.1.3 La masse volumique apparente (NF-P 18 598) …….....…….37
V.1.4 Les poids spécifique des grains solides (NF P94-054)…….……..……...38
V.1.5 Essai au bleu de méthylène (NF P 94-093) ……..39
VI. Conclusion……...…..40
Chapitre III : Etude de cas.
I.Introduction……..42
II. Définition deDesktopArcGIS…….…...42
III. Présentation du ArcMap……...42
III.1. Mode de données géographique…….……...42
III.2. Mise en page…….….43
IV. La restitution des données…….…..45
IV.1. Insertion de la carte…….…...45
IV.2. Géodatabase ……..…...46
IV.2.1. Création d'un fichier……...46
IV.2.2. Création des données vectorielles…….…….....47
IV.2.3. Choix de système de coordonnée…….…...48
IV.2.4. Présentation de projet finale……49
V. Présentation de MapInfo ……....51
V.1. Géoréférencement ……...52
V.2. Digitalisation……...55
V.3. Mise en page…….....56
VI. Conclusion…….……58
Conclusion générale
Références et bibliographie

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau I.1 : Activité des minéraux argileux 7

Tableau I.2 : Classe d'activité des argiles… 8

Chapitre 2

Tableau II.1 : Résultats de la granularité des sols étudié 23

Tableau II.2 : valeurs de poids spécifique des argiles étudié..... 26

Tableau II.3 : valeurs de Gs pour différent type des sols à (20°C)… 26

Tableau II.4 : domaine des valeurs de limite de liquidité et l'indice de plasticité……..…28..

Tableau II.5 : résultats de valeur de bleu de sol étudié… 30

Tableau II.6 : Classification des sols selon la valeur de bleu… 31

Tableau II.7 : résultats de l'analyse chimique des sols argileux étudiée.....32

Tableau II.8 : Teneur en $Caco_3$ de quelquessols.....33

Tableau II.9 : Résultats de l'analyse granulométrique 34

Tableau II.10 : les valeurs de refus cumulés et tamisât cumulé… 35

Tableau II.11 : Résultats de l'équivalent du sable.....36

Tableau II.12 : Classification de quelques sols selon la propreté…..... 36

Tableau II.13 : Masse volumique apparente des sables étudié.....38

Tableau II.14 : Résultats de l'équivalent du sable.....38

Tableau II.15 : Classe de granularité 39

Liste des figures

Chapitre 1

Figure.I.1 : situation géographique de la wilaya d'Adrar… 1

Figure.I.2 : Carte géologique de la région d'Adrar extrait de la carte géologique du nord-ouest de l'Afrique e=1/5000 000 [1] 3

Figure.I.3 : Présentations de la structure des couches [3] 5

Figure.I.4 : Structure de particule de montmorillonite [4] 6

Figure.I.5 : Schémas de particule de l'illite [4] 6

Figure.I.6 : Schémas de particule de kaolinite [4]… 7

Figure.I.7 : les composantes d'un SIG [10]..... 10

Figure.I.8 : types des données dans un SIG [11] 11

Figure.I.9 : les trois volets dans un SIG [11].....12

Figure.I.10 : Notions de couches des données [12] 12

Figure.I.11 : Mode raster [11] 13

Figure.I.12 : Mode vecteur [11].....14

Chapitre 2

Figure.II.1 : Localisation des gisements des sables et d'argile dans la région de Reggne 19

Figure.II. 2 : Localisation des gisements dans la région d'Adrar **20**

Figure.II. 3 : Localisation des gisements dans la région de Timimoun 21

Figure.II.4 : Classification triangulaire des sols étudieés… 24

Figure.II.5 : Les trois états de sol en fonction de la teneur en eau… 27

Figure.II.6 : Abaque de plasticité de Casagrande et position des différents types des sols..... 29

Figure.II.7 : Les courbes granulométriques des sables étudiée 34

Chapitre 3

Figure.III.1 : Présentation du l'logiciel ArcMap.....43

Figure.III.2 : Menu de démarrage de l'ArcMap… 43

Figure.III.3 : Les déférentes barres d'outils…..... 44

Figure.III.4 : Affichage des types des données… 44

Figure.III.5 : Affichage de la carte 46

Figure.III.6 : Création un sous répertoire 46

Figure.III.7 : Création des données vectorielles.....47

Figure.III.8 : Choix le système de coordonnées 48

Figure.III.9 : Création les paramètres et leurs types 48

Figure.III.10 : Méthode d'activation de mode raster 49

Figure.III.11: Localisation spatiale des sites… 49

Figure.III.12: Distribution granulaire de la région d'Adrar…..... 50

Figure.III.13: Distribution des carrières et leurs paramètres géotechniques 50

Figure.III.14 : Menu de démarrage de l'interface à MapInfo… 51

Figure.III.15 : Les barres d'outils et barres de menu…….....…….52

Figure.III.16 : Insertion de la carte sous forme image..... 52

Figure.III.17 : Inscription les coordonnées…..... 53

Figure.III.18 : Création des points ..... 53.

Figure.III.19 : Choix le type de projection.....54

Figure.III.20 : Affichage de l'image calée sous un SIG… 54

Figure.III.21 : Création le fichier de la carte.....55

Figure.III.22 : Création des données…..... 55

Liste des photos

Chapitre 2

Photo.II.1 :L'échantillon des argiles étudiées… 17

Photo.II.2 : L'échantillon des sables concassée 18

Photo.II.3 :L'échantillon des sables de dune 18

Photo.II.4 : Mode opératoire de l'essai.....2 2

Photo.II.6 : Phase de limite de liquidité… 27

Photo.II.7 : Méthode de rouleau….....28

Photo.II.8 : Appareillage et mode opératoire de l'essai VBS.....30

Photo.II.9 : Test de la tache pour les argiles sédimentométrie 30

Photo.II.10 : Appareillage de calcimétre Dietrich-Fruhling [2].....32

Photo.II.11 : Mode opératoire de l'essai d'analyse granulométrique 34

Photo.II.12 : Mode opératoire de l'essai d'équivalent du sable… 36

Photo.II.13 : Mode opératoire de l'essai de la masse volumique apparente.....37

Photo.II.14 : Résultats de la tache pour les sables concassée 39

Abréviations et symboles

T-O : Tétraédrique- Octaédrique.

T-O-T : Tétraédrique- Octaédrique- Tétraédrique.

T-O-T-O : Tétraédrique- Octaédrique- Tétraédrique- Octaédrique.

Ac : Activité des argiles.

C_2 : Teneur en particules de dimension inférieur à 2 μm.

IP : Indice de plasticité.

SIG : Système d'information géographique.

MNT : Modèle numérique de terrain.

P : pourcentage des éléments inférieur au diamètre.

Vs : volume de suspension 1000 L.

M : Masse de sol sec utilisé.

ρ_s : Masse volumique des grains solides.

ρ_w : Masse volumique de l'eau.

Rt : Lecture de l'éprouvette A au temps t.

R_B : Lecture de l'éprouvette B (Eprouvette témoin).

D : Diamètre de particules.

F : Facteur donné par l'abaque.

Vs : Volume des particules solides.

γ_s : poids spécifique des grains solides (g/m^3).

γ_w : Poids volumique de l'eau à (20°C).

Ws : poids sec des grains solides ( ).

W1 : poids de pycnomètre vide.

W2 : poids de pycnomètre + eau distillé.

W3 : poids de pycnomètre +sol sec.

W4 : Poids de pycnomètre + sol sec +eau distillé.

Gs : La densité sèche.

WL : Limite de liquidité (%).

WP : Limite de plasticité (%).

W : Teneur en eau de sol (%).

IP : L'indice de plasticité.

VB : La valeur de bleu.

SST : Surface spécifique totale (m^2/g).

$CaCo_3$: Teneur en carbonate de calcium (%).

Cc : Coefficient de courbure.

Cu : Coefficient d'uniformité.

MF : Module de finesse.

LCPC : Laboratoire centrale des pontes et chaussée.

TC : tamisât cumulés.

RC: Refus cumulés(%).

ES : Equivalent de sable.

ρapp : Masse volumique apparente.

AA : Argile d'Adrar.

AJ : Argile jaunâtre.

AVT : Argile verte.

AS : Argile de sidi Yousef.

AR : Argile de Reggane.

AT : Argile de Timimoun.

AB : Argile Blanc.

A B M : Argile Marron.

ESRI : Environ mental système Recherche Institue.

SC K : Sable concassé de koussane.

SC Ch : Sable concassé de cherouine.

SC Ao : Sable concassé Aougroute.

Sd B : Sable de dune Bouda.

Sd S : Sable de dune Sali.

Sd Z : Sable de dune Zaouite El-debagh.

Introduction générale

Introduction générale

A travers le titre de notre étude nous essayons à faire une valorisation des carrières de sable et d'argiles. Ces gisements sont situés au niveau de la région d'Adrar, Timimoun et Reggan, puis une analyse qui est à la base des données géotechniques bien détaillé des quelques carrières afin par l'apport de l'outil SIG nous faisant une analyse spatiale et traitement des données avec la localisation et limitation de ces carrières pour faire un balayage de cartographie.

Nous avons structuré notre mémoire comme suit :

- **Le premier chapitre :**

Qui est consacré à la synthèse bibliographique en vue de donner un aperçu général sur le système d'information géographique, et donner une présentation générale sur les sols argileux et les sables.

- **Le deuxième chapitre :**

Ce chapitre présente la localisation des gisements des argiles et des sables, ainsi que la détermination de leurs caractéristiques géotechniques, à partir d'étude expérimentale par les essais d'identifications en laboratoire.

- **Le troisième chapitre :**

Présente l'analyse spatiale des sites étudié, avec une analyse et traitement exacte des données géotechniques, puis on réalise une cartographie géotechnique, à l'aide des deux SIG sont : ArcMap et MapInfo.

Chapitre I

Introduction :

Nous commençons ce chapitre par une présentation du contexte géologique et géographique régional et des deux types des sols régional utilisés dans notre étude, ainsi que un ensemble des concepts fondamental de SIG.

I. Situation géographique de la wilaya d'Adrar :

La wilaya d'Adrar est localisée dans le Sud-ouest du pays, à plus de **1200Km** de la capitale. Elle est en termes de superficie la deuxième plus grande wilaya d'Algérie de **427.968 Km2**, soit **17,97%** du territoire nationale, avec une population de **349.568 habitants**. Dans les limites entre les latitudes 26°30'N et 28°00'N et les longitudes 0°30 W et 0°30'E **.** [1]

D'un point de vue géographique la Wilaya d'Adrar comprend trois régions qui sont : le Gourara (Timimoun), le Touat (Adrar) et le Tidikelt (Aoulef). Elle est limitée :

- **Au Nord** : La Wilaya d'EL- Bayedh.
- **Au Nord-est** : La Wilaya de Ghardaïa.
- **Au Nord-ouest :** La Wilaya de Béchar.
- **Au Sud** : Le MALI.
- **Au Sud-ouest** : La Mauritanie.
- **Au Sud-est** : La Wilaya de Tamanrasset.
- **A L'Ouest** : La Wilaya de Tindouf.

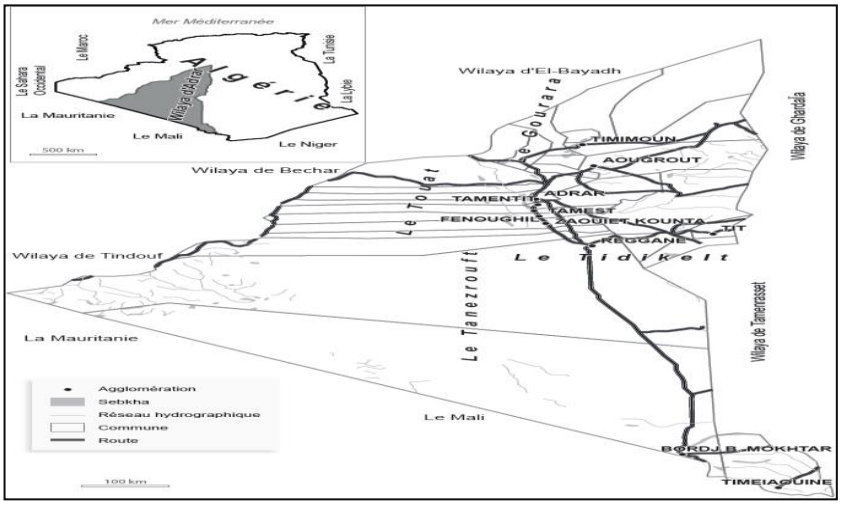


Figure I :1 Situation géographique de la wilaya d' Adrar [2]

I.Cadre géologique de la région d'Adrar :

D'une façon générale, les dépôts du primaire et du secondaire au Sahara sont d'origine marine. Les dépôts du tertiaire et du quaternaire sont continentaux. Les deux périodes de sédimentation sont séparées par une phase orogénique majeure au cours de laquelle se sont formés les Atlas et les hauts plateaux: phase du plissement hercynien. [2]

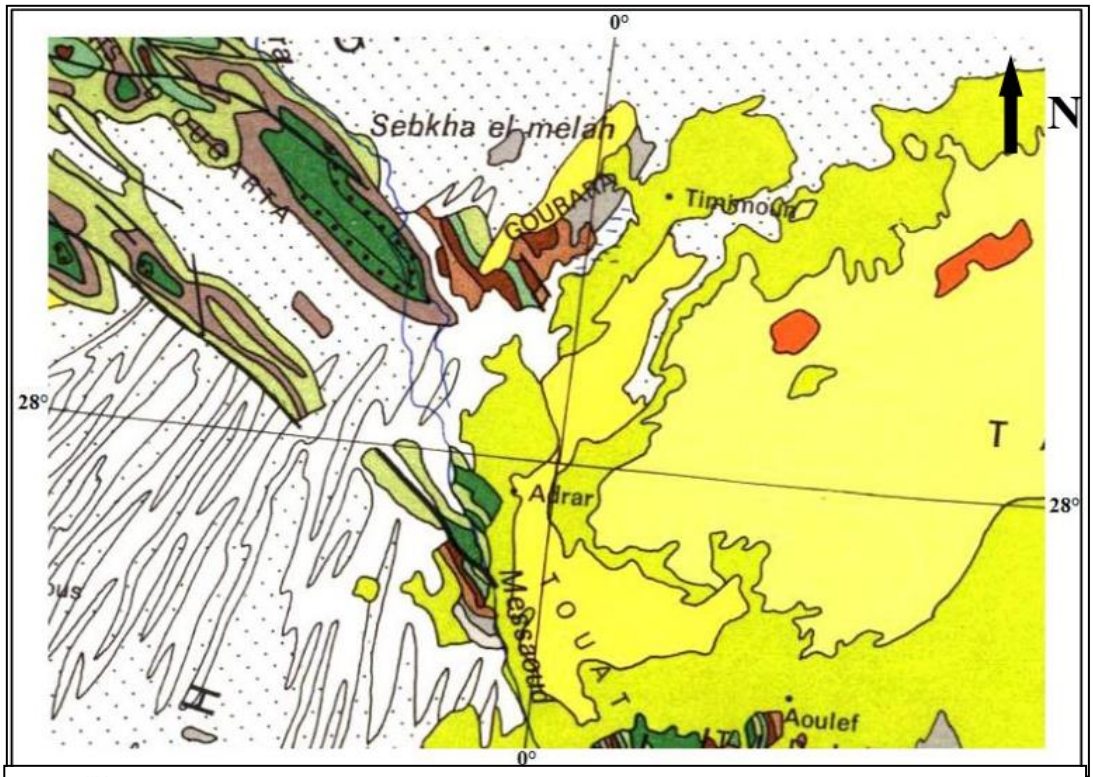
Dans la dépression de TOUAT, région se trouvant au sud-Ouest d'Alger à environ 1400Km, affleure essentiellement l'accumulation de différents dépôts (des grès quartzites, des grès à débris de reptiles et des argiles gréseuses).

Les calcaires du crétacé terminal aussi bien que les formations gypso lagunaire ne se font observer qu'en certaines parties de la région en formant la continuité stratigraphique appartenant aussi au continental intercalaire.

L'accumulation de sable éolien (sable de dune) est d'une part originale de la région se faisant sentir de long de la route nationale N°6

Le crétacé inférieur tel que défini par les études stratigraphiques s'érige sous forme de petits plateaux étagés dont leurs bordures gisent sous un pendage assez net, mettant à jour des grès hétérogènes peu argileux, couverts par des alluvions limoneux rougeâtre du quaternaire**.[2]**

L'aspect morphologique de la région est tout simplement l'image d'une large étendue pénéplainisée couverte totalement en surface par les terrains du continental intercalaire parfois eux-mêmes surmontés par les dépôts du Reg quaternaire ou `l'affleurement des argiles, grès organiques et sable villafranchien s'étalent en dépôts minces et réguliers. **[2]**



La légende :

CENOZOIQUE-QUATERNAIRE

- Quaternaire
- Sebkha, lac
- Dunes
- Néogène + Oligocène
- Eocène

MESOZOIQUE

- Crétacé indifférencié (et localement Jurassique)
- Crétacé supérieur et moyen
- Crétacé inférieur
- Jurassique indifférencié
- Jurassique supérieur et moyen
- Jurassique inférieur
- Trias ou Permotrias

PALEOZOIQUE

- Carbonifère indifférencié
- Carbonifère supérieur et Permien
- Carbonifère inférieur
- Dévonien indifférencié
- Dévonien supérieur et moyen
- Dévonien inférieur
- Silurien
- Ordovicien. Au SW: Cambro-Ordovicien, série gréseuse + tillite 04
- Cambrien, séries assimilées et localement Précambrien terminal
- Primaire indifférencié

Figure I. 2: Carte géologique de la région d'Adrar Extrait de la carte géologique du nord – ouest de l'Afrique e=1/5 000 000 **[1]**

II. Généralité sur les argiles :

Le mot argile aurait deux origines, l'une de latine par le mot « Argilla », l'autre de grec par le mot « Argillos », qui veut dire blanc. Ce terme a deux sens, l'une liée à la taille des grains et l'autre à la minéralogie. De manière générale, est signifié l'ensemble des particules dont la taille de grain est inférieure à 2μm. [3].

Le mot « Argile» est couramment utilisé pour désigner différentes roches sédimentaires, cristaux.il n'existe pas une mais des argiles. Selon leur composition et concentration en minéraux. [4]

IV-1-Définition de l'argile :

L'argile est un matériau naturel a été utilisé par l'homme depuis très longtemps, ce forme des roches, pour la plupart, est composé principalement des silicates d'aluminium hydratés, qui présentent une structure feuilletée (construit par un empilement de couches tétraédriques) qui explique leur plasticité, ou bien une structure fibreuse qui explique leur qualités d'absorption. [3]

IV-2-Minéralogie des argiles :

D'après Caillère et Hénin(1959), cité par Chrétien (2010), à l'échelle microscopique, les minéraux argileux appartiennent à la famille des phyllosilicates et sont le produit de la décomposition de roches siliceuses par désagrégation physique et chimique, puis par altération chimique. [4]

IV-3-Structure d'argile :

Les sols argileux sont formés d'un assemblage de particules fines dont les unités de base sont des feuillets bidimensionnels élémentaires et organisés en plusieurs couches superposées. Les deux unités structurales de base sont des Feuillets tétraédriques de silice et octaédriques de alumine conduit à la formation des couches structurales formées par empilement d'ions ou d'hydroxydes en disposition hexagonale ou compacte. [4].

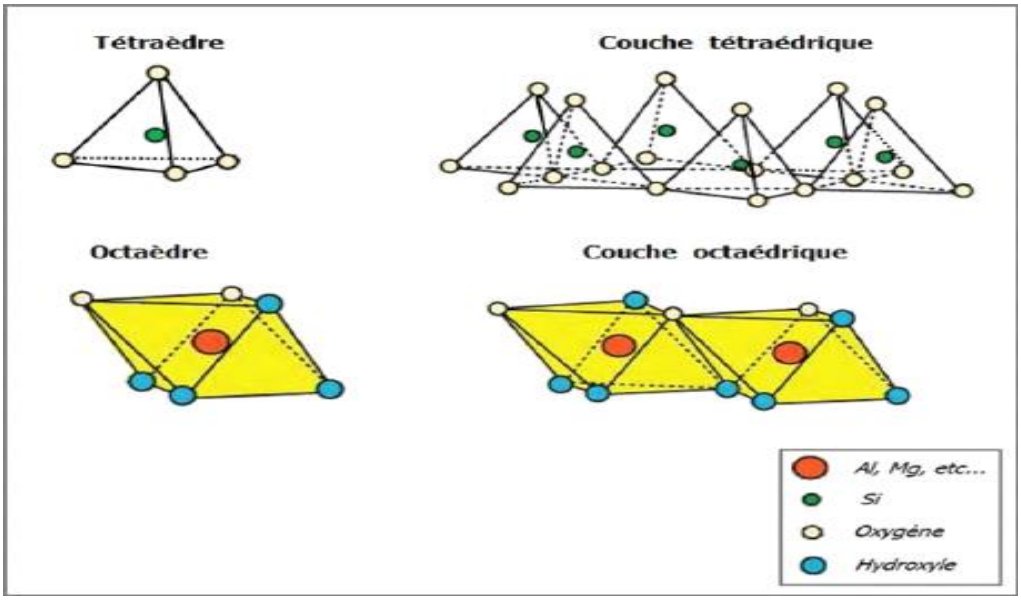


Figure I .3 : Présentations de la structure des couches [3]

IV-4-Les propriétés des minéraux argileux :

Les types de minéraux argileux est distinguer par : [3]

- La combinaison des feuillets assemble une couche octaédrique à une couche tétraédrique T/O.
- le nombre de feuillets formant le cristal d'argile est variable.
- Le nombre des couches dans le feuillet élémentaire (une ou deux).
- Activité des argiles. [3]

IV-5-Les types d'argiles :

1) La montmorillonite : n [(Si4O10) (Al5/3 Mg1/3) Na1/3(OH) 2]

Est un minéral argileux de type 2:1 (TOT) dont le feuillet élémentaire est composé d'une couche d'alumine (octaèdre) comprise entre deux couches de silice (tétraèdre). Les plaquettes de montmorillonite ont une forme quelconque et de taille très petite. La montmorillonite possède une surface spécifique totale entre 700 et 900 m^2/g et un espace inter-feuillets de 9,6 Å à 15 Å. [4]

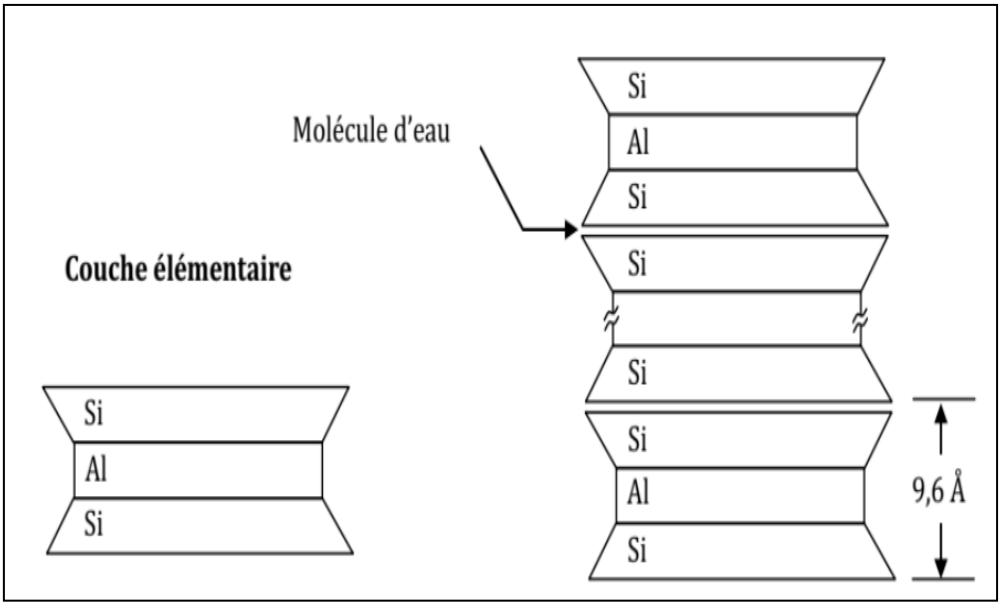


Figure I.4 : Structure de particule montmorillonite [4]

2) L'illite : n [(Si4-n AlnO10) Al2 Kan (OH) 4].

Sa composition est riche en calcium (14%), en fer (9%) et pauvre en magnésium, Est un minéral argileux de type 2:1 (T-O-T), Les particules d'illite sont plates de forme moins régulière que celle des particules de kaolinite. Elles ont diamètre moyen variant entre 0,1 µm et 3 µm et une épaisseur de l'ordre de 0,01µm à 0,3 µm.a une surface spécifique totale de l'ordre de 65 à 100 m²/g. [4]

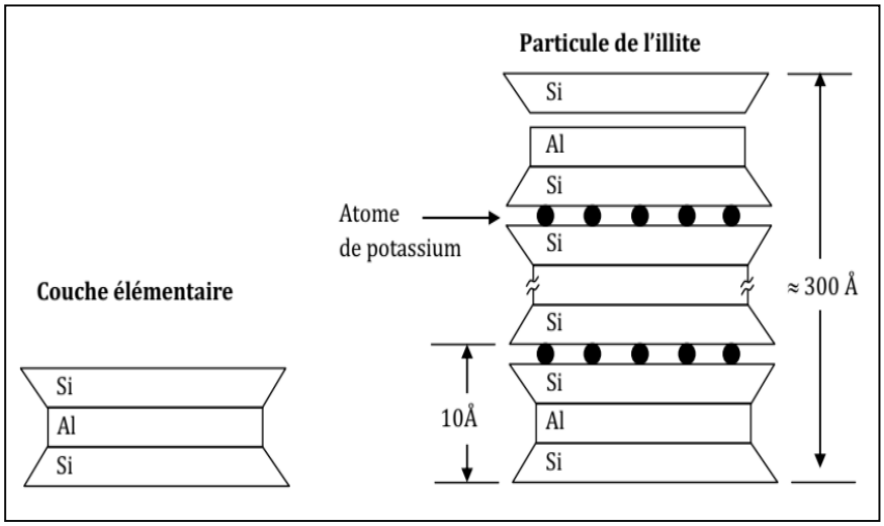


Figure I.5 : schémas de particule de l'illite [4]

3) Les kaolinites n [(Si2O5) Al2 (OH) 4] (T-0 ou 1 :1)

Elle est constituée d'une succession de couches alternées de silice (tétraèdre) et d'alumine (octaèdre). Chaque couche élémentaire a une épaisseur de **7 Å**.

Elles ont une épaisseur de l'ordre de 0,1 mm et une largeur de 1mm et la faible valeur de la surface spécifique qui ne dépasse pas 45 m^2/g. [4]

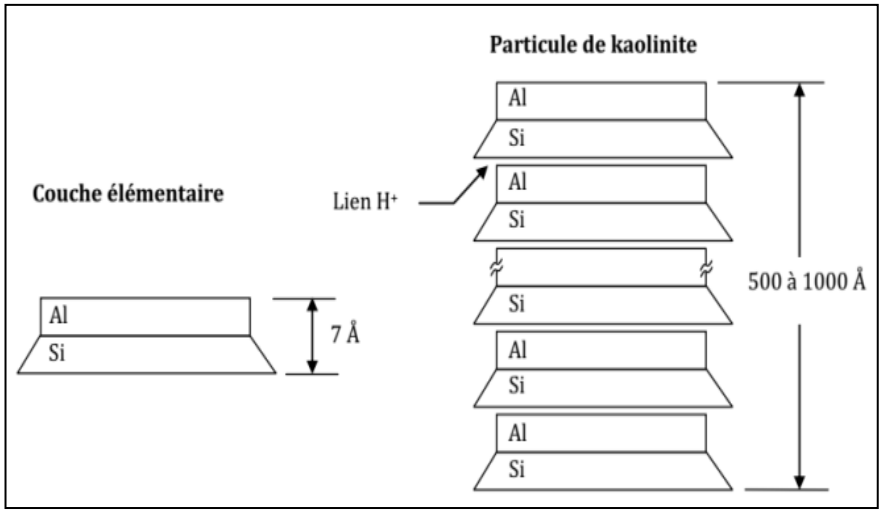


Figure I.6 : schémas de particule de Kaolinite [4]

IV.6.Activité des argiles :

Par définition L'activité Ac, c'est le rapport de l'indice de plasticité **Ip** à la teneur en particules argileuses (C2, teneur en particules de dimensions inférieures à 2μm) : **Ac = Ip / C2** [5]

Elle est dépend de la nature minéralogique de sol. Le tableau suivante **(**Tableau : 01) donne les activités des quelques particules argileuses les plus courantes.

Tableau 01 : Activité des minéraux argileux. [5]

Type de minéral	Activité Ac
Quartz	0
Calcite	0,18
Kaolinite	0,46
Illite	0,90
Montmorillonite sodique	7,5
Montmorillonite calcique	1,5

- Les sols argileux peuvent être en classes En fonction de la valeur de l'activité AC.

Tableau (02):classe d'activité des argiles [5]

Activité Ac	Dénomination
0 < Ac < 0,5	inactif
0,5 < Ac < 0,75	peu actif
0,75 < Ac < 1,25	normal
1,25 < Ac < 2	actif
2 < Ac	très actif

IV-7-Classification des argiles selon la couleur :

Les argiles ne sont pas identifiées par leur couleur. Une couleur peut être attribuée à plusieurs types d'argiles, La variation de la couleur constatée est fonction de la concentration en oxyde de fer. [3]

a) Verte : Les argiles vertes présentent une faible teneur en fer, ce sont généralement les montmorillonites, les illites et les smaltites.

b) Blanche : Ces argiles ne contiennent aucune substance colorée. Leur formation n'a donc pas été perturbée, elle a été uniforme. On retrouve le plus souvent des kaolinites mais également des smaltites.

C) Rose : Ces roches argileuses ne sont pas retrouvées au naturel, telles quelles. Il s'agit d'un mélange d'argile rouge et d'argile blanche. Ce mélange a pour but d'augmenter la concentration en oligo-éléments de l'argile blanche tout en diminuant la concentration en fer de l'argile rouge.

d) Rouge : Généralement des illites, ces argiles sont riches en oxyde de fer.

e) Jaune : Ces illites riches en oxyde de fer et magnésie.

III. Les sables :

V.1-Définition des sables :

C'est une matière minérale siliceuse ou calcaire qui se présente dans le sol sous la forme de grains ou de poudre. Suivant qu'il s'agit de sable grossier ou de sable fin.

Il provient de la dégradation des roches qui constituent l'écorce terrestre selon leur composition, ils sont blancs, jaunes, gris ou rougeâtres. [6]

Les sables sont classés selon leur origine soit de type naturelle ou artificielle. C'est une roche meuble, constituée de grains de quartz, d'une dimension de 0,1 à 2 mm. Au-dessus de 2 mm, gravier et galets. [7]

V.2-Les types des sables :

Selon leurs provenances, les sables peuvent être classés comme suit :

- **Sable de rivière :** il est obtenu par dragage des lits des cours d'eau. [8]
- **Sable de mer :** il provient des côtes de la mer. [8]
- **Sable de carrière :** Il contient souvent de l'argile qui enrobe les grains et les empêche d'adhérer aux liants. [8].
- **Sable artificiel :** il est obtenu par concassage des roches (calcaires durs, gré …). Il est souvent plein de filler. [8].
- **Sable de dune :** .Les sables de dune se trouvent dans les régions sud du pays. Ils sont situés en zone présaharienne. Retenus sont ceux issus des dunes continentales. Ces dunes sont constituées des nombreux amas de sables fins accumulés dans certaines régions spécifiques du Sahara. [8]

V.3-Minéralogie de sable :

En général, les sables peuvent être classés comme suit [8] :

- Sables siliceux.
- Sables silico-calcaires.
- Sable calcaires.

IV. Système d'information géographique (S.I.G) :

VI.1-Définition :

Système (la somme des taches), information géographique (tout information qui peut être lie à un emplacement, position sur la terre) , est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.[9]

VI.2- Les composantes d'un SIG :

Le systèm regroupe cinq composantes principales :

- Une problématique (décrire, stocker, comparer, comprendre).
- Du matériel (ordinateurs, périphériques, réseaux…).
- des logiciels (logiciels du marché, développements professionnels spécialisés).
- des données (génériques, spécifiques).
- du savoir-faire et des hommes. [9]

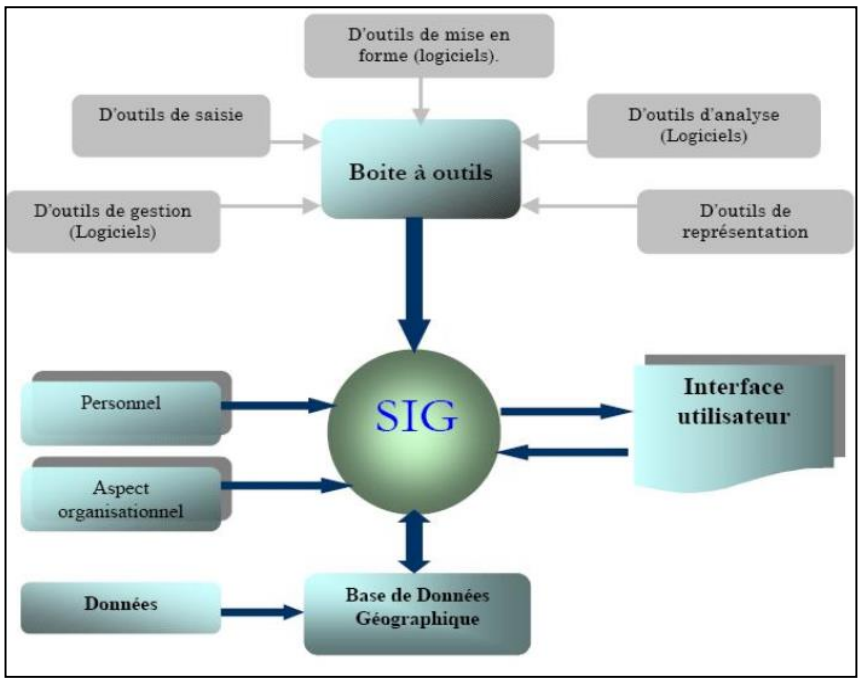


Figure I.7 : les composantes d'un SIG [10]

- **VI.3-Les principales fonctions d'un SIG :**

Un SIG répond à 5 fonctionnalités (les 5 A) :

- Abstraction: modélisation de l'information,
- Acquisition: récupérer l'information existante, alimenter le système en données,
- Archivage: stocker les données de façon à les retrouver et les interroger facilement,
- Analyse: réponses aux requêtes, cœur même du SIG,
- Affichage: restitution graphique.

VI.4-Types de données dans un SIG

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies:

- sa position géographique dans l'espace
- sa relation spatiale avec les autres objets spatiaux : topologie
- son attribut, c'est à dire ce qu'est l'objet avec un caractère d'identification (code)

Les systèmes d'information géographique permettent de traiter les données spatiales et associées (figure I.8).

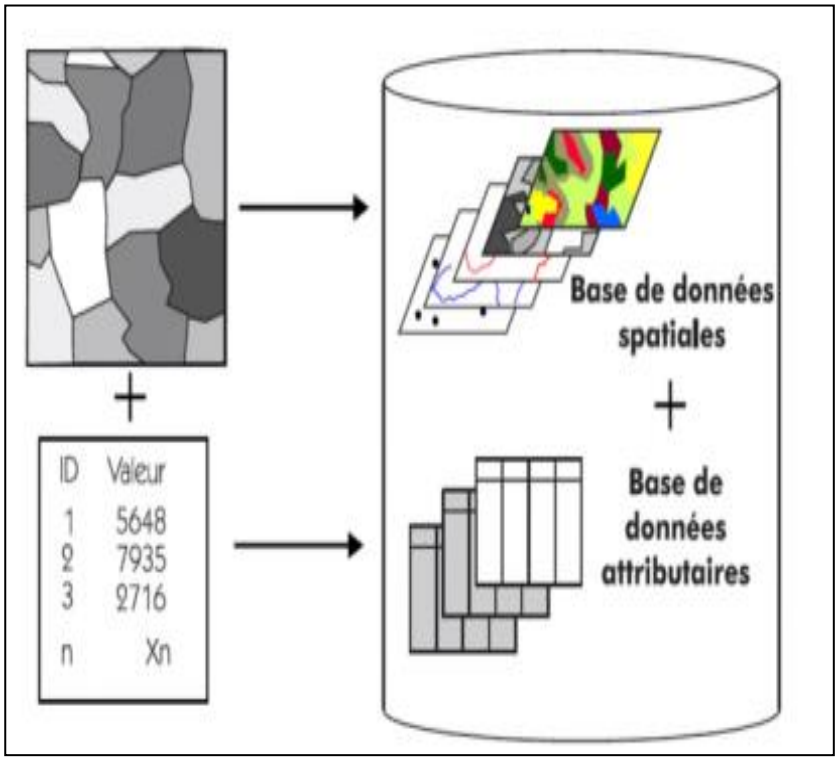


Figure I.8 : Type des données dans un SIG [9]

VI.5-Le noyau d'un SIG complet :

Les SIG proposent trois volets pour afficher et manipuler les informations géographiques [10].

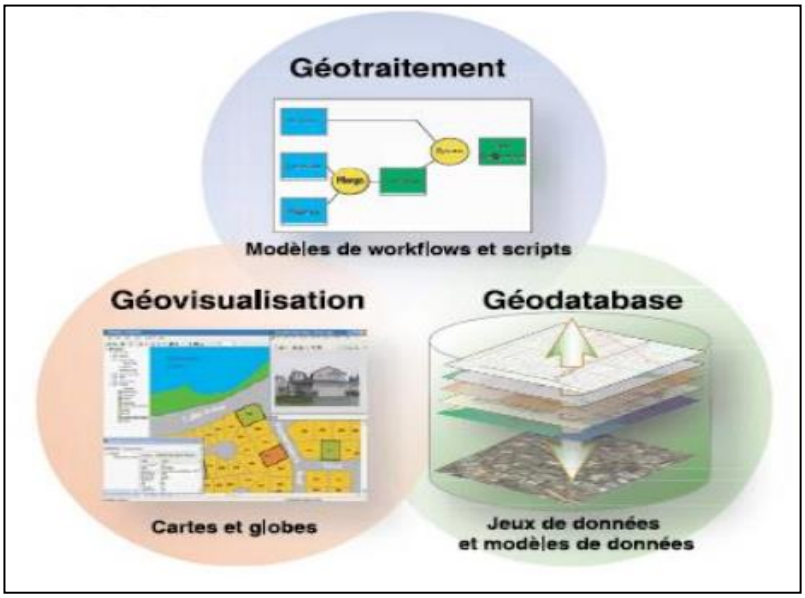


Figure I.9 : les trois volets d'un SIG [10].

- **Le volet géodatabase - catalogue :**

Une base de données spatiales qui représentent des informations géographiques selon un modèle de données SIG générique (topologie, réseaux, entérine, etc.…).

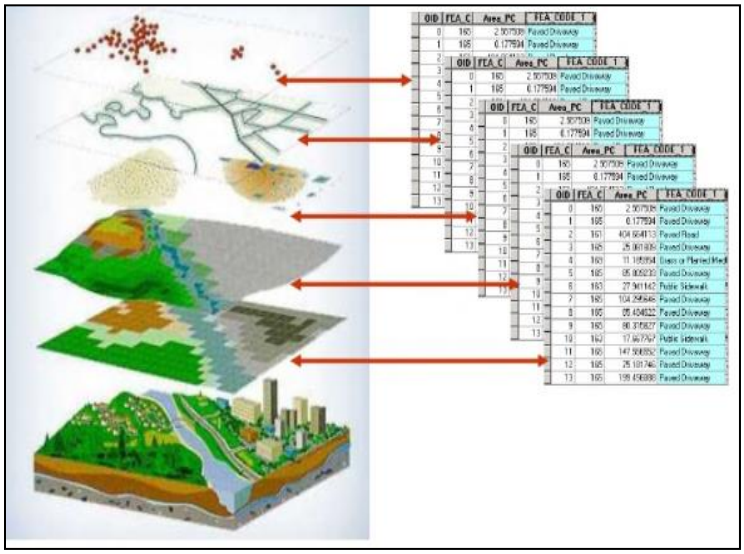


Figure I.10 : Notions des couches des données [9]

- **Le volet géo visualisation - carte :**

Un SIG est un ensemble de cartes intelligentes et de vues (2D ou 3D) qui montrent des entités spatiales et leurs relations à la surface de la terre.

- **Le volet géo traitement – boite à outils:**

Les fonctions de géo traitement partent des informations contenues dans les jeux de données existants, appliquent des fonctions analytiques et afficher les résultats dans de nouveaux jeux de données.

VI.6-Les modes de présentation de l'information géographique :

A) Le mode raster :

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille (pixel) de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur. Chaque pixel (carré) possède des informations.

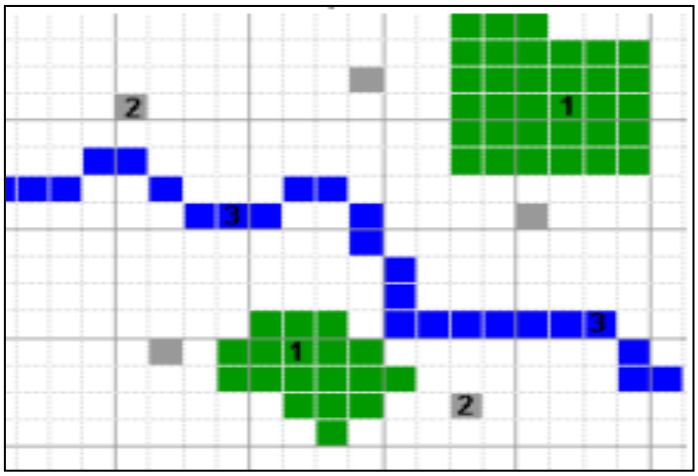


Figure I.11 : mode raster

B) Le mode vecteur :

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires, à savoir les points, les arcs et les arcs des polygones.

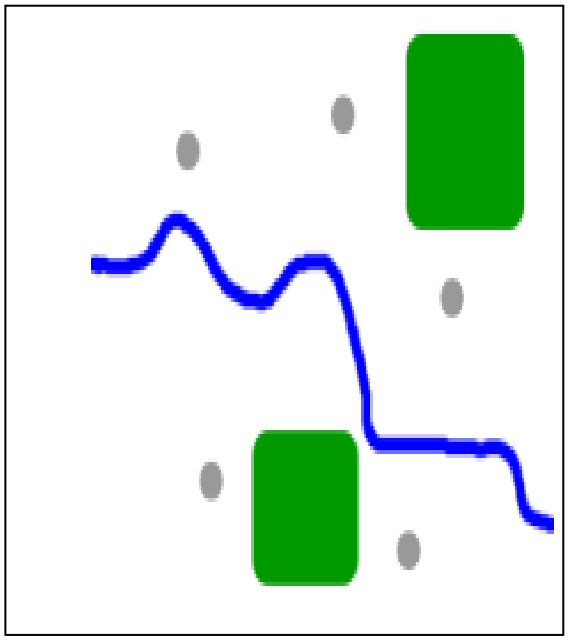


Figure I.12 : Mode vecteur

B-1) Les Points :

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits.

B-2) Les Lignes :

Représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur.

B-3) Les Polygones :

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des parcelles, des types de sols.

VI.7-Les fonctionnalités des SIG :

- Acquisition des données.
- Structuration et modélisation des données.
- Traitement des données.
- Restitution des données.
- Gestion des données. [9]

VI.8- Utilisation de SIG en géotechnique :

- Intégrer des informations de toutes provenance (cartes, terrain, photos…)
- Gérer la partie géotechnique d'une zone d'intervention (zone à risques, étude de pente, barrage).
- Gérer les bassins hydrographiques (l'eau et l'élément principe de glissement de terrain).
- Détermination d'un modèle numérique de terrain. (**MNT**).
- Cible les zones d'étude sur la carte.
- Traiter les données du terrain et analyser et classer.
- Valorisation immobile d'un territoire : cartographie des risques physiques (inondation, glissement, séisme) et dynamique d'un terrain.
- Recueil des données pour les préventions des risques, intervenir après un accident et pour les études des projets.
- Classification et l'occupation de sol. [12] [18]

Conclusion :

Nous avons précisé tous les concepts susmentionnés concernant les sols argileux et leurs caractéristiques minéralogiques puis leurs différents types des familles. Par ailleurs, nous avons présenté les sols de nature sableux, ainsi leurs minéralogiques et différentes classifications.

Finalement, les notions de base du système d'information géographique sont présentées.

Chapitre II

I. Introduction :

Dans notre étude nous devons identifier les trois types des sols régionaux : l'argile, sable de dune et sable concassé, extrait des trois régions.

Ce chapitre regroupe les différents résultats d'essais de reconnaissance géotechnique des sols, ainsi que leur interprétation.

Nous avons procéder au essai d'identification suivants :

Les argiles :

- L'analyse granulométrie par sédimentation (NF-P94-057).
- Le poids spécifique des grains solides (NF-P94-054).
- Limites d'Atterberg (NF-P94-051).
- L'essai au bleu de méthylène (NF-P940-068).
- La teneur en carbonates : Méthode du calcimètre (NF P94-048).

Prélèvements des argiles et leurs couleurs :

Les argiles rouges de la zone : d'Adrar, Reggane, Timimoun et Sidi yousef.

L'argile verte de Timimoun de la zone Taouarsit.

L'argile jaune de la ville d'Adrar.

L'argile blanche et marron de la zone de bouda.

Ceux sont des gisements d'argile superficielles et non en profondeur.

Photo. II.1: Echantillons des argiles étudiées

Les sables :

- Analyse granulométrie par tamisage à sec (NF-P94-056).
- Equivalent de sable (P18-597).
- Poids spécifique des grains solides (NF-P94-054).
- Essai de bleu méthylène (NF-P940-068).

Photo. II.2 : Les échantillons des sables concassé

Photo. II.3 : Echantillons des sables de dune

II. Localisation des gisements étudiés :

Dans notre étude nous, avons ciblé les carrières des sables et d'argiles sur trois régions, Adrar, Timimoun et Reggane.

II.1-La région de Reggane :

- **L'argile :**

La carrière est située au Nord - Ouest de la commune de Reggane sur le côté droit en allant vers Reggane. (fig. 1).

Le sable de dune :

La carrière est située au Nord-Ouest de la commune de Sali.

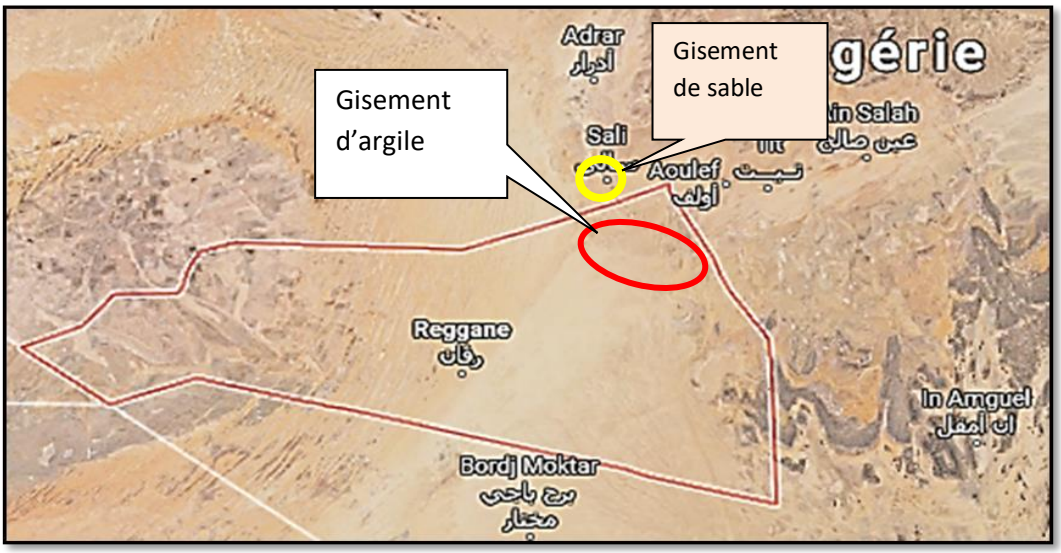


figure.II.1 : localisation des gisements du sable et l'argile de Reggane

II.3-La région d'Adrar :

L'argile :

Le gisement de l'argile utilisée est situé au Nord de la ville d'Adrar sur le côté gauche de la route nationale N°6 reliant Adrar à Béchar**.**

Les sables :

Le sable concassé de Koussan :

La carrière est localisée sur la partie Sud de la ville d'Adrar, les pistes menant vers

Le gisement est d'une accessibilité facile. (Photo).

Le sable de dune de Bouda :

Le gisement est localisé exactement dans la zone de Bouda(Bakhella).appelé aussi (l'Ereg).

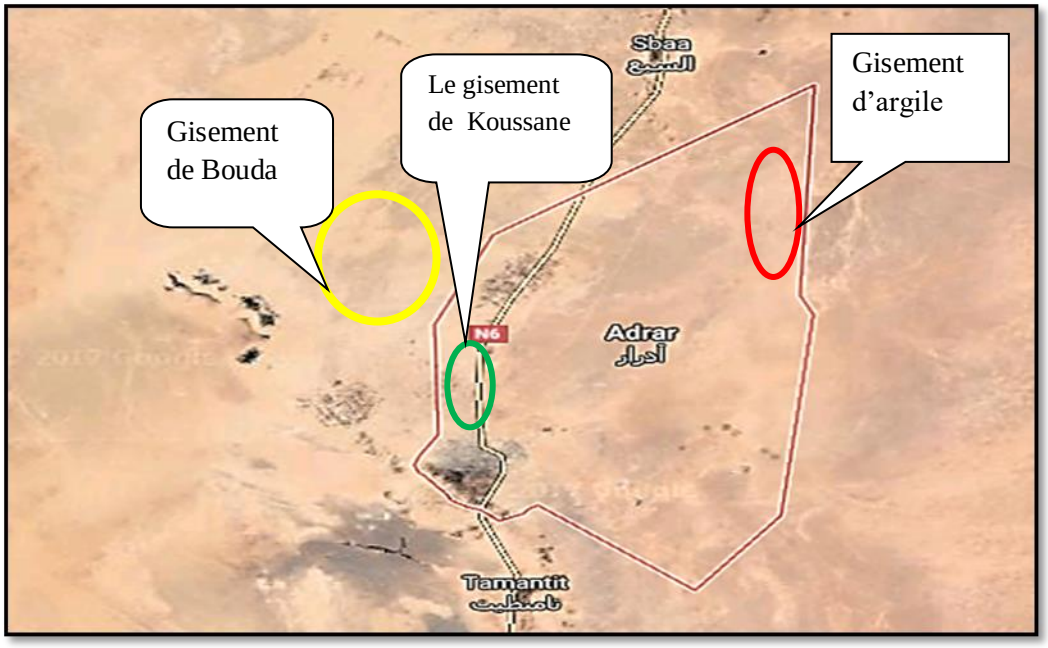


Figure II.2: Localisation des gisements du sable et de l'argile d'Adrar

II.4-La région de Timimoun :

L'argile :

Le site d'argile est situé au Sud-Ouest de la ville de Timimoun sur la côté gauche de la route menant vers la wilaya d'Adrar.

Les sables :

Sable de dune :

Ce sable est extrait à partir du sable de l'Erg occidental, localisé dans la zone de Zaouite El-debagh qui est situé au Nord de la ville de Timimoun.

Sable concassé (Cherouine) :

Le site de sable concassé est localisé à 16 Km au Nord-Ouest de la commune de cherouine à 750m au côté gauche de le Rue N°51, en allant vers Timimoun. (Figure.II.3)

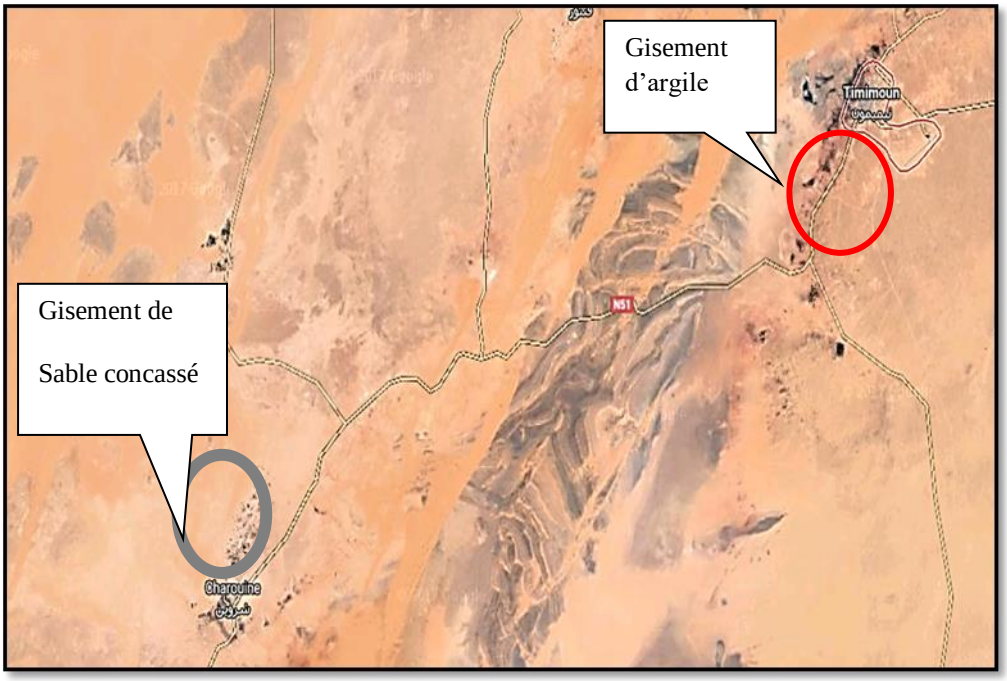


Figure II .3: Localisation des gisements de sable et d'argile dans la région de Timimoun

III. Essais d'identifications :

III. 1-Les caractéristiques physiques et chimiques des argiles étudiées :

III-1-1L'analyse granulométrie par sédimentation (NF P94-057):

Le but :

C'est un essai qui consiste à déterminer les diamètres équivalent des particules sphériques en fonction de leur vitesse de chute selon la loi de STOCKES, dans un environnement visqueux à fin d'obtenir le tracé de la courbe granulométrique pour des particules inférieur à 80µm.

Principe de l'essai :

L'essai est basé sur la loi de stockes ou la vitesse de sédimentation des particules en suspension dans un milieu dépend de leurs diamètres.

Photo. II.4 : Appareillage et mode opératoire de l'essai

Pourcentage des éléments inférieur à D :

Est donnée par la formule suivante :

$$\mathbf{P = [100 * \frac{vs}{M} * \frac{\rho s}{\rho s - \rho w}] * (Rt - RB)}$$

Tel que :

Vs : volume de suspension 1000L

M : masse de sol sec utilisé.

ρS : masse volumique des grains solides

ρW : masse volumique de l'eau.

Rt : lecture de l'éprouvette A au temps t.

RB : lecture de l'éprouvette B (Eprouvette témoin).

Calcul des diamètres des particules non décanté :

Le diamètre de particules est donné par la relation :

$$D = F\sqrt{Ht/t}$$

F : est un facteur donné par l'abaque.

Tableau II.1 : la granularité des sols étudiés

Région	Sable fin(%)	Limon(%)	Argile(%)
Timimoun	**] 5 à 20[**	**] 22 à 42[**	**] 42 à 62[**
Adrar	**] 3 à 7[**	**] 16 à 25[**	**] 72 à 77[**
Sidi Yousef	**] 4 à 10[**	**] 21 à 35[**	**] 55 à 75[**
Reggane	**] 7 à 16[**	**] 25 à 51[**	**] 28 à 66[**
Bouda	**] 3 à 5[**	**] 25à 37[**	**] 60 à 70[**

Selon la classification triangulaire, nous avons constaté ce qui suit :

Les sols des régions : Adrar, Sidi Yousef et Bouda, Timimoun sont des argiles.

Par contre la région de Reggane est un mélange des trois type des sols : Argile, argile sableuse, et limon argileux.

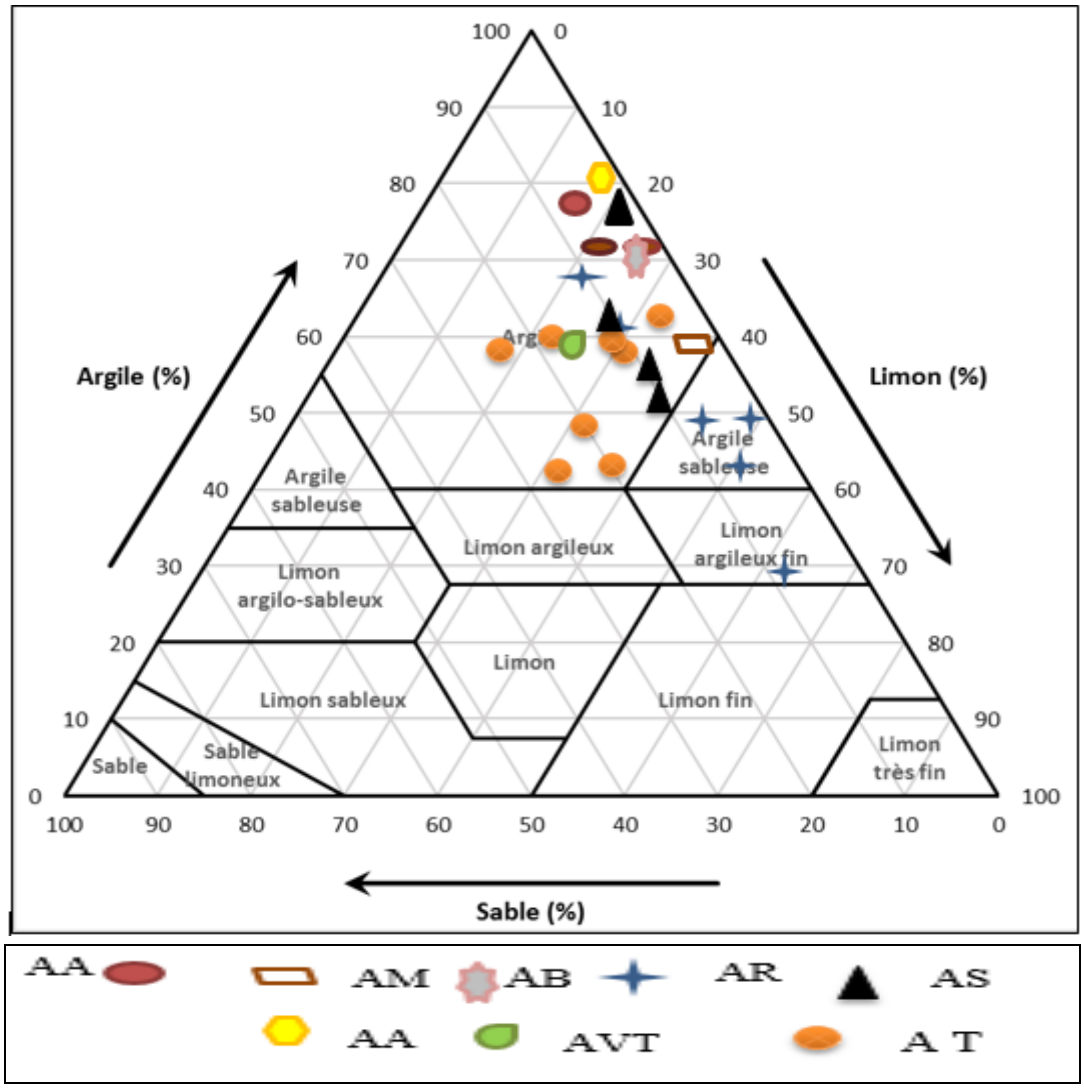


Figure II.4: Classification triangulaire des sols étudiés

III-1-2Essai de poids spécifique des grains solides : (NF P94-054)

Définition :

Le poids spécifique des grains solides du sol (γ_s) est le rapport du poids de ces particules (**ws**) par leur volume absolu (Vs), γ_s est exprimé en (g/cm^3).

A l'aide d'un pycnomètre de volume normalisé (25,50 et 100cm^3 à 20°C) on mesure le poids spécifiques des particules solides.

$$\gamma_s = \frac{Ws}{Vs}$$

Avec :

γ_s : Poids spécifique des particules solides.

Vs : volume des particules solides.

Ws : poids de sol sec.

Le but de l'essai :

Le but de cet essai est la détermination du poids spécifique, le volume absolue et la densité des grains solides.

Photo. II.5: Mode opératoire de l'essai

Le volume des particules solides est déterminé par la relation suivant :

$$Vs = \frac{(W2 - W1) - (W4 - W3)}{\gamma w}$$

Avec :

- ✓ W1 : poids de pycnomètre vide
- ✓ W2 : poids de pycnomètre + eau distillé
- ✓ W3 : poids de pycnomètre + sols sec.
- ✓ W4 : poids de pycnomètre +eau +sols
- ✓ γw : poids volumique d'eau à la température (20°C).

Le poids sec des grains solides : $Ws = W3 - W1$

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (II.2) suivant :

Tableau II.2 : Valeurs de poids spécifique des argiles analysées

Région	A	T	R	S	B
γs (g /m³)	**]2,56 à 2,68[**	**]2,60 à 2,69[**	**]2,52 à 2,61[**	**]2,56 à 2,61[**	**]2,50 à 2,52[**

Tableau.II.3 : Valeurs de Gs pour différent type de sols à 20°C

Sols	Quartz	Calcite	Dolomite	Kaolinite	Illite	Montmorillonite
Gs	2,66	2,72	2,85	2,61-2,64	2,60-2,86	2,75 -2,78

D'après le tableau ci-dessus, les résultats de poids spécifique des grains solides des argiles étudiées, sont des mélanges entre deux familles d'argiles **: Kaolinite** et **illite**.

III-1-3 Essai limite d'Atterberg :(NF P 94-051).

Définition et but :

Les limites d'Atterberg sont des constante physique conventionnels qui marquant les seuils entre :

Limite de liquidité (WL): est le passage d'un sol de l'état liquide à l'état plastique.

Limite de plasticité(WP) : est le passage d'un sol de l'état plastique à l'état solide.

Ces limites ont pour valeur la teneur en eau du sol à l'état de transition considéré, exprimé en pourcentage poids du matériau sec.

On appelle l'indice de plasticité la différence : $\mathbf{IP = WL - WP}$

On appelle l'indice de consistance le rapport : $\mathbf{IC = \frac{WL - W}{IP}}$

W : la teneur en eau des sols à l'état sec.

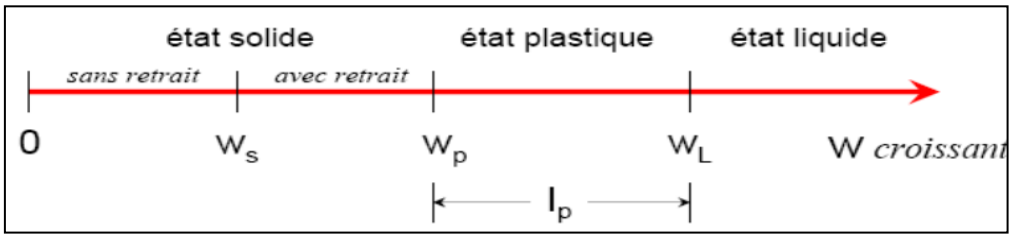


Figure II.5 : Les trois états de sol en fonction de la teneur en eau [17]

Le principe :

L'essai s'effectue en deux phases :

1. Recherche de la limite de liquidité à l'aide de l'appareil de casagrande.
2. Recherche de la limite de plasticité par formation de rouleaux de 3mm de diamètre.

Les figures suivant est présenter la manipulation des deux phases de l'essai.

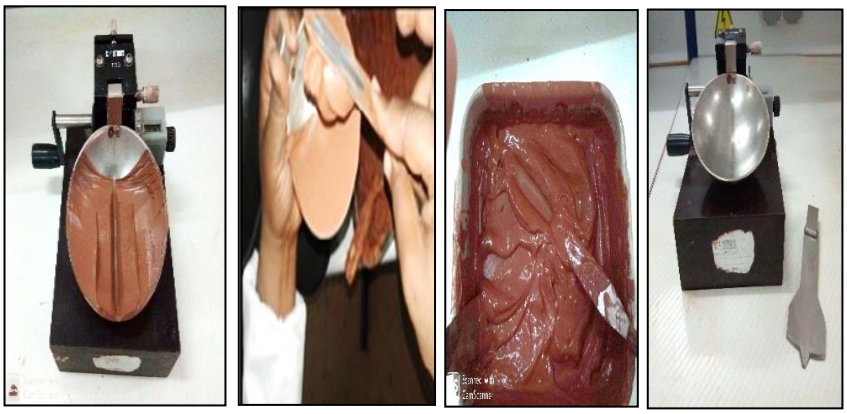


Photo.II.6: Phase de limite de liquidité.

Photo.II.7 : La méthode du rouleau

Résultats d'essai :

Le tableau suivant résume les résultats de l'essai.

Tableau II.4 : Valeurs des limites d'Atterberg et l'indice de plasticité.

Argile	Adrar	Timimoun	Reggane	Sidi yousef	Bouda
WL(%)	] 59à 73[	] 50 à 70[	] 61 à 80,6[	] 60 à 83[	] 50 à 56[
IP(%)	]45,26à 53,46[	] 22 à 39,78[	]21 à 38,52[	]23à 60,81[	]23 à 29,43[
WP(%)	]13,47à23,15 [	] 19,26 à 47,48[	]33,16à51,59[	]22,69à29,44[	]22,69à27,22[

Classification des argiles étudiées selon l'abaque de casagrande :

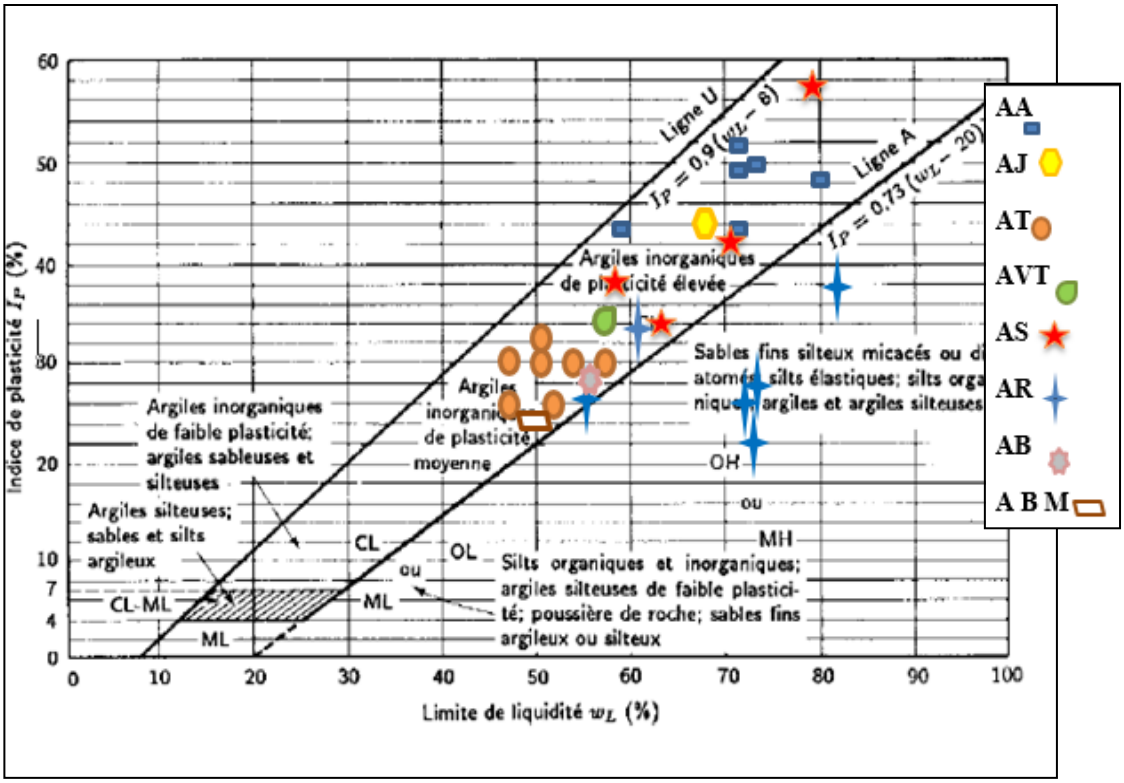


Fig.II.6 : Abaque de plasticité de Casagrande et position de différents types de sols étudiés IP=f(WL)

D'après la classification ci-dessus et les résultats obtenus les argiles étudiées sont classées comme suite :

Les argiles de la zone de Timimoun et de Bouda est inorganique de plasticité moyenne. Par contre l'argile verte de Timimoun est de plasticité très élevé.

Les argiles d'Adrar et Sidi Yousef appartiennent à des argiles inorganique de plasticité élevé.

Les argiles de la région de Reggane sont des mélanges des argiles inorganique de plasticité élevée, Argile silteuse et argiles de plasticité moyenne.

IV. Les caractéristiques chimiques :

IV.1.Essai au bleu de méthyléne (NF P 94-068) :

Définition :

Cet essai, utilisé d'une manière courante pour caractériser des argiles contenues dans les sols, ainsi que pour évaluer l'influence des fines d'origine argileuses contenues dans les sables et graves d'origines naturelle ou Artificielle.

But de l'essai :

Cet essai a pour but de mesurer la quantité de bleu de méthyléne nécessaire pour saturer un sol. Cette dernière est directement liée à la surface spécifique qui est elle-même reliée à l'activité du sol.

Photo.II.8: Appareillage et mode opératoire de l'essai VBS

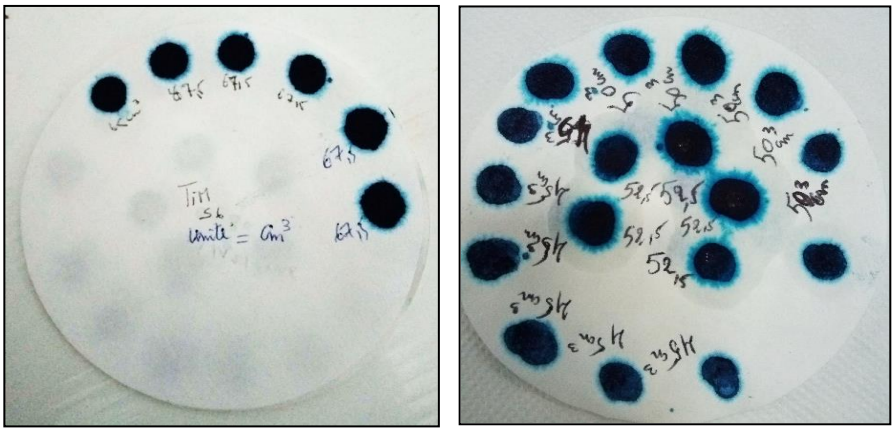


Photo.II.9 : test de la tache pour les argiles

Tableau II.5 : Valeurs de bleu des argiles étudiées

Sol	Adrar	Reggane	Timimoun	Sidi yousef	Bouda
VB	]2,55 à10[	] 5,25à 9,25[	] 5 à 7,75[	] 8,25 à 9,5[	] 3 à 5,25[
SST (m^2/g)	**] 53,37à 209,3[**	**]109,88à193,6]**	**]104,6à162,20[**	**]172,67à198,83[**	**]0,14à104,6[**

Tableau II.6 : Classification des sols selon la valeur de bleu [2]

Sols	Valeur de bleu
Sols sableux	VB < 0,2
Sols limoneux	0.2<VB< 2,5
Sols limoneux argileux	2,5<VB<6
Sols argileux	6< VB <8
Sols très argileux	VB> 8

D'après les deux tableaux sus indiqués on peut classer les sols comme suit :

Les sols de la région d'Adrar, Reggane et Sidi youssef sont des sols très argileux

Le sol de la région de timimoun et bouda est un sol argileux.

IV.2. La teneur en carbonate de calcium $CaCO_3$:

Teneur en carbonate de calcium $CaCO_3$ (NF P94-051) :

La teneur en carbonate de calcium $CaCO_3$ d'un sol est déterminée par attaque à l'acide chlorhydrique d'une certaine quantité de sol sec. La mesure de la quantité de gaz carbonique dégagé permet de calculer la masse de carbonate de calcium dissoute et donc la teneur en carbonates de calcium du sol $CaCO_3$, exprimée en pourcentage de la masse de la phase solide du sol (photo II.10).

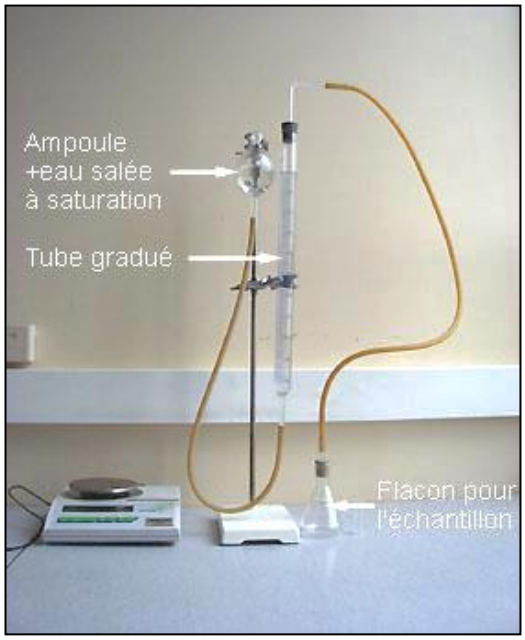


Photo.II.10 : Appareille de Calcimètre Dietrich – Fruhling. [2]

Tableau II.7: Le résultat de l'analyse chimique des sols argileux étudie.

Région	$CaCO_3$ (%) Carbonate de calcium
Adrar	3,6
Timimoun	2,7
Reggane	4,5
Jaune	3,6
Blanc	1,8
Marron	12,7

Tableau II.8 : Teneur en $CaCO_3$ de quelques sols

Pourcentage de $CaCO_3$	Dénomination
0 à 10	Argile ou limon
10 à 30	Argile Calcaire
30 à 70	Marne
70 à 90	Calcaire marneux
90 à 100	Calcaire

Classification selon caco3 :

Tous les sols étudiés sont des argiles ou limons, sauf le sol de la zone de bouda c'est une argile calcaire.

V. Les caractéristiques physiques des sables :

V.1.Essai analyse granulométrie par tamisage à sec : (NF P 94-056)

Définition :

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille).

L'Objectif de cet essai est la détermination de la quantité (masse) de grains Par diamètre jusqu'à 80µm.

But de l'essai :

L'analyse granulométrique Permet de déterminer Les proportions pondérales respectives des grains de différentes tailles dans le sol.

La courbe granulométrique est caractérisée par deux coefficients :

Le coefficient d'uniformité, noté **Cu** et Le coefficient de courbure noté **Cc**.

$$Cu = \frac{D60}{D10} \qquad Cc = \frac{D30^2}{D10 * D60}$$

Photo.II.11 : Mode opératoire et appareillage de l'analyse granulométrie

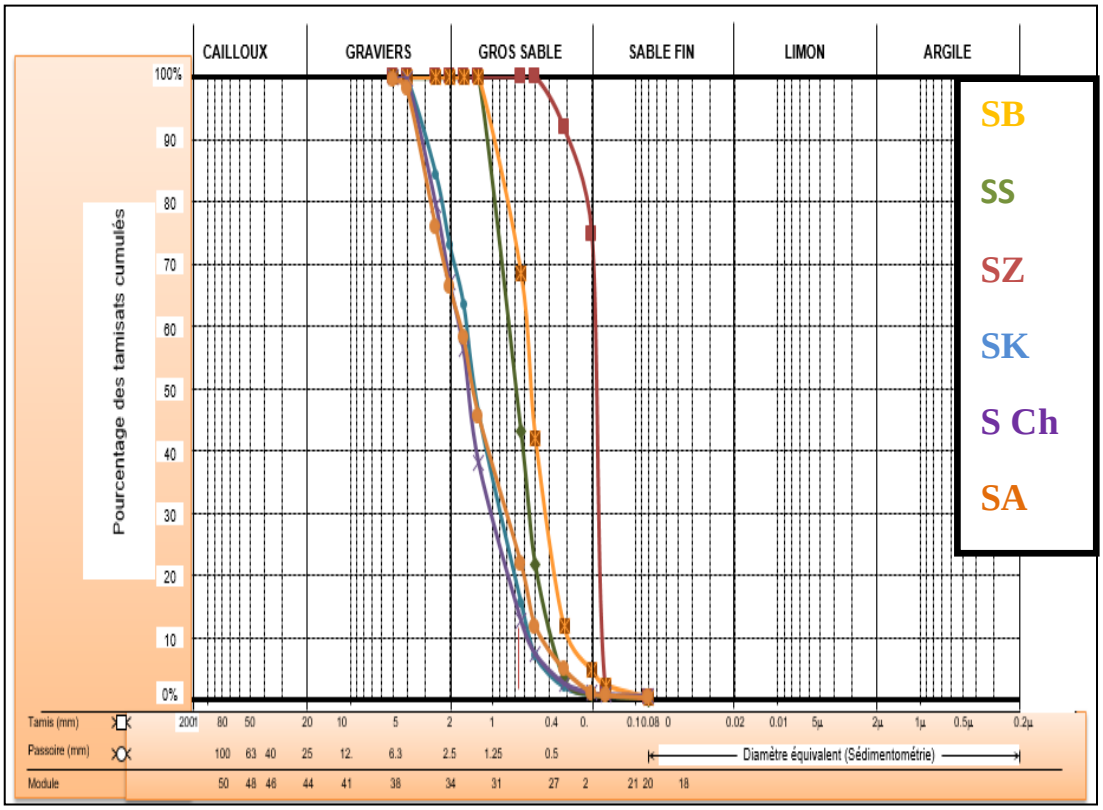


Fig.II.7: Courbes granulométriques des sables étudiés

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant

Tableau II.9 : Résultat de l'analyse granulométrie

Sol	D10	D30	D60	Cc	Cu	MF
Bouda	0.30	0.41	0,59	0,949	1,966	5,70
Sali	0,40	0,56	0,8	1,176	2	6,298
Zaouit d'Ebagh	0,17	0,18	0,2	0,952	1,176	3,315
Cherouine	0,55	1	1,8	1,010	3,272	8,37
Koussan	0,56	0,9	1,6	0,904	2,857	8,076
Aougroute	0,45	0,8	1,8	1,966	4	8,17

D'après la classification LCPC des sols grenus plus de 50% éléments >0,08m.et moins de 5% élément <0,8mm.il s'agit d'un sable.

Tableau II.10: Classe granulaire des sables étudiés.

Sols	TC% de D80µm	RC% de D2mm	RC% de D80µm
Koussan	**0,22 < 5 %**	**27,1 < 50%**	**99,78 > 50%**
Aougroute	**0,18 < 5%**	**33,86 < 50%**	**99,82 > 50%**
Cherouine	**0,57 < 5%**	**32,98 < 50%**	**99,43 > 50%**
Bouda	**0,27 < 5%**	**0 < 50%**	**99,73 > 50%**
Sali	**0,77 < 5%**	**0 < 50%**	**99,23 > 50%**
Zaouite	**0,32 < 5%**	**0 < 50%**	**99,68 > 50%**

Les sols étudiés sont des sables grenus, le sable concassé et le sable de dune $1 < Cc < 3$ et $Cu < 6$ sable propre mal graduée.

V.2. Essai équivalent de sable : (NFP 18-598):

Définition :

L'équivalent de sable est un indicateur, utilisé en géotechnique, caractérisant la propreté d'un sable ou d'un grave.

But de l'essai:

L'essai consiste à séparer les particules fines contenues dans le sol des éléments sableux plus grossiers, une procédure normalisée permet de définir un coefficient d'équivalent de sable qui quantifie la propreté du sable.

$$ES = 100 * \frac{h1}{h2}$$

Avec :

h 1 : hauteur de sable avec les fins.
h 2 : hauteur de sable visuel avec Floculant.

Principe:

L'équivalent de sable est consisté à séparer le sable des particules très fines qui remontent par floculation à la partie supérieure de l'éprouvette où l'on a effectué le lavage

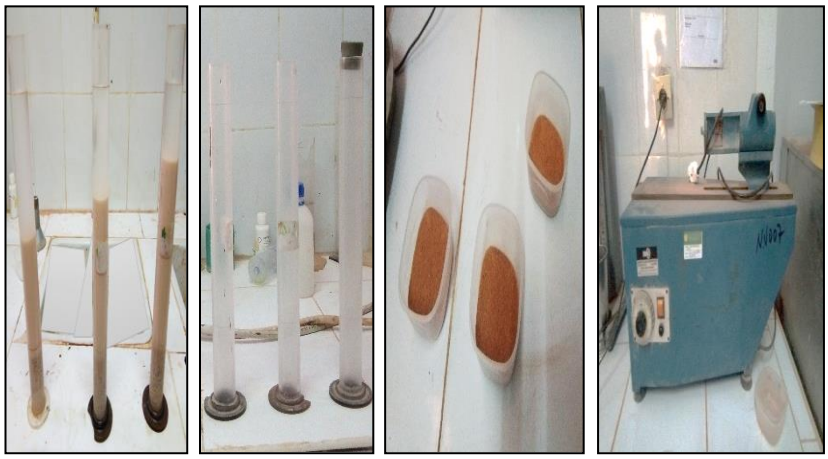


Photo.II.12 : Mode opératoire et appareillage de l'équivalent de sable

Tableau II.11: Valeurs de l'équivalent de sable.

Sols	Bouda	Sali	koussane	Aougroute	cherouine	Zouiate
ES (%)	92,77	95,44	68	65	60	90

Tableau II.12 : classification des quelque sols selon la propreté

ES	Type de sol
< 60	Sable argileux
60 ≤ ES <70	Sable légèrement argileux
70 ≤ ES < 80	Sable propre
> 80	Sable très propre

D'après cette classification, les sables de dune à une propreté très élevé sont des sables très propres.

Les sables concassé de la zone de koussane, cherouine et Aougroute sont des sables légèrement argileux.

V.3. Essai de la masse volumique apparente :

Définition :

La masse volumique apparente d'un sol ρ_{app} est le quotient de la masse (m) du sol par le volume (v) qu'il occupe, Le volume est calculé à partir des donnés géométrique.

D'un moule cylindrique .V = $1cm^3$

But de l'essai :

L'essai s'applique a la détermination de la masse volumique d'un échantillon prélevé sur site dans le sol en place ou prépare en laboratoire, la masse volumique d'un sol est donnée par la relation suivant :

$$\rho ap = \frac{ms}{v}$$

Avec :

- Ms : la masse des grains solides.
- V : le volume de moule.
- ρap : la masse volumique apparente

Photo.II.13 : Mode opératoire de l'essai de la masse volumique apparente

Les valeurs obtenues sont regroupés dans le tableau II.13 ci-après.

Tableau II.13 : Masse volumique apparente des sables étudiés.

Sol	ρapp (g/cm³)
Koussan	1,506
Cherouine	1,399
Bouda	1,524
Aougroute	1,53
Zouite EL-debagh	1,84
Sali	1,54

V.4. Essai du poids spécifique des grains solides : (NF P94-054)

Le tableau II.14 regroupe les valeurs obtenues des poids spécifiques des sables analysés.

Tableau II.14 : Le poids spécifique des sables concassés et les sables de dune.

Sols	ɣs (g/cm³)
Koussan	2,72
Bouda	2,68
Sali	2,66
Cherouine	2,72
Aougroute	2,70
Zaouite EL-d'ebagh	2,66

Selon le tableau (II-3) ci-dessus, nous avons classé les sables étudiés :

- Le sable concassé de Koussane, Cherouine et Aougroute appartiennent des minéraux de **calcite.**
- Les sables de dune de Bouda, Sali et zaouite El'eddebagh appartiennent des minéraux de **Quartz.**

V.5. Essai au bleu de méthylène (NF P 94-068) :

La photo suivante représente le résultat de l'essai à la tache pour les sables étudiés.

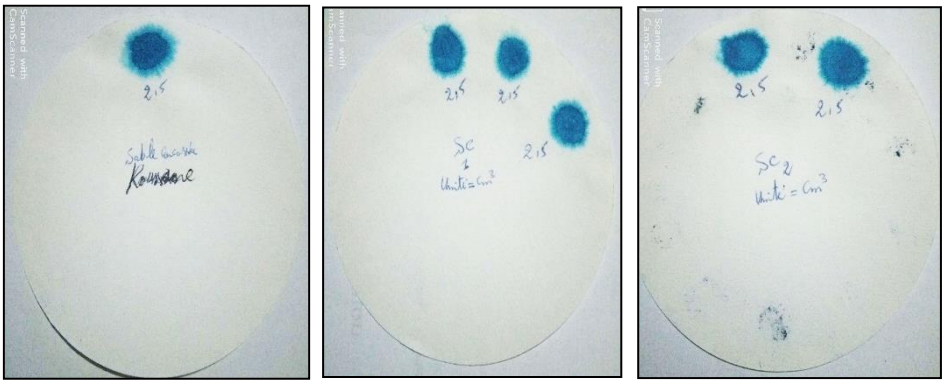


Figure. II.14 : Essai à la tache pour les sables concassés.

Tableau II.15 : Résultats de valeur de bleu pour les sables concassés

Sol	VB	SST (m^2/g)
Koussan	**0,25**	**5,23**
Aougroute	**0,25**	**5 ,23**
Cherouine	**0,25**	**5,23**

D'après le tableau ci-dessus les sables concassés sont classés comme des sols sableux. Car **VB = 0,25.**

IV. Conclusion :

D'après cet étude expérimentale, nous avons tirés les constations suivants :

- Les essais effectués sur les argiles montrent que ces sols sont constitués par d'éléments illite et kaolinite.
- La plasticité des sols étudiés est très élevée de la région d'Adrar. Par ailleurs l'argile de Timimoun, bouda, et Reggane est de plasticité moyenne.
- La valeur de bleu de méthylène mesurée montre que nos sols sont de nature argileuse et limoneuse.
- Les essais effectués sur les sables montrent que ces sables sont des sables propre mal gradués, de propreté élevée pour les sables de dunes mais les sables concassées sont des sables légèrement argileux.

Chapitre III

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous intéressons à l'analyse spatiale de chaque carrière, puis on faire un traitement des données géotechniques.

Cependant, nous avons utilisé deux types de logiciels SIG sont **Arc Map** et **Mapinfo**, pour faciliter la présentation et l'interprétation des résultats.

II. Définition de Arc GIS Desktop :

ArcGIS V10.2.2 est un logiciel de la firme ESRI, leader mondial des SIG. ESRI a été fondée en 1960 et était spécialisée dans le domaine de l'occupation du sol. Dans ce cadre, les premiers projets d'ESRI se concentrèrent sur les principes d'organisation et d'analyse de l'information géographique [16.].

ArcGIS est disponible à trois niveaux fonctionnels pour répondre aux besoins de nombreux types d'utilisateurs :

- **ArcView :** Outil SIG complet dédié à l'usage des données, la cartographie et l'analyse.
- **Arc Editor :** Permettant la création et la mise à jour avancées de données géographique.
- **Arc Info :** Outil SIG bureautique professionnel et complet, qui propose des fonctions SIG complètes et de nombreux outils de géotraitement.

III. Présentation de l'ArcMap :

Est une application complète de création de cartes dans ArcGIS Desktop. C'est l'application charnière pour toutes les taches associées aux cartes soit, leur dessin, les analyses spatiales et les mises à jour.

Elle propose deux types de vues cartographiques : un mode de données géographiques et un mode Mise en page.

III.1. Mode de données géographique :

Les utilisateurs travaillent avec des couches géographiques pour symboliser, analyser et compiler les jeux des données SIG.

III.2. Mode mise en page :

Les utilisateurs travaillent sur des pages cartographiques contenant des vues de données géographiques ainsi que, d'autres éléments cartographiques.

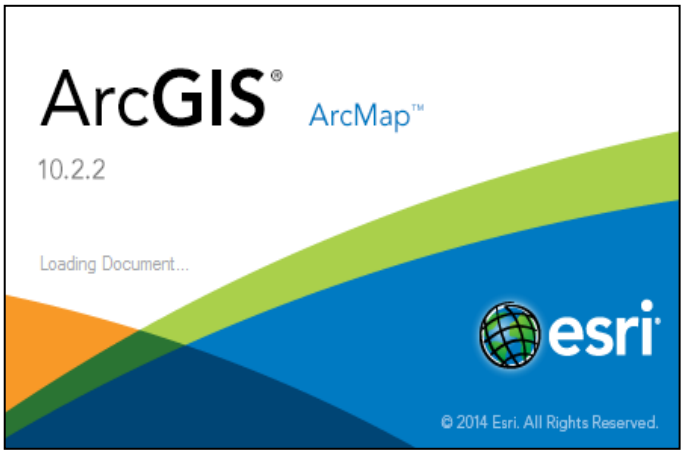


Figure III.1 : Présentation du logiciel ArcMap.

A l'ouverture du logiciel apparaît un écran (figure III.2) qui permet de recharger la dernière session ouverte sur ArcMap.

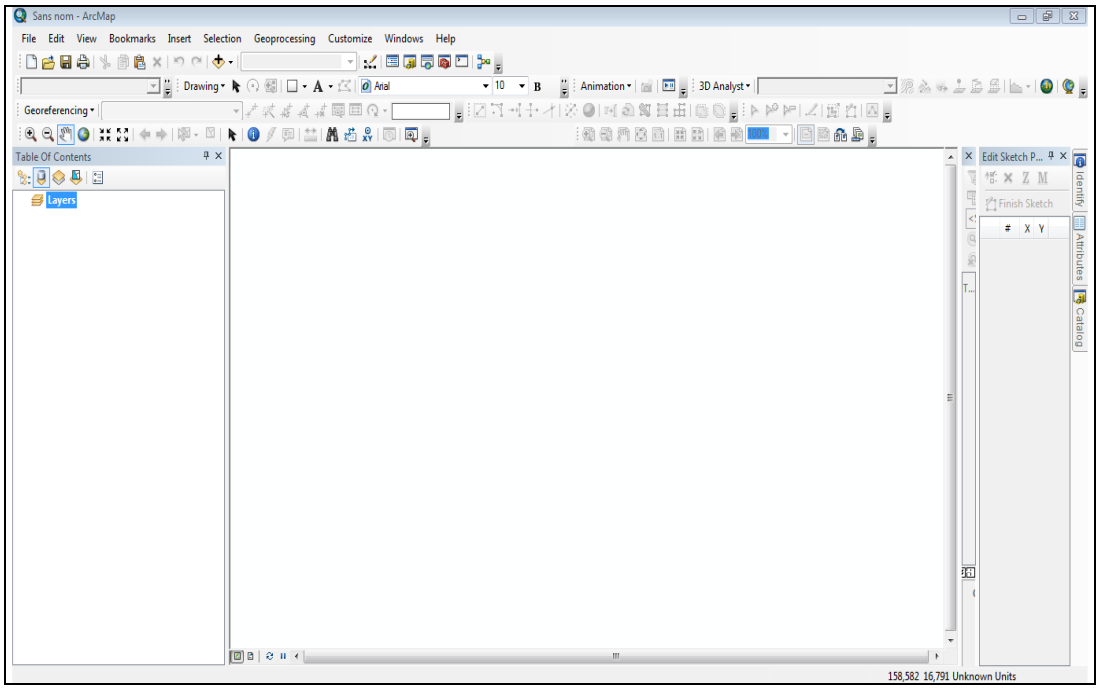


Figure.III.2: Menu de démarrage de l'ArcMap

Les différentes barres d'outils du logiciel ArcMap est représenté dans la figure suivante :

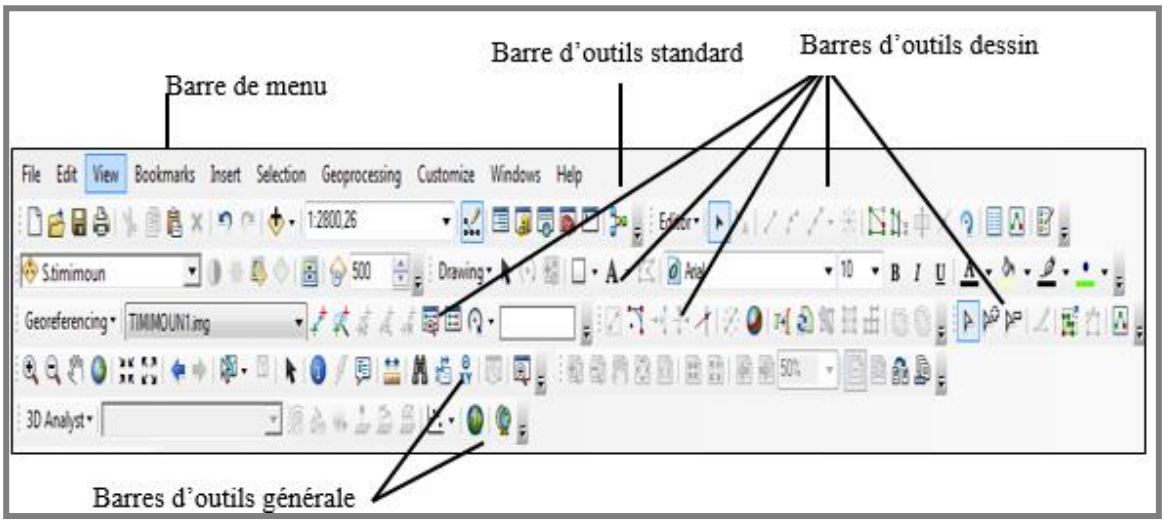


Figure.III.3 : Les différentes barres d'outils

Les différentes couches sont présentées comme l'illustre la figure suivante.

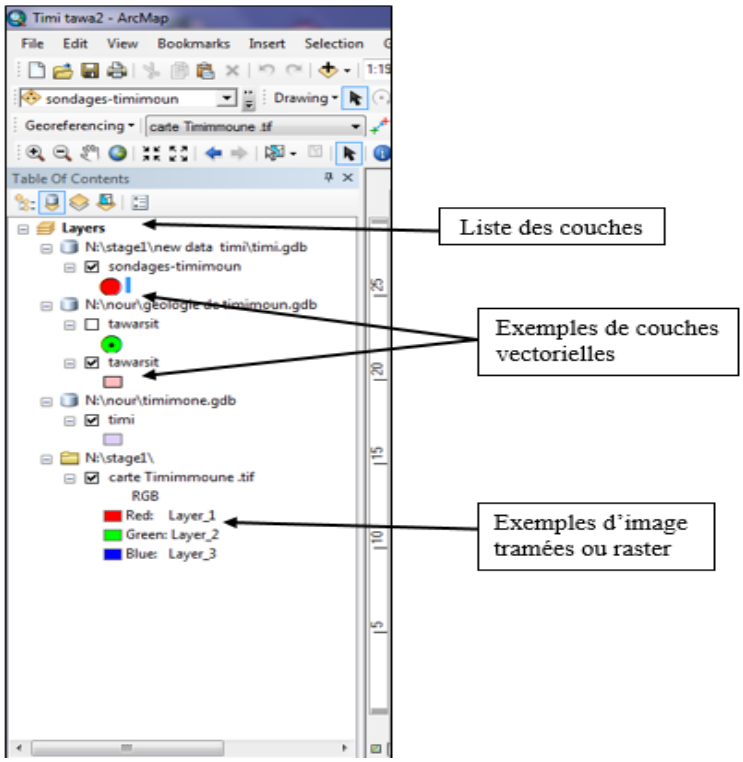


Figure III. 4 : Affichage des types des données

IV. La restitution des données :

La restitution est l'opération de présentation des résultats de l'extraction ou de l'analyse des données sous une forme conviviale et compréhensible par un utilisateur ou par un autre système informatique. Donc un produit SIG est capable de nous fournir :

- Des images (des visualisations en 2D et 3D).

- Des cartes.

--Des tableaux.

- Des graphiques, des figures, des histogrammes.

IV.1.Insertion de la carte :

C'est la première étape, Pour effectuer cette opération, on suit les étapes suivantes :

1. Ouvrez Arc Map.

2. Cliquez sur la balise d'ajout de données dans la barre d'outils.

3. Ou via le menu Fichier puis Ajouter des données

- Vous trouverez une fenêtre vous demandant de choisir où sauvegarder ou stocker la carte "Sélectionnez et choisissez l'emplacement de la carte" puis cliquez sur Ajouter une carte sur laquelle nous allons travailler

4. Un message apparaît vous demandant d'accepter de télécharger la carte.

5. La carte apparaîtra immédiatement sur la Deuxième étape: déposer la carte à son emplacement correct sur les coordonnées globales du système UTM. Programme, comme indiqué sur l'image.

La carte a été apparait dans l'interface, comme l'illustre la figure suivante :

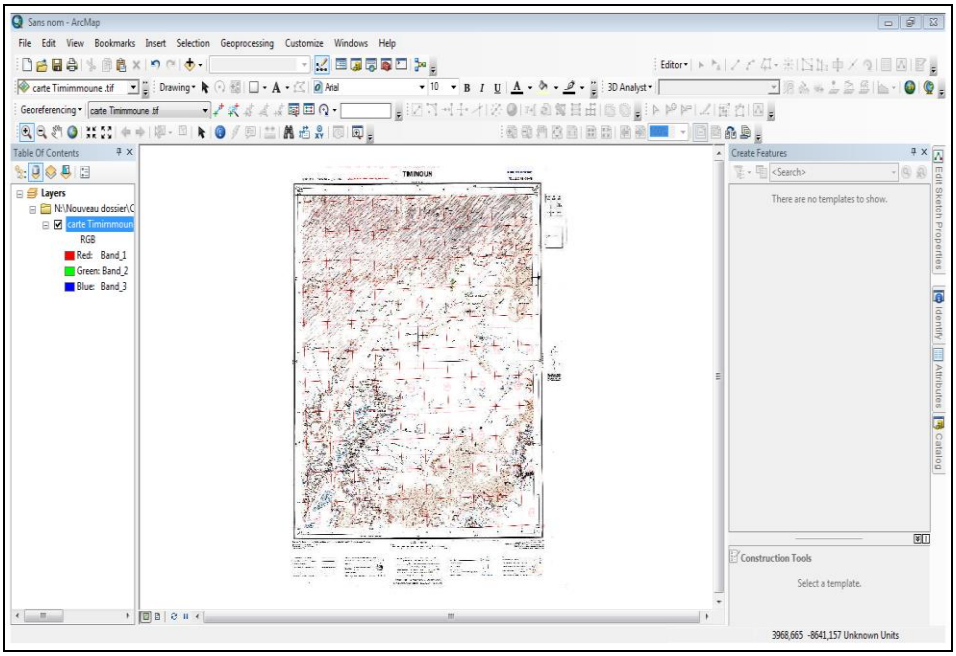


Figure. III. 5 : Affichage de la carte topographie

IV.2. Géodatabase (base des données géographiques):

IV.2.1. Création de fichier :

En validant l'option Build Pyramids (création des couches), l'ArcCatalog a créé deux autres fichiers associés à l'image (carte Timimmoun .tif) Sous l'ArcCatalog créé sous répertoire et sauvegarder des données.

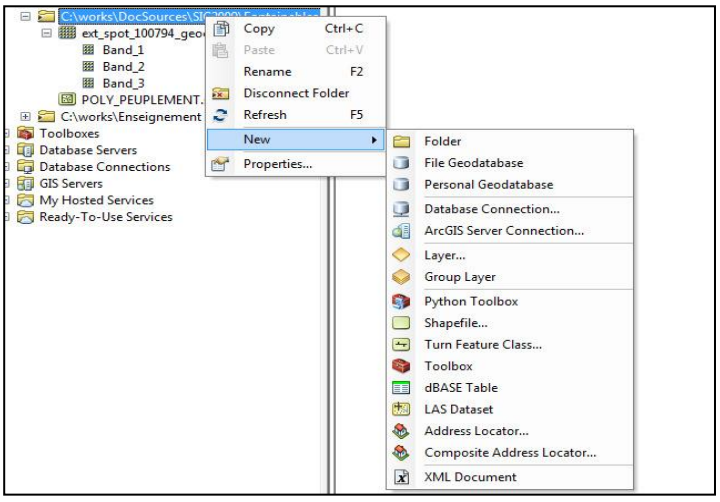


Figure. III.6 : Création un sous répertoire

IV.2.2. Créer des données vectorielles:

Ouvrir ArcCatalog. Sélectionner ou créer un dossier dans lequel vous ajoutez des couches. Faire un clic droit sur le dossier, descendre jusqu'à « New ».

La fenêtre « Create New Shapefile » apparaît, donnez un nom à votre couche dans la case « Name ». Plusieurs choix s'offrent comme type de couche (point, polyligne, polygone, etc.): déterminez ce qui convient le mieux pour représenter votre information (exemple : point de sondage).

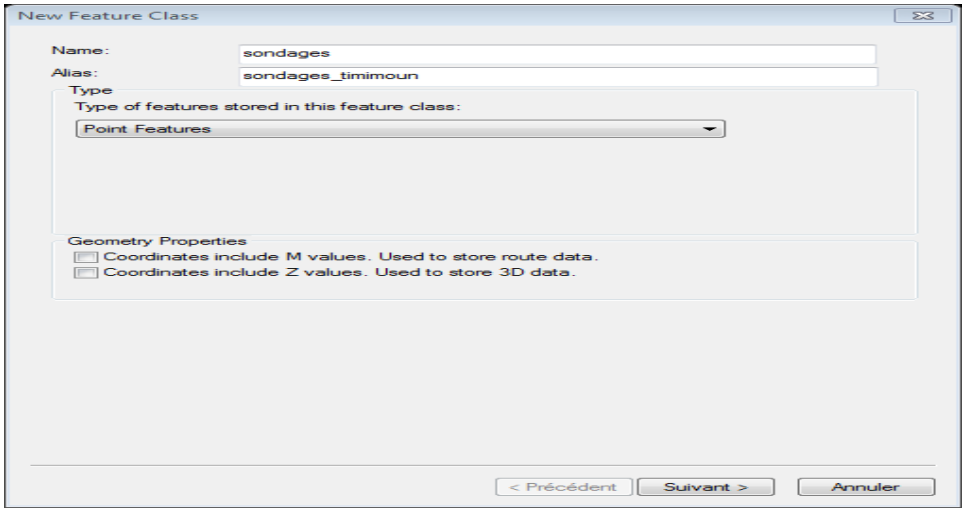


Figure.III.7: Créations des données vectorielles

3) choix de système de coordonnée :

Une nouvelle fenêtre s'ouvre, sélectionner l'une des données vectorielles projetées qui a servi à géoréférencer de la photo. Cliquer sur « Add ». La projection apparaît maintenant dans l'onglet « Coordinate System ».

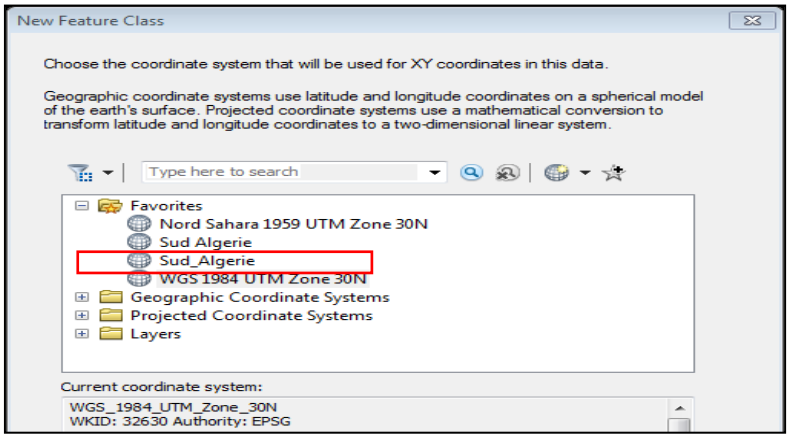


Figure. III.8 : Choix le système de coordonnées

Lorsque on appuyer sur ok, un tableau apparait est présenté dans la figure suivante.

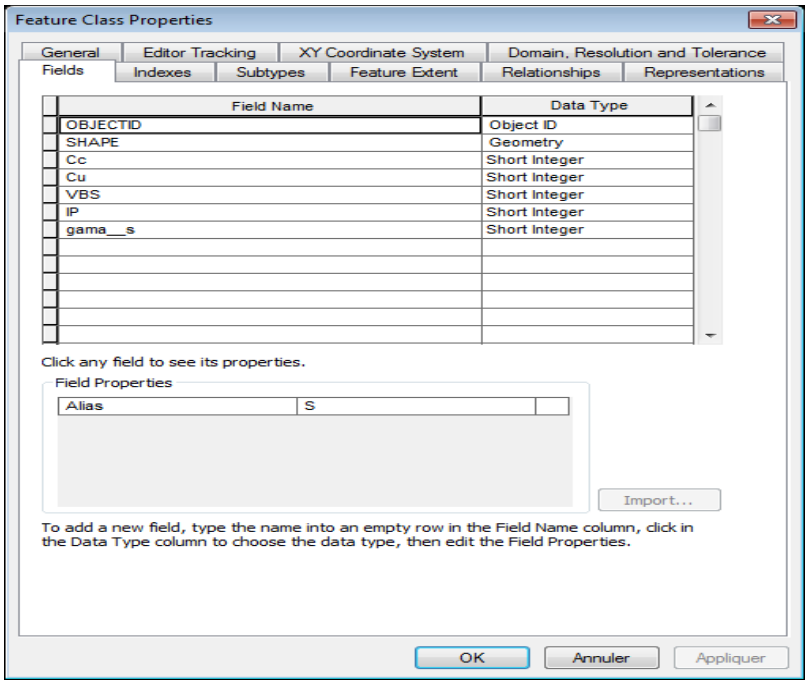


Figure. III. 9 : Création des paramètres et leurs types

Il est possible de sélectionner ou d'importer votre système de coordonnées ou votre projection en cliquant sur le bouton « Edit ». Créer votre couche en appuyant sur OK. Par défaut, ArcCatalog crée 3 champs (FID, Shape, Id), mais vous pouvez en ajouter. Double-cliquer sur le titre de votre couche dans la table des matières pour accéder aux propriétés.

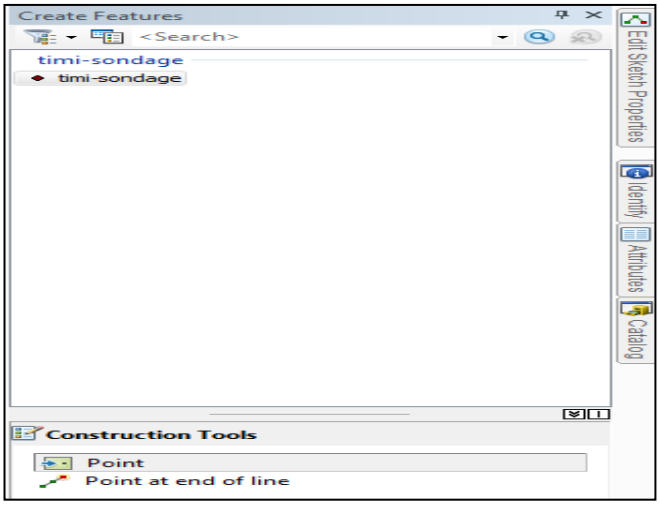


Figure.III.10 : Méthode d'activation de mode raster

IV.2.4. Présentation de la zone d'étude (le détail est en Annexe) :

1) Région d'Adrar :

La distribution granulaire, le pourcentage de limite de liquidité et l'indice de plasticité.

Comme l'illustre les figures suivantes :

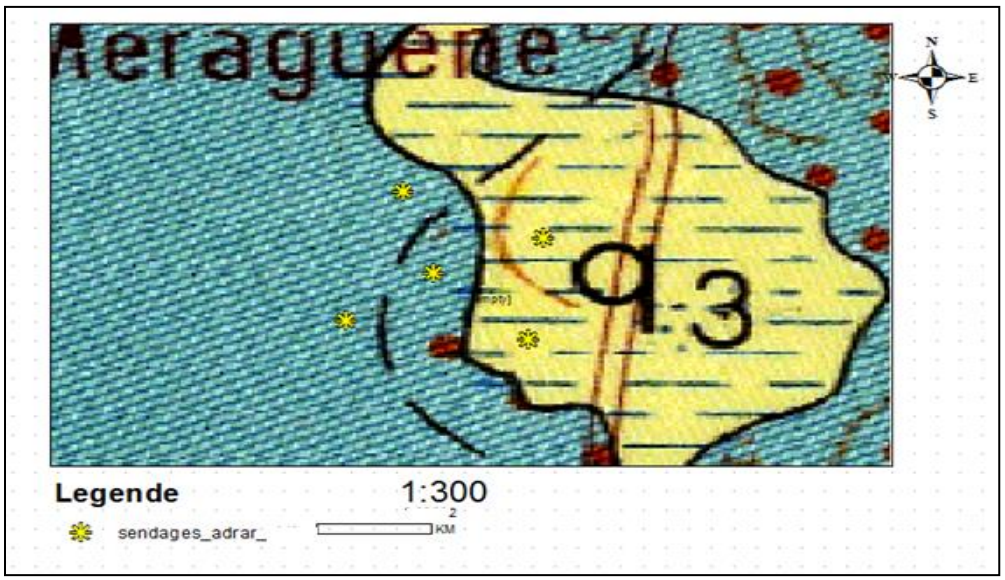


Figure. III. 11: Localisation spatiale des sites.

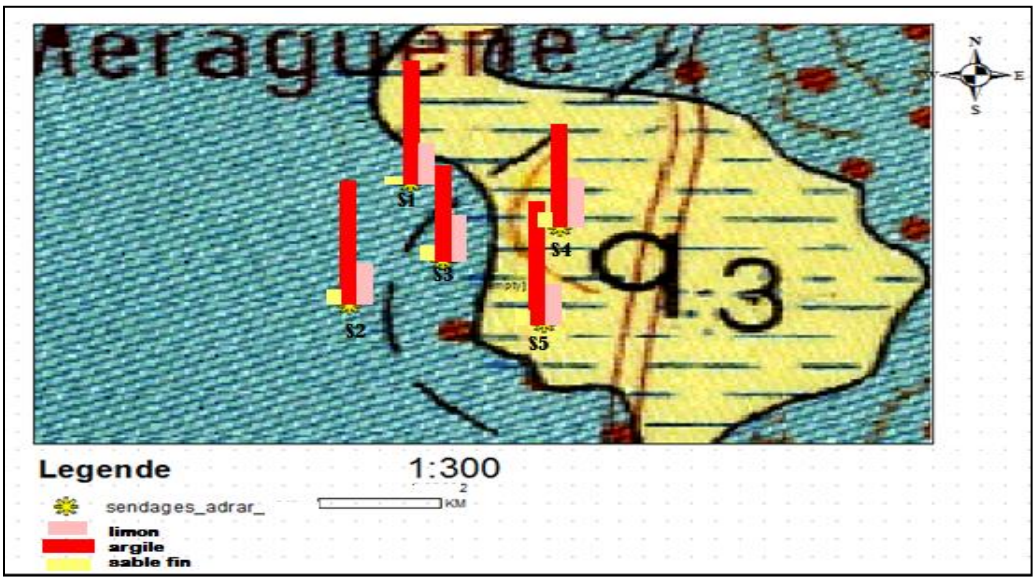


Figure.III.12 : Distribution granulaire de la région d'Adrar.

Les résultats traités sont présentés sous forme de carte complète des données géotechniques, comme indiqué dans la figure suivant :

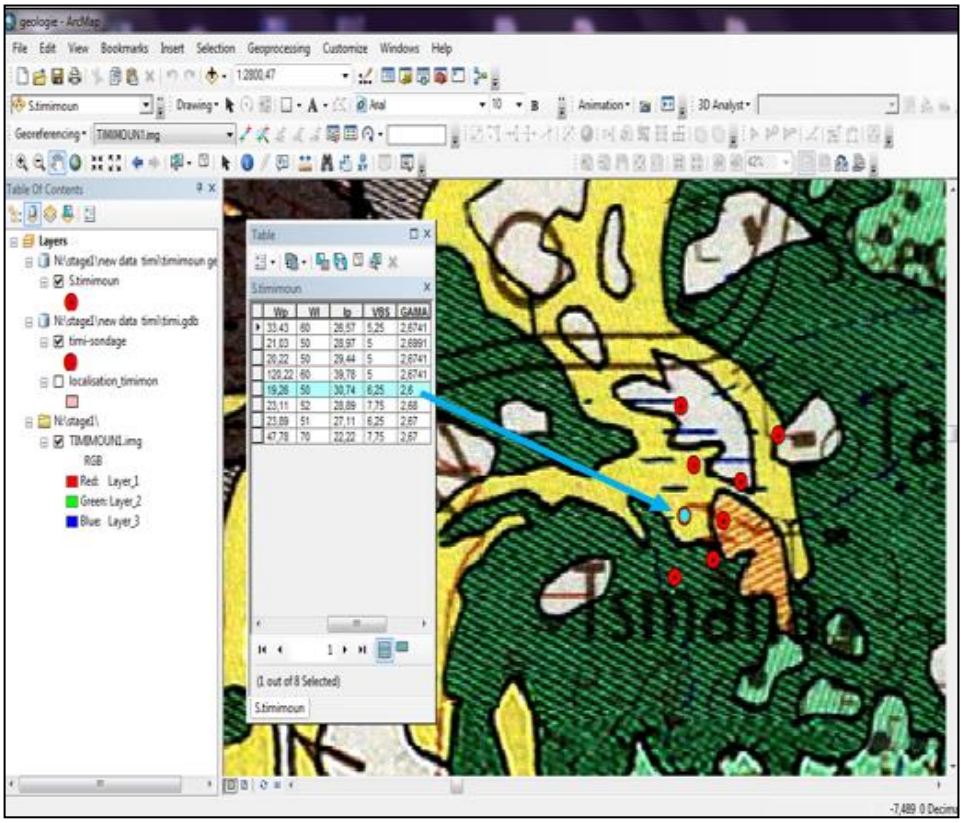


Figure .III. 13: Distribution des carrières et leurs paramètres géotechniques

V. Présentation de logiciel MapInfo :

MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine bureautique créé dans les années 1980 aux États-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique.

Est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones et image raster.

Ce logiciel permet de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées. Il est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision.
- Mettre en évidence des tendances de vos données qui autrement ne sont pas perceptibles.
- Réaliser des analyses spatiales dans un environnement bureautique.

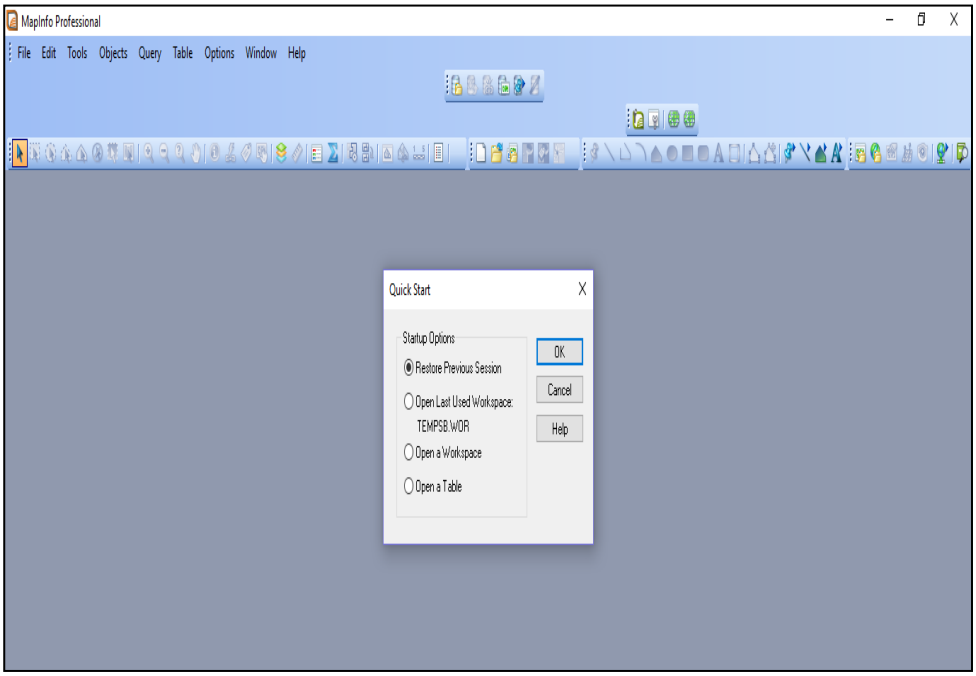


Figure III.14: Menu de démarrage de l'interface de MAP Info

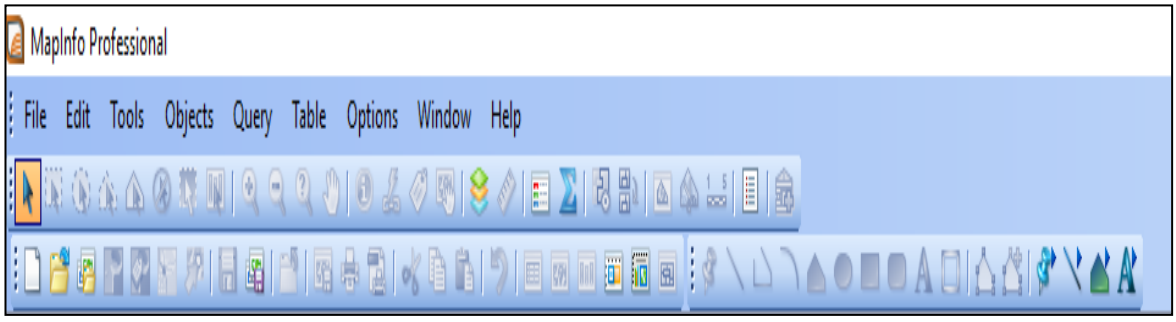


Figure. III.15 : Les barres d'outils et barre de menu

Pour effectuer opération de calage d'une carte, on suit les étapes suivantes :

V.1.Géo référencement :

1. Avec la commande « Fichier (file) / Ouvrir Table (Open) », on peut ouvrir des images raster caractérisées.

Lorsqu' on ouvre le fichier en MAP Info, on choisir le type de fichier mode raster image et on Choisir l'image (reggane_F_NG_31_XIII), comme suit dans les deux figures suivant :

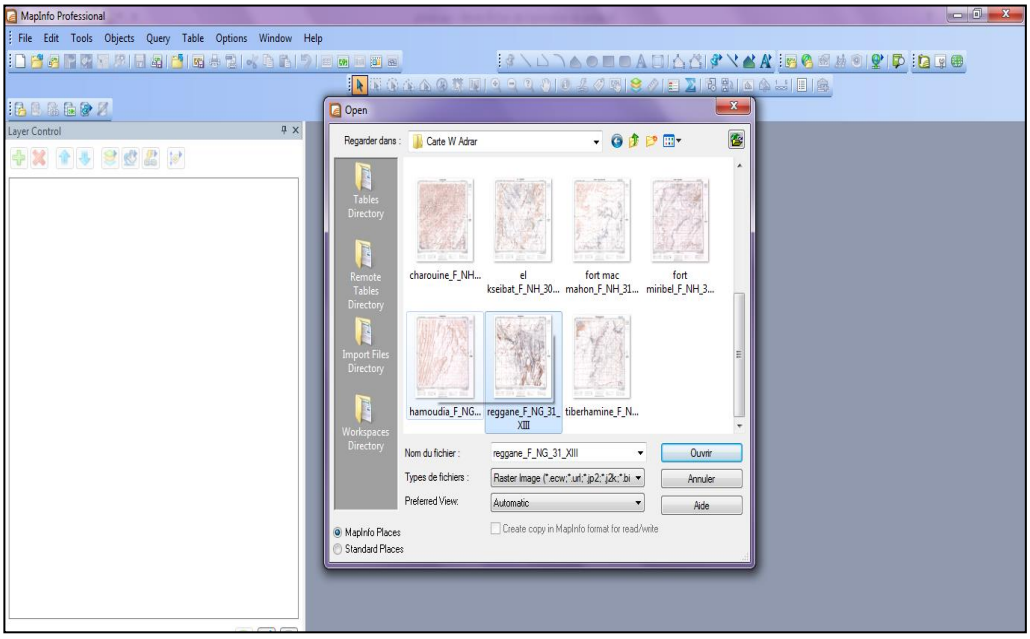


Figure.III.16: 1er étape : Insertion de la carte sous forme image.

2. Après, il apparaitre la boite de dialogue suivant on appuyer sur **Registrer**

Figure .III.17 : Inscription les coordonnées

3. La boite de dialogue Image Registration demande les coordonnées de la carte et le type de projection, on donne pour les quatre points respectivement les coordonnées, comme l'illustre la figure suivante :

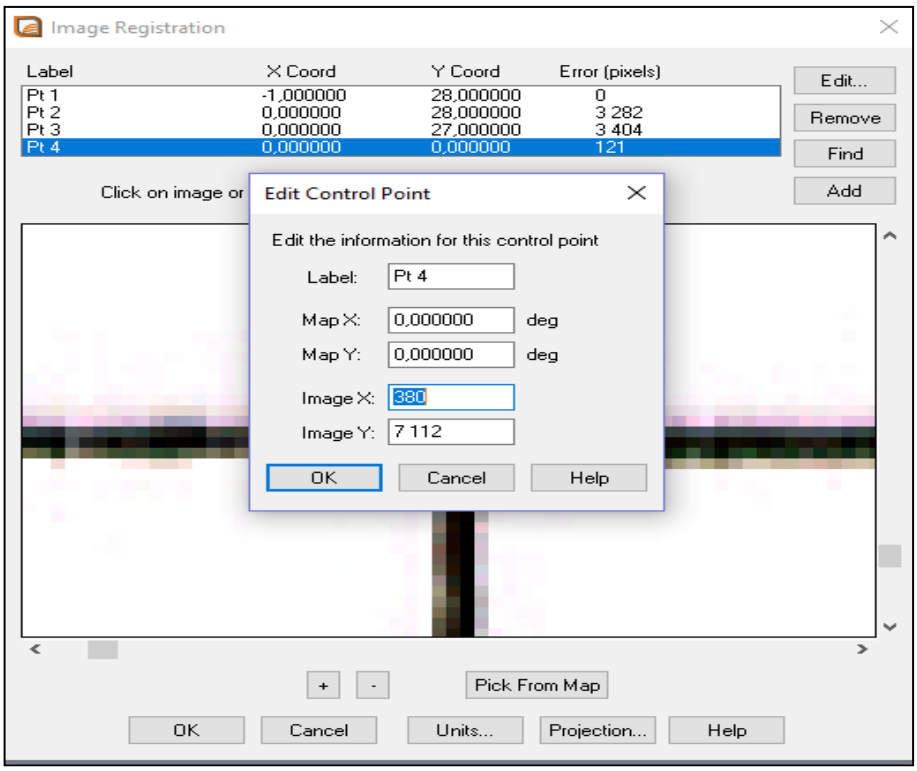


Figure .III.18: Création des points en coordonnées (x.y)

4. Finalement les quatre point crée on cliquer sur l'application projection et choisir le type de projection.

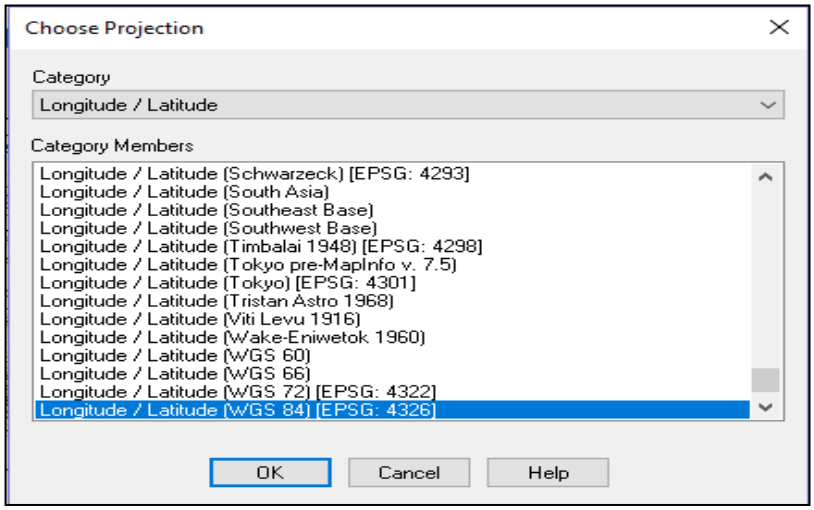


Figure.III.19 : Choix le type de projection

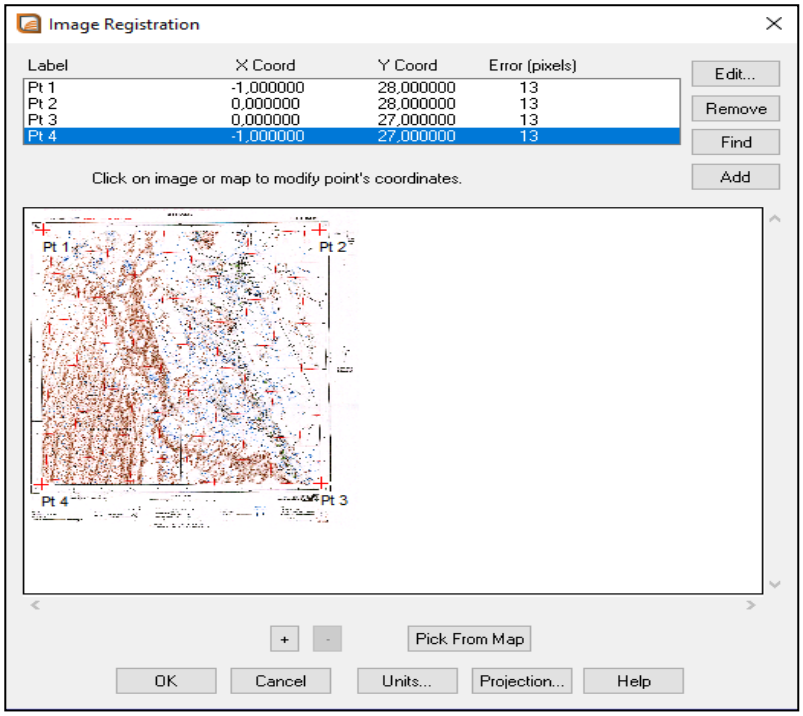


Figure.III.20 : Affichage de l'image calée sous SIG

V.2. Digitalisation :

1. On va **Mapp** : fichier des objets cartographiques, contenant l'information géométrique. Choisir Layer control
2. On créé les points et sauvegarder et fermé le fichier, on cliquer sur file et cliquer New Table et choisir Open New Mapper et Create New renommer point et sauvegarder.
3. Après on va file cliquer sur close Table on choisir points et Close dans la boite de dialogue Close Table.

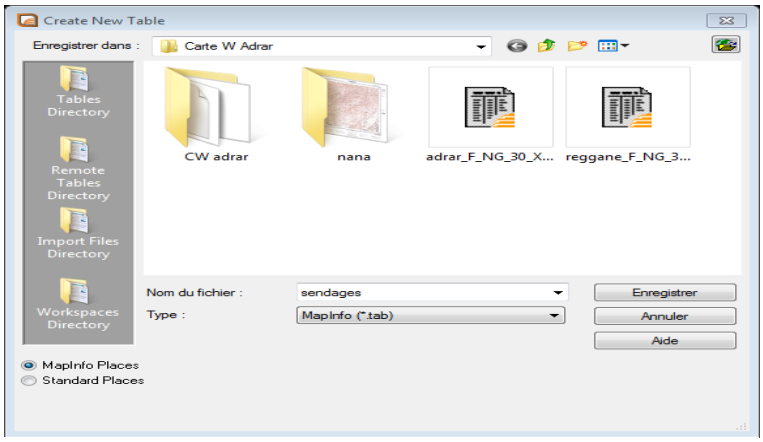


Figure. III.21: création de fichier de la carte

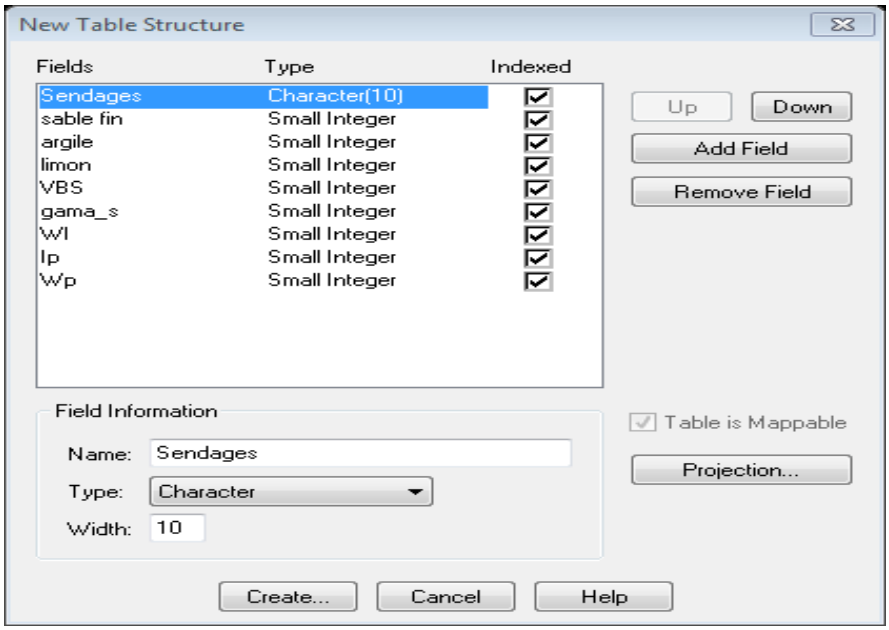


Figure. III.22 : Création des données

4. On active Cosemetic layer pour activer les outils de dessin, on clique sur symbole mettre une marque sur chaque zone, Exemple : ADRAR sélectionner la marque deux fois et donner les coordonnées X et Y

5. Puis à l'aide les outils dessin on designer la route national avec ligne et le polygone.

Lorsque on termine on a Save Cosmetic Object pour enregistrer le travail et renommer

V.3. Mise en page :

En préciser la carte dans une page format A4 avec l'échelle et la direction

1. On cliquer Window, choisir New layout window puis none et ok.
2. Cliquer sur File et choisir page set up.
3. Cliquer sur window et cliquer sur mise en page.
4. Mapscale pour changer l'échelle.

Conclusion :

Ce chapitre a permis de regrouper et présenter les paramètres d'identification géotechniques des différentes carrières (Argiles et Sables), ce qui nous permet d'analyser et de comparer les résultats, avec la localisation spatiale des carrières sur une carte est appelée carte géotechnique.

Grace à notre application de ces deux types de programmes pour que le premier complète le second, C'est ce qui a permis d'atteindre notre objectif.

Conclusion générale

Conclusion générale et perspectives

Le traitement des données et la localisation spatiale par le **S.I.G** sont les objectifs principaux de notre étude dans la valorisation des carrières, pour permettre l'utilisation globale des matériaux locaux dans notre domaine en particulier.

Pourtant, aujourd'hui la pratique de l'application du SIG est méconnue pour la majorité des géotechniciennes en Algérie, Car c'est une nouvelle méthode d'élaboration de cartes géotechniques par modélisation.

Le nombre des carrières dans la wilaya d'Adrar est en augmentation, mais ces carrières restant toujours mal valorisées vis-à-vis des caractéristiques des matériaux.

En effet la majorité de ces carrières sont exploitées d'une façon aléatoire en l'absence d'étude géotechnique.

Donc cette étude a permis d'identifier les caractéristiques géotechniques primaires de l'argile et le sable de la région d'Adrar, Regagne et Timimoun.

Finalement, nous avons effectué un traitement spatial des paramètres géotechniques des trois régions.

Références et bibliographie

Références et bibliographie

[1]. Fethi, M. (2016). « Apport de la géologie dans l'exploitation des gisements de granulats (cas d'une carrière de la région d'Adrar).Mémoire de master .Tlemcen, P8 et 2.

[2].Y.Ghandjori et H.Ghaitaoui, Mémoire de master « valorisation des matériaux de la région d'Adrar en technique des BTC stabiliseés ». Adrar(2017), P12.

[3].F.Hernot, thèse de doctorat, « l'argile son utilisation à l'officine ».la françe(2016), P 41, 43,45

[4]. Mekki, thèse de doctorat « comportement d'une argile expansive frottement surconsolidée », M'sila (2018), P6, 7,8.

[5].B.Mekerta, « cours de mécanique des sols avancées ».-M1-géotechnique.

[6].http:// www.futura-sciences.com.

[7].S.Kherfine, Mémoire de magister, « caractérisation physico-chimique des géomatériaux », Coustantine (2012).P 23.

[8].H.Belkhiri et A. Derragui, Mémoire de master, « contribution à l'étude des comportements mécaniques de mortier à base de sable de dune et fines silicieuses ».Djelfa (2016).P2 et4.

[9].C.Bouklihacene et A.Rabat, Polycopié intitulé, « Système d'information géographique cours et travaux pratiques ».Telmcen.P2 et4.

[10].Y.Boutadara, Mémoire de magister, « Etude hydrogéologique des systèmes de captage traditionnels dans les oasis sahariennes cas des foggaras de la région du touat (Adrar). », Oran(2009).P27.

[11].C.Arlon, cours « Travaux pratiques sur les systèmes d'information gégraphique », Belgique(2016).P10

[12]. Benbaqqal et al. « Approche de SIG pour la valorisation des carrières de matériaux de construction cas d'étude : Ex-Région septentrionale de Meknés-Tafilalet, Maroc »(2016).

[13]. Jing.L, Mémoire de master, « L'application du système d'information géographique dans l'urbanisme ».Chine(2011).P

[14].M.Ghazal, thèse de doctorat, « Contribution à la gestion des données géographiques : Modélisation et interrogation par croquis », Toulouse(2010).P17.

[15]. E.Habert, cours « qu'est-ce qu'un système d'information géographique ? », laboratoire de cartographie appliquée. (2000).

[16].B.laurencin, Cours« Les systèmes d'information géographique Arc View 9.1 et 3D Analyst. », Parais(2008).P9

[17].M. Abbou, cours « les essais géotechnique », Adrar(2017).

Sitographie :

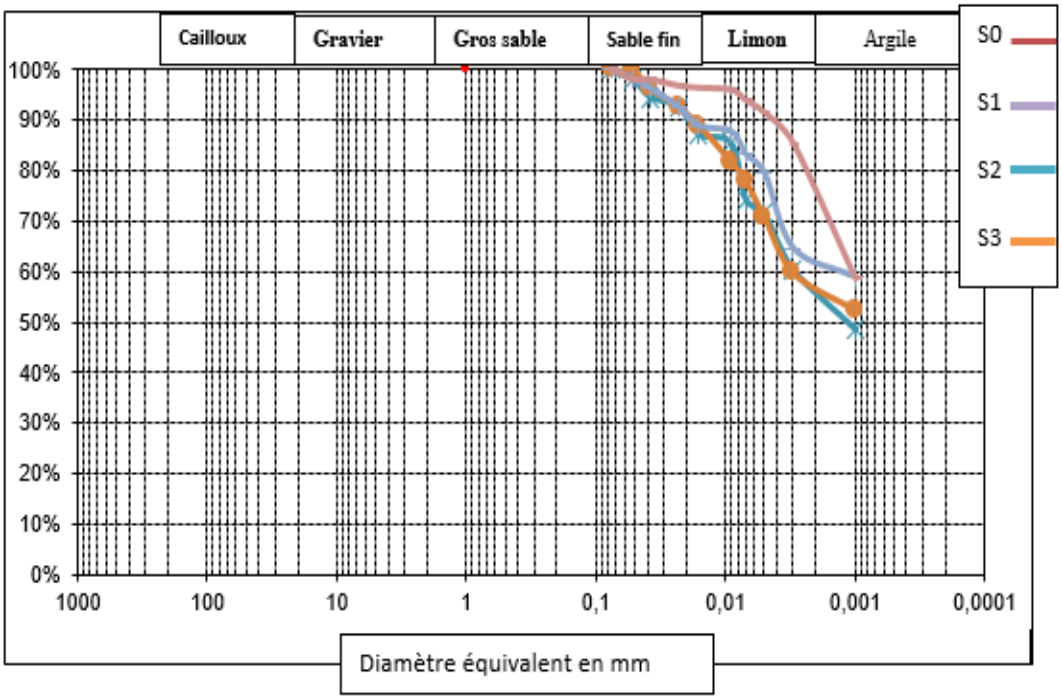
https:// www.mémoire online.com

https:// www.uniprot.org

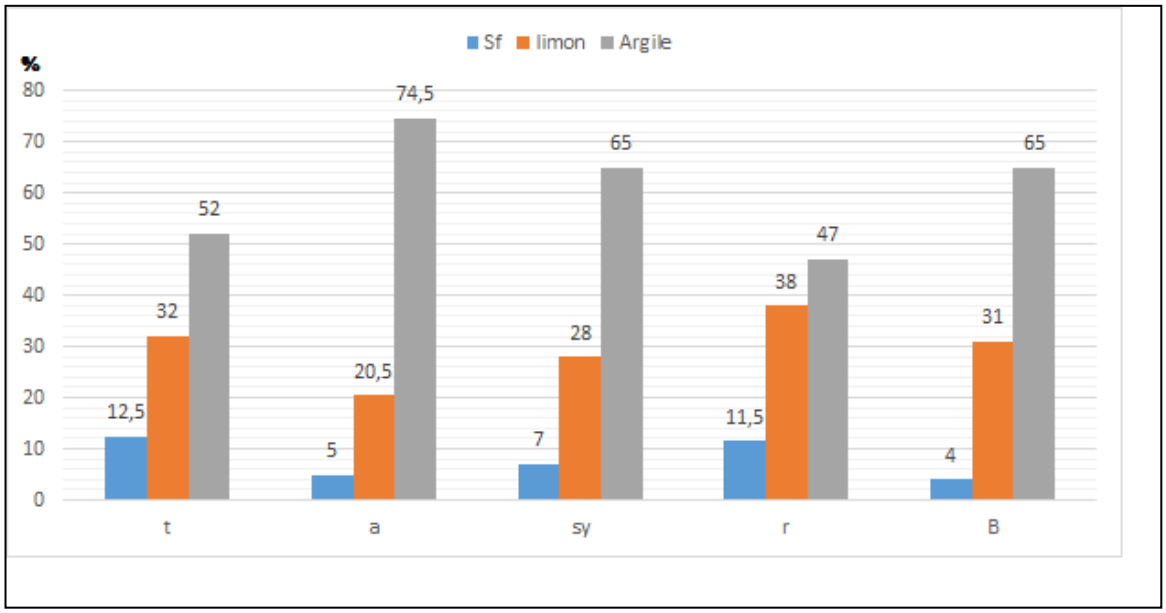
https:// WWW.Fieid piece.com

Annexes

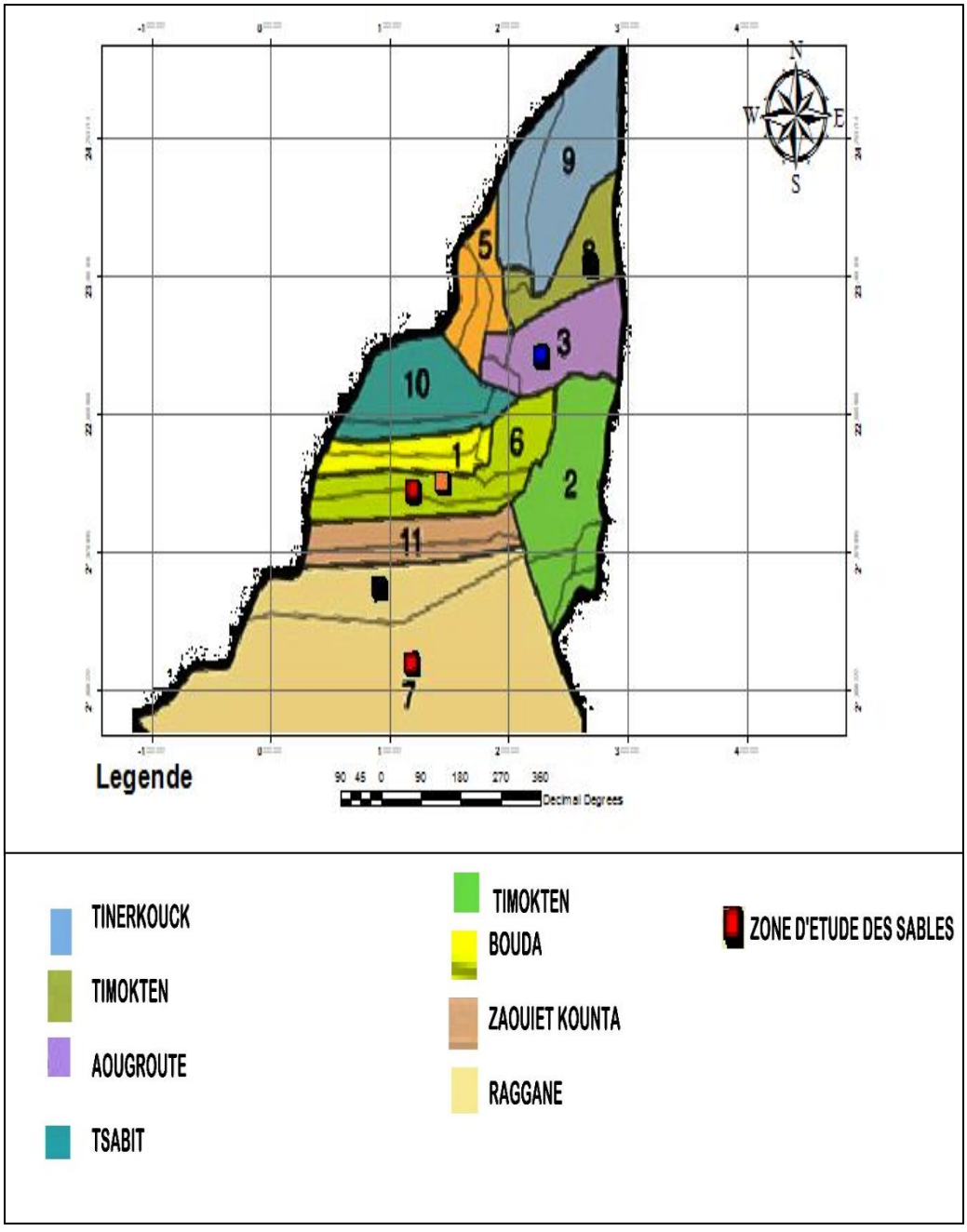
Annexes



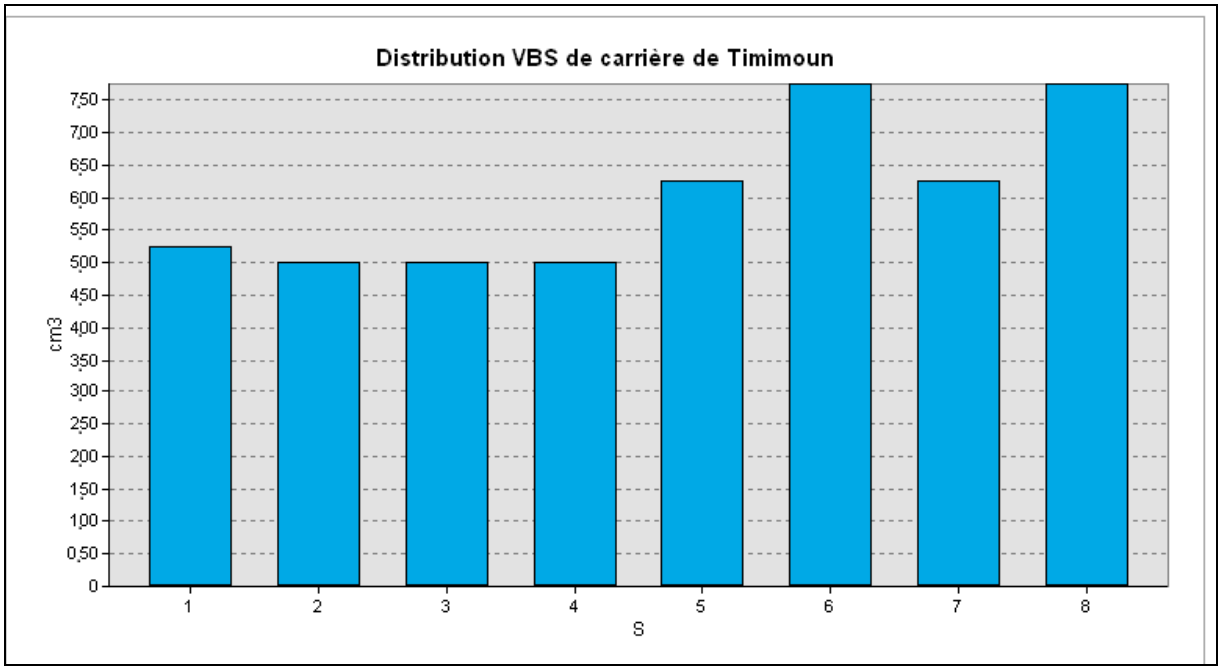
ANNEXE 1 : courbes d'analyse granulométrie par sédiments de la région de Sidi Yousef



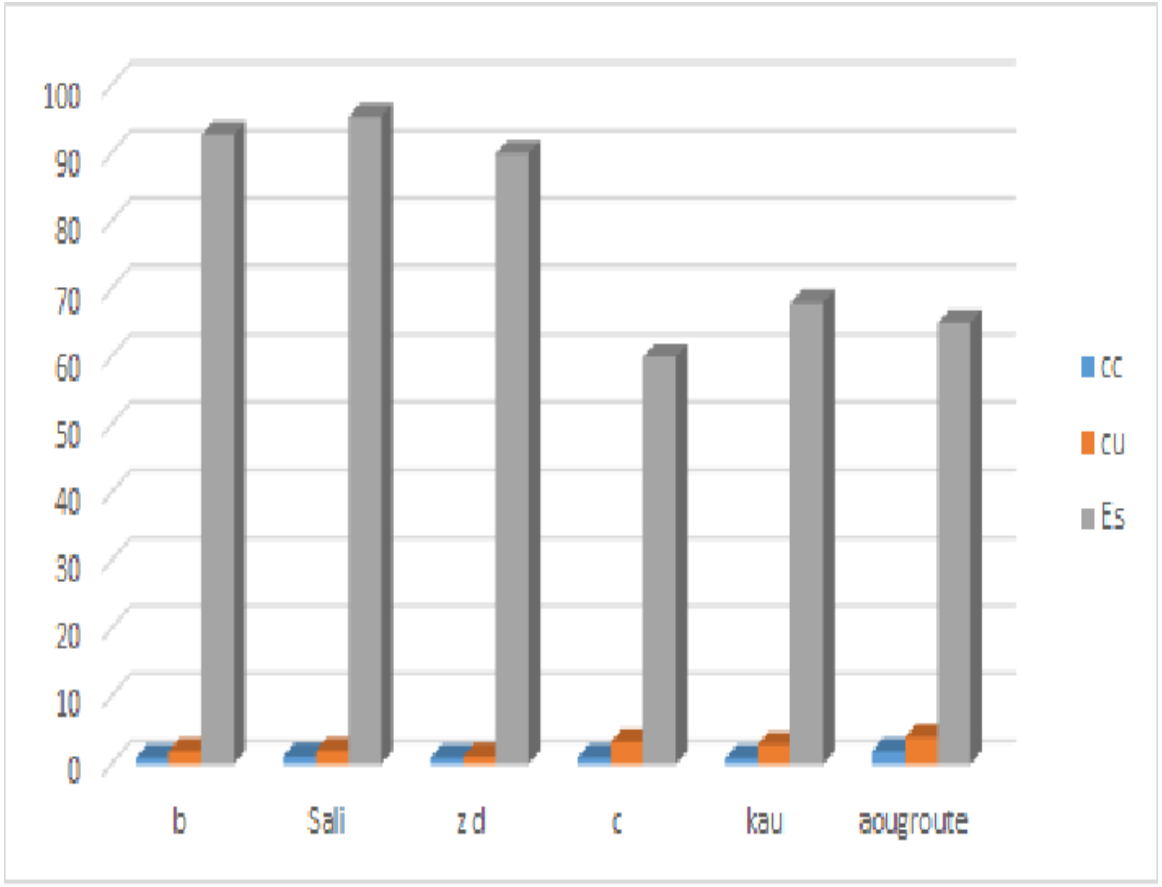
ANNEXE 2 : Distribution granulaire des argiles étudiées



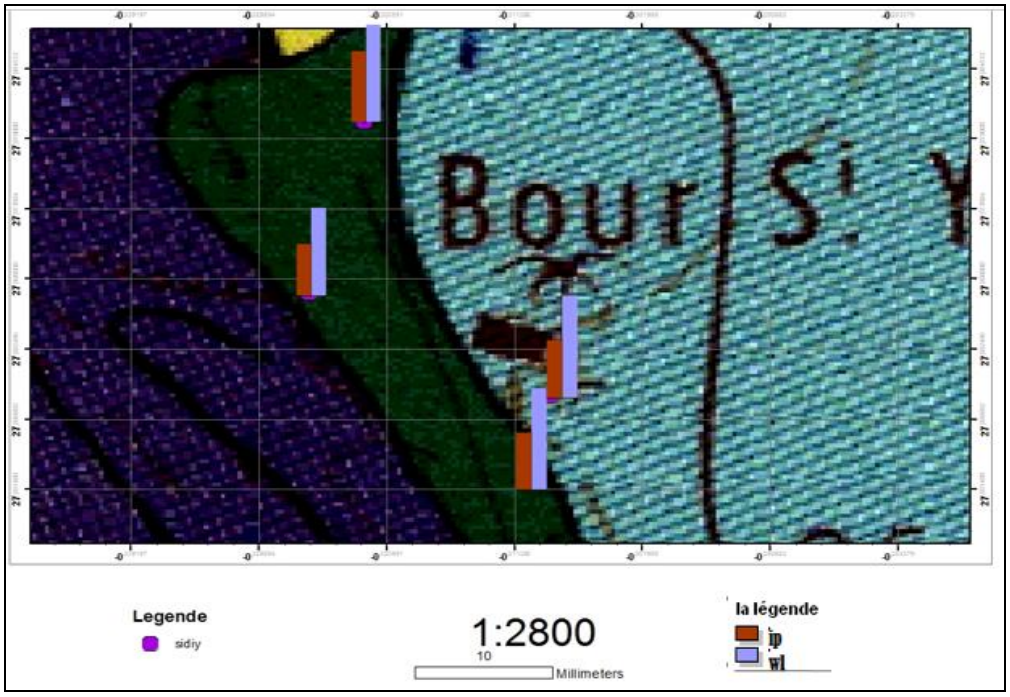
ANNEX3 : Localisation des zones d'étude en MapInfo



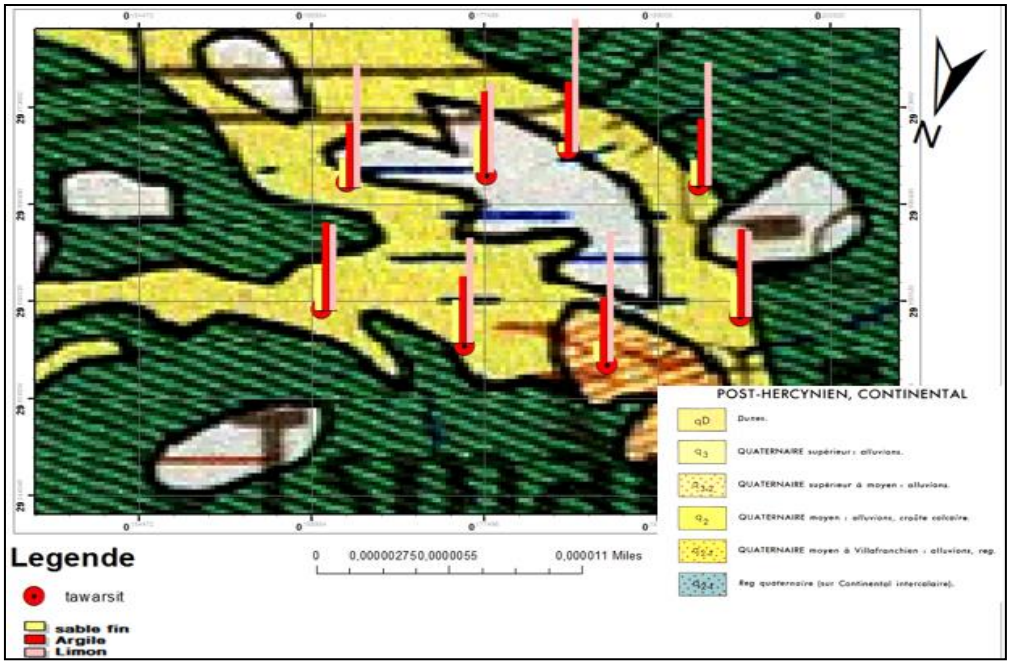
ANNEXE 4: distribution de valeur au bleu de région de Timimoun



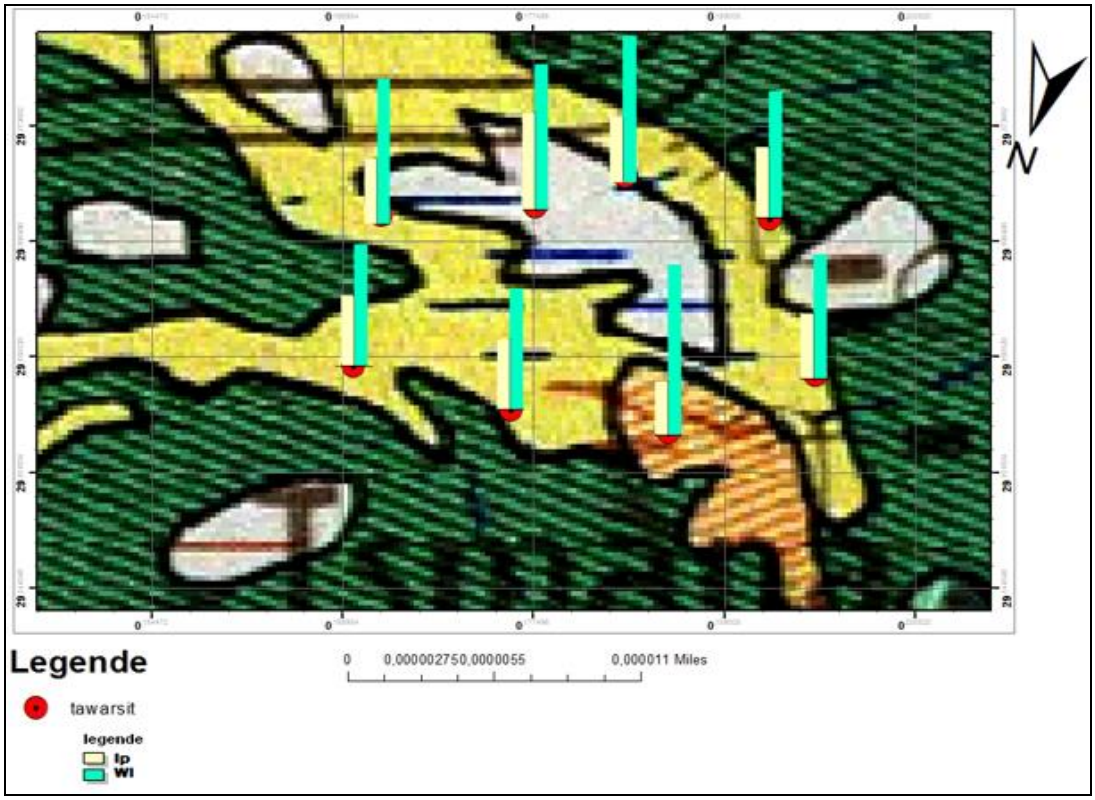
ANNEXE 5: Distribution de la granularité et l'équivalent de sable des sols étudié



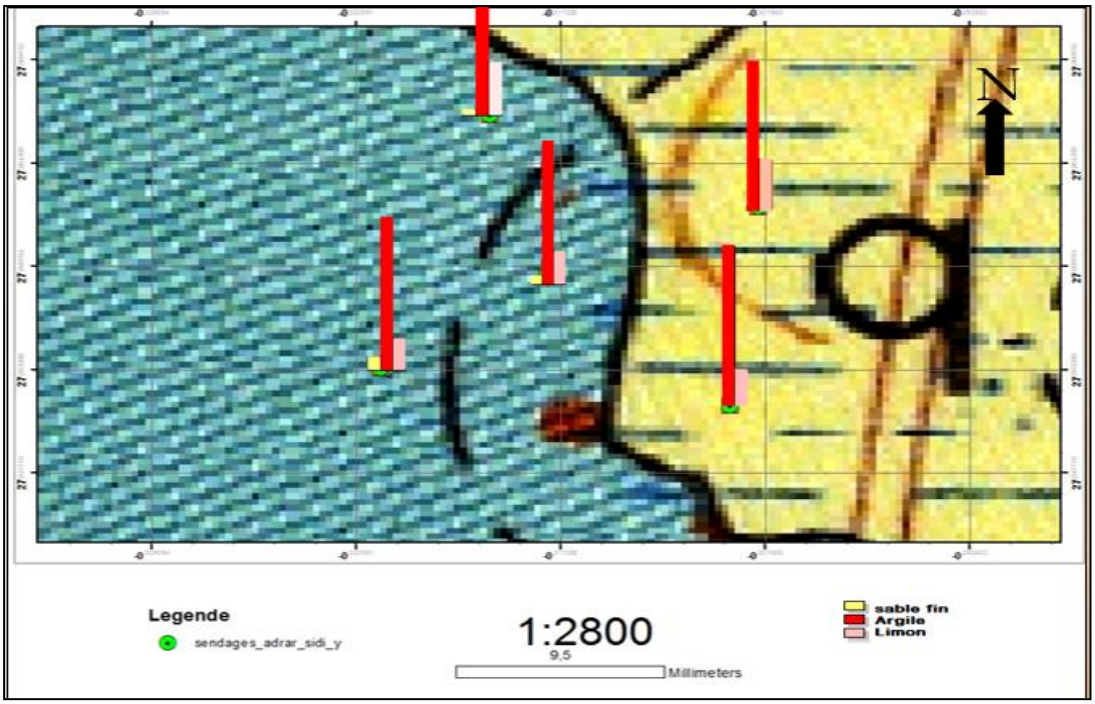
Annexe 6 : traitement des données de limites d'atterberg



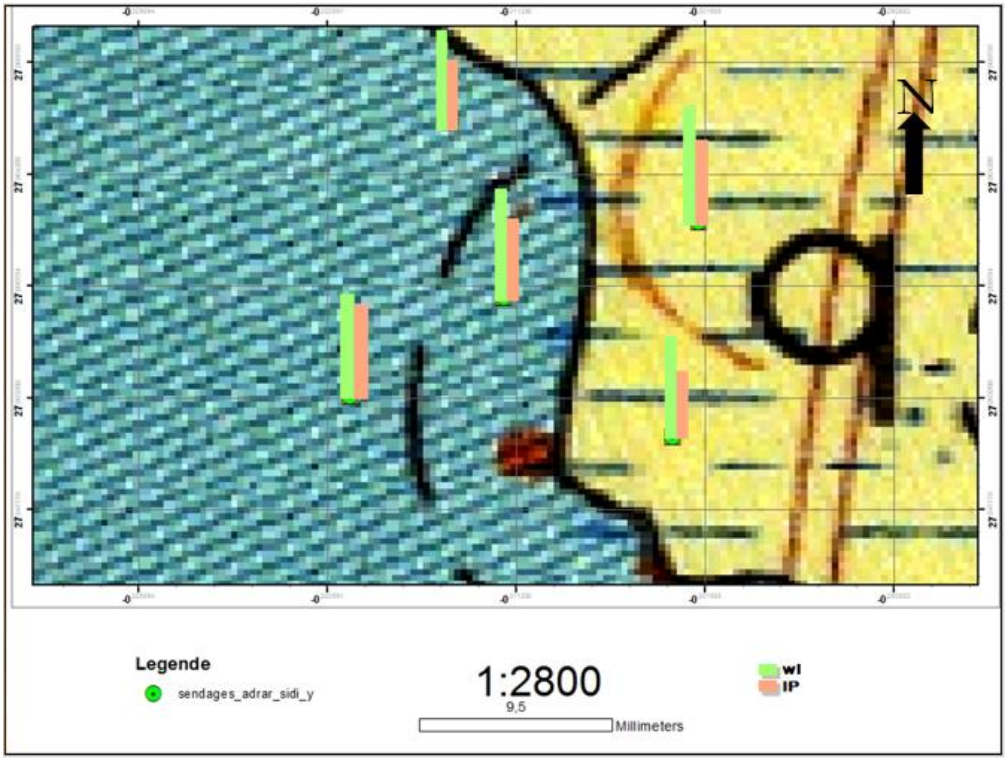
Annexe 7 : Distribution granulaire de région de Timimoun



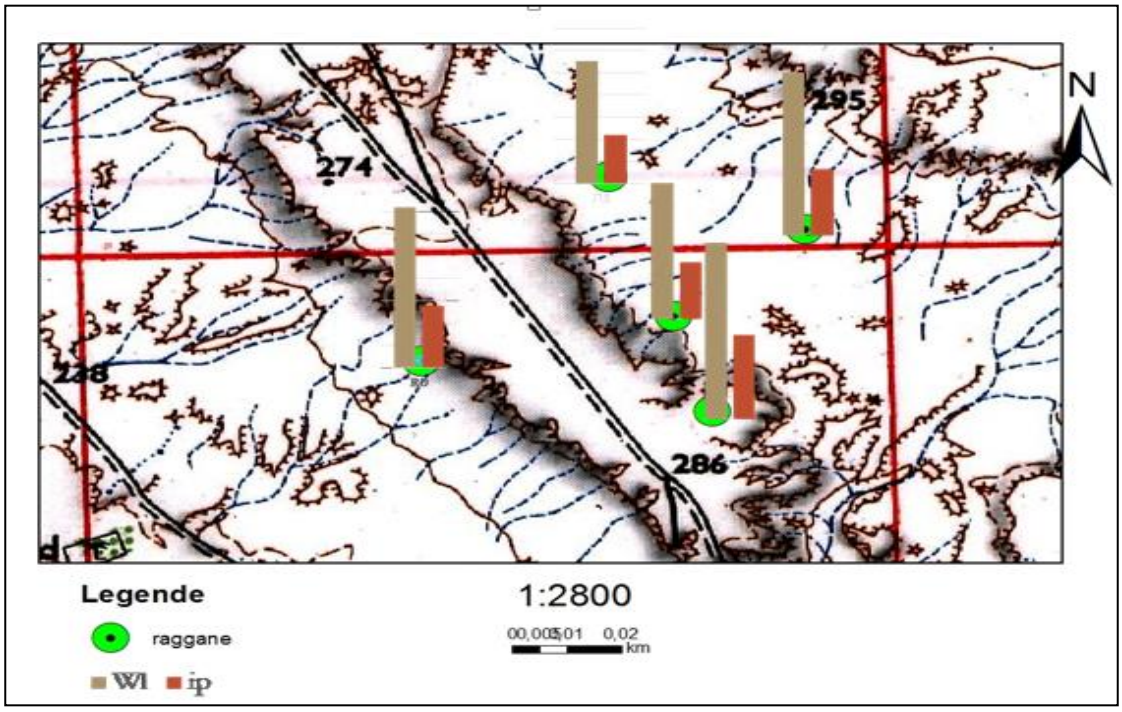
Annexe 8 : traitement des données de limites d'atterberg



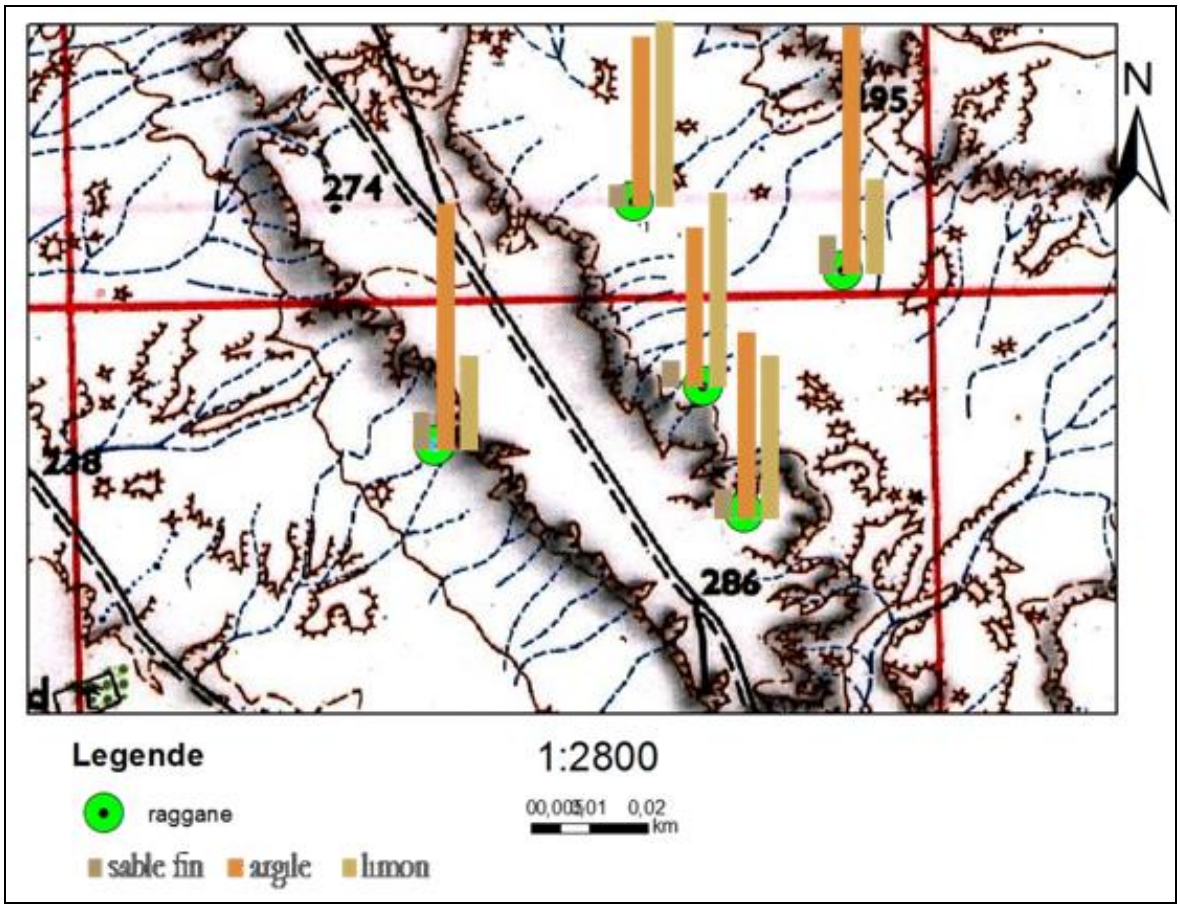
Annexe 9 : distribution granulaire d'Adrar



Annexe 10 : traitement des données de limites d'atterberg



Annexe 11 : traitement des données de limites d'atterberg de Reggane



Annexe 12 : distribution granulaire de la région de Reggane