

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

**Option :** Sciences du Sol

**Mémoire de fin d'études :**

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

**Thème :**

**Contribution à l'étude des propriétés physiques du sol de la région de El Hadaiek**

**Présenté par :**

- Kaouane noureddine
- Guessoum khaoula
- Guetrib nihad

**Membres de Jury :**

Mme : SOUILAH N	(MCA) Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : HAMRAKROUHA S	(MAA) Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : BALA S	(MCB) Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2022-2023



Je remercier Dieu de m'avoir donné le courage pour accomplir ce modeste ce travail que je  
dédie :

A mon très chère père

Tu as toujours été a mes côtés pour me soutenir et m'encourager . Que ce travail traduit ma  
gratitude et mon affection Ma précieux offre du dieu qui ma vie ,ma réussite et tout mon  
respect : mon cher père Mohamed

A mon chère ma mère

Quoi que je fasse ou que je dis je ne saurai point te remercier comme il se doit ton affection  
me couvre ,ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de  
force pour affronter les différentes obstacles.A la femme qui n'a jamais dit non à mes  
exigences et qui n'a épargné aucune effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère

Nacira

A mes chère sœurs

Mériem,Fatima, Soumia , Sara , Maria

A Mon chère Frère Oussama

A ma deuxième familles les golden-z

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail

A mon père Chère père

Tu as toujours été à mes coté pour me soutenir et m'encourage

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affectation

A ma très Chère mère

Qui me donner toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier moi

Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé bonheur et long vie pour que vous

aimeriez le flambeau illuminé mon chemin de vie

A Mes grands parents

A mes frères

A ma soeur. et son mari, et je n'oublierai pas ses deux enfants: anes et ines

A toute ma famille guessoum, bouafia

A toute mes amies

A mes binôme

Je n'oublie pas la personne qui m'a fait me sentir forte et en sécurité, avec confiance, mon

fiancée Oussama

En fin, à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, j'espère que vous trouves

tous mes remerciements et ma gratitude

Avec de la volonté, le rêve deviendra réalité

Je dédie ce modeste travail à :

A mes chers parents Bouguerra et zainab , que nulle dédicace ne puisse exprimer mes  
sincères

Sentiments Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en

Témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grand sacrifices

À ma chère sœur ferial , à mon frère Daya Edinne et ma nièce Sibal et tout ma famill

À mon binôme

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit

Possible, je vous dis merci.

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

<b>1. GENERALITE .....</b>	<b>01</b>
<b>2. Définition du sol.....</b>	<b>01</b>
<b>3. Diverses phases du sol .....</b>	<b>01</b>
<b>3.1. Phase liquide du sol .....</b>	<b>01</b>
<b>3.2. Phase solide du sol .....</b>	<b>02</b>
<b>3.2.1. Eléments grossiers... ..</b>	<b>02</b>
<b>3.2.2. Terre fine .....</b>	<b>02</b>
<b>4. Fractions constitutives du sol .....</b>	<b>02</b>
<b>4.1. Fractions minérales... ..</b>	<b>03</b>
<b>4.2. Fractions organiques.....</b>	<b>03</b>
<b>5. Type des sols.....</b>	<b>04</b>
<b>5.1. Sols sableux.....</b>	<b>04</b>
<b>5.2. Sols limoneux... ..</b>	<b>04</b>
<b>5.3. Sols argileux.....</b>	<b>04</b>
<b>5.4. Sols humifères.....</b>	<b>05</b>
<b>6. Caractéristiques physiques du sol.....</b>	<b>06</b>
<b>6.1. Notion de texture .....</b>	<b>06</b>
<b>6.1.1. Importance de la texture en agriculture.....</b>	<b>06</b>
<b>3.2.1. Eléments grossiers... ..</b>	<b>07</b>
<b>3.2.2.</b>	
<b>6. Caractéristiques physiques du sol.....</b>	<b>08</b>
<b>6.1. Notion de texture .....</b>	<b>08</b>
<b>6.1.1. Importance de la texture en agriculture.....</b>	<b>09</b>
<b>6.1.1. Importance de la texture en agriculture.....</b>	<b>10</b>
<b>6.1.2. Granulométrie... ..</b>	<b>10</b>

6.1.3. Objectif de la granulométrie.....	11
6.1.4. Principe de la granulométrie... ..	12
6.1.4. 1.Analyse granulométrique par sédimentation.....	13
6.1.4. 2.Analyse granulométrique par tamisage.....	15
6.1.5. Triangle de texture .....	16
6.1.6. Classification de la texture .....	17
6.2. Structure .....	18
6.3. Porosité.....	19
6.3.1. Types de porosité .....	19
6.3.1.1. Microporosité.....	19
6.3.1.2 Mésoporosité .....	19
6.3.1.3. Macroporosité.....	19
Définition.....	20
6.4.1. Densité apparente (Da)... ..	20
6.4.2. Densité réelle (Dr)... ..	20
6.5 . L'eau dans le sol.....	20
6.5.1. Formes de l'eau dans le sol.....	20
6.5.1.1. Eau capillaire .....	20
6.5.1.2. Eau gravitaire .....	20
6.5.1.3. Eau capillaire et absorbable... ..	20
6.5.1.4. Eau capillaire non absorbable... ..	20
6.5.2. Rétention de l'eau dans le sol... ..	20
6.5.2.1. Capacité au champ (CC).....	21
6.5.2.2. Point de flétrissement (PF)... ..	21
6.5.2.3. Réserve utile (RU) .....	21
6.6. Perméabilité du sol .....	22
6.4. Densité .....	22
6.4.1. Densité apparente (Da)... ..	22
6.4.2. Densité réelle (Dr)... ..	22

<b>6.6 . L'eau dans le sol.....</b>	<b>22</b>
<b>6.5.1. Formes de l'eau dans le sol... ..</b>	<b>22</b>
<b>6.5.1.1. Eau capillaire .....</b>	<b>22</b>
<b>6.5.1.2. Eau gravitaire .....</b>	<b>22</b>
<b>6.5.1.3. Eau capillaire et absorbable... ..</b>	<b>23</b>
<b>6.5.1.4. Eau capillaire non absorbable... ..</b>	<b>23</b>
<b>6.5.2. Rétention de l'eau dans le sol... ..</b>	<b>23</b>
<b>6.5.2.1. Capacité au champ (CC).....</b>	<b>24</b>
<b>6.5.2.2. Point de flétrissement (PF)... ..</b>	<b>24</b>
<b>6.5.2.3. Réserve utile (RU) .....</b>	<b>24</b>
<b>6.7. Perméabilité du sol.....</b>	<b>24</b>
<b>6.6.2. Loi de Darcy.....</b>	<b>24</b>
<b>6.6.1. Définition.....</b>	<b>25</b>
<b>Chapitre 02</b>	
<b>Etude de milieu physique.....</b>	<b>25</b>
<b>1.1. Situation géographique.....</b>	<b>25</b>
<b>1.1.1. Situation géographique de la Wilaya de Skikda .....</b>	<b>25</b>
<b>1.1.2. Situation géographique d'ElHadaiek .....</b>	<b>26</b>
<b>1.2. Caractéristiques du milieu .....</b>	<b>27</b>
<b>1.2.1. Climat.....</b>	<b>28</b>
<b>1.2.1.1. Les données climatiques... ..</b>	<b>29</b>
<b>1.2.1.2. Les précipitations... ..</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.3. La température .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.4. L'humidité de l'air .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.5. Le vent .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.6. L'évapotranspiration .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.7. L'insolation.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.8. Synthèse climatique .....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.9. Diagramme ombrothermique de Gaussen.....</b>	<b>30</b>

<b>1.2.1.10.</b>	<b>Diagramme de Gaussen.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1.11.</b>	<b>Climagramme d'Emberger .....</b>	<b>31</b>
<b>1.3.</b>	<b>Caractéristiques géologiques .....</b>	<b>31</b>
<b>1.3.1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>31</b>
<b>1.3.2.</b>	<b>Cadre géologique régionale .....</b>	<b>32</b>
13.3.1.	Le socle kabyle.....	33
1.3.3.2.	La dorsale kabyle .....	33
1.3.3.3.	<b>Le domaine des flyschs.....</b>	<b>33</b>
1.3.3.4.	<b>L' Oligo – Miocène Kabyle .....</b>	<b>33</b>
1.3.3.5.	<b>Le Numidien .....</b>	<b>34</b>
1.3.3.6.	<b>Les Olistostromes .....</b>	<b>35</b>
<b>1.3.4.</b>	<b>LES ZONES EXTERNES .....</b>	<b>35</b>
<b>1.3.5.</b>	<b>Les nappes telliennes.....</b>	<b>36</b>
1.3.4.2.	Les nappes ultra-telliennes .....	37
<b>1.3.4.3.</b>	<b>Les nappes péni-telliennes .....</b>	<b>38</b>
1.3.5.	<b>Géologie de la zone d'étude .....</b>	<b>39</b>
1.3.5.1.	Les dunes anciennes .....	40
<b>1.3.5.2.</b>	<b>Les alluvions : on distingue trois types .....</b>	<b>41</b>
<b>1.3.6.</b>	<b>TECTONIQUE.....</b>	<b>41</b>
<b>Conclusion.....</b>		<b>41</b>
<b>1.4.</b>	<b>Relief et Géomorphologie de la zone d'étude.....</b>	<b>41</b>
<b>1.5.</b>	<b>Cadre régional .....</b>	<b>41</b>
<b>1.5.1.</b>	<b>Les Djebels .....</b>	<b>42</b>
<b>1.5.2.</b>	<b>Les collines .....</b>	<b>43</b>
<b>1.6.</b>	<b>Le cadre local.....</b>	<b>44</b>
<b>1.6.1.</b>	<b>Les piments .....</b>	<b>44</b>
<b>1.6.2.</b>	<b>La plaine alluviale .....</b>	<b>45</b>
<b>1.6.4 .</b>	<b>Les terrasses récentes.....</b>	<b>46</b>
<b>1.1.6.</b>	<b>végétation .....</b>	<b>46</b>
<b>1.</b>	<b>Matériels et méthodes de travail .....</b>	<b>46</b>
<b>2.1.</b>	<b>La méthodologie du travail .....</b>	<b>46</b>
<b>2.1.1.</b>	<b>Travaux préliminaires.....</b>	<b>46</b>
<b>2.1.2.</b>	<b>Réalisation des profils .....</b>	<b>47</b>
<b>2.1.3.</b>	<b>Description du sol.....</b>	<b>47</b>

2.1.3.1. Les données générales .....	47
2.1.3.2. Les conditions atmosphériques .....	47
2.1.3.3. Les données concernant le milieu .....	47
2.1.3.4. Echantillonnage du sol.....	47
2.2. Analyses physiques .....	47
2.2.3. Granulométrie .....	48
2.2.4. Densité apparente .....	49
2.2.5. Densité réelle.....	49
2.2.6. pF.....	49
2.2.7. Perméabilité .....	49
2.3. Analyses chimiques et biologiques .....	49
2.3.1. Matière organique .....	50
2.3.2. pH .....	50
2.3.3. Conductivité électrique .....	51
2.3.4. Salinité.....	52
<b>Chapitre 03</b>	
1.1. Description morphologique et analytique des profils .....	53
1.1.2. Description morphologique du profil 01 .....	54
1.1.3. Résultats analytiques du profil 01.....	54
1-1-4- Donnée synthétiques du profil N° 01 .....	54
1.2. Description morphologique du profil 02 .....	54
1.2.1. Résultats analytiques du profil 02.....	54
1.2.2 Donnée synthétiques du profil N° 02 .....	54
2. Granulométrie .....	55
3. Densité apparente (Da) .....	56
4. Etude des propriétés hydrique .....	57
4.1. pF.....	58
4.2. Réserve utile.....	59
4.3. Perméabilité .....	60
5. Conclusion.....	60

**Conclusion générale**

**Résumé**

**Annexe**

## Liste d'abréviations

**CE** : Conductivité électrique du sol.

**Da** : Densité apparente.

**Dr** : Densité réelle.

**H** : Horizon.

**H%** : Humidité pondérale.

**Hm%** : Humidité massique.

**HV %** : Humidité volumique.

**MO%** : Matière organique du sol.

**P%** : Porosité.

**pF** : Potentiel capillaire.

**pH** : potentiel hydrique.

**T °C** : Température.

**MS(**

**m3)** : Volume total.

**K g)** : Masse solide.

**V (** : Coefficient de perméabilité.

**RU** : Réserve utile.

## Liste des figures

**Figure 01** : photographie d'un sol sableux

**Figure 02** : photographie d'un sol limoneux

**Figure 03** : photographie d'un sol argileux

**Figure 04**: photographie d'un sol humifère

**Figure 04** : taille des éléments minéraux présents dans le sol (CALVET, 2003)

**Figure 05** : Tamis d'analyses granulométrique

**Figure 06** : triangle de texture (DEGOUTTE et al, 2009)

**Figure 07** : Principaux types de structure (**Gobat et al., 1998**)

**Figure 08** : Présentation Communal de la région de Skikda

**Figure 15** : L'évapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)

**Figure 16** : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005- 2015)

**Figure 17** : Diagramme De Gaussen pour (2005 à 2015) **D**

**Figure 18** : Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015

**Figure 19** : Carte géologique de la région de SKIKDA

(J.M.Vila 1977)

**Figure 20** : Schéma géologique de la région de SKIKDA (D'après Durand. Delga, 1969)

**Figure 21** : Localisation des profils étudiés

**Figure 22** : colonnes de sédimentatio

**Figure 23** : chambre à pression

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

**Figure 25** : l'analyse de **pH**

**Figure 26** : Conductivité électrique

**Figure 26** : photo représentative du profil 01

**Figure 27** : photo représentative du profil 02

**Figure 28** : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 01

**Figure 29** : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 02

**Figure 30** : histogramme représentatif des valeurs de la  $D_a$  pour tous les profils.

**Figure 31** : le taux d'humidité à pF (1 ; 15 ) pour profil 01

**Figure 32** : le taux d'humidité à pF (1 ; 15 ) pour profil 02

**Figure 33** : schéma représentatif de la réserve utile des profils étudiés

**Figure 34** : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d'étude

## **Lise des tableaux**

**Tableau 01** : classification de la porosité (SCHOLLER, 1955)

**Tableau 02** : résultats analytiques physique du profil

**Tableau 03** : résultats analytiques physique du profil

**Tableau 04** : résultats de  $D_a$  pour tous les profils

**Tableau 04** : Précipitation moyenne mensuelle durant la période de 2005-2015 (**DSM, 2016**).

**Tableau 05** : Température moyenne mensuelle durant la période (2005-2015) (**DSM, 2016**).

**Tableau 06** : Humidité de l'air en % pendant la période (2005-2015) (**DSM, 2016**).

**Tableau 07** : Moyenne de l'évaporation pendant la période (2005-2015) (**DSM, 2016**).

**Tableau 08** : Moyennes mensuelles de la force du vent en m/s pendant la période (2005-2015) (**DSM, 2016**).

**Tableau 09** : L'évapotranspiration moyenne durant la période de 2005-2015 (**DSM**

**Tableau 10** : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015) (**DSM, 2016**).

**Tableau 11** : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période de 2005 à 2015 (**DSM, 2016**)

**Tableau 12** : calcul de la RU pour tous les profils.

**Tableau 13** : calcul de la perméabilité pour tous les profils

# **Introduction**

## **Introduction**

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère. Le sol joue un rôle prépondérant dans la détermination de la qualité des eaux, de l'air et de la chaîne alimentaire.

L'étude des sols d'Algérie constitue une préoccupation majeure des pédologues algériens. En effet, les grandes potentialités en terres agricoles qu'on dispose exigent une bonne connaissance de ce patrimoine en vue de préserver et le mieux gérer.

Dans notre mémoire nous avons essayé de bien connaître les caractéristiques physiques des La région de Skikda est caractérisée par différents types de sols : sols minéraux bruts, sols brunifiés, sols peu évolués, sols hydromorphes, sols à sesquioxydes de fer (sols rouges + méditerranéen), brunifiés, vertisols (CPCS, 1967).

Les caractéristiques physiques dans le sol est un phénomène complexe dépendant des constituants du sol et de leur organisation à différents niveaux.

La détermination des caractéristiques physiques et chimiques du sol résulte d'une évaluation de ces cultures de base essentielle concernant : l'humidité, la granulométrie, la porosité, la perméabilité, la densité apparente et réelle et les humidités à différents pF.

Dans notre mémoire nous avons essayé de bien connaître les caractéristiques physiques des sols de la région d'El Hadaiek qui fait partie de la wilaya de Skikda pour un sol cultivé et l'autre naturel.

Les résultats d'analyse de ces sols fournissent de nombreuses informations. Ces dernières sont obtenues suite aux différentes parties :

Première partie : sera réservée à la synthèse bibliographique ;

Deuxième partie : sera réservée à la présentation de la zone d'étude, en analysant plus en détail les facteurs agissant sur la formation et la répartition des sols de la zone d'étude, notamment : le climat, la géologie, la géomorphologie, le réseau hydrographique et la végétation. Troisième partie : résultats et discussion.

On terminera par une conclusion.

# Chapitre 1

## **1. . GENERALITE**

Les sols sont des systèmes multiphasiques complexes et hétérogènes, composés d'air, d'eau et de solide (sable, limon, argile, matière organique (MO), nutriments, écosystèmes...etc.) en outre, les sols sont des médias ouverts et dynamiques, échangeant de la matière et de l'énergie avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère (SPOSITO , 1997), ils doivent accomplir cinq fonctions principales de base (NORTCLIFF, 2002):

- Offrir un habitat physique, chimique et biologique pour les organismes vivants;
- Réguler les flux d'eau, le stockage et le recyclage des cycles des nutriments et d'autres éléments;
- Maintenir les activités et diversités biologiques pour subvenir à la croissance des plantes et la productivité des animaux;
- Filtrer, tamponner, transformer, immobiliser et détoxifier les substances organiques et inorganiques;
- Fournir un support mécanique aux organismes vivants et à leurs structures.

## **2. Définition du sol**

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (POTATO,1965 et LEGROS, 2007). Qui est dénommée couverture pédologique, est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs génétiques (DUCHAUFOR, 1984 et BOULAIN, 1989) :

- La roche-mère sur laquelle s'est développé;
- Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation.

## **3. rses phases du sol**

### **3.1. Phase liquide du sol**

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

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

#### **a. Phase gazeuse du sol**

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

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

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

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

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

### **3.2. Phase solide du sol**

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

#### **3.2.1. Eléments grossiers**

Ce sont les éléments > 2mm et on les classe par dimensions (CALVET, 2003). :

4. cm à 2 cm : graviers ;
5. 5 cm : cailloux ;
6. 20 cm : pierres ;
7. cm : blocs.

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

#### **3.2.2. Terre fine**

La terre fine est la fraction de terre qu'il reste lorsqu'on retire les éléments grossiers (donc < 2 mm, au tamis). On peut classer les éléments de la terre fine par dimensions (CALVET, 2003). :

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

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

### **4. Fractions constitutives du sol**

Le sol contient deux fractions intervenant principalement dans la sorption des polluants à savoir les fractions organiques et minérales.

#### 4.1. Fractions minérales

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

- **Les silicates** sont des oxydes de silice qui ont des structures très diverses (Unités isolées (olivine  $(\text{Fe}, \text{Mg})_2 [\text{SiO}_4]$ ) ; Chaîne (pyroxène  $(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_3)_2$ ) ; Feuillet (smectite) et sont souvent associés à des cations métalliques tels que l'aluminium, le fer ou le magnésium.
- **Les oxydes, oxy-hydroxydes et hydroxydes** les plus importants et les très abondants dans les sols sont :

La gibbsite (oxyde d'aluminium  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), La goethite et l'hématite (oxydes de fer  $(\text{FeO-OH}), (\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ), la birnessite et la lithiophorite (oxydes de manganèse).

- **Les carbonates** les plus abondants sont les carbonates de calcium (Calcite) et les carbonates de magnésium (Dolomite  $(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{CO}_3)_2$ ).

Ceux-ci peuvent Co-précipiter avec d'autres métaux (exemple : calcite magnésienne) ou former un revêtement sur d'autres minéraux (coating) en changeant ainsi leurs propriétés de surfaces.

#### 4.2. Fractions organiques

En ce qui concerne la matière organique ou phase organique du sol, elle correspond à tout ce qui est constitué de carbone organique, qu'il soit vivant ou non vivant (insectes, plantes, humus, microorganismes...etc.)

L'humus est un terme qui regroupe l'ensemble de la matière organique non vivante du sol et qui peut être classé en deux catégories (PANSU, 2001) :

##### ➤ **Substances non humiques**

Correspondent à la fraction de matière organique dont les caractéristiques bio physico-chimiques sont reconnaissables (exemple : les hydrates de carbone, les protéines, les acides aminés, les lipides ...etc.).

##### ➤ **Substances humiques**

Sont issues de la transformation chimique ou biologique (altération, polymérisation,...etc.) de la matière organique du sol .

## 5.Type des sols

Selon EMADRAZO (2003). Il existe trois types de sols :

### 5.1. Sols sableux

Contient surtout du sable ; sol très poreux qui ne retient pas l'eau ; sec et se réchauffe en peu de temps, Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules ; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage (Figure 01).



**Figure 01** : photographie d'un sol sableux

### 5.2. Sols limoneux

Contient surtout du limon ; adhésion partielle, porosité moyenne, Particules relativement serrées permettant à l'air et à l'eau de circuler plus ou moins facilement ; sujet à la formation superficielle d'une croûte sèche qui limite l'infiltration d'eau, tout en favorisant le ruissellement ; très grande sensibilité à l'érosion par l'eau, surtout là où les pentes sont abruptes (Figure 02).



**Figure 02** : photographie d'un sol limoneux

### 5.3. Sols argileux

Contient surtout de l'argile ; sol lourd et compact dont les particules demeurent collées entre elles comme de la pâte à modeler ; risque de compaction du sol si des masses lourdes (comme des camions) se retrouvent en surface ; un sol compacté sera alors difficilement drainé (Figure 03)



**Figure 03** : photographie d'un sol argileux

#### **5.4. Sols humifères**

Contient surtout de la matière organique ; particules foncées relativement lâches qui glissent entre les doigts ; permet à l'eau de s'écouler facilement, Peut retenir une grande quantité d'eau sans devenir collant comme le sol argileux ; retient bien les engrais ; peut être sensible à l'érosion par le vent (Figure 04).



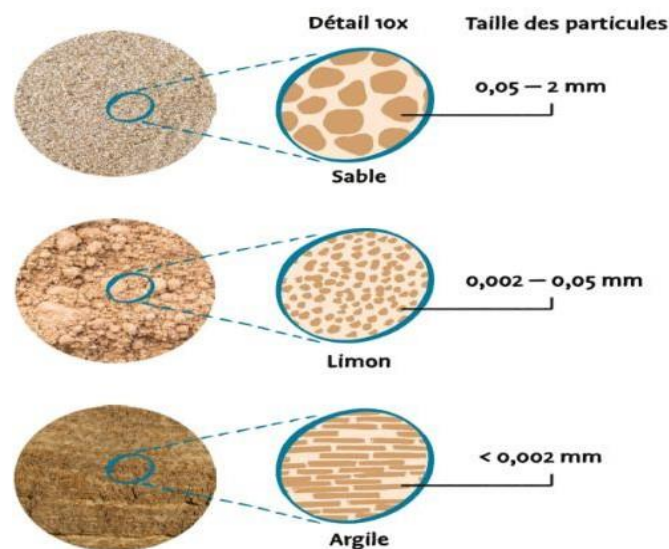
**Figure 04**: photographie d'un sol humifère

## 6. Caractéristiques physiques du sol

### 6.1. Notion de texture

Elle est d'abord directement liée à la notion de composition granulométrique, la texture d'un Sol est la représentation de la taille des particules qui compose le sol. Elle est généralement décrite par les classes texturales basée sur les pourcentages de sable, limon et argile qui contient le sol ou sur la distribution de la grosseur des particules de sol, La phase solide inorganique, du sol est constituée par des particules de divers minéraux de forme de tailles variées (CALVET, 2003).

La texture du sol est définie par le pourcentage d'éléments minéraux présents dans le sol ; ces éléments sont classés par ordre de taille croissant (figure 04). Les argiles sont les plus fines ( $\Phi < 2\mu$ ), les limons sont des particules à diamètre compris entre 2 à 20  $\mu$ , les sables sont les plus grossiers avec un diamètre supérieur à 20  $\mu$ . Au-delà, on parle des cailloux, galets, graviers,...etc (CALVET, 2003).



**Figure 04 :** taille des éléments minéraux présents dans le sol (CALVET, 2003).

#### 6.1.1. Importance de la texture en agriculture

Au sens strict, la classe texturale d'un sol décrit la répartition de la granulométrie de ces particules minérales. Cependant, la plasticité, la rigidité, la perméabilité, la fertilité du sol par exemple peuvent être en relation avec la texture dans une région géographique, mais on ne peut pas généraliser ces corrélations pour tous les types de sols du monde, car la texture ne prend pas en compte la composition chimique et minéralogique des particules minérales. Les sables et les limons de certains sols sont

composés principalement de quartz (SiO<sub>2</sub>), leur fertilité est généralement reliée à leur teneur élevée en quartz. La capacité d'un sol a supporté les machines agricoles ou les troupeaux d'animaux dépend de sa texture et de son contenu en eau. (DERDOUR,1999).

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

### **6.1.2. Granulométrie**

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

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

### **6.1.3. Objectif de la granulométrie**

L'objectif de la granulométrie consiste donc à différencier par la taille les éléments minéraux du sol et à quantifier leur répartition pondérale, dans les classes de diamètres prédéfinies. Ces analyses s'effectuent en laboratoire sur les échantillons de sol.

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

L'analyse granulométrique a pour but de quantifier les particules minérales élémentaires groupées en classe, et définir la composition granulométrique d'un sol et donc la classes texturale. Elle permet de classer les particules minérales constitutives des agrégats en un certain nombre de fractions par catégorie de diamètre.

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

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

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

○ **Terre fine**  $< 2\text{mm}$

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

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

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

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

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

#### **6.1.4. Principe de la granulométrie**

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

Pour bien décrire un sol, il faut donc connaître sa granulométrie, c'est-à-dire la répartition de ses particules suivant leurs diamètres équivalents. Deux essais de laboratoire permettent d'établir la granulométrie des sols (GUETTOUCHE ,2016) :

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

##### **6.1.4. 1.Analyse granulométrique par sédimentation**

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

loi de Stokes. (WEIL et al, 2010).

#### **6.1.4. 2. Analyse granulométrique par tamisage**

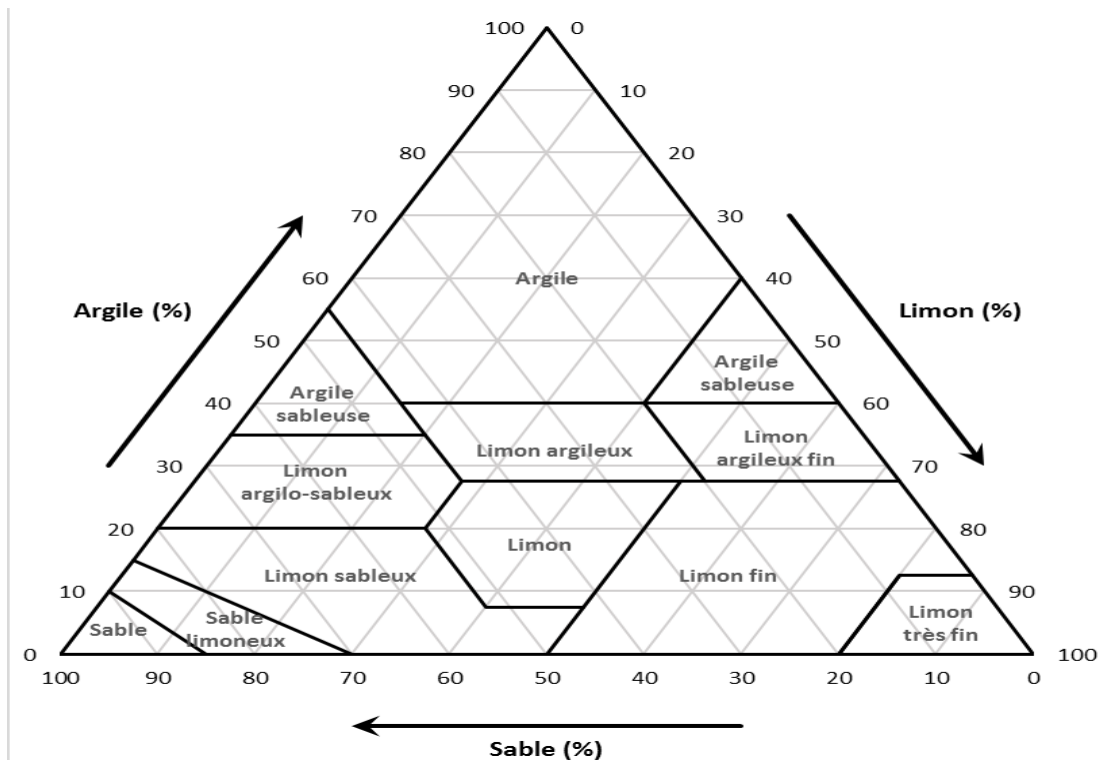
L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif de sol à travers des tamis superposés dont les ouvertures vont en décroissant du haut vers le bas (figure 05). Les particules les plus grosses restent donc emprisonnées sur les tamis les plus hauts (refus ou retenu), tandis que les particules plus fines se dirigent vers les tamis inférieurs (LEMOUNGA, 2008). (Figure 06)



**Figure 05 :** Tamis d'analyses granulométrique

#### **6.1.5. Triangle de texture**

Selon Stevens (1983), le schéma de classification est présenté qui tient compte de la sédimentation et la fréquence des différents mélanges granulométriques et l'influence dominante de la teneur en argile sur caractère sédimentaire. Le triangle de classification est plus détaillé et moins uniformément divisé que la plupart des autres régimes. Cela est nécessaire pour transmettre les changements importants au sein de différents mélanges de sédiments. Cette classification est particulièrement utile lorsque l'on travaille avec des sédiments à grains plus fins et les tentatives de rendre les descriptions de terrain et de laboratoire plus continus les uns avec les autres (Figure 06).



**Figure 06** : triangle de texture (DEGOUTTE et al, 2009)

### 6.1.6. Classification de la texture

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

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

## 6.2. Structure

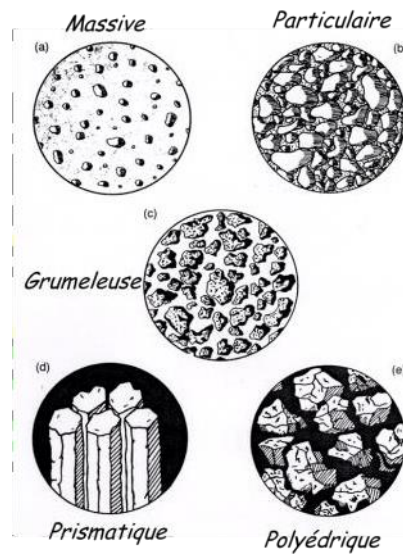
Selon DELECOURT (1978), la structure du sol est l'agencement dans l'espace de de ses constituants. Elle est déterminée par la forme des agrégats - les plus petits éléments indivisibles du sol. Ci-contre, les principales structures des sols.

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

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

- a. Structures construites : Par l'agglomération de particules élémentaires initialement individualisées : c'est le cas des structures grumeleuses présentes dans les horizons avec matière organique et forte activité biologique – par exemple les sous prairies ou couverts végétaux.
- b. Structures mécaniques : Dont la géométrie joue un rôle fondamental, et varie suivant l'état d'hydratation et les assemblages plasma-argileux. C'est notamment le cas des structures prismatiques et polyédriques.
- c. Structure particulaire : Qui sont des particules de sol sans cohésion entre elles, tels que des sables, graviers, ...etc.
- d. Structure massives : L'absence d'agrégats : les éléments sont liés par des ciments, horizon cohérent.
- e. Structure grumeleuse : C'est un ensemble complexe des agrégats arrondis, poreux, elle caractérise les horizons(A).
- f. Structure prismatique : Elle est composée d'agrégats dont les faces planes verticales, sont le lieu de passage des racines souvent aplaties à la surface des agrégats argileux.

La figure présente représente les principaux types de structure (figure 07) :



**Figure 07 : Principaux types de structure (Gobat et al., 1998)**

### 6.3. Porosité

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

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

$$P = \frac{V_v}{V} \times 100$$

La porosité est l'indice du volume relatif des pores dans le sol .sa valeur généralement entre 30% et 60% (HILLELE, 1984).

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

$$\circ \quad Pt (\%) = \frac{D_r - d_a}{D_r} \times 100$$

#### 6.3.1. Types de porosité

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

### 6.3.1.1. Microporosité

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

### 6.3.1.2 Mésoporosité

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

### 6.3.1.3. Macroporosité

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

D'après (SCHOLLER, 1955) .la classification de la texture est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 01 : classification de la porosité (SCHOLLER, 1955)

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

## 6.4. Densité

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

### 6.4.1. Densité apparente ( $D_a$ )

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

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

P : est le poids sec de l'échantillon.

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

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

-sols sableux 1,40 -- 1,70 g/cm<sup>3</sup>

-sols argileux 1,00 -- 1,50 g/cm<sup>3</sup>

-sols tourbeux 0,30 -- 1,00 g/cm<sup>3</sup>

### 6.4.2. Densité réelle ( $D_r$ )

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

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

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

-Minéraux argileux 2,00 -- 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

-Quartz et feldspath (limon et sable) 2,50 -- 2,60 g/cm<sup>3</sup>.

-Minéraux contenant des éléments métalliques 4,90 -- 5,30 g/cm<sup>3</sup>.

-Fraction organique 1,30 -- 1,40 g/cm<sup>3</sup>.

## **6.5 . L'eau dans le sol**

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

### **6.5.1. Formes de l'eau dans le sol**

#### **6.5.1.1. Eau capillaire**

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

#### **6.5.1.2. Eau gravitaire**

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

#### **6.5.1.3. Eau capillaire et absorbable**

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

#### **6.5.1.4. Eau capillaire non absorbable**

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

### **6.5.2. Rétention de l'eau dans le sol**

C'est une retenue dans le sol dans les pores et par interaction avec les minéraux argileux. La quantité d'eau retenue à un endroit et un moment donné dépend principalement de plusieurs facteurs : la nature

des constituants, la structure du sol, et les agents climatiques, précipitations et la température. Il y a deux grands caractères de la rétention de l'eau dans le sol : la teneur en eau et l'énergie potentielle de l'eau (CALVET, 2003)

L'eau du sol 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)

#### **6.5.2.1. Capacité au champ (CC)**

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

#### **6.5.2.2. Point de flétrissement (PF)**

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

#### **6.5.2.3. Réserve utile (RU)**

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

### **6.6. Perméabilité du sol**

#### **6.6.1. Définition**

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

régime détermine souvent le ruissellement qui se forme à la surface du sol pendant les orages (HILLEL, 1984).

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

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

### **6.6.2. Loi de Darcy**

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

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

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

Avec :

Q : débit de l'eau

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

$\Delta P$  : Chute de pression hydrostatique

L : longueur du trajet dans le matériau

Si Q est exprimé en  $m.S^{-1}$ , S en  $m^2$ , K s'exprime en  $m.S^{-1}$ , ce qui correspond à une vitesse : K

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

En toute rigueur, la notion de conductivité hydraulique combine des caractéristiques du sol. (La perméabilité spécifique) et du fluide (la fluidité) .Il faudrait donc mieux éviter le terme de perméabilité qui est habituellement confondu avec la conductivité hydraulique, même si la vision qu'il donne, pour le fluide unique (l'eau) qui est considéré ici, est bien compréhensible. (GIRARD et al, 2011).

# Chapitre 2

## 1. Etude de milieu physique

### 1.1. Situation géographique

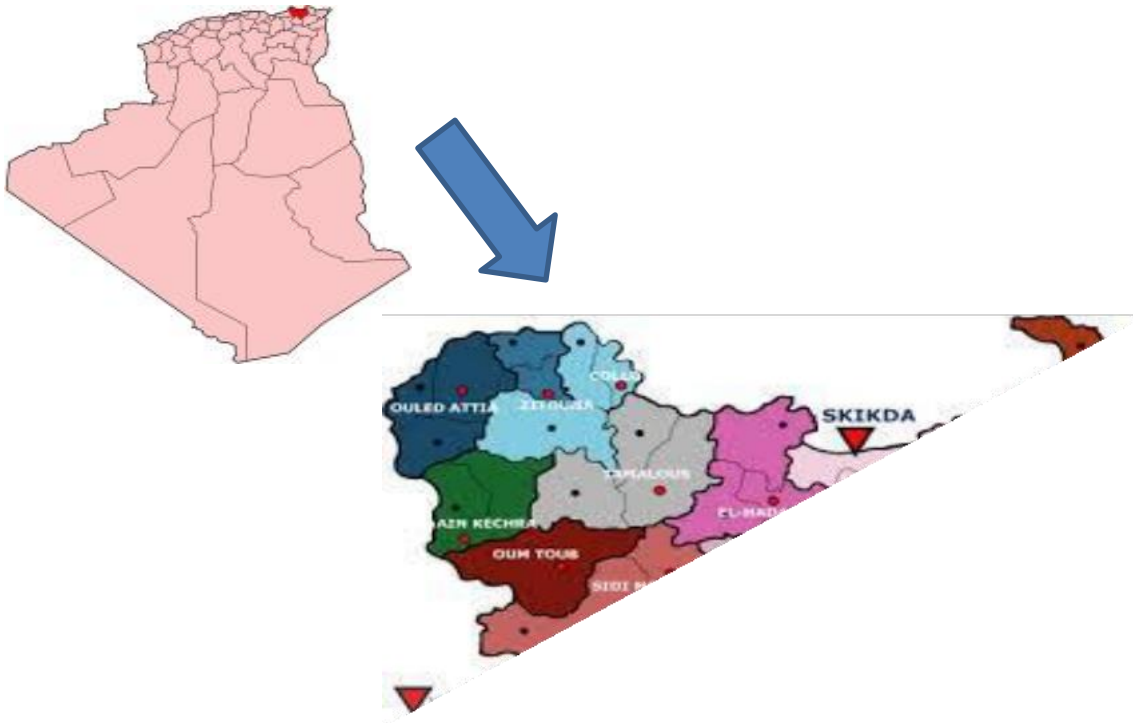
#### 1.1.1. Situation géographique de la Wilaya de Skikda

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

La wilaya de Skikda est située à l'Est du littoral Algérien (figure 06). Elle regroupe une population de 898 680 habitants selon le RGPH 2008 (source : ONS) et s'étend sur une superficie de

413 768 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par :

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



**Figure 08** : Présentation Communal de la région de Skikda.

#### 1.1.2. Situation géographique d'El Hadaiek

La commune d'El Hadaiek se situe environ 06 km de l'Ouest du chef-lieu de Wilaya de Skikda (figure 09), son territoire est limité par :

- \*La commune de Skikda au nord-est et Aïn Zouit au nord-ouest ;
- \*Les communes de Ramdane Djamel et Emdjez Edchich, à l'est ;
- \*la commune de Hamadi Krouma ;
- \*La commune de Bouchtata.



**Figure 09** : situation géographique de la zone d’El Hadaïek

## 1.2. Caractéristiques du milieu

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

### 1.2.1. Climat

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

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

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

#### 1.2.1.1. Les données climatiques

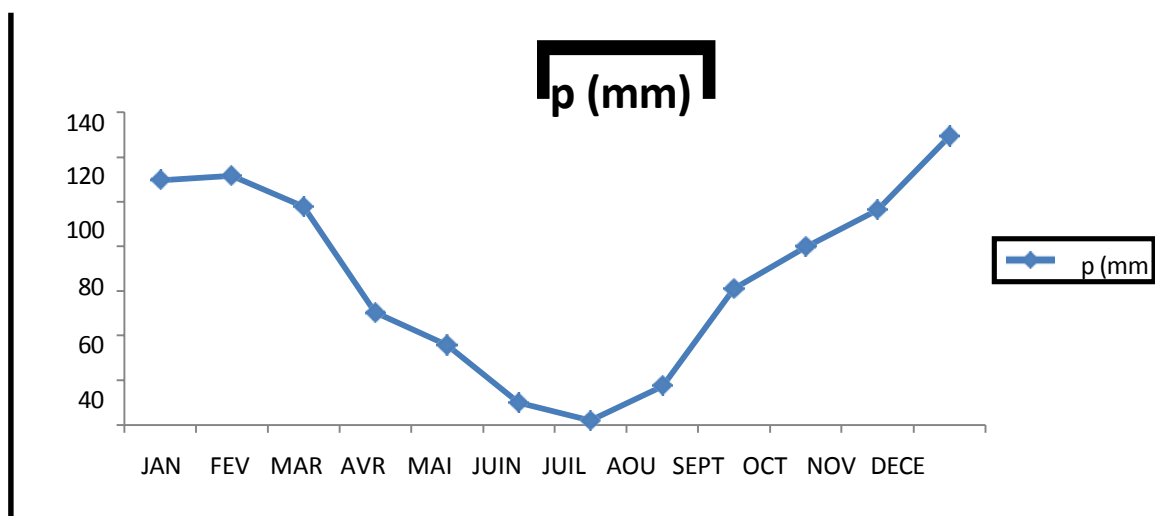
Le climat est un agent puissant de la pédogénèse, on remarque que les domaines pédologiques

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

### 1.2.1.2. Les précipitations

La (figure 10), montre une grande irrégularité des précipitations mensuelles moyennes, et varie de 1.72 mm (Juillet) à 129.37 mm (Décembre).

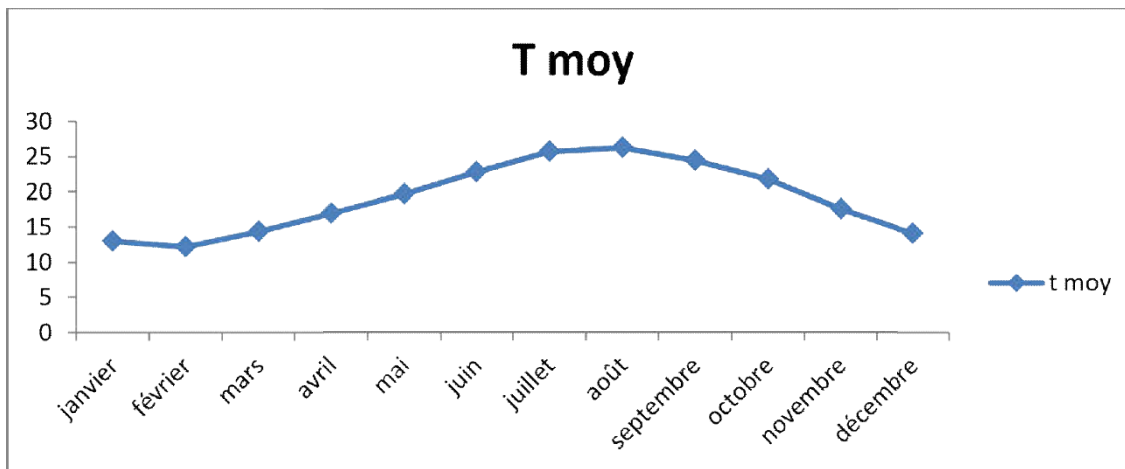
Il ressort ainsi que les pluies commencent à tomber en automne, et continuent en grande quantité en hiver puis diminuent en été.



**Figure 10 :** La Pluviométrie de la wilaya de Skikda (2005-2015)

### 1.2.1.3. La température

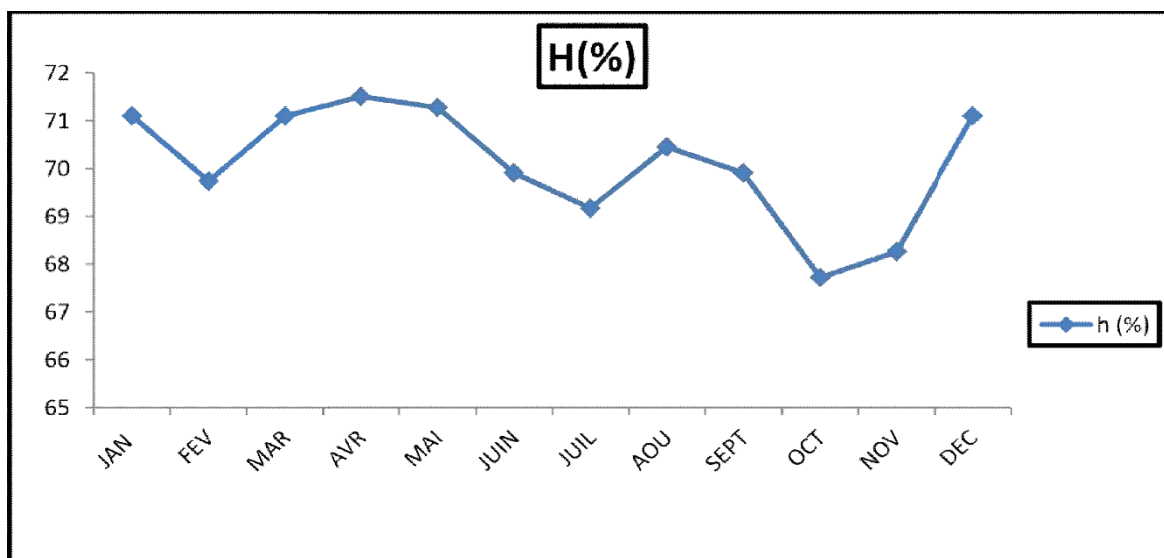
- On constate d'après le tableau 1 de l'annexe 1, que la température maximale varie entre 15.75 et 29.09 °C et que la température minimale varie entre 8.68 °C et 22.77 °C (figure 11).
- En été la température reste relativement modérée.
- En hiver ; Elles sont toujours inférieures à 15 °C, ce qui peut provoquer des dégâts sur les végétaux.



**Figure 11 :** Graphe de la Température Moyenne De Skikda(2005-2015)

#### 1.2.1.4. L'humidité de l'air

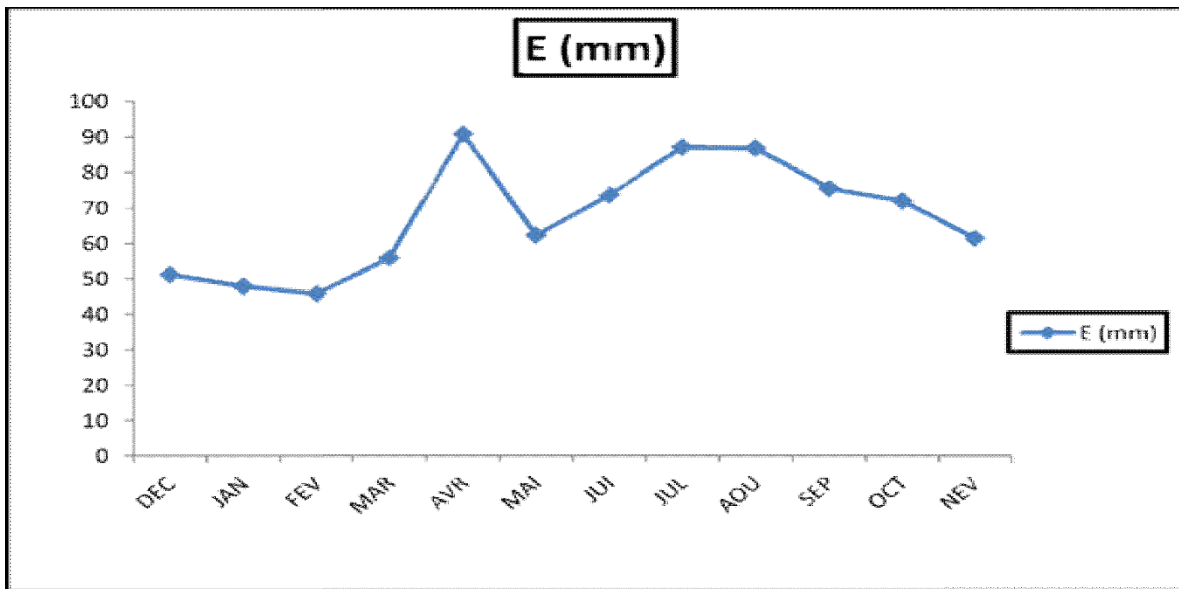
La moyenne maximale est enregistrée pendant le mois d'Avril ou elle atteint 71.50 %, la plus faible est celle du mois du juillet avec 67.73% comme valeur moyenne mensuelle (Figure 12). Au cours de l'année, l'humidité de l'air reste relativement élevée, elle prend une valeur de 70.10% comme moyenne annuelle.



**Figure 12 :** Valeurs mensuelles des humidités (2005-2015)

### 1.2.1.5. L'évapotranspiration

D'après la (Figure 13), l'étendue de l'évaporation au niveau de la région peut atteindre un maximum de 90.91 mm durant le mois d'Avril, et un minimum de 45.76 mm durant le mois de Février. L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de 67.54 mm et atteint un total de 810 MM.



**Figure 13 :** L'évaporation Moyenne Mensuelle (2005-2015)

D'après la (Figure 14), la vitesse maximale moyenne du vent est enregistrée durant le mois d'Octobre avec 6.59 m/s, et une vitesse minimale moyenne de 2.83/s durant le mois d'Aout.

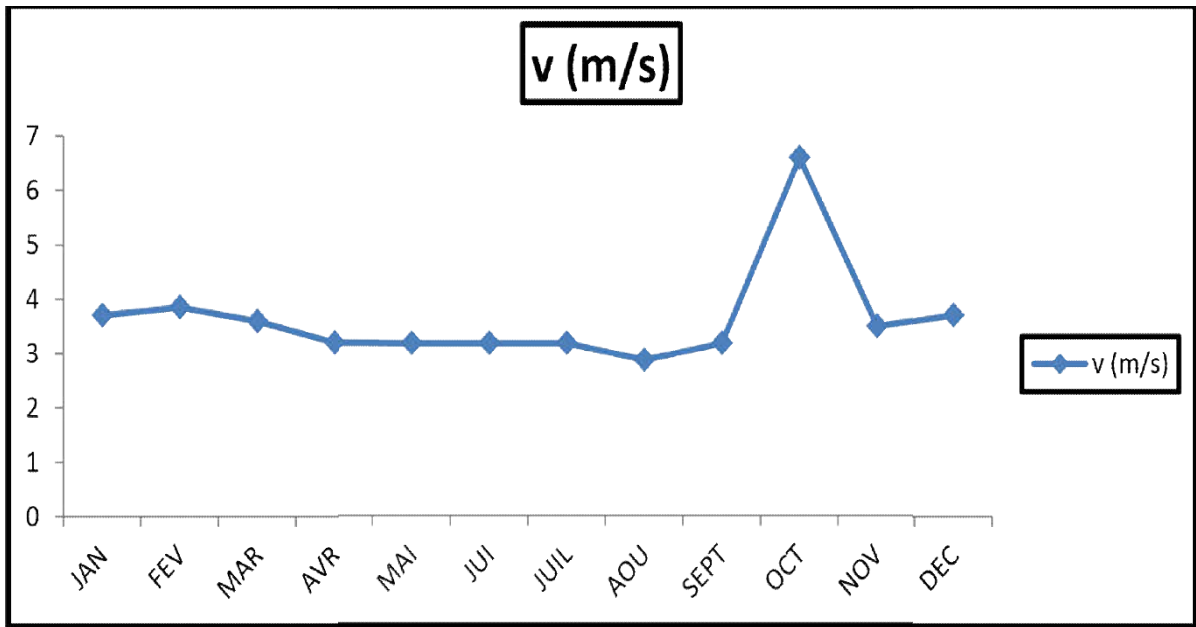
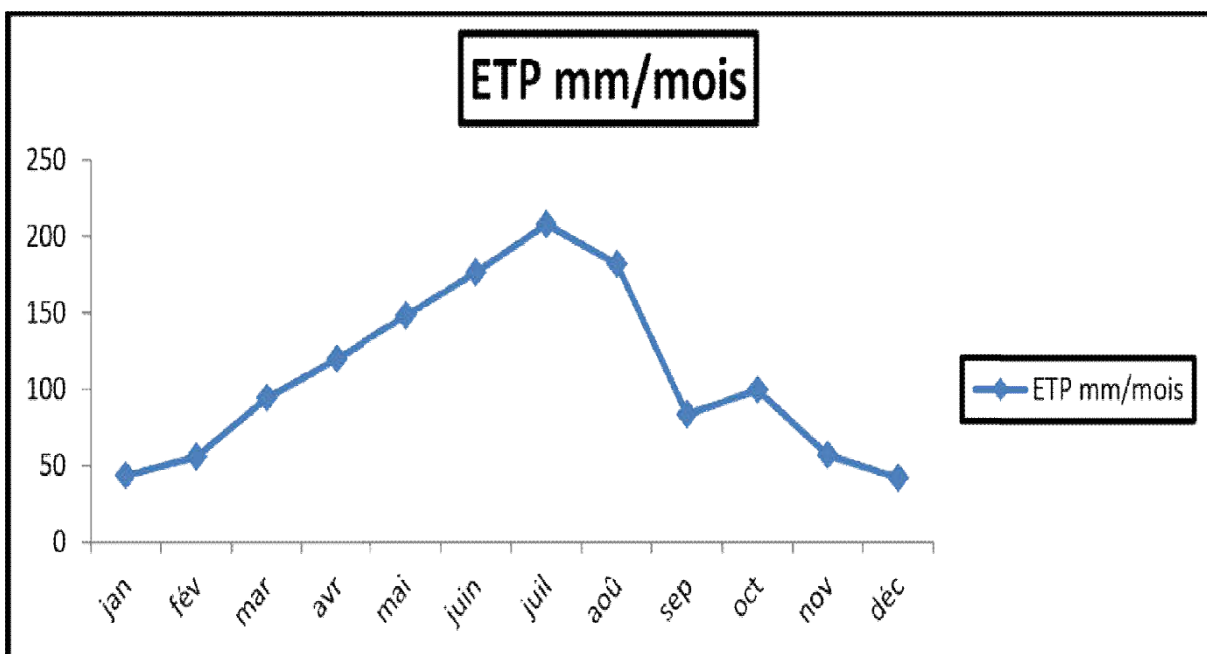


Figure 14 : La Vitesse du Vent(2005-2015)

### 1.2.1.5. L'évapotranspiration

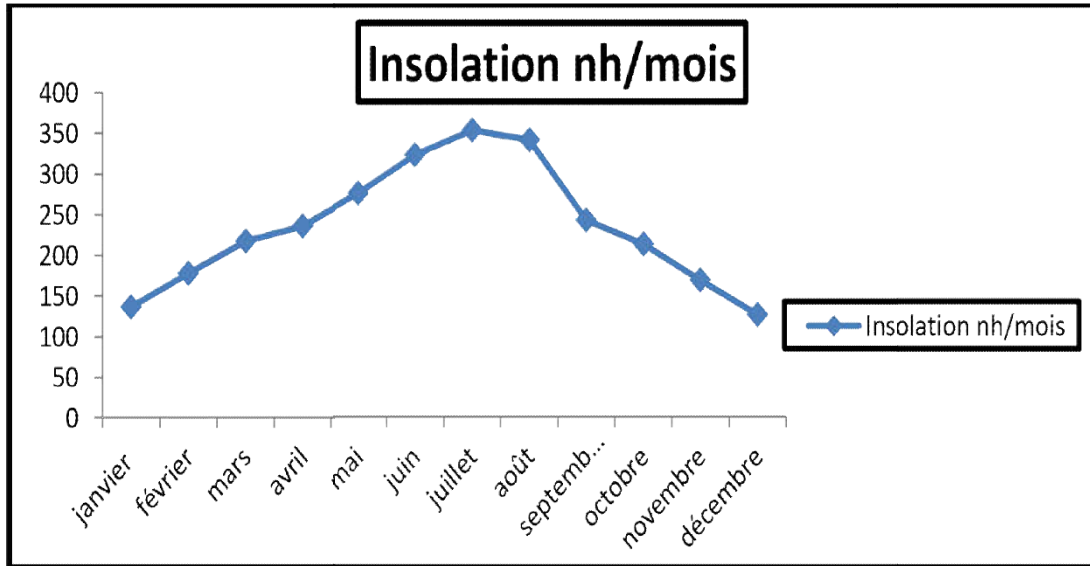
C'est la quantité globale d'eau transpirée par la plante et évaporée par le sol. D'après la figure 6, on observe que l'évapotranspiration est faible en automne et en hiver et commence à augmenter au printemps et atteint le maximum en été (181.36mm pendant le mois d'août). (Figure 15).



**Figure 15** : L'évapotranspiration moyenne durant la période (2005-2015)

### 1.2.1.6. L'insolation

La (Figure 16), montre que le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est d'environ 234.77 heures. Ce qui correspond approximativement à 7.5 heures par jour. Le phénomène est régulier passant d'un minimum en décembre de 127.41 heures à un maximum en Juillet de 353.71 heures.



**Figure 16** : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015)

### 1.2.1.8. Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste à déterminer la période sèche et la période humide par le biais du diagramme ombrothermique de Gausson ainsi que l'étage bioclimatique de la région d'étude grâce au Climagramme pluviométrique d'Emberger.

### 1.2.1.9. Diagramme ombrothermique de Gausson

Gausson considère le climat d'un mois comme sec si les précipitations en mm sont inférieures du double de la température moyenne en C. Le climat est sec quand la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations, humide dans le cas contraire, le diagramme ombrothermique réalisé est caractérisé par une période sèche qui dure toute l'année (Figure 10)

### 1.2.1.10. Diagramme de Gausсен

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

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

Le diagramme ombrothermique de Gausсен (figure 10) présente deux périodes humides, la première débute de janvier et se termine au mi- mars, la seconde s'étend de novembre jusqu' à décembre. Une seule période sèche qui s'étale sur six mois, de mi-mars à fin septembre. C'est le parfait type méditerranéen ( Figure 17 ).

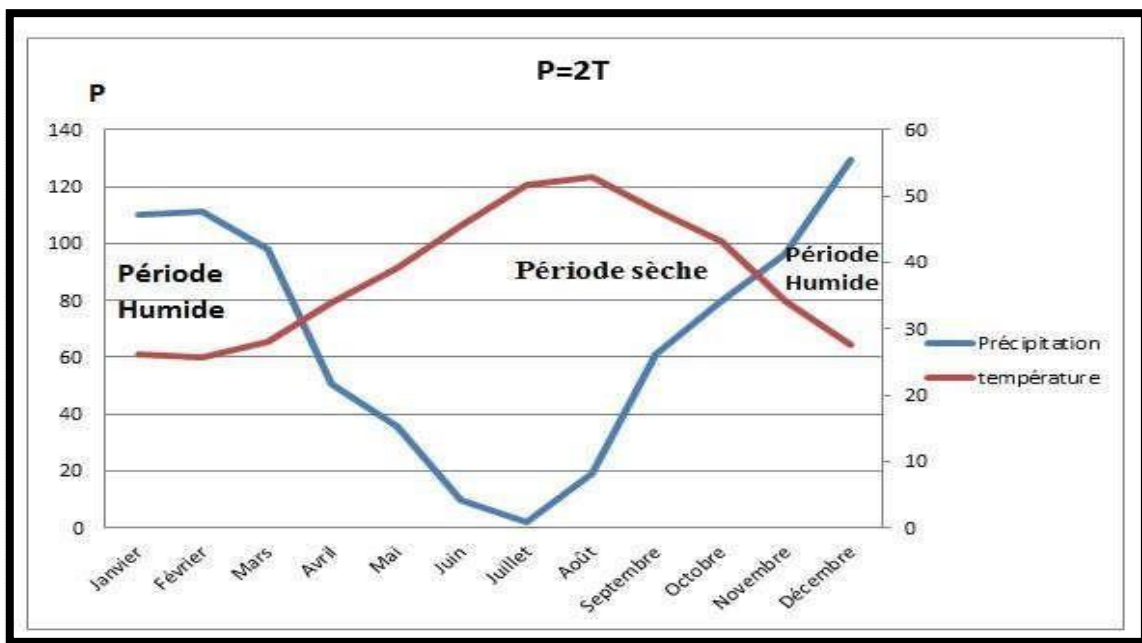


Figure 17 : Diagramme De Gausсен pour (2005 à 2015) D

### 1.2.1.11. Climagramme d'Emberger

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

$$Q2=3.43.P/(M-m) \quad \text{Equation 1}$$

Avec :

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger.

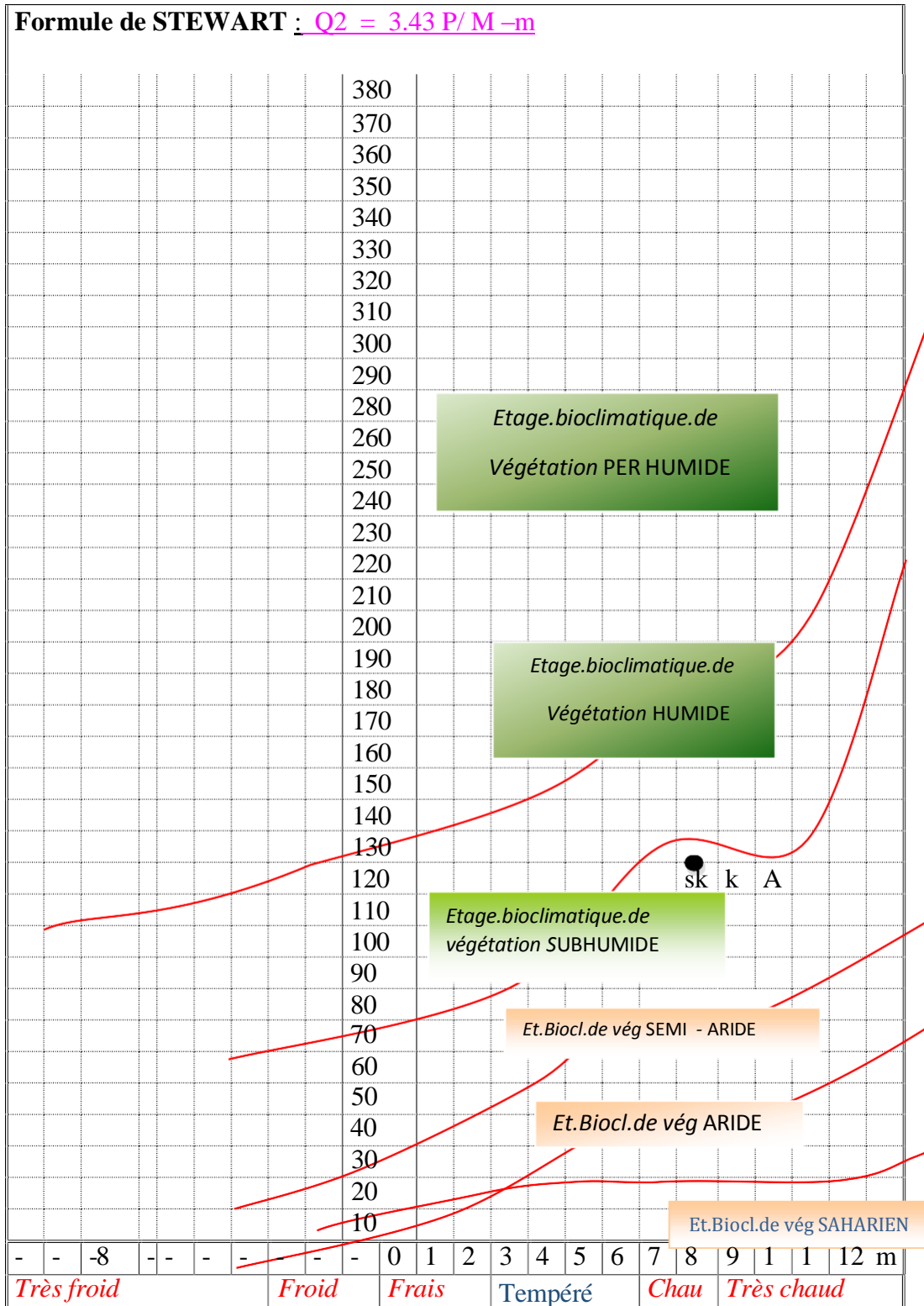
P : Pluviométrie annuelle en mm.

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

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

$$Q2=3.14 (800.6)/(29.68-8.60)=119.25$$

En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger (Figure 18) nous notons que la région de Skikda se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud et se caractérise par des précipitations considérables, une grande luminosité et une évaporation e.



**Figure 18 :** Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'Emberger pour la région de Skikda durant la période 2005 - 2015

### **Conclusion**

La région de Skikda appartient au climat méditerranéen chaud en été, froid et humide en hiver, donc elle se situe dans l'étage bioclimatique subhumide.

Le pédoclimat est caractérisée par un régime de température de type thermique et un régime hydrique de type xérique.

### **Pédoclimat**

Le pédoclimat a une importance considérable sur l'altération, l'étude de la pédogenèse et la classification (Duchafour,2001).

Le régime hydrique du sol de la zone d'étude a été estimé par la méthode Newhall ( Tavernier et van Wambek,1976) ,il ressort des données climatiques de la zone d'étude, que le régime hydrique du sol est de type **Xérique** et le régime thermique du sol est un régime de type **Thermique** (Belaissaoui 2004).

- **1.3. Caractéristiques géologiques**

- **1.3.1. Introduction :**

L'analyse de l'environnement géologique est fondamentale à l'étude hydrogéologique. La géologie permet d'identifier les matériaux et les structures des formations susceptibles de conduire l'eau des précipitations en profondeur. Elle permet aussi de déterminer le type d'aquifère

- **1.3.2 Cadre géologique régionale**

Le massif de la petite Kabylie fait partie de la chaîne des Maghrebides (Durand – Delga, 1955 ; 1969 ; 1980, Bouillin, 1971 ; 1977, Wildi, 1983.). La mole néritique Constantinois s'étend sur plus de 150 Km le long du littoral, limitant la partie sud du bassin versant (Kef Toumiette, Kef Hahouner) est représenté par la chaîne de calcaire massif du Crétacé dirigé d'Est (Edough) en Ouest (Babors), les flancs Ouest et Nord-Est du bassin présentent des terrains anciens métamorphiques.

Le cadre structural étant très complexe, peut être défini par la superposition de plusieurs unités structurales.

- **1.3.3. LES ZONES INTERNES**

- **1.3.3.1. Le socle kabyle**

Le socle de la petite Kabylie est composé d'un ensemble de roches métamorphiques, méso zonales, à cata zonales et d'ensemble de roches peu ou pas métamorphiques.

Sur le plan structural, l'ensemble métamorphique est constitué par la superposition de trois édifices tectoniques (Mahdjoub, 1991) avec de bas en haut :

- ✓ Edifice de Bougaroun,
- ✓ Edifice de Beni-Ferguène,
- ✓ Edifice supérieur.

Les massifs anciens métamorphiques occupent une grande partie du bassin du Saf- Saf. Du côté Ouest, ils s'étendent de Stora jusqu'au col de Staiha, ils affleurent également au Sud d'El-Harrouch et au Nord de Aine Bouziane, ils sont formés de phyllades, de micaschistes et de porphyroïdes.

Dans la partie Nord-Est du bassin (Dj. Filfila), ils sont essentiellement dominés par des schistes et des marbres.

- **1.3.3.2. La dorsale kabyle**

La dorsale kabyle est constituée essentiellement par des formations épaisses de calcaire. Raoult, (1974) a subdivisé la dorsale Kabyle en trois sous-unités superposées du Nord vers le Sud :

- ✓ Dorsale interne,
- ✓ Dorsale médiane,
- ✓ Dorsale externe.

Elle affleure au Sud-Ouest du bassin versant de l'oued Saf-Saf (Dj. Rhedir, Kef Sebargoude, Kef Toumiette).

- **1.3.3.3. Le domaine des flyschs**

Il est composé de terrain d'âge Crétacé à Eocène à dominance carbonatée, parmi lesquels on reconnaît deux séries stratigraphiques bien individualisées : la série du flysch Mauretarien et celle du flysch Massilien (Raoult, 1969 ; Bouillin et Al., 1970).

- **1.3.3.4 L' Oligo – Miocène Kabyle**

C'est une série sédimentaire correspondant à la couverture stratigraphique transgressive initiale du socle Kabyle (Raoult, 1974 ; 1975). Elle est constituée par :

- ✓ Un conglomérat à la base,
- ✓ Des grés micacés à débris provenant du socle,
- ✓ Des selexites à radiolaires.

- **1.3.3.5 Le Numidien**

La nappe numidienne comporte à sa base des argiles à Tubotomaculum dont le sommet est daté de l'Oligocène supérieur. Ces argiles sont surmontées par des bancs de grés à quartz roulé d'âge Aquitanien à Burdigalien inférieur basal.

Les formations numidiennes occupent les sommets des unités structurées précédentes. Elles affleurent au niveau de Zerdazas, Kef Toumiette et de Dj. Bou Abed, ainsi qu'au niveau de la plus part des koudiets du centre du bassin.

- **1.3.3.6 Les Olistostromes**

Décrits pour la première fois en Petite Kabylie par Bouillin et Raoult (1971), les Olistostomes sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs intercalés avec des passées grésos-micacées d'âge Aquitanien et Burdigalien inférieur.

- **1.3.4. LES ZONES EXTERNES**

Elles sont constituées par des nappes de flyschs comportant des terrains datés du Crétacé à l'Eocène. Ces formations qui ont subies une tectonique tangentielle majeure d'âge fini-Lutétien ou fini-Oligocène (Bouillin, 1977), reposent particulièrement sur l'autochtone saharien.

- **1.3.4.1. Les nappes telliennes**

Elles sont composées d'un empilement de nappes pelliculaires d'âge Crétacé à Eocène (Durand-Delga, 1969).

- **1.3.4.2. Les nappes ultra-telliennes**

Elles sont représentées par des sédiments clairs du Néocomien à l'Eocène. Elles se sont mises en place par des diverticulations (Lahondère, 1987). Elles affleurent au Sud-Ouest de Kef Toumiette et de Djebel Bou Abed. L'affleurement de la série ultratellienne se localise au Nord de Kef Hahouner. Cette série comporte des marno-calcaires à ammonites, pyrites et des marno-calcaires microbréchiques.

- **1.3.4.3. Les nappes péni-telliennes**

Elles sont composées essentiellement de formations à tendance néritique d'âge Cénomaniens à Jurassiques. Ce sont les nappes les plus basses structuralement.

- **1.3.5. Géologie de la zone d'étude**

Le quaternaire couvre la majeure partie du bassin versant. D'après les coupes géologiques établies dans le terrain d'étude par ALGEO, il est formé par des dunes anciennes et des alluvions.

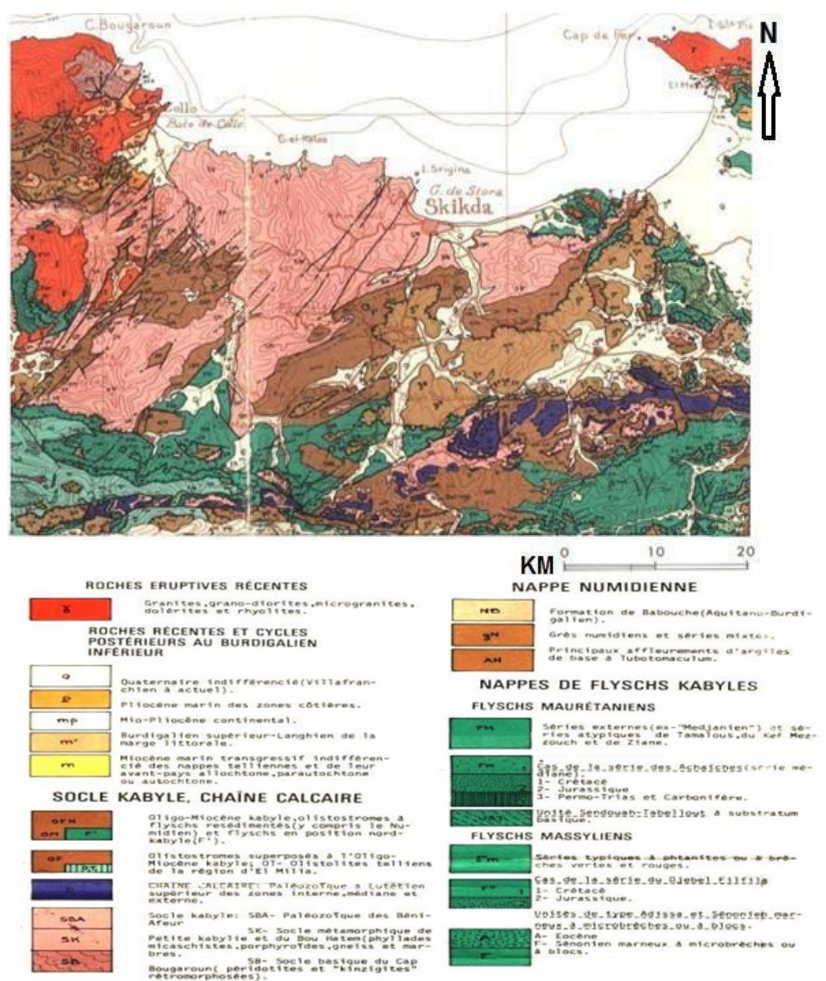
**1.3.5.1 Les dunes anciennes :** Rencontrées au Nord Est de la plaine de Skikda, le long de la côte. Elles sont constituées par trois niveaux : inférieur, moyen et supérieur.

### 1.3.5.2. Les alluvions : on distingue trois types

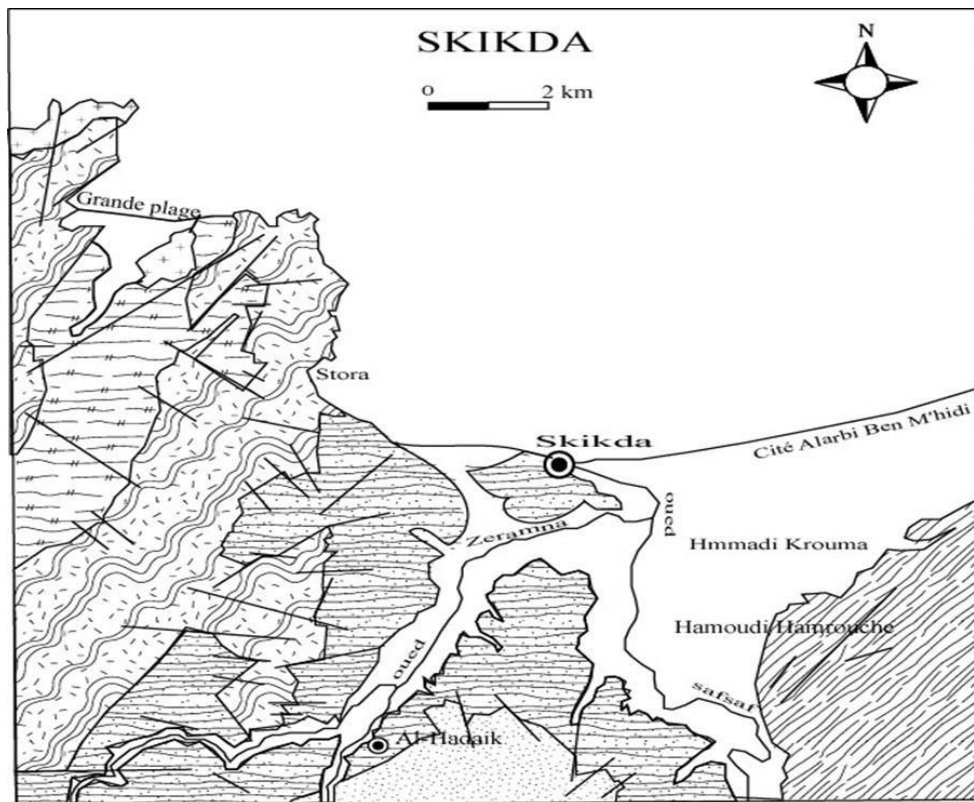
Alluvions actuelles : limons du lit majeur de Saf Saf, de Zeramna et de la plaine formée par le confluent de ces deux Oueds représenté par des sables, des limons du lit moyen et de sables des plages.

Alluvions récentes : d'âge Néoplatonicien, se sont des limons et des cailloux roulés du fond des vallées.

Alluvions anciennes : se sont des terrasses de limons et de cailloux roulés qui drainent de 15 m à 50 m le lit de l'Oued Saf Saf et Zeramna jusqu'à El Harrouche



**Figure 19** : Carte géologique de la région de SKIKDA  
(J.M.Vila 1977)



Quaternaire Péliques  
Sérioloschistes-Grés

• Grès numidiens et Oligo-Miocène Kabyle

Schistes

Granites

Schistes:

Orthogneiss

Paragneiss

Failles

Contours

**Figure 20** : Schéma géologique de la région de SKIKDA (D'après Durand. Delga, 1969)

- **1.3.6. TECTONIQUE**

Le bassin versant de l'oued Saf-Saf est affecté par une néotectonique responsable de la structure actuelle. D'après Raoult (1974), les phases tectoniques les plus importantes sont :

- ✓ **les mouvements tectoniques précoces (Crétacé- Paléocène)**

La dorsale kabyle est affectée par de nombreuses petites failles durant le Jurassique et la Néocomien – Barrémien. L'action de ces mouvements s'étend aussi au niveau de dorsale médiane (Dj. Bou Abed : Crétacé supérieur). Dj. Bougrina est entouré par le flysch mauretaniens et présente deux importantes failles, l'une d'une grande extension NW-SE. Dans la dorsale externe, la zone de Tengout a été fortement tectonisée pendant le Dracono- Cénomaniens. Une partie de la dorsale externe est charriée sur la série du Rhédir.

- ✓ **La phase fini-Lutétienne (Lutétien supérieur- Priabonien du Dj. Tengout et du Dj. Rhédir) :**

Cette phase est caractérisée par une tectonique tangentielle qui est post – Paléogène.

- ✓ **La phase Oligocène et Miocène (Oligocène terminal-Aquitaniens)**

Elle est caractérisée par de nombreux plis et failles, cette phase est responsable de l'accident d'El Kantour et de la position structurale de la série de Filfila.

- **Conclusion**

Du point de vue géologique, la région d'étude présente des terrains allant du Paléozoïque au Quaternaire. La diversité lithologique et l'évolution structurale des massifs limitrophes de la plaine de la zone d'étude « el hadaiek », ont conditionné dans de larges mesures, l'accumulation de matériaux détritiques alluvionnaires qui représente un intérêt hydrogéologique important.

- **1.4. Relief et Géomorphologie de la zone d'étude**

La majorité des terres de la commune d'El -Hadaiek sont à relief accidenté.

L'utilisation des données géomorphologiques ou topographiques tant leur intérêt est général. Elles interviennent de différentes façons (Bensaid,1986). :

- Elles permettent de formuler des hypothèses sur la répartition des affleurements des couches géologiques.
- Elles conditionnent les transports latéraux d'eau et de matières et donc finalement la pédogénèse et la répartition des sols dans les paysages (figure ).

### **1.5 Cadre régional**

La zone est caractérisée par un relief très accidenté, une cote abrupte et déchiquetée, un réseau dense de ravins profonds, ses montagnes ont par excellence un relief jeune, encore en pleine évolution morphologique (Belaissaoui, 2004).

La vallée de Skikda est traversée par l'oued Zeramna. Durant le plioquaternaire, l'oued a creusé son lit dans les anciennes nappes charnière de flyschs. Sa partie Nord est denture par le socle kabyle, et le dorsal au sud. Les parties Est et Ouest sont limitée par des montagnes gréseuses, de faible altitude, faisant suite à ces montagnes, arrivent les collines qui se rattachent à la zone d'apport alluvial par les piments (Belaissaoui, 2004).

### **1.5.1. Les Djebels**

A l'Est nous avons le massif de filfila (586m) constitué de gneiss et marbres, et à l'Ouest le massif de M'sioun (500 m), leur altitude varie entre 400 et 700 m), ce sont en général des formations tertio-secondaires argilo-gréseux (Belaissaoui, 2004).

### **1.5.2. Les collines**

Situées au pied de montagnes et font jonction avec les plaines alluviales. La plupart de ces formations sont attaquée par l'érosion (Belaissaoui, 2004).

## **1.6. Le cadre local**

La zone d'étude présente une morphologie simple constituée essentiellement de paiements, terrasses alluviales. Les pentes sont généralement douces, ne dépassant pas les 4% (Bensaid, 1986).

### **1.6.1. Les piments**

Dans la zone d'étude on rencontre les piments de bas versant, leurs dimensions sont réduits, ils rattachent les collines à la plaine alluviale, leurs pentes sont comprises entre 1et 4%.

### **1.6.2. La plaine alluviale**

Cette plaine renferme trois types de terrasses :

#### **1.6.3. Les terrasses anciennes et moyennes**

Il est très difficile de séparer ces deux types de terrasses plio-quadernaires. Ces terrasses ont été décrites, depuis longtemps, comme des terrasses du quaternaire ancien (Dutil,1958 in Bensaid,1986).

#### **1.6.4. Les terrasses récentes :**

Ces terrasses, d'âge pléistocène- halocène, sont réparties tout le long de l'oued, elles s'étendent sur de grandes surfaces de faible pente de 0-4% (Bensaid,1986).

#### **1.6.5. Les alluvions**

Ils s'accumulent sur la plaine ou pente n'est nulle ou quasi-

nulle et correspondent aux matériaux fins (sable) qui forment le lit actuel de l'oued (Bensaid,1986).

### **Conclusion**

La zone d'étude a une morphologie différente :

- La première partie est située en haut (collines) attaquée par l'érosion (le sol peu évoluée d'érosion) ;
- La deuxième partie située en bas (plaine alluvial) est une formation de dépôt récent des matériaux apportés par les eaux.

### **1.1.6. végétation**

Au niveau de la zone d'étude, la végétation est variée avec la géomorphologie et la topographie, on distingue (Younes et Daoudi., 2011) :

- **Les maquis**, représente un stade de dégradation de la forêt, constitué 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 europea*),
- \* Lentisque (*Pestisia lentiscus*),
- \* Cytise (*Cystus sp.*)

-Au niveau des plaines alluviales, on trouve :

\*La végétation herbacée, comme des espèces (*Scalymas masculatus*), (*Pétris équitina*)

- \*L'arboriculture, et surtout les agrumes.

## **2. Matériels et méthodes de travail**

### **2.1. La méthodologie du travail**

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

- Travaux préliminaires.

- Travaille sur terrain.
- Analyse de laboratoire.
- Classification des sols

### **2.1.1. Travaux préliminaires**

Concernent les informations de reconnaissance comme les cartes.

### **2.1.2. Réalisation des profils**

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

### **2.1.3. Description du sol**

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

#### **2.1.3.1. Les données générales**

- -Numéro du profil : Le numéro du profil est indispensable pour se référer, se mémoriser et situer par suit 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 prélevée et éviter la confusion entre deux numérations des échantillons.
- L'altitude : Cette donnée ne permettra par la suite de comparer les profils entre eux et mieux comprendre la pédogénèse.

#### **2.1.3.2. Les conditions atmosphériques**

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

#### **2.1.3.3. Les données concernant le milieu**

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

#### **2.1.3.4. Echantillonnage du sol**

Les prélèvements des sols et les analyses de laboratoire sont fait par les étudiants kaouane Noureddine ,Guessom khaoula et Guetrib Nihad , encadrés par madame Bala sahima .Des travaux collectifs fait sur terrain qui consiste a prélevé des échantillons du sol avec la tarière pour le premier profil (sol cultivé ,Avocatier) au niveau du jardin botanique de l'Université de 20 Aout 1955 de Skikda,on commence par une profondeur de 0-10 cm puis 30 cm puis 50 cm et enfin 70 cm .Nous avons réalisé un autre profil pédologique (sol naturel, non cultivé) dans la région de l'étude qui ont fait l'objet d'une description morphologique avec identification des horizons (figure 21). Un échantillon de 1.5 à 2Kg de sol a été prélevé de chaque horizon de la profondeur jusqu' au surface.

Chaque échantillon prélevé mis dans un sac plastique numéroté et nommé. La détermination de la couleur se fait par la charte de Munsell et Les échantillons ont été ramenés au laboratoire de physique et chimie du sol de l'université du 20 aout 1955 Skikda, séchés à l'aire libre, broyés et tamisés à l'aide d'un tamis à 2mm.



**Figure 21** : Localisation des profils étudiés

## 2.2. Analyses physiques

### 2.2.3. Granulométrie

En utilisant la méthode de siphonnage (figure 21) on a suivi les étapes suivantes :

- Attaque à froid afin de détruire la MO à l'aide de l'eau oxygéné.
- Attaque à chaud en utilisant le bain de sable jusqu'à disparition de la mousse.
- Dispersion des particules avec l'examétaphosphate de sodium.
- Agitation pendant deux heures.

- Après 24h de chute on procède au premier prélèvement des argiles.
- Après on fait séparer les sables fins et les sables grossier par le tamisage avec un tamis de 200um pour le sable grossier et un de 63um pour le sable fin.
- Séchage à 105°C dans l'étuve.



**Figure 21** : colonnes de sédimentation

#### **2.2.4. Densité apparente**

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

#### **2.2.5. Densité réelle**

- Méthode de pycnomètre

#### **2.2.6. pF**

Les mesures sont généralement effectuées sur la terre tamisée

- La plaque de porcelaine est mise à tremper dans une cuvette pendant 24h.
- Siphonner l'eau contenue dans la cuvette.
- Placer les anneaux sur la plaque et les remplir de terre et tasser légèrement.
- Remettre l'eau dans la plaque à mis hauteur des anneaux, laisser les terres s'imbiber.

- Mettre en place dans la presse la plaque de porcelaine portant les échantillons, les connecter à l'extérieur par l'intermédiaire d'un ajutage de caoutchouc.
- Effectuer le serrage des boulons.
- Etablir progressivement la pression dans la chambre jusqu'à la valeur choisie.
- Arrêter l'appareil lorsque l'équilibre est établi.
- Glisser les échantillons dans des tares afin de les peser.
- Les remettre dans l'étuve à 105°C et peser après séchage.
- Calculer le taux d'humidité en % de terre séchée à 105°C.



**Figure 22** : chambre à pression

### **2.2.7. Perméabilité**

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

## **2.3. Analyses chimiques et biologiques**

### **2.3.1. Matière organique**

En suivant la méthode de calcination

- Prendre le poids de la tare vide "Mo", ajouter 10g de sol séché, noter le poids final.
- Sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (24h) à l'étuve à 105°C.

- Puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10mn et noter le poids final “M1”.
- Calciner le sol au four à moufle à 250°C pendant 4 heures.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser la tare contenant le sol calciné “M2”.
- Calciner une autre fois le sol au four à moufle à 450°C pendant 4 heures.
- Laisser refroidir et peser la tare contenant le sol calciné “M3”.

La matière organique est calculée par la formule suivante :

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



**Figure 23** : Effervescence du sol après ajout d'eau oxygéné

### 2.3.2. pH

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



**Figure 24** : l'analyse de pH

### 2.3.3. Conductivité électrique

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



**Figure 25 :** Conductivité électrique

#### **2.3.4. Salinité**

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

2.4. **Matériels utilisés** Voir l'annexe .

# Chapitre 3

## 1.1. Description morphologique et analytique des profils

La description des profils, nous permettra de caractériser ces sols et d'avoir une idée globale de la nature des sols de notre zone d'étude « El Hadeik ».

### 1.1.2. Description morphologique du profil 01

- **Nom du profil :** Jardin botanique
- **Numéro du profil :** 01
- **Date de prélèvement :** 16/05/2023
- **Localisation :** 30° 50' 56"N, 6°53' 29"E
- **Physiographie :** Ondulée, Terrasses alluviaux récentes ,567 m d'altitude
- **Topographie :** 10 %
- **Drainage :** bon
- **Végétation :** Jardin, Avocatier
- **Roche mère :** micas -schiste
- **Classification : USDA :** Mollisol
- **Classification CPCS :** Sols peu évolués

#### **Horizon H1 :** (0- 10 cm)

Frai, friable, couleur à l'état sec 10YR 4/4 (dark yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 3/3( dark brown) Argilo-limoneuse, polyédrique, 23% d'éléments grossiers , non poreux , pas de racines , pas d'effervescence à l' HCl , .

#### **Horizon H2 :** (10- 30 cm)

Frai, friable, couleur à l'état sec 10YR 4/4 ( dark yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/3(brown), Argilo-limoneuse, polyédrique ,24% d'éléments grossiers ,poreux ,pas de racines, pas d'effervescence à l' HCl .

#### **Horizon H 3 :** (30 – 50 cm)

Frai, peu compact, couleur à l'état sec 10YR 4/6 (dark yellowish brown ), couleur à l'état humide 10YR 4/4 (dark yellowish brown ), Argilo-limoneuse, polyédrique grossier ,22 % d'éléments grossiers , poreux (présence de micropores et macropores) , pas de racines, pas d'effervescence à l' HCl .

#### **Horizon H4 :** (50 – 70 cm)

Frai, compact, couleur à l'état sec 10YR 5/4(yellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 3/4 (yellowish brown), Argilo-limoneuse , polyédrique fin, 24% d'éléments grossiers , peu poreux, pas de racines, pas d'effervescence à l' HCl .



Figure 26 : photo représentative du profil 01

### 1.1.3. Résultats analytiques du profil 01

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

Tableau 02 : résultats analytiques physique du profil

#### 1-1-4- Donnée synthétiques du profil N° 01 :

Horizon	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4	
Profondeur (cm)	(0 – 10 cm)	(10- 30 cm)	(30- 50 cm)	(50-70cm)	
Da (g/cm3)	1.004	1110.973	1.325	0.919	
Granulométrie %	Argile (%)	27.956	28.530	34.182	
	Limon (%)	36.7286	39.0898	31.1183	
	Sable fin (%)	9.0282	8.3118	10.2579	10.0886
	Sable grossier (%)	23.5452	24.6424	22.9318	24.6111
Classe texturale	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	
H%pF3	0.129	0.1237	0.1125	0.1129	
H%pF4.2	12.9464	12.3747	11.2590	11.2979	
Perméabilité (mm/h)	3.5	4.5	4.1	2.8	
M.O (%)	3.58	3.06	2.64	2.34	
CE ( mm hos/Cm ) 1/5	0.1495	0.0815	0.0373	0.0286	
pH eau (1/2.5) à 25°c	6.24	6.18	6.06	6	
Salinité	0	0	0	0	
TDS	67	37	17	13	

- la couleur change du 10YR 4/4 dark brown en surface à 10YR 6/4 pale brown en profondeur.
- la structure est polyédrique en surface et polyédrique fin dans la profondeur.
- la texture est argileux limoneuse dans tous les horizons.
- le pH est acide pour tous les horizons ,et le CE est faible pour les 4 horizons est le profil est non salé.
- les valeurs de la matière organique sont élevées dans les 4 horizons
- le sol est moyennement perméables.

## 1.2. Description morphologique du profil 02

- **Nom du profil** : en face la département s.n.v
- **Numéro du profil** : 02
- **Date de prélèvement** : 16/05/2023
- **Localisation** : 36° 50' 55"N, 6°53' 11"E
- **Physiographie** : Milieu de montagne,567 m d'altitude
- **Topographie** : 40 %
- **Drainage** : bon
- **Végétation** : Maquis
- **Roche mère** : Colluviaux de micas -schiste
- **Classification : USDA** : Inceptisol
- **Classification CPCS** : Sols peu évolués

### **Horizon H1** : (0- 15 cm)

Frai, friable, couleur à l'état sec 10YR 3/6 (darkyellowish brown), couleur à l'état humide 10YR 4/6( darkyellowish brown), Argilo-limoneuse, polyédrique fine , 20 % d'éléments grossiers , non poreux , peu de fines racines, pas d'effervescence à l' HCl, transition nette.

### **Horizon H2** : (15- 40 cm)

Frai, peu compact, couleur à l'état sec 10YR 4/6( darkyellowis hbrown), couleur à l'état humide 10YR 3/6 ( darkyellowish brown), Argilo-limoneuse, polyédrique fine , ,15% d'éléments grossiers ,non poreux ,peu de racines fines, pas d'effervescence à l' HCl, transition nette.

**Horizon H 3 : (40 – 120 cm)**

Frai, compact, couleur à l'état sec 10YR4/6 ( darkyellowish brown), couleur à l'état humide 10YR4/6 ( darkyellowish brown),Sablo-argilo-limoneuse, polyédrique fine, 17% d'éléments grossiers , non poreux, nombreux racines moyenne , pas d'effervescence à l' HCl ,transition nette.



**Figure 27** : photo représentative du profil 02

### 1.2.1. Résultats analytiques du profil 02

Les données analytiques sont représentées dans le tableau suivant

**Tableau 03** : résultats analytiques physique du profil

Horizon	P1H1	P1H2	P1H3
Profondeur (cm)	(0 – 15 cm)	(15- 40 cm)	(40- 120 cm)
Da (g/cm <sup>3</sup> )	1.32	1.531	
Granulométrie	Argile (%)	30.5120	38.9660
	Limon (%)	37.0187	31.6581
	Sable fin (%)	12.4341	13.4645
	Sable grossier (%)	20.0352	15.9114
Classe texturale	Argilo-limoneuse	Argilo-limoneuse	Sablo-argilo-limoneuse
H%pF3(1B)	11.2868	12.1255	11.246

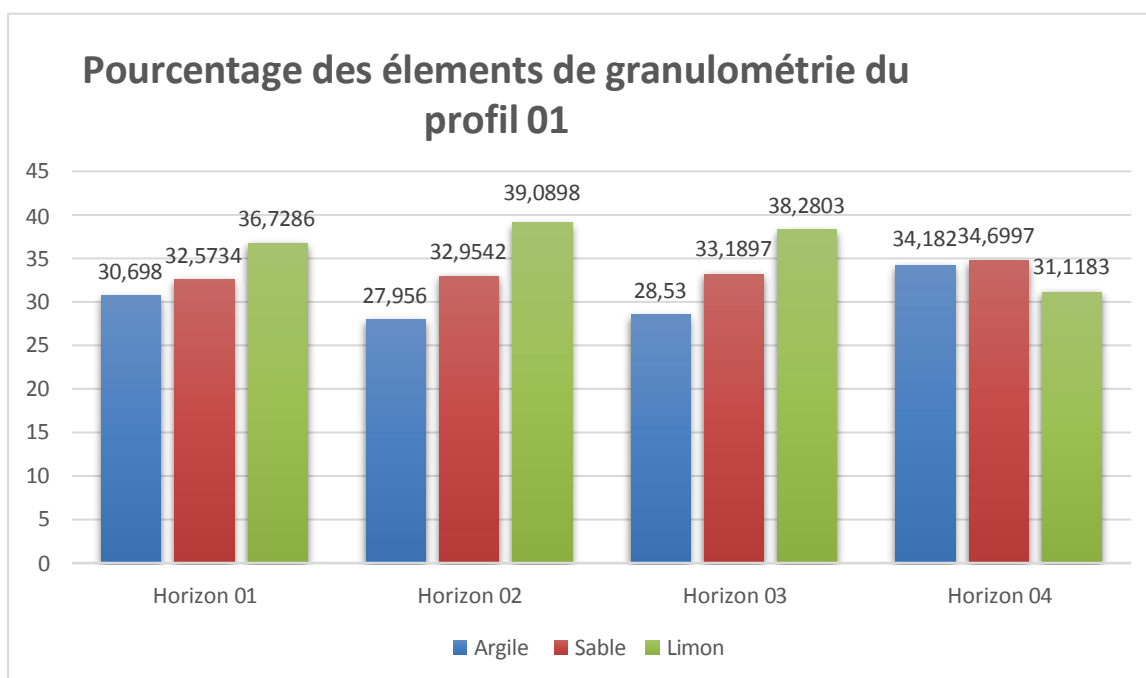
<b>H%pF4.2(15B)</b>	0.1128	0.1212	0.1124
<b>Perméabilité (mm/h)</b>	3.6	2.3	1.5
<b>M.O (%)</b>	2.60	2.15	2.55
<b>CE ( mS/Cm ) 1/5</b>	0.0545	0.1805	0.27
<b>pH eau (1/2.5) à 25°c</b>	5.72	5.26	4.94
<b>Salinité</b>	0	0	0
<b>TDS</b>	25	81	123

### 1.2.2 Donnée synthétiques du profil N° 02 :

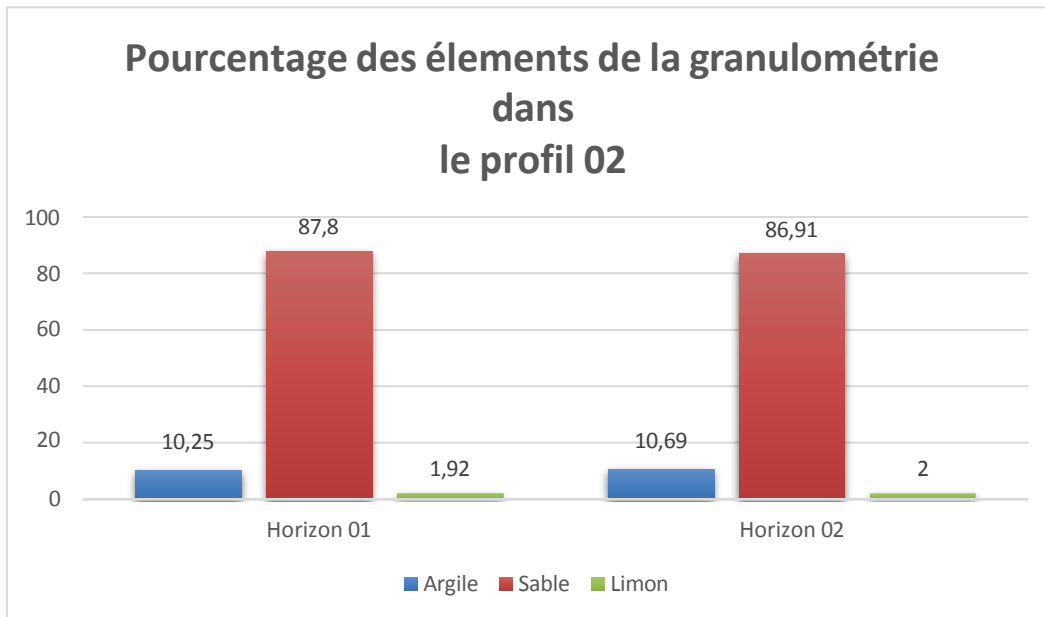
- la couleur change du 10YR 4/6 dark yellowish dans les 4 horizons.
- la structure est polyédrique fine dans les 3 horizons .
- la texture est argileux limoneuse en surface et sablo-argilo-limoneuse en profondeur.
- le pH est très acide pour tous les horizons et la CE est faible pour les 3 horizons est le profil est non salé.
- les valeurs de la matière organique sont moyennement élevées dans les 3 horizons
- le sol est moyennement perméable en surface à peu perméable en profondeur.

## 2. Granulométrie

D'après les figures (28.29), il ressort que la texture du sol est argilo-limoneuse pour le premier profil avec un taux maximal de 36%, et argilo-limoneuse à sablo-argilo-limoneuse pour le deuxième profil avec un taux maximal de 39%.



**Figure 28** : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 01



**Figure 29** : histogramme représentatif des pourcentages d'éléments de granulométrie pour le profil 02

### 3. Densité apparente (Da)

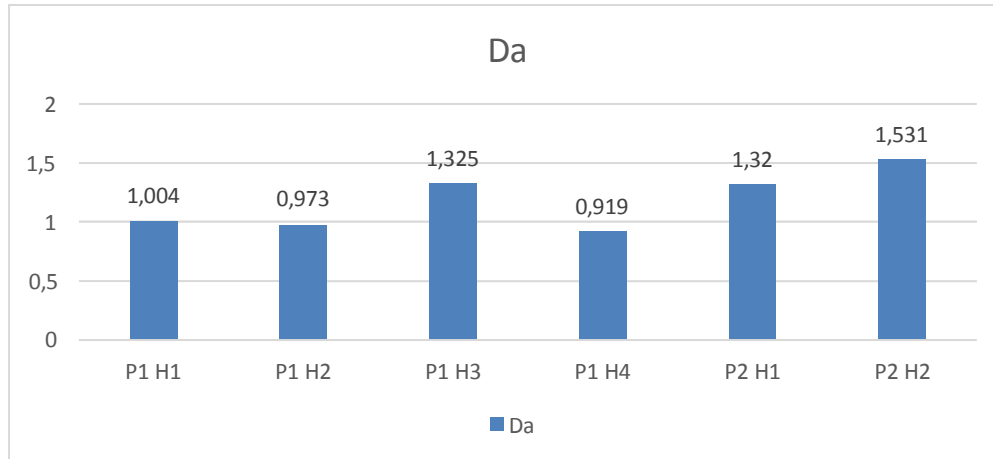
Concernant la densité apparente, on remarque que les valeurs sont variables et instables pour le profil 01, pour le deuxième profil les valeurs sont plus élevées en profondeur.

**Tableau 04** : résultats de Da pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02
Horizon 1	1.004	1.32
Horizon 2	0.973	1.531
Horizon 3	1.325	/
Horizon 4	0.919	/

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

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



**Figure 30** : histogramme représentatif des valeurs de la Da pour tous les profils.

#### 4. Etude des propriétés hydriques

##### 4.1. pF

D'après les résultats obtenus et les graphes des figure(31.32) nous avons consultés que : le taux d'humidité qui reste dans l'échantillon baisse quand la pression exercée est élevée, oucontrairement.  $H\% \text{ à pF } 15 < H\% \text{ à pF } 1$  . La relation entre le taux d'humidité et la pression exercée est une relation inverse.

Quand on exerce une pression faible (pF 1) la seule eau qui sorte de l'échantillon c'est l'eau de gravité parce qu'elle est faiblement retenue, par contre quand on exerce une pression plus forte (pF 15), l'eau qui sorte est l'eau de gravité + l'eau capillaire absorbable ou non absorbable.

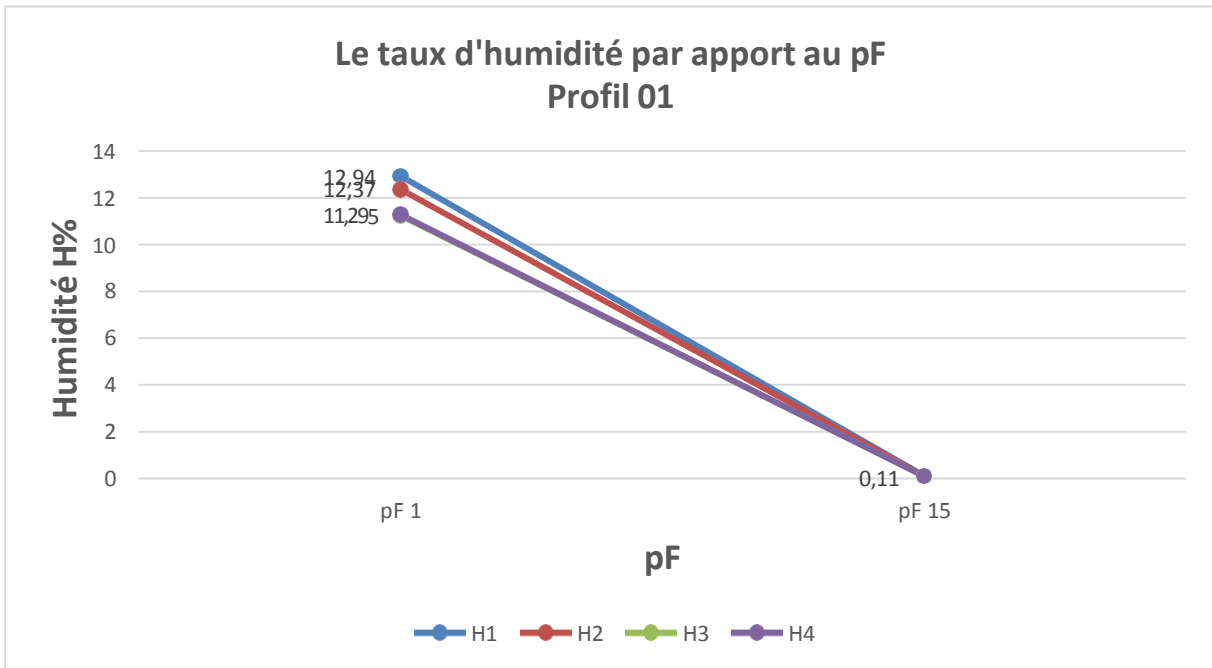


Figure 31 : le taux d'humidité à pF (3 ; 4.2 ) pour profil 01

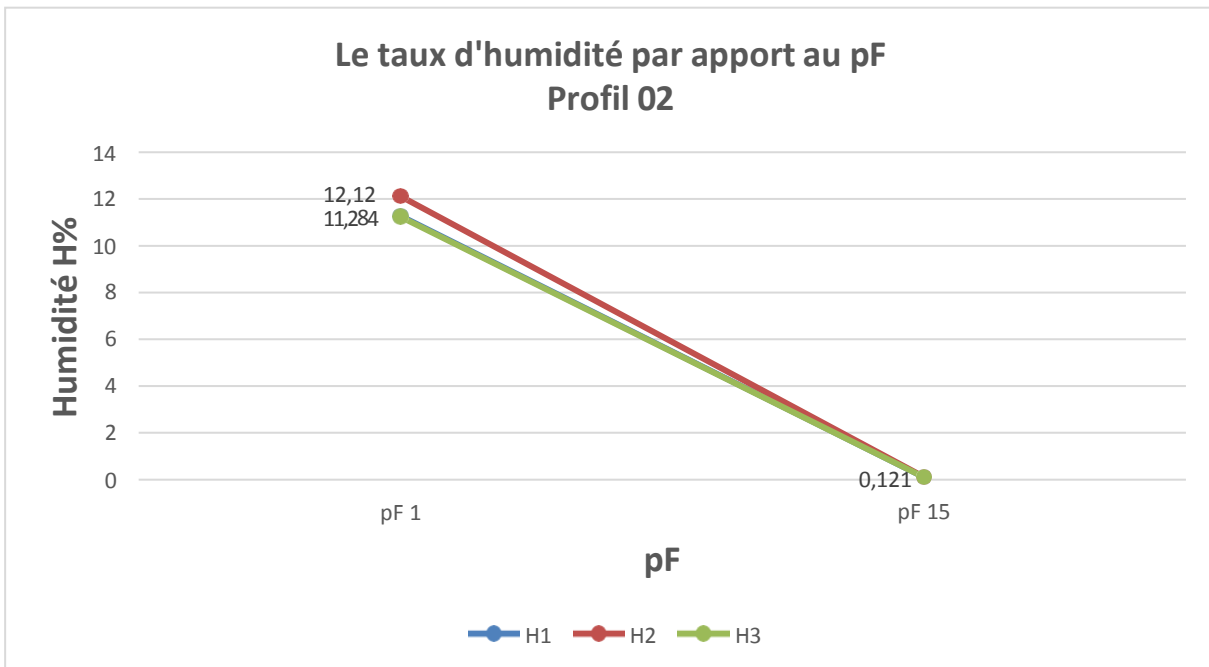
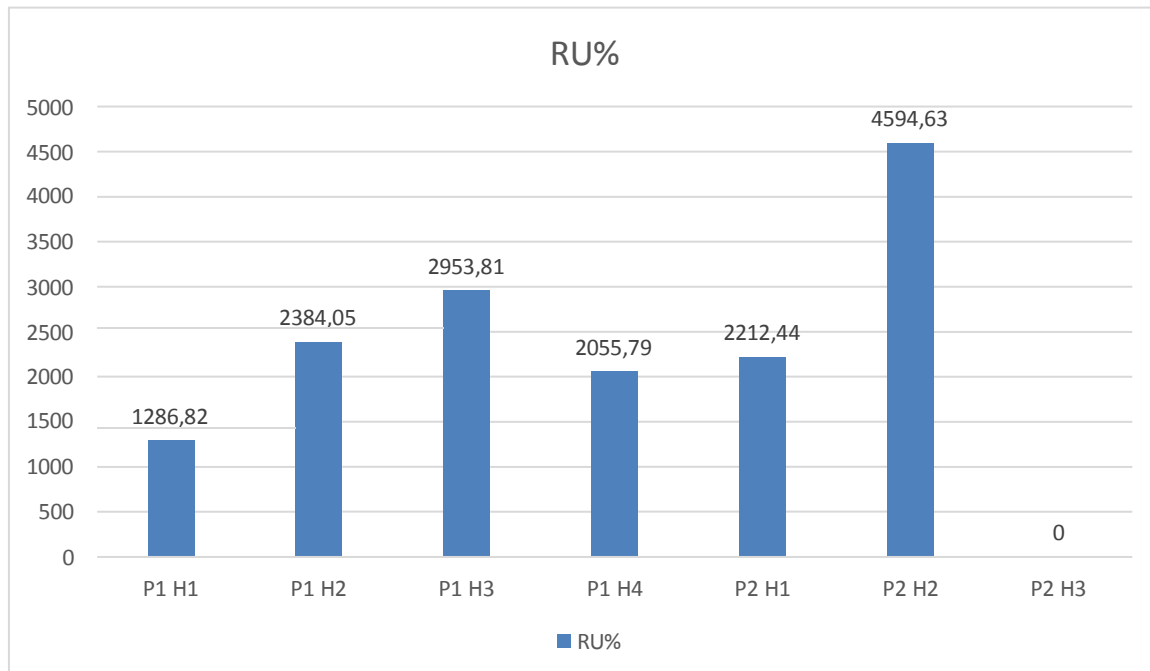


Figure 32 : le taux d'humidité à pF (3 ; 4.2 ) pour profil 02

#### 4.2. Réserve utile

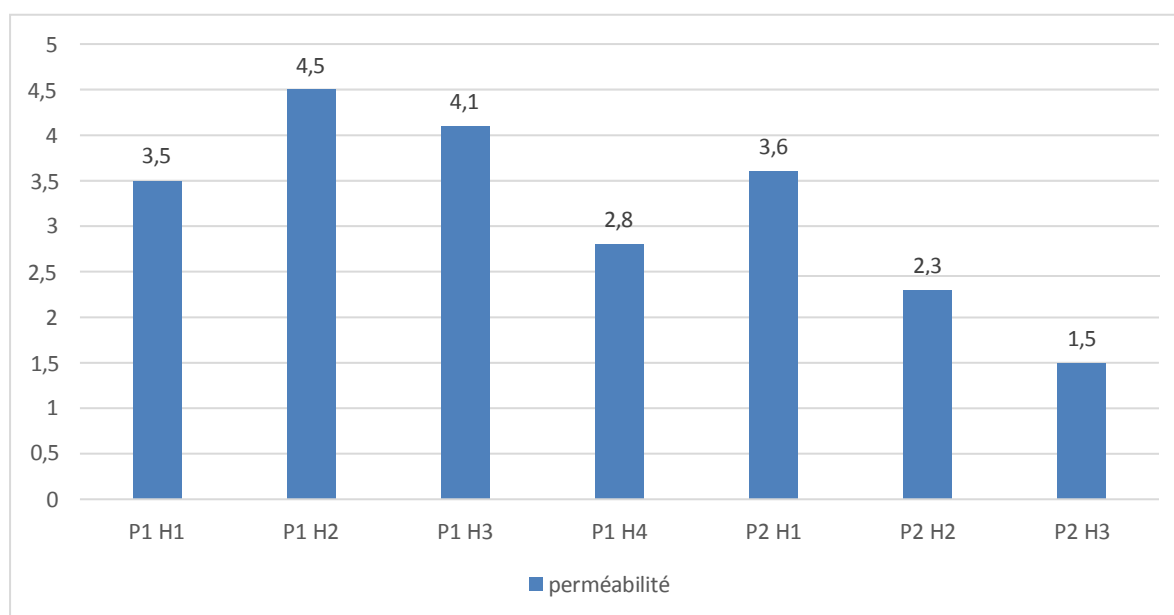
La réserve utile est importante dans le premier profil(horizon 3) avec une valeur maximale de 2953.81 mm et dans la deuxième profile sa valeur augmente , figure 33



**Figure 33** : schéma représentatif de la réserve utile des profils étudiés

Le calcul de la réserve utile (tableau 09) on remarque dans le profile 01 les valeurs sont hétérogene et variables ; par contre dans la deuxième profile les valeurs augmentent.

### 4.3. Perméabilité



**Figure 34** : histogramme représentatif de la perméabilité des profils d'étude

Selon les résultats obtenus, il ressort que les sols de premier profil sont moyennement perméables et pour le deuxième profil sont moyennement perméables en surface à peu perméables en profondeurs (les deux derniers horizons).

## 5. Conclusion

○ Les sols du premier site (jardin botanique, profil 01), sont classés comme Mollisols (Sols peu évolués) se caractérisent par une texture argilo-limoneuse. Cette texture confère au sol une bonne capacité de rétention d'eau et une structure globalement friable. De plus, ces sols présentent une teneur élevée en matière organique, ce qui favorise la fertilité et la rétention des éléments nutritifs essentiels pour la croissance des plantes. Le pH des sols du jardin botanique est acide, ce qui peut avoir des implications sur la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes. Cependant, la salinité des sols est faible, ce qui est bénéfique pour la plupart des cultures. En ce qui concerne la réserve utile, c'est-à-dire la quantité d'eau retenue dans le sol et disponible pour les plantes, les sols du jardin botanique affichent une réserve utile élevée. Cela signifie qu'ils sont capables de stocker une quantité importante d'eau, ce qui est favorable à la croissance et au développement des cultures. En terme de perméabilité, ces sols ont une perméabilité moyenne, ce qui signifie qu'ils permettent un certain échange d'eau avec les couches inférieures du sol, mais pas de manière excessive.

Les sols du deuxième profil, en face du département de s.n.v (profil 02), sont classés comme Inceptisols (Sols peu évolués)

. Ils présentent une texture variée, allant de l'argileux au limono-sableux. Cette diversité de texture confère aux sols de la forêt des propriétés physiques et de rétention d'eau variables. De manière générale, ces sols ont une teneur peu faible en matière organique, ce qui favorise la fertilité et la rétention des éléments nutritifs. Le pH très acide des sols de la forêt indique une disponibilité optimale des éléments nutritifs pour les plantes.

La salinité des sols de la forêt est faible, ce qui est bénéfique pour les cultures, car cela réduit les contraintes liées à la toxicité des sels. La réserve utile de ces sols varie, passant de élevée à faible en fonction de la texture et de la composition spécifique de chaque profil de sol. Cette variation peut influencer la disponibilité en eau pour les plantes dans ces régions. En ce qui concerne la perméabilité, les sols de la forêt ont une perméabilité moyenne en surface à faible en profondeur, ce qui signifie qu'ils permettent une certaine circulation de l'eau, mais pas de manière excessive.

### **Conclusion générale**

D'après cette étude, nous avons essayé de déterminer les caractéristiques physiques des sols de la région de el Hadaiek de deux sites : sol cultivé (jardin botanique) et sol naturel (en face département de s.n.v ),il ressort que :

La zone d'étude est située dans un étage bioclimatique sub humide à hivers chaud. Les sols sont des mollisols pour le premier site et inceptisols pour le deuxième site, ces sols sont généralement caractérisés par une texture argilo- limoneuse, un taux élevé à moyen en matière organique, un pH acide, non salés , une réserve utile importante surtout pour le sol cultivé, une perméabilité moyenne pour le premier profil et moyenne à faible pour le deuxième profil .

Le taux d'humidité dans les échantillons étudiés varié à l'inverse de la pression exercée ; le taux d'humidité augmente quand le taux d'argile augmente par ce que la distribution des pores les plus uniforme et une plus grande partie de l'eau est absorbée 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 (sol perméable).

La réserve utile du sol est plus importante dans le sol cultivé par apport au sol témoin (naturel), ceci peuvent s'expliquer par le travail du sol qui influe directement sur la structure du sol (structure grumeleuse) et l'apport des engrais et des amendements qui a une influence direct sur le complexe argilo-humique.

En perspective il y a lieu d'étudier les caractéristiques chimiques et biologiques de ces sols.

Ainsi dans le souci d'une agriculture durable, il est nécessaire de pouvoir analyser, comprendre, prévenir et par conséquent gérer l'évolution des sols sous culture ou sous forêt.



## **Résumé**

L'objectif de notre mémoire est l'étude des caractéristiques physiques des sols de la région d'Hadaiek A cet effet ,nous avons sélectionnés deux sols l'un est cultivé du jardin botanique (profil 01) et l'autre est un sol naturel (en face département de s.n.v, profil 02) .

Les sols de ces sites présentent des caractéristiques distinctes. Le premier site est peu évolué, le deuxième site est isohumique, tandis que le troisième site est brunifié.

Les sols de manière générale se caractérisent par une texture fine à moyenne, une teneur moyenne élevée en matière organique, un pH neutre à acide, une faible salinité, une réserve utile importante (en surface pour le profil) ainsi qu'une faible réserve de rétention. De plus, ils présentent une perméabilité moyenne faible.

# Référence

- [1]. **Sposito. G.** 1997. The Chemical Composition Of Soils. The Chemistry Of Soils. Oxford University Press. New-York: P3-27
- [2]. **Nortcliff. S.** (2002). Standardisation Of Soil Quality Attributes. Agriculture, Ecosystems & Environment 88(2) P161-168
- [3]. **Glossary Of Soil Science Terms.** Ed. Soil Science Society Of America. Am. J. Potato Res. 42, 346. 1965. [Online] <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>.
- [4]. **Legros, J.P.** Les Grands Sols Du Monde. Ed. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Lausanne, 574 P. 2007.
- [5]. **Duchaufour, P.** Abrégés De Pédologie. Ed. Masson. Paris, 220 P. 1984.
- [6]. **Boulaine, J.** Histoire Des Pédologues Et De La Science Du Sol. Ed. INRA. 285 P. 1989.
- [7]. **Calvet, R.** Le Sol : Propriétés Et Fonctions. Tome 1 : Constitution Et Structure, Phénomènes Aux Interfaces. Ed. France Agricole. 456 P. 2003
- [8]. **Sposito, G.,** The Chemistry Of Soils. Oxford University Press, New York. 2008.
- [9]. **Pansu, M.** And Gautheyrou, J., L'analyse Du Sol Minéralogique, Organique Et Minérale. Edition Springer. 2001
- [10]. **chesworth 2008 :** Soil characteristics, revised soil classification, and soil geochemistry related to soil suitability of West Lampung tropical volcanic residual soil, Sumatra, Indonesia
- [11]. **Classification texturale des sol (USDR) (IABORIERJ).**
- [12]. **D. Soltner** | Sainte-Gemmes-sur-Loire : Sciences et techniques agricoles | sciences et techniques agricoles | 1996
- [13]. **DELECOUR, F.,** 1978 : Initiation à la pédologie Centre de Recherche et de Promotion Forestières. 69 pp.
- [14]. **Drdour H. (1999) :** Les constituants du sol, cour de pédologie général programme 1er année ENSA INAEL-Harrach p77.
- [15]. **Duchaufour PH. (1988) :** Pédologie 2ème édition Paris, 224p.
- [16]. **Duchaufour PH. (2001) :** Introduction à la science du sol 6ème édition Paris 314 p.
- [17]. **El GONNOUNI, 2010) :** Problème de mécanique des sols Problème relié à l'eau: bouillonnement, renardage, Problème de déformations tassement admissible.

- [18]. GIRARD et AL., 2011 : Les produits organiques utilisables en agriculture en Languedoc-Roussillon - Tome 1
- [19]. GIRARD MS et SECHVARTZ C et GABIOL B (2013) étude des sol dound,
- [20]. Gobât M et Mathey w, 2003 : Michel ARAGWO, le sol vivat, 2ème édition France
- [21]. Gobât M ET Mathey W. (2003) : Michel ARAGWO, le sol vivant, 2ème édition France.
- [22]. GUETTOUCHE ,2016 : Ocean & coastal management detection and analysis of shoreline changes using geospatial tools and automatic computation : case of jjjelian sandy coast (East Algeria)
- [23]. Henin, S. R. Gass ET C. Monnier. (1972) : Caractéristique physique et hydrodynamique des sols (Annexe). Bulletin technique d'information – assainissement et drainage (premier volume) Ministère de l'agriculture, France, No271-272 : p. 809-814
- [24]. Hillel, D. (1982) : Introduction to Soil Physics. Academic Press, San Diego.
- [24]. Hillel. (1984) : L'eau et le sol, principe et prospection des sols 4 ème année.
- [25]. L'Association Française pour l'Etude du Sol (Afes) fondée en 1934.
- [26]. Ledru, Yohann : *Etude de la porosité dans les matériaux composites stratifiés aéronautiques. PhD, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009*
- [27]. LESAIGNOUX : Influence of soil moisture content on spectral reflectance of bare soils in the 0.4-14  $\mu\text{m}$  domain
- [28]. MUSY ANDER SOUTTER MAREC 1991) : Publication/44207087 Contribution a la modélisation thermo aéraulique du microclimat urbain Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs paris ,2E, p 18. pratique, INRA, paris. P
- [29]. SCHAFFER, b., SCHULIN, R., Boivin, P. 2008 : changes in shrinkage of restored soil
- [30]. Schoeller, H. (1955) : Geochemie des eause souterraines. Rev. Inst. Fr. Petrol, Vol. 10, pp. 230-244.soil science 59, 771-783.
- [31]. Soltner. (2000) : La base de la production végétale, le sol et son amélioration 2 ème édition Sciences et technique agricole tomme I 471 p.
- [32]. Sposito, G. (2008) The Chemistry of Soils. 2nd Edition, Oxford University Press, New York.

[33]. **Stevens, R.1983** : Abrasion pH and abrasion solution composition in reference European volcanic soils.

[34]. **Stevens, R., 1984** : A new sand-siltxlay triangle for textural nomenclature. Geologiska Fireningens i Stockholm Firhandlingar, Vol. 105, Pt. 3 [for 19831, pp. 245-250. Stockholm.

# **Annexe**

**Tableau 04 : Précipitation moyenne mensuelle durant la période de 2005-2015 (DSM, 2016).**

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

**Tableau 05 : Température moyenne mensuelle durant la période (2005-2015) (DSM, 2016).**

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

Avec :

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

**Tableau 06 : Humidité de l'air en % pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).**

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

**Tableau 07 : Moyenne de l'évaporation pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).**

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

**Tableau 08 : Moyennes mensuelles de la force du vent en m/s pendant la période(2005-2015) (DSM, 2016).**

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

**Tableau 09 : L'évapotranspiration moyenne durant la période de 2005-2015 (DSM ,2016)**

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

**Tableau 10 : Insolation moyenne mensuelle en heure pendant la période (2005-2015) (DSM, 2016).**

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

**Tableau 11** : Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la période de 2005 à 2015

(DSM, 2016)

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

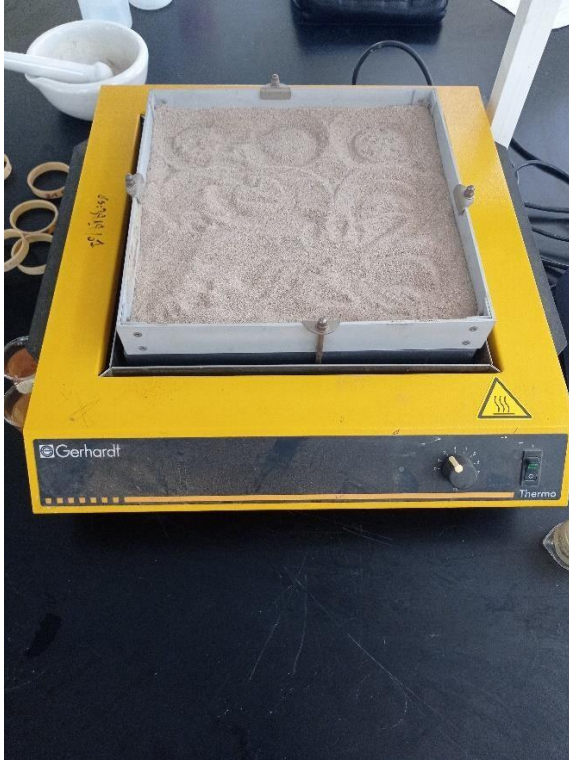
**Tableau 12** : calcul de la RU pour tous les profils.

Profil / Horizon	Profil 01	Profil 02
Horizon 1	1286.82321	2212.44716
Horizon 2	2384.05068	4594.63802
Horizon 3	2953.81961	/
Horizon 4	2055.79769	/
La somme	8680.49119	6807.08518

**Tableau 13** : calcul de la perméabilité pour tous les profils.

	Profil 01	Profil 02
Horizon 01	3.5	3.6
Horizon 02	4.5	2.3
Horizon 03	4.1	1.5
Horizon 04	2.8	/

## Matériels utilisés



**Figure 35** : bain de sable



**Figure 36** : four à moufle



**Figure 37** : étuve



**Figure 38** : dessiccateur



**Figure 39** : balance



**Figure 40** : balance de précision



**Figure 41** : agitateur mécanique



**Figure 42** : agitateur magnétique

## Résumé

Le but de la thèse est d'étudier les propriétés physiques du sol de la zone du jardin et à cette fin, nous avons choisi deux sites, le premier site est dans le jardin universitaire et le deuxième site est à côté de la Faculté des sciences naturelles et de la vie

On peut en conclure que ce sol est argileux alluvial pour le premier site pour tous les horizons (4) Quant au site (2), on retrouve les premier et deuxième horizons font des sols argileux alluviaux et les derniers horizons font des sols sablo-argileux

Ce sol est acide et le taux de matière organique est modéré Par conséquent, ce sol n'est pas très appauvri à modérément épuisé.

## ملخص

الهدف من الرسالة هو دراسة الخواص الفيزيائية لتربة منطقة الحديقة ولهذا الغرض اخترنا موقعين ، الموقع الاول في حديقة الجامعة والموقع الثاني بجوار كلية العلوم الطبيعية والحياتية يمكننا أن نستنتج أن هذه التربة هي طينية طينية للموقع الأول لجميع الأفاق (4) أما بالنسبة للموقع (2) فنجد أن الأفقين الأول والثاني هما تربة طينية طينية والأفاق الأخيرة تربة رملية طينية. هذه التربة حمضية ونسبة المادة العضوية فيها معتدلة ، وبالتالي فإن هذه التربة ليست منضب بشكل كبير إلى معتدل النضوب.

## Summary

The aim of the thesis is to study the physical properties of the soil of the garden area and for this purpose we have chosen two sites, the first site is in the university garden and the second site is next to the Faculty of Science natural and life , We can conclude that this soil is alluvial clay for the first site for all horizons (4) As for site (2), we find the first and second horizons are alluvial clay soils and the last horizons are sandy- clay soils.

This soil is acidic and the rate of organic matter is moderate. Consequently, this soil is not very depleted to moderately depleted.