

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Option : Sciences du Sol

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

Thème :

**APPROCHE GRANULOMETRIQUE DES SOLS DE
L'ARBI BEN M'HIDI**

Présenté par :

- Djilani Zine-eddine
- Berrahail Oussama

Membres de Jury :

Mr : Hannachi Hakim	(MCB)	Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Melle : Bounouara Zohra	(MCB)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Melle : Bala Sahima	(MCB)	Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

REMERCEMENTS

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, la santé et la volonté d'entamer et de finir ce mémoire.

Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide de notre promotrice Dr. Bala Sahima, on la remercie pour son encadrement, sa patience, sa rigueur, et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'infatigable Dr. Bounouara Zohra pour son aide et ses conseils si précieux. La direction des forêts qui ont joué un rôle majeur dans ce mémoire avec leurs sorties indispensables pour notre étude. Les ingénieurs de labo qui nous ont accompagné tout le long de notre partie expérimentale.

On voudrait exprimer notre gratitude et reconnaissance envers nos amis, nos collègues qui nous ont apporté leurs soutiens morale et intellectuelle tout au long de notre démarche.

Au final, nous voudrions saluer nos chères familles pour tout ce qu'ils nous représentent de source de motivation, affection et soutien.

Sommaire

REMERCIEMENTS

Liste d'abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 3

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

1. Généralités sur le sol 6

1.1. Définition du sol..... 6

1.2. Définition d'un horizon..... 6

1.3. Types d'horizons..... 7

2. Constituants du sol..... 8

2.1. Diverses phases constitutives du sol..... 9

2.1.1. Phase solide du sol 9

2.1.2. Phase liquide du sol 10

2.1.3. Phase gazeuse du sol..... 10

2.2. Fractions constitutives du sol 10

2.2.1. Fraction minérale 10

2.2.2. Fraction organique 11

3. Types des sols 12

3.1. Sols sableux 12

3.2. Sols limoneux 12

3.3. Sols argileux 12

3.4. Sols humifères 12

4. Caractéristiques physiques du sol..... 12

4.1. Notion de texture 12

4.1.1.Importance de la texture.....	13
4.2.Triangle de texture	14
4.3.Granulométrie	15
4.3.1.Objectif de la granulométrie	15
4.3.2.Principe de la granulométrie	16
4.3.2.1.Analyse granulométrique par sédimentation.....	17
4.3.2.2.Analyse granulométrique par tamisage	17
4.4.Classification de la texture.....	18
4.5.Structure	18
4.6.Porosité.....	19
4.6.1.Types de porosité.....	19
4.6.1.1.Microporosité.....	19
4.6.1.2.Mésoporosité	21
4.6.1.3.Macroporosité.....	21
7.Densité	21
7.1.Densité apparente (Da)	21
7.2.Densité réelle (Dr).....	22
4.8.L'eau dans le sol	23
4.8.1.Formes de l'eau dans le sol	23
4.8.1.1.Eau gravitaire	23
4.8.1.2.Eau capillaire et absorbable	23
4.8.1.3.Eau capillaire non absorbable.....	23
4.8.2.Rétention de l'eau dans le sol.....	23
4.8.2.1.Capacité au champ (CC).....	24
4.8.2.2.Point de flétrissement (PF)	24
4.8.2.3.Réserve utile (RU)	24
4.9.Perméabilité du sol	24

4.9.1.Définition de la Perméabilité du sol.....	24
4.9.2.Loi de Darcy.....	25
Chapitre 02 : matériels et méthodologie du travail.....	28
1.Etude de milieu physique.....	28
1.1.Situation géographique.....	28
1.1.1.Situation géographique de SKIKDA.....	28
1.1.2.Situation géographique de l'ARBI BEN M'HIDI.....	29
1.2.Les caractéristiques du milieu.....	29
1.2.1.Le climat.....	29
1.2.1.1.Les données climatiques.....	29
1.2.1.2.Les précipitations.....	30
1.2.1.3.La température.....	31
1.2.1.4.L'humidité de l'air.....	32
1.2.1.5.L'évapotranspiration (E).....	32
1.2.1.6.Le vent.....	33
1.2.1.8.L'insolation.....	34
1.3.Végétation.....	35
1.4.1.Diagramme de Gaussen.....	36
1.4.2.Climagramme d'Emberger.....	37
1.5.Géologie régionale.....	39
1.6.Géologie locale.....	46
2.Matériels et méthodes de travail.....	52
2.1.La méthodologie du travail.....	52
2.1.1.Travaux préliminaires.....	52
2.1.2.Réalisation des profils.....	52
2.1.3.Description du sol.....	52
2.1.3.1.Les données générales.....	52

2.1.3.2.Les conditions atmosphériques	53
2.1.3.3.Les données concernant le milieu.....	53
2.1.4.Echantillonnage pour les analyses du sol	53
2.2.Analyses physiques	54
2.2.1.Granulométrie.....	54
2.2.2.Densité apparente	55
2.2.3.Densité réelle	56
2.2.4.PF	56
2.2.5.Perméabilité	57
2.3.Analyses chimiques et biologiques	57
2.3.1.Matière organique	57
2.3.2.pH.....	58
2.3.3.Conductivité électrique	58
2.3.4.Salinité	58
2.4.Matériels utilisés	58
2.5.Classification des sols :.....	58
2.5.1.Classification Américaine (USDA ,1975).....	58
2.5.2.La classification française (CPCS ,1967).....	61
Chapitre 03 : résultats et discussion	
1.Description morphologique et analytique des profils.....	64
1.1.Description morphologique du profil 01	64
1.1.1.Résultats analytiques du profil 01.....	66
1.1.2.Discussion des résultats analytiques du profil 01	66
1.2. Description morphologique du profil 02	67
1.2.1.Résultats analytiques du profil 02.....	68
1.2.2.Discussion des résultats analytique du profil 02.....	69
1.3.Description morphologique du profil 03	70

1.3.1.Résultats analytiques du profil 03.....	72
1.3.2.Discussion des résultats analytiques du profil 03	72
1.4.Description morphologique du profil 04	73
1.4.1.Résultats analytiques du profil 04 :	75
1.4.2.Discussion des résultats analytiques du profil 04	76
1.5.Description morphologique du profil 05	76
1.5.1.Résultats analytiques du profil 05.....	77
1.5.2.Discussion des résultats analytiques du profil 05	78
2.Caractérisation des sols.....	78
2.1.Granulométrie	78
2.2.Densité apparente (Da)	81
3.Etude des propriétés hydriques.....	83
3.1.pF	83
3.2.Réserve utile	86
3.3.Perméabilité	87
4.Conclusion.....	88
Conclusion générale	91
Références bibliographiques	92
Annexe	95

Liste d'abréviations

CE : Conductivité électrique du sol.

Da : Densité apparente.

Dr : Densité réelle.

H : Horizon.

H% : Humidité pondérale.

H_m% : Humidité massique.

H_v % : Humidité volumique.

MO% : Matière organique du sol.

P% : Porosité.

pF : Potentiel capillaire.

pH : potentiel hydrique.

T °C : Température.

Ms(g) : Masse solide.

V (m³) : Volume total.

K : Coefficient de perméabilité.

RU : Réserve utile.

RFU : Réserve facilement utilisable.

Liste des figures

Figure 1 : différents horizons du sol. SPOSITO, 2008.	7
Figure 2 : taille des éléments minéraux présents dans le sol (CALVET, 2003).	16
Figure 3 : triangle de texture. Stevens, R.1983.	17
Figure 4 : Tamis d'analyses granulométrique	20
Figure 5 : Principaux types de structure (Gobat et al., 1998).....	22
Figure 6: Présentation Communal de la région de Skikda.	31
Figure 7 : situation géographique de la zone d'el Arbi ben mhidi (google maps)Les caractéristiques du milieu	32
Figure 8 : La météo du Djebel Filfila, de 22 à 27-07- 2014.....	34
Figure 9 : La Pluviométrie De la wilaya de Skikda(2005-2015) DSM, 2016.....	34
Figure 10 : Graphe de la Température Moyenne De Skikda(2005-2015).....	35
Figure 11 : Valeurs mensuelles des humidités (2005-2015) DSM, 2016.....	36
Figure 12 :L'évaporation Moyenne Mensuelle (2005-2015) DSM, 2016	36
Figure 13 : La Vitesse du Vent(2005-2015) DSM, 2016.....	37
Figure 14 : L'évapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)	38
Figure 15 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015) DSM, 2016.....	38
Figure 16 : Diagramme De Gaussen pour (2005 à 2015) DSM.....	40
Figure 17 : Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015	42
Figure18 :Position des différentes unités géologique des Maghrébides avec une coupe transversale de la grande Kabylie. (Durand Delga et Frontboté, 1980).....	44
Figure 19 :Carte géologique et une coupe géologique dans le massif de Filfila.	55
Figure 20 : Localisation des profils étudiés.....	58
Figure 21 : colonnes de sédimentation	59
Figure 22 : Prélèvement de densité apparente.....	60
Figure 23 : chambre à pression.....	61
Figure 24 : Effervescence du sol après ajout d'eau oxygéné	63
Figure 25 : photo représentative du profil 01	72
Figure 26 : photo représentative du profil 02	76
Figure 27 : photo représentative du profil 03	80
Figure 28 : photo représentative du profil 04	84

Figure 29 : photo représentative du profil 05	88
Figure 30 :histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 01	90
Figure 31 :histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 02	91
Figure 32 :histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 03	91
Figure 33 :histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 04	92
Figure 34:histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 05	92
Figure 35 :histogramme représentatif des valeurs de la D_a pour tous les profils.	93
Figure 36 :le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 01.	94
Figure 37 :le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 02.	95
Figure 38 :le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 03.	95
Figure 39:le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 04.	96
Figure 40 :le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 05.	96
Figure 41 : schéma représentatif de la réserve utile des profils étudiés	97
Figure 42 : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d'étude	99
Figure 43 : bain de sable.....	110
Figure 44 :four à moufle.....	110
Figure 45 : étuve.....	111
Figure 46 : dessiccateur	111
Figure 47 : balance	111
Figure 48 : balance de précision.....	112
Figure 49 : agitateur mécanique	112
Figure 50 :agitateur magnétique.....	112

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principaux constituants du sol SOLTNER.1996	8
Tableau 2: classification de la porosité (SCHOLLER, 1955)	23
Tableau 3 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 01	73
Tableau 4: résultats analytiques physico-chimiques du profil 02	76
Tableau 5 : Résultats analytiques physico-chimiques du profil 03	81
Tableau 6: résultats analytiques physico-chimiques du profil 04	85
Tableau 7 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 05	88
Tableau 8 : résultats de Da pour tous les profils.	93
Tableau 9 : calcul de la RU	97
Tableau 10 : calcul de la perméabilité.....	98

Introduction

Introduction

L'attrait scientifique pour l'étude du sol réside dans son rôle capital pour l'homme et les écosystèmes. Le sol est le support physique et nutritif des êtres vivants à la surface des continents et de ce fait, le support de vie de l'homme. Bien que l'homme soit en permanence en contact avec le sol, ce dernier reste encore à bien des égards une boîte noire dont le fonctionnement n'est encore que partiellement connu.

Le sol est le résultat des interactions entre le monde minéral et les êtres vivants sous l'influence des conditions environnementales du milieu. Ces interactions permanentes lui confèrent une variabilité importante, spatiale et temporelle, multi-échelle, difficile à appréhender. Cette complexité caractérise les milieux naturels et rend leur étude délicate. La texture du sol intervient dans le raisonnement de la fertilisation.

Dans les sols sableux se pose le problème de la lixiviation des éléments nutritifs et des engrais par les eaux de pluie ou d'irrigation à cause de leur grande perméabilité et de leur faible capacité d'échange. Dans les cas des textures très argileuses des problèmes de drainage et aux conditions très humides peuvent se poser. D'autres problèmes liés à : l'aération, au travail du sol, le transfert de chaleur, la structuration (fissuration) et à l'irrigation sont étroitement liés à la texture du sol (DERDOUR, 1999).

La région de Skikda est caractérisée par différents types de sols : sols minéraux bruts, sols brunifiés, sols peu évolués, sols hydromorphes, sols à sesquioxydes de fer (sols rouges méditerranéen), brunifiés, vertisols (CPCS, 1967). Lorsque la texture joue un rôle essentiel dans la classification des sols, la répartition des cultures et la fertilité des sols, on se propose d'étudier la diversité granulométrique (texturale) des sols de la zone de L'ARBI BEN M'HIDI (jeanne d'arc) qui fait partie de la wilaya de Skikda.

Dans notre mémoire nous avons essayé de bien connaître les caractéristiques physiques des sols de la région de L'ARBI BEN M'HIDI, en particulier la texture et nous avons étudié leurs impacts sur la perméabilité et la réserve utile du sol.

La démarche suivie nous permet de présenter ce travail en trois chapitres :

- Le premier chapitre est réservé à une synthèse bibliographique concernant les caractéristiques physiques du sol.
- Dans le deuxième chapitre, il sera question de la présentation de la zone d'étude et la

Introduction

présentation du matériel et méthodes d'étude.

- Le troisième chapitre sera consacré aux résultats, discussions et nous terminons enfin par une conclusion.

Chapitre 01

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le sol

1.1 . Définition du sol

Les sols constituent une interface issue des interactions entre les différents ensembles que sont la lithosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère, la biosphère et enfin l'anthroposphère. Cette particularité des sols rend difficile le choix d'une définition unique.

La pédologie, discipline visant à étudier les sols, a développé le paradigme de sol (ou mieux « couverture pédologique ») « interface ». La pédologie est à l'interface d'autres disciplines telles que la biologie, la géologie, la géomorphologie, la minéralogie, l'agronomie l'écologie, la géotechnique, l'hydrologie, l'archéologie ... De ce fait un même sol peut être étudié, par exemple, par des écologues et des géotechniciens qui ne définissent pourtant pas ce sol de la même manière (AFES, 2014).

La définition officielle des sols formulée par l'AFES en 2014, puis retenue en 2018, est la suivante :

Le sol est un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée, ou peu marquée par la pédogenèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus. Il constitue, localement, une partie de la couverture pédologique qui s'étend à l'ensemble de la surface de la Terre. Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Cette organisation est le résultat de la pédogenèse et de l'altération du matériau parental. Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et micro-organismes).

1.2. Définition d'un horizon

Selon SPOSITO, 2008 dans la théorie, le sol étant le résultat d'un processus d'altération de la roche-mère sous-jacente et de l'activité biologique superficielle, sa stratification (organisation en couches superposées) est dite « horizon ».

On décrit un horizon en fonction de son épaisseur, de sa composition granulométrique (argiles, limons, sables, cailloux), de son degré d'altération de la roche-mère, de son acidité..., l'ensemble des horizons constituent le profil de sol ou solum.

1.3.Types d'horizons

On distingue 4 types. SPOSITO, 2008 :

- **O** : horizon organique, c'est-à-dire là où se dépose la matière organique morte (restes d'êtres vivants).
- **A** : horizon mixte (normalement situé à la superficie du sol) d'incorporation de la matière organique à la matière minérale.
- **B** : horizon d'accumulation de la matière minérale plus en profondeur.
- **C** : horizon constitué dans la zone d'altération de la roche-mère.

comme démontré dans la **figure 01** ci-dessous :

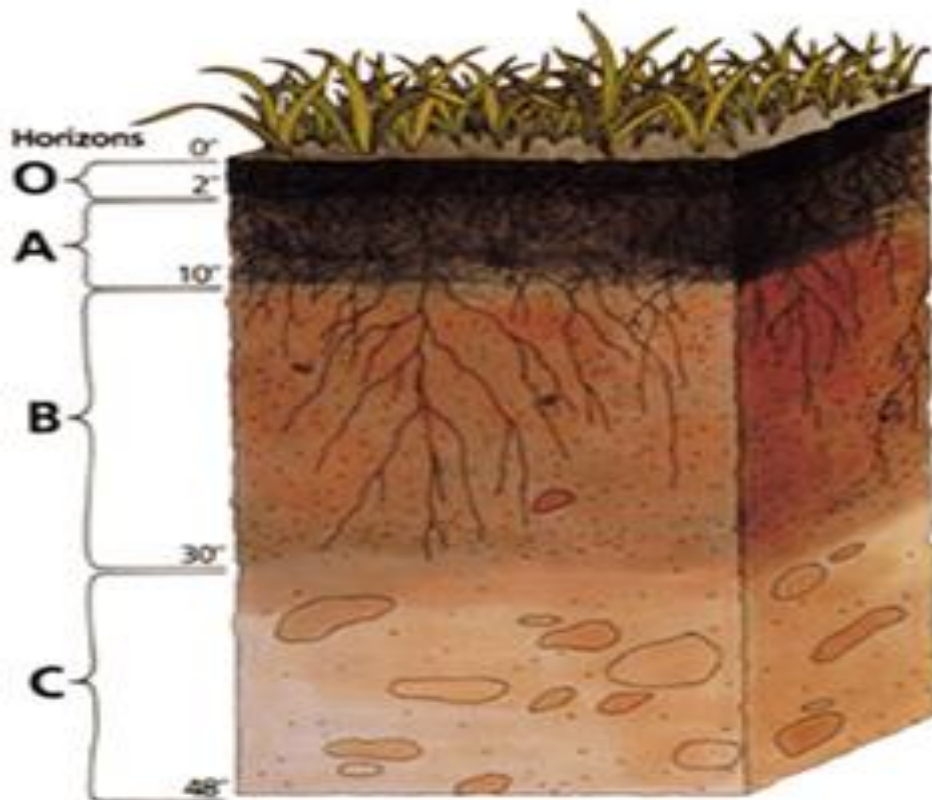


Figure 01 : différents horizons du sol. SPOSITO, 2008.

2. Constituants du sol

D'après SOLTNER (1996), le sol est constitué du minéral et de l'organique, du solide, du liquide et du gazeux, du vivant et de l'inerte (**Tableau 01**) :

Tableau 01 : Les principaux constituants du sol SOLTNER.1996

	Constituants solides		Constituants liquides (solution du sol)	Constituants gazeux (atmosphère du sol)
	Minéraux	Organique		
Origine	Désagrégation Physique et altération Des roches	Décomposition des êtres vivant	Précipitation, nappes, Ruissellement	Air hors sol, matières en décomposition Respiration
Critères de classement	Taille (granulométrie) Qualité (minéralogie)	Etat (vivants, morts) Qualité Chimique (originelle transformée)	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (potentiel hydrique) Qualité chimique	Origine (air, organismes) Qualité chimique
Catégories	Selon Granulométrie • Squelette (>2mm) • Terre	• Organismes vivant • Organismes morts	• Eau • Substances dissoutes :	➤ Gaz de L'air : N2, O2, CO2 ➤ Gaz issue De la respiration et de la décomposition des organismes : CO2, H2, CH4, NH3
	Fine (<2mm)	• Matières organismes	Glucides, alcools, acides	
	Selon minéralogie	héritées :	organique et minéraux, cations et anions	
	• Quartz • Minéraux aux silicatés • Minéraux carbonatés	Cellulose, lignine, résines • Matières organiques • Humifiées acides fulviques et humiques, humines		

2.1. Diverses phases constitutives du sol

D'après le tableau 01, le sol est constitué de trois phases :

2.1.1. Phase solide du sol

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale qui comprend (CALVET, 2003).

➤ **Éléments grossiers**

Ce sont les éléments > 2mm et on les par dimensions :

- 0,2cm à 2cm : graviers ;
- 2 à 5 cm : cailloux ;
- 5 à 20 cm : pierres ;
- >20cm : bloc.

Leur expression se fait en pourcentage, qu'on donne sur le terrain en fonction du volume et en laboratoire en fonction de la masse sur un échantillon de sol, au laboratoire, on estime le pourcentage après passage au tamis de 2mm (CALVET, 2003).

➤ **Terre fine** : La terre fine est la fraction de terre qu'il reste lorsqu'on retire les éléments grossiers (donc <2mm, au tamis), on peut classer les éléments de la terre fine par dimensions :

- 2mm à 0,2 mm : sables grossiers ;
- 0,2mm à 50 µm: sable fins ;
- 50µm à 20µm: limons fins ;
- <2µm: argiles.

Elle comprend aussi une fraction organique dont le taux varie de type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins 1% à 20% de la masse du sol (CALVET, 2003).

2.1.2. Phase liquide du sol

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol », occupe une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organique et minérales et des particules en suspension. La composition de la solution du sol varie selon (HILLEL ,1982) :

- Le climat,
- Les apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire, etc.)
- L'activité biologique du sol (exsudant racinaires, produits de synthés et de dégradation microbienne ...etc.).

2.1.3. Phase gazeuse du sol

Dans un sol bien aéré, les gazes qui règnent dans l'atmosphère du sol sont (DUCHAUFOR ,1984) :

- L'azote (78 à 80 %).
- L'oxygène (18 à 20%).
- Le dioxyde de carbone (0,2 à 3%).

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol. Ces gaz peuvent exister dans le sol (HILLEL ,1982) :

- Soit à l'état libre.
- Soit dissous dans la solution du sol.

Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (CALVET, 2003)

2.2. Fractions constitutives du sol

Le sol contient deux fractions, les fractions organiques et minérales.

2.2.1. Fraction minérale

D'après (LESAIGANOUX ,2010). La fraction minérale du sol représente l'ensemble des produits de la dégradation physique chimique de la roche mère. On distingue les minéraux

primaires, qui sont hérités de la roche mère, et les minéraux secondaires qui résultent de l'altération des minéraux primaires.

- Les minéraux primaires sont les minéraux silicatés qui sont plus ou moins altérables. On trouve, le quartz (silice cristallise) qui est souvent considéré inaltérable, et qui est l'élément le plus abondant dans la plupart des roches et sols ; les silicates, composés d'un assemblage de tétraèdres (suivant leur structure ; et enfin, éventuellement des minéraux des roches sédimentaires qui jouent un rôle important dans la fertilité du sol.
- Parmi les minéraux secondaires, on trouve les argiles qui sont des silicates d'aluminium plus ou moins hydratés, présentant une structure feuilletée ou fibreuse expliquant réciproquement leurs plasticités et leurs qualités d'aluminium, de manganèse et de silice, qui restent libres et s'intègrent peu aux feuillets des argiles en assurant les liaisons entre argiles et humus.

Il existe trois catégories majoritaires dans le sol selon SPOSITO, 2008 :

- Les silicates : sont des oxydes de silice qui ont des structures très diverses et sont souvent associés à des cations métalliques tels que l'aluminium, le fer ou le magnésium.
- Les oxydes, oxy-hydroxydes et hydroxydes : les plus importants et les très abondants dans les sols.
- Les carbonates : les plus abondants sont les carbonates de calcium (Calcite) et les carbonates de magnésium (Dolomite (Ca, Mg) CO₃).

2.2.2. Fraction organique

La fraction organique du sol, se compose elle de matière organique d'origines végétale et animale. La matière organique fraîche constitue la matière première de l'humus. Les molécules qui se décomposent, subissent soit un processus de minéralisation (c'est à dire se transforment en composés minéraux solubles ou gazeux) ; soit une humification (c'est à dire se renouvellent de façon complexe) pour former l'humus de couleur foncée (LESAIGNOUX, 2010).

3. Type des sols

Selon EMADRAZO,2003. Il existe trois types de sols :

3.1.Sols sableux

Contient surtout du sable ; sol très poreux qui ne retient pas l'eau ; sec et se réchauffe en peu de temps, Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules ; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage.

3.2. Sols limoneux

Contient surtout du limon ; adhésion partielle, porosité moyenne, Particules relativement serrées permettant à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement ; sujet à la formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration d'eau, tout en favorisant le ruissellement ; très grande sensibilité à l'érosion par l'eau, surtout là où les pentes sont abruptes.

3.3. Sols argileux

Contient surtout de l'argile ; sol lourd et compact dont les particules demeurent collées entre elles comme de la pâte à modeler ; risque de compaction du sol si des masses lourdes (comme des camions) se retrouvent en surface ; un sol compacté sera alors difficilement drainé.

3.4.Sols humifères

Contient surtout de la matière organique ; particules foncées relativement lâches qui glissent entre les doigts ; permet à l'eau de s'écouler facilement, Peut retenir une grande quantité d'eau sans devenir collant comme le sol argileux ; retient bien les engrais ; peut être sensible à l'érosion par le vent.

4. Caractéristiques physiques du sol

4.1. Notion de texture

Elle est d'abord directement liée à la notion de composition granulométrique, la texture d'un Sol est la représentation de la taille des particules qui compose le sol. Elle est généralement décrite par les classes texturales basée sur les pourcentages de sable, limon et argile qui contient le sol ou sur la distribution de la grosseur des particules de sol, La phase solide

inorganique, du sol est constituée par des particules de divers minéraux de forme de tailles variées (CALVET, 2003).

La texture du sol est définie par le pourcentage d'éléments minéraux présents dans le sol ; ces éléments sont classés par ordre de taille croissant (figure 02). Les argiles sont les plus fines ($\Phi < 2\mu$), les limons sont des particules à diamètre compris entre 2 à 20 μ , les sables sont les plus grossiers avec un diamètre supérieur à 20 μ . Au-delà, on parle des cailloux, galets, graviers, ...etc (CALVET, 2003).

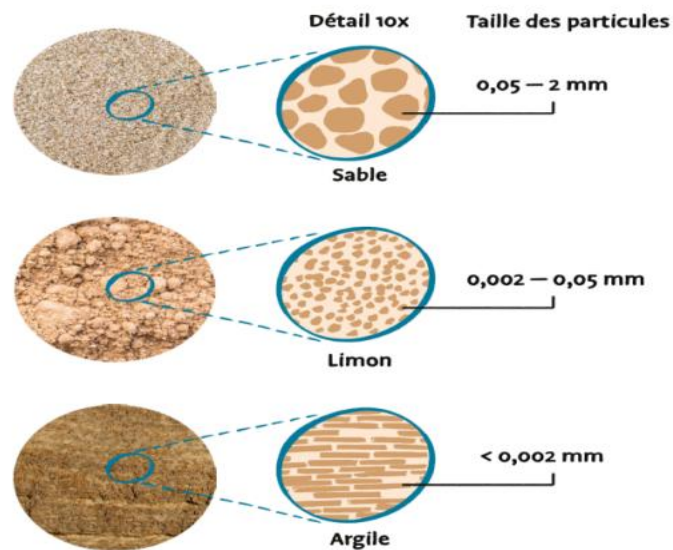


Figure 02 : taille des éléments minéraux présents dans le sol (CALVET, 2003).

4.1.1. Importance de la texture en agriculture

Au sens strict, la classe texturale d'un sol décrit la répartition de la granulométrie de ces particules minérales. Cependant, la plasticité, la rigidité, la perméabilité, la fertilité du sol par exemple peuvent être en relation avec la texture dans une région géographique, mais on ne peut pas généraliser ces corrélations pour tous les types de sols du monde, car la texture ne prend pas en compte la composition chimique et minéralogique des particules minérales. Les sables et les limons de certains sols sont composés principalement de quartz (SiO_2), leur fertilité est généralement reliée à leur teneur élevée en quartz. La capacité d'un sol à supporter les machines agricoles ou les troupeaux d'animaux dépend de sa texture et de son contenu en eau.

La texture du sol intervient dans le raisonnement de la fertilisation. Dans les sols sableux se pose le problème de la lixiviation des éléments nutritifs et des engrais par les eaux de pluie ou d'irrigation à cause de leur grande perméabilité et de leur faible capacité d'échange. Donc, dans ce sols les apports d'engrais doivent être fractionnés et étales au maximum tout le long du cycle de la végétation. Dans les cas des textures très argileuses des problèmes de drainage et de traficabilité aux conditions très humides peuvent se poser. D'autres problèmes liés à : l'aération, au travail du sol, le transfert de chaleur, la structuration (fissuration) et à l'irrigation sont étroitement liés à la texture du sol. DERDOUR,1999.

4.2. Triangle de texture

Selon Stevens, R.1983. Le schéma de classification est présenté qui tient compte de la sédimentation et la fréquence des différents mélanges granulométriques et l'influence dominante de la teneur en argile sur caractère sédimentaire. Le triangle de classification est plus détaillé et moins uniformément divisé que la plupart des autres régimes. Cela est nécessaire pour transmettre les changements importants au sein de différents mélanges de sédiments. Cette classification est particulièrement utile lorsque l'on travaille avec des sédiments à grains plus fins et les tentatives de rendre les descriptions de terrain et de laboratoire plus continues les uns avec les autres.

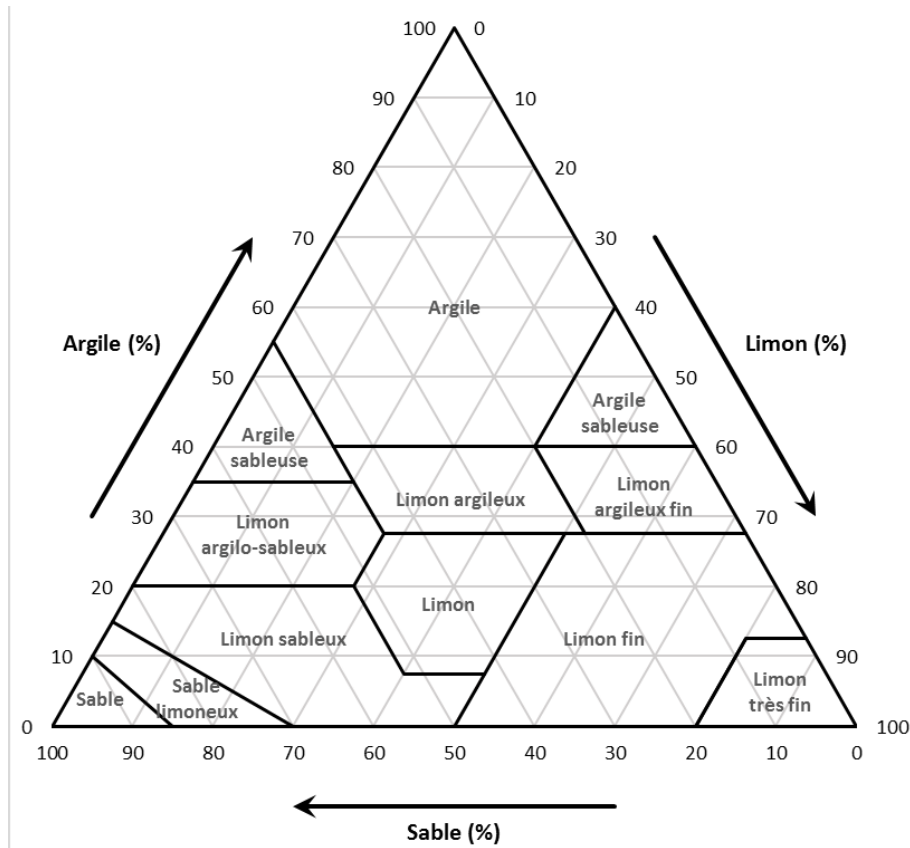


Figure 03 : triangle de texture. Stevens, R.1983.

4.3. Granulométrie

Selon (BITTELI et AL., 1999 ; CHESWORTH, 2008), la granulométrie des particules dans un sol a des effets sur la densité, sur la porosité, sur la circulation de l'eau et de l'air, sur la rétention de l'eau entre autres propriétés.

Cette distribution de la taille de pores est très peu influencée par le travail du sol et évolue peu dans le temps. Ainsi, la plupart des systèmes de classification des sols sont basés sur la texture qui est alors considérée comme le critère de base de la classification (BITTELI et AL., 1999 ; CHESWORTH, 2008).

4.3.1. Objectif de la granulométrie

L'objectif de la granulométrie consiste donc à différencier par la taille les éléments minéraux

du sol et à quantifier leur répartition pondérale, dans les classes de diamètres prédéfinies. Ces analyses s'effectuent en laboratoire sur les échantillons de sol.

L'analyse granulométrique commence ainsi par la séparation des particules grossières, d'un diamètre apparent supérieur à 2mm (MUSY ANDER SOUTTER MAREC 1991).

L'analyse granulométrie a pour but de quantifier les particules minérales élémentaires groupées en classe, et définir la composition granulométrique d'un sol et donc la classe texturale.

Elle permet de classer les particules minérales constitutives des agrégats en un certain nombre de fractions par catégorie de diamètre.

Selon PRONE, (2003), l'échelle de la dimension des particules est le suivant :

- **Elément grossières** cailloux, pierres, blocs $d < 20$ mm

- **Graviers** $2\text{mm} < d < 20$ mm

- **Terre fine** $< 2\text{mm}$

- Sables grossiers** $200\ \mu\text{m} < d < 2\text{mm}$

- Sable fins** $50\ \mu\text{m} < d < 200\ \mu\text{m}$

- Limons grossier** $20\ \mu\text{m} < d < 50\ \mu\text{m}$

- Limons fine** $2\ \mu\text{m} < d < 20\ \mu\text{m}$

- Argiles** $d < 2\ \mu\text{m}$

4.3.2. Principe de la granulométrie

L'analyse granulométrique est une opération de laboratoire qui implique la dissociation complète du matériau pédologique jusqu' à l'état de particules élémentaire et donc la destruction totale des agrégats et fragments ,elles-elle nécessite ainsi de supprimer l'action des ciments (BAIZE ,2000).

Pour bien décrire un sol, il faut donc connaitre sa granulométrie, c'est-à-dire la répartition de

ses particules suivant leurs diamètres équivalents. Deux essais de laboratoire permettent d'établir la granulométrie des sols (GUETTOUCHE ,2016)

- L'analyse granulométrique par sédimentation.
- L'analyse granulométrique par tamisage.

4.3.2.1. Analyse granulométrique par sédimentation

Pour les particules inférieures à 0,08 mm et passants sont plus de 20% (BENAISSA 2006). Cette analyse permet de déterminer le pourcentage de particules argileuses dans un matériau. Dans l'étude des sols, on désigne par argile la fraction de matériau comprenant des éléments de diamètres inférieurs à 2 μm , et séparés au cours de l'analyse mécanique (LEMOUNGA, 2008). Cette opération est basée sur le fait que les grains de diamètre différent sédimentent dans un milieu liquide au repos à vitesses différentes. La relation entre diamètre des grains et vitesse de sédimentation est donnée par la loi de Stokes. (WEIL et AL 2010).

4.3.2.2. Analyse granulométrique par tamisage

L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif de sol à travers des tamis superposés dont les ouvertures vont en décroissant du haut vers le bas (figure 04). Les particules les plus grosses restent donc emprisonnées sur les tamis les plus hauts (refus ou retenu), tandis que les particules plus fines se dirigent vers les tamis inférieurs (LEMOUNGA, 2008).



Figure 04 : Tamis d'analyses granulométrique

4.4. Classification de la texture

Selon DUCHAFOUR (2001), les quatre classes de texture sont :

- Texture sableuse : sol bien aéré, facile à travailler, pauvre en réserve d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique et cationique.
- Texture limoneuse : l'excès de limon et l'insuffisance d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive, accompagnée de mauvaises propriétés physiques. Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et calcium.
- Texture argileuse : sol chimiquement riche, mais à piètres propriétés physiques ; milieu imperméable et mal aéré, formant obstacle à la pénétration des racines ; travail du sol difficile, en raison de la forte plasticité (état humide), ou de la compacité (sol sec). Une bonne structure favorisée par l'humification corrige en partie ces propriétés défavorables.
- Texture équilibrée : (ou franche, loamy) : elle correspond à l'optimum, dans la mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types précédents, sans en avoir les défauts.

4.5. Structure

Selon DELECOURT (1978), la structure du sol est l'agencement dans l'espace de ses constituants. Elle est déterminée par la forme des agrégats - les plus petits éléments indivisibles du sol. Ci-contre, les principales structures des sols.

La structuration naturelle des sols est liée à leur texture. Un sol argileux aura notamment une structure angulaire, avec formation de lamelles. Par contre, une structure grumeleuse (fréquente sous prairie) est plutôt liée à l'activité biologique (DELECOURT, 1978).

Selon (Schäffer et al., 2008), les principaux types de structure sont :

- a. Structures construites : Par l'agglomération de particules élémentaires initialement individualisées : c'est le cas des structures grumeleuses présentes dans les horizons avec matière organique et forte activité biologique – par exemple les sous prairies ou couverts végétaux.

- b. Structures mécaniques : Dont la géométrie joue un rôle fondamental, et varie suivant l'état d'hydratation et les assemblages plasma-argileux. C'est notamment le cas des structures prismatiques et polyédriques.
- c. Structure particulaire : Qui sont des particules de sol sans cohésion entre elles, tels que des sables, graviers, ...etc.
- d. Structure massive : L'absence d'agrégats : les éléments sont liés par des ciments, horizon cohérent.
- e. Structure grumeleuse : C'est un ensemble complexe des agrégats arrondis, poreux, elle caractérise les horizons(A).
- f. Structure prismatique : Elle est composée d'agrégats dont les faces planes verticales, sont le lieu de passage des racines souvent aplaties à la surface des agrégats argileux.

La figure 05 représente les principaux types de structure :

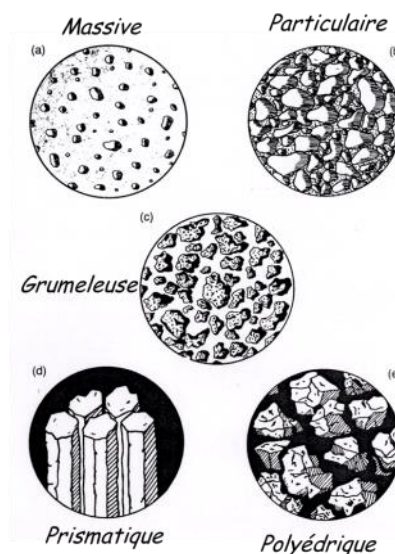


Figure 05 : Principaux types de structure (Gobat et al., 1998)

4.6. Porosité

La porosité peut être définie comme étant la propriété d'un milieu, d'un sol ou d'une roche de comporter des pores, c'est à dire des vides interstitiels interconnectés ou non. Elle peut être exprimée comme étant le rapport du volume de ces vides au volume total du milieu. La porosité est donc définie à la fois comme une propriété caractéristique d'un milieu poreux et comme un paramètre qui l'exprime quantitativement, la porosité est le volume de vides laissés par les particules (LEDRU Y ,2009).

Elle se calcule alors par la formule suivante (GIRARD et AL., 2011).

$$P = V_v/V \times 100$$

La porosité est l'indice du volume relatif des pores dans le sol .sa valeur généralement entre 30% et60% (HILLELE, 1984).

Elle est calculée à l'aide de la mesure de la densité apparente (d_a) et de la densité réelle (D_r) du même échantillon et par la relation (SOLTNER, 2000).

$$Pt (\%) = D_r - D_a/D_r * 100$$

4.6.1. Types de porosité

On peut distinguer trois types de porosité (tableau 02) en fonction de leur origine (MUSY, SOUTTER, 1991) :

4.6.1.1. Microporosité

Pores dont le diamètre est inférieur à $0,2\mu\text{m}$, ou porosité capillaire, correspond quant à elle à la partie du système poral à laquelle les faibles diamètres des orifices confèrent la propriété d'empêcher l'écoulement gravitaire de l'eau. Une granulométrie fine impose une circulation plus lente, une part plus grande de l'eau capillaire mais aussi une porosité totale plus importante. Le système poral, considéré comme un réseau communiquant de pores et conduits de faibles dimensions, peut être décomposé en plusieurs classes de porosité.

4.6.1.2. Mésoporosité

Relative aux pores dont le diamètre est compris entre 2 et 50 nanomètres.

4.6.1.3. Macroporosité

Relatif aux des pores dont le diamètre est supérieur à 50 nanomètres. Les sols sableux sont « perméables » et « filtrants » : la grosseur des particules de sable et les grands espaces qui les séparent favorisent la pénétration de l'eau et de l'air mais retiennent peu l'eau. Les sols sableux s'agglomèrent difficilement en motte ce qui les rend légers et faciles d'accès aux racines mais aussi sensibles à l'érosion.

Tableau 02 : classification de la porosité (SCHOLLER, 1955)

Rayon des pores	Classe	Etat de l'eau
<0,0001 mm	Microporosité	Eau de rétention exclusivement
0,0001 à 2,5 mm	Porosité capillaire	Eau capillaire et eau gravitaire
>2,5 mm	Macroporosité	Eau gravitaire dominante

4.7. Densité

D'après (THOMAS ,2013). Deux types de mesures de densité sont utilisés généralement pour les sols ; la densité réelle (Dr) et la densité apparente (Da) :

4.7.1. Densité apparente (Da)

Est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (CHAWEL, 1972). La densité apparente est donnée par la formule suivante (YORO et GODO 1990) :

$$Da = P/V \text{ (g/cm}^3\text{)}.$$

P : est le poids sec de l'échantillon.

V : le volume de l'échantillon prélevé et séché.

Les ordres de grandeur des masses volumiques apparentes sèches sont pour différents types de sol (HENIN, GASS et MONNIER, 1972 :

1. Sols sableux 1,40 -- 1,70 g/cm³
2. Sols argileux 1,00 -- 1,50 g/cm³
3. Sols tourbeux 0,30 -- 1,00 g/cm³

4.7.2. Densité réelle (Dr)

La densité réelle d'un corps s'exprime par le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse du même volume d'eau (dans des conditions identiques de température et de pression). Il s'agit d'une propriété propre à chaque matériau ; elle ne peut être modifiée, par exemple en adaptant les conditions de fabrication (THOMAS ,2013).

$$D_r = M_s / V_s \text{ g/cm}^3$$

Les ordres de grandeur des masses volumiques réelles sont pour différents types de sol (HENIN, GASS et MONNIER, 1972) :

- Minéraux argileux 2,00 -- 2,65 g/cm³.
- Quartz et feldspath (limon et sable) 2,50 -- 2,60 g/cm³.
- Minéraux contenant des éléments métalliques 4,90 -- 5,30 g/cm³.
- Fraction organique 1,30 -- 1,40 g/cm³.

(HENIN, GASS ET MONNIER. 1972)

4.8. L'eau dans le sol

L'eau du sol a une importance considérable ; d'une part intervient dans la nutrition des plantes, à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous ; d'autre part, c'est un des principaux facteurs de la pédogenèse, qui conditionne la plupart des processus de formation des sols (DUCHAFOUR, 2001).

4.8.1. Formes de l'eau dans le sol

4.8.1.1. Eau capillaire

Dans les sols non saturés, en présence d'air ou d'autres gaz, est retenue dans les canaux les plus fins du sol par les forces capillaires. (El GONNOUNI, 2010).

4.8.1.2. Eau gravitaire

Également nommée eau libre, circule verticalement dans les pores grossiers et moyens de diamètre équivalent supérieur à 10 nm. C'est elle qui alimente les nappes et les aquifères par drainage profond. En fonction du diamètre poral (VAUTHIER, 2011).

4.8.1.3. Eau capillaire et absorbable

Elle occupe les pores de 0,2 à 8 μ de diamètre. Elle peut être extraite et utilisée par les plantes grâce à leurs racines (DESIRE K M, 2009).

4.8.1.4. Eau capillaire non absorbable

C'est une eau qui occupe les pores d'un diamètre inférieur à 0,2 μ . Les racines des plantes ne peuvent l'extraire (DESIRE K M, 2009).

4.8.2. Rétention de l'eau dans le sol

C'est une retenue dans le sol dans les pores et par interaction avec les minéraux argileux. La quantité d'eau retenue à un endroit et un moment donné dépend principalement de plusieurs facteurs : la nature des constituants, la structure du sol, et les agents climatiques, précipitations et la température. Il y a deux grands caractères de la rétention de l'eau dans le sol : la teneur en eau et l'énergie potentielle de l'eau (CALVET, 2003)

L'eau du sol a une importance considérable ; d'une part elle intervient dans la nutrition des plantes ; à la fois directement et indirectement, en tant que véhicule des éléments nutritifs

dissous, d'autre part, c'est un des principaux facteurs de la pédogénèse qui conditionne la plupart des processus de la formation des sols (CALVET, 2003)

4.8.2.1. Capacité au champ (CC)

La capacité au champ représente la quantité maximale d'eau que peut contenir le sol grâce à sa microporosité. On parle aussi de capacité de rétention en eau du sol. Elle est mesurée sur le terrain, après une période de pluies, et un ressuyage de trois jours, le sol étant protégé contre l'évapotranspiration : il s'agit donc d'une mesure par excès qui englobe, avec l'eau retenue, une fraction très variable de l'eau de gravité à écoulement lent (DUCHAUFOR, 1984).

4.8.2.2. Point de flétrissement (PF)

Le point de flétrissement permanent correspond à l'humidité du sol à partir de laquelle la plante (ses racines) ne peut plus prélever d'eau, puis meurt si ce taux d'humidité perdure. En effet l'eau du sol est retenue par des forces capillaires qui sont d'autant plus importantes que l'humidité du sol est faible (DUCHAUFOR, 1984).

4.8.2.3. Réserve utile (RU)

D'après DUCHAUFOR (1984), la réserve utile est la quantité d'eau stockée par le sol, après une période de pluies, qui est donnée par la différence entre la capacité au champ et le point de flétrissement.

4.9. Perméabilité du sol

4.9.1. Définition de la Perméabilité du sol

La perméabilité d'un sol est définie par la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité (DUCHAUFOR, 1984). L'infiltration est le nom donné au processus d'entrée de l'eau dans le sol à travers la surface du sol et verticalement vers le bas. Ce processus est d'une grande importance dans la pratique car son régime détermine souvent le ruissellement qui se forme à la surface du sol pendant les orages (HILLEL, 1984).

La vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol est profondément affectée par l'état structural de la surface et l'état structural de la couche du sol intéressé par l'infiltration. Par exemple lorsque les pluies sont intenses, elles modifient la surface du sol, du moins lorsque la structure est instable, et peut là aussi, se former une couche compacte limitant la pénétration de l'eau (HENIN ETAL., 1969). En général la capacité d'absorption de l'eau par le sol est élevée au début de l'infiltration, en particulier quand le sol est initialement très sec (HILLEL, 1984).

La perméabilité d'un sol dépend aussi de la porosité, mais surtout du taux de saturation en eau (GIRARD et AL, 2005).

4.9.2. Loi de Darcy

Il est clair que la porosité ne peut être assimilée à ensemble de tubes cylindriques et lisse pour une analyse précise des modalités de circulation de l'eau gravitaire dans les sols, les pores ne sont en réalité ni cylindriques, ni rectiligne, ni lisses...

L'analogie avec la loi de Poiseuille a cependant permis de construire la loi de Darcy, en confondant dans un coefficient K les caractéristiques géométriques et hydrauliques réelles de la porosité d'un milieu :

$$Q = k.S. \Delta P L$$

Avec :

Q : débit de l'eau

S : surface de la section du sol à travers laquelle s'effectue l'écoulement

ΔP : Chute de pression hydrostatique

L : longueur du trajet dans le matériau

Si Q est exprimé en m. S⁻¹, S en m², K s'exprime en m. S⁻¹, ce qui correspond à une vitesse : K

Est la vitesse d'écoulement de l'eau à travers le matériau (ou le sol, s'il s'agit d'un sol en place), c'est la conductivité hydraulique. On retrouve ici la notion empirique de perméabilité.

En toute rigueur, la notion de conductivité hydraulique combine des caractéristiques du sol. (La perméabilité spécifique) et du fluide (la fluidité). Il faudrait donc mieux éviter le terme de perméabilité qui est habituellement confondu avec la conductivité hydraulique, même si la

vision qu'il donne, pour le fluide unique (l'eau) qui est considéré ici, est bien compréhensible. (GIRARD et AL, 2011).

Chapitre 02

Matériels et méthodologie de travail

1. Etude de milieu physique

1.1. Situation géographique

1.1.1. Situation géographique de SKIKDA

Notre zone d'étude étant située dans la Wilaya de Skikda, nous commencerons par présenter cette dernière pour avoir un aperçu global sur la situation qui y prévaut.

La wilaya de Skikda est située à l'Est du littoral Algérien (figure 06). Elle regroupe une population de

898 680 habitants selon le RGPH 2008 (source : ONS) et s'étend sur une superficie de 413 768 km². Elle est limitée par :

- Au nord : la mer Méditerranéenne
- Au sud : les wilayas de Mila, Constantine et Guelma
- A l'est : la wilaya de Annaba
- A l'ouest : la wilaya de Jijel



Figure 06 : Présentation Communale de la région de Skikda.

1.1.2. Situation géographique de l'ARBI BEN M'HIDI

Notre zone d'étude se situe au nord-est de la wilaya de skikda, elle est limitée à l'ouest par la plaine de Skikda, à l'est par le massif de Filfila, au nord par la mer méditerranéenne et en fin au sud par le massif d'El-Alia connu pour son ancienne mine de pyrite (figure 07). Il appartient au domaine interne de la Chaîne alpine d'Algérie nord-orientale (Bououden, 2014).



Figure 07 : situation géographique de la zone d'el Arbi ben mhidi (google maps)

1.2. Les caractéristiques du milieu

L'étude du milieu naturel est une étape très importante dans chaque étude pédologique cette étude concerne certains facteurs comme : le climat, la végétation, La géomorphologie, pédoclimat, et la géologie.

1.2.1. Le climat

Le climat de la zone d'étude est typiquement méditerranéen (type de climat tempéré ou "tempéré chaud" ou "subtropical"), il est influencé par la proximité de la mer et se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.

La région est très pluvieuse en hiver, le volume des précipitations est relativement élevé au Nord et sur les plus hauts sommets, il dépasse 800 mm/ an. (Figure 08)

Les différences de température sont grandes, les températures d'hiver les plus basses sont de 9 C° et en été elles dépassent 35C°.

1.2.1.1. Les données climatiques

Le climat est un agent puissant de la pédogénèse, on remarque que les domaines pédologiques

coïncident avec les données climatiques (sols des zones arides, sols des climats méditerranés...). Les principaux paramètres retenus sont la température de l'air, les précipitations, l'évapotranspiration et le vent. On s'est basé sur les données climatiques recueillies, au niveau de la station météorologique de Skikda (port). Cette dernière est la plus Proches de la région d'étude.

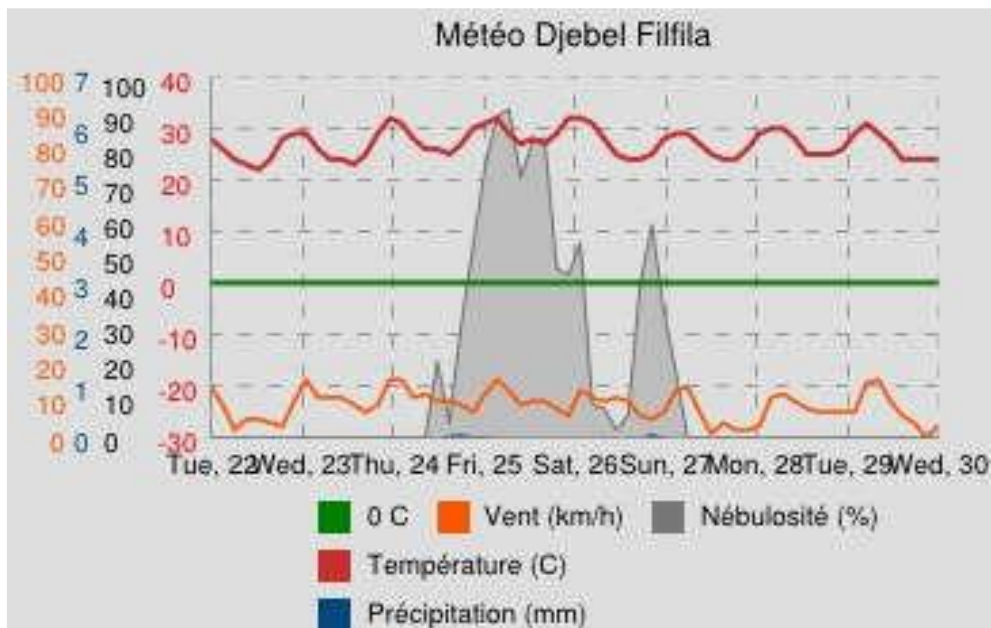


Figure 08 : La météo du Djebel Filfila, de 22 à 27-07- 2014.

1.2.1.2. Les précipitations

La **figure 09**, montre une grande irrégularité des précipitations mensuelles moyennes, et varient de 1.72 mm (Juillet) à 129.37 mm (Décembre).

Il ressort ainsi que les pluies commencent à tomber en automne, et continuent en grande quantité en hiver puis diminuent en été.

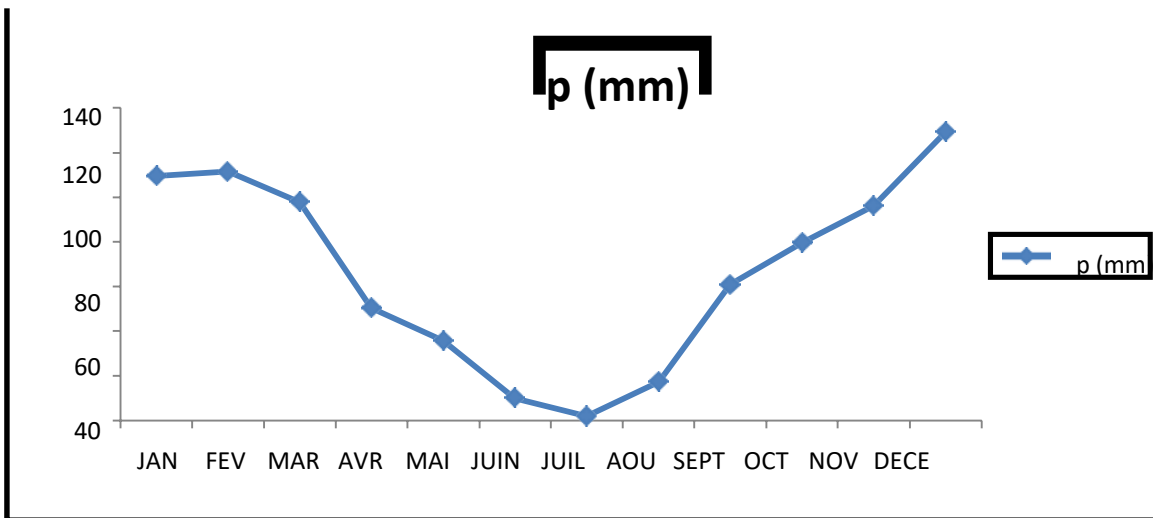


Figure 09 : La Pluviométrie De la wilaya de Skikda (2005-2015) DSM, 2016.

1.2.1.3. La température

- On constate d'après le tableau 1 de l'annexe 1, que la température maximale varie entre 15.75 et 29.09 °C et que la température minimale varie entre 8.68 °C et 22.77 °C (figure 10).
- En été la température reste relativement modérée.
- En hiver. Elles sont toujours inférieures à 15 °C, ce qui peut provoquer des dégâts sur les végétaux.

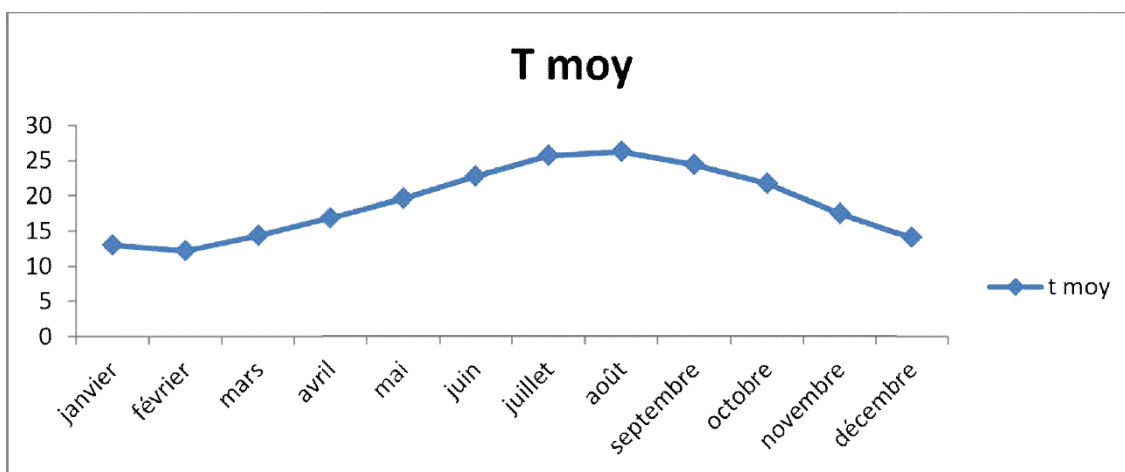


Figure 10 : Graphe de la Température Moyenne De Skikda (2005-2015).
DSM, 2016

1.2.1.4. L'humidité de l'air

La moyenne maximale est enregistrée pendant le mois d'Avril ou elle atteint 71.50 %, la plus faible est celle du mois du juillet avec 67.73% comme valeur moyenne mensuelle (**Figure 11**). Au cours de l'année, l'humidité de l'air reste relativement élevée, elle prend une valeur de 70.10% comme moyenne annuelle.

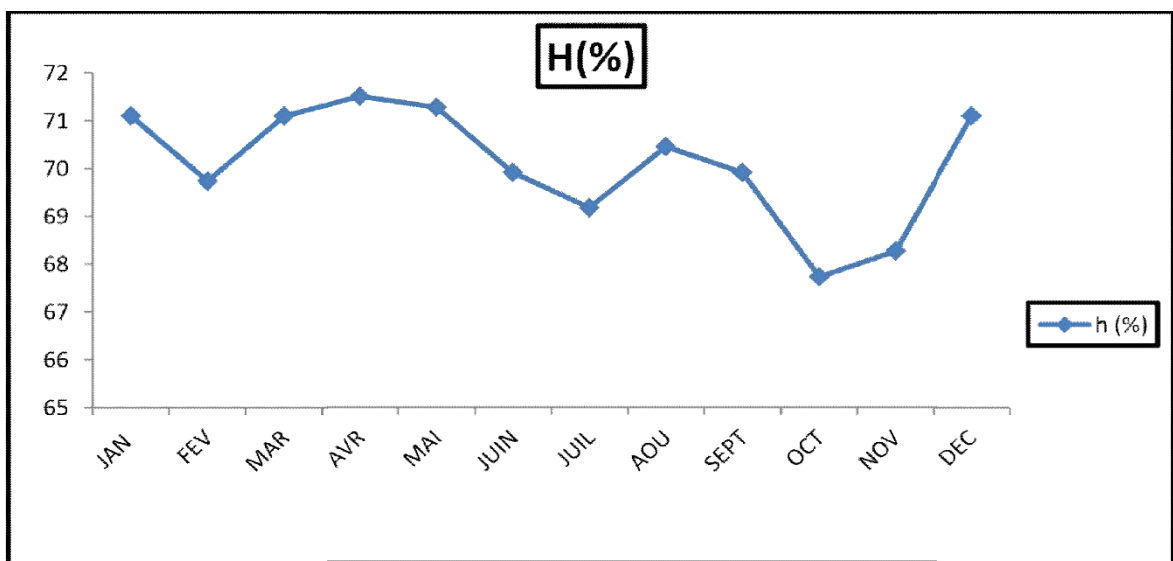


Figure 11 : Valeurs mensuelles des humidités (2005-2015) DSM, 2016.

1.2.1.5. L'évapotranspiration (E)

D'après la **Figure 12**, l'étendue de l'évaporation au niveau de la région peut atteindre un maximum de 90.91 mm durant le mois d'Avril, et un minimum de 45.76 mm durant le mois de Février. L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de 67.54 mm et atteint un total de 810 MM.

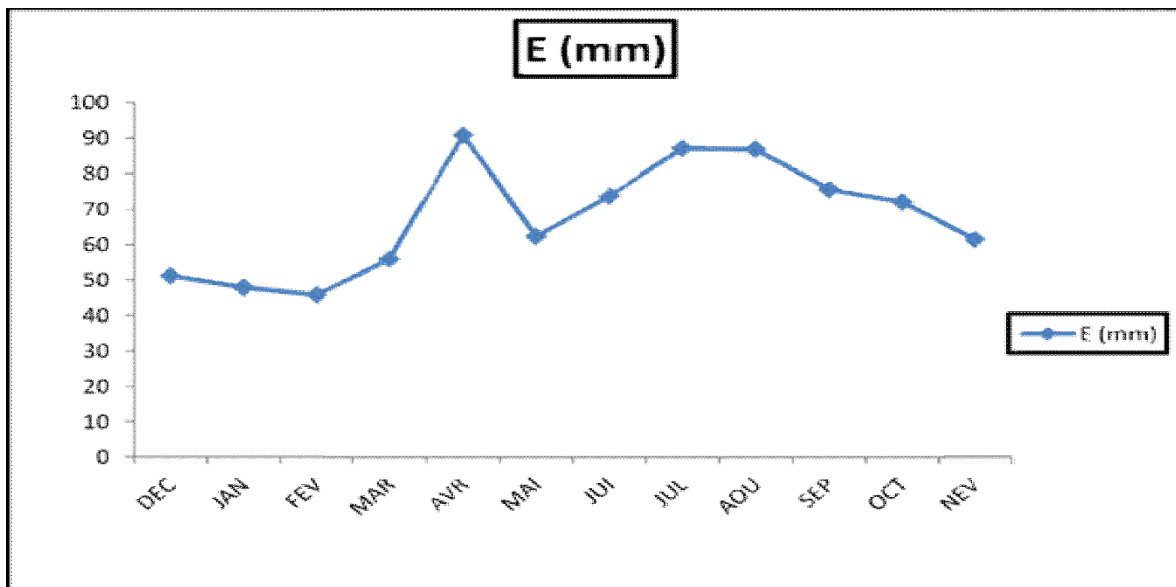


Figure 12 : L'évaporation Moyenne Mensuelle (2005-2015) DSM, 2016

1.2.1.6. Le vent

D'après la Figure 13, la vitesse maximale moyenne du vent est enregistrée durant le mois d'Octobre avec 6.59 m/s, et une vitesse minimale moyenne de 2.83/s durant le mois d'Aout.

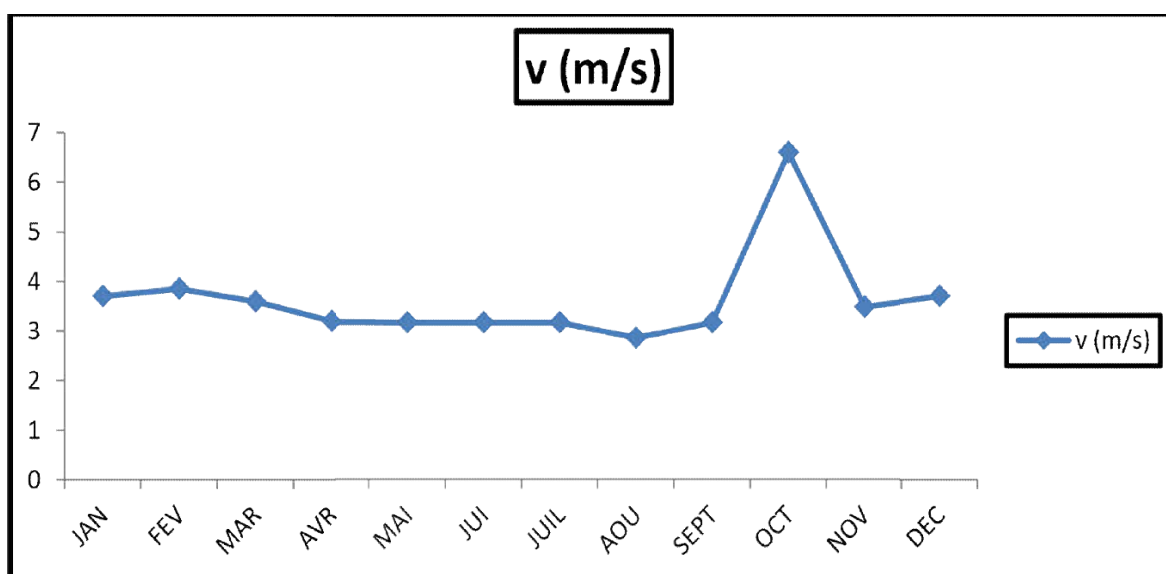


Figure 13 : La Vitesse du Vent(2005-2015) DSM, 2016.

1.2.1.7. L'évapotranspiration

C'est la quantité globale d'eau transpirée par la plante et évaporée par le sol. D'après la figure 6, on observe que l'évapotranspiration est faible en automne et en hiver et commence à augmenter au printemps et atteint le maximum en été (181.36mm pendant le mois d'août).

Figure 14.

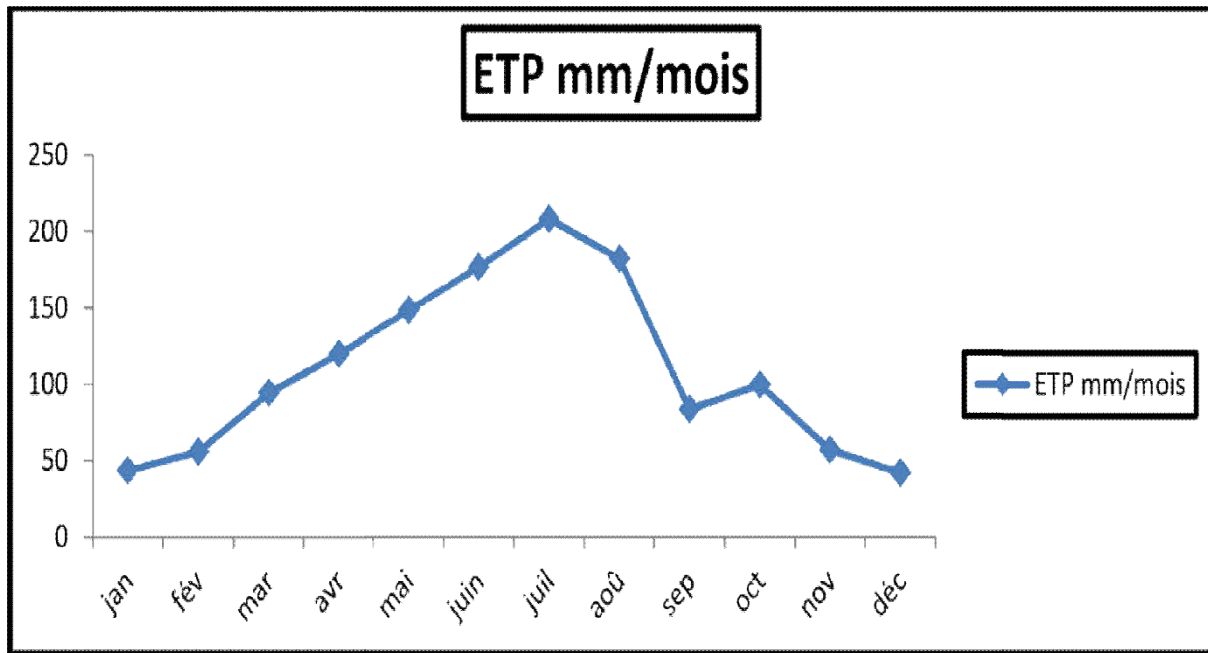


Figure 14 : L'évapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)
DSM, 2016

1.2.1.8. L'insolation

La **Figure 15**, montre que le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est d'environ 234.77 heures. Ce qui correspond approximativement à 7.5 heures par jour. Le phénomène est régulier passant d'un minimum en décembre de 127.41 heures à un maximum en Juillet de 353.71 heures.

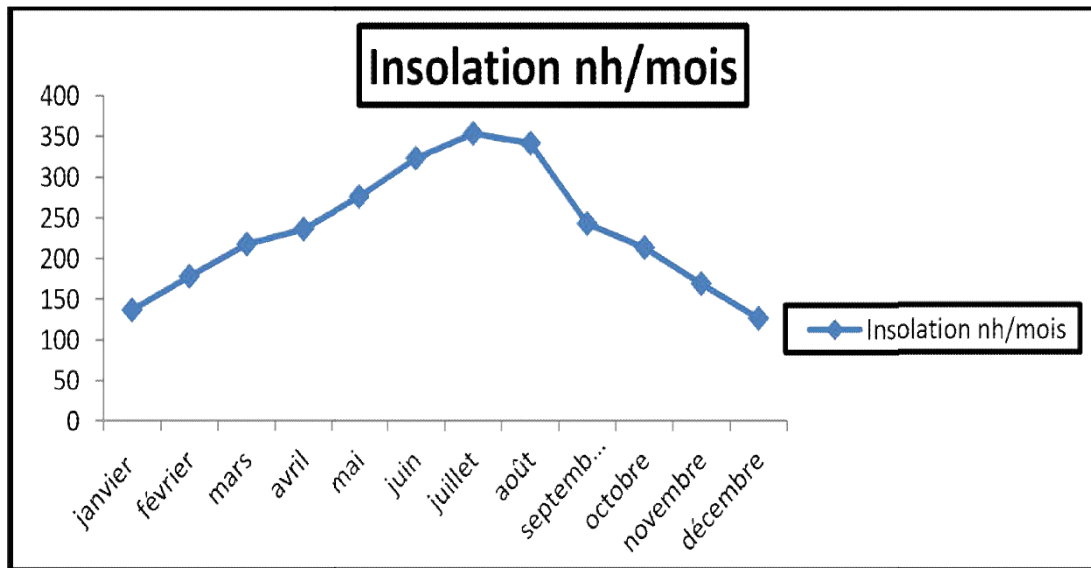


Figure 15 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015) DSM, 2016.

1.3. Végétation

Dans la zone de Larbi Ben M'Hidi (commune de Skikda), se trouve un maquis littoral qui constitue une ceinture végétale s'étendant du poste 1 au poste 5. Ce maquis est constitué de plusieurs espèces arbustives caractéristiques de la dune littorale, notamment *Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Calicotom spinosa*, *Retama retam*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europaea*, *Chamaerops humilis* et *Ephedra fragilis*. Quelques espèces exotiques sont aussi retrouvées dans les zones perturbées du maquis notamment *Acacia saligna*, *Ricinus communis*, *Nicotiana glauca*, *Opuntia ficus-indica*, *Melia azedarach* et *Anredera cordifolia* (Sakhraoui et al., 2019a ; 2019b).

Les zones internes de la cité sont essentiellement des terres cultivées où des cultures maraichères sont pratiquées chaque année. Quelques vergers d'agrumes, datant de l'époque coloniale, sont encore exploités par les habitants. Cependant, quelques parcelles incultes existent parmi les habitations ou encore autour des champs où les reliques de la végétation autochtone continuent à proliférer, notamment *Lavandula stoechas*, *Marrubium vulgare*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus oxyacantha* et *Halimium halimifolium*. Les agriculteurs emploient également quelques espèces exotiques comme brise-vent telles que *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus rudis* et *Casuarina equisetifolia*. Au-delà de ces champs, se trouve la forêt de chêne liège (*Quercus suber*) ou du moins ce qui reste de la forêt d'origine, située au sud de la cité

partagée avec le village de Salah Chebel rattaché à la commune de Hamadi Krouma. Cette forêt a été largement dégradée par les habitants installés sur place qui ont supprimé la végétation indigène pour y constituer des jardins. Un nombre très restreint d'espèces autochtones subsistent encore au bord de ces jardins comme *Quercus suber*, *Clematis flammula*, *Myrtus communis*, *Ampelodesmos mauritanicus*, *Rhamnus aeternus*, *Smilax aspera*, *Genista ulicina*, *Cytisus salvifolia* et *Cytisus monspelliensis*.

1.4.1. Diagramme de Gaussen

L'analyse des températures et des précipitations permet de mettre en évidence la durée des périodes pluvieuses et des périodes sèches par la courbe ombrothermique de Gaussen. Pour Gaussen, un mois est sec si le rapport entre les précipitations mensuelles P exprimées en millimètre et la température moyenne T°C exprimée en Celsius est inférieur ou égal à 2 ($P \leq 2$).

Le diagramme pluviométrique est établi pour les années 2005 jusqu'à 2015.

Le diagramme ombrothermique de Gaussen (figure 9) présente deux périodes humides, la première débute de janvier et se termine au mi-mars, la seconde s'étend de novembre jusqu'à décembre. Une seule période sèche qui s'étale sur six mois, de mi-mars à fin septembre. C'est le parfait type méditerranéen. Voir la **Figure 16**.

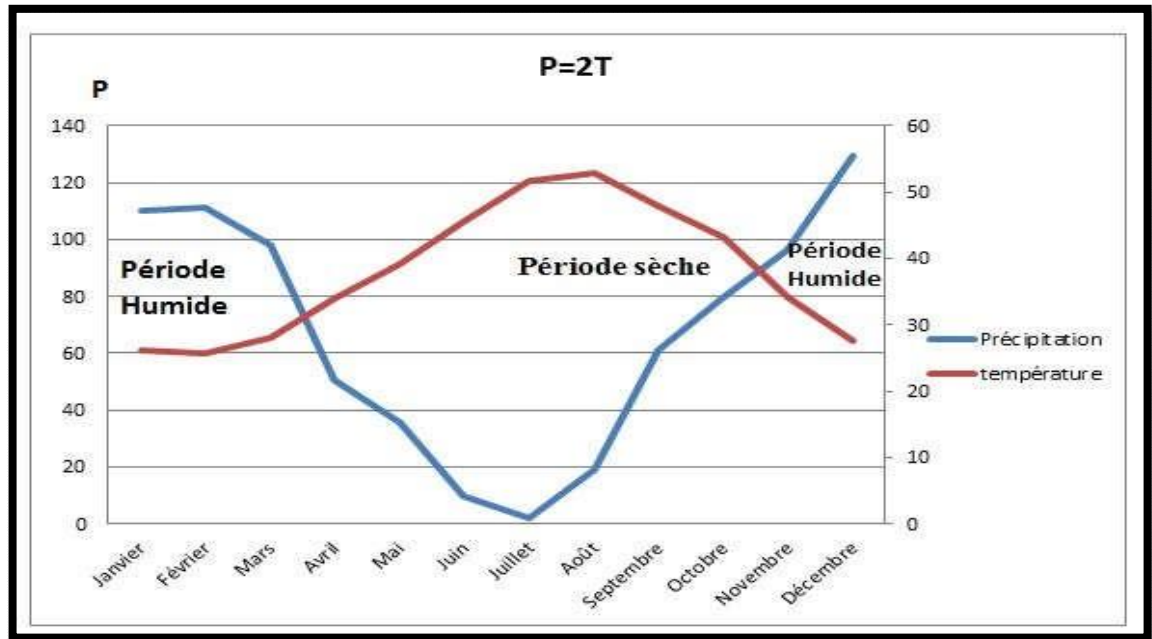


Figure 16 : Diagramme De Gausse pour (2005 à 2015) DSM.

1.4.2. Climagramme d’Emberger

La formule du quotient pluviométrique d’Emberger a été modifiée par Stewart (1969) et est comme suit :

$$Q=3.43.P/(M-m)$$

Equation 1

Avec :

Q : Quotient pluviométrique d’Emberger.

P : Pluviométrie annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (C).

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid(C).

$$Q=3.14 (800.6)/(29.68-8.60)=119.25$$

En rapportant cette valeur sur le climagramme d’Emberger (Figure 10) nous notons que la région de Skikda se situe dans l’étage bioclimatique subhumide à hiver chaud et se caractérise par des précipitations considérables, une grande luminosité et une évaporation moyenne.

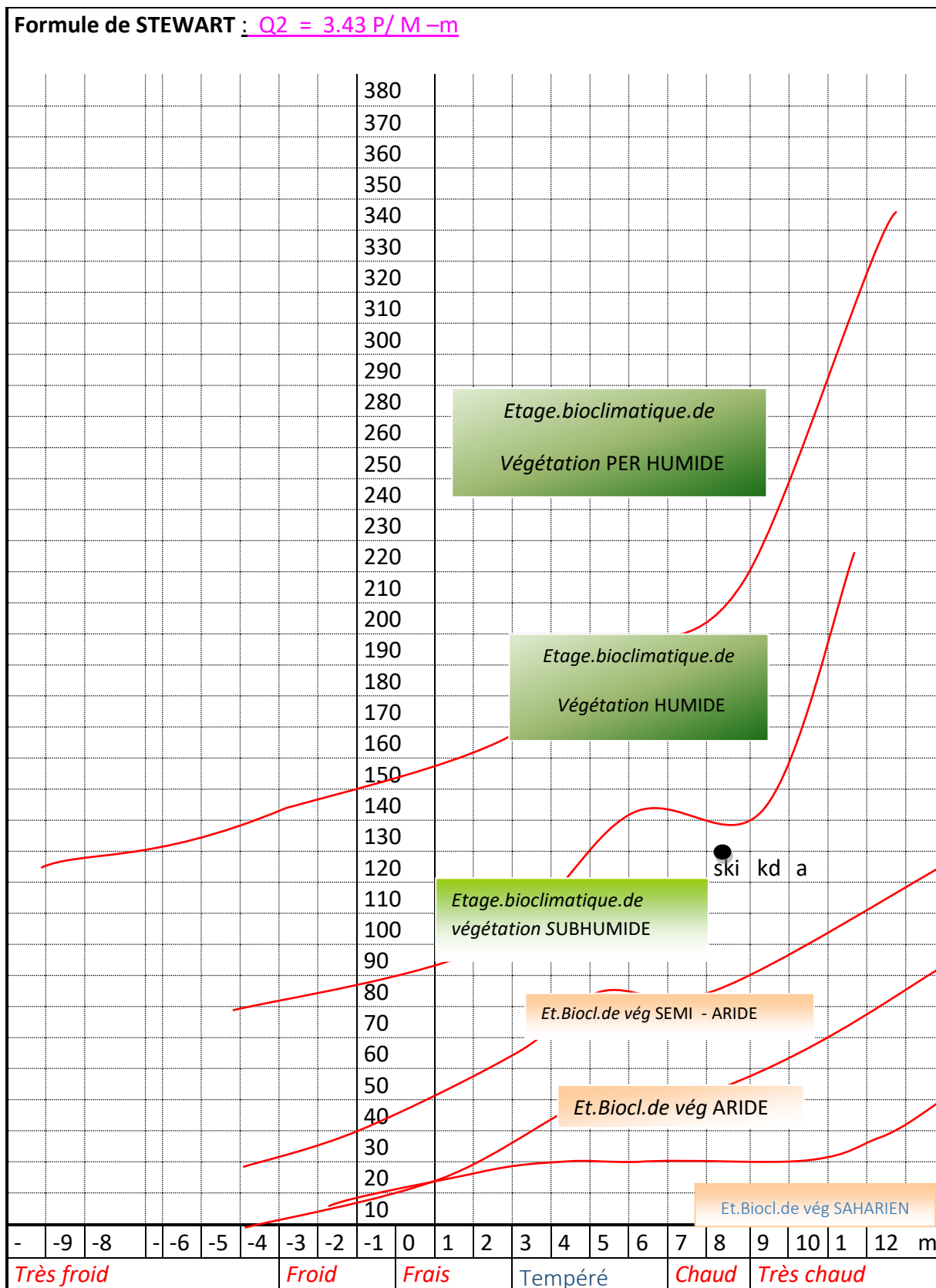


Figure 17 : Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015

1.5. Géologie régionale

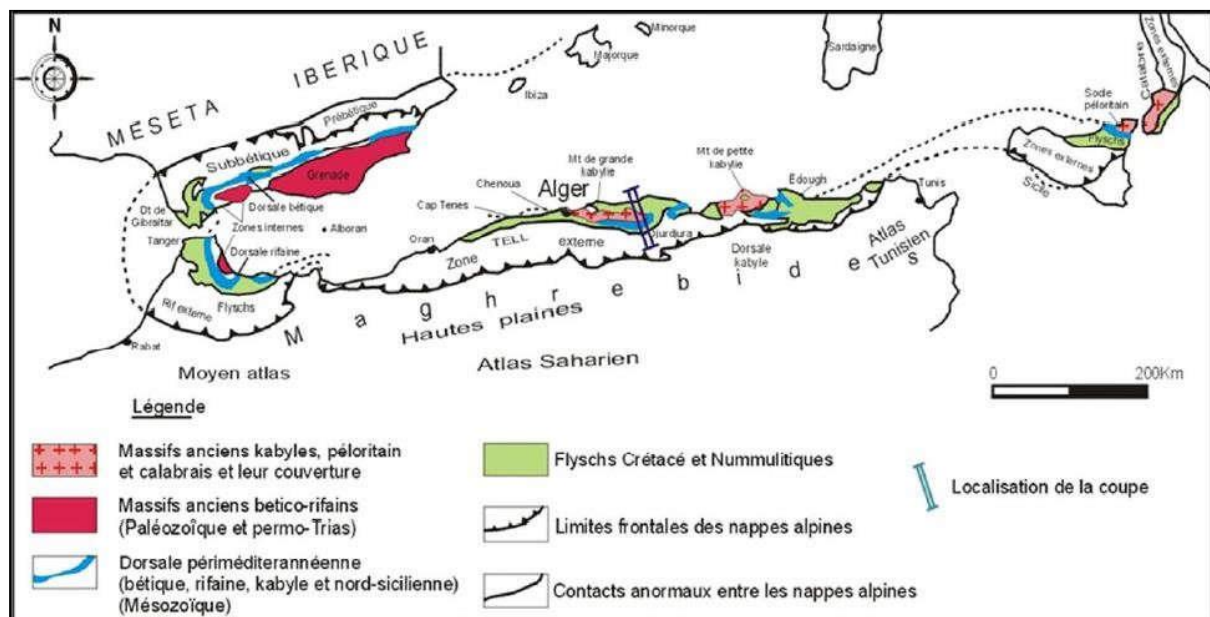
La région d'étude (L'Arbi Ben M'hidi) fait partie du socle kabyle (Durand DelgaM.1969), entité paléogéographique du domaine interne de la chaîne Alpine ou de Maghrébide en Algérie du Nord-orientale.

L'édifice orogénique de cette dernière s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km, depuis l'Espagne du sud jusqu'à l'arc Calabro-Sicilien en Italie. D'après Wildi . (1983), la chaîne du Maghrébide est le résultat de la convergence et de la collision d'un élément de la marge Sud européenne avec la marge Nord-Africaine d'un bassin Téthysien Maghrébin, qui faisait communiquer la Téthys avec l'Atlantique central.

1.5.1. Les ensembles sédimentaires

La chaîne Alpine en Algérie est caractérisée par des structures en nappe à vergence sud dominante, ces nappes sont issues de trois domaines paléogéographiques (Raoult J. F. 1974), du Nord au Sud, on peut différencier trois grands domaines distincts :

Figure 18.



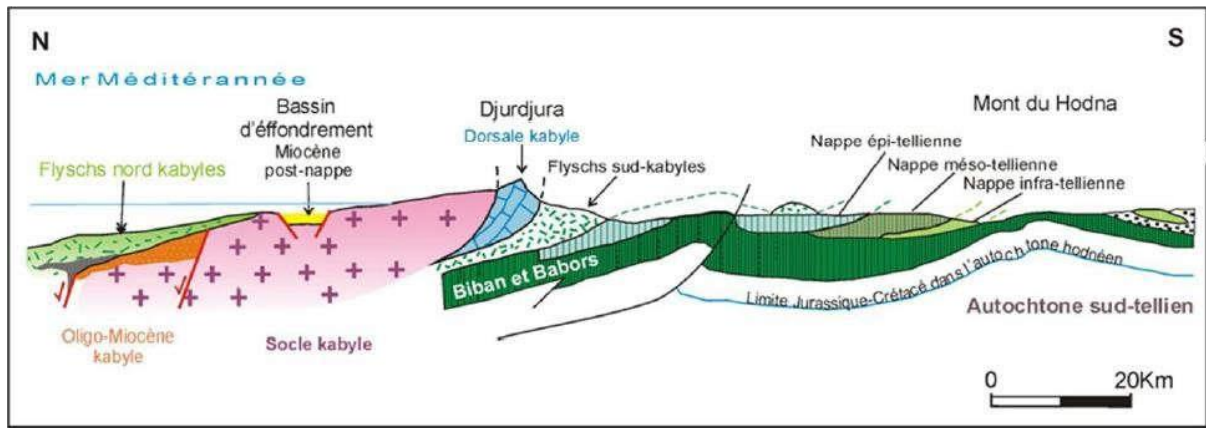


Figure 18 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides avec une coupe transversale de la grande Kabylie. (Durand Delga et Frontboté, 1980).

1.5.1.1. Le domaine interne

Il est formé par des éléments issus de la dilacération d'une zone septentrionale nommée sous plaque méso-méditerranéenne. Il est représenté en Algérie du Nord par un Chaplet de massifs anciens d'Age Précambrien à Carbonifère (socle cristallophyllien), dont les massifs les plus importants d'Est à l'Ouest sont : les massifs de la grande et de la petite Kabylie, le massif de l'Edough, le massif d'Alger et le Chenoua. (Durand-Delga M. 1980).

Le socle kabyle est bordé au sud par les unités Mésozoïques et Cénozoïques de la dorsale Kabyle, le socle est par endroits recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'Age Oligocène supérieur au Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle.

Les terrains cristallophylliens du socle kabyle et leur couverture sédimentaire (dorsale kabyle) sont charriés sur une trentaine de kilomètres sur des terrains Mésozoïques et Paléogènes, comme en témoin, les fenêtres de Filfila, Safia et Beni-Touffout (Vila, 1980). Ce domaine ne dépasse jamais quelques kilomètres de largeur, il comporte les unités suivantes :

a. Le socle kabyle

D'après Raoult (1974), Bouillin (1977), et Wildi (1983) : le socle kabyle désigne toutes les formations Paléozoïques qui servent ou qui ont servi de substratum à la chaîne calcaire. Il est composé de massifs cristallophylliens de terrains anciens (Protérozoïques et Paléozoïques) affectés par un métamorphisme mésozonale à Catazonale (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire Paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique. Ce socle comporte de bas en haut :

- ✓ Un ensemble cristallin profond appartenant au faciès des granulites de 1000 m.
- ✓ Un ensemble gneissique admettant des intercalations de quartzites, d'amphibolites, de marbre et de proxénètes.
- ✓ Un ensemble phylladitique constitue d'une couverture sédimentaire Paléozoïque du socle cristallin, post- métamorphique de l'ensemble gneissique, qui comporte une granitisation (un métamorphisme de basse pression avec une zone inférieure à biotite et une zone supérieure à chlorite), il comporte les termes d'Ordovicien, Silurien, Dévonien, Carbonifère inférieur.
- ✓ En petite Kabylie, ce socle s'étend sur plus de 150 kilomètres le long du littoral (Méditerranée), il affleure dans trois zones bien distinguées :
 - ❖ Au cap Bougaroun Nord, où il est traversé par des venues microgranitiques Miocènes.
 - ❖ A l'Est, entre Skikda et Jijel, il chevauche des flyschs et les unités du domaine externe, avec un allongement plus de 30 km.
 - ❖ Entre Skikda et Guelma où le socle est lié à la dorsale Kabyle et charrié avec elle.

b. La dorsale kabyle

Parfois appelée "la chaîne calcaire" du fait de la sédimentation carbonatée dominante (Glangeaud L. 1933).

L'appellation de dorsale Kabyle a été introduite par Durand-Delga M. en (1969), et représente la couverture méridionale du socle de la grande et petite Kabylie. Elle se développe sur près de 90 km, on peut la suivre de façon continue depuis le Djebel Abiod au Sud de Annaba jusqu'au Djebel Sidi Driss au Nord de Constantine.

Les raisons de la disparition de la chaîne calcaire dans la partie occidentale de la petite Kabylie peuvent être multiples : érosions anciennes (Crétacées ou Éocène), recouvrement par le charriage du socle kabyle. (Bouillin J. P. 1977).

La dorsale kabyle se présente sous forme des lambeaux écaillés alignés suivant une direction Est-Ouest d'Age Permo-Triasiques à Éocène moyen (Lutétien). (Raoult J. F. 1974). Du point de vue lithologique, ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Éocène, des dolomies du Trias au Lias inférieur et des grès du Permo-Trias.

En petite Kabylie, la dorsale kabyle a été subdivisée du Nord au Sud en trois souschaînes, qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale interne, médiane et externe. (Vila J. M. 1980).

En général, les faciès traduisent des conditions de sédimentation de plus en plus profondes lorsque l'on passe des formations de la dorsale interne (dépôts littoraux ou épicontinentaux) à celles de la dorsale médiane (dépôts marneux et plus profonds du Crétacé à l'Éocène), puis aux formations de la dorsale externe (qui montrent souvent des radiolarites au Dogger-Malm). (Bouillin J .P. 1986).

1.5.1.2.La chaîne calcaire interne

Elle montre une sédimentation conglomératique à la base, et des calcaires massifs riches en microfaune benthique au sommet, dont l'Age va de Permo-Trias au Néocomien avec une puissance de 30 à 70 m, la sédimentation a été interrompue par la phase du Lutétien supérieur.

1.5.1.3.La chaîne calcaire médiane

Elle comporte une sédimentation marno-calcaire à microfaunes pélagiques du Crétacé supérieur au Lutétien. Les calcaires de la chaîne médiane ne sont pas de forme massive.

1.5.1.4.La chaîne calcaire externe

Elle se caractérise par une sédimentation détritique grossière à forte épaisseur du Lias inférieur avec une puissance de 100 à 400 m.

Cette chaîne est souvent confondue avec le flysch mauritanien, Vila J. M. (1980), a pensé que ; la limite est arbitraire à partir du Crétacé.

1.5.2. Le domaine des flyschs

Ce domaine est constitué par des nappes de flyschs Crétacés-Paléogènes, qui affleurent dans les zones littorales sur 800 km de long, entre Mostaganem et Bizerte (Tunisie). Il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde (de plaine abyssale) mis en place par des courants de turbidités. Il est composé de terrains d'Age Crétacé à Éocène à dominance carbonatés empilés en nappes. Selon leurs positions, nous distinguons du Nord au Sud deux grands groupes de flyschs : les flyschsmaurétaniens et les flyschsmassyliens auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flyschs plus récent, les flyschs numidiens d'Age Oligocène supérieur-Burdigalien inférieur :

1.5.2.1. Le flysch maurétanien

Ce type de flysch est relativement épais et occupe une position septentrionale interne dans le domaine des flyschs, superposés aux massifs kabyles, c'est-à-dire rétrocharriés sur les zones internes (vers le Nord), il montre une alternance de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série ne débute pas des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène. Il affleure sur les versants Nord de Djebel Sidi Drisse et il montre à sa base des radiolarites.

1.5.2.2. Le flysch massylien (ou Albo-Aptien d'après Glangeaud L. 1933)

Ce type de Flysch occupe une position externe dans le domaine des flyschs sous forme de masse isolées, flottant sur le Tell et charriées jusqu'à une centaine de kilomètres au sud. Il est formé essentiellement par des pélito- quartzitiques des couleurs vertes, datées de Crétacé inférieur à l'Éocène et surmontée par une série pélito-micro-bréchiq ue d'Age Crétacé supérieur. (Raoult J. M. 1974). Il s'étend essentiellement sur le versant Nord du Djebel Sidi Driss et au col du Kantour.

1.5.2.3. Le flysch numidien

La nappe numidienne, dont les sédiments sont postérieurs à la tectonique tangentielle fini-Éocène, elle forme un étage supérieur nettement moins tectonisé. Ces flyschs reposent anormalement à la fois sur les zones internes et sur les zones externes. Ils sont constitués de niveaux gréseux d'Age Oligocène Terminal-Aquitainien, épais de plusieurs centaines de mètres et reposent sur des argilites versicolores d'Oligocène.

En effet, les flyschs numidiens occupent la position structurale la plus haute dans l'édifice alpin, d'Age Oligocène à Burdigalien basal, (Bouillin J. P.1977). Il comporte de bas en haut :

- Des argiles, dites argiles sou-numidiennes de couleur verte, rouge ou violacée.
- Des grès à grains de quartz hétérométrique et à dragées de quartz.
- Des argiles à silex ou encore argiles supra numidiennes.

1.5.3. Le domaine externe (ou domaine tellien)

Le domaine externe représente la marge téthysienne du continent Africain. Il comporte des nappes allochtones pelliculaires et parautochtones ayant subies à une tectonique tangentielle

majeure d'Age fini-Lutétien (Bouillin J .P. 1977). Il est constitué principalement de marnes d'Age Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de kilomètres vers le Sud, classiquement il a été subdivisé du Nord au Sud en trois grandes séries :

1.5.3.1.La série tellienne

Elle est issue du sillon tellien, elle a été subdivisée par des phases tectoniques Tertiaires en trois grandes unités, dont les limites suivent à peu près les lignes paléogéographiques du Crétacé, du Paléocène et du l'Éocène, du Nord au Sud sont les suivantes :

a. L'unité ultra-tellienne

Se caractérise par un faciès essentiellement marnocalcaire de teinte claire allant du Crétacé au Lutétien. Elle présente des caractères proches de ceux du flysch massylien, elle n'est pas connue que dans la Tunisie et dans l'Est Algérien où elle affleure sur les versants Nord du Djebel Sidi Driss.

b. L'unité centralo-tellienne (ou tellienne au sens strict)

Elle est représentée par des formations marneuses dominantes, épaisses, de teinte noire, du Trias au Lutétien, plus ou moins riche en dépôts terrigènes, elle affleure près de M'cid Aicha et à l'oued El-Kebir (Durand-Delga M. 1969).

c. L'unité péni-tellienne

Elle comporte des facies très carbonatés du Crétacé supérieur à l'Éocène, elle présente des caractères proches de ceux du néritique Constantinois, elle affleure aux Djebels Chattaba, Grouz. (Vila J. M. 1980).

1.5.4. La série de l'avant pays allochtone

Ce sont des séries localement écaillées qui supportent les nappes du tellien externe au Nord, et qui surmontent l'autochtone Nord Aurésien, Vila J. M (1980) a distingué trois grandes unités :

1.5.4.1.L'unité sétifienne

Présente un caractère de plateforme subsidente et ne représente des variations qu'à leur partie méridionale.

1.5.4.2.L'unité de l'avant pays allochtone constantinois

Elle est représentée par la série néritique constantinoise au Nord et la série de type Sellaoua au Sud.

1.5.4.3.L'unité des confins Algéro-Tunisien

Montrent une sédimentation analogue à celle des nappes telliennes ou à celles des séries septentrionales de type Sellaoua.

1.5.5. La série de l'avant- pays Atlasique autochtone

Elle constitue les monts du Hodna et du Bélezma, le Nord des Aurès et la zone des diapirs (Vila J. M. 1980). Ce sont des séries Mésozoïques très épaisses, très homogènes de plateforme subsidente envahie par une sédimentation gréseuse au Berriasien-Aptien.

1.5.6. Les ensembles magmatiques

Le massif de la petite Kabylie est caractérisé par la présence d'un magmatisme Précambrien à Mésozoïque ancien de l'Oligocène tardif et celui calco-alcalin d'Age Miocène, qui perce le socle et sa couverture en plusieurs endroits. Sur le littoral Algérien, cette activité magmatique s'est traduite par la mise en place des granitoïdes intimement liés dans l'espace et dans le temps à un volcanisme essentiellement andésitique (Fougnot J.1990), ce magmatisme est en relation directe avec le phénomène de détachement de slab et l'évolution géodynamique de la méditerranée occidentale et des chaînes Alpines périméditerranéennes (Maury P. et al, 2000), il s'agit principalement des granites de Beni Touffout, de Bougaroun, et de Filfila.

1.5.6.1.Le granite de Beni Touffout

D'après les travaux d'Ouabadi A. (1994), il s'agit essentiellement de granitoïdes et de monzogranites intrusifs à biotite-cordiérite, ce corps intrusif recoupe les terrains Mésozoïques sur lesquels le socle est charrié. Il est représenté par un massif d'Age Oligocène tardif (la méthode K/Ar a donné un Age de 22 Ma), de forme grossièrement quadrangulaire et d'une superficie de 60 km² environ, il s'étirant dans la direction méridionale.

Le métamorphisme de contact engendré dans les terrains sédimentaires Mésozoïques, se traduit par l'apparition de minéraux tels que l'andalousite et la cordiérite. (Bouillin J. P. 1977).

1.5.6.2.Le granite de Cap Bougaroun

Le massif de Cap Bougaroun est intrusif au coeur des zones de la chaîne Alpine où il recoupe aussi bien l'édifice des nappes que les dépôts discordants post-nappes.

C'est un massif granitique est d'Age Oligocène tardif de forme grossièrement ovoïde

et d'une superficie de 200 km² environ. Il est allongé suivant un axe orienté Nord-est et Sudouest, parallèlement aux structures régionales.

À sa bordure, il induit dans son encaissant des déformations (schistosités, plis, linéations) et un métamorphisme de contact atteignant le faciès de cornéennes à hornblende (Ouabadi , 1994) et (Fougnot , 1990).

1.5.6.3. Le granite de Filfila

Le granite d'Age miocène de Filfila est constitué de deux petits massifs étendus dans la direction WNW - ESE, qui suivent l'orientation générale des structures de la région. En plus, on trouve des corps de granodiorites, des dykes de granites porphyriques et des filons pegmatitiques et aplitiques ainsi que des stockscheiders. (Gharbi C. 1998).

Ces granites font l'objet de la reprise d'une exploitation sous forme de carrière à ciel ouvert. À noter que ; ce granite est celui qui a donné naissance au marbre qui fera l'objet d'une étude détaillée dans ce présent mémoire de magister. (Envisager un peu de détail sur ce granite).

1.6. Géologie locale

Le territoire d'étude est caractérisé par l'existence des ensembles sédimentaires, magmatiques et métamorphiques, occupant chacun une position et une allure tectonique bien définie (Fig 20).

1.6.1. Les ensembles sédimentaires

La partie Ouest de la région d'étude est représentée par la série du Paléozoïque inférieur, alors que la partie centrale est représentée par le Paléozoïque, recouvert par le Quaternaire qui se traduit par la dépression de Guerbez-Boumaiza. Les complexes para-autochtones des zones de Safia et de Filfila qui sont composés des dépôts du Mésozoïque, se trouvent au-dessus de l'extrémité Ouest du massif de l'Edough qui représente le complexe autochtone. À l'extrême Nord-est de la région de Filfila est représenté par la nappe numidienne.

1.6.1.1. Ensemble Autochtone

Cet ensemble comprend des schistes cristallophylliens d'Age Précambrien, qui forment la bordure occidentale du massif de l'Edough. Il n'affleure nulle part sur le territoire d'étude, mais probablement c'est l'équivalent de l'assise de gneiss qui est développée à l'Est du notre

territoire d'étude. Le plus important est couvert par les schistes cristallins à muscovite, séricite, grenat. On note aussi l'existence des niveaux et lentilles de marbres blancs et gris, assez fréquents. Les affleurements du massif du Boumaiza ne permettent pas de le faire une image concrète de la succession stratigraphique des différents schistes cristallins.

1.6.2. Ensemble allochtone kabyle il comprend les éléments suivants :

1.6.2.1. Paléozoïque inférieure

Il occupe des étendues considérables dans la partie Sud-ouest de la feuille de Filfila (30 Km). Ils s'étirent plus loin sous forme des bandes étroites longeant la côte jusqu'à l'embouchure de l'oued Messenger et apparaissent également dans la région de la forêt de Sanhadja : au Nord du Djebel Safia. Ces terrains se subdivisent en deux assises lithologiques.

a. Assise inférieure

Elle occupe la partie Nord du territoire, il s'observe dans la région de Kef Dorba et dans tous les bassins de l'oued Saboune, ce sont en général des séricitoschistes et chlorito schistes sériciteux gris et gris bleuâtre. L'assise inférieure renferme aussi des lentilles et parfois des petits lits de quartzite brunâtres.

b. Assises supérieures

Elle est constituée par des séricito schistes et des chloriro schistes sériciteux analogues, ainsi que par des phyllades de teinte verdâtre, des bancs de grès métamorphiques et des lits relativement rares de roches méta-volcaniques. Les grès métamorphiques sont constitués de petits grains de quartz et de plagioclase acide, mal roulés, ainsi que de séricite abondante aux feuillets orientés.

1.6.2.2. Permo trias P-T

Ils sont représentés par des grès rouges grossières et des conglomérats à dominance de quartz laiteux. Des étendues très restreintes notées dans la vallée de l'Oued Ksab.

1.6.2.3. Oligocène

C'est une assise de type de molasse, elle surmonte partout les terrains métamorphiques du Paléozoïque inférieur. Il est transgressif, avec une discordance angulaire apparente. À la base, se trouve presque partout une assise des poudingues et des brèches sédimentaires, dont le

matériel détritique est essentiellement constitué de schistes métamorphiques avec lesquels est associé de quartz laiteux.

1.6.3. Ensemble Parautochtone

Cet ensemble correspond au massif du Filfila proprement dit, dans lequel se concentre notre gisement de marbre, il occupe une superficie de 20 Km² environ, et comprend des terrains Jurassique et Crétacé affleurant dans les régions isolées, elles sont recoupées par des intrusions granitiques d'Age Néogène.

Perrin C. (1969), a distingué une série essentiellement carbonatée et une série détritique, la colonne stratigraphique comprend les terrains suivants :

1.6.3.1.Lias

Il occupe la position stratigraphique la plus basse dans l'ensemble para autochtone, il est représenté par une assise carbonato-terrigène, il débute par une série de calcaires pseudoolithiques, parfois avec des restes de brachiopodes et des bancs de dolomies, qui passent plus haut à une assise de calcaires cristallins ou des marbres massifs dont l'affleurement se dispose en une ellipse très aplatie dont le grand axe est orienté N120°.

C'est la zone centrale des marbres exploités, les niveaux supérieurs sont constitués par un niveau d'argilites (formations détritiques) à bancs et lentilles de dolomies et de calcaires. La puissance apparente de l'assise en question est d'environ 150-200m.

Le métamorphisme de ces roches carbonatées est dû à l'influence de l'intrusion de granitoïdes Néogènes avec laquelle elle est en contact, les sondages qui recoupent la zone de contact de l'assise, montre une épaisseur de 1 à 6 m métamorphosée en skarns et cornéennes.

1.6.3.2.Dogger Néocomien

Les terrains allant du Dogger au Néocomien, surmontent le Lias par des bancs de grès fins à moyens et de pélites avec une puissance de 40 m, dans le sommet de celle-ci apparaissent un horizon carbonaté varié d'une épaisseur totale de 40 à 60 m.

Les formations attribuées au Dogger d'El-Halia, sont représentées par des calcaires de couleur bleutée, la fraction pélitique ressemble plus à des schistes qu'à des cornéennes.

Les mêmes affleurements sont observés à proximité du gîte d'El-Fendeck, seulement les roches d'El-Halia sont un peu plus cristallines et le calcaire de couleur grise est franchement du cipolin (influence thermique plus grande du granite).

1.6.3.3. Aptien Albien

Les dépôts de l'Aptien-Albien sont représentés par des roches détritiques d'aspect flyschoides, (Perrin C. 1969). Ils se caractérisent par une alternance de grès et d'argiles où les grès dominent largement, de petites lentilles de calcaires et de conglomérats en intercalations sont observées mais sans aucune traces de métamorphisme de contact. Les roches sont bien fissurées à fort pendage. Ils sont apparemment concordants sur les terrains de Dogger Néocomien ! Au Nord, ces formations sont affectées par des plissements très complexes.

Les excellents affleurements de ces formations s'observent dans la partie Nord et Nord-est du massif du Filfila, où ils délimitent les falaises côtières qui s'étendent de port Châtelain à Ras Filfila sur une distance de 7-8 km, la puissance apparente de l'Aptien Albien quoique difficile à définir, dépasse probablement 250 m.

1.6.4. Nappe de flysch sénonien à micro-brèches

Elle comprend les terrains très particuliers du Cénomaniens et du Sénonien. Les formations de la nappe en question se trouvent au-dessus de celles de la Marsa.

1.6.4.1. Cénomaniens-Turonien

C'est l'assise la plus ancienne connue dans la nappe du flysch à micro-brèche, elle est représentée par des phtanites (roche sédimentaire siliceuse et argileuse, montrant parfois quelques radiolaires) et des argilites d'une puissance et d'extension très limitée.

1.6.4.2. Sénonien K6

Il se trouve au-dessus du Turonien, représenté par une assise finement litée dans laquelle alterne les argilites, marnes argileuse et méso brèches, des petites étendues sont localisées dans la région de Kat Ben Hadeff et probablement dans KoudiatDjebana, où il est pratiquement impossible de différencier le Cénomaniens du Sénonien.

1.6.5. Ensemble post-nappe

Il comprend les terrains Quaternaires et la nappe numidienne

1.6.5.1. Nappe numidienne (paléogène- éocène- lutétien)

Elle se subdivise en deux assises : inférieure argileuse et supérieure de grès quartzeux :

a. **Assise inférieure (e3a)**

Elle est constituée surtout de roches argileuses, son extension est fort limitée sur le territoire d'étude (versant Ouest de KoudiatTerrara).

b. **Assise supérieure (e3b)**

Elle est constituée principalement de grès quartzeux, moyens à grossiers, lités, les grains de quartz sont d'habitude bien roulés. Les grès renferment aussi une proportion subordonnée de grains détritiques de feldspath, micas, tourmaline, minéraux métallifères.

1.6.5.2.Le quaternaire

Les terrains Quaternaires qui sont développés dans la région, se subdivisent en plusieurs types génétiques : marin, éolien, alluvionnaire et les terrains de pentes.

a. **Messaoudien Q 2**

Ils forment les hautes terrasses marines recouvrant les roches du Paléozoïque inférieur, ils sont représentés par de gros galets, fragments et blocs.

b. **Soltanien Q 5**

Il comprend deux types génétiques de sédiments étroitement liés, ce sont les sables cimentés des plages marines et les sables remaniés (resédimentés). Les sables de dunes occupent une plus grande superficie, ils sont développés surtout sur le rivage, dans la partie Nord-ouest de la feuille dans le secteur d'étude, le dépôt Quaternaire est représenté surtout par les colluvions et les argiles résiduelles, ce sont des formations récentes éluvo-diluviennes et alluviales. Sur les flancs Ouest, toute la pente a une couverture argileuse ayant une épaisseur jusqu'à 15m, l'argile résiduelle est développée aussi à l'intérieur d'un amas de marbre, ou suivant les fissures tectoniques, en formant des corps lenticulaires ayant une épaisseur de 5 m.

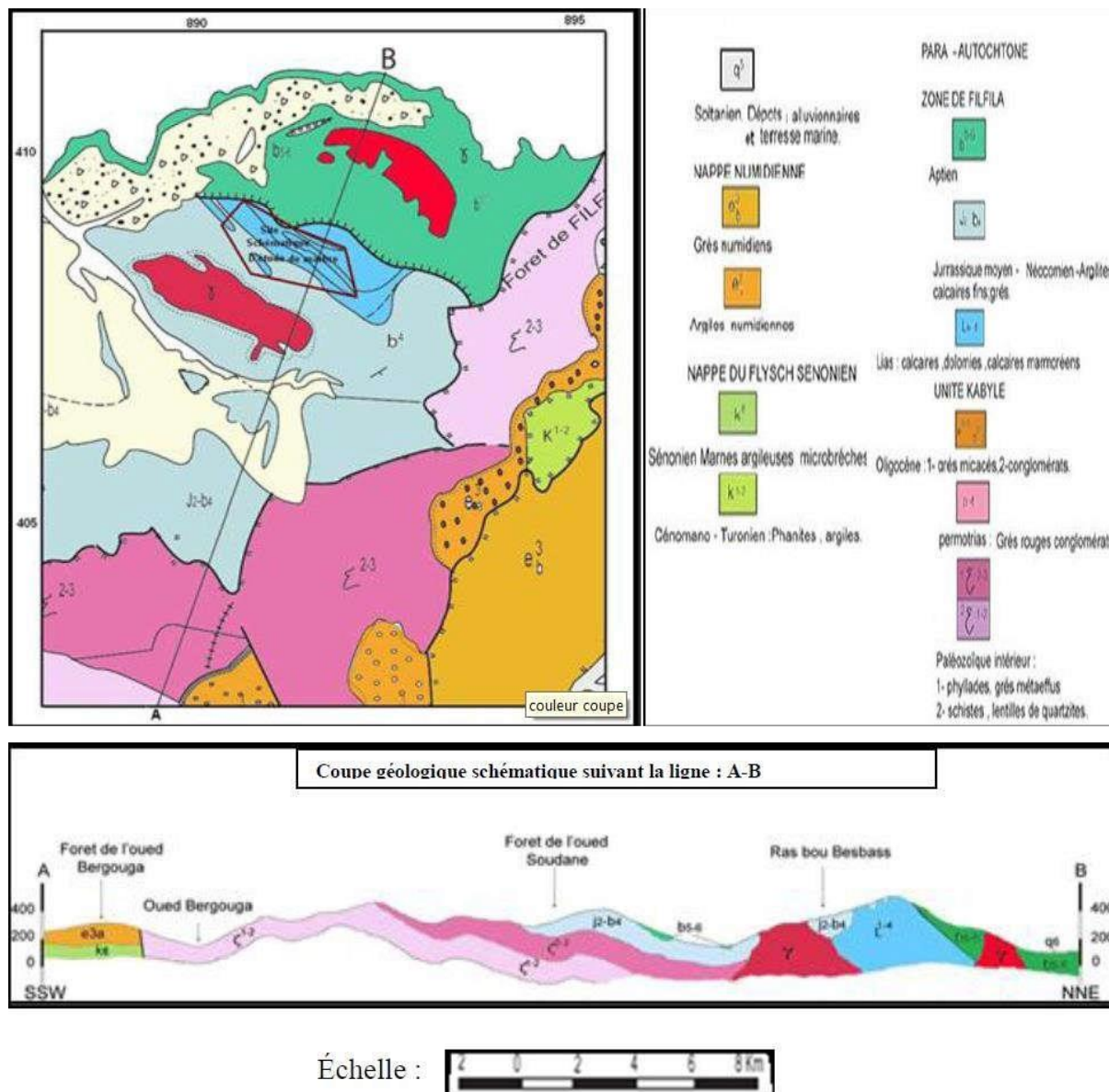


Figure 19 : Carte géologique et une coupe géologique dans le massif de Filfila. Extrait de la carte géologique de la feuille de Filfila à 1/50 000. (Tchekhovitch V. D. 1971).

2. Matériels et méthodes de travail

2.1. La méthodologie du travail

La méthodologie du travail que nous avons adapté pour notre étude comprends quatre phases indispensables :

- Travaux préliminaires.
- Travail sur terrain.
- Analyse de laboratoire.
- Classification des sols.

2.1.1. Travaux préliminaires

Concernent les informations de reconnaissance comme les cartes.

2.1.2. Réalisation des profils

C'est une opération fondamentale où on doit rafraîchir le profil choisi pour bien démarquer les horizons, accrocher le ruban mètre au sommet du profil afin de mesurer chaque horizon.

2.1.3. Description du sol

La description des sols nécessite l'utilisation d'un langage simple et précis, pour le faire il faut utiliser une fiche de description.

2.1.3.1. Les données générales

- - Numéro du profil : Le numéro du profil est indispensable pour se référer, se mémoriser et situer par suite l'observation ; il faut utiliser de numérotation simple et pratique.
- Localisation : Ici, il faut donner le maximum de précision, car elle permet de retrouver l'emplacement du sol étudié.
- La date : Il est important d'indiquer la date d'observation, elle sert de repère dans le classement des échantillons prélevés et éviter la confusion entre deux numérations des échantillons.
- L'altitude : Cette donnée ne permettra par la suite de comparer les profils entre eux et mieux comprendre la pédogénèse.

2.1.3.2. Les conditions atmosphériques

Les conditions du milieu et les caractéristiques du sol peuvent subir des variations sensibles suivent les, saisons, sec ou humide et préciser les conditions atmosphériques au moment de l'observation ou pendant la période précédente la description.

2.1.3.3. Les données concernant le milieu

Ces données regroupent : la géomorphologie, la végétation, la roche mère et matériaux organeaux, aspect de la surface du sol ; (microrelief, présence de pierres, présence des roches, érosion...).

2.1.4. Echantillonnage pour les analyses du sol

Les prélèvements des sols et les analyses de laboratoire sont faits par les étudiants Zine-eddine Djilani et Berrahail Oussama, encadrés par melle Bala sahima et melle Bounouara zohra. nous avons réalisé 4 profils pédologiques et un profil témoin (plage poste 07), qui ont fait l'objet d'une description morphologique avec identification des horizons (figure 20). Un échantillon de 1.5 à 2Kg de sol a été prélevé de chaque horizon de la profondeur jusqu' au surface pour les profils 1, 2 et 4 et concernant le troisième profil (parcelle agricole, composite) et le cinquième profil (témoin, sable de la plage), nous avons prélevé le sol à l'aide d'une tarière. Les 12 échantillons ont été ramenés au laboratoire de physique et chimie du sol de l'université du 20 aout 1955 Skikda, séchés à l'aire libre, broyés et tamisés à l'aide d'un tamis à 2mm.

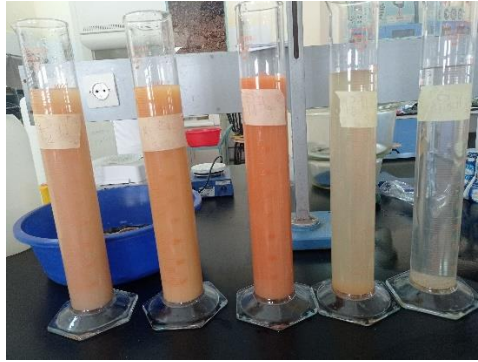


Figure 21 : colonnes de sédimentation

2.2.2. Densité apparente

La mesure de la masse volumique du sol, est un indicateur du tassement du sol et de la porosité totale du sol. Elle a été mesurée par la méthode du cylindre calibré (BAIZE, 2000)



Figure 22 : Prélèvement de densité apparente

2.2.3. Densité réelle

- Méthode de pycnomètre

2.2.4. PF

Les mesures sont généralement effectuées sur la terre tamisée

- La plaque de porcelaine est mise à tremper dans une cuvette pendant 24h.
- Siphonner l'eau contenue dans la cuvette.
-
- Placer les anneaux sur la plaque et les remplir de terre et tasser légèrement.
- Remettre l'eau dans la plaque à mis hauteur des anneaux, laisser les terres s'imbiber.
- Mettre en place dans la presse la plaque de porcelaine portante les échantillons, les connecter à l'extérieur par l'intermédiaire d'un ajutage de caoutchouc.
- Effectuer le serrage des boulons.
- Etablir progressivement la pression dans la chambre jusqu'à la valeur choisie.
- Arrêter l'appareil lorsque l'équilibre est établi.
- Glisser les échantillons dans des tares afin de les peser.
- Les remettre dans l'étuve à 105°C et peser après séchage.
- Calculer le taux d'humidité en % de terre séchée à 105°C.



Figure 23 : chambre à pression

2.2.5. Perméabilité

Les valeurs de la perméabilité sont obtenues à partir de logiciel American : Simple model to estimate field-measured. Soil water limits. Trans. ASAE 42 : 16 091 614 (Gerakids, and A. Suleiman ;1999).

2.3. Analyses chimiques et biologiques

2.3.1. Matière organique

En suivant la méthode de calcination

- Prendre le poids de la tare vide “Mo”, ajouter 10g de sol séché, noter le poids final.
- Sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (24h) à l'étuve à 105°C.
- Puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10mn et noter le poids final “M1”.
- Calciner le sol au four à moufle à 250°C pendant 4 heures.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la tare contenant le sol calciné “M2”.
- Calciner une autre fois le sol au four à moufle à 450°C pendant 4 heures.
- Laisser refroidir et peser la tare contenant le sol calciné “M3”.

La matière organique est calculé par la formule suivante :

$$MO\% = \frac{M2 - M3}{M1 - Mo} * 100$$



Figure 24 : Effervescence du sol après ajout d'eau oxygéné

2.3.2. pH

Le pH est déterminé par la méthode électromètre à l'aide d'un pH mètre à l'électrode de verre étalonné avec une solution tampon de pH connu. Le rapport terre/eau est de 1/2.5.

2.3.3. Conductivité électrique

La détermination se fait à l'aide d'un conductimètre, sa conductance mesurée entre des électrode et exprimée en us/cm. Le rapport terre/eau est de 1/5.

2.3.4. Salinité

Sa détermination se fait à l'aide d'un multimètre, sa salinité mesurée entre des électrodes et exprimée en us/cm. Le rapport terre/eau est de 1/5.

2.4. Matériels utilisés

Voir l'annexe .

2.5. Classification des sols :

La classification que nous avons utilisée dans l'étude de notre sol est :

- La classification américaine (USDA ,1975).
- La classification française (CPCS ,1967).

2.5.1. Classification Américaine (USDA ,1975)

La classification américaine (soil taxonomy classification) utilise pour la définition des unités principales, les horizons diagnostic, le concept de profil qui est une coupe plane du sol, est remplacé par celui de perdons, considéré comme un volume, dont les horizons forment les couches superposées. Le perdons se subdivise en deux horizons diagnostic principaux, l'un de surface, généralement humifère(épipedon), l'autre de profondeur, correspondant à un (B) d'altération, qui sert à identifier les ordres qui caractérisent certains groupes particuliers. (Duchaufour,2001).

2.5.1.1. Les horizons diagnostic

❖ Horizons diagnostic principaux (Epipédon)

➤ Mollique : horizon bien structuré de la couleur sombre à l'état humide

Value <3.5, chroma <3, à l'état sec chroma <5, le taux de saturation en base supérieure à

50, % CO ≥ 0.6, épaisseur > 25 cm, P₂O₅ < 250 ppm, humidité > 3 mois.

➤ Anthropique : les mêmes critères de l'épipédon mollique sauf pour la teneur de P₂O₅ > 250 ppm, il est formé par l'action de l'homme.

➤ Histique : C'est un horizon de surface constitué de matériaux organique dont le nom Histo (tissu).

➤ Umbrique : les mêmes critères de l'épipédon mollique sauf le taux de saturation base est inférieur à 50%.

➤ Plagen : horizon de surface fabriqué par l'homme, par un rapport massif et discontinue de la matière organique durant des siècles qui a favorisés l'accumulation en strates parallèles.

➤ Orchrique : peu coloré, pauvre en matière organique.

➤ Cambique : brun, altération incomplète, transformation dominante

➤ Oxyque : très colore par le fer, altération complète (Kaolinisation ; allitisation).

➤ Argilique (Bt), présence d'argile, présence de cutan, épaisseur > 1/10.

➤ Spodique (Bs ou Bh), accumulation d'amorphes organique et mnérale.

❖ Horizon diagnostique secondaires : albique (Ae décoloré), calcique (accumulation de calcium), gypsique (accumulation de Ca SO₄), natrique (argillique et sodique) placique (bande aliotique sinueuse), plinthite (hydromorphe de climat chaud, bariolé, à taches rouges), fragipan (horizon tassé, salique).

2.5.1.2. Tableau des ordres

les unités sont désignées à l'aide de racines grecques et latines: le suffixe rappelle l'ordre, un premier préfixe donne le sous-ordre, un seconde préfixe le groupe. (Duchaufour, 2001)

- Entisols (Ent), sols peu évolués son horizon diagnostic (sol alluviaux, régosols, lithosols).

- Vertisols : (Ert), ce sont des sols caractérisés par un taux d'argile élevé et présence des fentes de retrait.
- Inceptisols : (Ept), sol à horizon diagnostique se formant rapidement (imbrique ou cambique).
- Aridisols : (Id), sol de climat aride, riche en calcaire, gypse, et les sels solubles.
- Mollisols : (Oll), sol à un épipédon mollique.
- Spodosols : (Od), sol à un horizon spodique (podzols).
- Alfisols : (Alf), sol à Bt argillique, peu altérés, peu désaturés (sols lessivés).
- Ultisols : (Ult), sols à Bt argillique très altérés, très désaturés (sols ferrallitiques et ferrugineux acides).
- Oxisols : (Ox) sols à horizon oxique (sols ferrallitiques).
- Histosols : (Ist), horizon histique (turbes).
- Andisols : (And), sol riche en allumine amorphe d'origine volcanique
- Gélisols : (El) : ce sont les sols à un horizon gelé

2.5.1.3. Les unités majeures a/Ordres

il y a des ordres qui définis par :

- Présence ou l'absence d'un horizon diagnostique
- Les caractéristiques morphologiques du sol.

2.5.1.4. Sub-ordre (sous ordre)

Il y a 47 sous ordre qui mettent l'action sur :

- Les caractéristiques génétiques des sols.
- Certains épipédon diagnostiques.

2.5.1.5. Great groupe (grands groupes)

Il y a 185 grands groupes, et sont définis par :

- Les horizon diagnostique.
- Certains caractères morphologiques.

2.5.1.6.Sub-groupes(sous-groupes)

Il y a 970 sous-groupes, ils sont définis par :

- Le degré d'évolution du sol.
- Le contact lithique.
- La saturation en base et la couleur. (Boughagha R. et al.,2010).

2.5.2. La classification française (CPCS ,1967)

La classification française assez de considérer le milieu, les processus et les caractères Simultanément.

2.5.2.1.Les unités majeures

❖ **La classe** : regroupe les sols en commun les points suivants :

- Le degré d'évolution et développement du profil.
- Le monde d'altération en relation avec l'évolution des minéraux.
- La nature et la distribution de la matière organique sur l'évolution des minéraux.
- La Dominique de certains processus physico-chimique telles que l'hydromorphe, la salinité...etc.

❖ **Sous-classe** : différencie les unités de la même classe par les mêmes pédoclimatique qui s'exprime par les régimes de température et l'humidité, avec l'apparition d'autre processus de lessivage et l'acidification.

❖ **Le groupe** : et défini par les caractères morphologiques du profil correspond à des processus d'évolution du sol : différenciation de certains horizons résultant du lessivage du calcaire des éléments colloïdaux ...

❖) **Le sous-groupe** : distraction basée sur l'intensité du processus définissant le groupe, ainsi par la manifestation des processus secondaires indique par certains éléments nouveaux du profil (concrétion, taches, élargissement de la structure).

2.5.2.2.Les unités mineures

❖ **La famille** : est définis par la granulométrie, la calcaire, le PH, et la roche mère.

- ❖ **La série** : ensemble des sols qui présentant sur un matériau original de composition lithologique définie, et dans des positions comparables de paysage, le même type de profil. La série est dénommée le lieu où elle a été caractérisée.
- ❖ **La phase** : partie de la série ayant des caractéristiques des phases. Une signification importante dans le comportement des sols et leurs utilisations.

Les unités mineures sont définies à partir des critères interprétables pour l'utilisation pratique. L'une d'elle, la série de sol, est très intéressante du point de vue agronomique, les critères de distinctions retenues présentes des conséquences pour la conduite culturale.

Chapitre 03

Résultats et discussion

1. Description morphologique et analytique des profils

La description des profils, nous permettra de caractériser ces sols et d'avoir une idée globale de la nature des sols de L'ARBI BEN M'HIDI.

1.1. Description morphologique du profil 01

- **Nom du profil** : El ARBI BEN M'HIDI, verger priver (au bord de la route)
- **Numéro du profil** : 01
- **Date de prélèvement** : 31/03/2022
- **Localisation** : 36°52'07''N 6°59'10.16'' E / Altitude : 70m
- **Physiographie** : Plaine, 70 m d'altitude.
- **Topographie** : Pente : 20 %
- **Drainage** : Bon.
- **Végétation** : Eucalyptus, Olivier, Figuier, Cactacées.
- **Matériaux parentaux** : Sable consolidés.
- **Classification USDA (2014)** : Rhodoxeralf.
- **Classification CPCS (1967)** : Sols à sesquioxyde de fer.

Horizon H1 : (0 – 25 cm)

Compact, sec, couleur à l'état sec 10 YR 6/3 (pale brown), couleur à l'état humide 10YR 3/3 (dark brown), peu poreux, texture limoneux sableuse, structure polyédrique grossière, présence d'éléments grossiers (feldspath de 5 à 10 cm), enracinement moyen (racines fines, moyenne), peu de matière organique décelable, pas d'effervescence à l'HCl, transition abrupte et régulière.

Horizon H2 : (25- 90 cm)

Très compact, sec, couleur à l'état sec 10 YR 6/6 (brownish yellow), couleur à l'état humide 10YR 4/4 (dark yellowish brown), peu poreux, peu plastique, texture sableuse, structure massive, peu d'élément grossier, enracinement moyen, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière graduelle.

Horizon H3 : (90- 180 cm)

Très compact, sec, couleur à l'état sec 10YR 5/8 (yellowish brown), couleur à l'état 10YR 5/8 (yellowish brown), ferme, peu plastique, texture sableuse, structure massive, peu d'élément grossier, pas de racine, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition régulière graduelle.

Horizon H4 : (>180cm)

Très compact, sec, texture sableuse, structure massive, couleur bariolée entre rougeâtre dominant et blanchâtre, couleur à l'état sec 10YR 5/8 (yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/6 (dark yellowish brown), ferme, peu plastique, texture sableuse, structure massive, peu d'élément grossier, pas de racine, absence de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl.

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 25 :



Figure 25 : photo représentative du profil 01

1.1.1. Résultats analytiques du profil 01

Tableau 03 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 01

Horizon	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
Profondeur (cm)	(0 – 25 cm)	(25- 90 cm)	(90- 180 cm)	(>180cm)
Da (g/cm ³)	1.90	1.60	1.35	1.35
Charge en cailloux	4.17	10.60	0.74	1.63
Granulométrie	Argile (%)	16.154	7.244	35.418
	Limon (%)	14.535	33.3346	9.8173
	Sable fin (%)	7.7887	5.3381	5.1874
	Sable grossier (%)	61.5223	54.0833	49.5768
Classe texturale	Limon sableux	Limon sableux	Argile sableuse	Argile sableuse
H%pF2.5	9.3	11.67	13.68	14.67
H%pF4.2	2.37	7.58	8.95	10.60
Perméabilité (mm/h)	46.80	39.20	1.90	1.40
M.O (%)	0.66	0.96	1.418	1.661
CE (μS/Cm) 1/5	0.067	0.1052	0.0915	0.131
pH eau (1/2.5) à 25°c	6.98	7.08	7.30	7.18
Salinité	0	0	0	0
TDS	30	46	40	58

1.1.2. Discussion des résultats analytiques du profil 01

La couleur change du 10 YR 6/3 (pale brown) en surface à 10YR 5/8 (yellowish brown) en profondeur.

La structure est polyédrique grossière en surface à massive en profondeur. Avec une charge en cailloux moyenne en surface, et une faible charge en profondeur.

La texture est limono-sableuse en surface (H1- H2) et argile-sableuse en profondeur (H3-H4).

Le pH est neutre pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons et le profil est non salé.

La matière organique est faible (0.66%) en surface à moyenne en profondeur (1.66%).

Le sol est perméable pour les deux premiers horizons (H1-H2), et peu perméable pour les deux derniers horizons (H3-H4).

1.2. Description morphologique du profil 02

- **Nom du profil** : EL ARBI BEN M'HIDI, la descente.
- **Numéro du profil** : 02
- **Date de prélèvement** : 31/032022
- **Localisation** : 36°53'09.14'' N 6°58'49.05'' E / Altitude : 13 m.
- **Physiographie** : Dune, 13 m d'altitude.
- **Topographie** : Pente : 10%.
- **Drainage** : Parfait.
- **Végétation** : maquis dense (chêne).
- **Matériaux parentaux** : Dépôts dunaires (dune sableuse).
- **Classification : USDA (2014)** : Xeropsamment.
- **Classification CPCS (1967)** : Sols minéraux brut.

Horizon H1 : (0- 55cm)

Avec (0-2cm) de litière, meuble, fais, couleur à l'état sec 10YR 4/3 (brown), couleur humide 10YR 2/2 (very dark brown), poreux, non plastique, texture sableuse, structure particulaire, enracinement dense (racines fines, moyennes et grosses), matière organique assez forte décelable, pas d'éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl, transition diffuse.

Horizon H2 : (>55cm)

Meuble, sec, couleur à l'état sec 10YR 6/6 (brownish yellow), couleur à l'état humide 10YR 4/4 (dark yellowish brown), poreux, non plastique, structure particulaire, texture sableuse, peu de matière organique, peu de racines, pas d'éléments grossiers, pas d'effervescence a l'HCl,

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 26 :



Figure 26 : photo représentative du profil 02

1.2.1. Résultats analytiques du profil 02

Tableau 04 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 02

Horizon		P2H1	P2H2
Profondeur (cm)		(0- 55cm)	(>55cm)
Da(g/cm ³)		1.424	1.421
Dr(g/cm ³)		2.49	2.70
Porosité (%)		42.81	47.37
Charge en cailloux		1.85	0.40
Granulométrie	Argile (%)	10.254	10.694
	Limon(%)	1.9253	2.40
	Sable fin (%)	1.9093	1.8954
	Sable grossier (%)	85.9114	85.02
Classe textural		Sable limoneux	Sable limoneux
H%pF2.5		5.16	1.62
H%pF4.2		4.86	1.58
Perméabilité		30.50	25.70
M.O (%)		1.783	0.152
CE (μ S/Cm) 1/5		0.0695	0.0422
Salinité		0	0
pH eau (1/2.5) à 25°C		7.18	7.25
TDS		31	13

1.2.2. Discussion des résultats analytique du profil 02

La couleur change du 10YR 4/3 (brown) en surface à 10YR 6/6 (brownish yellow) en profondeur.

La structure est particulière pour les deux horizons. Avec une faible charge en cailloux.

La texture est limono-sableuse tout le long du profil depuis la surface jusqu'en profondeur.

Le pH est neutre pour tous les horizons, la CE est faible pour tous les horizons, le profil est non salé.

La matière organique est moyenne (1.78%) en surface et faible en profondeur (0.15%).

Le sol est moyennement perméable tout le long du profil.

1.3. Description morphologique du profil 03

- **Nom du profil** : El ARBI BEN M'HIDI, profil cultural (haricots).
- **Numéro du profil** : 03
- **Date de prélèvement** : 31/03/2022
- **Localisation** : 36°52'28.16'' N 6°59'04.20'' E / Altitude : 45m.
- **Physiographie** : Plaine, 45 m d'altitude.
- **Topographie** : Pente à 2%.
- **Drainage** : bon.
- **Végétation** : champ agricole d'haricots.
- **Matériaux parentaux** : Dépôts de sédiments sablonneux.
- **Classification USDA** : Haploxerept (Inceptisol).
- **Classification CPCS (1967)** : Sol peu évolué d'apport.

Horizon H1 : (0- 30cm)

Meuble, humide (zone irriguée, irrigation goutte à goutte.), sol labouré, couleur à l'état sec 10 YR 2/2 (very dark brown), couleur à l'état humide : 10YR 3/2 (very dark brown), poreux, peu plastique, structure particulaire, texture sablo-limoneuse, présence d'élément grossier (1 à 5 cm de feldspath), faible enracinement, pas d'effervescence à l'HCl, transition diffuse.

Horizon H2 : (30- 60cm)

Friable, humide, couleur à l'état sec 10YR $\frac{3}{4}$ (dark yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/4 (dark yellowish brown), poreux, peu plastique, structure particulaire, texture sableuse, pas de racines, pas d'éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl.

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 27 :



Figure 27 : photo représentative du profil 03

1.3.1. Résultats analytiques du profil 03

Tableau 05 : Résultats analytiques physico-chimiques du profil 03

Horizon		P3H1	P3H2
Profondeur (cm)		(0- 30cm)	(30- 60cm)
Da(g/cm ³)		1.659	1.71
Dr(g/cm ³)		2.67	/
Porosité (%)		37.86	/
Charge en cailloux		0.29	0.14
Granulométrie	Argile (%)	12.88	4.3862
	Limon(%)	0.56	18.3637
	Sable fin (%)	6.7901	6.8164
	Sable grossier (%)	79.7752	70.4337
Classe textural		Sable limoneux	Sable limoneux
H%pF2.5		5.44	5.51
H%pF4.2		2.93	3
perméabilité		18.30	71.10
M.O (%)		0.5937	0.407
CE (μ S/Cm) 1/5		0.0263	0.0312
Salinité		0	0
pH eau (1/2.5) à 25°c		6.75	5.5
TDS		12	14

1.3.2. Discussion des résultats analytiques du profil 03

La couleur change du 10 YR 2/2 (very daek brown) en surface à 10YR 3/4 (dark yellowish brown) en profondeur.

La structure est particulière pour les deux horizons.

La texture est sablo-limoneuse tout le long du profil. Avec une faible charge en cailloux.

Le pH est neutre à la surface et acide en profondeur, la CE est faible pour tous les horizons, le profil est non salé.

La matière organique est faible tout le long du profil.

L'horizon 1 est moyennement perméable, par contre l'horizon 2 est perméable.

1.4. Description morphologique du profil 04

- **Nom du profil** : EL ARBI BEN M'HIDI, à côté du profil cultural 03.
- **Numéro du profil** : 04
- **Date de prélèvement** : 14/04/2022
- **Localisation** : 36°52'25.04'' N 6°59'08'' E / altitude : 49m.
- **Physiographie** : Plaine, 49 m d'altitude.
- **Topographie** : pente à 5%.
- **Drainage** : bon.
- **Végétation** : Lentisque, Olivier, chêne (bordure d'un champ agricole).
- **Matériaux parentaux** : dépôts de sédiments sablonneux.
- **Classification : USDA (2014)** : Haploxerept (Inceptisol).
- **Classification CPCS (1967)** : Sol peu évolué d'apport.

Horizon H1 : (0- 20cm)

Peu compact, sec, couleur à l'état sec 10YR 6/3 (pale brown), couleur à l'état humide 10YR 3/3 (dark brown), activité intense de la faune, poreux, peu plastique, structure polyédrique moyenne, texture limoneux-sableuse, présence d'éléments grossiers, beaucoup de racines fines et moyennes, beaucoup de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition graduelle.

Horizon H2 : (20- 55cm)

Compact, sec, couleur à l'état sec 10YR 6/6 (brownish yellow), couleur à l'état humide 10YR 5/8 (yellowish brown), poreux, peu plastique, structure massive, texture sableuse, présence de quelques éléments grossiers, présence de racine d'arbre, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl, transition graduelle.

Horizon H3 : (55 – 100cm)

Peu compact, sec, couleur à l'état sec, 10YR 3/3 (dark brown), couleur à l'état humide 10YR 3/3 (dark brown), poreux, peu plastique, structure polyédrique grossière, texture sablo-argilo-limoneuse, présence de quelques éléments grossiers, présence de racine d'arbre, peu de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl.

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 28 :



Figure 28 : photo représentative du profil 04

1.4.1. Résultats analytiques du profil 04 :

Tableau 06 : résultats analytiques physico-chimiques du profil

Horizon	P4H1	P4H2	P4H3	
Profondeur (cm)	(0- 20cm)	(20- 55cm)	(55 – 100cm)	
Da(g/cm ³)	1.371	1.49	1.48	
Dr(g/cm ³)	2.26	/	/	
Porosité (%)	39.33	/	/	
Charge en cailloux	2.59	0.54	0.11	
Granulométrie	Argile (%)	14.272	17.252	16.202
	Limon(%)	17.6476	12.4132	20.7589
	Sable fin (%)	6.551	6.0492	6.9371
	Sable grossier (%)	61.5294	64.2856	56.102
Classe textural	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	
H%pF2.5	12.3	9.47	13.36	
H%pF4.2	7.53	3.626.68	10.22	
Perméabilité	15.20	10	11.70	
M.O (%)	1.843	0.9421	1.491	
CE (μ S/Cm) 1/5	0.706	1.875	0.480	
Salinité	0.1	0.8	0	
pH eau (1/2.5) à 25°c	6.45	4.90	4.80	
TDS	85	115	10	

1.4.2. Discussion des résultats analytiques du profil 04

La couleur change du 10YR 6/3 (pale brown) en surface à 10YR 3/3 (dark brown) en profondeur.

La structure est polyédrique en surface et polyédrique grossière en profondeur.

La texture est limono-sableuse tout le long du profil. Une faible charge en cailloux.

Le pH est neutre à la surface et acide en profondeur, la CE est faible pour tous les horizons, le profil est peu salé.

La matière organique est moyenne tout le long du profil.

Le sol est moyennement perméable tout le long du profil, dès la surface et jusqu'en profondeur.

1.5. Description morphologique du profil 05

- **Nom du profil** : EL ARBI BEN M'HIDI, plage poste 07.
- **Numéro du profil** : 05
- **Date de prélèvement** : 14/04/2022
- **Localisation** : 36°53'47.96'' N 7°01'11.86'' E / Altitude : 5m.
- **Physiographie** : Plaine, 5 m d'altitude.
- **Topographie** : pente à 2%.
- **Drainage** : bon.
- **Végétation** : Néant.
- **Matériaux parentaux** : dépôts de sables côtiers.
- **Classification : USDA** : Xeropsamment.
- **Classification CPCS** : Sols minéraux brut.

Horizon H1 : (0- 30 cm)

Meuble, humide, couleur à l'état sec 10YR 7/3 (very pale brown), couleur à l'état humide 10YR 5/3 (brown), poreux, non plastique, texture sableuse, structure particulière, présence d'éléments grossiers, pas de racine, pas de matière organique, pas d'effervescence à l'HCl.

Une prise de vue du profil est présentée dans la figure 29 :



Figure 29 : photo représentative du profil 05

1.5.1. Résultats analytiques du profil 05

Tableau 07 : résultats analytiques physico-chimiques du profil 05

Horizon		P5H1
Da (g/cm³)		1.51
Profondeur (cm)		(0- 30cm)
Granulométrie	Argile (%)	/
	Limon(%)	3.46
	Sable fin (%)	0.39
	Sable grossier (%)	96.14
Classe textural		sableuse
H%pF2.5		2.41
H%pF4.2		2.31
M.O (%)		0.574
Perméabilité		380
CE (μS/Cm) 1/5		0.39
Salinité		0
pH eau (1/2.5) à 25°c		4.60
TDS		85

1.5.2. Discussion des résultats analytiques du profil 05

La couleur est 10YR 7/3 (very pale brown). la structure est particulière, la texture est sableuse. avec zéro charge en cailloux, le pH est acide, la CE est faible, le profil est non salé. La matière organique est faible. Ce sol est très perméable.

2. Caractérisation des sols

2.1. Granulométrie

D'après les figures (30.31.32.33 et 34), il ressort que la texture du sol est limono-sableuse pour le premier profil avec un taux maximal de 68%, et sablo-limoneuse pour le deuxième et le troisième profil avec un taux maximal de 76%, et limono-sableuse pour le quatrième profil avec un taux de 70%, et sableuse pour le cinquième profil avec un maximum 96%. Nous avons remarqué que la texture du sol varie entre limono-sableuse et sablo-limoneuse(figure), la texture dominante est sablo-limoneuse. Le sable est la fraction dominante dans les cinq profils avec un maximum de 96% (Témoin), et un minimum de 54% (P1H3).

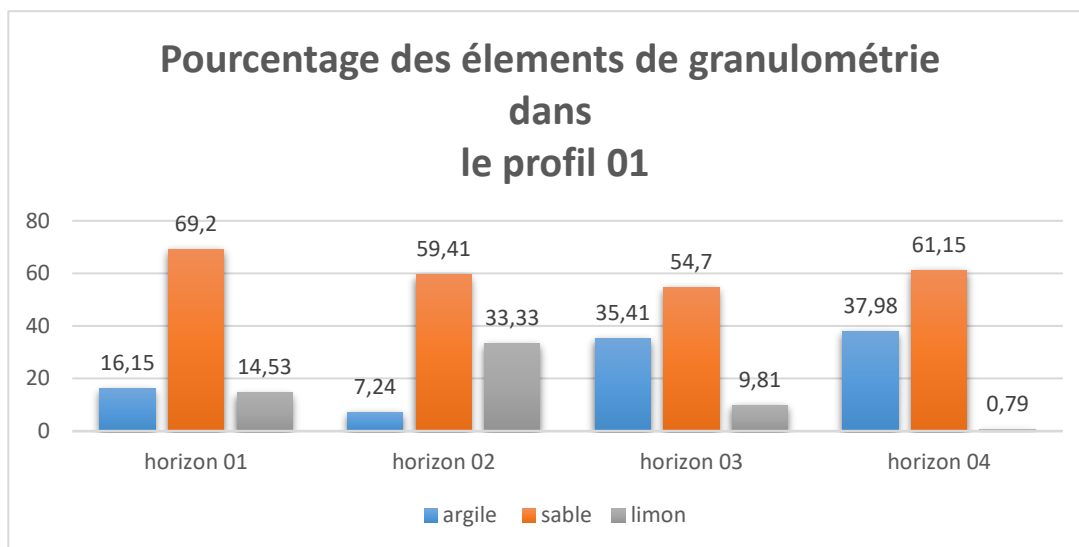


Figure 30 : histogramme représentatif des pourcentages d’éléments de granulométrie pour le profil 01

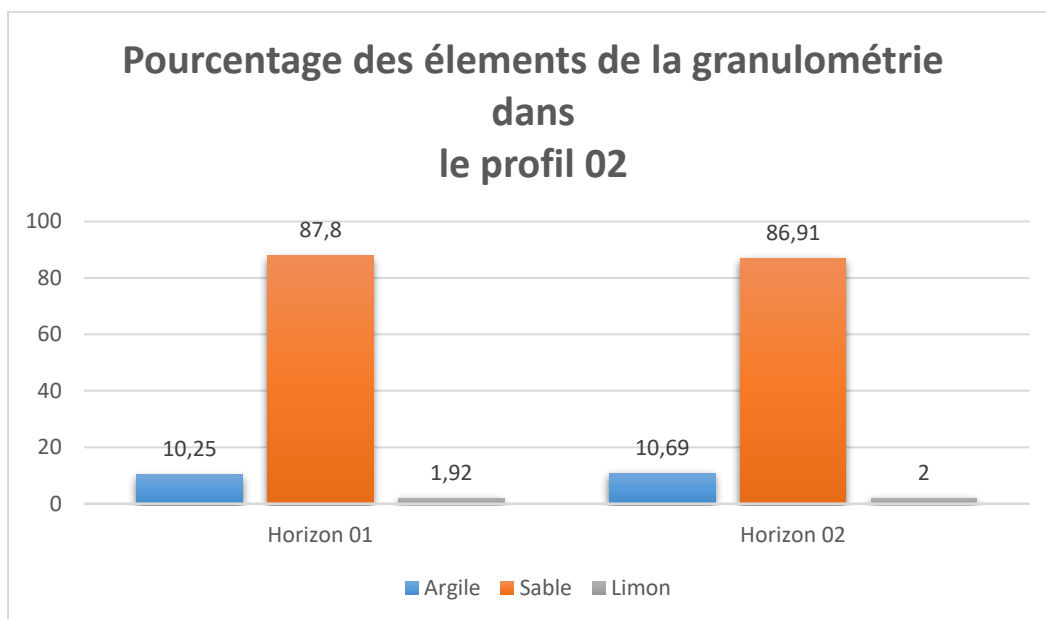


Figure 31 : histogramme représentatif des pourcentages d’éléments de granulométrie pour le profil 02

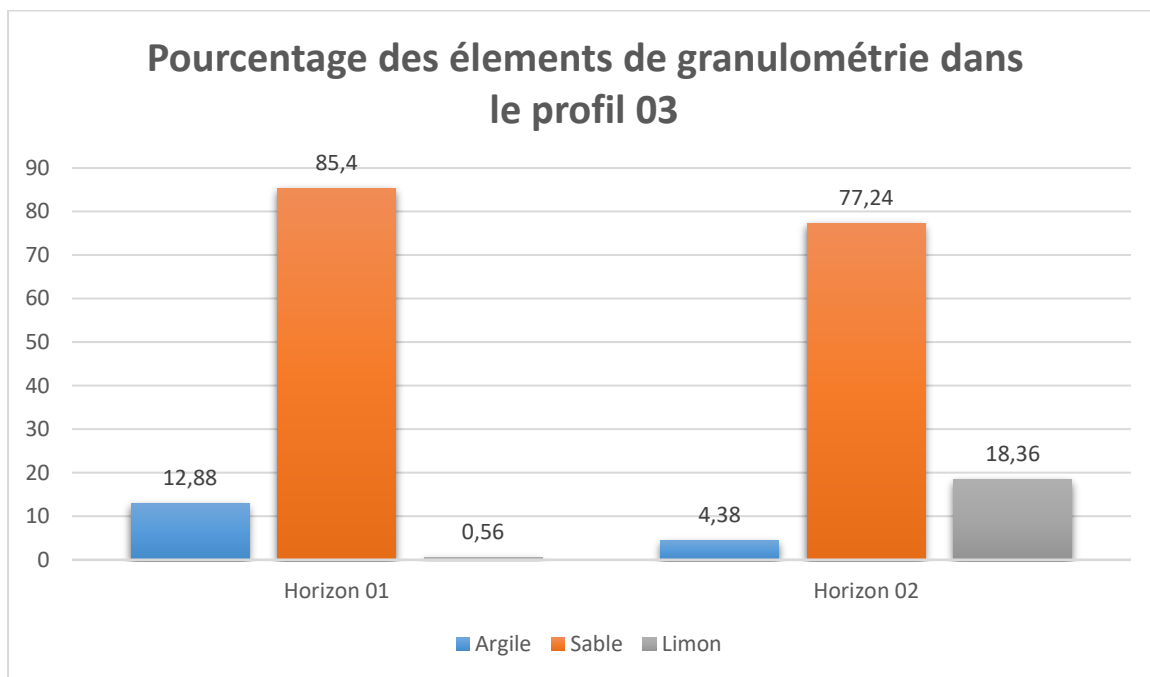


Figure 32 : histogramme représentatif des pourcentages d’éléments de granulométrie pour le profil 03

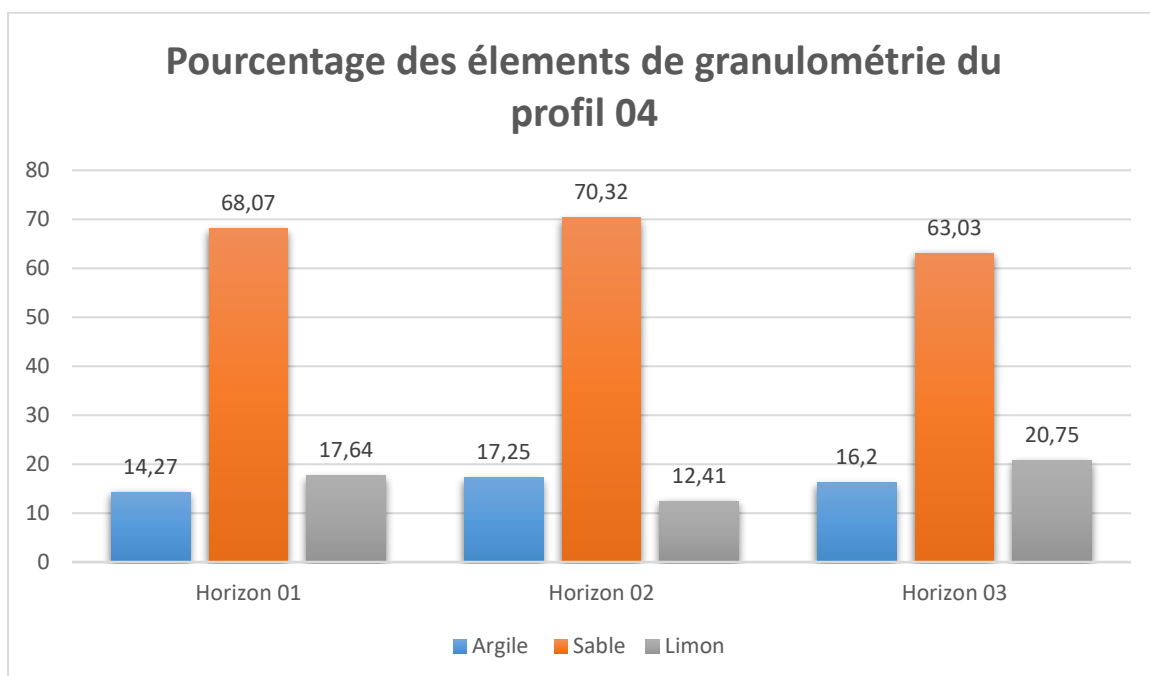


Figure 33 : histogramme représentatif des pourcentages d’éléments de granulométrie pour le profil 04

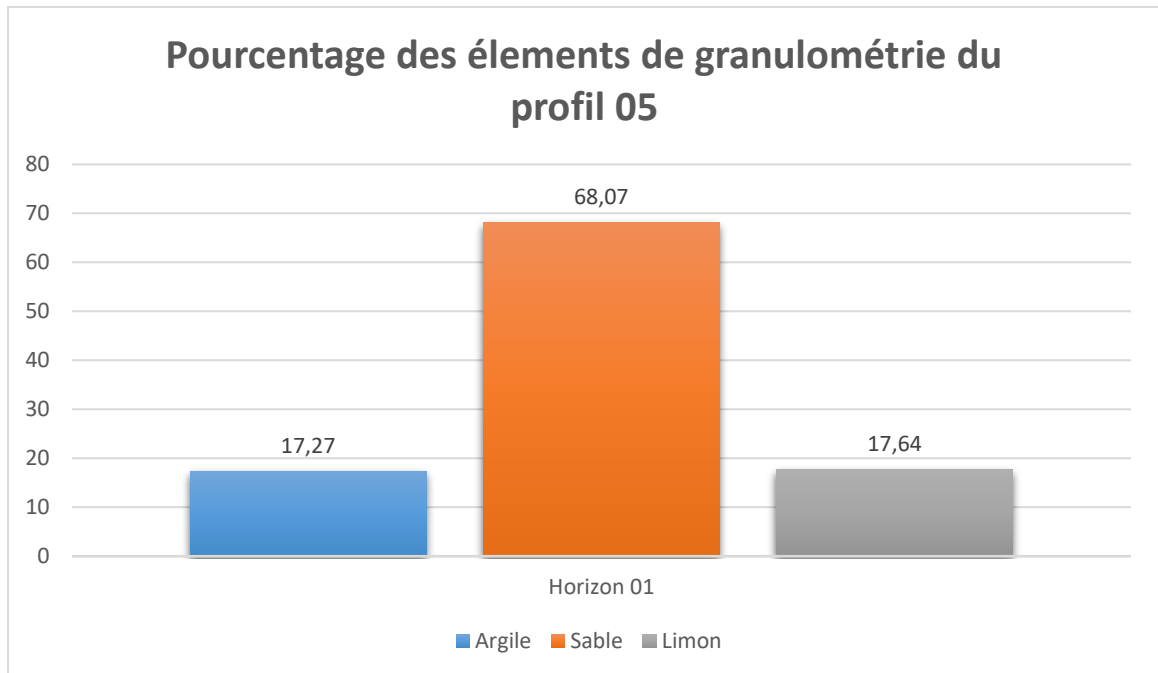


Figure 34: histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 05

2.2. Densité apparente (Da)

Concernant la densité apparente, on remarque que les valeurs les plus importantes sont remarquées en surface pour le premier profil avec une valeur de 1.90 g/cm³, pour le deuxième profil les valeurs sont homogènes le long du profil, et concernant les autres profils les valeurs les plus élevées sont enregistrées en profondeur.

Tableau 08 : résultats de Da pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 1	1.90	1.42	1.35	1.37	1.51
Horizon 2	1.60	1.42	1.71	1.49	/
Horizon 3	1.35	/	/	1.48	/
Horizon 4	1.35	/	/	/	/

La densité apparente (Da) est presque homogène dans tous les profils étudiés.

Généralement ces résultats vont conformément aux normes de la (Da) des sols agricoles.

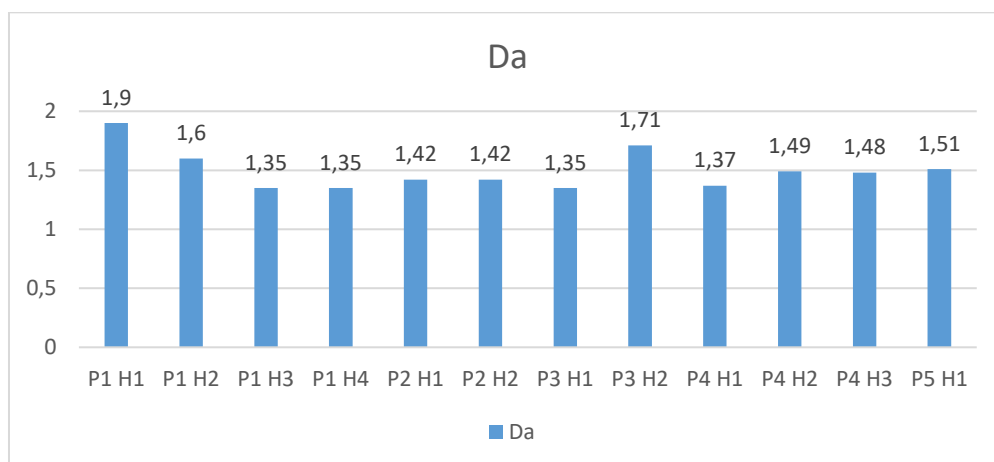


Figure 35 : histogramme représentatif des valeurs de la Da pour tous les profils.

3. Etude des propriétés hydriques

3.1. pF

D'après les résultats obtenus et les graphes des figure(36.37.38.39 et 40) nous avons consultés que : le taux d'humidité qui reste dans l'échantillon baisse quand la pression exercée est élevée, ou contrairement. $H\%$ à pF 4.2 < $H\%$ à pF 2.5. La relation entre le taux d'humidité et la pression exercée est une relation inverse.

Quand on exerce une pression faible (pF 2.5) la seule eau qui sorte de l'échantillon c'est l'eau de gravité parce qu'elle est faiblement retenue, par contre quand on exerce une pression plus forte (pF 4.5), l'eau qui sorte est l'eau de gravité + l'eau capillaire absorbable ou non absorbable.

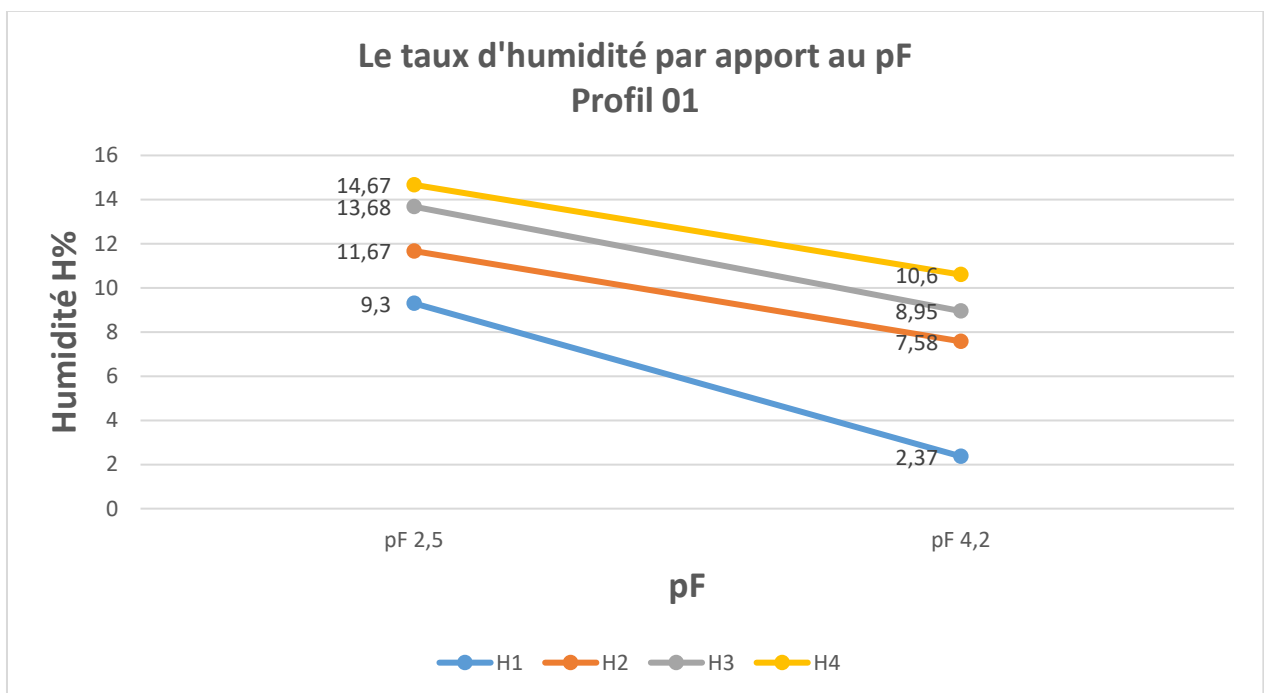


Figure 36 : le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 01.

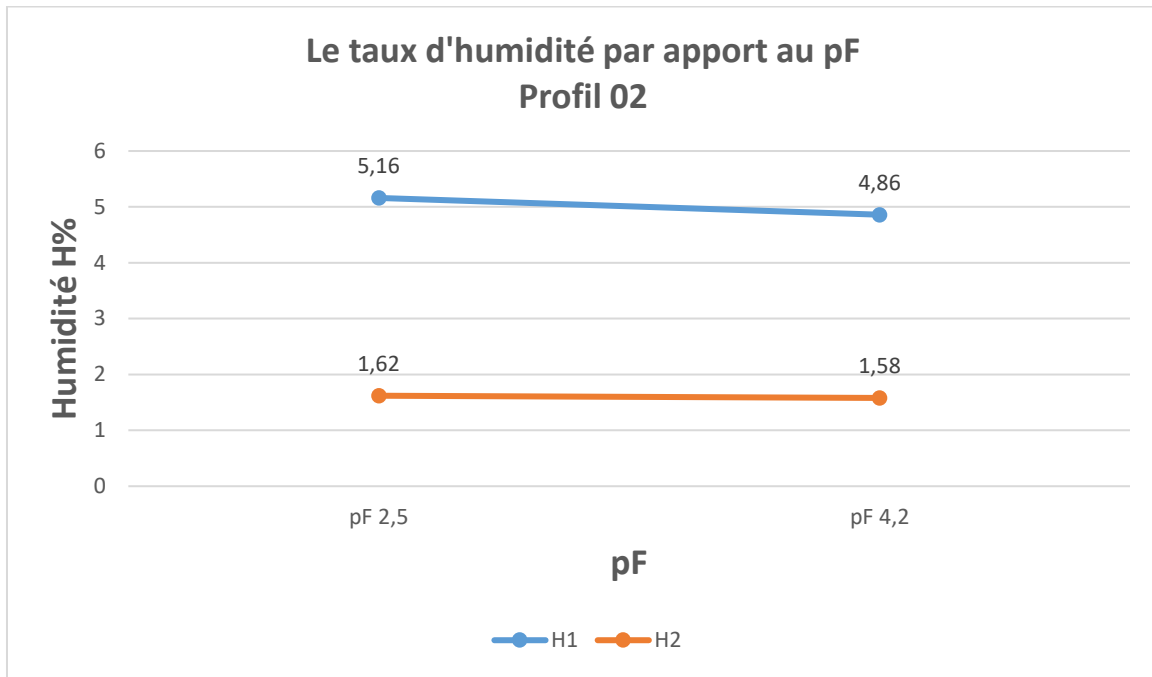


Figure 37 : le taux d’humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 02.

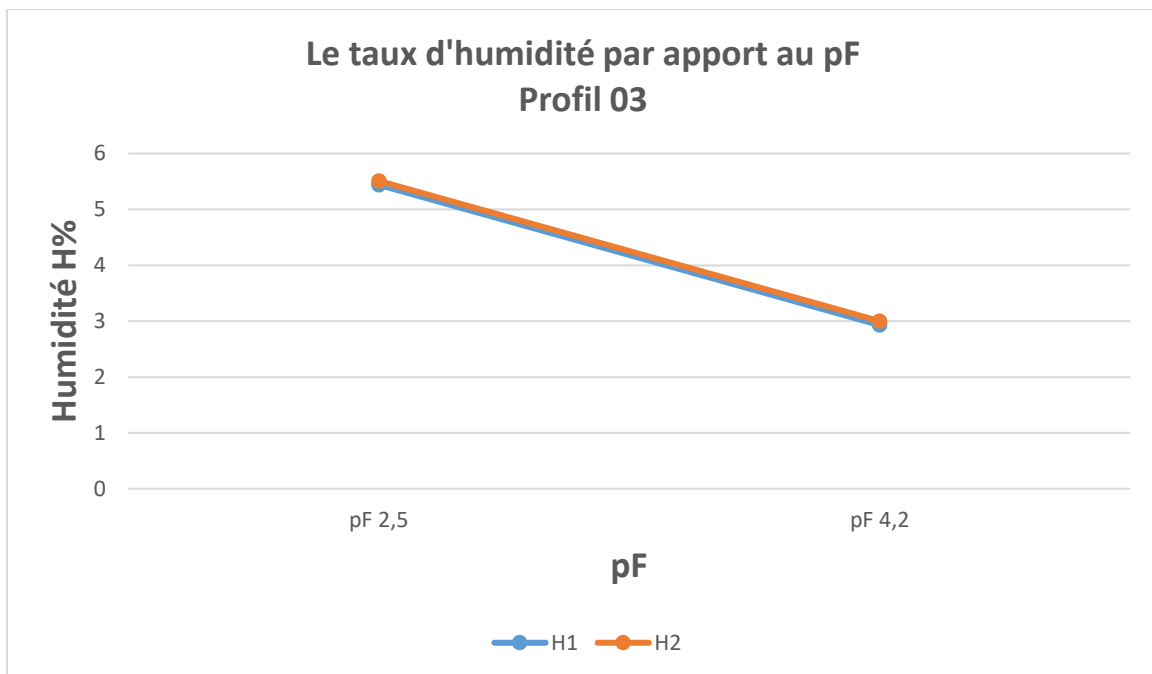


Figure 38 : le taux d’humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 03.

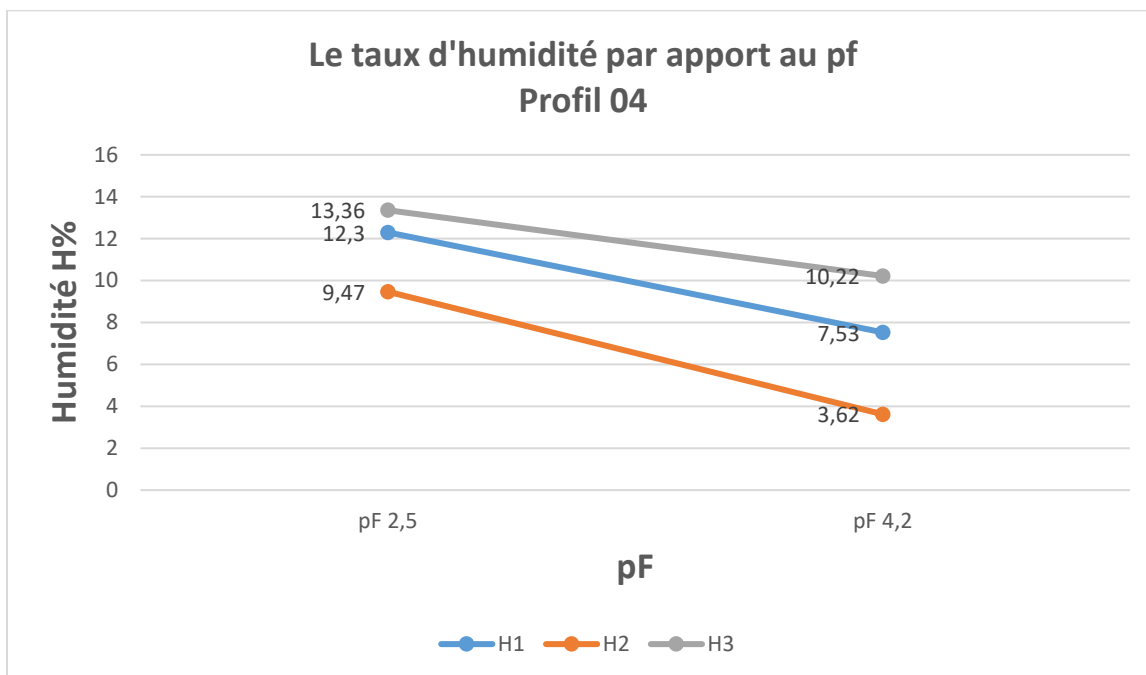


Figure 39: le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 04.

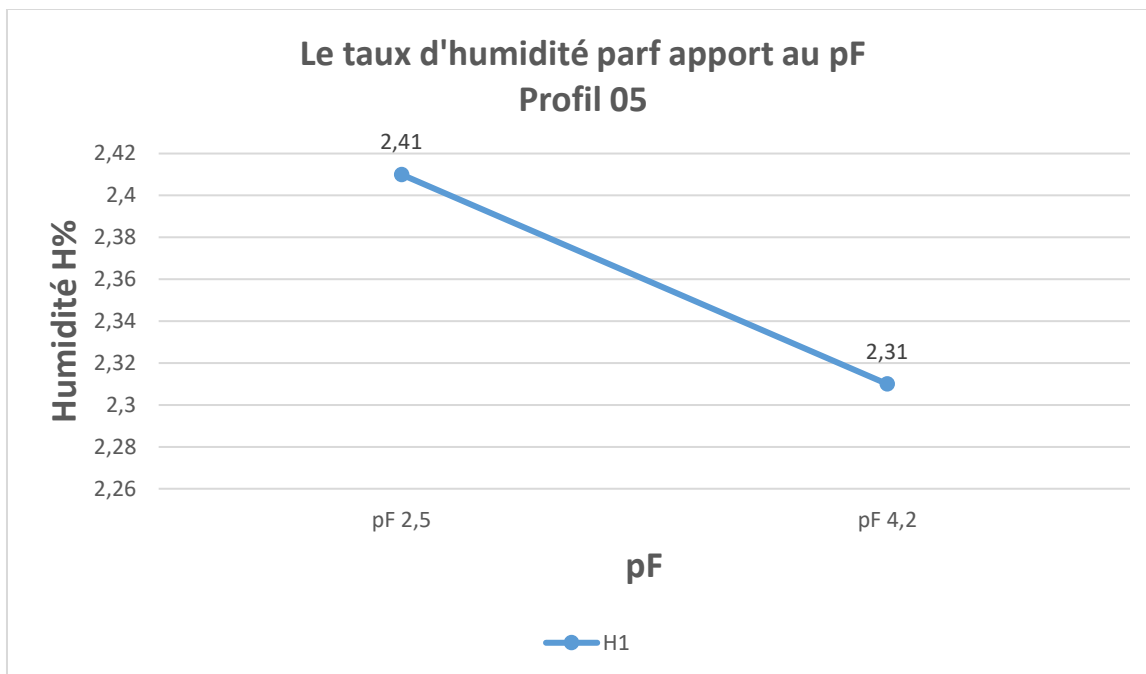


Figure 40 : le taux d'humidité à pF (2.5 ; 4.2) pour profil 05.

3.2. Réserve utile

La réserve utile est importante dans le premier profil (horizon 3) avec une valeur maximale de 5746.95 mm et elle est faible concernant les profils 2 et 5, figure 41.

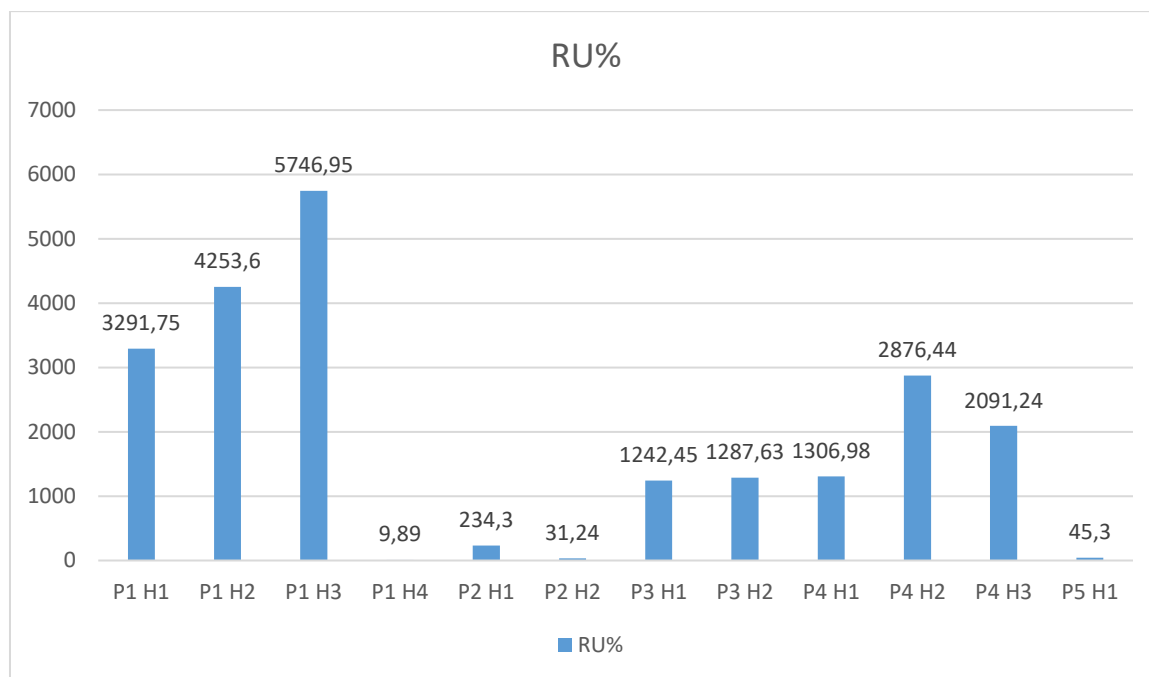


Figure 41 : schéma représentatif de la réserve utile des profils étudiés

3.2.1. Discussion

Tableau 09 : calcul de la RU

Profil / Horizon	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 1	3291.75	234.30	1242.45	1306.98	45.30
Horizon 2	4253.6	31.24	1287.63	2876.44	/
Horizon 3	5746.95	/	/	2091.24	/
Horizon 4	9.890	/	/	/	/
La somme	13302.19	265.54	2530.08	6274.66	45.30

Le calcul de la réserve utile (tableau 09) montre que cette dernière dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols limono-sableux (profil 01 - 04) et moyenne à faible dans les sols sablo-limoneux (profil 02- 03), et faible dans les sols sableux (profil 05).

3.3. Perméabilité

Tableau 10 : calcul de la perméabilité

	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 01	46.80	30.50	18.30	15.20	380
Horizon 02	39.20	25.70	71.10	10	/
Horizon 03	1.90	/	/	11.70	/
Horizon 04	1.40	/	/	/	/

D’après le tableau 10 et la figure 42, on constate qu’il y a une variabilité dans les valeurs de la perméabilité des sols de notre zone d’étude. Pour le premier profil elle est importante en surface avec un maximum de 46.80 mm/hr. Et faible en profondeur avec un minimum de 1.40mm/hr. Pour le deuxième profil le sol est peu perméable pour les deux horizons avec une valeur moyenne de 25mm/hr. En ce qui concerne le troisième profil le sol est peu perméable en surface avec une valeur de 18.30 mm/hr et perméable en profondeur avec une valeur de 71.10mm/hr. Pour le quatrième profil le sol est moyennement perméable tout le long du profil avec une valeur moyenne de 10mm/hr. Pour le témoin, le sol est très perméable 380mm/hr.

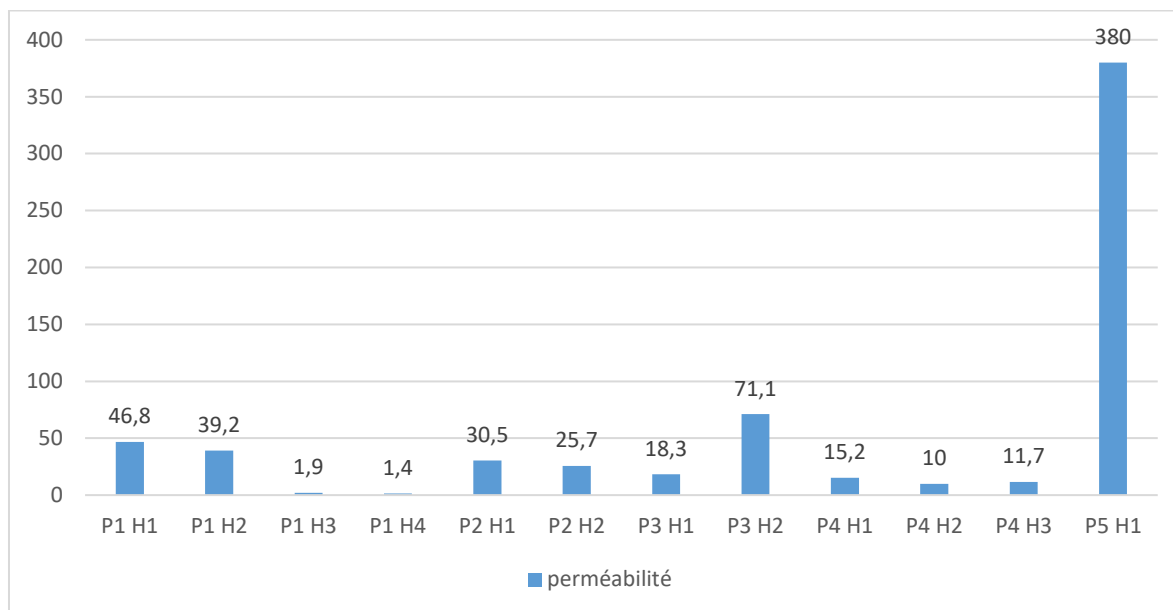


Figure 42 : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d'étude

Selon les résultats obtenus, il ressort que la perméabilité pour notre zone d'étude varie entre peu perméable, moyennement perméables à très perméables. Elle augmente quand la texture est plus sableuse (témoin sable de la plage), elle a une relation inverse avec le taux d'argile et du limon et elle diminue quand le taux de ces derniers est élevé et contrairement.

Donc, la conductivité hydraulique (K) est variée selon le type du sol et a une relation directe avec la texture et le diamètre des pores.

4. Conclusion

L'étude granulométrique des sols de L'ARBI BEN M'HIDI montre que :

Les sols du premier profil sont caractérisés par une texture limono-sableuse en surface et argilo-sableuse en profondeur avec une teneur faible en matière organique en surface et moyenne en profondeur, un pH neutre en surface et acide en profondeur, absence de la salinité, une réserve utile élevée. Le sol est perméable pour les deux premiers horizons (H1-H2), et peu perméable pour les deux derniers horizons (H3-H4).

Les sols du deuxième profil sont caractérisés par une texture limono-sableuse tout le long du profil, un pH neutre, la matière organique est moyenne en surface à faible en profondeur, absence de salinité, une faible réserve utile et moyennement perméables.

Les sols du troisième profil sont caractérisés par une texture sablo- limoneuse, un taux de matière organique faible, sol neutre en surface et acide en profondeur, sols non salés et moyennement perméable en surface par contre perméable en profondeur.

Les sols du quatrième profil sont caractérisés par une texture limono-sableuse, une teneur en matière organique moyenne tout le long du profil, un pH alcalin, sols peu salés, une réserve utile importante, des sols moyennement perméables.

Le sol du cinquième profil (témoin) est caractérisé par une texture sableuse, une faible teneur en matière organique, un pH acide, sol peu salé, une réserve utile faible, une forte perméabilité.

D'après l'analyse granulométrique, la texture des sols dans notre région d'étude ne présente aucune hétérogénéité, avec une dominance de la fraction sableuse.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principal de notre travail de mémoire est d'étudier la diversité granulométrique (texturale) des sols de la zone de L'ARBI BEN M'HIDI (jeanne d'arc) qui fait partie de la wilaya de Skikda.

D'après cette étude, il ressort que la zone d'étude est située dans un étage bioclimatique subhumide à hiver chaud.

Selon les résultats analytiques et morphologiques, nous avons remarqué une certaine diversité dans les types de sols : des Sols à sesquioxyde de fer pour le premier profil, Sols minéraux brut pour le deuxième et cinquième profil et sols peu évolués pour le troisième et quatrième profil, avec les mêmes matériaux parentaux qui sont des dépôts dunaires (dunes sableuses).

Pour les différents types de sols nous avons remarqué une certaine homogénéité de la texture, avec une dominance d'une texture limono-sableuse. Les sols sont en générale neutre, non salés, non calcaire et peu fertile. Ils sont peu à moyennement perméables pour tous les profils sauf le profil témoin (05) qui est fortement perméable. La réserve utile est liée étroitement au taux d'argile et elle est élevée en surface plus qu'en profondeur pour la plupart des horizons. La perméabilité dépend essentiellement de la texture ou elle est forte quand la texture est sableuse (macropores) et elle diminue en présence d'argile (micropores).

En perspective il y a lieu d'étudier les caractéristiques chimiques et biologiques de ces sols. Ainsi dans le souci d'une agriculture durable, il est nécessaire de pouvoir analyser, comprendre, prévenir et par conséquent gérer l'évolution des sols sous culture ou sous forêt.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **BAIZE et JABIOL 1995** : guide pour la description des sols. Collection technique.
2. **Baize D. 2000** : guide des analyses en pédologie 2^{ème} édition INRA Paris P254.
3. **Boulkaibet S, Toutoui A, Bouloudnine A.** Diversité granulométrique, et caractères essentiels de sa répartition dans les différents sols de la région de Filfila mémoire de fin d'étude master 2 science agronomie.
4. **Calvet R. 2003** : Le sol propriétés et fonction tome 1 : constitution structure et phénomène aux interfaces édition France agricole 267p. caused by compaction beneath heavy agricultural machinery. European journal of
5. **chesworth 2008** : Soil characteristics, revised soil classification, and soil geochemistry related to soil suitability of West Lampung tropical volcanic residual soil, Sumatra, Indonesia
6. **Classification texturale des sol (USDR) (IABORIERJ).**
7. **D. Soltner** | Sainte-Gemmes-sur-Loire : Sciences et techniques agricoles | sciences et techniques agricoles | 1996
8. **DELECOUR, F., 1978** : Initiation à la pédologie Centre de Recherche et de Promotion Forestières. 69 pp.
9. **Drdour H. 1999** : Les constituants du sol, cour de pédologie général programme 1^{er} année ENSA INAEL-Harrach p77.
10. **Duchaufour PH. 1988** : Pédologie 2^{ème} édition Paris, 224p.
11. **Duchaufour PH. 2001** : Introduction à la science du sol 6^{ème} édition Paris 314 p.
12. **EI GONNOUNI, 2010** : Problème de mécanique des sols Problème relié à l'eau: bouillonnement, renardage, Problème de déformations tassement admissible.
13. **GIRARD et AL., 2011** : Les produits organiques utilisables en agriculture en Languedoc-Roussillon - Tome 1
14. **GIRARD MS et SECHVARTZ C et GABIOL B 2013** étude des sol dound,
15. **Gobât M et Mathey w, 2003** : Michel ARAGWO, le sol vivant, 2^{ème} édition France
16. **Gobât M ET Mathey W. 2003** : Michel ARAGWO, le sol vivant, 2^{ème} édition France.
17. **GUETTOUCHE ,2016** : Ocean & coastal management detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation : case of jijelian sandy coast (East Algeria)

Références bibliographiques

18. **Henin, S. R. Gass ET C. Monnier. 1972** : Caractéristique physique et hydrodynamique des sols (Annexe). Bulletin technique d'information – assainissement et drainage (premier volume) Ministère de l'agriculture, France, No271-272 : p. 809-814
19. **Hillel, D. 1982** : Introduction to Soil Physics. Academic Press, San Diego.
20. **Hillel. 1984** : L'eau et le sol, principe et prospection des sols 4^{ème} année.
21. **L'Association Française pour l'Etude du Sol (Afes) fondée en 1934.**
22. **Ledru, Yohann** : Etude de la porosité dans les matériaux composites stratifiés aéronautiques. *PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009*
23. **LESAIGNOUX** : Influence of soil moisture content on spectral reflectance of bare soils in the 0.4-14 μm domain
24. **MUSY ANDER SOUTTER MAREC 1991** : Publication/44207087 Contribution a la modélisation thermo aéraulique du microclimat urbain Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs paris ,2E, p 18. pratique, INRA, paris. P
25. **SCHAFFER, b., SCHULIN, R., Boivin, P. 2008** : changes in shrinkage of restored soil
26. **Schoeller, H. 1955** : Geochemie des eause souterraines. Rev. Inst. Fr. Petrol, Vol. 10, pp. 230-244. soil science 59, 771-783.
27. **Soltner. 2000** : La base de la production végétale, le sol et son amélioration 2^{ème} édition Sciences et technique agricole tome I 471 p.
28. **Sposito, G. 2008** The Chemistry of Soils. 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
29. **Stevens, R.1983** : Abrasion pH and abrasion solution composition in reference European volcanic soils.
30. **Stevens, R., 1984** : A new sand-siltxlay triangle for textural nomenclature. Geologiska Fireningens i Stockholm Firhandlingar, Vol. 105, Pt. 3 [for 1983], pp. 245-250. Stockholm.
31. **YORO et GODO 1990** : Modifications physiques d'un sol ferrallitique sous différents modes de mise en culture en Côte d'Ivoire forestière. Conséquences sur le développement du maïs.

Annexe

Annexe

Tableau 1 : Précipitation moyenne mensuelle durant la période de 2005-2015 (DSM, 2016).

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
P (mm)	109,8	111,4	97,79	50,4	35,68	10,03	1,72	17,37	60,87	79,78	96,32	129,7	800,6

Tableau 2 : Température moyenne mensuelle durant la période (2005-2015) (DSM, 2016).

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
m°	9,17	8,68	10,57	13,2	15,8	19,05	22,28	22,77	20,85	17,99	13,84	10,26	15,37
M°	16,8	15,75	18,16	20,7	23,58	26,51	29,09	29,68	27,9	25,55	21,31	17,86	22,74
T moye	12,99	12,22	14,37	17	19,69	22,78	25,68	26,22	24,38	21,77	17,58	14,06	19,06

Avec :

- m° : moyennes mensuelles de température minimales.
- M° : moyennes mensuelles de température maximales.
- T: température moyenne mensuelle ; $T = Tm + TM/2$.

Tableau 3 : Humidité de l'air en % pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
H (%)	71,09	69,73	71,09	71,5	71,27	69,91	69,18	70,45	69,91	67,73	68,27	71,09	70,1

Annexe

Tableau 4 : Moyenne de l'évaporation pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
E (mm)	51,09	47,79	45,76	55,9	90,91	62,31	73,65	87,13	86,86	75,54	72,13	61,41	67,54
E par saison	144,6			209,1			247,64			209,1			/
Total (mm)	810												/

Tableau 5. Moyennes mensuelles de la force du vent en m/s pendant la période(2005-2015) (DSM, 2016).

mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEPT	OCT	NOV	DEC	MOY
v (m/s)	3,7	3,86	3,6	3,2	3,19	3,19	3,19	2,88	3,19	6,59	3,5	3,7	3,65

Tableau 6 : L'évapotranspiration moyenne durant la période de 2005-2015 (DSM ,2016)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOT
ETP mm/mois	43 .2	55 .6	94 .4	11 9.	14 7.	17 5.	20 7.	18 1.	83 .0	99 .2	56 .4	41 .4	13 05

Tableau 7 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
Insolation h/mois	24 3.	21 3.	16 9.	12 7,	13 6.	17 7.	21 7.	23 6,	27 6.	32 3,	35 3.	34 1.	23 4.

Annexe

Tableau 8 : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période de 2005 à 2015

(DSM, 2016)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
P (mm)	109,4	111,9	97,79	50,42	35,68	10,03	1,72	17,37	60,87	79,78	96,32	129,7
T moy	12,95	12,25	14,35	16,95	19,69	22,78	25,65	26,25	24,35	21,77	17,55	14,06

Tableau : calcul de la RU pour tous les profils.

Profil / Horizon	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 1	3291.75	234.30	1242.45	1306.98	45.30
Horizon 2	4253.6	31.24	1287.63	2876.44	/
Horizon 3	5746.95	/	/	2091.24	/
Horizon 4	9.890	/	/	/	/

Tableau : calcul de la perméabilité pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02	Profil 03	Profil 04	Profil 05
Horizon 01	46.80	30.50	18.30	15.20	380
Horizon 02	39.20	25.70	71.10	10	/
Horizon 03	1.90	/	/	11.70	/
Horizon 04	1.40	/	/	/	/

Matériels utilisés



Figure 43 : bain de sable



Figure 44 : four à moufle



Figure 45 : étuve



Figure 46 : dessiccateur



Figure 47 : balance



Figure 48 : balance de précision



Figure 49 : agitateur mécanique



Figure 50 : agitateur magnétique

Réalisé par: Djilani zine-eddine Berrahail oussama
Thème Approche granulométrique des sols de L'ARBI BEN M'HIDI
Résumé: l'objectif principal de notre travail de thèse est d'étudier la diversité granulométrique (texturale) des sols de la zone de L'ARBI BEN M'HIDI (jeanne d'arc) qui fait partie de la wilaya de Skikda. Il ressort que les sols de notre zone présentent une certaine diversité: des Sols à sesquioxyde de fer pour le premier profil, Sols minéraux bruts pour le deuxième et cinquième profil et sols peu évolués pour le troisième et quatrième profil, avec les mêmes matériaux parentaux qui sont des dépôts dunaires (dunes sableuses). Pour les différents types de sols nous avons remarqué une homogénéité de la texture, avec une dominance d'une texture limono-sableuse.
موضوع
دراسة لحجم الجزيئات لتربة منطقة العربي بن مهدي
ملخص: الهدف الرئيسي من عمل أطروحتنا هو دراسة تنوع حجم الجسيمات (النسيجية) لتربة منطقة العربي بن مهدي والتي تنتمي الى ولاية سكيكدة. من الملاحظ أن تربة منطقتنا تقدم تنوعا معيناً: تربة سيسكيوكسيد الحديد للموقع الأول، وتربة معدنية خام للموقع الثاني والخامس وتربة ضعيفة التطور للموقع الثالث والرابع، مع نفس المواد التكوينية التي هي عبارة عن رواسب الكثبان الرملية بالنسبة لأنواع المختلفة من التربة، لاحظنا تجانس الملمس، مع هيمنة الملمس الرملي.
Mots clés (04) : Granulométrie, Sol, texture, L'Arbi Ben m'hidi.
الكلمات المفتاحية : حجم الجسيمات (النسيج), التربة , الملمس , العربي بن مهدي .
Année Universitaire 2021/2022