

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



**Université 20 Août 1955 Skikda
Faculté des Sciences
Département des Sciences Agronomiques**



**Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : science de sol**

Mémoire de fin d'études :

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

Thème :

**Impact de la teneur des sols en argile sur la
variabilité de quelques propriétés hydriques
dans la région de Skikda**

Présenté par :

BENSLIMANE Abdelghani

BELHIMER Adlan Toufik

BEKKOUCHE Walid

Membres de Jury		
Mr : HANACHI Abdelhakim	(MCA)	Président
Mr : HAFSI Zakaria	(MAB)	Examineur
Mme : GHOUAR Wassila	(MAA)	Promoteur

Année universitaire 2022/2023



REMERCIEMENTS

Remerciements

Le plus grand merci revient tout d'abord au Dieu qui lui seul nous a guidé dans le bon chemin durant notre vie et qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour Élaborer ce travail ;

Nous tenons à remercier Dr. GHAOIR Wassila, Pour la qualité de l'encadrement et du soutien qu'il nous accorde durant notre travail ;

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi aux

Messieurs le président et les membres de jury d'avoir accepté D'examiner et d'évaluer notre travail ; Nous remercions l'ensemble des enseignants du département de des Sciences Agronomiques ;

Nous remercions aussi tous ceux qui nous ont aidé aussi bien dans nos recherches et Documentations ;

Nous tenons à remercier nos familles pour leurs encouragements et leur soutien et à tous nos amis Qui nous ont apporté un grand soutien durant nos Etudes.

Merci ...

Dédicace

« Pour mon père et ma mère »

Ma famille

Ma femme

Mon encadreur GHAOIR Wassila

Mes amis

Merci

B. Abdelghani

Dédicace

« Pour mon père et ma mère »

Ma famille

Mon frèr MESSI

Mes amis

Merci

B . Adlan Toufik

Dédicace

Je remercie Allah, qui donnée la force et le courage pour réaliser ce travail et terminer mes étude.

Mon rêve est de m'avoir à la fine de mes études et offrir le plaisir de mon effort à tous ceux que, j'aime mes yeux à la vie, je les ai trouvés devant moi, qui mont aides et guide.

Mes pas, et m'ont appris les principes de ma vie, qui m'ont couverts pour leur amour, et leur tendresse, à qui tous les mots du monde n'arrivant j'aimais à les décrire, à la lumière de ma vie :

Ma chère maman

Mon chère papa

A mes collègues de promotion science de sol 2023 à souhaite plein

B.Walid

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : synthèse bibliographie	
1. Les minéraux argileux	2
1.1. Introduction	2
1.2. Les minéraux argileux	2
1.3. Les roches argileuses :	3
1.4. La diagenèse des minéraux argileux :	3
1.5. Structure des feuillets :	4
1.5.1. La couche tétraédrique	4
1.5.2. La couche octaédrique :	5
1.6. L'origine des minéraux argileux :	5
1.6.1 Héritage et altération physique des roches	5
1.6.2 Néof ormation	6
1.6.3. Transformation :	6
1.7. La nature des minéraux argileux :	7
1.7.1. La roche-mère :	7
1.8. Les propriétés et le rôle des minéraux argileux :	7
1.9. Classification des minéraux argileux	7
1.10. Propriétés et structure des minéraux argileux :	8
1.11. Conclusion	11
2. Propriétés physiques	11
2.1. Introduction	11
2.2. La texture	11
2.2.1. La notion de texture :	12
2.2.2. L'analyse granulométrique	13
2.2.3. Classification des textures	13
2.2.3.1. Texture sableuse	14
2.2.3.2. Texture limoneuse	14
2.2.3.3. Texture argileuse	14
2.2.4. La stabilité de la structure	14

Sommaire

2.3. La densité	15
2.3.1. La densité apparente(Da)	15
2.3.2. La densité réelle (Dr)	15
2.3.3 L'eau dans le sol	16
2.5. Humidité	16
2.5.1 Humidité massique (relative)	16
2.5.2 Humidité volumique	16
2.6. Rétenion de l'eau dans le sol	17
2.6.1. Définition	17
2.6.2. La capacité au champ	17
2.6.3. L'état de l'eau dans le sol :	17
2.7. Notion du potentiel matriciel et de pF :	19
2.7.1. Potentiel matriciel	19
2.8 Point de flétrissement	20
2.9. L'eau utile	20
2.10. Relation entre la teneur en eau et potentiel matriciel	21
2.10.1. Teneur en eau et état structural du sol	21
2.10.2. Teneur en eau- texture du sol	21
2.10.3. Teneur en eau- teneur en matière organique :	22
2.11 Perméabilité	22
2.11.1 Définition	22
2.11.2. Loi de darcy	23
2.11.3. La variation de la perméabilité :	24
2.12. La porosité des sols mesure indirecte de leur structure :	24
2.12.1. Macroporosité et microporosité	25
2.12.2. Porosité texturale et structurale	25
2.12.3. La mesure de la porosité * Pour mesure la porosité totale :	26
2.12.4. La mesure de la microporosité ou porosité capillaire est simple:	26
2.12.5. Les valeurs de porosité, leur variation et leur interprétation.	27

Sommaire

Chapitre II : Méthode de travail

1. Etude de milieu physique	29
1.1. La région d'El-Harrouch	29
1.1.1. Présentation de la zone d'étude	29
1.1.2. Localisation et limite géographique	30
1.1.3. Géologie et relief	30
1.1.3.1. La géologie	30
1.1.3.2. Le relief	31
1.1.4. L'hydrographie	32
1.1.5. L'hydrotechnique	32
1.1.6. Occupation du sol	32
1.2. La région Tamalous	33
1.2.1. Situation géographique	33
1.2.2. Les caractéristiques du milieu	34
1.2.3. La géomorphologie de la zone d'étude	34
1.2.3.1. Géologie régionale	34
1.2.3.2. Géologie de la zone de Tamalous	34
1.2.4. La végétation	35
1.2.5. Les maquis	35
1.3. La région de Collo	36
1.3.1. Situation géographique	36
1.3.2. Présentation des communes de la zone d'étude	37
1.3.2.1. La Commune de Cheraia	37
1.3.2.2. La Commune d'Ouled Attia	37
1.3.2.3. La Commune d'Oued Zhour	37
1.3.3. Relief de la zone d'étude	38
1.3.4. Géologie et géomorphologie	38
1.3.5. Les massifs granitiques	39
1.3.5.1. Les schistes	39
1.3.5.2. Les Gneiss La série nummulitique	39
1.3.5.3. Les poudingues	39
1.3.5.4. Les argiles et les marne	39
1.3.5.5. Les grès	39

Sommaire

1.3.6. Occupation du sol dans la zone d'étude	40
1.3.7 La végétation	40
1.3.7 Échantillonnage	40
2. Le climat	41
2.1 Précipitations	42
2.2 Température	42
2.3. L'hygrométrie	43
3. Méthodologie de travail	43
3.1 Travaux préliminaire	43
3.1.1 Prospection sur terrain	43
3.1.1.1 Réalisation des profils	44
3.1.1.2 Description du sol	44
3.2.2 Méthodes d'analyse	46
3.2.2.1 Analyses physiques	46
3.2.2.2. Analyse du carbone organique (Méthode de perte au feu)	48
3.3.2.3 Analyses chimiques	48
3.3.2.4 Analyse biologique (la matière organique)	49

Chapitre III : Résultats et discussion

1. La région d'El-harrouch	50
1.1. La description morphologique et analytique des profils	50
1.1.1 Description morphologique et analytique de profil N°01	50
1.1.1.1 Description morphologique du profil N°01	50
1.1.1.2 Résultats analytique du profil N°1 :	51
1.1.1.3. Donnée synthétiques du profil N° 01	52
1.1.2 Description morphologique et analytique de profil N°02	52
1.1.2.1 Description morphologique du profil N°02	52
1.1.2.2 Résultats analytique du profil N°02	53
1.1.2.3. Donnée synthétiques du profil N° 02	55
1.1.3 Description morphologique et analytique de profil N°03	55
1.1.3.1 Description morphologique du profil N°03	55
1.1.3.2 Résultats analytique s du profil N°03	56

Sommaire

1.1.3.3. Donnée synthétiques du profil N° 03	57
1.1.4. Description morphologique et analytique de profil N° 04	58
1.1.4.1. Description morphologique du profil N°04	58
1.1.4.2 Résultats analytique du profil N°04	59
1.1.4.3. Donnée synthétiques du profil N° 04	61
1.2. Interprétation et discussion des résultats	61
1.2.1. La porosité	61
1.2.2 Relation avec le taux d'argile	61
1.2.2.1. Relation du pF2.5 avec l'argile	61
1.2.2.2. Relation du Pf 4,2 avec l'argile	63
1.2.2.3 RU et RFU	64
2. La région de Tamalous	65
2.1. Description morphologique et analytique des profils	65
2.1.1 Description morphologique et analytique du profil N°1	65
2.1.1.1 Description morphologique du profil N°1	65
2.1.1.2 Résultats analytiques du profil N°1	66
2.1.1.3 Caractères synthétiques du profil N°1	67
2.2 Description morphologique et analytique du profil N°2	67
2.2.1 Description morphologique du profil N°2	67
2.2.2 Résultats analytiques du profil N°2	68
2.2.3 Caractère synthétiques du profil N°2	69
2.3 Description morphologique et analytique du profil N°3	70
2.3.1 Description morphologique du profil N°3	70
2.3.2 Description morphologique et analytique du profil N°3	71
2.3.3 Caractère synthétiques du profil N°3	72
2.4 Description morphologique et analytique du profil N°4	72
2.4.1 Description morphologique du profil N°4	72
2.4.2 Description morphologique et analytique du profil N°4	74
2.4.3 Caractère synthétiques du profil N°4	75
2.5 La porosité	75
2.6 Etude des propriétés hydriques :	76
2.6.1 pF	76
2.6.2 Relation entre le taux d'humidité à différentes pF avec le taux d'argile	77
2.7 RU et RFU	78

Sommaire

2.8 Perméabilité	79
3. La région de Collo	81
3.1. La description morphologique et analytique des profils	81
3.1.1 Description morphologique et analytique de profil N° :01	81
3.1.1.1 Description morphologique du profil N° :01	81
3.1.1.2 Résultats analytique du profil N°01	82
3.1.1.3 Donnée synthétiques du profile N° :01	84
3.1.2 Description morphologique et analytique de profil N°02	84
3.1.2.1 Description morphologique du profil N° :02	84
3.1.2.2 Résultats analytique du profil N° :02	85
3.1.2.3 Donnée synthétiques du profil N° :02	87
3.1.3 Description morphologique et analytique de profil N° :03	87
3.1.3.1 Description morphologique du profil N° :03	87
3.1.3.2 Résultats analytique du profil N° :03	88
3.1.3.3 Donnée synthétiques du profil N° :03	90
3.2 Caractérisation hydrique des sols	90
3.2.1 La densité apparente	90
3.2.2 Relation entre le taux d'humidité à différentes pF avec le taux d'argile	91
3.2.3. Perméabilités	93
Conclusion générale	95
Annexes	
Liste des sources	

A decorative border with a repeating geometric pattern of interlocking shapes, possibly stylized 'X' or diamond shapes, surrounding the central text.

Liste des figures

Liste des figures

Liste de figure

Figure N°1 : Importance des argiles dans les roches sédimentaires (Beauchamp, 2002)	3
Figure N°2 : évolution d'ensemble des argiles au cours de la diagenèse d'enfouissement, les profondeurs ne sont d'indicative (chmely H)	4
Figure N°3 : La couche tétraédrique (Google.jpg)	4
Figure N°4 : La couche octaédrique (Google.jpg)	4
Figure N°5 : l'héritage et l'altération des minéraux argileux	6
Figure N°6 : néoformation (argile.com)	6
Figure N°7 : Transformation	7
Figure N°8 : la structure de la kaolinite b : 10 Um Wilson et al (2016)	8
Figure N°09 : la structure des Illites	9
Figure N°10 : La structure des smectites	9
Figure N°11 : la Glauconie (Google png)	10
Figure N°12 : la structure de chlorites Dennis (2018)	10
Figure N°13 : structure de vermiculite Dennis (2018)	11
Figure N° 14 : Triangle de texture proposé par l'USDA (IUSS Working Group WRB, 2006).	14
Figure N° 15 : représenté les différents états de l'eau dans le sol (Gallali, 2004)	19
Figure N° 16 : une seconde interprétation : porosité totale =porosité texturale +porosité structurale (Soltner, 2005).	25
FigureN° 17 : les méthodes de mesure de la porosité totale du sol (Soltner, 2005)	26
Figure N°18 : carte situation graphique de la zone d'étude et le positionnement des profils	29
Figure N° 19 : la situation géographique d'El Harrouch entre trois grandes villes de l'Est algérien (Carte topographique de l'Est algérien)	30
Figure N°20 : Carte de la lithologie de la commune (BENSAIDE, 1986)	31
Figure N°21 : Carte des pentes de la commune (BENSAID, 1986)	32
Figure N° 22 : Carte de L'occupation des sols de la commune d'El Harrouche (DSA)	33
Figure N°23 : Carte géographique de la région de Tamalous.	34
Figure N°24 : Carte de la zone d'étude avec limites provisoires de l'aire protégée	36
Figure N°25 : Répartition des formations forestières au niveau de la zone de Collo (BNEDER, 2008).	40

Liste des figures

Figure N°26 : carte de situation géographique des profils pédologiques dans la zone d'étude	41
Figure N°27 : Pluviométrie mensuelle moyenne (mm) de 2010 à 2017 (Station météorologique, 2022)	42
Figure N°28 : Températures (°C) mensuelles moyennes de 2012 à 2017 (Station météorologique de Skikda)	43
Figure N°29 : Carte géographique de la région de Tamalous.	45
Figure N°30 : Profil N°1,2,3 et 4	59
Figure N°31 : La relation entre le taux d'Argile et humidité à pF 2.5 des profils Etudiés	62
Figure N°32 : La relation entre le taux d'Argile et humidité à pF 4.2 des profils étudiés	63
Figure N°33 : Variation du RU et RFU	64
Figure N°34 : Photo représentative du quatre profils	73
Figure N°35 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5) et le Taux d'argile	77
Figure N°36 : Relation ente le taux d'humidité à pF (4.2) et le Taux d'argile	78
Figure N°37 : Variation du RU et RFU	79
Figure N°38 : Histogramme représentative le taux de perméabilité des quarts Profils.	80
Figure N°39 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le Taux d'argile De profil N°01	91
Figure N°40 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le Taux d'argile de profile N°02	91
Figure N°41 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le taux d'argile de profile N°03	92
Figure N°42 : RFU et RU	93
Figure N°43 : la perméabilité du profil 1	94
Figure N°44 : la perméabilité du profil 02	94
Figure N°45 : la perméabilité du profil 03	94



**Liste des
tableaux**

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau N° 01 : classification des minéraux argileux (Encyclopédie Universalise France)	08
Tableau N° 02 : échelle granulométrique de la texture du sol (Henin et <i>al</i> , 1972).	12
Tableau N°03 : Correspondance des expressions statiques (Mathieu et Pieltain. 1998).	20
Tableau N° 04 : classe de perméabilité en fonction de la valeur de K (Ctgreg, 1979).	24
Tableau N°05 : relation entre la densité apparente d'un sol et sa porosité en % (SOLTNER, 2005).	26
Tableaux N°06 : Analyses physiques et chimiques du profil 01	51
Tableaux N°07 : Analyses physiques et chimiques du profil 02	53
Tableaux N°08 : Analyses physiques et chimiques du profil 03	56
Tableaux N°09 : Analyses physiques et chimiques du profil 04	
Tableau N°10 : Analyses physico-chimiques du profil N°1	59
Tableau N°11 : Analyse physico-chimique du profil 2	66
Tableau N°12 : Analyse physico-chimique du profil 3	68
Tableau N°13 : Analyse physico-chimique du profil 4	71
Tableau N°14 : Résultats analytiques des Pf	74
Tableaux N°15 : Analyses physiques du profil 01	76
Tableaux N° 16 : Analyses physiques du profil 02	82
Tableaux N°17 : Analyses chimique du profil 03	85
Tableaux N°18 : Analyses physiques du profil 04	88



Résumé

Résumé

Thème

Impact de la teneur des sols en argile sur la variabilité de quelques propriétés hydriques dans la région de Skikda

Résumé :

L'objectif de ce travail est d'étudier la relation entre la teneur en argile et en eau des sols de la région de Skikda ; on a conclu que Plus le taux des particules fins et moyens augmentes, plus le taux d'humidité augmente par ce que la distribution des pores est plus uniformes ce qui permet d'absorber l'eau, par contre, dans le sol sableux, le taux d'humidité diminué par ce que les pores sont relativement grands, donc il ne reste qu'une petite quantité d'eau dans le sol. La conductivité hydraulique est variée selon la texture du sol et en relation avec le diamètre des pores. les paramètres étudiés varient d'une région à une autre d'où la RU et RFU sont plus importantes à El harrouch

Les mots clés : argile, sol, réserve utile, perméabilité, Skikda.

الموضوع

تأثير محتوى التربة الطينية على تقلبات بعض خواص المياه في منطقة سكيكدة

الهدف من هذا العمل هو دراسة العلاقة بين محتوى الطين والمياه للتربة في منطقة سكيكدة. استنتج أنه كلما زاد معدل الجسيمات الدقيقة والمتوسطة ، زاد محتوى الرطوبة لأن توزيع المسام يكون أكثر اتساقاً ، مما يجعل من الممكن امتصاص الماء ، من ناحية أخرى ، في التربة الرملية ، الرطوبة انخفض المحتوى لأن المسام كبيرة نسبياً ، لذلك تبقى كمية قليلة من الماء في التربة. تختلف الموصلية الهيدروليكية باختلاف قوام التربة وفيما يتعلق بقطر المسام تختلف المعلمات المدروسة من منطقة إلى أخرى حيث تكون أكثر أهمية الاحتياطي المفيد و الاحتياطي السهل المفيد في الحروش

الكلمات المفتاحية: طين ، تربة ، احتياطي مفيد ، نفاذية ، سكيكدة

Theme

Impact of clay soil content on the variability of some water properties in the Skikda region , Skikda

The objective of this work is to study the relationship between the clay and water content of soils in the Skikda region; it was concluded that the more the rate of fine and medium particles increases, the more the moisture content increases because the distribution of the pores is more uniform, which makes it possible to absorb water, on the other hand, in sandy soil, the moisture content decreased because the pores are relatively large, so only a small amount of water remains in the soil. Hydraulic conductivity is varied with soil texture and in relation to pore diameter. The parameters studied vary from one region to another from where the RU and RFU are more important in El harrouch .

Key words: clay, soil, useful reserve, permeability, Skikda

A decorative border with a repeating geometric pattern of interlocking lines, forming a square frame around the central text.

Introduction

Introduction

Introduction

La teneur en argile des sols a un impact significatif sur les propriétés hydriques des sols dans la région de Skikda. Les sols argileux retiennent davantage d'eau, cela peut entraîner une saturation des sols, affectant ainsi la croissance des plantes et la qualité des cultures. De plus, les sols argileux ont une faible perméabilité, ce qui entraîne une accumulation d'eau en surface, nuisant à la croissance des plantes et favorisant le développement de maladies fongiques. De plus, la teneur en argile affecte la capacité des sols à retenir les nutriments essentiels à la croissance des plantes. Une gestion efficace des sols argileux nécessite une compréhension approfondie de ces impacts afin de garantir une utilisation durable des ressources naturelle (Henin et *al* ; Monnier1972).

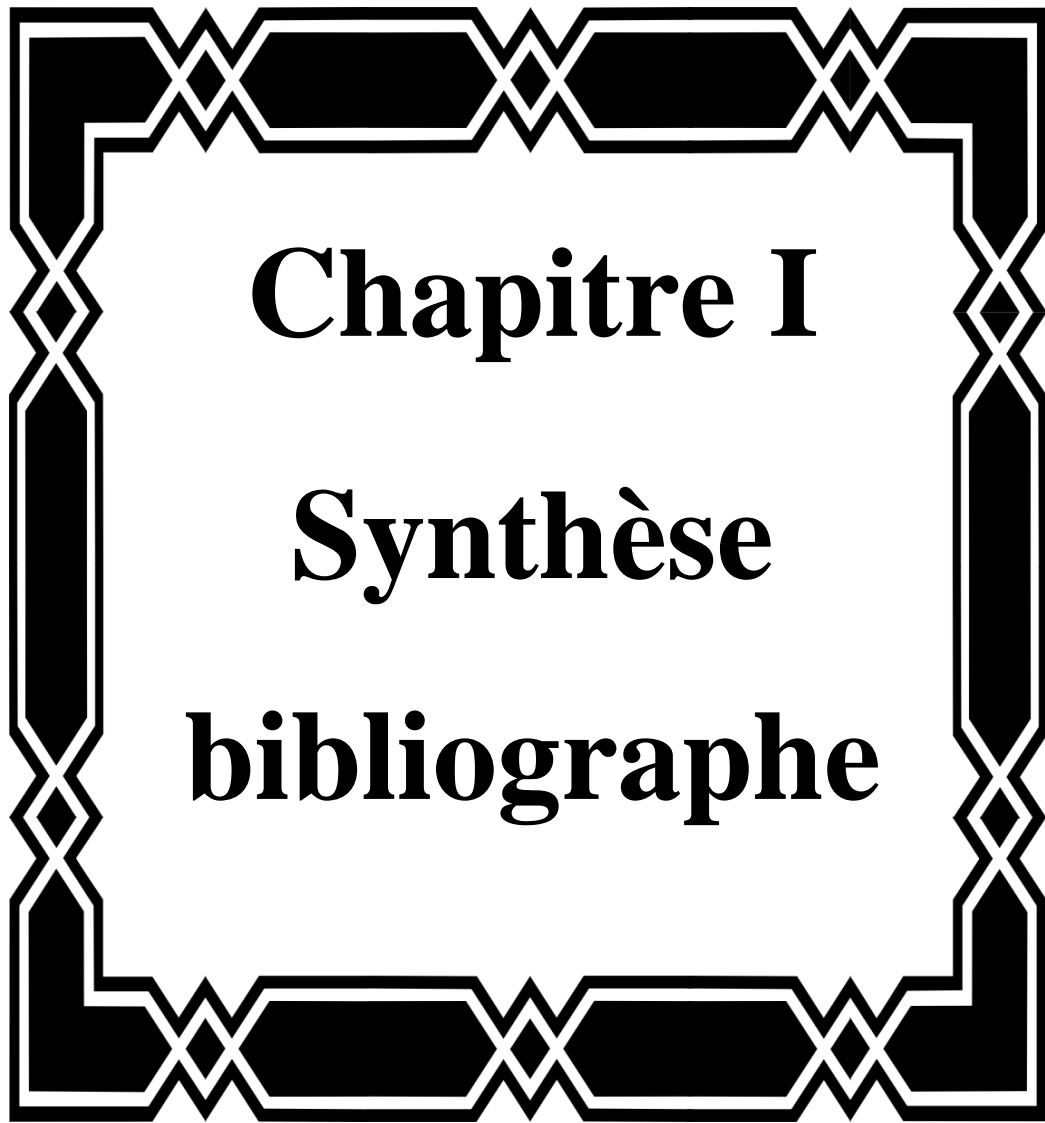
La connaissance des caractérisations hydrodynamiques d'un sol est importante dans de nombreuses applications. Elle est utilisée pour estimer les flux d'eau à différentes profondeurs en vue notamment d'effectuer des bilans hydriques et minéraux et basée sur la description du milieu

Les propriétés hydrodynamiques des sols représentées par les fonctions de rétention en eau et de conductivité hydraulique, régissent les écoulements d'eau et de solutés depuis la surface jusqu'aux nappes souterraines. La caractérisation et la compréhension de cette dynamique des fluides ont énormément d'importance pour la détermination des ressources en eau disponibles.

L'objectif de cette étude est de présenter la relation entre la teneur en argile et en eau des sols de la région de Skikda, pour cela, nous avons pris des données précédentes des profils de quelques régions pour une étude physiques (granulométrie, humidité à différents pF, porosité, perméabilité).

Ce travail comporte trois chapitre :

- Le premier chapitre une synthèse bibliographique concernant les du sol ainsi que ces propriétés physiques
- Le deuxième chapitre seront présentées la méthodologie adoptée.
- Le Troisième chapitre les résultats d'analyse des sols et leur interprétation et enfin une discussion générale traitant les résultats porosité, humidités à différents des pF, RU, RFU et conductivité hydraulique.



Chapitre I

Synthèse

bibliographie

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

1) Les minéraux argileux

1.1. Introduction :

D'après Weaver (1989), Il n'existe pas de définition unique du terme "argile", le mot "argile" englobe deux connotations, l'une liée à la taille des grains et l'autre à la minéralogie nous l'avons vu, un groupe de minéraux très divers et leur utilisation est tout aussi diversifiée, surtout aujourd'hui. Je vais toucher un peu ici. Il nous faudra d'abord définir les argiles, ce qui peut déjà se faire de plusieurs manières selon que l'on parle d'argiles en tant que minéraux ou en tant que roches contenant majoritairement, les principales propriétés, qui éclaireront les utilisations de ces matériaux. On abordera ensuite leurs modes de formation, Ce n'est qu'ensuite que l'on détaillera certains intérêts des argiles.

1.2. Les minéraux argileux

La définition dépend de la granulométrie, c'est la limite étant fixée à 2 ou 4 microns selon les cas. Et l'autre définition minéralogique par rapport les feuillets tétraédrique et octaédrique.

Les minéraux argileux classés dans la famille des silicates, plus précisément des phyllosilicates (silicates en feuillets). Elle se caractérise par la superposition de feuillets Les minéraux Composés de couches tétraédriques et octaédriques. Dans l'espace entre les feuillets ou espace inter foliaire, se placent divers cations comme K, Na, Ca. L'argile est généralement issue de l'altération par l'eau des autres silicates (sauf le quartz). C'est pour cette raison qu'on le trouve systématiquement dans les sols et les formations superficielles. Minéral détritique ultrafin, on le trouve aussi très fréquemment dans les roches sédimentaires (Futura 2001)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

1.3. Les roches argileuses :

Si l'on excepte le quartz, les argiles sont les minéraux les plus abondants de la lithosphère. En effet. Les roches sédimentaires sont les roches les plus abondantes en volume à la surface de la lithosphère ; comme les schistes qu'ils sont toute roche sédimentaire litée à grain très fin, en générale argileuse ou marneuse, Les schistes constituées Quartz + calcite (sidérite, dolomite) + Feldspaths + Pyrite + Argiles mais les argiles sont les principaux constituants des schistes. (Dictionnaire de Géologie de Foucault et Raoult)

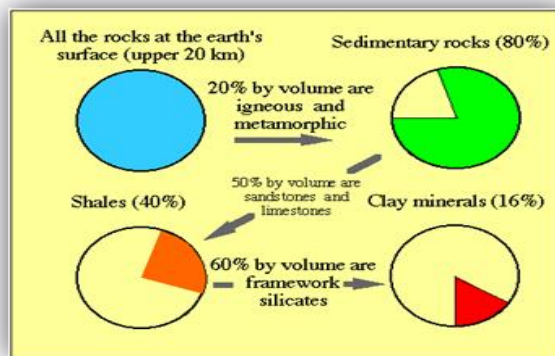


Figure N°1 : Importance des argiles dans les roches sédimentaires (Beauchamp, 2002)

1.4. La diagenèse des minéraux argileux :

Les argiles donnent des schistes : la série argileuse, ou pélitique, conduit, à partir d'argiles supposées essentiellement composées de kaolinite, à des argilites, ou schistes phylliteux, du fait de la formation d'illite, puis, par déshydratation et cristallisation, à des phyllades, ou aux schistes sériciteux et séricitoschistes, la séricite, issue de la kaolinite par déshydratation et enrichissement en potassium, peut donner ensuite de la muscovite (micaschiste à mica blanc) et la chlorite de la biotite (micaschiste à deux micas)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

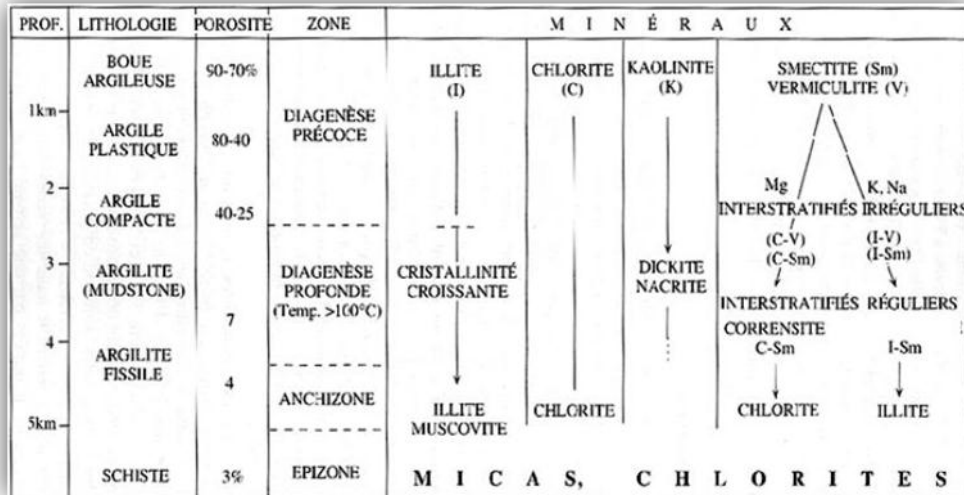


Figure N°2 : évolution d'ensemble des argiles au cours de la diagenèse d'enfouissement, les profondeurs ne sont d'indicative (chmely H)

1.5. Structure des feuillets :

1.5.1. La couche tétraédrique :

L'épaisseur de cette couche tétraédrique est de 4,63 Å, est formée de silice tétraédrique, d'un cation Si⁴⁺ entouré de quatre anions O²⁻, Chaque tétraèdre partage trois atomes d'oxygène avec les tétraèdres adjacents. Ces atomes d'oxygène partagés sont arrangés en réseau hexagonal qui forme la base de la couche. Le bilan des charges positives et négatives présentes dans cette structure n'est pas neutre. En effet, chaque tétraèdre est formé d'un cation Si⁴⁺ et de trois anions O²⁻ qui forment la base du feuillet et qui

Appartiennent aussi à un tétraèdre adjacent, et d'un quatrième anion O²⁻ qui lui n'est pas partagé. Le bilan des charges est alors :

$$3 + 3 \times (-2) / 2 + (-2) = -1.$$

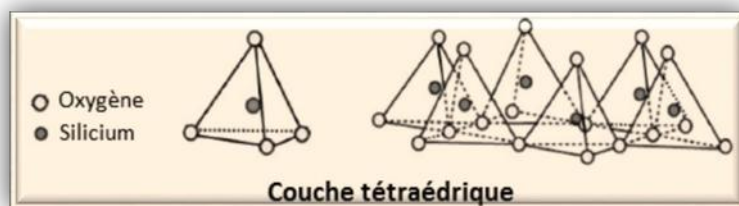


Figure N°3 : La couche tétraédrique (Google.jpg)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

1.5.2. La couche octaédrique :

Est formée de cations Al^{3+} ou Mg^{2+} entourés de six groupements hydroxyle OH^- . Ces octaèdres sont reliés entre eux par des anions communs, enforment une couche plane. Le bilan des charges présentes dans le feuillet est de +3 pour le cation Al^{3+} et -1 pour le groupement hydroxyle, mais chaque OH^- est partagé avec trois cations, ce qui donne : $+3 + 6 \times (-1) / 3 = +1$. Pour atteindre l'électro neutralité, seulement deux sites octaédriques sur trois sont occupés par un cation Al^{3+} ; on parle alors de couche d'octaédrique de gibbsite. Dans le cas du cation Mg^{2+} , lorsque tous les sites sont occupés.

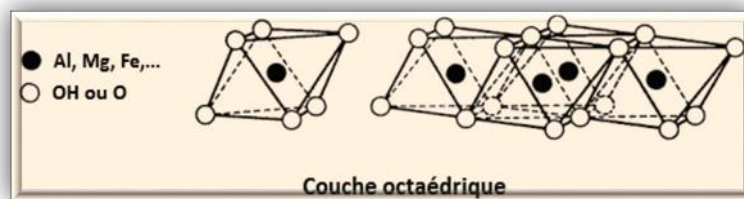


Figure N°4 : La couche octaédrique (Google.jpg)

1.6. L'origine des minéraux argileux :

Les sols argileux se forment par un processus lent d'altération sous l'action du climat, suivi de phénomènes d'érosion, de transport et de sédimentation. 90 % des minéraux argileux sont d'origine détritique. L'altération peut être physique (désagrégation des minéraux primaires) ou chimique (par transformation des minéraux). Certains minéraux argileux précipitent à partir d'une solution (minéraux néoformés).

1.6.1 Héritage et altération physique des roches :

À partir de la roche-mère les minéraux argileux résultant de la destruction des roches, peuvent soit rester sur place (argiles résiduelles, ex : argiles à silex, argiles de décalcification), l'altération libère intacts, sans modification comme des minéraux primaires

Chapitre I : Synthèse Bibliographique



Figure N°5 : l'héritage et l'altération des minéraux argileux

1.6.2 Néof ormation :

Lorsqu'ils sont formés à partir de silicates qui ne sont pas en feuillets (feldspaths, amphiboles, olivine...), le réseau cristallin du minéral d'origine est complètement détruit.

Les minéraux argileux sont formés par l'eau du sol à partir d'ions en solution (silicium, aluminium et potassium)

Certains minéraux argileux se forment en dehors des sols à partir des ions en solution concentrés en ions (Si, Al, Mg)

- Néof ormation de glauconie (illite ferrifère) dans les vases littorales.
- Néof ormation des "argiles rouges des grands fonds" (smectites ferrifères provenant des vases calcaires et siliceuses et des cendres volcaniques).

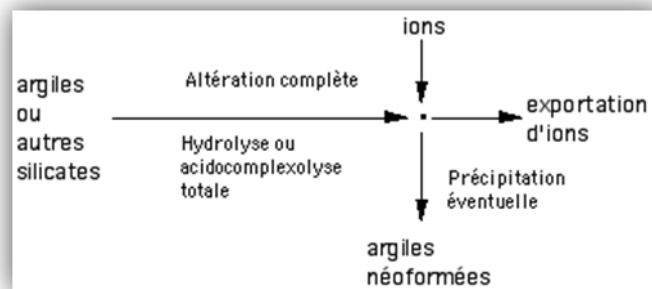


Figure N°6 : néof ormation (argile.com)

1.6.3. Transformation :

On distingue les transformations par dégradation (soustraction d'ions) et par aggradation (par fixation d'ions supplémentaires). Ces transformations ont lieu aussi bien au cours de l'altération que de la diagénèse

Lorsque les nouveaux minéraux argileux sont formés à partir des micas (muscovites, biotites et chlorites), le réseau cristallin est plus ou moins conservé, on parle de transformation

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

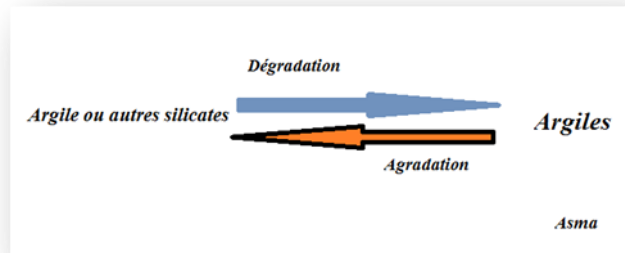


Figure N°7 : Transformation

1.7. La nature des minéraux argileux :

La nature des minéraux argileux selon :

1.7.1. La roche-mère :

- * l'altération d'une roche acide, comme le granite, donne plutôt de la kaolinite
- * l'altération d'une roche basique, comme le basalte, donne plutôt des smectites.

La topographie, qui commande le drainage, intervient également :

- * sur une pente, où le drainage et le lessivage sont bons, la formation de kaolinite est favorisée.
- * dans une cuvette, milieu confiné où se concentrent les solutions, se forment plutôt des smectites.

1.8. Les propriétés et le rôle des minéraux argileux :

Les propriétés bien particulières des minéraux argileux sont dues à la petite taille, la structure en feuillets et la charge négative des particules. Elles forment avec l'eau des solutions colloïdales qui flocculent lorsque les charges de surface des particules sont neutralisées par des ions, l'ensemble eau-argile devient plastique, puis visqueux et finalement les particules d'argile se dispersent dans l'eau en formant une solution colloïdale. L'argile imprégnée d'eau qui se dessèche se rétracte et se casse par des fentes de retrait.

1.9. Classification des minéraux argileux :

Les minéraux argileux peuvent être classés en 1 : 1 ou 2 : 1, car ils sont essentiellement

Constitués de feuilles de silicate tétraédriques et de feuilles d'hydroxyde octaédrique. Il est possible de classer presque tous les minéraux argileux en trois grandes familles structurales.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

Dans la famille 1 : 1, comme dans le cas de la kaolinite, la couche tétraédrique est connectée à la couche octaédrique. Dans la feuille de famille 2 : 1, les couches octaédriques sont liées à deux couches tétraédriques, comme dans illite. Cette famille intègre plusieurs groupes structuraux qui se distinguent par la présence ou non de couches intermédiaires (pyrophyllite et illite, respectivement) et par la présence ou non de variabilité d'épaisseur de feuille en fonction de leur état d'hydratation.

Tableau 01 : classification des minéraux argileux (Encyclopédie Universalise France)

type de feuillet	groupe	octaédrique	espèces
1 : 1	serpentine kaolinite	dioctaédrique	kaolinite, dickite, nacrite, halloysite
		trioctaédrique	antigorite, chrysolite, lizardite, berthiérine
2 : 1 non fibreux	pyrophyllite	dioctaédrique	pyrophyllite
	talc	trioctaédrique	talc, kérolite
	micas	dioctaédrique	muscovite, illite, glauconite
		trioctaédrique	biotite
	smectite	doctaédrique	montmorillonite, beidellite, nontronite
		trioctaédrique	saponite, stevensite
vermiculite	trioctaédrique	vermiculite	
2 : 1 structure fibreuse	sépiolite	trioctaédrique	sépiolite
	attapulgite	trioctaédrique	attapulgite
2 : 1 : 1	chlorite	dioctaédrique	dombassite
		trioctaédrique	chinchlore, chamosite
		di-trioctaédrique	sudoite, cookéite

1.10. Propriétés et structure des minéraux argileux :

a) La Kaolinite (1/1, d=7Å°).



Pas de substitution dans les couches. Le feuillet est neutre. La kaolinite se forme dans les sols bien drainés, par pH acide, surtout en climat subtropical et tropical. Ses cristaux sont souvent grands (jusqu'à 15 µm).

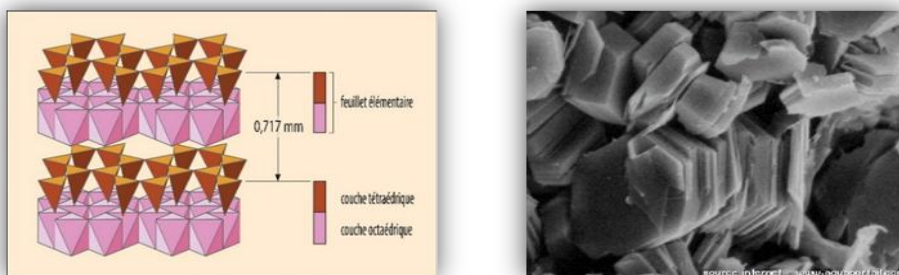


Figure N°8 : la structure de la kaolinite b : 10 Um Wilson et al (2016)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

b) les **Illites** (2/1, $d=10\text{\AA}$).



Association d'une CO (alumineuse) et deux CT (siliceuses). Mais il peut y avoir des substitutions (remplacement de Si par Al). Des cations (K^+) sont adsorbés dans l'espace inter foliaire afin de compenser le déséquilibre des charges. C'est le minéral ubiquiste par excellence. Sa structure est proche de la muscovite (plus d'eau, moins de K^+).

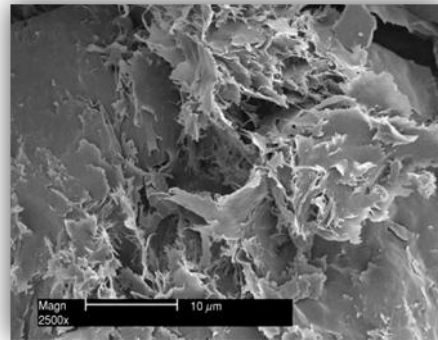
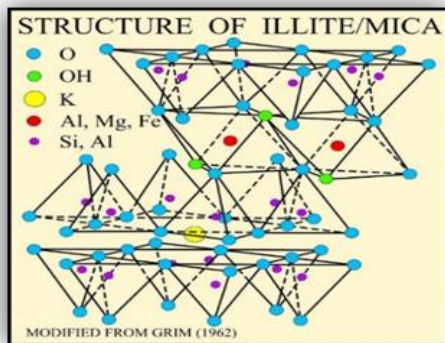
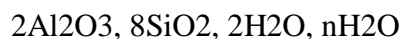


Figure N°09 : la structure des Illites

c) les **Smectites** (2/1, $d= 14 \text{\AA}$).



L'empilement des feuillets est désordonné ; chaque feuillet est tourné dans son plan par rapport au précédent. Les substitutions d'atomes sont importantes. Ce désordre et la faible charge des feuillets facilitent leur écartement et l'adsorption des molécules variées (eau, cations, molécules organiques) au niveau de l'espace interfoliaire qui s'écarte ($d = 18 \text{\AA}$). Les smectites, ou montmorillonites, sont généralement calciques, plus rarement sodiques. Elles sont formées dans les sols mal drainés plutôt alcalins. Les feuillets de smectites peuvent s'intercaler régulièrement ou irrégulièrement avec d'autres feuillets argileux, souvent illitiques. L'ensemble forme des interstratifiés.

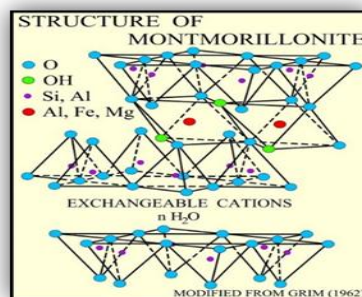


Figure N°10 : La structure des smectites

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

d) la Glauconie :

Minéral vert ferrifère proche de l'illite exclusivement formé en milieu marin peu profond.



Figure N°11 : la Glauconie (Google png)

e) les Chlorites (2/1, d= 14 Å°).



L'espace inter foliaire est garni par une couche composée de Mg et OH. L'Al est remplacé localement par le Fe. Les chlorites existent en plus grands cristaux dans les roches magmatiques, elles sont également formées pendant la diagenèse des roches sédimentaires. Ce minéral peut être présent en quantité non négligeable dans les sols les moins évolués de la région On les retrouve en éléments détritiques dans les sols sous climat peu agressif.

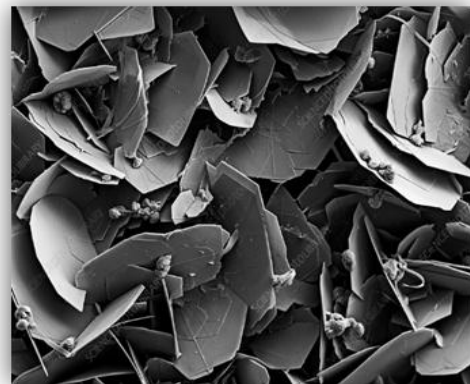
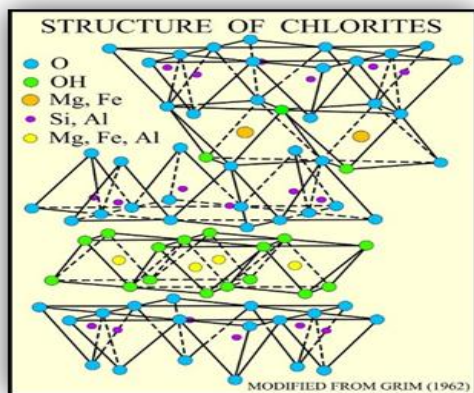


Figure N°12 : la structure de chlorites Dennis (2018)

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

f) LA vermiculite (2/1, $d=14 \text{ \AA}$)

Fréquente dans les sols de la zone tempérée. La couche octaédrique contient du Fe et du Mg. La vermiculite est proche des illites et chlorite mais montre des propriétés gonflantes

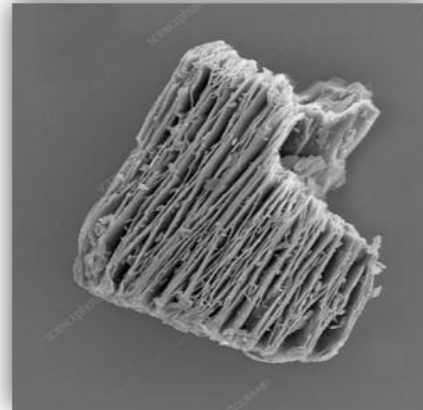
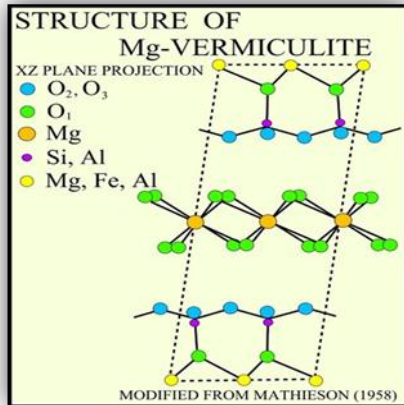


Figure N°13 : structure de vermiculite Dennis (2018)

g) Les argiles fibreuses :

Les feuillets sont discontinus et forment des rubans. Les principaux types sont la sépiolite et l'attapulgite ou paligorskite. On les trouve dans les milieux confinés

1.11. Conclusion :

La connaissance de l'origine et la structure et même la classification des minéraux argileux aide pour à mener les études sur le type de d'argile dans une région.

2) Propriétés physiques

2.1. Introduction

Le milieu poreux présente des caractéristiques physiques et mécaniques divers. La définition et la quantification des propriétés des milieux poreux sont faites généralement suivant deux approches : une approche par un volume élémentaire représentatif ou vers (Bear, 1972) une deuxième approche par fractions élémentaires (de Marsily, 1981). Nous nous intéresserons à certaines de ces propriétés et surtout à celles intervenant directement dans les phénomènes de transfert d'eau en milieu poreux.

2.2. La texture

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

2.2.1. La 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 (Calvet, 2003).

La phase solide inorganique, du sol est constituée par des particules de divers minéraux de forme de tailles variées (Calvet, 2003).

Selon leurs besoins les pédologues subdivisent la terre fine ($\leq 2\mu\text{m}$) en 5 fractions, selon le système canadien de classification des sols (CANSYS) et (l'USDA) soil classification système voir échelle granulométrique du tableau 01

Tableau N° 02 : échelle granulométrique de la texture du sol (Henin et *al*, 1972).

Terre fine					Terre grossière	
Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sable fins	Sable grossiers	Graviers	Cailloux
$\leq 2 \mu\text{m}$	2-20 μm	20-50 μm	50-200 μm	0,2-20mm	2-20mm	20mm

Les classes texturales sont selon le pourcentage de sable, limon et argile qui contient le sol en utilisant le triangle textural de la figure 14. Au niveau international, la classification la plus utilisée est celle de l'USDA (United States Département of Agriculture, IUSS Working Group WRB, 2006). Ce triangle permet de classer les sols selon 12 classes de texture. Par exemple, un sol contenant 45% d'argile, 30% de limons et 25% de sables sera considéré comme un sol argileux.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

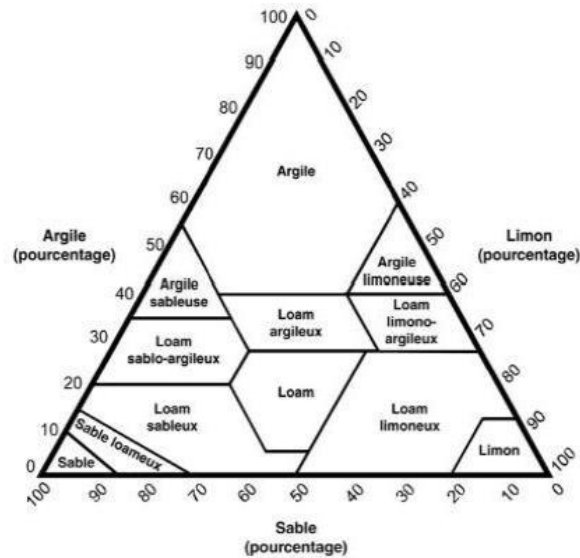


Figure N° 14 : Triangle de texture proposé par l'USDA (IUSS Working Group WRB, 2006).

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 (Bittelli *et al.* 1999).

2.2.2. L'analyse granulométrique

Elle consiste à la détermination de la distribution de la taille des particules du sol. Elle permet alors de déterminer ce qu'on appelle la composition granulométrique du sol. La séparation des particules par classes de taille est généralement effectuée par tamisage au travers de tamis de diamètre calibré jusqu'à un diamètre de particules d'environ 0.05 mm. Pour séparer et classer des particules plus fines, la méthode généralement utilisée est celle de la sédimentation dans des milieux plus ou moins dense (Hillel, 1988 ; Chamayon et Legros, 1989; Henin, 1977).

2.2.3. Classification des textures

Cette classification offre une grande importance dans la mesure où elle permet de définir en combinaison avec la structure ressentie des propriétés physiques du sol (Duchaufour, 1988).

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

2.2.3.1. Texture sableuse

Sol bien aère facile à ravalier, pauvre en réserves d'eau, pauvre en éléments nutritifs faible capacité d'échange anionique et cationique (Duchaufour, 1988).

2.2.3.2. Texture limoneuse

L'excès de limon et insuffisance d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive accompagnée de mauvaises propriétés physiques cette tendance est corrigée par un teneur suffisante en humus et en Galium (Duchaufour, 1988).

2.2.3.3. Texture argileuse

(Lavage horizontal principalement)

- Prismatique
- Blocs
- Granulaires

Les plans de clivage présentent des espaces où l'eau peut circuler facilement. Les structures granulaires sont les plus intéressantes pour la circulation de l'eau car elles offrent un plus grand volume de macropores par unité de volume (Henin *et al*, 1972).

2.2.4. La stabilité de la structure

La destruction des agrégats peut être due à des actions physiques (éclatements, chocs, compressions) et des actions physicochimiques (dispersion des argiles). La stabilité de la structure croît avec les quantités d'argiles et de matières organiques contenues dans le sol. Elle est favorisée par le cation calcium et défavorisée par le cation sodium.

Son évaluation est obtenue directement par la détermination d'indices basés sur la résistance des agrégats à l'action de l'eau, ou indirectement par les mesures relatives à l'écoulement de l'eau (Raoul, 2013).

Chapitre I : Synthèse Bibliographe

2.3. La densité

La masse volumique apparente sèche d'un sol est toujours inférieure à sa masse volumique réelle, puisque la masse solide est toujours rapportée au volume total apparent et non seulement au volume de solides (Henin et al 1972).

2.3.1. La densité apparente(Da)

Selon Henin et *al*, (1972) elle contient deux types, la densité apparente totale c'est le rapport de la masse totale sur le volume total

$$Da = M_t / V_t \text{ g/cm}^3$$

Et la densité apparente à l'état sec est le rapport de la masse de sol sec sur le volume total.

$$Da = M_s / V_t \text{ g/cm}^3$$

Les ordres de grandeur des masses volumiques apparentes sèches sont pour différents types de sols (HENIN et *al*, 1972) :

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

2.3.2. La densité réelle (Dr)

Qui est le rapport de la masse des constituants solides Ms sur leur volume Vs (HENIN et *al*, 1972)

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

La masse volumique réelle des éléments constituant les particules de sol est fonction du type de matériaux (HENIN et *al*, 1972) :

- Minéraux argileux 2,00 - 2,65 g/cm³
- Quartz et feldspath (limon et sable) 2,50 - 2,60 g/cm³

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

- Minéraux contenant des éléments métalliques 4,90 - 5,30 g/cm³
- Fraction organique 1,30 - 1,40 g/cm³

2.4. L'eau dans le sol

L'eau dans le sol ne représente qu'une infime part de l'eau douce (0.1%), mais à l'instar de la vapeur d'eau, elle-même fraction infime dans l'atmosphère et néanmoins fondamentale pour le cycle de l'eau, l'eau dans le sol est indispensable pour la continuité du cycle ; à la fois par l'intermédiaire de l'évapotranspiration (plantes et surface des sols) et en entretenant l'approvisionnement des nappes phréatiques et des aquifères (Gallali, 2004). Toute l'eau dans le sol n'est pas pareillement ou totalement disponible pour les plantes ou pour les aquifères.

En effet, l'eau entretient avec les différents matériaux composant les sols, des relations particulières qui la rendent plus ou moins durablement indisponible (Gallali, 2004).

2.5. Humidité

2.5.1 Humidité massique (relative)

Elle représente le rapport entre le poids d'eau contenu dans un certain volume de sol et le poids des grains solides contenus dans le même volume, elle s'exprime en (%); c'est-à-dire le pourcentage d'eau par rapport à la terre sèche donc c'est la qualité d'eau contenu dans certaine qualité du sol, les qualités sont exprimées par (Chamayou, 1989).

$$H_{(\%)} = (m/M) * 100$$

(%) **m**: c'est la masse d'eau, et **M**: la masse de terre sèche

2.5.2 Humidité volumique

C'est le pourcentage d'eau exprimé en volume d'eau par rapport au volume de terre sèche (Chamayou, 1989).

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

$$HV = (v/V) * 100$$

(%) v : étant le volume d'eau, et V : le volume de terre sèche.

2.6. Rétention de l'eau dans le sol

2.6.1. Définition

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 à 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).

2.6.2. La capacité au champ

Il s'agit de du taux d'humidité d'un sol ressuyé dans des conditions où le drainage est assuré librement

2.6.3. L'état de l'eau dans le sol :

- * Eau de constitution
- * Eau fortement adsorbée
- * Réserve hydrique (eau de retentions capillaire)
- * Réserve hydrologique (eau gravitaire)

D'abord une partie de l'eau entrée dans la composition chimique des roches. C'est l'eau constitutionnelle des minéraux hydratés (GALLALI. 2004). Cette

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

fraction de l'eau est totalement indisponible, au moins jusqu'à ce que la roche soit altérée.

Une autre fraction de l'eau est fortement adsorbée à la surface des colloïdes minéraux et organiques (argiles, humus) mais aussi sur divers autres minéraux. Les forces qui lient cette fraction de l'eau avec les particules du sol sont supérieures à la force de succion des racines des plantes. Cette eau ne peut donc pas être utilisée par les plantes. Mais peut être sollicitée par les phénomènes d'évaporation directe (Gallali, 2004).

Une troisième fraction de l'eau constitue ce que l'on appelle l'eau de rétention capillaire. Cette eau constitue des films dans les microporosités du sol (Gallali, 2004).

Les forces qui lient cette eau sont inférieures à 12 atmosphères, ce qui veut dire que les plantes peuvent mobiliser cette eau au niveau de leurs racines. Naturellement, cette eau peut être évaporée. Mais les forces exercées par la pesanteur sont trop faibles pour la percoler. Cette eau peut être évaporée. Mais les forces exercées par la pesanteur sont trop faibles pour la percoler. Cette eau ne participe donc pas à l'approvisionnement des nappes. En outre, pour que cette eau soit mobilisable par évaporation ou par les plantes, il faut que la continuité des films capillaires soit conservée. Diverses pratiques culturales comme le sarclage (diminution du nombre des racines des adventices évapotranspirations) ou le binage, sont des moyens connus, probablement depuis les débuts de l'agriculture, qui, en introduisant des discontinuités dans les films capillaires du sol, diminuent considérablement les phénomènes d'évapotranspiration et maintiennent au plus haut niveau possible cette fraction capillaire que l'on appelle aussi réserve hydrique du sol (Gallali, 2004).

La quatrième fraction est constituée par l'eau gravitaire. Cette eau remplit les macroporosités du sol. Les forces qui lient cette eau aux minéraux du sol sont trop faibles pour s'opposer à l'action de la pesanteur. Cette eau va donc s'infiltrer et percoler jusqu'à ce qu'elle rencontre un niveau de roches plus imperméables. L'eau va s'accumuler en saturant le niveau de roches sus-jacent en constituant un aquifère (nappe phréatique quand l'aquifère est suffisamment proche de la surface pour être accessible par le creusement d'un puits). Cette fraction de l'eau est appelée réserve hydrologique du sol (Gallali, 2004).

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

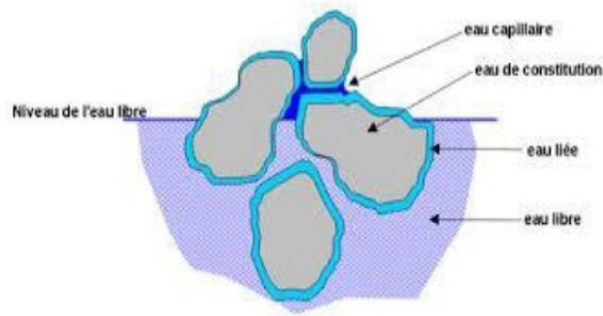


Figure N° 15: représenté les différents états de l'eau dans le sol (Gallali, 2004).

2.7. Notion du potentiel matriciel et de pF :

2.7.1. Potentiel matriciel

L'eau retenue dans le sol, dans la matrice poreuse, dans les capillaires, aux points de contact entre grains et autour des particules échappe à l'action de la gravité, cela signifie que son énergie libre a diminuée par rapport à celle de l'eau libre. Cette diminution d'énergie est appelée " potentiel matriciel", du ainsi à l'ensemble des forces de capillarité et d'absorption de la matière solide encore appelés "Forces de sussions" (Mathieu et Pieltain, 1998).

Le potentiel matriciel varie avec l'état de dessèchement du sol. Pour extraire l'eau du sol dans les divers états de ressuyage et de dessèchement, il faudra donc exercer une pression déterminée pour chaque état (Mathieu et Pieltain, 1998).

La tension de section du sol peut être exprimée en unités de pression ou en hauteur d'eau. Les pédologues emploient volontiers une unité particulière, le pF, qui est le logarithme de la pression négative P exprimée en cm d'eau :

$$pF = \log P$$

Les pF sont comprise entre 0 pour l'eau très faiblement retenue par le sol et 7 pour l'eau fortement absorbée sur la surface des particules (Mathieu et Pieltain, 1998).

Chapitre I : Synthèse Bibliographe

Tableau N° 03 : Correspondance des expressions statiques (Mathieu et Pieltain. 1998).

Bras	Kilo pascals	Atmosphères	Mm de mercure appelé parfois torr	Hauteur équivalente en cm d'eau	pF
0,001	0,1	0,000987	0,75	1,017	0
0,01	1	0,00987	7,50	10,17	1
0,1	10	0,0987	75	103	2
0,33	33	0,328	250	344	2,5
0,5	50	0,493	375	511	2,7
1	100	0,9869	750,1	1017,1	3
10	1000	9,869	7501	10171	4
15	1500	15,2	11251	15499	4,2
100	10000	98069	75010	101710	5
1000	100000	986,9	750100	1017100	6
10000	1000000	9869	7501000	10171000	7

2.8 Point de flétrissement

Quand une plante se développe sur un sol qui n'a pas reçu des précipitations depuis un Certain temps. Elle commence à flétrir d'abord pendant les heures chaudes de la journée, mais recouvre sa turgescence pendant la nuit ; au bout d'un certain temps, le reste toujours flétrit car sa force de succion n'est plus suffisante pour extraire l'eau du sol, Il semble que cette succion limite soit à peu près le même pour toutes les plantes cultivées. On peut l'appelle le point de flétrissement permanent. Il correspond à une pression de 15bars soit à un pF de 4.2 (Baize, 2000).

2.9. L'eau utile

C'est la quantité d'eau stockée par le sol après une période de pluies, en peut l'exprimer en % (du poids ou du volume). On mieux, en hauteur d'eau (exprimée en

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

millimètres), ce qui a l'avantage de permettre des comparaisons avec la pluviométrie et l'évapotranspiration, également exprimées en millimètres (Duchaufour, 1988).

La teneur en eau utile pour plante représente alors la différence entre la teneur en eau à pF

4.2 (point de flétrissement de la plante). Donc c'est l'eau réellement utilisable par les plantes (Mathieu et Pieltai, 1998).

2.10. Relation entre la teneur en eau et potentiel matriciel

Le pF n'est pas identique pour tous les sols ; elle dépend énormément de sa constitution ; structure, texture, matière organique (Mathieu et Pieltain, 1998).

Pour les valeurs faibles du pF c'est-à-dire inférieurs à 2.5 la quantité d'eau retenue dépend beaucoup de distribution des pores et par conséquent elle est fortement influencée par la structure du sol (Mathieu et Pieltain, 1998).

Pour les valeurs plus élevées du pF, la rétention de l'eau est due de plus en plus à l'adsorption par les particules et elle se trouve ainsi plus influencée par la texture et par la surface spécifique du matériau du sol. On sait aussi que le comportement de l'eau dans le sol et ses rapports immédiats avec les plantes dépend essentiellement de ses différents états. On ne peut donc interpréter la teneur en eau d'un sol à un moment donné qu'en fonction du pF qui correspond à cette humidité (Mathieu et Pieltain, 1998).

2.10.1. Teneur en eau et état structural du sol

La teneur en eau augmente aussi lorsque le sol a une structure construite bien développée favorisant donc un volume poral important par conséquent une aptitude à retenir plus d'eau que le même sol ayant une structure détruite (cas des sols limoneux avec une croûte, une battance en surface) (Gallali, 2004).

2.10.2. Teneur en eau- texture du sol

Plus un sol est riche en argile surtout argile gonflante type montmorillonite plus il retient d'eau, la réserve en eau utile R_u dépend de la texture, elle est faible pour les sables, maximale pour la texture Argilo-Limoneuse. La capacité de rétention d'un sol augmente avec la proportion d'élément fin. De même, le point de flétrissement permanent a une valeur plus forte dans les sols argileux que dans

Chapitre I : Synthèse Bibliographe

les sols sableux. Cependant, la différence entre ces deux grandeurs, qui correspond à l'eau utile, est plus importante pour les sols très argileux.

L'humidité utile est en moyenne de l'ordre de 5% dans les sols sableux et de l'ordre de 15% dans les sols moyennement argileux (Buckman et Brady, 1965; Chamayou, 1989).

2.10.3. Teneur en eau- teneur en matière organique :

La teneur en eau augmente également avec la teneur en matière organique et favorise le maintien de l'humidité dans les terrains filtrants, cette variation est surtout sensible pour la teneur en eau qui varie aussi avec l'état de la matière organique. Sur le même sol, plus la matière organique est décomposée, plus elle aura tendance à retenir l'eau (Chamayou, 1989).

Sur le terrain la présence de matière organique dans les agrégats bouche une partie des pores et, de ce fait, la rétention de l'eau par le sol est en partie diminuée (Chamayou, 1989).

En revanche, la matière organique stabilise les agrégats vis-à-vis de l'action dégradante de l'eau et maintient ainsi une bonne macroporosité d'où une perméabilité et une aération convenable du sol (Chamayou, 1989).

2.11 Perméabilité

2.11.1 Définition

La perméabilité (k), correspond à la conductivité hydraulique, ce paramètre hydraulique est le volume d'eau qui percole pendant l'unité de temps à travers l'unité de surface d'une section (LOZET et CLEMENT. 2002).

La perméabilité exprime la quantité d'eau qui traverse un sol à l'état saturé en unité de temps (LOZET et CLEMENT. 2002).

C'est-à-dire la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité en cm par second(ou par heure, si la vitesse est lente) (Chamayou, 1989).

Chapitre I : Synthèse Bibliographe

La perméabilité du sol est la facilité plus au moins grande avec laquelle le sol se laisse pénétrer et traverser par l'eau et l'air. Elle est fonction de la porosité du sol mais il n'y a aucune relation de proportionnalité, un sol peut être très poreux (argile) et peu perméable à l'eau ou moyennement poreux (sable) mais très perméable (Lozet et Clement , 2002).

La perméabilité dépend donc plus de la taille des pores que de volume globale de la porosité (Derdour, 1998).

2.11.2. Loi de darcy

La loi de darcy est la loi fondamentale de l'hydraulique des sols. Elle relie le débit qui circule dans un sol saturé à la charge hydraulique qui lui est appliquée, elle a été établie expérimentalement pour un écoulement unidimensionnel dans un milieu homogène et isotrope (Mathieu et Pieltain, 1998).

Elle relie les différentes variables de la vitesse de filtration par la relation :

$$Q = K \cdot H/L \cdot S \text{ ou } Q = K \cdot I \cdot S$$

I : gradient hydraulique.

S : section.

K : coefficient de perméabilité.

H : charge d'eau.

L : longueur de colonne de terre.

Cette loi exprime que dans un milieu poreux, au travers duquel circule de l'eau sous une faible charge hydraulique, le débit Q de l'écoulement est proportionnel à la perte de charge hydraulique, et inversement proportionnel à la longueur du déplacement effectué dans ce milieu, mais il faut aussi ajouter qu'il dépend aussi de la nature du fluide (μ poids spécifique et viscosité du fluide). En laboratoire la méthode utilisée couramment en France (Méthode Henin) mesure le coefficient de perméabilité K. De la formule de "Darcy" déterminer par percolation à travers un poids de terre constante placé dans des tubes de même forme. Bien que physiquement identique à une mesure de perméabilité, la loi de "Darcy" est la loi fondamentale du débit qui circule dans un sol saturé à la charge hydraulique qui lui est appliqué. Elle a été établie expérimentalement pour un

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

écoulement unidimensionnel dans un milieu homogène et isotrope. Pour l'application au sol dans les conditions in situ de l'expérience de darcy, la précision de la mesure de K est difficile à établir du fait des propriétés et des caractères d'hétérogénéité du sol donné, tout fois une variation de 10 à 20 % de la vitesse de filtration Reste insignifiante du point de vue applicatif. Elle ne devient notable que lorsqu'elle atteint 100 à 200%, voir 300% (Mathieu et Pieltain . 1998).

2.11.3. La variation de la perméabilité :

On peut définir différentes classes de perméabilité en fonction de la valeur de (K) exprimée suivant diverses unités (Mathieu et Pieltain ,1998).

Les chiffres des tableaux correspondent aux limites de diverses classes de perméabilité.

Tableau N° 04 : classe de perméabilité en fonction de la valeur de K (Ctgregf, 1979).

	cm.s-1	mm.h-1	m.s-1	m.j-1
Sols imperméable	10^{-5}	0,36	10^{-7}	0,0087
Sols peu perméables	10^{-4}	3,6	10^{-6}	0,0864
Sols moyennement perméables	10^{-3}	36	10^{-5}	8,64
Sols perméables	10^{-2}	360	10^{-4}	8,64
Sols très perméables	/	/	/	/

On sait aussi que la perméabilité d'un sol dépend beaucoup de sa texture fine étant les mois perméables, mais, pour un sol donné, la perméabilité dépend également de sa texture.

2.12. La porosité des sols mesure indirecte de leur structure :

C'est au toucher, à l'écrasement de mottes, que l'on apprécie le mieux l'état de structure d'un sol. Cependant la mesure de sa porosité, volume du vide de ce sol

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

exprimé en % du volume du sol en place, peut donner une idée assez juste de cet état (Soltner, 2005).

2.12.1. Macroporosité et microporosité : (espaces remplis d'air et espaces remplis d'eau)

Lorsqu'un sol est saturé d'eau, l'ensemble de ses vides, sa porosité totale, est rempli d'eau. Celle – ci s'écoule alors par gravité hors des vides les plus gros, qui se remplissent d'air.

Lorsque le sol cesse de s'égoutter, l'ensemble des vides remplis d'air constitue la macroporosité. Les vides les plus fins, ou capillaires, retiennent encore de l'eau : leur volume représente la microporosité (Soltner, 2005).

2.12.2. Porosité texturale et structurale

* **La porosité texturale** : est celle que laissent entre eux les éléments sableux ou les agrégats élémentaires, les plus fins. Cette porosité est d'autant plus grande que les éléments sableux sont plus grossiers (Soltner, 2005).

* **La porosité structurale** : entre les agrégats terreux (inter-agrégats) et à l'intérieure des agrégats (intra-agrégats) a deux sortes d'origines :

-**La fissuration** : par le gel, les alternances d'humectation et de dessiccation...

-**L'activité biologique** : des racines et radicelles et de la faune du sol (Soltner, 2005).

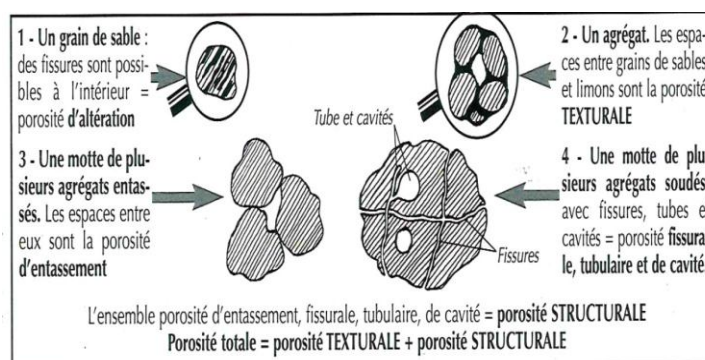


Figure N° 16: une seconde interprétation : porosité totale =porosité texturale +porosité structurale (Soltner, 2005).

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

2.12.3. La mesure de la porosité * Pour mesure la porosité totale :

on prélève, sans la tasser, un volume connu de terre, que l'on pèse après dessiccation à 105°. On en déduit la densité apparente du sol sec : D' (Soltner, 2005).

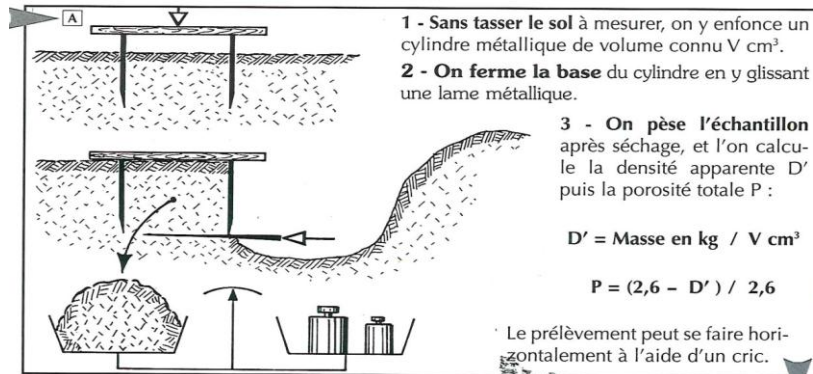


Figure N° 17: les méthodes de mesure de la porosité totale du sol (Soltner, 2005)

La densité réelle, D , des constituants solides étant à peu près constante, environ 2,6 avec quelques écarts selon la richesse du sol en calcaire et en matières organiques (tableau 2-22), la porosité totale, en %, s'exprime par la formule (Soltner, 2005).

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

Tableau 2-22 - RELATION ENTRE LA DENSITÉ APPARENTE D'UN SOL ET SA POROSITÉ EN %
(D'après De Leenheer, 1958 pour les limons des polders belges)

Densité apparente			Porosité		
1	à	1,2	55 %	à	62 %
1,2	à	1,4	46 %	à	54 %
1,4	à	1,6	40 %	à	46 %
1,6	à	1,8	moins de 40 %		

Tableau N° 5 : relation entre la densité apparente d'un sol et sa porosité en % (SOLTNER, 2005).

2.12.4. La mesure de la microporosité ou porosité capillaire est simple :

C'est le poids d'eau retenu par un volume donné de sol lorsqu'il a atteint son point de ressuyage. On en déduit par différence la macroporosité :

$$\text{Macroporosité} = \text{porosité totale} - \text{microporosité.}$$

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

La microporosité correspond à de l'humidité équivalente, mais rapportée au volume de terre (Soltner, 2005).

2.12.5. Les valeurs de porosité, leur variation et leur interprétation.

*La porosité peut varier : de 30 -35 % dans les sols à texture très fine et très tassée, à 70 %

Dans les « chernozems », sols riches en calcium et en humus, et texture très équilibrée, et même 80 % dans la tourbe. Mais si elle varie d'un sol à l'autre, elle varie aussi pour un même sol, en fonction notamment de l'état de son complexe argilo-humique (riche ou non en humus, floculé ou non par du calcium) (Soltner, 2005)

- la plupart des qualités des trois types présidents sans en avoir les défauts (Duchaufour, 1988).
- La stabilité structurale représenté la capacité de la structure d'un sol a' résister a' la battance et a' l'érosion du sol. Elle est influencée par la granulométrie, la matière organique et la présence de calcium (Henin, S. R. Gasess et C.monnier. 1972).
- La porosité c'est la compaction affecte la qualité physique du sol, elle réduit la porosité, ce qui entraine une mauvaise aération du sol, un mauvaise drainage et augment la résistance à la pénétration des racines, par conséquent réduit la croissance et le rendement de la récolte (Lahlou et al.2005).
- La densité apparente (Da) La masse volumique apparente sèche d'un sol est toujours inférieure à sa masse volumique réelle (Henin, S. R. Gasess et C.monnier. 1972).
- 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 : perméabilité d'un sol dépend aussi de la porosité, mais surtout du taux de saturation en eau (Girard et al .2005).
- Loi de darcy : elle a été établie expérimentalement pour un écoulement unidimensionnel dans un milieu homogène et isotrope (Mathieu et Pieltain ,1998).

Chapitre I : Synthèse Bibliographe

- Le pf : Les pF sont comprise entre 0 pour l'eau très faiblement retenue par le sol et 7 pour l'eau fortement absorbée sur la surface des particules (Mathieu et Pieltain,1998).



Chapitre II
Matériel et
méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Etude de milieu physique

1.1. La région d' El- Harrouch

1.1.1. Présentation de la zone d'étude

El Harrouch est une petite ville située au Nord-Est algérien, il s'agit d'une agglomération chef-lieu de commune de la wilaya de Skikda, et se trouve sur la route nationale n°3 reliant la ville de Skikda avec la métropole de Constantine. Elle est devenue l'agglomération chef lieu de la daïra après le découpage administratif survenu en 1974. Ainsi, la Daïra d'El Harrouch administre cinq communes : El Harrouch, Salah Bouchaour, Mezez Edchich, Zerdaza et Ouled Hbaba.

Dans la région de El Harrouch on a choisir 4 points dans le quelle ce trouve les sols lourd

P1 bir stal; P2 djabel mkxen ; P3 ferme de Daoudi. ; P4 Dhira.

(Figure 12) Les coordonnées géographiques des points :

P1 : Latitude 36°40.0307'N	Longitude 006°49.9814'E	birr stall
P2 : Latitude 36°40.0307'N	Longitude 006°51.0938'E	djabel mkxen
P3 : Latitude 36°38.5166'N	Longitude 006°49.5128'E	ferme de Daoudi
P4 : Latitude 36°39.1819'N	Longitude 006°51.8249'E	dhira

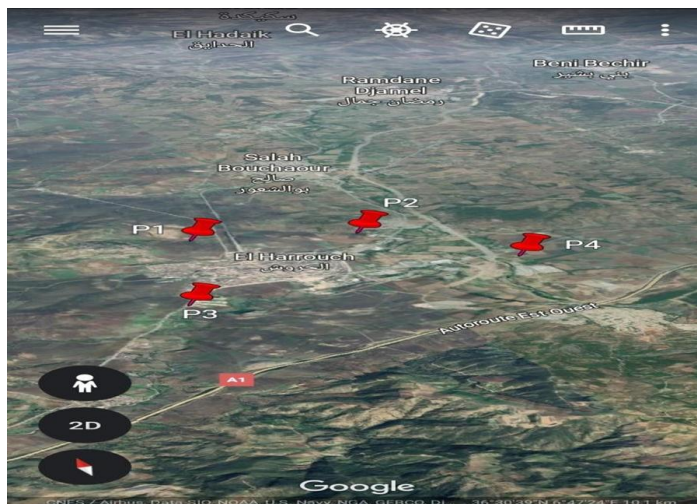


Figure 18 : carte situation graphique de la zone d'étude et le positionnement des profils (Google Earth)

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.1.2. Localisation et limite géographique

La commune est localisée au Sud Est de la wilaya de Skikda, limitée à l'Est et au Sud Est par la commune de Zerdaza, au Nord Est par la commune de Salah Bouchaour, au Nord la commune de Mejez Edchich et Sidi Mezghich, au Sud et au Sud Ouest par la commune de Ain Bouziane. Située à une trentaine de kilomètres de Skikda. La ville dispose d'une situation stratégique entre 3 grandes villes : Skikda, Annaba et Constantine.(figure 13) (BOURAOUI Ibtissem-2007)



Figure 19 : la situation géographique d'El Harrouch entre trois grandes villes de l'Est algérien (Carte topographique de l'Est algérien)

1.1.3 Géologie et relief

1.1.3.1. La géologie

La géologie de tout espace conditionne sa géomorphologie, sa topographie en surface, la

Nature de ses sols et le régime de ses cours d'eau et détermine le degré de perméabilité ou d'imperméabilité. Ainsi, en ce qui concerne le bassin d'El Harrouch, sa géologie se subdivise en trois phases, Chacune comportant une lithologie propre:

Le précambrien : roches magmatiques, gneiss, schistes et micaschistes

Les terrains post-nappe du Tertiaire et du Quaternaire (sables, graviers, conglomérats) et

Formant les sols alluviaux fertiles dans l'ensemble.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Les nappes des flyschs comportant la nappe numidienne (argiles, grès et conglomérats), la Nappe mauritanienne et la nappe massylienne (calcaires, marnes et dolomites). Ces deux Dernières étant des flyschs indifférenciés.

La configuration de cet espace se distingue par :

Au sud, le Djebel Deirah se trouve à la retombée du substratum paléozoïque de la chaîne

Calcaire des kefs Sebargoud et Messouna. Il est limité par l'accident décrochant et la verticale du col Du Kantor qui est responsable de l'escarpement de la ligne de faille du Djebel Deirah et de son prolongement vers coudiat Zouamel.

Le fond de la dépression et les buttes occidentales sont taillées dans les argiles et marnes versicolores des flyschs mauritaniens.

Le talus septentrional fait partie de la nappe numidienne.

La géomorphologie du territoire de la commune d'El Harrouche lui confère sa configuration topographique actuelle en surface. Cet espace est constitué de terrasses alluviales, de piémonts avec de nombreux talwegs dont les confluences donnent naissance à l'oued Saf-Saf et l'oued Nessa.

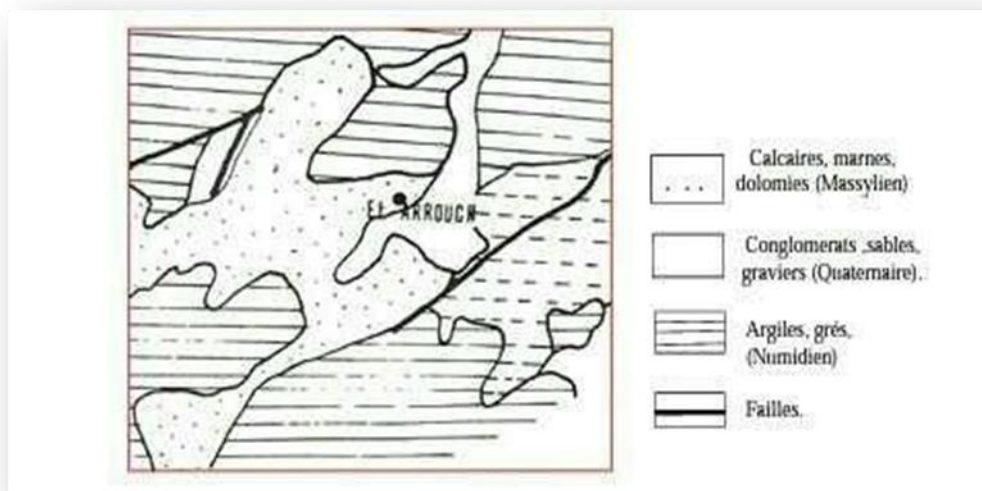


Figure 20 : Carte de la lithologie de la commune (BENSAIDE, 1986)

1.1.3.2. Le relief

Le relief est accentué au sud (monts de Zerdazas), au sud-est (Toumiette), à l'est (vers Leghdir), au nord-est (vers Salah-Bouchaour) et au nord-ouest (Bir Stal). Mais, il est plus moutonneux au centre de la commune sans, pour autant, disparaître totalement. Cette configuration lui confère sur le plan des conditions hydrologiques

Chapitre II : Matériel et méthodes

et hydrogéologiques, un caractère favorable sur le plan des écoulements de surface et souterrains.

En revanche elle peut générer des inondations et des débordements en périodes de crues et d'averses catastrophiques.

Les classes de pentes sont au nombre de cinq (05) et vont de faibles à fortes.



Figure 21 : Carte des pentes de la commune (BENSAID, 1986)

1.1.4. L'hydrographie

Le réseau hydrographique est représenté par des cours d'eau permanents qui forment exclusivement des affluents des deux principaux oueds :

- Oued Saf saf
- Oued N'ssa
- Selo

1.1.5. L'hydrotechnique

la codification de l'agence nationale des ressources hydraulique (A.N.R.H), la commune d'El Harrouche est située dans le grand bassin versant de l'Oued Saf saf (code 3_09).

1.1.6. Occupation du sol

La répartition générale des terres de la commune caractérise par :

L'importance de la surface agricole utile (SAU) qui représente 62,62% de la superficie total.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Une prédominance de céréales qui représentent 55,36% de la superficie globale. Les forêts couvrent une superficie globale de 680 ha dominées par le maquis, les Broussailles. (BENSAID, 1986)

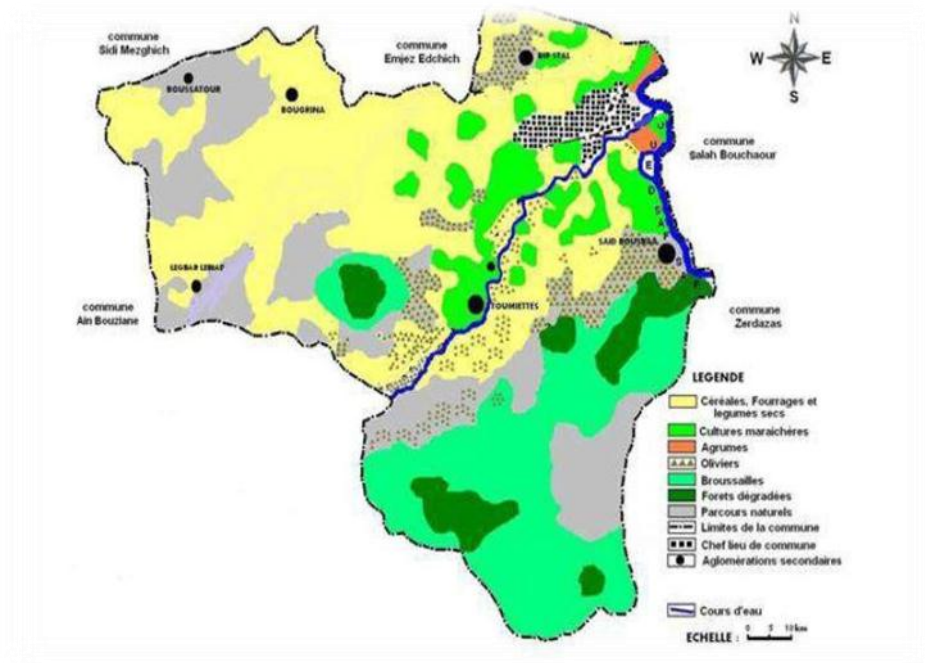


Figure 22 : Carte de L'occupation des sols de la commune d'El Harrouche (DSA)

1.2. La région Tamalous

L'une des daïras de la wilaya de Skikda, elle s'étend sur une superficie de 368.09 km², habitée par plus de 80936 habitants. Elle regroupe les communes de Tamalous, El Karkra et Bin El Ouidane. La ville de Tamalous est située en zone montagneuse et boisée. Son économie est basée principalement sur la production de liège précédemment, elle a un aspect agricole.

1.2.1 Situation géographique

La zone de Tamalous est située au nord-ouest de ville de Skikda, précisément entre 31°50'10'' nord, 6°38'30'' est, elle s'étend sur une superficie d'environ 59635 km².

-Au nord le méditerranéenne.

-Au sud la commune de Sidi Mezghiche et Oum Etoub.

-A l'est commune de Bouchetata Mahmoud et Aïn Zouit.

-A l'ouest commune d'Oued Zhor et Zitouna.

Chapitre II : Matériel et méthodes



Figure 23 : Carte géographique de la région de Tamalous.

1.2.2 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, le pédoclimat et la géologie.

1.2.3. La géomorphologie de la zone d'étude

1.2.3.1 Géologie régionale

L'Afrique du nord est divisée en trois grands ensembles géologiques.

Au sud jusqu'à la limite supérieure de flexure saharienne, s'étale la pâte forme saharienne, qui est une partie de socle africain (précambrien).

Au centre c'est le domaine des hautes plaines qui reposent sur un socle autochtone.

Ces plaines s'étendent entre les deux Atlas (tellien et Saharien) et sont constituées de sédiments d'âge primaire et secondaire tectonisés ou tertiaire, (Bensaid, 1986).

Le Nord est parcouru par la chaîne Alpine qui est constituée par la superposition de nappes complexes charriées vers le sud, empiétant ainsi sur l'Atlas tellien, c'est la partie qui nous intéresse dans notre étude.

1.2.3.2 Géologie de la zone de Tamalous

La zone de Tamalous est située au nord de la chaîne tellienne ou pénètre l'Oued El Gubli. On subdivise la zone en deux grandes parties :

Chapitre II : Matériel et méthodes

- la première partie Nord-Est de la zone, est confiné à une chaîne de montagne continue avec vue directe sur la mer.
- La deuxième partie Sud-Ouest comporte un bassin et une gamme de collines séparées au niveau de la mer 183m et 288m.
- Le massif Collo

Le relief s'ordonne de part et d'une grande arête de direction Nord-Sud qui commence à se dessiner dans la région d'Ain Kechra (362m), s'élève très rapidement Sidi Achour (717m) et culmine au Djebel El Goufi 1183m. Au Nord du Goufi la topographie est assez indécise.

1.2.4 La végétation

La région est caractérisée par une couverture végétale dense en rapport avec l'importante lame d'eau reçue annuellement. Les forêts peuplées de chêne-liège, de fougère et des digitales, occupent la totalité des montagnes s'étendent de part et d'autre de la plaine. Ces forêts constituent la source de matière première pour l'industrie du liège installée dans ce secteur.

En général, la région est à vocation agricole et forestière marquée par différentes cultures qui

Peuvent s'étaler des maraichers aux différents arbres fruitiers.

La végétation arborescente : Elle est formée par ligneux hauts et donne au paysage son aspect forestier qui porte souvent la marque de l'homme voici les principales essences : (*Quercus Suber*, *Pinus Pinastre*.....).

Sur le plan géologique la zone d'étude fait partie du front sud de la partie alpine de la mer méditerranée. La région de Tamalous est constituée des couches protodoriques et biozoïque cristalline du socle Kabyle avec la chaîne calcaire ou dorsale kabyle. Sur ces formations géologiques s'étendent vers le littoral des flysch charriés.

1.2.5. Les maquis

Représentent un stade de dégradation de la forêt, constituée par des arbustes et des arbres ne dépassant pas 7m de haut. Ces maquis recouvrent les piémonts, et les collines, des espèces végétales qu'on peut rencontrer sont : olivier (*Olea Euopea*).

Lentisque (*Pesticia Lentiscus*), cytise (*Cytus Sp*)

Et au niveau des plaines alluviales on trouve :

Chapitre II : Matériel et méthodes

- La végétation herbacée : comme des espèces (*scalymasculatus*), (*pétris Equitina*).
- L'arboriculture et surtout agrumes.

1.3. La région de Collo

1.3.1 Situation géographique

L'Aire occupée par la zone d'étude que l'on appelle communément la Presqu'île de Collo est située sur le territoire de 3 D'airâtes et 8 Communes à l'extrême Nord-Ouest de la Wilaya.

Cet important massif forestier est situé à environ 400 km à l'Est d'Alger et 75 km au Nord-Ouest de Constantine (Figure 04).

Il s'étend sur une zone très montagneuse, appelée parfois la "Kabylie de Collo" et qui correspond à la partie Est de la Petite Kabylie, vaste chaîne entière de l'Atlas Tellien.

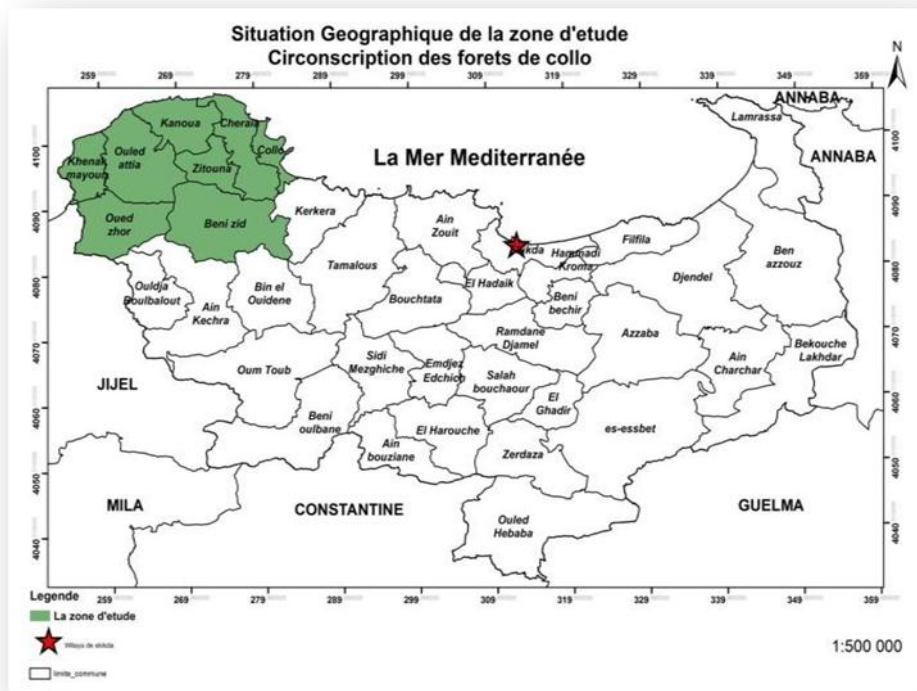


Figure 24 : Carte de la zone d'étude avec limites provisoires de l'aire protégée (

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.3.2 Présentation des communes de la zone d'étude

1.3.2.1 La Commune de Cheraia

La Commune de **Cheraia** est située à l'Ouest de la wilaya dans une zone montagneuse, elle renferme une population de 18759 habitants selon le RGPH 2008 (source : ONS).

Elle dépend administrativement de la daïra de Collo et elle est limitée :

- Au Nord : par les eaux territoriales.
- Au Sud : par la commune de Béni Zid.
- A l'Est : par la commune de Kanoua et la commune de Zitouna.
- A l'Ouest : par la commune de Collo.

1.3.2.2 La Commune d'Ouled Attia

La Commune de Ouled Attia est située à l'extrême Ouest de la wilaya de Skikda, et présente une population de 10851 habitants selon le RGPH 2008 (Source : ONS).

Ouled Attia est aussi chef-lieu de daïra et elle est limitée :

- Au Nord : par la mer méditerranée
- Au Sud : par la limite communale de la commune d'oued Zhour
- A l'Ouest : par la limite communale de la commune de Kheng Mayoune.
- A l'Est : par les limites communales de la commune de Kanoua, la commune de Zitouna, la commune de Beni Zid.

1.3.2.3. La Commune d'Oued Zhour

Elle est située dans la partie Ouest de la wilaya de Skikda, et limitrophe avec la wilaya de Jijel. La population globale est de 6744 habitants selon le RGPH 2008 (source : ONS). Administrativement la commune dépend de la daïra d'Ouled Attia et limitée :

- Au Nord : par les limites communales de la commune de Kheng Mayoune et la commune de OuledAttia

Chapitre II : Matériel et méthodes

- Au Sud : par les limites communales de la commune de Ain Kechra et la commune de Ouldja Boulbellout.
- A l'Est : par les limites communales de la commune de Béni Zid
- A l'Ouest : par les limites communales de la commune d'El-Milia et la mer méditerranéenne.

1.3.3 Relief de la zone d'étude

Dans notre zone d'étude le relief s'ordonne de part et d'autre d'une grande arête de direction Nord Sud qui commence à se dessiner dans la région d'Ain Kechra (362 m). S'élève très rapidement (l'Ordiasinat 717 m) et culmine au Djbel el Goufi 1 183m. Au nord du Goufi la topographie est assez indécise.

La dorsale Nord-Sud interfère en plusieurs lignes de crête Est- Ouest, le relief s'adoucit et s'étale, formant de véritables petits plateaux, (plateau de Kanoua en particulier).

1.3.5.1 Les schistes

Ces schistes forment une bande de 200 à 300 mètres à peu près continue qui entoure le massif granitique des Béni Touffout, il se développe aussi à l'Ouest dans la partie Sud et Sud Ouest du bassin de l'Oued Zhour.

1.3.5.2. Les Gneiss □ La série nummulitique

Elle est représentée par les grès, les marnes et les poudingues numidiens. Tout cet ensemble a subi d'importants remaniements lors de la mise en place des massifs granitiques : nombreux plissements ayant parfois relevé les couches à la verticale, méta- morphisme au contact du granité et du microgranite.

1.3.5.3. Les poudingues

Ils occupent une partie infime de la zone (quelques parcelles) au Nord Ouest de la série VII de la région
Du Kef Rakma.

1.3.4. Géologie et géomorphologie

Chapitre II : Matériel et méthodes

La Kabylie de Collo est un massif de roches éruptive set cristallophylliennes, partiellement recouvert par des lambeaux transgressifs de marnes ou de grès nummulitiques (Numidien).

En dehors de ce Numidien, presque azoïque, et d'un très petit effleurement de Burdigalien, les Terrains sédimentaires ne sont représentés que par des formations récentes, terrasses, alluvions de toutes natures, dunes, éboulis

Le granité est tertiaire, mis en place après le Numidien qu'il a métamorphisé sur une large bande Décontract. Les schistes cristallins sont anciens, primaires et peut-être partiellement sec Dans ses très grandes lignes, le schéma géologique du pays est assez simple :

- Au Nord un important massif granitique et un îlot de gneiss et de serpentines au Nord Est
- Au sud, des schistes cristallins enrobant le massif granitique des Béni Touffout et s'étalant largement de l'Est à l'Ouest.
- Entre les deux, la série nummulitique formant un large bande d'Ouest en Est.

1.3.5 Les massifs granitiques

On peut distinguer deux types essentiels :

1.3.5.4 Les argiles et les marne

Formées de plaquettes feuilletées avec ou sans petits lits gréseux, elles présentent toutes les teintes possibles entre le gris foncé et le jaune oc racé. Des trois termes du numidien, c'est le niveau le plus largement représenté, il occupe toutes les dépressions. Il est très développé à l'Est (série II) et au Sud Ouest (Série X). Sur une large bande au flanc des massifs granitiques, il a été métamorphisé. Le métamorphisme a été très important vers l'Ouest (série VI) donnant de véritables cornéennes à grain fin .

Très dur, presque noir, très faible vers l'Est où les marnes ne contiennent que quelques paillettes micacées ou chlorite uses.

1.3.5.5. Les grès p

Chapitre II : Matériel et méthodes

Ce sont des grès souvent quartz est taux, jaunâtres, à grain fin, présentant à divers niveaux des lits argilo-sableux. Ils terminent la série nummulitique et se rencontrent dans les parties hautes, couronnant parfois les sommets de leur puissante assise.

1.3.6. Occupation du sol dans la zone d'étude

L'occupation du sol dans la zone d'étude est la suivante (BNEDER ,2008) :

- terres à culture 2 %
- -parcours 2 %
- -terres improductives 7%
- -terres forestières 89 %

1.3.7 La végétation

En raison d'une diversité de conditions naturelles et de paramètres climatiques favorables, notamment une bonne tranche pluviométrique annuelle, la zone d'étude abrite des écosystèmes forestiers forts intéressants (figure 05) pouvant contribuer de manière significative à améliorer les conditions socioéconomiques des populations riveraines, dans le cadre d'une politique de développement durable. Selon BNEDER(2008), la répartition de la couverture végétale est la suivante :

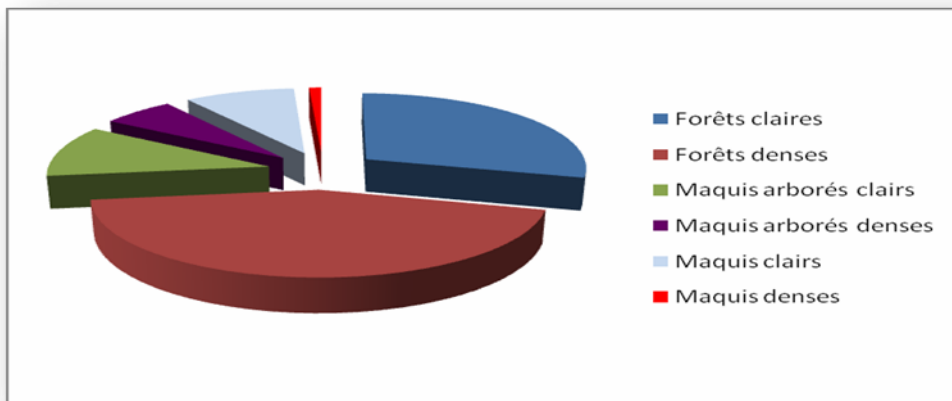


Figure 25 : Répartition des formations forestières au niveau de la zone de Collo (BNEDER, 2008).

1.3.7 Échantillonnage

Dans chaque site de zone d'étude, nous avons réalisé un profil, qui a fait l'objet d'une

Chapitre II : Matériel et méthodes

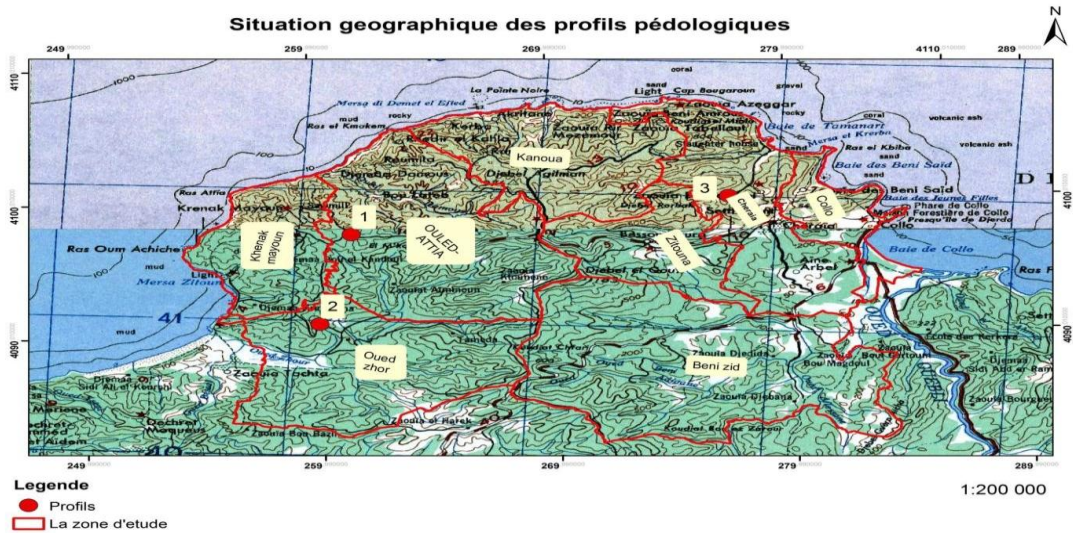


Figure 26 : carte de situation géographique des profils pédologiques dans la zone d'étude

Description morphologique avec identification des horizons. Un échantillon de 1,5 à 2kg de sol a été prélevé de chaque horizon de la profondeur jusqu'à la surface (figure 23)

2. Le climat

L'Algérie est un pays de la zone subtropicale du nord-africain. Le climat est très différent selon les régions (Nord-Sud et Est –Ouest). Il est de type méditerranéen sur tout le Nord qui englobe le littoral et l'atlas tellien (étés chauds et secs, hivers humide et doux), et aride à l'atlas saharien. (MAET, 2010 ; ONM ,2012).

Du point de vue climatique , la région de Skikda est dominée par un climat de type méditerranéen avec deux saisons : un hiver doux et pluvieux et un été sec et chaud ; la saison pluvieuse , débutant du mois d'octobre au mois de mars , est caractérisée par des pluies très violentes en hiver provoquant une forte érosion ; et la saison sèche, ou les précipitations sont extrêmement rares et les chaleurs très fortes , commence à partir du mois d'avril et se termine au mois de septembre (MATE ,2010 ;ONM ,2012).

Le climat est le résultat de différents éléments, dont, la température et les précipitations sont les facteurs les plus importants. Les variations climatiques

Chapitre II : Matériel et méthodes

concernant les précipitations et la température du dizain entre 2010 à 2017 sont comme suit :

2.1 Précipitations

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la région de Skikda au cours la période 2010 à 2017, varient entre 1.7 mm enregistrée le mois de juillet, et 113.1 mm marquée en mois de février de pluies, elles sont irrégulières d'une année à l'autre, avec une répartition inégale.

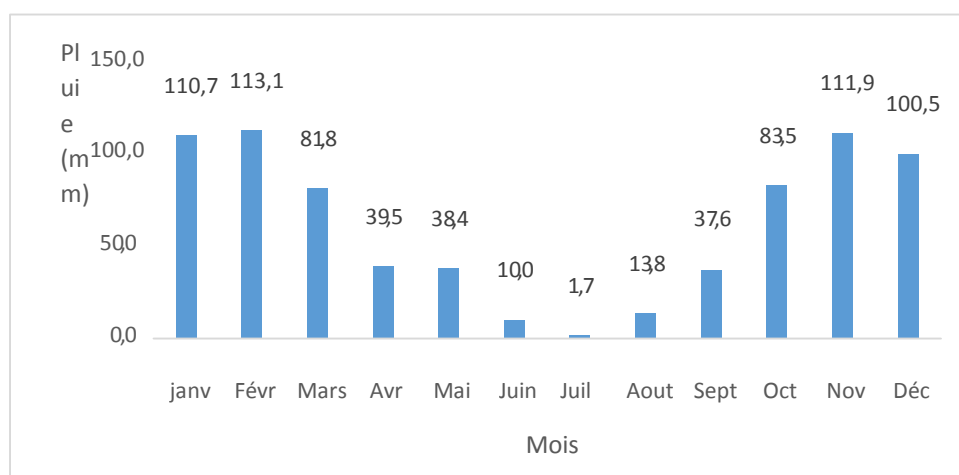


Figure N°27 : Pluviométrie mensuelle moyenne (mm) de 2010 à 2017

(Station météorologique, 2022)

2.2 Température

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. Dans la wilaya de Skikda la température varie du douce en hiver (12.6°C) à chaude en été (26.4°C)

Chapitre II : Matériel et méthodes

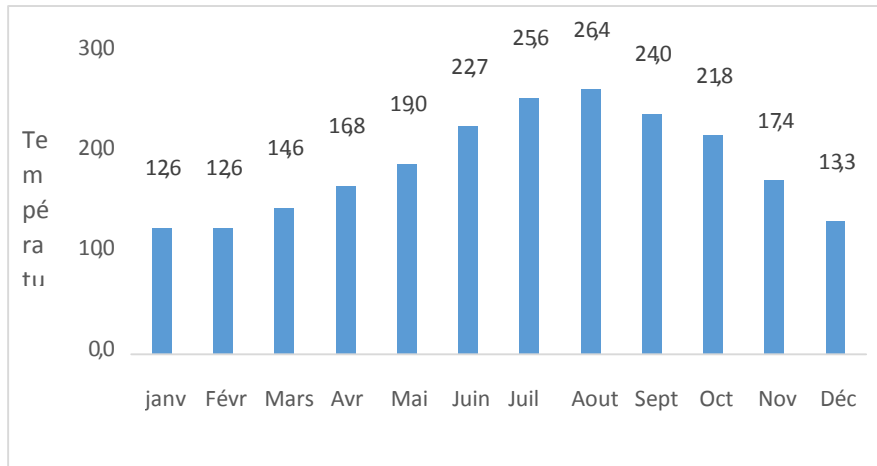


Figure 28 : Températures (°C) mensuelles moyennes de 2012 à 2017 (Station météorologique de Skikda)

2.3. L'hygrométrie

Concernant l'humidité, elle est très élevée dans la région de Skikda, elle oscille entre 70 et 73%. Pour le vent, Skikda est une région très exposée aux vents, en effet, celle-ci est caractérisée surtout par un vent de secteur Ouest à Nord-ouest, de janvier à juin et d'octobre à décembre (vents fort) ; et de secteur Est et Nord-est, de juillet à septembre (vitesses faibles) (Station météorologique, 2022).

3. Méthodologie de travail

La méthodologie du travail que nous avons adopté pour l'étude cartographique des sols du périmètre d'étude comprend plusieurs étapes, qui comportent quatre phases indispensables :

3.1 Travaux préliminaire

Concernent les informations de reconnaissance comme les cartes.

3.1.1 Prospection sur terrain

Le travail sur terrain se compose de deux étapes :

Chapitre II : Matériel et méthodes

3.1.1.1 Réalisation des profils

C'est une opération fondamentale au même titre que la description du profil ; on doit prélever l'échantillon avec une outille propre, en commençant par l'horizon le plus profond et terminer vers la surface, chaque échantillon prélevé est mis dans un sac plastique numéroté.

3.1.1.2 Description du sol

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

a) 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 évite la confusion entre deux numérotation des échantillons.

- L'altitude

Cette donnée ne permettra pas la suite de comparer les profils entre eux et mieux comprendre la pédogénèse (transfert latéraux).

b) Les conditions atmosphériques

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

c) Les données concernant le milieu

Ces données regroupent : la géomorphologie (relief, pente, altitude.....), la végétation ou système de culture, la roche mère et matériaux originaux, aspect de la

Chapitre II : Matériel et méthodes

surface du sol ; (microrelief, présence de pierres, présence des roches, érosion.....) et les régimes hydrique (drainage, inondation).

d) Les données concernant le milieu

□ Description des horizons

Chaque horizon est décrit en notant les caractéristiques suivantes :

- La couleur (en utilisant la charte de MUNSELL).
- L'épaisseur (mesurée en centimètre).
- La présence ou l'absence de la matière organique.
- La texture (déterminer par la touchée).
- La structure ; déterminer par l'observation de l'assemblage des particules élémentaires du sol.
- La consistance de chaque horizon ainsi que l'enracinement.
- La roche mère.

Échantillonnage

Dans chaque site de zone d'étude, nous avons réalisé un profil, qui a fait l'objet d'une description morphologique avec identification des horizons.

Un échantillon de 1,5 à 2 kg de sol a été prélevé de chaque horizon de la profondeur jusqu'à la surface (Figure 32).



Figure 29 : Carte géographique de la région de Tamalous.

Chapitre II : Matériel et méthodes

3.2.2 Méthodes d'analyse

Les 10 échantillons ont été ramenés au laboratoire de science du sol de l'université de 20 Aout 1955 Skikda, séchés à l'air libre, broyés et tamisés à l'aide d'un tamis à maille de 2 mm afin de disposer d'une terre fine sur laquelle s'est effectuée les différentes analyses.

3.2.2.1 Analyses physiques

a) Granulométrie -Principe

Sur un échantillon de terre séchée à l'air et tamisée à 2 mm. On détruit la matière organique qui joue un rôle de ciment entre les particules argileuses. La terre est ensuite agitée avec une solution alcaline qui provoque la dispersion et abandonnée au repos pour permettre la sédimentation des particules qui tombent avec des vitesses d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses (loi de STOKES).

-Réactifs

- Eau oxygénée à 50 ml.
- Examéta-phosphate de sodium à 50g/l, (40ml).

b) La densité réelle

On utilise un pycnomètre d'une capacité de 25 cm³.

c) Méthode de densité apparente (Méthode de cylindre)

- Aplanir la surface du sol en dégageant les débris végétaux.
- Placer le cylindre et le poussoir.
- Enfoncer le cylindre avec précaution jusqu'à ce que la surface de la couche mesurée dépasse la section supérieure du cylindre.
- Retirer le poussoir.
- Extraire le cylindre avec un couteau à lame résistante, en passant sous le cylindre à distance suffisante pour éviter tout arrachement de la terre de la partie inférieure du cylindre.

Chapitre II : Matériel et méthodes

-Araser progressivement les deux côtés du cylindre, d'abord avec le couteau, puis avec règle métallique taillée en biseau pour la finition.

-Refermer hermétiquement le cylindre avec deux couvercles, et le transporter dans une boîte fermée hermétiquement.

-trouver les échantillons et peser à l'état humide, puis portera l'étuve à 105C pendant 24 heures. Peser à l'état sec.

-Récupérer la totalité de la terre, et la désagréger sur tamis de 2 mm et de l'eau pour recueillir éventuellement les graviers et cailloux.

-Peser les graviers.

d) Dosage de l'humidité

-Méthode par séchage à l'étuve à 105-110C

- Peser dans une boîte à tare, préalablement tarée, un poids exactement connu de terre tamisée à 2 mm (environ 10 g)
- Porter la boîte ouverte et son couvercle à l'étuve refroidir quatre à six heures.
- Boucher la boîte, la retirer de l'étuve et laisser refroidir dans un dessiccateur.

Le taux d'humidité se déduit des pesées suivantes :

P= Boîte à tare

P₁= Boîte à tare+ terre humide.

P₂= Boîte à tare + terre séchée à 105 C°.

La teneur en eau en % de la terre séchée à l'air est de :

$$\text{Eau \%} = (P_1 - P_2) / (P_2 - P) * 100$$

e) La perméabilité

Test new algorithm for soil water limits; From Ritchie; J.T., A. Simple model to estimate field –measured. Soil water limits, Trans (Gerakis, and A. Suleiman, 1999).

Chapitre II : Matériel et méthodes

f) Le pF

* Méthodes :

Mesure des pF au laboratoire « méthode des chambres à pression » méthode de la presse à membrane (méthode de Richard 1953).

Les échantillons à étudier sont préalablement saturés en eau puis soumis à une pression déterminée dans une enceinte fermée, l'eau en excès est donc éliminée à travers une plaque poreuse ou une membrane spéciale, (Mathieu et Pieltain, 1998).

-pF 2,5 et pF 3 méthode par succion (méthode de bouyoucos).

-pF 4,2 méthode hygroskopique.

3.2.2.2. Analyse du carbone organique (Méthode de perte au feu)

-Sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (16 heures) à 105°C.

-Nettoyer les creusets en les chauffant au rouge, puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10 minutes.

-Prendre le poids du creuset vide → M₀

-Ajouter 10 g de sol séché. 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 le creuset contenant les cendres → M₃ -

Calciner à la 2^{ème} fois au four à moufle à 450°C pendant 4 heures.

-Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres → M₄

Matière organique % = $(M_3 - M_4) / (M_1 - M_0) * 100$

1.4.2. Analyses chimiques

Les analyse effectués sont :

a) Le pH

Le pH est mesuré avec un pH mètre, il est déterminé après l'équilibre des sols avec l'eau distillé.

b) La conductivité électrique (CE)

La détermination se fait à l'aide de conductimètre à 18,4°C après l'équilibre du sol avec l'eau. Le rapport sol / solution est (1/ 5).

Chapitre II : Matériel et méthodes

1.4.3. Analyse biologique (la matière organique)

Dans cette méthode on utilise la technique de calcination avec des températures différentes (par four).

La méthode de calcination

-Nettoyer les creusets

-Prendre le poids du creuset

-ajouter 10g de sol séché .Noter le poids final (M0).

-Sécher l'échantillon de sol pendant un 24 heures à 105°C à l'étuve (Noter le poids M1). -Calciner le sol au four à moufle à 250°C pendant 4heures.


-Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres (M2).

-Calciner le sol au four à moufle à 450°C pendant 4heures.

-Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres (M3).

La matière organique MO se calcul comme suit :

$$\text{MO \%} = \frac{M2-M3}{M1-M0} * 100$$



Chapitre III
Résultats et
Discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

Chapitre : Résultats et discussion

1. La région d'El-harrouch

Selon les études qui ont été réalisées au niveau de cette région, les résultats obtenus par BOUFERROUK et BOUGLOUF (2019) sont résumé aux :

1.1. La description morphologique et analytique des profils

1.1.1 Description morphologique et analytique de profil N°01

1.1.1.2 Description morphologique du profil N°01

Wilaya: Skikda **Daïra:** El Harrouch **commune:** El Harrouch

Nom du profil : Bir stale

Numéro de profil : 01

Type de profil : pente moyen

Date de la description : 30/04/2019

Localisation GPS : Latitude 36°40.0307'N Longitude 006°49.9814'E

Physiographie : milieu de pente.

Drainage : normale

Topographie : vallonnée.

Végétation : épinards, pomme de terre, fenouil

Classification: USDA Vertic Haploxeroll

Horizon 1(0 – 68 cm) : Argile lourde, polyédrique fin, collant et plastique, ferme peu nombreux pores fins, quelques fontes de retrait, nombreuse des racines fines et moyennes, forte effervescence avec HCL (sol calcaire), la couleur à l'état humide : 5/3 haut brun olive 2.5 Y.

Horizon 2 (68– 120 cm) : Argile limoneuse, polyédrique sub-angulaire grossière, très friable, moines des racines fine et moyennes et présence des racines grande, très plastique et très collant, nombreux pore fins et moyens, forte d'effervescence avec HCl, donc il y'a du calcaire, la couleur a l'état humide : 4/3 brun olive 2.5 Y, transition diffuse et régulière.

Chapitre III : Résultats et discussion

Horizon 3 (120- 161 cm) : argile limoneuse, massif, ferme à friable, plastique et collant, pas des racines fine et moyenne et présence des racines grand à le sens vertical, nombreux pores fins et très fins , très forte d'effervescence à HCL donc présence de calcaire, la couleur a état humide 3/2 marron grisâtre très foncé 2.5 Y.

1.1.1.2 Résultats analytique du profil N°1 :

Tableaux 06 : Analyses physiques et chimique du profil 01

Horizon	H1	H2	H3
1.1.1 Profondeur en cm	0-68	68-120	120-161
Da (g/cm³)	0.90	1.03	1.08
Dr (g/cm³)	2.01	2.10	2.17
La porosité %	55.22	50.95	50.23
Argile %	49.388	36.788	41.366
Limon %	39.2745	47.2483	30.6891
Sable grossier %	8.0269	9.7951	18.7196
Sable fin %	3.3106	6.1686	9.2253
Classe texturale	Argile lourde	Limono-argileuse	Argile lourde
pF 2.5	35.3	33.43	23.97
pF 4.2	26.57	27.06	17.45
Hu%	8.73	6.37	6.52
pH eau	8.50	8.64	8.57
pH Kcl	7.22	7.24	7.24
Calcaire totale	48	45	63
Matière organique (%)	3.9640	3.0466	2.9390

Chapitre III : Résultats et discussion

Conductivité électrique

Horizon	H1	H2	H3+++++
Ce (mm hos /cm)	0.233	0.345	0.343
T(C°)	19.3	21.2	21.5

Capacité d'échange cationique

Horizon	2
CEC	0.8

1.1.1.3. Donnée synthétiques du profil N° 01

Les sols de ce profil caractérisent d'un type USDA Vertic Haploxeroll, par une couleur en surface 5/3 haut brun olive 2.5 Y à 3/2 marron grisâtre très foncé 2.5 Y en profondeur. La texture argile lourde surface et Argile limoneuse en profondeur avec un taux d'argile qui varié entre (49.388 % et 41.366%). la structure est polyédrique .Forte à très forte effervescence à l' HCL (sol calcaire), le taux de matière organique est forte. Le pH basique.

1.1.2 Description morphologique et analytique de profil N°02

1.1.2.1 Description morphologique du profil N°02

Wilaya: Skikda **Daira:** El Harrouch **commune:** El Harrouch

Nom du profil : Djbel Meksen

Numéro de profile : 02

Type de profil : pente moyen

Date de la description : 30/04/2019

Localisation GPS : Latitude 36°40.0307'N Longitude 006°51.0938'E

Physiographie : milieu de pente

Drainage : normale

Topographie : ondulé à vallonnée

Végétation : olivier

Chapitre III : Résultats et discussion

Classification : USDA Aquic Xerochrept

Horizon 1(0 – 120 cm) : Limon sablo-argileux, massif, ferme à friable, nombreuse des racines fines et moyennes, effervescence moyen avec HCL, 3/2 marron grisâtre très foncé 10YR.

Horizon 2(120– 190 cm) : Argile limoneuse, massif, ferme, moines des racines fine et moyennes et présence des racines grande, très plastique et très collant, nombreux pore fins et moyens, effervescence faible avec HCL, 3/3 marron foncé 10YR.

Horizon 3 (190- 275 cm) : Argile sableuse, massif, friable, moines des racines fine et moyennes et présence des racines grande, effervescence moyen avec HCL, 5/4 marron jaunâtre 10YR.

1.1.2.2 Résultats analytique du profil N°02

Tableaux 07 : Analyses physiques et chimiques du profil 02

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-120	120-190	190-275
Da (g/cm³)	1.07	1.24	1.44
Dr (g/cm³)	2.21	2.40	2.36
La porosité %	42.08	40.83	43.22
Argile %	17.5236	28.484	33.556
Limon %	30.7587	20.3955	23.9306
Sable grossier %	23.4486	41.4318	32.0185
Sable fin %	28.5567	9.6887	10.4949
Classe texturale	Limoneuse	Limono-sablo-argileux	Limono-argileuse
pF 2.5	18.02	21.68	20.67

Chapitre III : Résultats et discussion

pF 4.2	11.92	15.47	14.81
Hu%	6.1	6.21	5.86
pH eau	7.43	7.94	8.18
pH Kcl	6.55	6.87	7.31
Calcaire totale	12	9	18
Matière organique (%)	2.0303	1.8402	1.5689

Capacité d'échange cationique

Horizon	2
CEC	7.2

Conductivité électrique

Horizon	H1	H2	H3
CE (mm hos /cm)	0.1514	0.1797	0.278
T (c°)	21.6	19.7	20

Les bases échangeables

Horizon	H2
Ca⁺⁺	6.5
Mg⁺⁺	8.33

Chapitre III : Résultats et discussion

1.1.2.3. Donnée synthétiques du profil N° 02

Les sols de ce profil caractérisent d'un type USDA Aquic Xerochrept, par une couleur en surface 3/2 marron grisâtre très foncé 10YR à 5/4 marron jaunâtre 10YR en profondeur. La texture Limon-sablo-argileux en surface et limono-argileuse en profondeur avec un taux d'argile qui varié entre (17.52% et 33.93%), la structure est massif. Faible à moyen effervescence avec l' HCL (sol non calcaire), le taux de matière organique est fort à moyen. Le pH basique.

1.1.3 Description morphologique et analytique de profil N°03

1.1.3.1 Description morphologique du profil N°03

Wilaya : Skikda. **Commun:** El-Harrouch . **daïra :** El-Harrouch .

Nom du profil : Daoudi (bled ben hamza).

Numéro du profil : 03.

Type de profil : plat.

Date de description : 30/04/2019.

Localisation : Latitude 36°38.5166'N Longitude 006°49.5128'E.

Physiologie : milieu de pente (creux) 90 cm **Drainage :** modère et imparfait.

Topographies : Faible pente.

Végétation : Pomme de terre.

Géologies : sol argileux.

Classification : USDA Typic Pelloxerert.

Horizon 1(0-30 cm) : argile, polyédrique fin, peu collant et peu plastique, ferme à dur, nombreux pores moyens et fins, la charge en petite cailloux, moyen effervescence à l' HCL

(sol calcaire), nombreuses racines fines, la couleur : a l'état humide 4/1 gris foncé 2,5YR. **Horizon 2(30 –60 cm) :** argile polyédrique moyen ,collant et plastique ferme et très dur , nombreux pores moyens et fins forte effervescence à l'HCL (sol calcaire) ,peu nombreuses racines fines , la couleur : a l'état humide 4 /3 brun olive 2,5 YR.

Horizon 3(60 – 90 cm) : argile polyédrique grossier, collant et plastique, friable et très dur, peu nombreux pores fins, moyen effervescence à l' HCL (sol calcaire), la couleur : a l'état humide 4/3 brun olive 2.5YR.

Chapitre III : Résultats et discussion

1.1.3.2 Résultats analytiques du profil N°03

Tableaux 08 : Analyses physiques et chimiques du profil 03

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-30	30-60	60-90
Da (g/cm ³)	1.08	1.47	1.30
Dr (g/cm ³)	2.22	2.16	2.36
La porosité %	51.35	31.94	44.92
Argile %	30.93	39.538	49.758
Limon %	59.8717	44.0836	40.6354
Sable grossier %	6.2172	4.2525	6.5916
Sable fin %	2.9811	2.1232	3.0153
Classe texturale	Argilo-limoneuse	Argile-limoneuse	Argile-limoneuse
pF 2.5	35.42	36.92	35.03
pF 4.2	27.17	25.91	26.10
Hu%	8.25	11.01	8.93
pH eau	8.35	8.29	8.19
pH Kcl	7.25	7.04	7.20
Calcaire totale	21	30	22.5
Matière organique (%)	3.9507	3.8164	2.8014

Chapitre III : Résultats et discussion

Conductivité électrique

Horizon	H1	H2	H3
Ce mm hos/cm	0.321	0.425	0.474
T (c°)	11	11.05	11.11

Capacité d'échange cationique

Horizon	H2
CEC	7.1

Les bases échangeables

Horizon	H2
Ca ⁺⁺	10
Mg ⁺⁺	5

Conductivité électrique

Horizon	H1	H2	H3
CE (mm hos /cm)	0.321	0.425	0.474
T (c°)	11	11.05	11.11

1.1.3.3. Donnée synthétiques du profil N° 03

Les sols de ce profil caractérisent d'un type USDA Typic Pelloxerert, par une couleur en surface 4/1 gris foncé 2,5YR à 4 /3 brun olive 2,5 YR en profondeur. La texture Limon argileux en surface et Argile limoneuse en profondeur avec un taux d'argile qui varié entre (30 .93% et 49.758%). La structure est polyédrique. Forte à moyen effervescence à l'HCL (sol calcaire), le taux de matière organique est forte. Le pH basique.

Chapitre III : Résultats et discussion

1.1.4. Description morphologique et analytique de profil N° 04

1.1.4.1. Description morphologique du profil N°04

Wilaya : Skikda **commun :** El-Harrouch **daïra :** El-Harrouch **Nom du profil :** El Dhira .

Numero du profil : 04.

Type de profil : plat.

Date de description : 14/05/2019

Localisation : Latitude 36°39.1819'N Longitude 006°51.8249'E .

Physiologie :

Drainage : bon.

Topographies : faible pente.

Végétation : céréale, salade.

Géologies : sol argileux.

Classification : USDA Mollic Xerofluvent

Horizon 1(0-30 cm) : sol argileux, peu plastique et peu collant, ferme à dur, nombreux pores fins, nombreuse racines fines et moyennes, moyen effervescence à l' HCL, la couleur : état humide 3/2 marron grisâtre très foncé «2,5 YR.

Horizon 2(30 –60 cm) : sol argileux peu plastique et peu collant, ferme et dur, nombreux pores fins, très nombreuse racines fines et moyennes, faible effervescence à l' HCL, la couleur : état humide 4 /2 gris olive 5 YR.

Horizon 3(60 – 90 cm) : sol argileux plastique et collant, ferme et dur, nombreux pores fins, très nombreuse racines fines et moyennes, moyen effervescence à l' HCL, la couleur : état humide 4/2 gris olive 5YR.

Chapitre III : Résultats et discussion



Figure 30 : Profil N°1,2,3 et 4

1.1.4.2 Résultats analytique du profil N°04

Tableaux 09 : Analyses physiques et chimiques du profil 04

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-30	30-60	60-90
Da (g/cm ³)	1.28	1.42	1.34
Dr (g/cm ³)	2.17	2.30	2.29
La porosité %	41.01	38.26	41.48
Argile %	33.158	37.456	44.692

Chapitre III : Résultats et discussion

Limon %	54.3128	53.8143	40.5946
Sable grossier %	5.7783	1.7469	6.6823
Sable fin %	6.7509	7.1828	8.0311
Classe texturale	Limono-argileuse	Limono-argileuse	Argilo-limoneuse
pF 2.5	37.42	40.39	35.84
pF 4.2	26.97	25.45	24.55
Hu%	10.45	14.94	11.29
pH eau	7.86	7.95	8.13
pH Kcl	6.96	6.92	7.03
Calcaire totale	12	6	18
Matière organique (%)	3.6249	3.7368	3.3755

Capacité d'échange cationique

Horizon	H2
CEC	1.2

Les bases échangeables

Horizon	H2
Ca⁺⁺	95
Mg⁺⁺	25

Conductivité électrique

Horizon	H1	H2	H3
----------------	-----------	-----------	-----------

Chapitre III : Résultats et discussion

CE (mm hos /cm)	0.39	0.378	0.347
T (c°)	20.6	20.6	20.6

1.1.4.3. Donnée synthétiques du profil N° 04

Les sols de ce profil caractérisent par un type USDA Mollic Xerofluent, par une couleur en surface 3/2 marron grisâtre très foncé 2,5YR à 4/2 gris olive 5YR. En profondeur. La texture Limon argileux en surface et Argile limoneux en profondeur avec un taux d'argile qui varié entre (33.158% et 44.692%).faible à moyen effervescence à l' HCL, le taux de matière organique est forte. Le pH est neutre a basique.

1.2. Interprétation et discussion des résultats

1.2.1. La porosité

Dans la figure on constate que la porosité calculée pour les quatre sols est très élevée, supérieur à 31% ce qui montre que nous sommes en présence de sol très poreux soit à texture moyenne soit bien structuré.

1.2.2 Relation avec le taux d'argile

1.2.2.1. Relation du pF2.5 avec l'argile

Chapitre III : Résultats et discussion

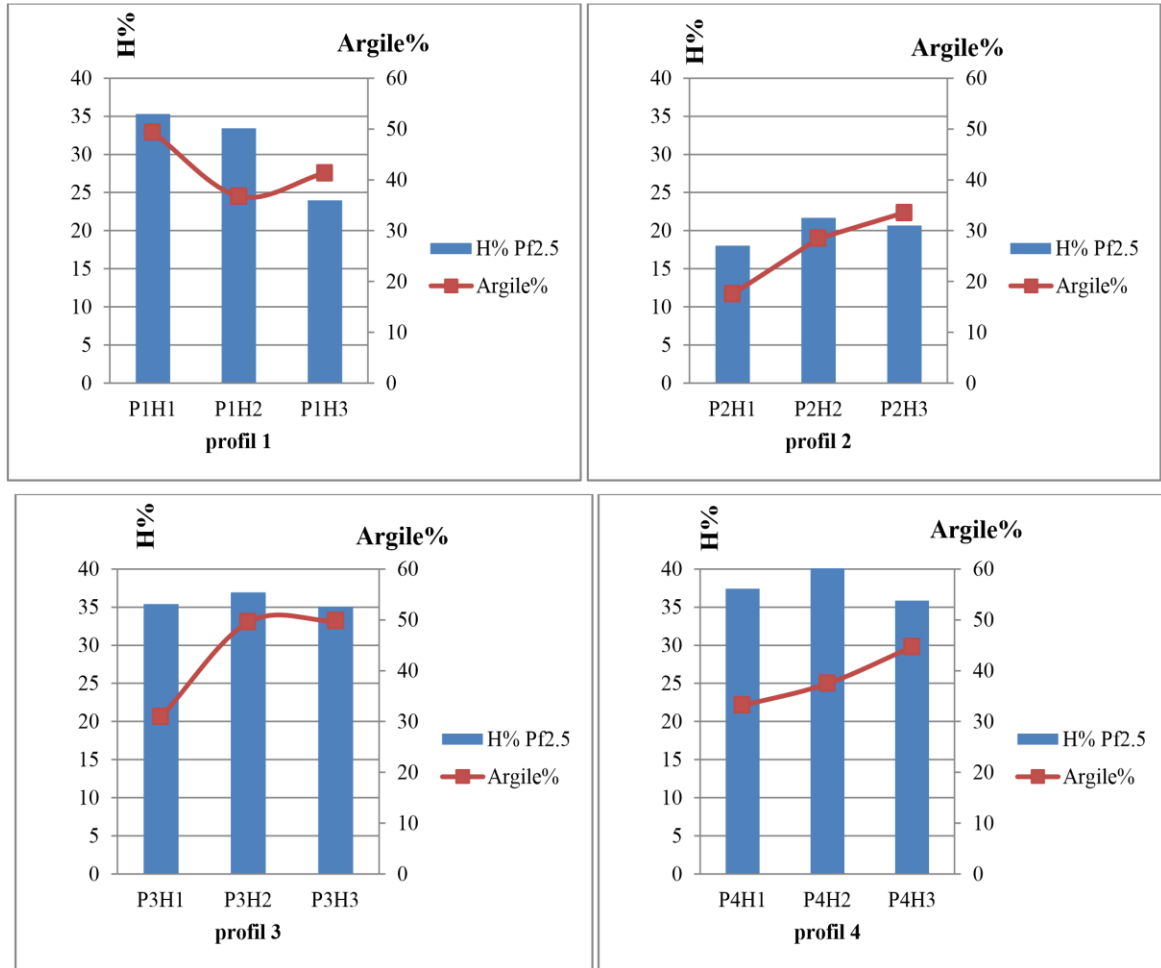


Figure 31 : La relation entre le taux d'Argile et humidité à pF 2.5 des profils étudiés

Chapitre III : Résultats et discussion

1.2.2.2. Relation du Pf 4,2 avec l'argile

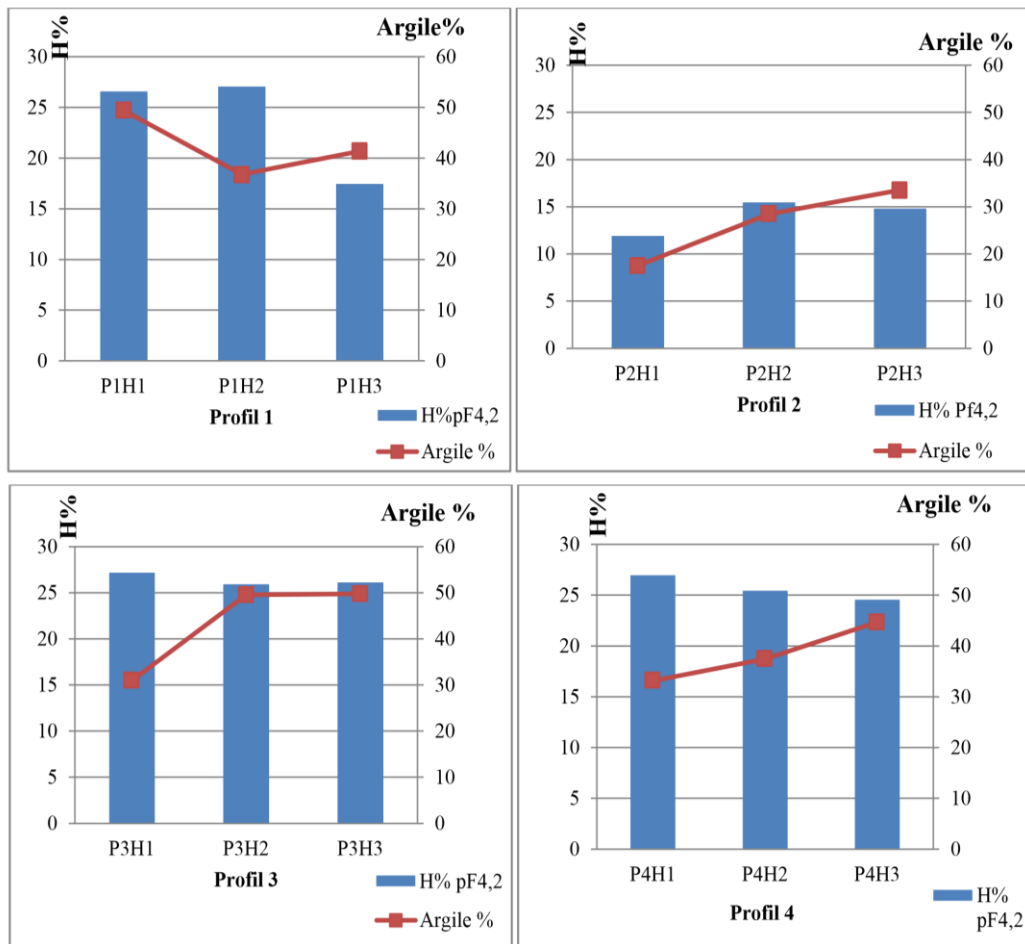


Figure 32 : La relation entre le taux d'Argile et humidité à pF 4.2 des profils étudiés

D'après les résultats obtenus dans ces graphes nous avons constaté que :

- D'une manière générale le taux d'humidité au pF4.2 reste sensiblement le même dans les 3 profils (p1, p3 et p4), malgré la différence du taux d'argile
- La capacité de rétention augmente quand le taux d'argile augmente.
- La répartition de l'argile est importante dans P1H1 et P3H2 P3H3 profil par rapport aux autres profils.
- Capacité de rétention dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols à limono-argileux et argileux et elle est faible pour les sols sableux.

La teneur en eau aux pF varie directement au taux d'argile du profil.

Plus un sol est riche en argile, plus il retient d'eau. H% dépend de la texture elle est faible pour les sables, maximale pour la texture argile limoneuses.

Chapitre III : Résultats et discussion

1.2.2.3 RU et RFU

D'après le figure 33, on constate que les valeurs de la RU et RFU sont variés dans les horizons et entre les profils.

Le calcul de la réserve utile montre que :

- La répartition de la réserve utile est importante dans le deuxième profil par rapport aux autres.
- La réserve utile et la réserve facilement utilisable dépendent de la texture des sols, elle est importante dans les sols à texture argileuse (profils n°1) et argilo- limoneuse (profil n° 2) et elle est faible pour les sols de texture argilo-sableuse (profil n°3) et limo- argileuse (profil n°4)

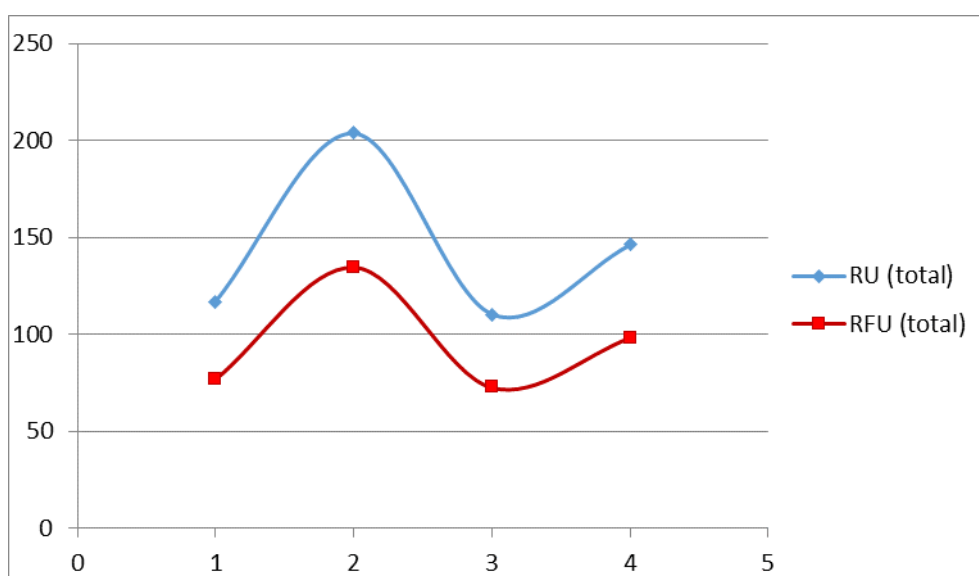


Figure N°33 : Variation du RU et RFU

Chapitre III : Résultats et discussion

2. La région de Tamalous

D'après les études qui ont été réalisées au niveau de cette région, les résultats obtenus par Laib et Bouria (2018) résumé aux :

2.1. Description morphologique et analytique des profils

2.1.1 Description morphologique et analytique du profil N°1

2.1.1.1 Description morphologique du profil N°1

Nom du profil : Sidi Manssour **Numéro du profil :** 01 **Date de disruption :**

09.05.2018

Localisation : 36° (53.237') N 006° (42.138') E.

Physiographie : plaine à 600 m d'altitude.

Drainage : bon

Topographie : plat à pente supérieure à 10%

Végétation : des maquis : *Quercus suber*. (Le chêne liège, chêne zen), *Rubus Fruticosus*, *Asphodelus microcerpus*, *Daphne gnidium*, *Inula viscosa*, *Crateagus monogyna*.

Classification : classification française (sols peu évolués).

Horizon H₁ (0-50cm)

La couleur noir (7.5y/R2,5/2) à l'état frais, texture sablo-limoneuse, structure grumeleuse, plus massive, peu collant, présence de racines fines, grossières, moyennes, pas

d'effervescence à l' HCl, présence des éléments grossiers supérieure à 20% et de tailles fines ≤ 1 cm, transition graduelle.

Horizon H₂ (50-75cm)

La couleur marron foncé (7.5y/R 3/3) à l'état frais, texture sablo- limoneuse, beaucoup des racines fines et moyennes, pas d'effervescence à l' HCl, présence d'éléments grossiers supérieurs à 20% à tailles inférieure à 1 cm.

Horizon H₃ (75-150cm)

La couleur jaune montre à l'état frais, texture sableuse, présence quelques racines fines et moyenne, pas d'effervescence à l'HCl, structure poly hydrique moyenne, sol

Chapitre III : Résultats et discussion

humide et peu compacté, présence des éléments grossières supérieure à 50% de taille inférieure à 1cm ($\phi \leq 1\text{cm}$).

2.1.1.2 Résultats analytiques du profil N°1

Tableau N°10 : Analyses physico-chimiques du profil N°1

Horizon	P₁H₁	P₁H₂	P₁H₃
Profondeur en cm	0-50	50-75	75-150

Da, Dr et Porosité

Da (g/cm³)	0,99	1,41	1,66
Dr (g/cm³)	2,22	2,18	2,48
Porosité (%)	49,44	35,32	33,06

Eléments grossiers et taux d'humidité

Eléments grossiers (g 100g de sol)	17,96	6,17	15,28
Taux d'humidité (%)	3,39	1,89	1,66

Granulométrie

Argile (%)	22,18	24,13	16,53
Limon (%)	42,59	33,47	27,92
Sable fin (%)	11,24	14,93	12,29
Sable grossier (%)	23,97	27,45	43,24
Classe texturale	limoneuse	limoneuse	Limono-sableuse

Chapitre III : Résultats et discussion

Caractères biochimiques

M.O (%)	7.04	3.61	1.64
---------	------	------	------

PH, T° et CE

pH eau	6,70	6,49	6,28
T°C	21	21,9	22
CE (µS/cm)	33,7	33,2	54

2.1.1.3 Caractères synthétiques du profil N°1

Sol brunifié, située à la plaine à 600 m d'altitude avec plus de 10% de pente. Sol occupé par une forêt dense depuis plusieurs années.

La couleur change de noire en surface au marron foncé en milieu et de jaune en profondeur.

La structure est grumeleuse, plus massive en surface et polyédrique moyenne en profondeur,

avec beaucoup des éléments grossiers.

- La texture est dominante est sableuse.
- Le taux de matière organique est élevé en surface (7,04%) par rapport les autres horizons.
- Le pH est peu acide à neutre, il varie entre 6.28 à 6.70.
- La conductrice électrique est faible, donc ses sols sont considérés comme des sols non salins.
- La porosité est forte elle varie entre 30% à 50%.
- Sol moyennement perméable.

2.2 Description morphologique et analytique du profil N°2

2.2.1 Description morphologique du profil N°2

Nom de profil : Rmilla **Numéro du profil :** 02 **Date de description :** 09-05-2018

Localisation : N 36° 53.300' E006° 42.135'.

Physiographie: plaine **Drainage :** bon

Chapitre III : Résultats et discussion

Topographie : pente > 50%

Végétation : cultivé (verger de Fraise), des maquis : *Quercus suber*. (Le chêne liège).

Classification : classification Française (Sols brunifiés)

Géologie : Feldspath, Plagioclase, roche mère métamorphique.

Horizon H₁ (0 – 30cm)

La couleur brun clair (rouge claire) 5Y/R 5/4 à l'état frais, sol dénudé depuis 12 ans, de texture sableuse, présence des racines et des éléments grossiers beaucoup plus en surface (>20% et de dimension <3cm), pas d'effervescence à l'HCl, sol humide et compact, reste de charbon, présence des taches rouges (oxydation de fer).

Horizon H₂ (30- 60cm)

La couleur bariolé (brun plus clair 5Y/R 5/4, rouge grisâtre 10Y/R 4/4) à l'état frais, sol humide et de texture argilo-sableuse, structure polyédrique, nombreuse racines, plus compacte, reste de charbon, présence des taches rouges et les éléments grossiers <20%, pas d'effervescence à l'HCl.

2.2.2 Résultats analytiques du profil N°2

Tableau N°11 : Analyse physico-chimique du profil 2

Horizon	P ₂ H ₁	P ₂ H ₂
Profondeur en cm	0-30	30-60

Da, Dr et Porosité

Da (g/cm ³)	1,26	1,57
Dr (g/cm ³)	2,02	2,22
Porosité (%)	37,62	22,27

Eléments grossiers et taux d'humidité

Eléments grossiers (g/100g)	29,03	14,09
-----------------------------	-------	-------

Chapitre III : Résultats et discussion

de sol)		
Taux d'humidité (%)	1,49	2,7

Granulométrie

Argile (%)	9,80	38,49
Limon (%)	20,07	21,83
Sable fin (%)	28,52	13,28
Sable grossier (%)	41,61	26,21
Classe texturale	Limono-sableuse	Limono-sableuse

Caractères biochimiques

M.O (%)	4.08	3.33
---------	-------------	-------------

pH, T° et CE

pH _{eau}	6,28	5,58
T°C	23,2	21,8
CE (µS/cm)	33,4	38,3

2.2.3 Caractère synthétiques du profil N°2

Ce type de profil est présent au niveau de plaine dont la pente > 50%. Sol brunifié, humide et occupée par la culture de Fraize depuis 12 ans.

La couleur est brun claire en surface et bariolé (brun plus claire, rouge grisâtre) en profondeur. Une structure polyédrique et texture sableuse en surface, argilo-sableuse en profondeur. Avec beaucoup des éléments grossiers (>20%) surtout en surface, enracinement moyenne et présence de charbon et des taches rouges.

La texture sableuse en surface et argilo-sableuse en profondeur.

-Le taux de la matière organique est élevé (3.7% à 2.5%), sont des sols riche en MO.

-Le pH est peu acide à acide, il varie entre 5.58 à 6.28.

Chapitre III : Résultats et discussion

- La salinité est faible dans ces horizons.
- La porosité moyenne, elle varié entre 22% et 37%.
- Sol est moyennement à peu perméable.

2.3 Description morphologique et analytique du profil N°3

2.3.1 Description morphologique du profil N°3

Nom de profil : Ain El Hrayiaa

Numéro du profil : 03 **Date de description :** 09-05-2018

Localisation : N 36° 50.922' E006° 43.845'.

Physiographie : plaine 10 m altitude

Drainage : bon

Topographie : plaine à pente > 10%

Végétation : Arboriculture (verger de : l'olivier, Figuier, pommier), *Arsutus unedo*, *Cistus monspeliensis*, *Rubus fruticosus*.

Classification : classification Française (sol brunifié)

Géologie : Mica Schiste, roche mère métamorphique.

Horizon H₁ (0- 50cm)

La couleur brun foncé 10Y/R 3/6 à l'état frais, sablo-limoneuse, sol humide, très compacte, structure polyédrique fine et moyenne, beaucoup des racines fines, moyennes et grossières, effervescence nulle.

Horizon H₂ (50- 65cm)

La couleur rougeâtre claire 5Y/R 6/5, présence une petite couche d'argile, sol humide, compaction, structure polyédrique fine, présence de quelques éléments grossiers, pas d'effervescence à l'HCl.

Horizon H₃ (65- 150cm)

La couleur marronne jaunâtre 10Y/R 3/4, structure massive en profondeur, texture limono sableux, pas de racine, effervescence nulle, sol humide et friable, charge en éléments grossiers supérieure à 70%, présence des taches rouges (oxydation de fer).

Chapitre III : Résultats et discussion

2.3.2 Description morphologique et analytique du profil N°3

Tableau N°12 : Analyse physico-chimique du profil 3

Horizon	P₃H₁	P₃H₂	P₃H₃
Profondeur en cm	0-50	50-65	65-150

Da, Dr et Porosité

Da (g/cm³)	1,49	1,60	1,81
Dr (g/cm³)	2,13	1,99	2,12
Porosité (%)	30,04	55,60	14,92

Eléments grossiers et taux d'humidité

Eléments grossiers (g/100g de sol)	62,85	19,79	59,47
Taux d'humidité (%)	1,59	3,77	1,65

Granulométrie

Argile (%)	15,70	32,03	19,50
Limon (%)	14,30	16,87	9,44
Sable fin (%)	25,75	24,88	25,64
Sable grossier (%)	44,25	26,21	45,40
Classe texturale	Limono-sableuse	Limono-sablo-argileuse	Limono-sableuse

Chapitre III : Résultats et discussion

Caractères biochimiques

M.O (%)	3.54	2.81	4.64
---------	------	------	------

PH et CE

pH _{eau}	5,99	5,40	5,78
T°C	22,2	21,9	22
CE (µS/cm)	34,4	33,7	49,1

2.3.3 Caractère synthétiques du profil N°3

Un profil présente une coupe de profondeur de fond avec 3 horizons distinguant morphologiquement l'un des autres par une couleur varie du brun foncé en surface, rougeâtre et marron jaunâtre en profondeur.

Une structure polyédrique fine et moyenne en surface et massive en profondeur, présence de

Charge en élément en dernier horizon (>70%).

-La texture dominante est sableuse sauf dans l'horizon H₂ est argileuse.

- Le taux de matière organique élevé en surface et diminue en H₂ puis augmente en H₃.
- Le pH est peu acide à acide, il varie entre 5,40 à 5,99.
- -La conductivité électrique est faible, donc ces sols sont considérés comme des sols non salins.
- -Perméabilité est moyennement

2.4 Description morphologique et analytique du profil N°4

2.4.1 Description morphologique du profil N°4

Nom de profil : Boumadjout **Numéro du profil :** 04 **Date de description :** 09-05-2018

Localisation : N 36° 50.513' E006° 43.771'.

Physiographie : haute plaine **Drainage :** bon

Topographie : pente > 50%

Végétation : des maquis : *Cistus montreliensis*. (Le ciste de montpellier), *Erica arborea*, *Lavandula Stoechas*, *Thapria garganica*, *Inula viscosa*, *Phyllirea angustifolia*.

Chapitre III : Résultats et discussion

Classification : classification Française (sols brunifiés).

Horizon H₁ (0 – 17cm)

La couleur marron foncé (7,5Y/R 3/3) à l'état frais, de texture sablo-limoneuse et structure polyédrique fine, sol humide, peu compacte, faible racinement, présence beaucoup des éléments grossiers <30% et de dimension <2cm), pas d'effervescence à l'Hcl, transition diffuse.

Horizon H₂ (17- 50cm)

La couleur marron foncé (7,5Y/R 3/3) à l'état frais, sol humide et peu compacte de texture sablo-argileuse et structure polyédrique fine, pas de racines, présence beaucoup des éléments grossiers (50% à 70%) de dimension <10cm, pas d'effervescence à l'HCl.



Figure 34 : Photo représentative du quatre profils

Chapitre III : Résultats et discussion

2.4.2 Description morphologique et analytique du profil N°4

Tableau N°13 : Analyse physico-chimique du profil 4

Horizon	P ₄ H ₁	P ₄ H ₂
Profondeur en cm	0-17	17-50

Da, Dr et Porosité

Da (g/cm ³)	1,42	1,67
Dr (g/cm ³)	2,28	1,93
Porosité (%)	25,26	39,42

Eléments grossiers et taux d'humidité

Eléments grossiers	36,47	14,25
Taux d'humidité (%)	1,9	1,59

Granulométrie

Argile (%)	10,60	16,29
Limon (%)	42,40	23,81
Sable fin (%)	13,30	20,3
Sable grossier (%)	33,70	39,6
Classe texturale	limoneuse	Limono-sableuse

Chapitre III : Résultats et discussion

Caractères biochimiques

M.O (%)	3,84	2,74
---------	------	------

PH et CE

pH _{eau}	6,85	6,50
T°C	23,3	2,2
CE (µS/cm)	81	63

2.4.3 Caractère synthétiques du profil N°4

Un sol peu évoluée, située à haute plaine avec plus de 50% de pente. Sol de couleur marron foncé dans les deux horizons du ce profil, sol humide et peu compacte.

Structure polyédrique fine, texture sablo-limoneuse et sablo-argileuse, pas de racines mais présence beaucoup des éléments grossiers (30% à 70%).

PH est neutre et conductivité électrique est faible.

- Le taux de matière organique est varié entre 3,84 et 2,74, ce sont des sols de MO élevée.
- Le pH est acide à neutre, il varie entre 6.50 et 6.85.
- La conductivité faible, elle varie entre 63 à 81µS /cm.
- Moyennement perméable.

2.5 La porosité

Le taux de la porosité est varié dans les horizons et entre les profils Pour le premier profil n°1 et le profil n°2 (Sidi Mansour), les sols sont moyennement poreux.

Pour les profils n°3 et n° 4 (Boumadjout), les sols sont de porosité élevées.

La porosité n'est pas en relation avec la profondeur mais elle dépend de la texture, quand le taux d'argile augmente, la porosité augmente (H₂ en profil n°3 et n° 4 le taux

Chapitre III : Résultats et discussion

de porosité est élevé par rapport les autres horizons presque sont des sols en texture argileuse).

2.6 Etude des propriétés hydriques :

2.6.1 pF

Les résultats analytiques de pF sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°14 : Résultats analytiques des Pf

Les profils	H% à	Les horizons		
	différents pF	H1	H2	H3
Profil 1	pF 2.5	27.2	19.8	14.6
	pF 4.2	18.6	17.2	5.1
Profil 2	pF 2.5	15.7	20.6	/
	pF 4.2	6.5	13.7	/
Profil 3	pF 2.5	19.1	20.7	15.9
	pF 4.2	14.2	12.1	7.78
Profil 4	pF 2.5	16.3	17.6	/
	pF 4.2	5.9	2.91	/

Chapitre III : Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que :

Le taux d'humidité dans le sol (Echantillons) est augmenté quand la pression exercée sur l'échantillon est réduite, ou contrairement.

Donc $H\% \text{ à } pF 4.2 < H\% \text{ à } pF 2.5$

La relation entre le taux d'humidité et la pression exercée c'est une relation inverse, nous pouvons expliquer cette variation de la manière suivante :

Quand on exerce une pression faible la seule eau d'échantillon qui se sort c'est l'eau de gravité parce qu'elle est faiblement retenue, elle se trouve entre les pores, par contre quand on utilise une pression plus forte (pf 4.2) la grande quantité de l'eau sortie (l'eau de gravité) et l'eau capillaire absorbable (l'eau de réserve utile) ou non absorbable qu'elle remplit les espaces plus fines du sol.

2.6.2 Relation entre le taux d'humidité à différentes pF avec le taux d'argile

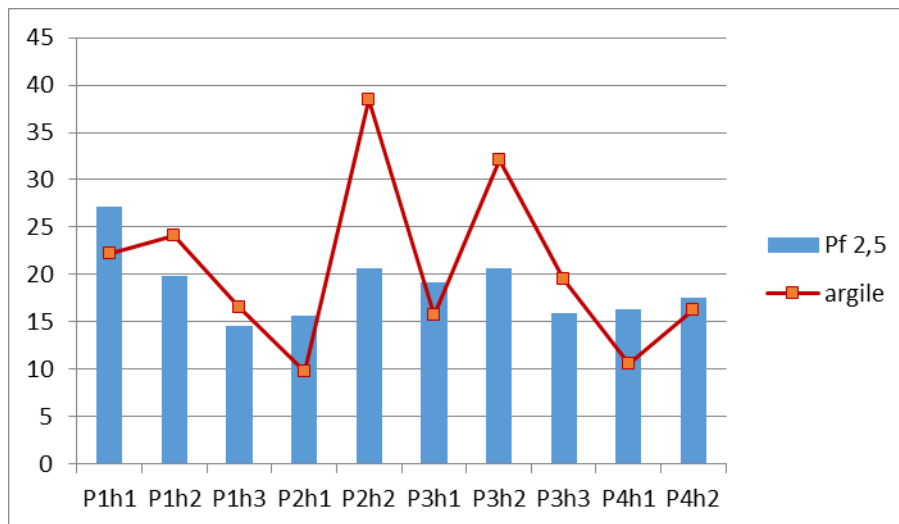


Figure 35 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5) et le Taux d'argile

Chapitre III : Résultats et discussion

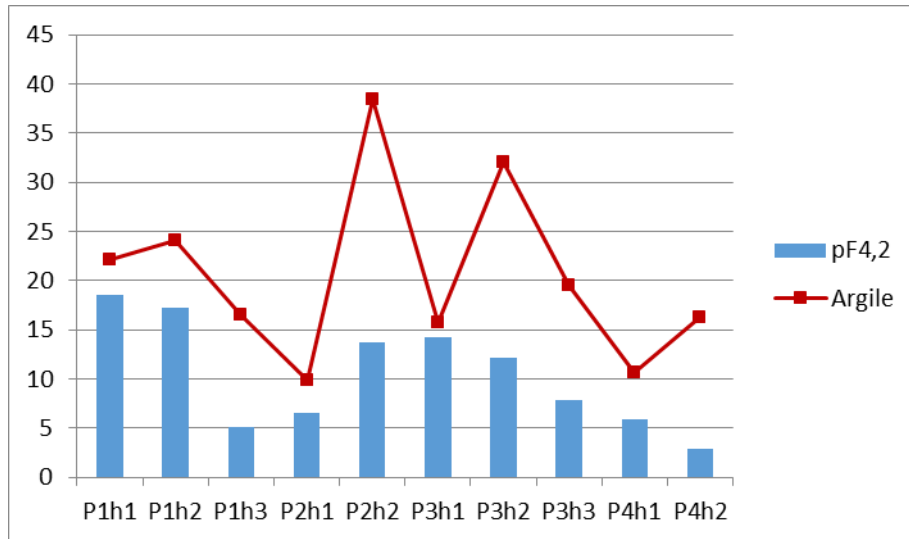


Figure 36 : Relation entre le taux d'humidité à pF (4.2) et le Taux d'argile

2.7 RU et RFU

D'après la figure 37, on constate que les valeurs de la RU et RFU sont variées dans les horizons et entre les profils.

Le calcul de la réserve utile montre que :

- La répartition de la réserve utile est importante dans le troisième profil (Ain Hrayiaa) par rapport aux autres profils (Sidi Mansour, et Boumadjout).
- La réserve utile dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols à Sablo – argileuse et argileuse (profils n°3 et 4) et elle est faible pour les sols sableuse (profil n°1 et n°2).

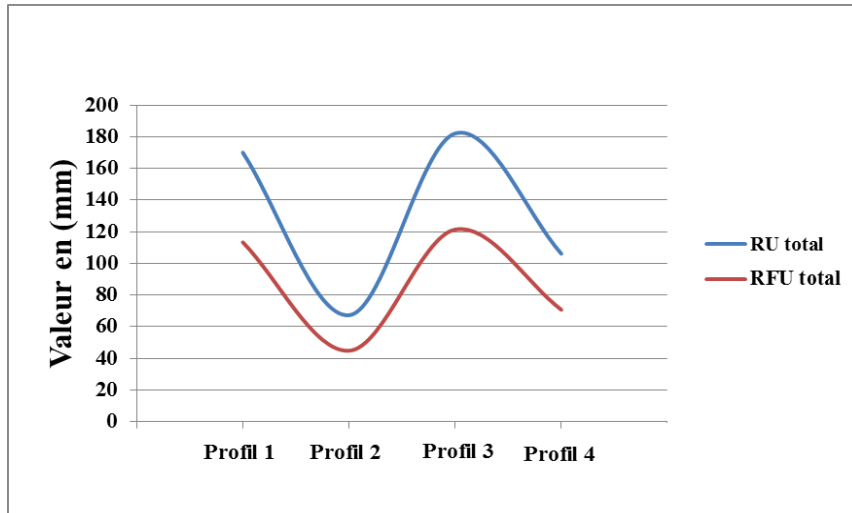


Figure 37 : Variation du RU et RFU

2.8 Perméabilité

Les résultats analytiques de la perméabilité sont représentés dans la figure 38 suivante :

D'après les résultats obtenus, on constate que les sols moyennement à peu perméable sont presque dans tous les horizons et entre les profils.

Profil 1 : Le taux de la perméabilité diminue entre les horizons, il varie entre 2,2 mm/h et 7,5 mm/h (sol est peu à moyennement perméable).

Profil 2 : Le taux de la perméabilité atteint 27,2 mm/h dans l'horizon H₁, il diminue en profondeur à 2 mm/h (sol est peu à moyennement perméable).

Profil 3 : Nous enregistrons 13,2 mm/h en surface, le taux de la perméabilité diminue à partir de l'horizon H₂ (2,5 mm/h), pour revenir à l'augmentation en profondeur (sol est peu à moyennement perméable).

Profil 4 : Dans ce profil, le taux de la perméabilité varie entre 26,6 mm/h en surface et 21,9 mm/h en profondeur (sol est moyennement perméable).

Le calcul de la perméabilité (figure 38) montre que :

Chapitre III : Résultats et discussion

Les sols sont généralement peu à moyennement perméable pour les profils n°1 et 2 (région Sidi Mansour) à moyennement perméables, pour les profils n°3 et 4 (Boumadjout). Selon les résultats obtenus, la perméabilité n'est pas en relation avec la profondeur mais elle dépend de la texture, quand le taux de sable augmente, la perméabilité augmente aussi donc la conductivité hydraulique (K) est variée selon le type du sol et en relation avec le diamètre des pores.

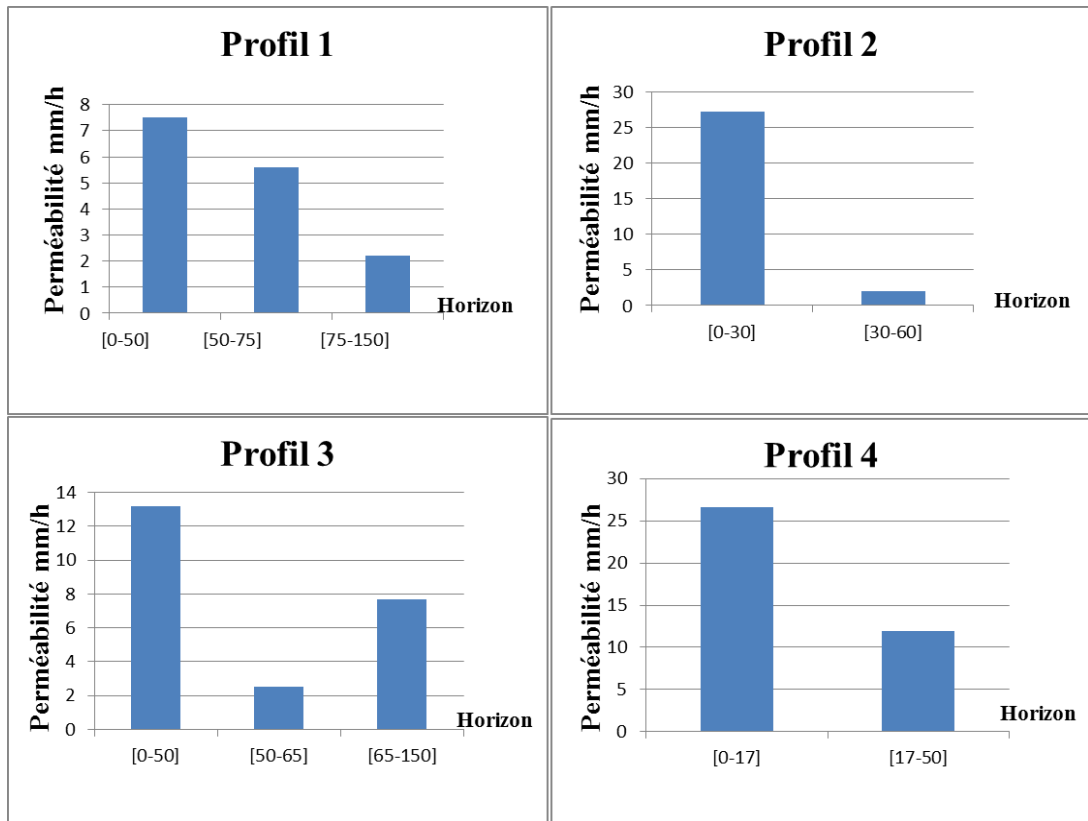


Figure 38 : Histogramme représentative le taux de perméabilité des quarts profils.

Chapitre III : Résultats et discussion

3. La région de Collo

Selon les études qui ont été réalisées au niveau de cette région, les résultats obtenus par BELMOKER Rima (2018) sont résumé aux :

3.1. La description morphologique et analytique des profils

3.1.1 Description morphologique et analytique de profil

N° :01

3.1.1.1 Description morphologique du profil N° :01

Wilaya: Skikda **Daïra:** Collo **commune:** Ouled attia

Nom du profil : emakmaL

Type de profil : umaT

Date de la description : 28/03/2018

Localisation UTM : x =261540 y= 4097864

Physiographie : Plaine ; altitude : 725 m

Drainage : aniom

Topographie : plain moine 2%

Végétation : pain maritime + chêne lige

Géologie : Granite

Classification : Haploxeroll

Horizon 1(0 – 14 cm) : Nombreuse des racines fines et moyennes, la charge en cailloux $\leq 2\%$, n'est pas d'effervescence avec HCL, la couleur à l'état sec : 2/1 noir 10 YR, La texture est Argile et La structure polyédrique à granuleux Transition droite.

Horizon 2(14–41 cm) : Moines des Racine fine et moyennes et présence des Racine Grande la sensé horizontal pas des de charge en cailloux, compaction friable n'est pas

Chapitre III : Résultats et discussion

d'effervescence avec HCl Donc n'est pas de calcaire, la couleur a l'état sec : 4/3 marron 10 YR, texture est Sable limoneux et structure polyédrique, transition abrupt.

Horizon 3 (≥ 41 cm) : Pas des Racine fine et moyenne et présence des Racine grand à le sens vertical pas des cailloux, compaction moyenne, n'est pas d'effervescence à HCL donc absence de calcaire, la couleur a état sec 7/8 jaune. Texture est sable argileux et structure polyédrique

3.1.2 Résultats analytique du profil N° :01

Tableaux 15 : Analyses physiques du profil 01

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-14	14-41	≥41

Densité apparente (g/cm³)

0.75	0.84	1.10	
------	------	------	--

Densité réelle (g/cm³)

1.73	1.97	2.08	
------	------	------	--

La porosité (%)

56.64	57.36	47.11	
-------	-------	-------	--

Granulométrie

Argile%	43,278	18,948	22,41
Limon%	24,62	37,19	16,40

Chapitre III : Résultats et discussion

Sable grossier%	25,25	34.28	49.03
Sable fin%	32.09	43.85	61.18
Classe texturale	Argileux	limon	Limon-sablo-argileuse

Le pF

H% Différents pF	Les horizons		
	H1	H2	H3
pF 2.5	38.90	30.40	23.47
pF 3	34.40	26.82	20.11
pF4.2	31.77	20.50	9.76

Ru (mm)

7.48	22.45	61.83
------	-------	-------

Perméabilité (mm/h)

1.8	9.4	5.7
-----	-----	-----

Tableaux 16 : Analyses chimiques du profil 01

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-14	14-41	≥41

PH

7.037	6.494	5.675
-------	-------	-------

Matière organique (%)

Chapitre III : Résultats et discussion

10.52	5.40	2.57
-------	------	------

Conductivité électrique

CE (mm hos /cm)	0.079	0.11	0.036
T (°C)	20.9	20.7	20.5
TDS (mg/l)	36	54	17

3.1.1.3 Donnée synthétiques du profil N° :01

Ce type de profil est niveau des plains dont la pente est de 2 ‰. La couleur varie du en surface à noir et jaune en profondeur.

La texture est Argile, Sable limoneux et Sable argileux

La structure polyédrique à granuleux au surface et polyédrique en profondeur. Le pH est neutre en surface à acide en profondeur. La conductivité électrique est faible. Le taux de matière organique est élevé (10.52‰) en surface à 2.57‰ en profondeur.

Des sols peu perméables 1.8 en surface et moyenne perméable 9.4 en profondeur

3.1.2 Description morphologique et analytique de profil

N° :02 1.2.1 Description morphologique du profil N° :02

Wilaya: Skikda **Daïra:** Ouled attia **commune:** Oued Zhour

Nom du profil : El-Kantara **Nombre du profil :** 02 **Type de profil :** talus **Date de la description :** 21/04/2018 **Localisation UTM :** x = 260,003 y=4091,205. **Altitude :** 112m

Physiographi : axé denté **Drainage :** bonne.

Topographies : ≥30%

Végétation : chêne zen et chêne liège.

Chapitre III : Résultats et discussion

Géologies : schiste.

Classification : Haploxerafs

Horizon 1(0-40cm) : Beaucoup des racines fine et moyenne, la charge en cailloux : il ya peut des cailloux, la compaction friable, la couleur : 3/4 marron 10YR, pas d'effervescence a HCL. Texture est Limon sabloargileux et structure polyédrique
Transition abrupt

Horizon 2 (40-120 cm) : Présence des racines fin et moyennes, la charge en cailloux est faible et elle est très compacte, pas d'effervescence avec HCL, la couleur : 8/7 jaune 10YR.

Texture est Argile sableux et structure polyédrique, Transition droite

Horizon 3 (120-170 cm) : La présence des racines est très faible, la charge en cailloux moyenne et elle est très compact, pas d'effervescence avec HCL, la couleur : 8/8 jaune Texture est Limon sablo-argileux et structure polyédrique.

3.1.2.2 Résultats analytique du profil N° :02

Tableaux 17 : Analyses physiques du profil 02

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-40	40-120	12-170

Densité apparente (g/cm³)

1.36	1.32	1.57
------	------	------

Densité réelle (g/cm³)

2.01	2.20	2.24
------	------	------

Porosité (%)

32.33	41.31	24.01
-------	-------	-------

Chapitre III : Résultats et discussion

Granulométrie

Argile%	27.08	50.63	26.40
Limon%	30.92	12.51	21.22
Sable fin%	12.40	12.28	12.72
Sable grossier%	21.99	36.82	52.36
Classe texturale	Limono-argileuse	Argileuse	Limon sablo-argileux

PF

H/ Différents pF	Les horizons		
	H1	H2	H3
pF 2.5	27.56	24.82	19.68
pF 3	25.78	23.40	19.16
pF4.2	17.66	7.35	0.68

4.3	1.4	4.1
-----	-----	-----

Tableaux 17 : Analyses chimique du profil 02

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-40	40-120	12-170

Ph

5.935	5.900	5.623
-------	-------	-------

Ru (mm)

Chapitre III : Résultats et discussion

44.06	69.90	133.29
-------	-------	--------

Perméabilité (mm/h)

4.2	1.58	1.02
-----	------	------

Conductivité électrique

CE (mm hos /cm)	0.07	0.05	0.05
T (°C)	20.8	20.9	20.6
TDS (mg/l)	33	24	24

3.1.2.3 Donnée synthétiques du profil N° :02

Ce type de profil est niveau des axé denté dont la pente est de ≥ 30 %. La couleur varie du en surface à marron et jaune en profondeur.

La texture est limon sablo-argileux et Argile sableux La structure polyédrique au long du profile.

Le pH et acide au long du profile. La conductivité électrique est faible

Le taux de matière organique est élevé (4.2 %) en surface et moyenne à 1.02% en profondeur. Des sols moyenne perméable en surface 4.3 et en profondeur 4.1

3.1.3 Description morphologique et analytique de profil N° :03

3.1.3.1 Description morphologique du profil N° :03

Chapitre III : Résultats et discussion

Wilaya : Skikda **commun :** Cheraia **daïra :** Collo

Nom du profil : khrawate **Nombre du profil :** 03

Type de profil : talus **Date de description :** 21/04/2018

Localisation : x=277,421 y= 4100,374 **Altitude :** 74m

Physiologie : axé dente **Drainage :** présent.

Topographies : 15%.

Végétation : pin maritime et
chêne liège **Géologies :** sol
argileux.

Classification : Haploxerolf

Horizon 1(0-12 cm) : Présente des racines fine et moyennes, la charge en cailloux moyenne faible, compaction moyenne, pas d'effervescence de HCL (absence de calcaire), la couleur : 6/4 sombre jaunâtre

10YR. Texture est sable argileux structure granuleux Transition droite

Horizon 2(12 – 54 cm) : Présente des blocs des racines, la charge en cailloux moyenne et faible, pas d'effervescence de HCL donc n'pas de calcaire, la couleur : 5/6 marron jaunâtre 10 YR. La texture est Argile limoneux et structure polyédrique Transition abrupt

Horizon 3(54 – 130 cm) : racine moyenne et fine, Charges-en cailloux très faible, compaction très compact, pas d'effervescence avec l'HCL donc absence de calcaire la couleur : 6/4 rouge 2.5YR. Texture est Limon argileux et structure polyédrique.

3.1.3.2 Résultats analytique du profil N° :03

Tableaux 18 : Analyses physiques du profil 03

Horizon	H1	H2	H3
Profondeur en cm	0-12	12-54	54-130

Densité apparente (g/cm)

Chapitre III : Résultats et discussion

1.09	1.30	1.35
------	------	------

Densité réelle (g/cm³)

2.21	2.13	2.79
------	------	------

Porosité (%)

50.67	38.96	51.61
-------	-------	-------

Argile %	38.71	40.20	37.92
Limon%	13.94	36.005	43.07
Sable fin %	18.49	8.13	6.50
Sable grossier%	31.33	33.38	18.39
Classe texturale	Argilo-sableuse	Argile	Limon argileux

Granulométrie

pF (%)

H/ à Différents pF	Les horizons		
	H1	H2	H3
pF 2.5	27.91	22.54	21.81
pF 3	22.45	20.40	17.65
pF4.2	19.42	15.30	14.06

Conductivité électrique

Chapitre III : Résultats et discussion

CE (mm hos /cm)	0.05	0.05	0.06
T (°C)	20.6	20.5	20.7
TDS (mg/l)	25	27	32

Ph

7.327	6.952	6.587
-------	-------	-------

3.1.3.3 Donnée synthétiques du profil N° :03

Ce type de profil est niveau des axé denté dont la pente est de 15% à 20 %.La couleur varie du en surface à sombre jaunâtre et rouge en profondeur.

La texture est sable argileux ou surface à limon argileux en profondeur La structure granuleux en surface à polyédrique en profondeur.

Le pH et alcalin en surface à acide en profondeur. La conductivité électrique est faible Le taux de matière organique est forte (2.51 %) en surface et moyenne à 1.91 % en profondeur.

Des sols moyens perméables ou longs du profil.

3.2 Caractérisation hydrique des sols

3.2.1 La densité apparente

D'après les résultats obtenus, la densité apparente varie généralement entre (0,9 à 1,44) nous remarquons la densité et augmente en profondeur dans tout les profil.

Les résultats montrent que la densité apparente diminue dans les horizons de surface sous l'influence de la teneur élevé en MO, et l'augmentation dans les horizons de profondeurs sous l'effet de la teneur élevé de l'argile ce qui confirme les normes de la densité des sols.

Chapitre III : Résultats et discussion

3.2.2 Relation entre le taux d'humidité à différentes pF avec le taux d'argile

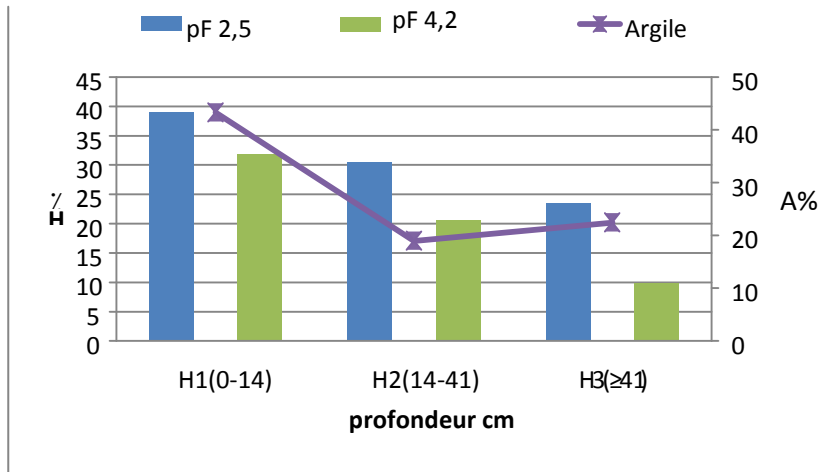


Figure 39 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le Taux d'argile De profil N°01

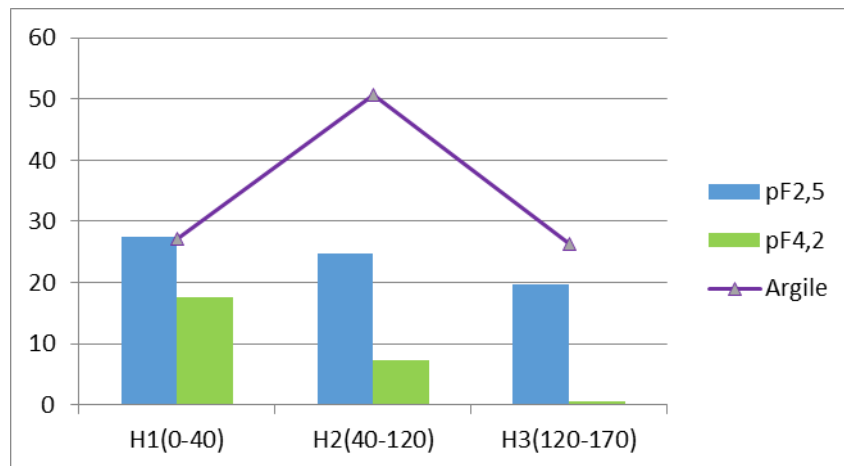


Figure 40 : Relation ente le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le Taux d'argile de profile N°02

Chapitre III : Résultats et discussion

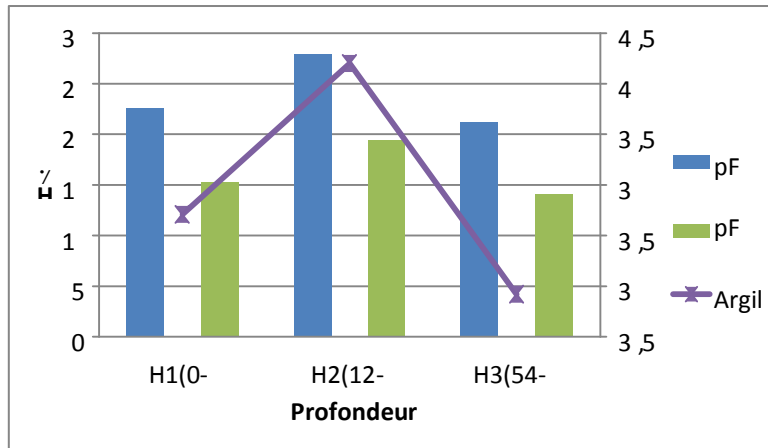


Figure 41 : Relation entre le taux d'humidité à pF (2.5, 4.2) et le taux d'argile de profil N°03

D'après les résultats obtenus et les graphes nous n'avons consulté que :

Le taux d'humidité augmente quand le taux d'argile augmente

La répartition de l'argile est importante dans le deuxième profil (oued Zhou)

Par rapport aux autres profils (Cheraia et ouled attai)

Le taux d'humidité dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols à limono-argileux et argileux (profil n°2 et 3) et elle est faible pour les sols sableux (profil n°1).

D'après les résultats obtenus et les graphes nous n'avons consulté que :

Le taux d'humidité qui reste dans l'échantillon augmente quand la pression exercée sur l'échantillon est réduite, ou contrairement.

$H_{pF 4.2} \leq H_{pF 2.5}$

La relation entre le taux d'humidité et la pression exercée c'est une relation inverse, nous pouvons expliquer cette variation de la manière suivante :

-Quand on exerce une pression faible (pF2.5) la seule eau d'échantillon qui se sort c'est l'eau de gravité parce qu'elle est faiblement retenue, elle se trouve entre les pores, par contre quand on utilise une pression plus forte (pF4.2) la grande quantité de l'eau sort (l'eau gravité) et l'eau capillaire absorbable (l'eau de réserve utile) ou non absorbable qu'elle remplit les espaces plus fins du sol.

Chapitre III : Résultats et discussion

2.2. RU et RFU

Le calcul de la réserve utile (figure NNJ) montre que :

La répartition de la réserve utile est importante dans le deuxième profil (oued Zhou) par rapport aux autres (Cheraia et ouled attai).

La réserve utile dépend de la texture des sols, elle est importante dans les sols à limono-argileux et argileux (profil n°2 et 3) et elle est faible pour les sols sableux (profil n°1).

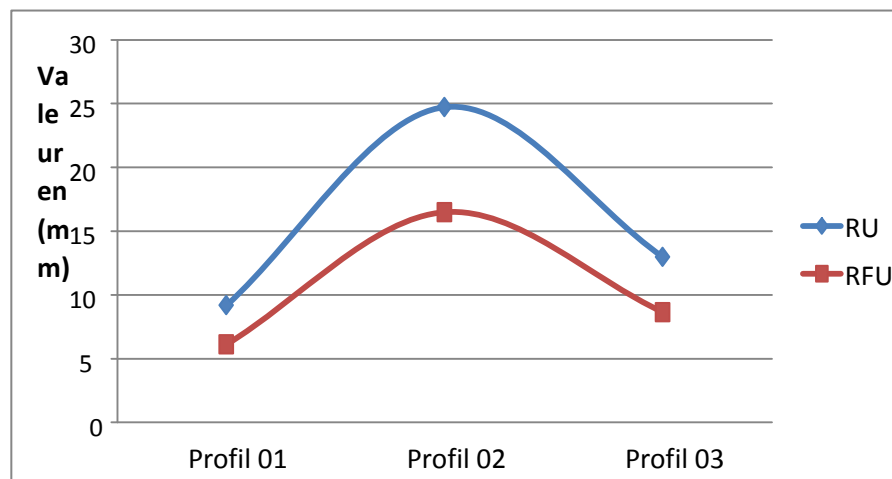


Figure N°42 : RFU et RU

3.2.3. Perméabilités

Les sols des trois profils sont peu perméable pour les premiers profils (région ouled attia) à moyennement perméables pour les profils n°2 et 3 (oued Zhou et Cheraia). Selon les figure 26,27 et 28 La perméabilité n'est pas en relation avec la profondeur mais elle dépend de la texture, quand le taux de sable augmente, La perméabilité augmente aussi donc la conductivité hydraulique (k) est variée Selon le type du sol et en relation avec le diamètre des pores.

Chapitre III : Résultats et discussion

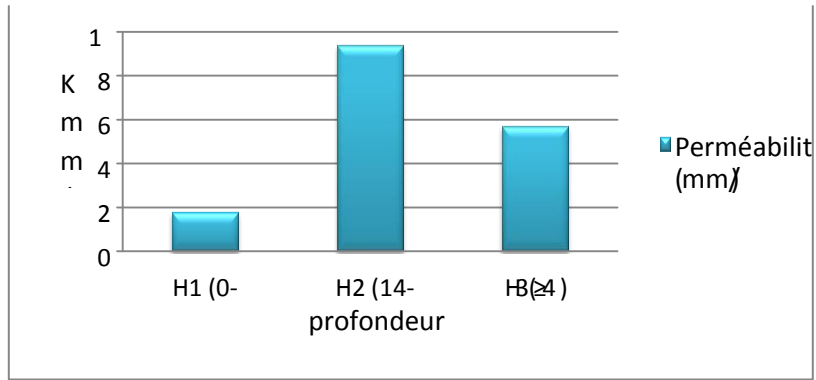
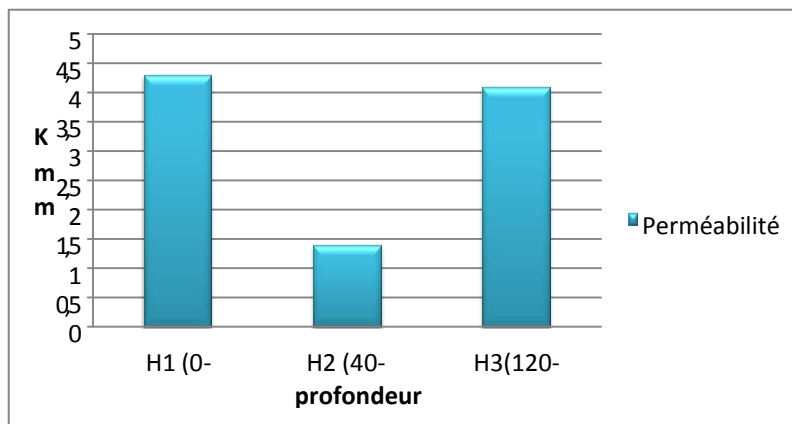


Figure N°43 : la perméabilité du profil 1



FigureN° 44 : la perméabilité du profil 02

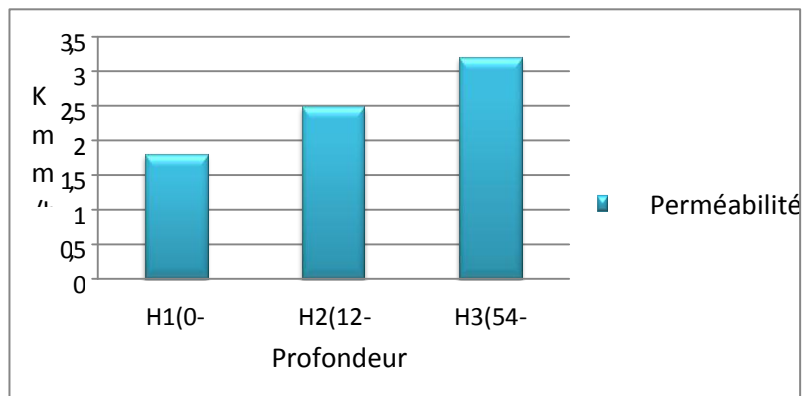


Figure N°45 : la perméabilité du profil 03

Chapitre III : Résultats et discussion

Les paramètres étudiés varient d'une région à une autre d'où la RU et la RFU sont plus importantes et la perméabilité bientôt à El harrouch.



**Conclusion
générale**

Chapitre III : Résultats et discussion

Conclusion générale :

L'objectif de cette recherche est d'étudier la relation entre la teneur en argile et en eau des sols de la région de Skikda ; les résultats obtenus sont:

A ElHarrouch les sols, se caractérisent par:

- Une texture lourde, une texture suffisamment argileuse jusqu'à 50% d'argile au profil 1.
- Une rétention au point de flétrissement est très bien corrélée avec l'argile.
- La rétention de l'eau à la capacité de rétention et la réserve utile dépendent de la nature des constituants du sol mais aussi de leur organisation.

Pour Tamalous :

- La texture est limoneuse à limono-sableuse,
- Le taux de la porosité est varié dans les horizons et entre les profils
- Pour le premier profil n°1 et le profil n°2 (Sidi Mansour), les sols sont moyennement poreux. Pour les profils n°3 et n° 4 (Boumadjout), les sols sont de porosité plus élevées.
- une réserve utile importante (Ain Hraia et Boumajout) à moyenne (Sidi mansour),
- une perméabilité moyenne à faible (Rmilla).

A Collo, il ressort que :

- Ces sols sont généralement caractérisés par une texture fine à moyenne
- Une réserve utile importante (Oued zhour) à moyenne (Ouled attia et Cheraia)
- Une perméabilité moyenne à faible.

Plus le taux des particules fins et moyens augmente, plus le taux d'humidité augmente par ce que la distribution des pores est plus uniforme ce qui permet

Chapitre III : Résultats et discussion

d'absorber l'eau, par contre, dans le sol sableux, le taux d'humidité diminué par ce que les pores sont relativement grands, donc il ne reste qu'une petite quantité d'eau dans le sol. La conductivité hydraulique est variée selon la texture du sol et en relation avec le diamètre des pores.

Les paramètres étudiés varient d'une région à une autre d'où la RU et la RFU sont plus importantes et la perméabilité bientôt à El harrouch.

Conclusion Générale



Annexes

ANNEX :

Tableau N° 1 : Les valeurs de la Réserve utile et Réserve facilement utilisable.

Les profils	Les horizons	RU (mm)	RFU (mm)	RU (mm) Total	RFU (mm) Total
Profil 1	H1	42.57	28.38	170	113.34
	H2	9.16	6.11		
	H3	118.27	78.85		
Profil 2	H1	34.77	23.18	67.26	44.84
	H2	32.49	21.66		
Profil 3	H1	36.50	24.33	182.06	121.37
	H2	20.64	13.76		
	H3	124.92	83.28		
Profil 4	H1	25.10	16.73	106.05	70.7
	H2	80.95	53.97		

Tableaux 2 : la somme de la RU et de la RFU

	Profil 01	Profil02	Profil 03
Σ Ru	91.76	247.25	129.64
Σ RFU	61.17	164.83	86.42

Annexes

Tableau N° 3 : les données météorologiques

Année	Paramètres	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juile	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
2010	T° moyenne	13,2	14,2	14,9	16,7	18,4	21,7	25,4	25,3	23,5	20,5	16,7	14,1
	Précipitation	133	54,8	85	28,5	78	28,6	0,4	5	21	164	164,3	79,3
	Humidité	67	64	66	74	68	71	71	70	68	67	66	60
2011	T° moyenne	12,5	12,2	14,7	17,2	19,2	22,1	25,8	26,6	24,6	20,7	17,6	13,9
	Précipitation	57,4	54,6	75,8	48,4	39,9	8,8	7,9	0	33,6	125,2	64,1	125
	Humidité	73	71	68	72	73	73	66	71	71	65	72	70
2012	T° moyenne	12,5	9,5	14,3	16,6	18,9	24	25,3	27,6	21	21,7	16,8	13,9
	Précipitation	56,5	192,3	72,2	117,4	1,8	1,1	0,4	51,9	62,6	28,5	72,1	68
	Humidité	69	76	72	68	70	69	67	69	63	67	67	66
Année 2013	T° moyenne	12,6	11,2	15,8	16,4	18,1	20,5	24,9	25,6	23,9	23,2	16	10,5
	Précipitation	132,2	200,1	69,8	45	52,4	14,1	2,6	50,8	89,9	82,4	215,7	53,9
	Humidité	68	68	61	69	71	68	71	70	74	71	69	73
(Année 2014	T° moyenne	13,8	14	13,6	16,9	18,6	23,3	24,2	26,1	25,9	22,7	19,5	11,1
	Précipitation	91,9	48,1	175,1	14,6	11,1	6,6	0	0	18,1	69,3	16,1	286,7
	Humidité	65	65	72	67	71	67	64	70	67	66	57	77
Année 2015	T° moyenne	10,2	11	14,4	16,7	20,6	23,2	26,8	27,3	24,8	22	17,1	14,2
	Précipitations	147	211,4	89,6	3,2	50,7	4,8	1,7	2,1	47,4	93,3	114,2	0,2
	Humidité	55	72	70	71	65	70	70	69	69	67	76	73
Année 2016	T° moyenne	14,4	14,5	13,8	17,3	18	22,7	25,6	25,3	24,2	23	18,2	15,2
	Précipitations	58,6	76,1	86,3	28,6	70,9	6,6	0	0	9,7	41,8	81,4	41
	Humidité	66	65	66	72	70	72	67	70	69	67	74	73
Année 2017	T° moyenne	11,5	14,5	15,4	16,6	20	24,4	26,8	27,6	23,9	20,6	16,9	13,1
	Précipitations	208,7	67	0,6	30,2	2,3	9,6	0,2	0,7	18,3	63,7	167,2	150
	Humidité	68	65	69	71	70	70	68	69	67	70	65	74



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Baise D et Jabiol B, 1998** : Guide pour la description des sols. INRA Paris p368.
2. **Baise D ,2000** : Guide des analyses en pédologie 2^{ème} édition INRA Parise p254.
3. **Belmoker S 2018** : mémoire Collo
4. **Belaissaoui N, 2004** : Genèse des sols sous climat Sub humide cas des sols d'El-Hadaik (Nord-Est de l'Algérie) thèse de magistère Uni Batna, 116p.
5. **Bensaid R, 1986** : Contribution à la connaissance des sols de la vallée du Saf-Saf (Skikda Algérie) thèse de doctorat (Gent), 384p.
6. **Bouferrouk et Bouglouf 2019** : mémoire El harrouch
7. **Calvet R, 2003** : le sol propriétés et fonction tom 1 : constitution structure et phénomène aux interfaces édition France agricole 267p.
8. **Chamayou H et Legros J.P, 1989** : les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol, 593p
9. **Derdour H, 1999** : les constituants du sol, cours de pédologie général programme 1^{er} année ENSA INA El-Harrach p77.
10. **Dommergue Y, Manginot F, 1970** : écologie microbienne du sol, p133.
11. **Duchaufour ph 1988** : pédogénèse 2^{ème} édition Parise, 224p.
12. **Duchaufour ph 2001** : Introduction à la science du sol 6^{ème} édition Paris, 314p.
13. **Duchaufour ph 1971** : pédogénèse et classification, p201.
14. **Eliart, 1987** : Manuelle d'agriculture Ed bailli ères Paris.
15. **GALLALI T., 2004** Clés du sol : centre de publication universitaire TUNISIE. 360p.
16. **Gallali T, 2004** : clés de sol, D'art pub Tunisie.
17. **GIRARAD M.C ; al, 2011.** Etude des sols description cartographie utilisation DUNODE Paris.404p.
18. **Gobat M et Mathey w, 2003** : Michel ARAGWO, le sol vivat, 2^{ème} édition France.
19. **GONDE H, 1968.** Cours d'agriculture moderne. 8^{ème} édition, la maison rustique. Paris. 628p.
18. **Hillali D, 1984** :L'eau et sol, principe et prospection des sols 4^{ème} édition.
19. **Laib k et Bouria h 2018** : mémoire Tamalous.
20. **Lozat J et Clement M, 2002** : Dictionnaire de science du sol, 4^{ème} édition Lavoisier.
21. **LOZET J., et Mathieu C., 2002.** Dictionnaire des sciences du sol. 460p.
22. **Mathieu C et Pieltain F, 1998** : Dictionnaire de science du sol, 275p.
23. **MATHIEU C., AUDOYE P et CHOSSAT C., 2007.**Base techniques de l'irrigation par Aspersion. 474p.
24. **Musy A et soutter M, 1991** : physique du sol 1^{er} édition ou Lausanne p59.

Annexes

25. **Ramad F, 2002** : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement.
26. **GUYOT G, 1999** : climatologie de l'environnement « cours exercices corrigés ». 2^{ème} édition Dunod-INRA Paris. 525p.
27. **Roth G, 2001**: Guide de météorologie.
28. **Servat E, 1976** : science du sol. Constituions et propriétés des sols. Doc ENSAM.105p
29. **Soltner, 2000** : les bases de la production végétale, le sol et son amélioration édition science et techniques agricoles tome I 471p.
- Soltner, 2005** : La base de la production végétale