

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد بوضياف - المسيلة  
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
N° : 25/DSA/2022



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE  
FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES  
OPTION : SCIENCE DU SOL

**Mémoire présenté pour l'obtention  
du diplôme de Master Académique**

**par: SERAI Teqwa  
DAOUADI Marwa**

**Intitulé**

**Contribution à la connaissance et caractérisation des sols  
de la zone d'Ouled Derradj (Wilaya de M'Sila)**

Soutenu devant le jury composé de:

M. AMROUNE Abdelouahab	MCA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
Melle TIR Chafia	MAA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Melle MADANI Djamila	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examineur

**Année universitaire : 2021 /2022**

---

# Remerciement

---

Ce mémoire est le résultat d'un travail de recherche. En préambule, nous voulons adresser tous nos remerciements aux personnes qui nous ont aidé pour la réalisation de ce mémoire.

Nous voudrions dans un premier temps remercier, notre directeur de mémoire Dr .Tir , pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous tenons à remercier les membres du jury Dr. Amroune A en qualité de président de jury et Dr Madani en qualité d'examinatrice, qui nous ont honoré d'accepté d'évaluer notre travail.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique du département des sciences agronomiques de l'université de M'Sila et de l'Ecole Nationale Polytechnique( Alger) en particulier Mrs Boureljloul R, Daoudi , Saadaoui et Mehmoudi L , les laborantins de notre département(Hadj Larroussi Y , Alouani R , Bahache H , Doumi A et Dahmeche M ).

Nous exprimons nos reconnaissance aux personnes suivantes :

Professeure Debbi.L nous a appris sur les défis à relever dans le monde . Elle a partagé ses connaissances et expériences .

Dr. Hamdi H , Ighislinene H , pour leurs conseils qui ont été très précieux.

Pr Zedam A ,Dr Saad A et Dr Amroune A pour leur encouragement.

---

# Dédicace

---

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A la mémoire de mon grand-père Dilmi et ma grand-mère Baya, lesquels on n'oublie jamais et qui sont gravé dans nos coeur et sont présent à nos prières.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère Hassiba ; ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

À mon héros Abasse,

A mes chères tantes Latifa, Rajda et Linda et mes oncles Mohamed et Kamel qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mes très chers frères Taqi, Tadj, Aymen, Ayham, Asil et mes adorables soeurs Tasnim, Aya, Anfel, Amani, Halla.

A mes amies Sara, Widian, Halla, Rima, Meriam.

A mes grands parents, frères et soeurs Houssam, Salah, Haitham, Anas, Loubna, Linda et  
Mon partenaire en action Teqwa

---

# Table des matières

---

Remerciement	i
Dédicace	ii
Liste d'abréviations	viii
Liste des unités	xi
Liste des figures	xii
Liste des tableaux	xvi
Liste des équations	xviii
Introduction générale	1
1 État de lieu sur les connaissances à prppos du sol et ses principales propriétés	3

1.1	Définition du sol . . . . .	4
1.2	Principaux constituants du sol . . . . .	5
1.2.1	Constituants minéraux du sol . . . . .	5
1.2.2	Matière organique et organismes vivants du sol . . . . .	7
1.2.3	Gaz et eau du sol . . . . .	7
1.3	Caractéristiques et propriétés du sol . . . . .	7
1.3.1	Propriétés physiques d'un sol . . . . .	7
1.3.2	Propriétés hydriques d'un sol . . . . .	12
1.3.3	Propriétés chimiques d'un sol . . . . .	14
1.3.4	Propriétés biologiques du sol . . . . .	21
1.4	Notion de fertilité d'un sol . . . . .	23
1.4.1	Facteurs de fertilité du sol . . . . .	23
<b>2</b>	<b>Description du milieu physique de la zone d'étude</b>	<b>29</b>
2.1	Introduction . . . . .	30
2.2	Situation géographique de la région étudiée . . . . .	30
2.3	Hydrologie de la zone d'étude . . . . .	31
2.4	Géologie de la région d'Ouled Derradj . . . . .	31
2.5	Pédologie de la zone d'étude . . . . .	32
2.6	Caractérisation climatique de la zone d'étude . . . . .	33
2.6.1	Origine des données climatiques . . . . .	33
2.6.2	Précipitation dans la zone d'étude . . . . .	33

2.6.3	Température dans la zone d'Ouled Derradj(2006-2016)	34
2.6.4	L'évapotranspiration	35
2.6.5	Humidité	35
2.6.6	Vent	36
2.6.7	Les indices climatiques	37
2.6.8	L'agriculture et l'irrigation dans la région d'étude	39
2.7	Conclusion	40
<b>3</b>	<b>Méthodologie du travail</b>	<b>41</b>
3.1	Introduction	42
3.2	Choix de la zone d'étude et des lieux d'échantillonnages	42
3.2.1	Description des horizons des profils et prélèvement des échantillons	43
3.3	Méthodes d'analyses du sol au laboratoire	45
3.3.1	Préparation des échantillons des sols à analyser	45
3.3.2	Les analyses chimiques du sol	46
3.3.3	Les analyses physiques des sols étudiés	54
3.3.4	Les propriétés biologique	57
<b>4</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>	<b>59</b>
4.1	Introduction	60
4.2	Caractéristiques morphologiques et analytiques profil $P_1$	60
4.2.1	Données morphologiques du pprofil 1	60
4.2.2	Donnée analytiques du profil $P_1$	61

4.3	Caractéristique morphologiques analytiques profil $P_2$ . . . . .	76
4.3.1	Données morphologiques du pfofil 2 . . . . .	76
4.3.2	Donnée analytiques du profil $P_2$ . . . . .	77
	<b>Conclusion</b>	<b>89</b>
	<b>Annex</b>	<b>91</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>101</b>
	<b>Résumé</b>	<b>112</b>

---

# Liste des abréviations

---

Les symboles	La signification
<i>FAO</i>	Food and Agriculture Organization of the United Nations en français, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
<i>DSA</i>	Direction de service agricole
<i>SMM</i>	Station météorologique de M'Sila
<i>CEC</i>	Capacité d'échange cationique
<i>IB</i>	Indice de batance
<i>Ph</i>	Potentiel de l'hydrogène
<i>Ce</i>	La conductivité électrique
<i>MO</i>	Matière organique
<i>da</i>	Densité apparente
<i>dr</i>	Densité réelle
<i>Lf</i>	Limon fin
<i>lg</i>	limon grossier
<i>A</i>	Argile
<i>Q</i>	Quantité d'eau percolée
<i>H</i>	Charge d'eau
<i>L</i>	Langeur de le colonne de terre
<i>S</i>	Surface de la section de la colonne
<i>K</i>	Conductivité hydraulique ou coefficient de perméabilité
<i>RU</i>	Réserve utile
<i>RFU</i>	Réserve facilement utilisable
<i>RS</i>	Réserve de survie
<i>ETM</i>	Evapotranpiration maximale
<i>ETR</i>	Evapotranpiration réelle
<i>AEC</i>	Capacité d'échange d'anions
<i>Log</i>	Logarithm
<i>P</i>	Précipitation annuelle
<i>M</i>	Moyenne des maxima du mois le plus chaud en $K^o$
<i>m</i>	Moyenne des minima du mois le plus froid en $K^o$
<i>V</i>	Vitesse de sédimentation
$\Delta d$	Différence de densité entre les deux phases
<i>g</i>	Conatante d'accéléraation
<i>r</i>	Rayon particules
$\eta$	Viscosité du milieu dispersant

$Na^+ \rightarrow$  Sodium

$Mg^{+2} \rightarrow$  Magnesium

$Ca^{+2} \rightarrow$  Calcium

$K^+ \rightarrow$  Potassium

$CaCO_3 \rightarrow$  Carbonate de Calcium

$P \rightarrow$  Posphore

$NH_4^+ \rightarrow$  Ammonium

$C \rightarrow$  Carbon

$Cl^- \rightarrow$  Chlorure

$Al^{3+} \rightarrow$  Aluminium

$HCO^{-3} \rightarrow$  Bicarbonate

$Co^- \rightarrow$  Cobalt

$H^+ \rightarrow$  Hydrogène

$N \rightarrow$  Azote

$CO_2 \rightarrow$  Dioxyde de carbone

$N_2 \rightarrow$  l'azote atmosphérique

$Si \rightarrow$  Silice

$PO_4^{3-} \rightarrow$  Orthophosphate

$BaCl_2 \rightarrow$  Chlorure de baryum

$SO_4^{-2} \rightarrow$  Sulfate

$AgNO_3 \rightarrow$  Nitrate d'argent

$NH_4^+ \rightarrow$  Ammoniume

$HCL \rightarrow$  Acid hydrochlorique

$S \rightarrow$  Soufre

$Cu \rightarrow$  Cuivre

$Zn \rightarrow$  Zinc

$Mn \rightarrow$  Manganese

$Fe \rightarrow$  Fer

$B \rightarrow$  Boron

$MO \rightarrow$  Molybdenum

$MoO_4^{-2} \rightarrow$  Dioxyde de molybdène

$(NO_3^-) \rightarrow$  Nitrate

$Al(OH)_4 \rightarrow$  Aluminium hydroxide

$CaSO_4.2H_2O \rightarrow$  sulfate de calcium hydraté

$CaSO_4.1/2H_2O \rightarrow$  sulfate de calcium hémi-hydraté

---

# Liste des unités

---

$meq/100g \rightarrow$  Milliequivalents par 100 grams

$ds/m \rightarrow$  DeciSiemens par mètre

$ms/m \rightarrow$  Millisiemens par mètre

$C^{\circ} \rightarrow$  Degrée Celsius

$meq/l \rightarrow$  Milliequivalents par liter

$ppm \rightarrow$  Partie pour million

$\mu.g^{-1} \rightarrow$  Micrograms

$ms/cm \rightarrow$  millisiemens par centimeter

$DO \rightarrow$  longueur d'onde

$nm \rightarrow$  Nanometre

$cmol/kg \rightarrow$  Centimoles par kilogram

$g \rightarrow$  Gramme

$mm \rightarrow$  Millimetre

---

# Liste des figures

---

## Chapitre 01

<i>Figure.1.1 : Carte montre les grands types de sols dans le monde.....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 2.1 Cations échangeables hydratés dans la région intercalaire de la smectite minérale argileux.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure3.1:Triangle textural .....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 4.1 : Structure du sol.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 5.1 : Micrographie électronique à balayage du microagrégat de sol séparé de deuxluvis.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6.1 : Stades de dégradation de la surface du sol et formation d'une croûte de battancesous l'action des pluies .....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 7.1 : Structure schématique d'un macro-agrégat.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 8.1 : fivolution de la réserve en eau du sol et la consommation en eau d'une culture .....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 9.1. Caractéristiques du profil hydrique au cours d'une infiltration.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 10.1 L'échelle de pH trouvées dans les sols .....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 11.1: Effet du pH sur l'activité en solution de certains éléments importants pour la nutrition des plantes.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 12.1 : Les rôles de la matière Organique .....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 13.1 : Différents groupes de la biodiversité du sol classés par taille.....</i>	<i>27</i>

## Chapitre 02

<i>Figure 1.2. Situation géographique de la commune d'Ouled Derradj.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 2.2. Carte de relief de la zone d'Oule Derradj.....</i>	<i>31</i>
<i>Figure Carte géologique de la région de Hodna et situation de la zone d'étude.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 4.2. : Carte pédologique de la région du HODNA et situation de la zone d'étude</i>	<i>33</i>
<i>Figure 5.2 : Variations moyenne mensuelle des précipitations en(mm) (2006-2016).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 6.2. Températures moyennes mensuelles, minimales, maximales en °C de la zone d'Ouled Derradj (2006-2016).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 7.2. : Evapotranspiration moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradj durant (2006-2016).....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 8.2 L'Humidité moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradj (2006-2016).....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 9.2 Vent moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradj (2006-2016.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 10-2- diagramme ombrothermiques de la région d'Ouled Derradj (2006-2016) ...</i>	<i>38</i>
<i>Figure 11.2 : Positionnement de la zone d'étude dans le Climagramme d'Emberger (2006-2016).....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 12.2. : Surface occupe par les différents types de culture de la zone d'Ouled Derradj .....</i>	<i>39</i>

### Chapitre 03

Figure 1.3 Localisation géographique des profils.....	43
Figure 2.3 Profil du sol p1 le 12/04/2022.....	44
Figure 3.3 Profil du sol p2 le 12/04/2022.....	44
Figure 4.3 Préparation d'échantillon (tamisage).....	45
Figure 5.3 : PH-mètre juste avant de détermination de pH de nos échantillon.....	46
Figure 6.3 : Calcimètre de Bernard (utilisé pour analyse du calcaire total.....	47
Figure 7.3 : conductivité mètre utilisé pour la détermination du la CE.....	48
Figure 8.3 : Vue des étapes de mesure de phosphore assimilable.....	49
Figure 9.3 : spectrophotomètre utilisé pour le dosage du phosphore assimilable.....	49
Figure 10.3 : Les échantillons du gypse.....	50
Figure 11.3 : Titration de $Cl^-$ par $AgNO_3$ .....	52
Figure 12.3 : Titration de Carbonate et bicarbonate.....	53
Figure 13.3 : Titration de $Ca^{+2}$ .....	53
Figure 14.3 : Pycnomètre utilisé pour la détermination de la densité réelle de nos échantillons.....	54
Figure 15 .3 : Cylindre enforcé dans l'horizon.....	55
Figure 16.3 : Pipette de Robinson utilisé pour le prélèvement des particules (A+Lf) de nos échantillon.....	56

### Chapitre 04

Figure 1.4 : Taux d'effervescence de HCl (1/2 c) des horizons du P1.....	61
Figure 2.4 : Les valeurs de pH eau et pH kcl du profil 1.....	63
Figure 3.4 : Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P1.....	64
Figure 4.4 : Représentation des teneurs en calcaire total des horizons du premier profil de la zone d'Ouled Derradj.....	65
Figure 5.4 : Taux du calcaire actif au niveau des horizons du premier profil de la zone d'Ouled Derradj.....	66
Figure 6.4 : Ail cultivé dans la région proche des zone d'échantillonnage de la zone d'Ouled Derradj.....	67
Figure 7.4 : La Teneur de gypse en % de profil 1.....	67
Figure 8.4:Les sels solubles dans les extraits aqueux des horizons du premier profil..	68
Figure 9.4 : La CEC du profil 1.....	70
Figure 10.4 Taux de phosphore assimilable dans les horizons du profil 1.....	71
Figures 11.4 : Le taux de $NH_4^+$ profil 1.....	72

Figure 12.4 : Taux de matière organique au premier profil de la zone d'Ouled Derradj.....	72
Figure 13.4 : Texture des horizons du premier profil sur le diagramme des texture.....	74
Figure 14.4 Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de p1.....	75
Figure 15.4 :Représentation des densités et porosités pour chaque horizon du profil 1... 76	Figure 16.4 : Les valeurs pHeau et pHkcl du profil 02.....
78	
Figure 17.4 : Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P2 .....	79
Figure 18.4 : Représentation des teneurs en calcaire total des horizons du deuxième profil de la zone d'Ouled Derradj.....	79
Figure 19.4 :Taux du calcaire actif au niveau des horizons du deuxième profil (zone d'Ouled Derradj).....	80
Figure 20.4 : La Teneur en gypse % du profil 2 .....	81
Figure 21.4 : Les sels solubles au niveau des horizons du profil P2.....	82
Figure 22.4 : La CEC du profil 2.....	83
Figure 23.4 Taux de phosphore assimilable profil 2 .....	83
Figure 24.4 : Le taux de NH <sup>+</sup> 4 profil 2 .....	84
Figure 25.4 : Taux de matière organique au deuxième profil de la zone d'Ouled Derradj.	85
Figure 26.4 :Représentation des textures des horizons du deuxième profil sur le diagramme textural .....	87
Figure 27.4 Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de p2 .....	87
Figure 28.4 :Représentation des densités pour chaque horizon du profil 2.....	88

---

# Liste des tableaux

---

## Chapitre 01

<i>Tableau 1.1. Composition minéralogique moyenne et éléments nutritifs des roches communes à la surface terrestre .....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 2.1 .Echelle d'appréciation de l'indice de battance .....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 3.1 .Interprétation de la conductivité électrique.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 4.1 . Effet de l'acidité sur certaines réactions du sol d'éléments importants pour la nutrition des plantes .....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 5.1 Interprétation du calcaire total .....</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 6.1 Interprétation du calcaire actif.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 7.1 filéments essentiel, rôle dans la plante et source .....</i>	<i>25</i>

## Chapitre 02

<i>Tableau 1.2. Paramètres et résultats du calcul du quotient pluviothermique pour la zone d'étude.....</i>	<i>37</i>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

## Chapitre 04

<i>Tableau 1.4 :Résultats des pH (pH eau et pH kcl des horizons du profil P1.....</i>	<i>62</i>
<i>Tableau 2.4 :Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P1.....</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 3.4 : Les sels solubles profil 1.....</i>	<i>68</i>
<i>Tableau 4.4 : Les bases échangeables et CEC du profil P1.....</i>	<i>69</i>
<i>Tableau 5.4 : Le taux de <math>\text{NH}_4^+</math> profil 1.....</i>	<i>71</i>
<i>Figure 6.4 : Variation des fractions granulométriques pour les horizons du profil1...73</i>	
<i>Tableau 7.4 : Valeurs des densités et porosités des horizons de Profil1.....</i>	<i>76</i>
<i>Tableau 8.4 : Résultats des pH eau et pH kcl des horizons du profil P2.....</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 9.4 :Variation de la conductivité électrique dans les horizons du profil P2 ..</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 10.4 : Les sels solubles profil 2.....</i>	<i>81</i>
<i>Tableau 11.4 :Les bases échangeables et CEC de profil 2.....</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 12.4 : Le taux de <math>\text{NH}_4^+</math> dans le profil 2.....</i>	<i>84</i>
<i>Tableau 13.4 : variation des fractions granulométriques du horizons du profil2.....</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 14.4 : Valeurs des densités et porosités des horizons de Profil 1.....</i>	<i>88</i>

---

# Liste des équations

---

(1.1)  $\leftrightarrow$  14

(1.2)  $\leftrightarrow$  16

(1.3)  $\leftrightarrow$  24

(2.1)  $\leftrightarrow$  41

(3.1)  $\leftrightarrow$  52

(3.2)  $\leftrightarrow$  52

(3.3)  $\leftrightarrow$  57

(3.4)  $\leftrightarrow$  58

(3.5)  $\leftrightarrow$  58

(3.6)  $\leftrightarrow$  63

(3.7)  $\leftrightarrow$  63

(3.8)  $\leftrightarrow$  64

---

# Introduction générale

---

La prospérité des civilisations et la sécurité alimentaire sont en relation étroite avec le développement de l'agriculture . Celle dernier se base sur plusieurs critères dont le plus important est la connaissances pratiques du sol.

Le sol est si fondamental à la vie humaine qu'il se reflète depuis des millénaires dans nos langues et nos vies . Les Grecs et les Romains avaient également une nette différenciation des capacités productives des différents types de sols ou du latin solum . Ils désignent les bons sols par le terme "gras " et les sols de qualité inférieure par le terme " maigre " [1].

Cette entité est considéré comme une couche superficielle fragile ou friable qui recouvre la surface de la terre, consisté de matériaux minérales, organiques, gaz et eau qui changent d'un endroit à l'autre en raison de plusieurs facteurs (climat, topographie, géologie et hydrologie etc).

La zone d'étude (Ouled Derradj) fait partie du Hodna qui est située entre une chaîne de montagnes de l'Atlas Tellien et l'Atlas Aaharien dans l'extrémité est du Hauts plateaux, dans la partie Nord-Est de wilaya de M'Sila et la partie Ouest de wilaya de Batna.

Nous avons choisi la zone pour son importance agricole et sa capacité de productivité , sans oublier le manque des études pédologiques menées sur cette zone.

Le mémoire est organisé en une série de chapitres :

Chapitre 1 : état de lieu sur les connaissances à propos du sol et ses principales propriétés (physiques, chimiques et biologiques).

Chapitre 2 : description du milieu physique (situation géographique, hydrologie, Géologie, pédologie et climat).

Chapitre 3 : Méthodologie de travail (méthode de prélèvement et méthode d'analyse au laboratoire).

Chapitre 4 : résultat et discussions (discussion des résultats morphologiques et analytiques).

Et en fin conclusion.

Remarque :

La rédaction de ce mémoire a été réalisée à l'aide du logiciel LaTeX.

———— Chapitre 1 ————

---

État de lieu sur les connaissances à  
prppos du sol et ses principales  
propriétés

---

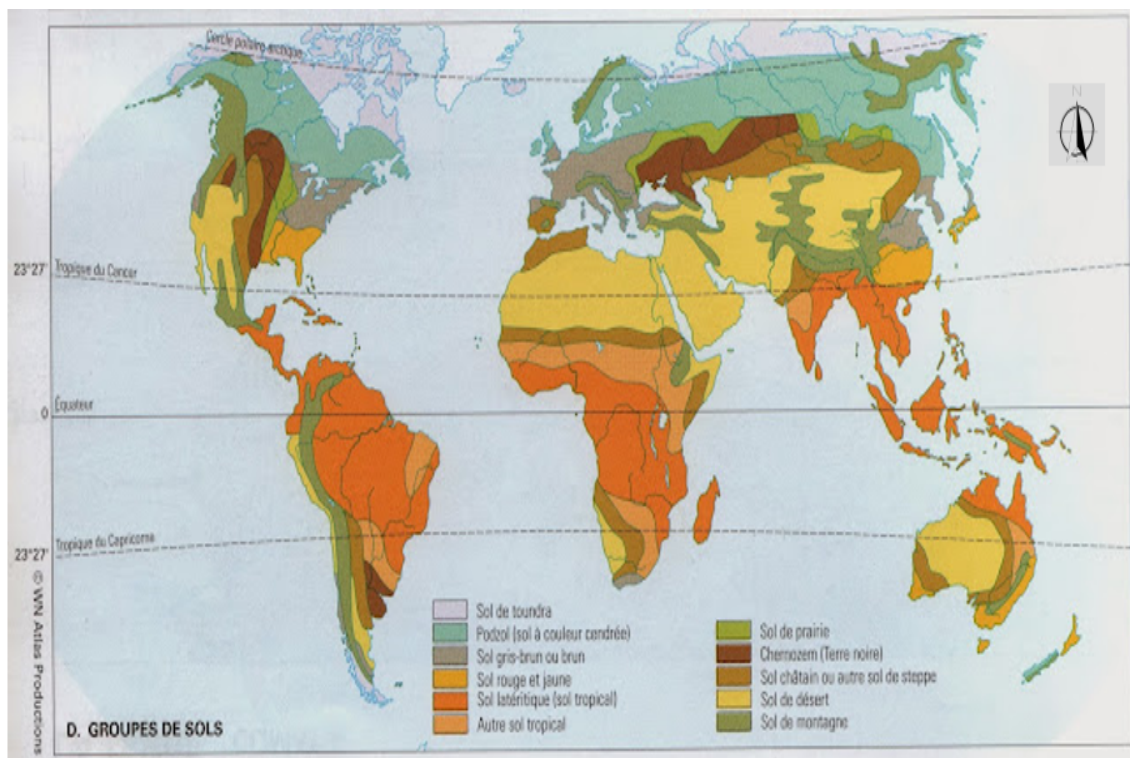
## 1.1 Définition du sol

Le sol est une composante essentielle des terres et des écosystèmes qui sont tous deux des concepts plus généraux englobant la végétation, l'eau et le climat dans le cas de la terre, et en plus de ces trois aspects, des considérations sociales et économiques dans le cas des écosystèmes [2].

Comme beaucoup de mots communs, le mot sol a plusieurs significations. Dans son sens traditionnel, le sol est le milieu naturel de base pour la croissance des plantes. Il a également été défini comme un corps naturel constitué de couches (horizons du sol) composées de matières minérales altérées, de matières organiques, d'air et d'eau.

C'est le produit final de l'influence combinée du climat, de la topographie, des organismes (flore, faune et humains) sur les matériaux d'origine (roches et minéraux d'origine) au fil du temps.

En conséquence, le sol diffère de son matériau d'origine par sa texture, sa structure, sa consistance, sa couleur, ses caractéristiques chimiques, biologiques et physiques. La distribution des sols sur les continents est représentée dans le **figure (1.1)** [2].



**Figure.1.1** : Carte montrant les grands types des sols dans le monde.[3]

## 1.2 Principaux constituants du sol

Le sol est un matériau composé de différents constituants, il s'agit de :

### 1.2.1 Constituants minéraux du sol

Les minéraux du sol représentent généralement la moitié de son volume [4]. Leur types, proportions et concentrations déterminent en fin de compte des propriétés importantes comme la texture, la structure et la CEC. Ces propriétés peuvent à leur tour avoir un effet important sur de nombreuses autres propriétés du sol.

Par exemple, la disponibilité du potassium pour l'absorption par les plantes dépend de sa libération par l'altération des minéraux primaires du sol.

Afin de mieux comprendre l'effet des minéraux sur la composition élémentaire du sol, il est utile de passer en revue la composition minéralogique des roches communes qui constituent la matière mère du sol (**tableau 1.1**).

**Tableau 1.1** : Composition minéralogique moyenne et éléments nutritifs des roches communes à la surface terrestre [5].

Constituants minéraux	Roches ignées %	Schiste	Grès	Constituants des éléments nutritifs	
				Majeur	Mineur
Feldspaths	59.5	30.0	11.5	K, Ca, Na	Cu, Mn
Amphiboles & pyroxènes	16.8	–	sm	Mg, Fe, Ca	Ni, Co, Cu, Mn, Zn, Mo
Mica	3.8	–	sm	K, Ca, Na, Mg, Fe	Ni, Mn, Co, Zn, Cu
Minéraux de titane	1.5	–	sm	Ti, Fe, Ca	Co, Ni
Apatite	0.6	–	sm	Ca, P	
Argile	–	25.0	6.6	K, Mg, Fe, Ca, Na	
Oxydes de fer	–	5.6	1.8	Fe	Mn, Zn, Ni, Co
Carbonates	–	5.7	11.1	Ca, Mg, Fe	
Autre minéraux	–	11.4	2.2	–	–

Les minéraux primaires se forment à des températures élevées à partir du magma de refroidissement pendant la solidification initiale de la roche ou pendant la métamorphose, et ils sont

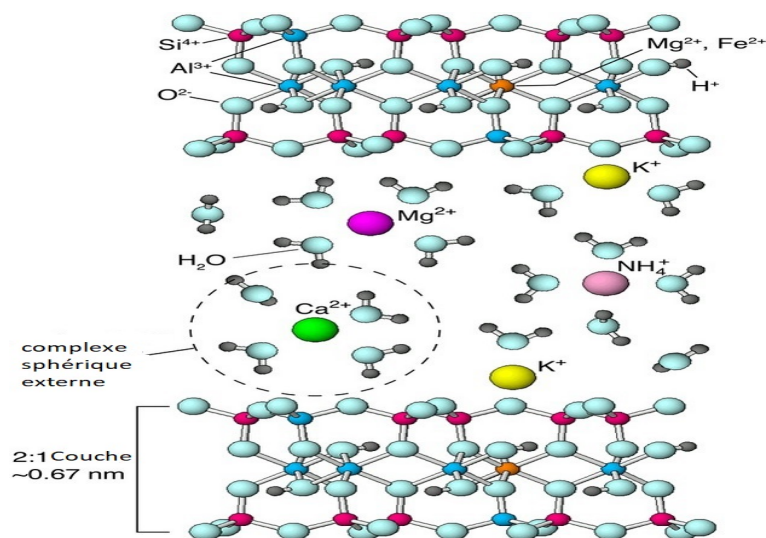
habituellement dérivés de roches ignées et métamorphiques dans le sol [6] .

Dans la plupart des sols, les feldspaths, les micas et le quartz sont les principaux constituants minéraux primaires. Les minéraux primaires sont largement répandus dans la plupart des types de sol, sauf dans les sols très altérés et sableux. Ces minéraux primaires constituent un réservoir important pour le potassium, plus de 90 % du potassium se trouvant dans les sols dans la structure de ces minéraux. Des quantités importantes de Ca, Na et Si et de plus petites quantités de Cu et de Mn sont également présentes dans les feldspaths.

Contrairement aux minéraux primaires, ceux secondaires dans les sols sont habituellement formés par des réactions à basse température pendant l'altération des minéraux primaires dans l'environnement aqueux à la surface de la terre. Les minéraux secondaires contrôlent principalement les nutriments par adsorption-désorption, dissolution-précipitation et réactions d'oxydation-réduction.

Les réactions d'adsorption impliquant des minéraux sont souvent plus importantes pour contrôler la disponibilité des éléments nutritifs des plantes que la libération d'éléments nutritifs par altération des minéraux.

Les éléments nutritifs sont retenus par la formation d'un complexe sphérique externe (**figure 2.1**) et peut être facilement absorbé par les racines des plantes [7] .



**Figure 2.1** : Cations échangeables hydratés dans la région intercalaire de la smectite minérale argileux .[8]

#### 1.2.2 Matière organique et organismes vivants du sol

Les plantes et les animaux pourris fournissent les matières organiques présentes dans le sol. Grâce à la décomposition, les matières organiques sont décomposées et transformées en nutriments que les plantes peuvent utiliser.

La minéralisation se produit également par décomposition, et par ce processus, les matières organiques deviennent inorganiques [7].

Le monde biologique, fournit ces éléments organiques importants qui sont si essentiels. Les plantes et les animaux, quand ils meurent, deviennent une fois de plus une partie du sol et ainsi le cycle continue.

Donc le sol donne la vie ; la vie se rend au sol.

#### 1.2.3 Gaz et eau du sol

L'air n'est ni solide ni liquide, mais une combinaison d'éléments gazeux que l'on trouve naturellement dans l'atmosphère terrestre. Dans le sol, les poches d'air permettent à l'eau de passer à travers le sol et dans les plantes qui poussent au-dessus et en dessous de la ligne de sol.

L'eau dans le sol contient habituellement des sels dissous et d'autres produits chimiques. L'eau est une partie essentielle du sol ; les plantes ne peuvent pas survivre sans elle. Certains sols, comme ceux à texture argileuse , retiennent l'eau beaucoup mieux que d'autres [7].

### 1.3 Caractéristiques et propriétés du sol

#### 1.3.1 Propriétés physiques d'un sol

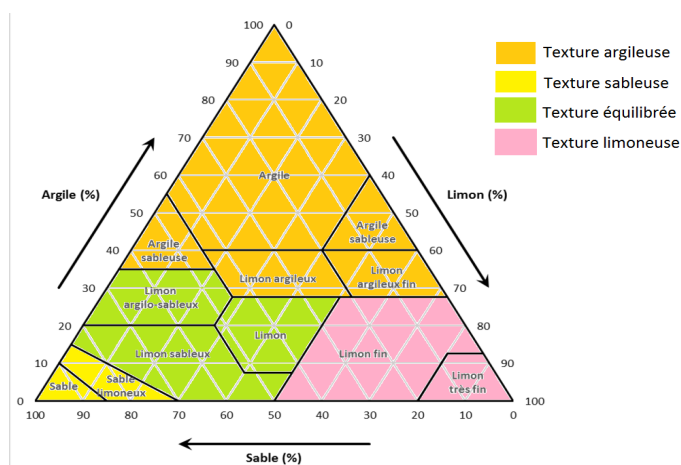
##### 1.3.1.1 Texture du sol

La texture désigne la sensation tactile produite par un sol. Elle est déterminée par les quantités respectives des particules de sable, de limon et d'argile présentes dans les échantillons de sol. Les particules de sable sont les plus grossières et sont granuleuses aux toucher, tandis que celles d'argile sont les plus fines, sont collantes et difficiles à comprimer, celles les classes texturales

est un groupe de sols basé sur ces proportions relatives (de sable, argile et limon)[9].

Les triangles de texture ont été conçus pour relier certaines des propriétés d'un échantillon de terre, jugées tactilement sur le terrain et correspondant à sa texture, son analyse granulométrique. Les côtés du triangle de texture du sol sont mis à l'échelle pour les pourcentages de sable, de limon et d'argile. Les pourcentages d'argile sont lus de gauche à droite dans le triangle (**figure 3.1**).

Il faut cependant noter que cette évaluation est faite pour un échantillon sans matière organique, alors qu'une texture stricto sensu, appréciée manuellement sur le terrain, en tient compte [9].



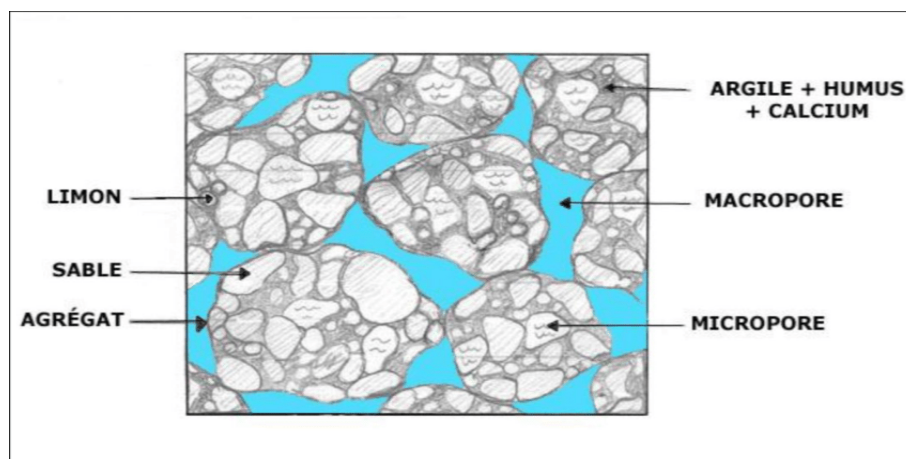
**Figure 3.1** :Triangle texturale [9] .

#### 1.3.1.2 Structure d'un sol

La structure est le résultat de l'organisation, du mode d'assemblage, à un moment donné, des constituants solides d'un horizon, considérés à un certain niveau d'observation : les agrégats, les micro-agrégats (argile/limon/sable) (**figure 4.1**).

Elle est définie par la disposition spatiale, la nature et l'intensité des liens entre ces éléments, tels qu'ils existent principalement au sein des agrégats présents dans les divers horizons de la couverture pédologique.

Elle caractérise, en négatif, l'organisation des pores à l'intérieur de l'horizon et donc des lieux où s'effectuent les principaux transferts de flux au sein de la couverture pédologique [10].



**Figure 4.1** : Structure du sol [11] .

La description des éléments structuraux d'un sol fait ressortir :

- Des assemblages élémentaires :

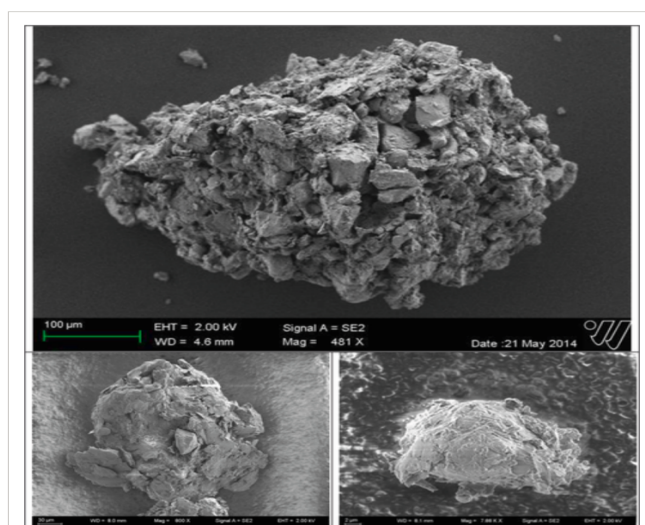
L'analyse micromorphologique des sols, par l'observation microscopique des lames minces, permet de décrire le squelette (constitué de particules observables isolément), le plasma (masse de laquelle les éléments ne sont pas discernables), la porosité (les chenaux des vers de terre, les divers types de pores inter et intra-agrégat) et les traits pédologiques ou inclusions, tels que les divers revêtements, les concrétions calcaires et ferrugineuses, les boulettes fécales, les débris de matière organique [10].

- Agrégats : les agrégats sont des particules de sol qui sont maintenues ensemble par l'argile humide, la matière organique (comme les racines), les gencives (des bactéries et des champignons) et par les hyphes fongiques.

Les agrégats sont relativement stables. La taille des agrégats varie d'environ 2 millièmes de millimètres de diamètre à environ 2 millimètres de diamètre.

Les pores du sol sont les espaces entre ces particules et entre ces agrégats du sol ; ils peuvent être pleins d'air ou contenir de l'eau.

La description macroscopique des agrégats porte principalement sur leur forme et leur taille (**figure 5.1**), mais on peut la compléter par des notions de couleur, d'aspect des faces d'agrégats, de cohésion et de compacité ou de relations avec les marques visibles de l'activité biologique [12].

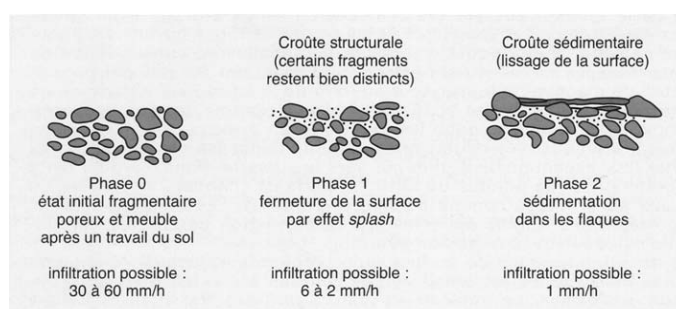


**Figure 5.1** : Micrographie électronique à balayage d'un microagrégat de sol séparé de deux luvisols [13].

La diversité des liens permettant l'agrégation des particules élémentaires dans les sols explique la diversité des méthodes de mesure de la solidité des agrégats, ou stabilité structurale [14].

Un sol ayant une bonne stabilité structurale est capable de résister à l'érosion et au compactage, d'assurer l'infiltration d'eau et de gaz, de contenir une quantité d'eau saine et d'améliorer l'accès des plantes aux nutriments, créant ainsi une base optimale pour les cultures.

Parmi les problèmes graves de dégradation de la structure du sol on cite la battance, qui se forme sous l'action des gouttes de pluie (énergie cinétique) (figure 6.1).



**Figure 6.1** : Stades de dégradation de la surface du sol et formation d'une croûte de battance sous l'action des pluies [15].

La sensibilité d'un sol à la battance, à l'origine de ruissellement voire d'érosion, si la zone

### 1.3. CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DU SOL

géologique n'est pas plane ou végétalisée, peut être évaluée par calcul de l'indice de battance IB, assez simples à réaliser [16], sachant que (1.1) :

$$Ib = \frac{((1.5 \times LF) + (0.75 \times LG))}{(A + 10MO)} - 0.2 \times (pH - 7) \quad (1.1)$$

Où :

A : Argile %                      LG : Linon grossier %                      LF : Limon fin %

MO : Matière organique %                      pH : Le potentiel hydrogène

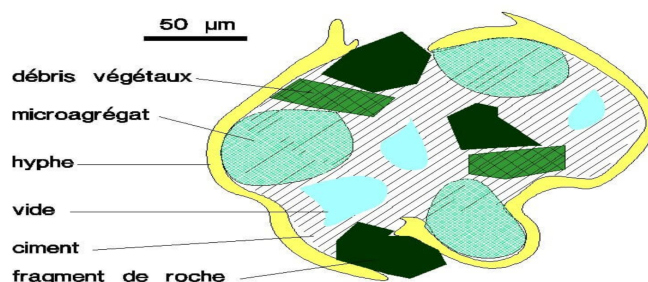
Les résultats trouvés sont interprétés par les données du (tableau 2.1), qui permet d'évaluer le risque de battance des sols et par conséquent la stabilité de leur structure.

**Tableau 2.1 :** Echelle d'appréciation de l'indice de battance [17]

IB	Comportement probable du sol
sup a 2	Très battant
2 à 1,8	Battant
1,8 à 1,6	Assez battant
1,6 à 1,4	Peu battant
1,4 à 1,2	Non battant

#### 1.3.1.3 porosité du sol

C'est le volume d'un sol qui n'est pas occupé par ses constituants solides (figure 7.1), elle correspond donc aux vides du sol qui peuvent être remplis par de l'eau et/ou l'air, en proportion variable selon les conditions climatiques [11].



**Figure 7.1 :** Structure schématique d'un macro-agrégat [11].

## 1.3.2 Propriétés hydriques d'un sol

### 1.3.2.1. Perméabilité du sol

C'est la propriété qu'a le sol de transmettre l'eau et l'air ; c'est une des qualités les plus importantes à prendre en considération pour chaque sol. Un sol imperméable perdra peu d'eau par infiltration. Plus le sol est perméable, plus l'eau s'infiltré.

La perméabilité est une propriété liés au nombre, à la taille et aux connexions des ouvertures dans la roche ou les sols plus précisément ; C'est une mesure de la facilité d'écoulement d'un fluide à travers un solide poreux.

Une roche ou un sol peut être extrêmement poreuse, mais si les pores ne sont pas reliés, elle n'aura pas de perméabilité [18].

La perméabilité d'un milieu poreux correspond à son aptitude à se laisser traverser par un fluide (liquide ou gaz) sous l'effet d'un gradient de pression [19].

La perméabilité mesurée par loi de Darcy(1856)(1.2)

$$Q = K \times S \times \left(\frac{H}{L}\right) \quad (1.2)$$

Avec :

$Q$  : Quantité d'eau percolée(mm<sup>3</sup>/h)

$H$  : Charged'eau(mm)

$L$  : longueurdelacolonnede terre(mm)

$S$  : Sur facedelasectiondelacolonne(mm<sup>2</sup>)

$K$  : conductivitéhydrauliqueoucoefficientdeperméabilité(mm/h)

### 1.3.2.2. Réserve hydrique

La réserve d'eau d'un sol est définie comme le volume d'eau contenu dans le sol à un moment donné. Ce volume d'eau est généralement exprimé en hauteur de la teneur en eau, facilement comparable à celle de la pluie et de l'évapotranspiration. C'est une variable dynamique qui change au fil du temps, influencée conjointement par les précipitations et l'évapotranspiration.

Cependant, toute l'eau du sol n'est pas disponible pour être utilisée par les plantes (figure 8.1), soit parce que les racines n'ont pas colonisé tout le volume du sol, soit parce que l'eau est trop solidement retenue par le sol pour être extraite par les racines [20].

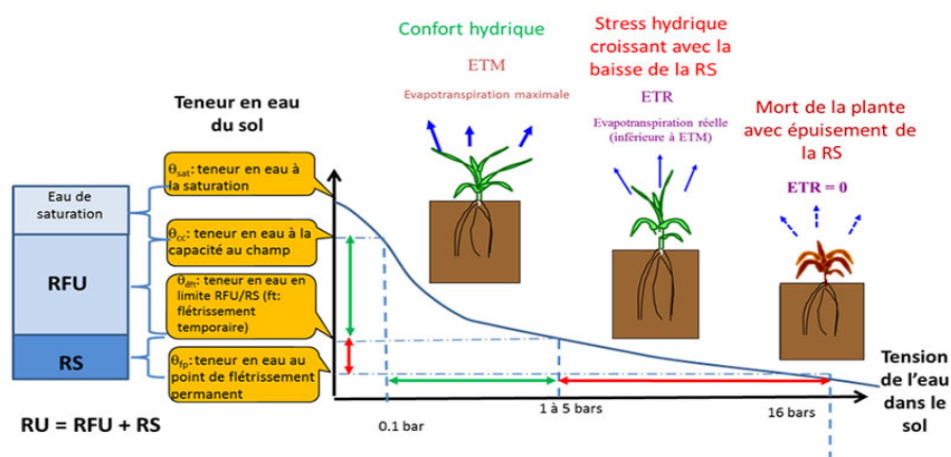


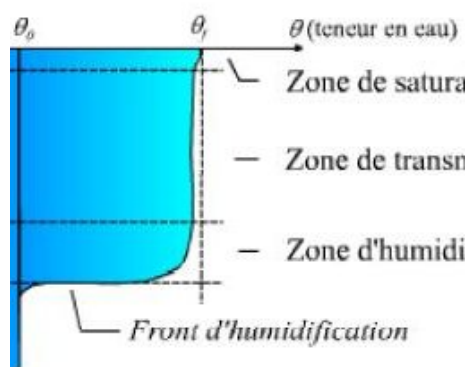
Figure 8.1 : Évolution de la réserve en eau du sol et la consommation en eau d'une culture[21].

### 1.3.2.3. Régime hydrique d'un sol

Le "régime hydrique" du sol est la succession des états d'humidité du sol dans ses différentes couches au cours du cycle saisonnier annuel.

De même le "régime de température" du sol est la succession des niveaux de température dans les diverses couches du sol au cours du cycle saisonnier annuel [22].

La variabilité spatiale et temporelle de la teneur eau dans le sol est décrite par des profils d'infiltration (profils hydrique)(figure 9.1).



**Figure 9.1 :** Caractéristiques du profil hydrique au cours d'une infiltration [23].

Il est évident que la connaissance des régimes hydrique et de température des sols est importante pour la réussite d'une agriculture moderne intensive en culture pluviale et pour comprendre et expliquer les phénomènes qui interviennent dans la pédogenèse et conditionnent le développement (passé et présent) des caractéristiques physiques et chimiques du sol [22].

### 1.3.3 Propriétés chimiques d'un sol

#### 1.3.3.1 Capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol est une mesure de la quantité des sites chargés négativement sur la surfaces du sol qui peuvent retenir des ions chargés positivement (cations) tels que le calcium ( $Ca^{2+}$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ) et le potassium ( $K^+$ ), par des forces électrostatiques.

Les cations maintenus électrostatiquement sont facilement échangeables avec les cations dans la solution du sol, de sorte qu'un sol avec une CEC élevée a une plus grande capacité à maintenir des quantités adéquates de  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  et  $K^+$  qu'un sol avec une CEC faible [24].

Un sol ayant une CEC plus élevée n'est pas nécessairement plus fertile parce que la CEC d'un sol peut aussi être occupée par des cations acides comme l'hydrogène ( $H^+$ ) et l'aluminium ( $Al^{3+}$ ).

Toutefois, lorsqu'elle est combinée à d'autres mesures de la fertilité des sols, la CEC est un bon

indicateur de la qualité et de la productivité des sols.

Les sites d'échange de cations se trouvent principalement sur les minéraux argileux et les surfaces de matière organique (MO). La matière organique du sol développera une CEC plus élevée à un pH presque neutre que dans des conditions acides (CEC dépendant du pH).

Par conséquent, l'ajout d'une matière organique augmentera probablement la CEC du sol au fil du temps [24].

D'autre part, la CEC d'un sol peut également diminuer avec le temps, par effet naturel ou acidification et/ou décomposition du MO induite par les engrais.

La CEC du sol est normalement exprimée en deux ensembles d'unités équivalentes en chiffres : Meq/100 g (milliéquivalents de charge par 100 g de sol sec) ou cmol/kg (centimoles de charge par kilogramme de sol sec) [24].

#### 1.3.3.2 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité inhérente d'un milieu à transporter un courant électrique.

Parce que la CE d'une solution aqueuse est étroitement liée à la concentration totale d'électrolytes dissous (solutés ioniques) dans la solution, elle est couramment utilisée comme expression de la concentration totale de sel dissous d'un échantillon aqueux, même s'il est également affecté par la température de l'échantillon et par les mobilités, valences et concentrations relatives des ions individuels composant la solution.

De plus, tous les solutés dissous n'existent pas en tant qu'espèces chargées; certains se combinent pour former des paires d'ions, et certaines des paires d'ions sont neutres et ne contribuent pas à la conductivité électrique [25].

Le terme salinité désigne la présence des principaux solutés inorganiques dissous, essentiellement  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$  et  $CO_3^{2-}$ , dans les échantillons aqueux. Appliqué aux sols, il désigne les sels solubles plus facilement soluble dans le sol ou, plus généralement, dans un extrait aqueux d'un échantillon de sol.

La salinité est quantifiée en termes de concentration totale (ou occasionnelle, la teneur) de ces sels solubles. Le diagnostic, l'évaluation, la gestion et le besoin de régénération des sols salins et l'adéquation des eaux à diverses fins, y compris l'irrigation, sont évalués à l'aide d'informations sur la salinité du sol et de l'eau [26].

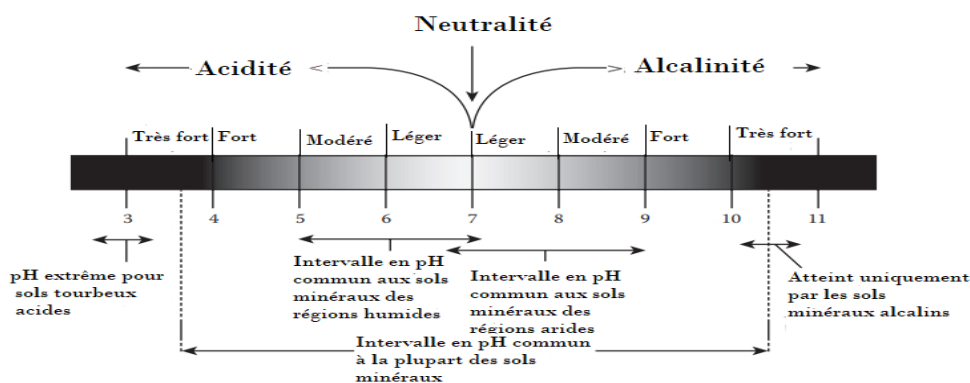
Pour l'interprétation, les valeurs de la conductivité électrique sont réparties en 5 classes (**tableau 3.1** ).

**Tableau 3.1** : Interprétation de la conductivité électrique .[27]

CE l/10 (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Degré de salinité du sol
>250]	Non salé
[250 - 500 [	Légèrement salé
[500 - 1000[	Salé
[1000 - 2000[	Très salé
>2000	Extrêmement salé

### 1.3.3.3.L'acidité (le pH) du sol et son pouvoir tampon

Le pH est une mesure de l'acidité/alcalinité du sol. L'intervalle va de 0 à 14, 7 (**figure 10.1**).



**Figure 10.1** : L'échelle de pH trouvées dans les sols.[28]

L'acidification des sols est la conséquence de processus naturels qui se produisent dans les écosystèmes la nature chimique de la pluie et des autres eaux en contact avec le sol, l'entretien de la terre et par les activités des organismes vivants dans le sol (végétaux, animaux et microorganismes).

Habituellement, l'acidification des sols est un processus lent. Les sols acides sont donc courants

### 1.3. CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DU SOL

dans les régions où l'écosystème et le développement des sols se sont poursuivis pendant de longues périodes géologiques [29].

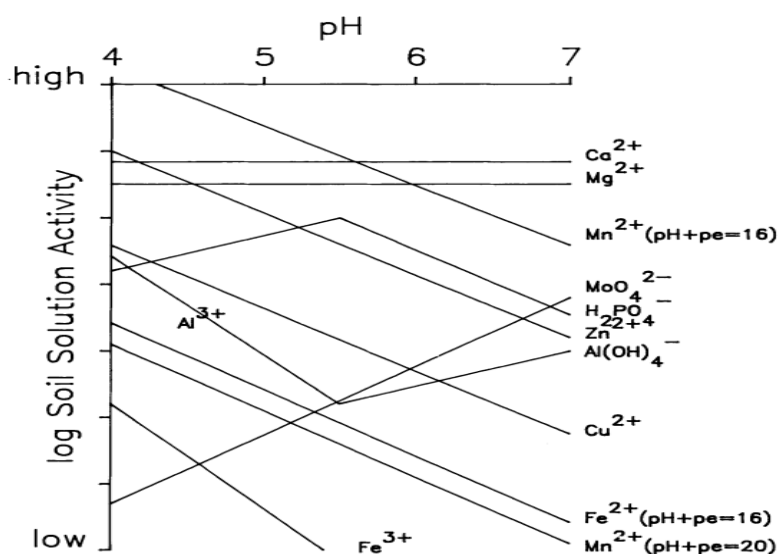
L'acidité du sol est d'une importance primordiale pour déterminer la quantité d'éléments nutritifs en solution et donc la disponibilité des éléments essentiels dans les sols.

Pour illustrer ce point, on donne exemples de types de réactions d'éléments importants dans la nutrition des plantes avec les ions  $H^+$  (tableau 4.1) et la façon dont les activités des divers ions dans la solution du sol changent en fonction du pH (figure 11.1), sont présentés pour les systèmes de sol dominés par des surfaces colloïdales inorganiques.

Pour un certain nombre d'éléments nutritifs, la présence Comme le pH de l'eau, le pH du sol est mesuré sur une échelle logarithmique [29].

**Tableau 4.1 :** Effet de l'acidité sur certaines réactions du sol d'éléments importants pour la nutrition des plantes .[30]

Element	Reaction with $H^+$
N	$R-NH_2 + 2O_2 \rightarrow R-OH + H^+ + NO_3^-$ $2HNO_3 + 10H^+ \rightarrow N_2 + 6H_2O$
P	$Soil-Fe(OH)_3(s) + H^+ + H_2PO_4^- \rightleftharpoons Soil-FePO_4 \cdot 2H_2O(s) + H_2O$ $Ca_5(PO_4)_3OH(s) + 7H^+ \rightleftharpoons 5Ca^{2+} + 3H_2PO_4^- + H_2O$
K	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2 + 10H^+ \rightleftharpoons K^+ + 3Al^{3+} + 3H_4SiO_4^0$
Ca	$CaCO_3(s) + 2H^+ \rightleftharpoons Ca^{2+} + H_2O + CO_2$
Mg	$MgCO_3(s) + 2H^+ \rightleftharpoons Mg^{2+} + H_2O + CO_2$ $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot 2H_2O + 6H^+ \rightleftharpoons 3Mg^{2+} + 4H_4SiO_4^0$
S	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6(s) + 6H^+ \rightleftharpoons K^+ + 3Al^{3+} + 2SO_4^{2-} + 6H_2O$ $R-SH_2 + 2O_2 \rightarrow R + 2H^+ + SO_4^{2-}$
Cu	$Soil-Cu(s) + 2H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + Soil-2H(s)$
Zn	$Soil-Zn(s) + 2H^+ \rightleftharpoons Zn^{2+} + Soil-2H(s)$
Mn	$MnO_2(s) + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$
Fe	$Soil-Fe(OH)_3(s) + 3H^+ \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3H_2O$ $Soil-Fe(OH)_3(s) + 3H^+ + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+} + 3H_2O$
B	$Soil(Al,Fe)O-H_2BO_3(s) + H_2O + H^+ \rightleftharpoons Soil(Al,Fe)O-OH_2^+ + H_3BO_3$
Mo	$2Fe(OH)_3(s) + 3MoO_4^{2-} + 6H^+ \rightleftharpoons Fe_2(MoO_4)_3(s) + 6H_2O$
Si	$Al_2Si_2O_5(OH)_4(s) + 6H^+ \rightleftharpoons 2Al^{3+} + 2H_4SiO_4^0 + H_2O$
Al	$Al(OH)_3(s) + 3H^+ \rightleftharpoons Al^{3+} + 3H_2O$
CEC/AEC	$Soil-O^- + H^+ \rightleftharpoons Soil-OH^0 + H^+ \rightleftharpoons Soil-OH_2^+$
Exchange	$Soil-M^{n+} + nH^+ \rightleftharpoons Soil-H_n^+ + M^{n+}$



**Figure 11.1 :** Effet du pH sur l'activité en solution de certains éléments importants pour la nutrition des plantes [31].

Le pH du sol donne une indication de ses propriétés chimiques et de sa fertilité et l'activité des substances chimiques du sol affecte son pH.

Certaines plantes ne poussent qu'à une valeur donnée de pH.

Le pH du sol affecte également le pH des eaux souterraines ou des cours d'eaux et lacs avoisinants.

En présence d'un nombre donné d'ions  $H^+$  ; la capacité tampon de pH est la principale propriété du sol qui détermine le pH de la solution du sol et notre capacité à manipuler facilement et économiquement le pH des sols acides [32].

#### 1.3.3.4. Calcaire total

Les sols calcaires ont généralement une teneur élevée en carbonate de calcium ( $CaCO_3$ ) qui influe sur les propriétés du sol liées à la croissance des plantes, notamment le pH élevé, la faible CEC, la faible disponibilité de nutriments végétaux comme le phosphore (P) et la plupart des oligoéléments, perte de nutriments par percolation profonde, faible teneur en matière organique (MO), déséquilibre nutritionnel entre des éléments tels que K, Mg et Ca ainsi que la formation de croûtes de sol et son effet sur les semis émergents [33] [34] .

Nous pouvons déduire si le sol est calcaire par le pourcentage de  $CaCO_3$  total (tableau 5.1).

**Tableau 5.1** :Interprétation des pourcentages du calcaire total [35].

Calcaire total en %	0,5	5	10	25	50	
Le sol est :	Non calcaire	Très faible en calcaire	Faible en calcaire	Calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire

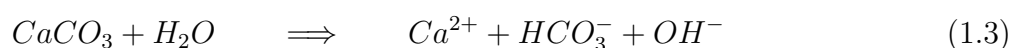
Les sols peuvent aussi devenir calcaires par une longue période d'irrigation avec de l'eau contenant du  $CaCO_3$  [36] .

Les carbonates de calcium secondaires sont formés dans des conditions climatiques arides et semi-arides lorsque la concentration de carbonate dans la solution du sol reste élevée.

L'accumulation commence dans les pores fins et moyens à la surface de contact entre les particules de sol[37].

Cette accumulation peut être plutôt concentrée dans une zone étroite du soluté ou plus dispersée, selon la quantité et la fréquence des précipitations, la topographie, la texture du sol et la végétation [38].

Les sols calcaires sont alcalins en raison de la présence de  $CaCO_3$  , qui domine leur chimie. Selon le produit de solubilité du  $CaCO_3$ , la dissolution entraîne une concentration élevée de  $HCO_3^-$  dans la solution, qui tamponne le sol dans la plage de pH de 7,5 à 8,5 [39] comme l'équation (1.3) :



### 1.3.3.5. Calcaire actif

Calcaire actif est celui qui se dissout très lentement en raison de l'action des bactéries et des racines dans le sol. Il réapprovisionne le réservoir du sol en calcium ( échangeable ).

Dans les sols, le  $CaCO_3$  actif, une estimation du  $CaCO_3$  dans les particules d'argile et de limon fin s'est avéré être un indice de site plus efficace pour plusieurs espèces d'arbres que le  $CaCO_3$

total [40].

e **Tableau 6.1** : Interprétation du calcaire actif [35].

Calcaire Actif en %	5	10	20
Le sol est :	Faible	Assez élevé	Très élevé

En général, le  $CaCO_3$  actif supérieur à 7-9% a causé des incidences de croissance rabougrie et de chlorose (**tableau 6.1**) [40].

Des niveaux élevés de  $CaCO_3$  actif dans la profondeur de 0 à 30 cm du sol étaient liés à l'enrichissement du  $CaCO_3$  dans la fraction argileuse. Le pourcentage de chaux active est un paramètre développé pour le diagnostic de la sensibilité aux chloroses des cultures sur sols calcaires [41].

Il s'agit d'une mesure indirecte de la distribution des particules ou de la surface du  $CaCO_3$  et donne une estimation du  $CaCO_3$ , dans la fraction argileuse et limoneuse fine, qui est indirectement responsable des réductions de croissance des plantes et des troubles physiologiques tels que la chlorose [42] , [43].

#### 1.3.3.6. Gypse

Le gypse est le nom usuel du sulfate de calcium, un produit chimique de la famille des sels. Comparé au sel commun (chlorure de sodium), le gypse contient du calcium et du soufre et n'est que légèrement soluble dans l'eau [44].

Le gypse se retrouve partout dans la nature sous forme de cristaux incolores, blancs ou bruns.

Le gypse fonctionne de deux façons :

Il est dissous par la pluie ou l'eau d'irrigation et pénètre dans la solution du sol ,appelé l'effet électrolytique ("électrolyte" signifie "solution saline").

Cet effet est basé sur le fait que, à mesure que la salinité de l'eau infiltrée dans le sol augmente, le gonflement et l'épandage argileux de l'eau contenant du sodium diminuent. Cela se produit avec tous les types de sel, pas seulement le gypse.

Le second effet est spécifique aux sels de calcium, y compris le gypse, elle repose sur le fait que les cations présents dans le sol comme le calcium ( $Ca^{2+}$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ), le sodium ( $Na^+$ ) et le potassium ( $K^+$ ) sont liés par l'électricité aux particules d'argile et peuvent être échangés [44].

#### 1.3.4 Propriétés biologiques du sol

##### 1.3.4.1. Matière organique

La grande majorité de tous les C et N organiques dans l'environnement terrestre du monde est présente sous forme de matière organique du sol [45], qui contient environ  $1,5 \times 10^{18}$  g de C et  $0,095 \times 10^{18}$  g de N [46].

En plus de son importance en tant que réservoir de C, N et autres nutriments, ce réservoir de matière organique du sol possède de nombreuses propriétés qui définissent les attributs structurels et fonctionnels des écosystèmes naturels et agricoles.

Les avantages de la matière organique du sol dans la production agricole sont reconnus depuis des siècles [47], (**figure 12.1**).

La matière organique est très importante en ce qui concerne l'agrégation du sol, la capacité d'échange cationique, l'approvisionnement en nutriments, l'eau du sol, l'activité biologique et d'autres caractéristiques du sol.

Les matières organiques du sol sont sensibles aux changements de température, aux précipitations et aux concentrations atmosphériques de  $CO_2$ .

Les ajouts répétés de matière organique aux sols, qui proviennent normalement de résidus végétaux et animaux, et les processus biologiques, chimiques et physiques qui s'ensuivent, créent un système très complexe et dynamique.

Ce système complexe a attiré l'attention des chimistes dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, lorsque les procédés d'extraction acide et alcaline ont été utilisés pour la première fois pour éliminer la matière organique des sols [48].

Dans les années 1940, les isotopes de C et de N sont utilisés dans les études des transformations

de ces éléments lors de la décomposition de la matière organique [49].

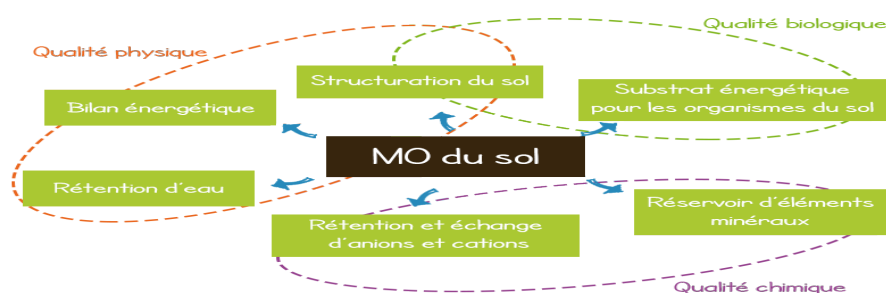


Figure 12.1 : Les rôles de la matière Organique dans le sol [50].

#### 1.2.4.2. Azote du sol

L'azote existe dans le système du sol sous de nombreuses formes et change (se transforme) très facilement d'une forme à l'autre.

La voie que suit l'azote à l'intérieur et à l'extérieur du sol est appelée collectivement le cycle de l'azote .

Le cycle de l'azote est influencé biologiquement. Les processus biologiques, à leur tour, sont influencés par les conditions climatiques dominantes ainsi que les propriétés physiques et chimiques d'un sol particulier [51].

L'azote atmosphérique est le principal réservoir d'azote dans le cycle azote (l'air contient 79 % de gaz  $N_2$ ).

Bien que la plupart des plantes n'en aient pas, de grandes quantités de  $N_2$  peuvent être utilisées par les légumineuses par fixation biologique de l'azote [51].

Dans ce processus biologique, les bactéries *Rhizobium* formant des nodules habitent les racines des légumineuses et, par une relation symbiotique, convertissent le  $N_2$  atmosphérique en une forme que la plante peut utiliser.

L'azote organique présent dans la matière organique du sol, les résidus de culture et le fumier est converti en azote inorganique par le processus de minéralisation.

Les analyses N totales peuvent être divisées en deux catégories : humide - oxydation (p. ex.,

méthode Kjeldahl) ou sèche - combustion (p. ex., méthode Dumas) [51].

### 1.4 Notion de fertilité d'un sol

La fertilité du sol est l'état d'un sol en ce qui concerne sa capacité à fournir des éléments essentiels à la croissance des plantes sans une concentration toxique d'aucun élément.

La fertilité du sol est déterminée ou évaluée à l'aide de diverses techniques, et cette information sert de base aux recommandations d'engrais.

Les évaluations de la fertilité des sols sont basées sur des observations visuelles et des tests des plantes et des sols.

Les principales techniques utilisées pour évaluer la fertilité du sol sont les symptômes de carence végétale, l'analyse de la teneur en éléments nutritifs des tissus végétaux et les analyses du sol pour déterminer la quantité d'éléments nutritifs disponibles[52].

Pour qu'un sol produise des rendements élevés, il doit être fertile pour les cultures.

Il ne s'ensuit pas, cependant, qu'un sol fertile produira des rendements élevés. Des rendements élevés ou une productivité du sol élevée dépendent de systèmes de gestion optimaux.

De nombreux sols fertiles existent dans les régions arides mais, dans les systèmes de gestion qui ne comprennent pas l'irrigation, ces sols sont improductifs[52].

#### 1.4.1 Facteurs de fertilité du sol

##### 1.4.1.1 Facteurs physiques

###### a) Climat

Parmi les caractéristiques du climat, la température et les précipitations sont celles qui affectent la fertilité du sol.

Le rendement des cultures obtenues dans les champs dépend des précipitations et de la température.

Celles dernières sont largement influence par les gaz .

L'augmentation de la température et les faibles précipitations ont un impact négatif sur le sol et provoquent une période de sécheresse [53].

Le ruissellement de surface et les inondations sont là s'il y a plus de pluie dans une zone. Donc, ces deux facteurs ont un impact négatif sur la production agricole et il y aura moins de fertilité du sol.

La température influe sur la présence de matière organique et sur le fonctionnement des microorganismes dans le sol.

Ils le font en affectant la présence des plantes ou d'autres herbes, arbustes. Les endroits où la température est élevée auront une faible présence de ceux-ci et donc moins de matière organique.

Les températures plus élevées entraînent la salinisation du sol et augmentent les taux d'évaporation et l'accumulation de sels (p. exemple , chlorure de sodium, sulfate de calcium et de magnésium et chlorure) dans les couches superficielles du sol [53].

#### **b) Capacité de rétention en eau**

La rétention d'eau est utile à de nombreuses fins agronomiques et pour mesurer les différences relatives dans la rétention d'eau disponible à l'intérieur et entre les sols [54].

La cohésion est impliquée dans le maintien des molécules d'eau ensemble.

L'échantillon de sol dans lequel le sable domine aura moins de capacité de rétention d'eau. La matière organique du sol a une forte capacité de rétention de l'humidité et est un facteur important contribuant à la capacité de rétention d'eau disponible [55].

Il s'agit d'un facteur important à prendre en considération pour choisir les plantes à cultiver et déterminer la quantité d'eau à épandre par irrigation. La disponibilité de l'eau dans le sol est un bon indicateur de la fertilité du sol et aide les racines à atteindre de grandes profondeurs.

La teneur en matière organique , la texture du sol, la structure du sol et la densité globale influent sur la capacité de rétention de l'eau [56].

### c) Densité apparente du sol

La fertilité du sol dépend également de sa densité apparente. En règle générale, le sol à utiliser ne doit pas être compacté. Ou bien, il peut facilement obstruer la pénétration des racines.

Si cela se produit, il sera difficile pour les racines d'atteindre les nutriments dont elles ont besoin, un mauvais passage de l'eau à travers le sol, un mauvais échange de gaz ou d'air.

Les sols dans lesquels le sable domine ont une densité apparente élevée et les sols dans lesquels le limon et l'argile dominant ont une faible densité apparente, bien que ces sols ne soient pas facilement déplacés par une force externe [57].

#### 1.4.1.2 Facteurs chimiques

##### a) Les éléments nutritifs

L'utilisation du mot " nutrition " peut porter à confusion, car la nutrition des plantes est un terme général qui s'appliquerait à tous les aspects de la croissance des plantes. La nutrition des minéraux végétaux serait liée uniquement aux éléments identifiés comme minéraux dont la présence ou l'absence pourrait affecter la croissance des plantes [58].

Il y a plus de 100 éléments chimiques, mais les scientifiques ont découvert que seulement 17 d'entre eux sont essentiels à la croissance des plantes (tableau 7. 1).

**Tableau 7.1 :** Éléments essentiel, rôle dans la plante et source[58].

Élément	RÔLE DANS LA PLANTE	SOURCE
Carbon (C)	Constituants des glucides, nécessaires à la photosynthèse	Air
Hydrogène (H)	Maintient l'équilibre osmotique ; important dans de nombreux des réactions Biochimiques constitué de glucides	Eau
Oxygène (O)	Constituants des glucides, nécessaires à la respiration	Air/Eau
L'Azote (N)	Constituants des protéines, de la chlorophylle et des acides nucléiques Constituants de nombreuses protéines, coenzymes, acides nucléiques et métaboliques	Air/Sol
Phosphores (P)	Substrats ; important dans le transfert d'énergie	Sol
Potassium (K)	Impliqué dans la photosynthèse, la translocation des glucides, la protéine synthèse, etc. Une composante des parois cellulaires ; joue un rôle dans la structure et la perméabilité	Sol
Calcium (Ca)	membranes	Sol
Magnésium (Mg)	Activateur enzymatique, composant de la chlorophylle	Sol
Soufre (S)	Composante importante des protéines végétales	Sol
Bore (B)	Considéré comme important pour la translocation du sucre et les glucides métabolisme	Sol
Chlore (Cl)	Participe à la production d'oxygène dans la photosynthèse	Sol
Cuivre (Cu)	Catalyseur pour la respiration; composant de diverses enzymes	Sol
Fer (Fe)	Participe à la synthèse chlorophylle et aux enzymes pour le transfert d'électrons	Sol
Manganèse (Mn)	Contrôle plusieurs systèmes de réduction de l'oxydation et de photosynthèse	Sol
Molybdène (Mo)	Participe à la fixation de l'azote et transforme le nitrate en ammonium	Sol
Nickel (Ni)	Nécessaire au bon fonctionnement de l'enzyme, de l'uréase, et s'est avéré être nécessaire à la germination des graines	Sol
Zinc (Zn)	Impliqué dans des systèmes enzymatiques qui régulent diverses activités métaboliques	Sol

Pour être considéré comme essentiel, l'élément doit répondre aux critères suivants :

- La plante ne peut pas terminer son cycle de vie (de la semence à la nouvelle semence) sans elle.
- La fonction de l'élément ne peut pas être remplacée par un autre élément.
- L'élément est directement impliqué dans la croissance et la reproduction de la plante.
- La plupart des plantes ont besoin de cet élément pour survivre.

Le quatrième critère est utilisé parce que certaines plantes spécifiques ont besoin de certains éléments [58].

Par exemple, certaines cultures réagissent à la silice (Si) lorsqu'elles sont cultivées sur des sols fortement altérés.

Leur carence peut causer la croissance retardée des plantes, un sol infertile, des feuilles jaunes et même la mort des plantes.

Par conséquent, la bonne alimentation est vraiment nécessaire pour la croissance de la plante. La plante en l'absence de tout facteur grandira seulement au point où le facteur n'est plus le facteur limitant et c'est pourquoi la fourniture excessive de nutriments au-delà de cette limite est inutile[57].

##### 1.4.3.3 Facteurs biologiques

La capacité des organismes vivant dans le sol (micro-organismes, faune et racines) à contribuer aux besoins nutritionnels des plantes et des animaux d'alimentation pour la productivité, la reproduction et la qualité tout en maintenant des processus biologiques qui contribuent positivement à l'état physique et chimique du sol [57].

##### a) La matière organique

La matière organique est formée par les corps morts d'animaux et de plantes, de champignons, d'insectes, etc.

L'humus, la litière et les déjections animales constituent de la matière organique. Le sol contient environ 5% de matière organique, donc une grande partie de la fertilité du sol lui doit [57].

### b) La faune et les micro-organismes

Nous considérons parfois le sol comme une simple source d'éléments nutritifs pour les plantes ; en fait, c'est un écosystème complexe qui abrite des bactéries, des champignons, des protistes et des animaux [59], [60].

Les plantes présentent un large éventail d'interactions avec ces organismes terricoles, qui couvrent toute la gamme des possibilités écologiques (compétitives, exploitantes, neutres, commensales, mutualistes) [61].

Le micro-organisme peut indirectement aider à orienter la disponibilité des éléments nutritifs en améliorant l'interface racine du sol et peut aider à la disponibilité des éléments nutritifs et à leur assimilation [62].

Les activités de la faune (figure 13.1) pédologique qui ont une incidence importante sur la structure du sol [63] découlent des éléments suivants [64] :

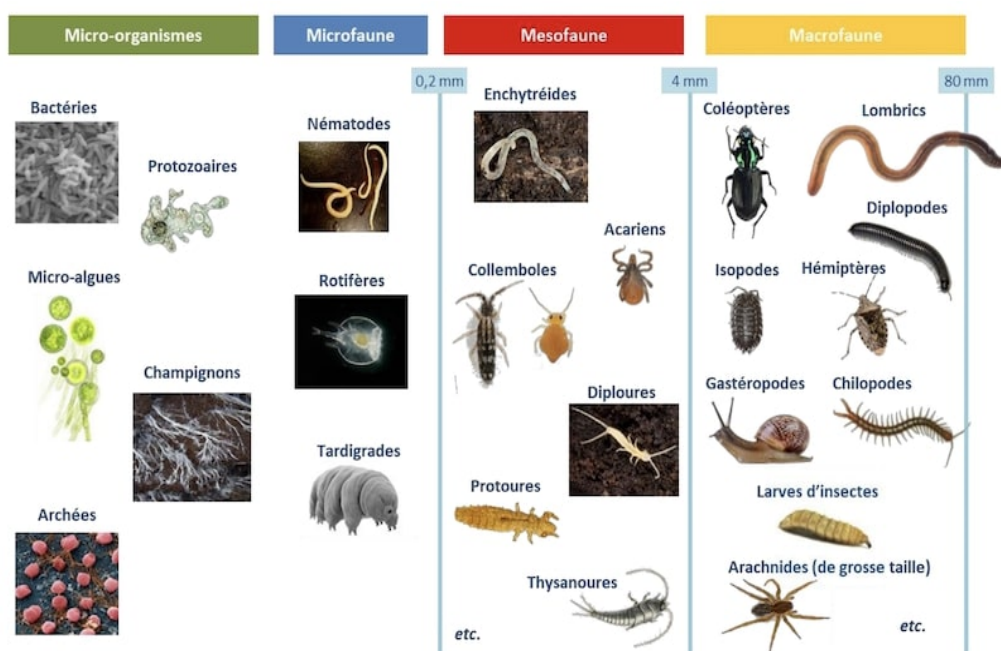


Figure 13.1 : Différents groupes de la biodiversité du sol classés par taille [65].

#### 1.4. NOTION DE FERTILITÉ D'UN SOL

---

- Creusement et excavation à la recherche de nourriture, construction d'espaces de vie ou de chambres de stockage dans le sol ou au-dessus de la surface du sol (p. ex., vers de terre, termites, fourmis);
- Transport actif de sols excavés ou ingérés qui sont déposés ailleurs (p. ex., fourmis, vers de terre);
- Ingestion de matériaux du sol (p. ex., vers de terre, termites)
- Production de granules fécales (p. ex., microarthropodes);
- Utilisation d'excréments, de mucus ou de sécrétions salivaires pour tapisser les galeries ou les galeries ou pour coller des matériaux (p. ex., termites, vers de terre);
- Collecte de litière végétale, de fumier animal, d'excréments à la surface du sol et de leur incorporation dans le sol avec ou sans digestion préalable (p. ex., vers de terre, Dung beetles).

———— Chapitre 2 ————

---

Description du milieu physique de la  
zone d'étude

---

## 2.1 Introduction

Ce chapitre résume l'ensemble des données de base sur le milieu physique de la région d'étude (Ouled Derradj), il s'agit de : la situation géographique, l'hydrologie, la géologie, la pédologie arrivant à la fin à une synthèse des données climatiques.

## 2.2 Situation géographique de la région étudiée

La commune d'Ouled Derradj est située à l'Est de la wilaya de M'Sila. Elle est limitée au Nord par la commune de Maadid, au Sud par la commune de Souamaa, à l'Est par commune de Ouled Addi Guebala et à l'Ouest par la commune de M'tarfa ( **figure 1.2**).

La région est caractérisé par une altitude comprise entre 524m et 546m (**figure 2.2**) avec les coordonnées géographiques : Latitude : 35.6833, Longitude : 4.78333 35°40'60" Nord, 4°46'60" Est.

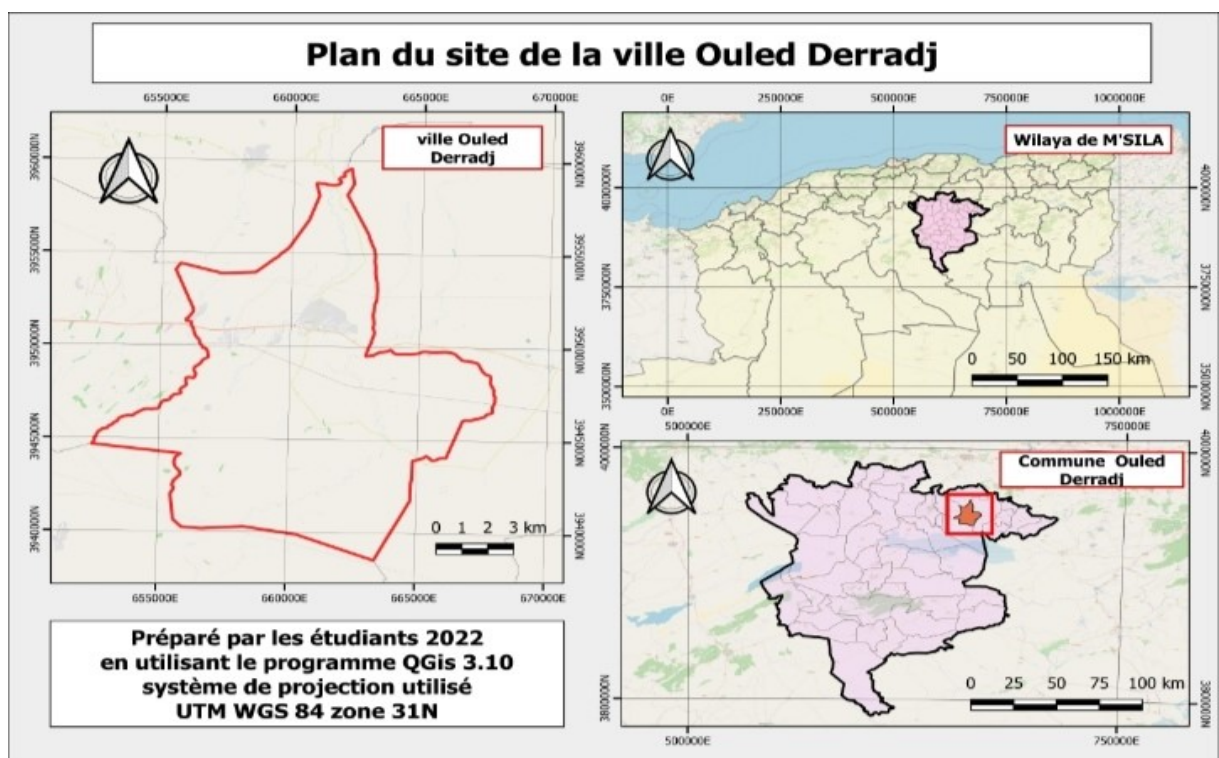


Figure 1.2 : Situation géographique de la commune d'Ouled Derradj.

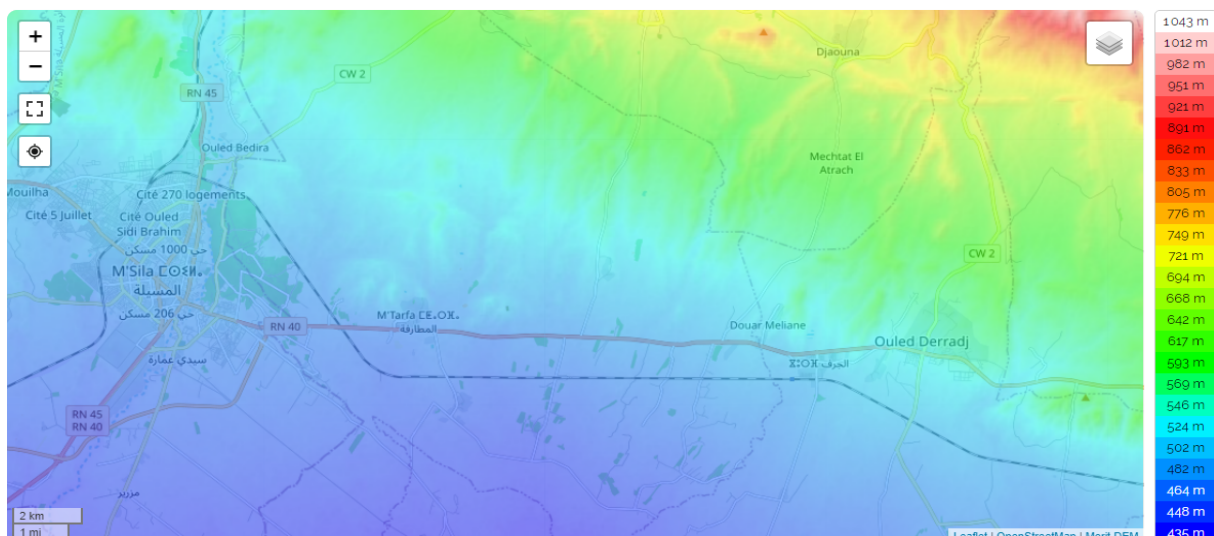


Figure 2.2 : Carte de relief de la zone d'Ouled Derradj [66].

## 2.3 Hydrologie de la zone d'étude

D'après (Daira d'Ouled Derradj, 2018 cité par [67], le réseau hydrographique est représenté par des Oueds avec écoulement temporaires (Oued Tabia, Oued Oulten, Oued Zitoun, Oued Djefine, Oued Selman, Oued Eluaise) avec une existence d'un petit barrage (Oulten) capacité de  $0.85 \text{ Hm}^3/cm$ .

Les ressources hydriques dans cette région se caractérise aussi par l'existence de 154 puits artésien, 15 puits traditionnels, un transformateurs hydrauliques [68].

## 2.4 Géologie de la région d'Ouled Derradj

D'après la carte géologique de la région du Hodna (figure 3.2), la région d'Ouled Derradj présente les formation suivantes :

Miocène supérieur est formé par marne gypseuses avec intercalations gréseuses.

Miocène inférieur est formé par marne gypseuses avec calcaire gréseux à la base.

Pontien est formé par marne gréseuses et quelques conglomérats gypseux.

Quaternaire et Nummulitique.

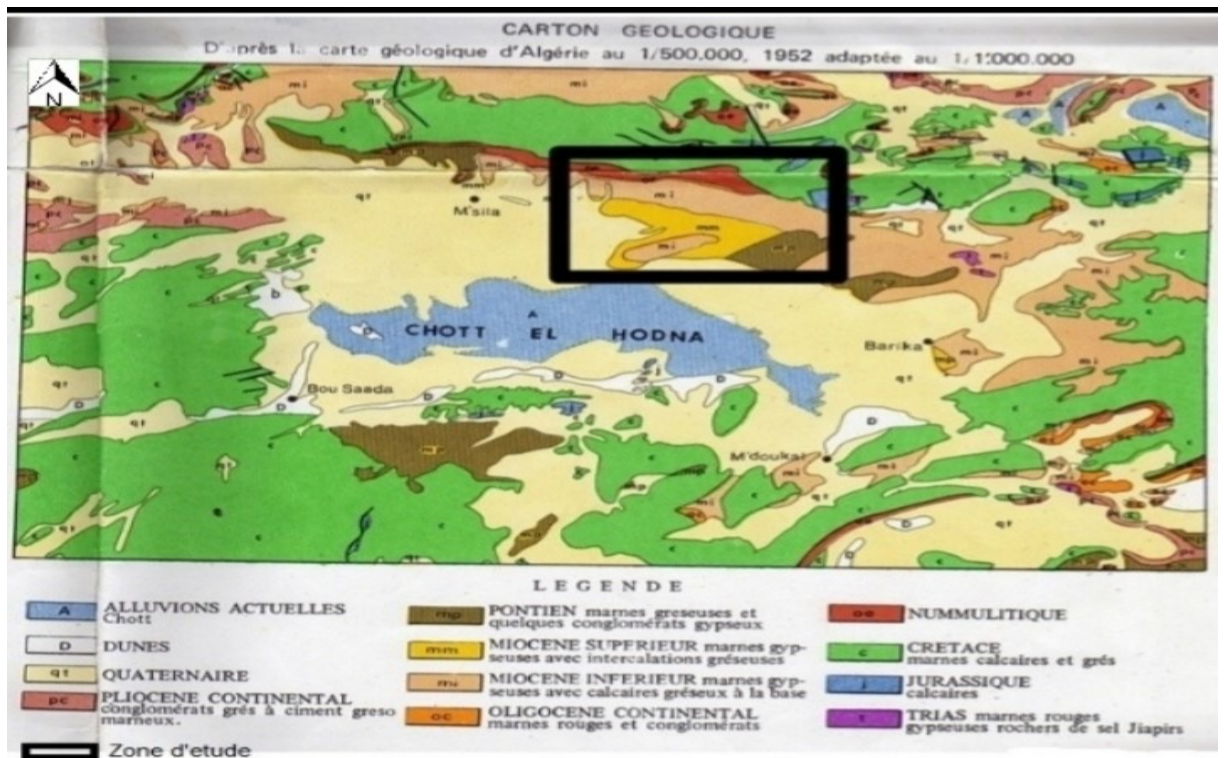


Figure 3.2 : Carte géologique de la région du Hodna et situation de la zone d'étude [69].

## 2.5 Pédologie de la zone d'étude

Selon la carte pédologique de la région de Hodna (figure 4.2), la zone d' Ouled Derradj est caractérisée par différents types de sol, il sagit principalement de :

Siérozems et sol gypseux

Lithosol et sol à encroutement calcaire

Sol peu évolués alluviaux

Siérozems

Sol halomorphes

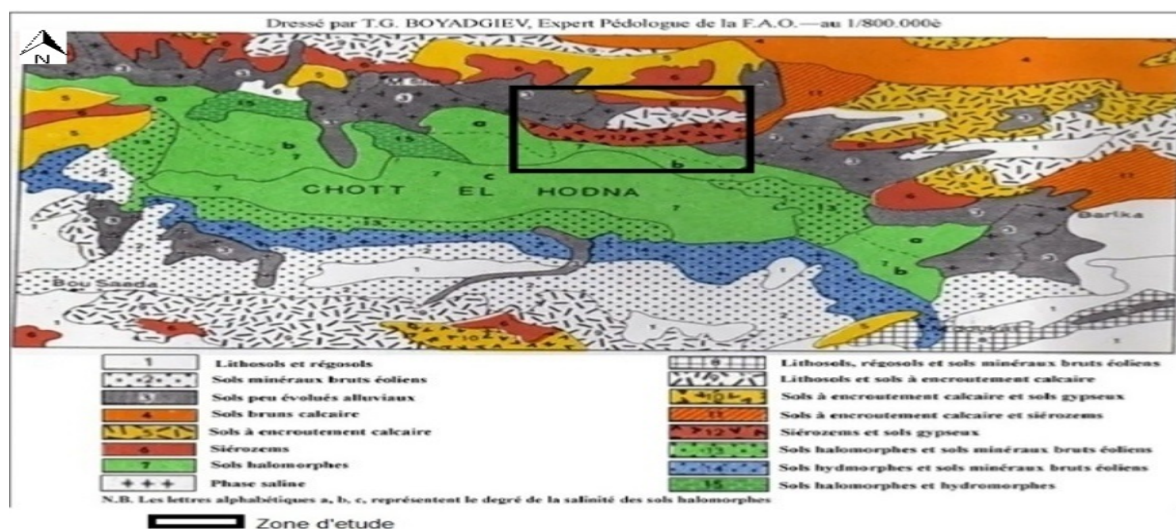


Figure 4.2 : Carte pédologique de la région du HODNA et situation de la zone d'étude. [69]

## 2.6 Caractérisation climatique de la zone d'étude

### 2.6.1 Origine des données climatiques

Dans le but de décrire, de présenter et de caractériser le climat de la zone d'étude et suite à l'absence d'une station météorologique dans notre région étudiée, on a utilisé les données fournis par la station météorologique de M'Sila durant la période (2006-2016) (d'autant plus qu'on n'a pas besoin d'utiliser la méthode d'extrapolation car l'altitude de la S.M.M est de 441m et celle de notre zone d'étude est de 535m).

### 2.6.2 Précipitation dans la zone d'étude

La pluviométrie est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes . [70]

Ce même auteur en 2003, a défini la pluviométrie comme la quantité totale de précipitations telles que la pluie et la neige, reçue par unité de surface et de temps [71] .

La **figure 5.2** et l'annexe 1, montrent que le mois le plus arrosé est celui d'Avril avec une valeur de 30,44 mm et le mois le moins arrosé est le mois d'août avec une valeur estimée de 5,5 mm.

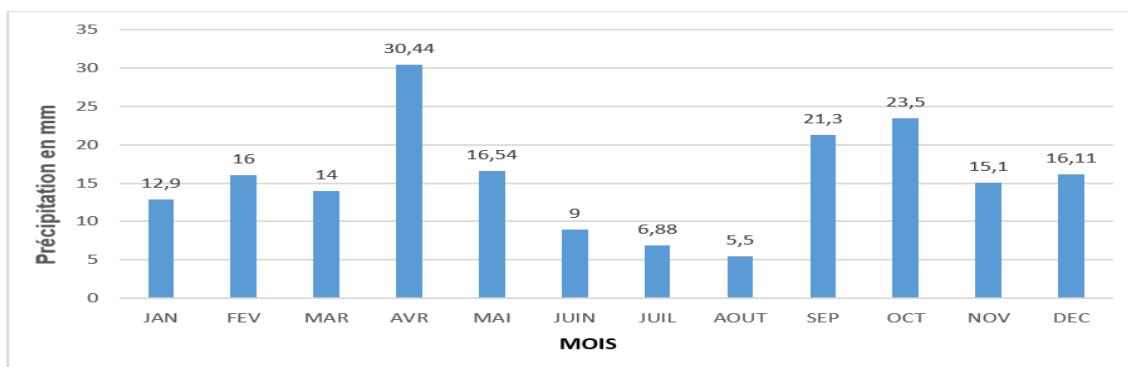


Figure 5.2 : Variations moyenne mensuelle des précipitations en (mm) (2006-2016) [72].

### 2.6.3 Température dans la zone d'Ouled Derradj(2006-2016)

La température est une mesure de la chaleur dans le corps , que ce soit l'atmosphère ou la terre ou un être vivant. Cependant , ici, le terme température fait référence à la chaleur dans la partie inférieure de l'atmosphère et à la surface de la terre.

C'est l'un des contrôles vitaux de la vie sur terre. La température est le résultat direct de l'énergie reçue par la terre du soleil [73].

L'analyse de **figure 6.2**, montre que la température maximale est enregistré au mois de juillet, sa ( 43,7°C ). Alors que la minimal est enregistré au mois de Février ( -2,2°C).

La température moyen étaient comprises entre 8,8°C et 32.3°C.

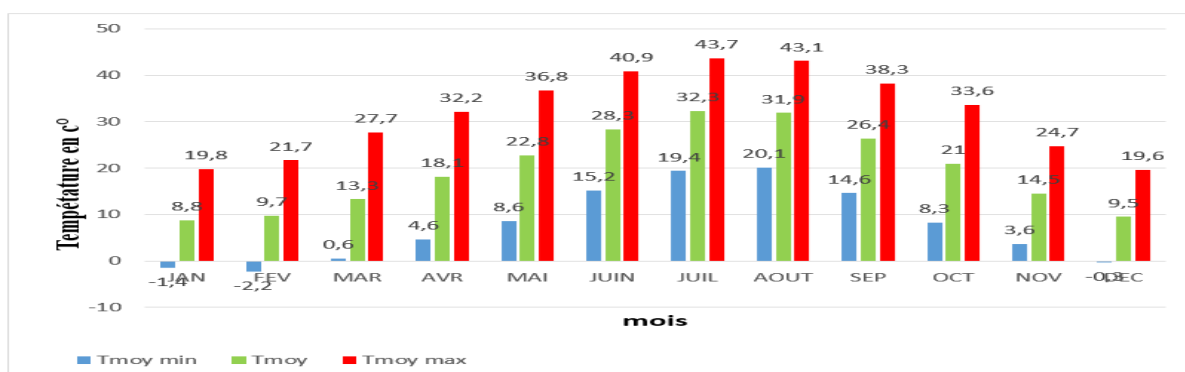


Figure 6.2 : Températures moyennes mensuelles, minimales, maximales en°C de la zone d'Ouled Derradj (2006-2016).

### 2.6.4 L'évapotranspiration

L'évaporation se produit lorsque une surface humide est exposée à l'air sec.

Lorsque les particules d'air s'éloignent de la surfaces , elles entraînent avec elles l'humidité de la surfaces .L'eau s'évaporée de la surface et augmente la quantité de vapeur d'eau dans l'air ambiant .

lorsque l'air est saturé de vapeur d'eau , l'évaporation cesse. La transpiration est l'évaporation de l'eau des feuilles des plantes lorsqu'elle se déplace du sol à travers les plantes et à travers les feuilles ver l'air .

Il est difficile de distinguer l'évaporation de la transpiration, et les deux termes combinés à l'évapotranspiration [74].

L'évapotranspiration globale de la surface terrestre de la terre est d'environ 550mm d'eau par ans [75] .D'autres estimation vont de 544 à 631mm par ans cité par [74].[76]

Le diagramme (figure 2.7) et l'annexe 5, montre que l'évapotranspiration la plus élevée est enregistré au mois de Juillet avec une valeur estimé 56,90 mm, alors que celles la plus bas au mois de Janvier 0.63 mm.

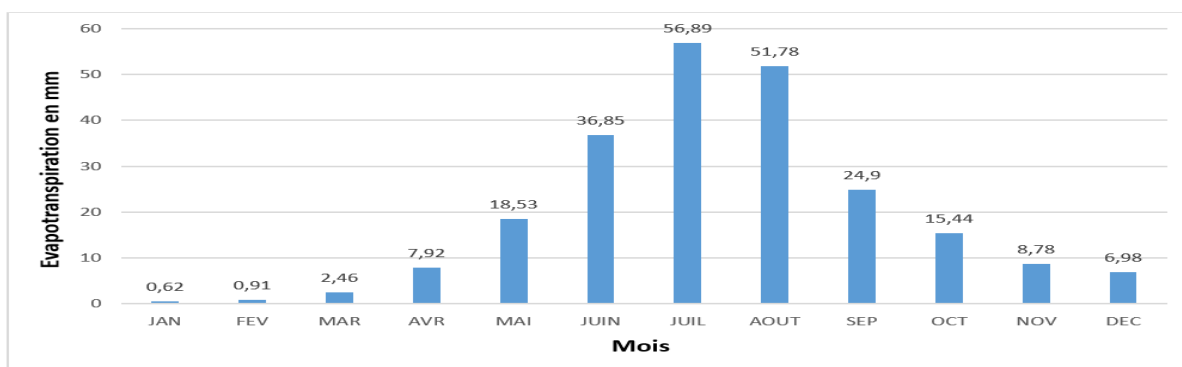


Figure 7.2 : Evapotranspiration moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradje (2006-2016).

### 2.6.5 Humidité

C'est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air [77] .

## 2.6. CARACTÉRISATION CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

La diagramme (figure 8.2) et l'annexe 6 indique que le mois le plus humide est le mois de Janvier avec une valeur estimée 75,87 % et le mois le moins humide est le mois de Juillet, sa valeur était égal 31,47%.

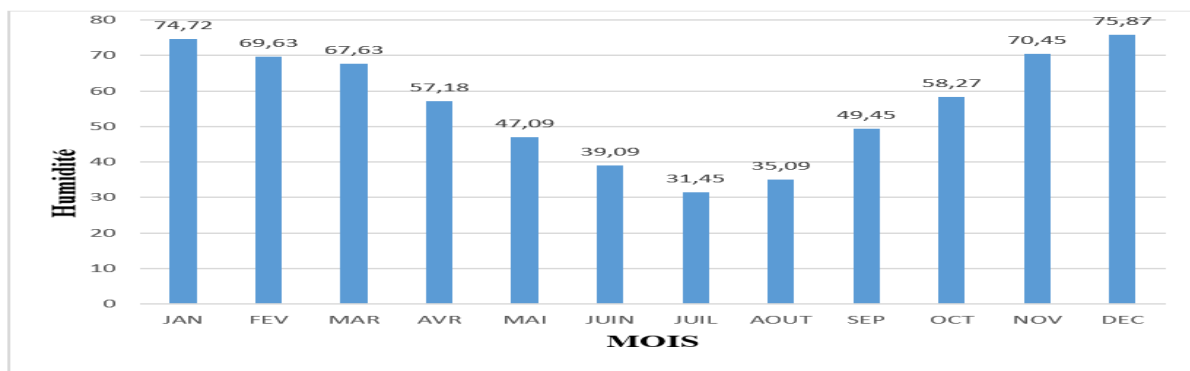


Figure 8.2 : Humidité moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradje (2006-2016)

### 2.6.6 Vent

D'après le diagramme (figure 9.2) et l'annexe 7, le vent dans notre zone d'étude est fort et constant. Il présente des valeurs comprises entre 4 et 5 m/s.

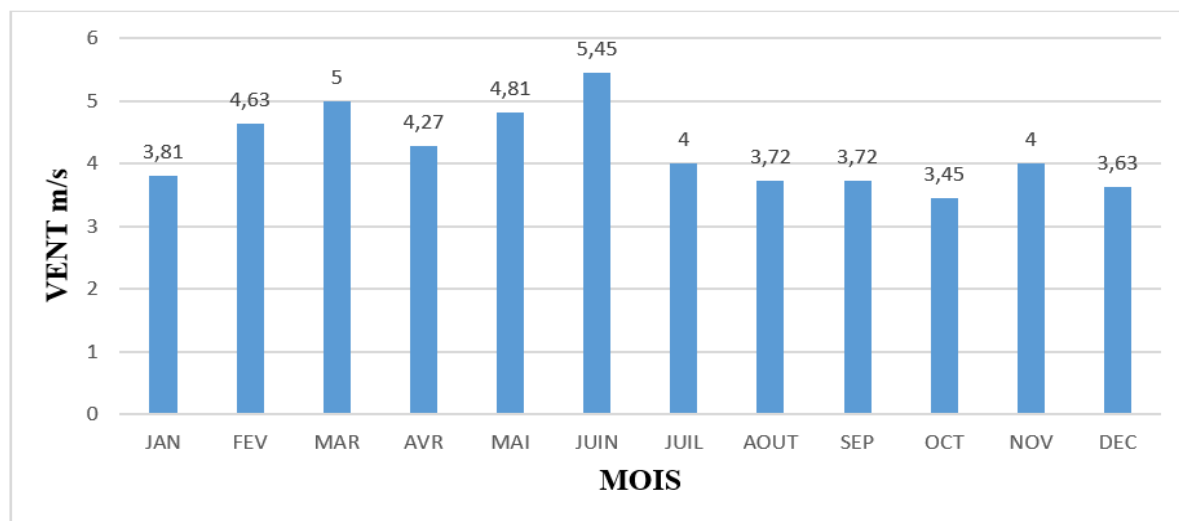


Figure 9.2 : Vent moyennes mensuelles de la zone d'Ouled Derradje (2006-2016).

### 2.6.7 Les indices climatiques

La détermination de ces indices nous aide à déduire, la répartition des saison (sèche et humide) de la zone étudiée. Il s'agit du diagramme Ombrothermiques de Gaussem et Bagnouls aussi que le Climagramme d'Emberger. (2.1)

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M - m)} \quad (2.1)$$

Sachant que :  $Q_2$  : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Précipitation annuelle en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en  $K^\circ$ .

m : Moyenne des minimas du mois le plus froid en  $K^\circ$ .

(M-m) : Amplitude thermique extrei en  $k^\circ$ .

M+ m/2 : Moyenne des températures annuelles .

Dans le cas de la zone d'étude (Ouled Derradj ) on a  $Q_2= 13,88$  ( **tableau 1.2 et figure 11.2**) donc nous situer la zone d' Ouled Derradj dans étage bioclimatique aride à hiver froid.

**Tableau 1.2** : Paramètres et résultats du calcul du quotient pluviothermique pour la zone d'étude.

P (mm)	M ( $k^\circ$ )	m ( $K^\circ$ )	Q2
187.27	316.7	270,8	13,88

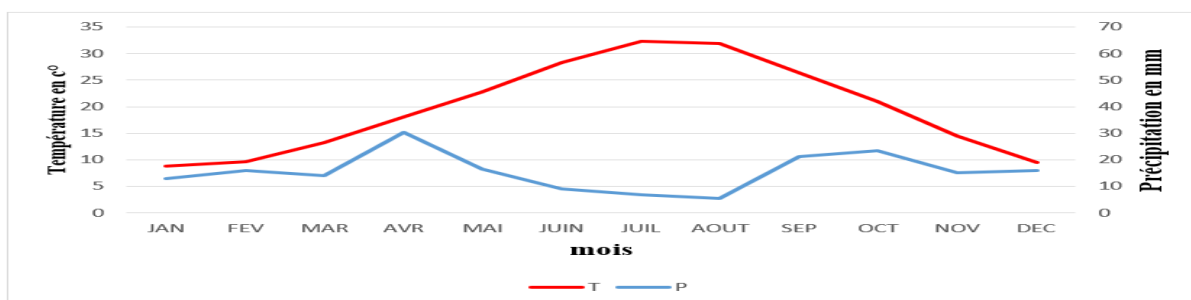
#### 2.6.7.1.Diagramme Ombrothermiques de Gaussem et Bagnouls de la région d'Ouled Derradj

Gaussem et Bagnouls jugent que :

Lorsque la courbe qui représente les précipitations passe au-dessus de la courbe du double de température il s'agit d'une excédentaire (humide) et l'inverse reflète la période sèche.

## 2.6. CARACTÉRISATION CLIMATIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Dans notre cas et comme nous montre la **figure(10.2)** la zone d'Ouled Derradj présente un période sèche toute l'année.

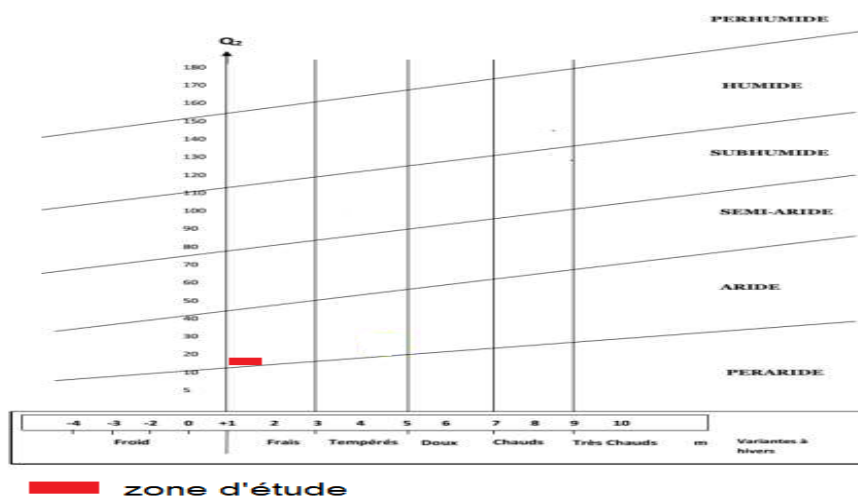


**Figure 10.2** : diagramme ombrothermiques de la région d'Ouled Derradj (2006-2016).

### 2.6.7.2. Climagramme d'Emberger

Il s'agit d'une expression synthétique du climat méditerranéen et sa performance ( $Q_2$ ) en prenant en considération, la moyenne annuelle des précipitation (en mm) ainsi que les variations de la température (moyenne des minimas du mois le plus froid (m) et moyenne des maximas du mois le plus chaud (M)).

Dans le cas de la zone d'étude (Ouled Derradj), on a  $Q_2 = 13,88$  ( **tableau 1.2** et **figure 11.2**). indiquant son appartenance à l'étage bioclimatique aride à hiver froid.



**Figure 11.2** : Positionnement de la zone d'étude dans le Climagramme d'Emberger Durant (2006-2016).

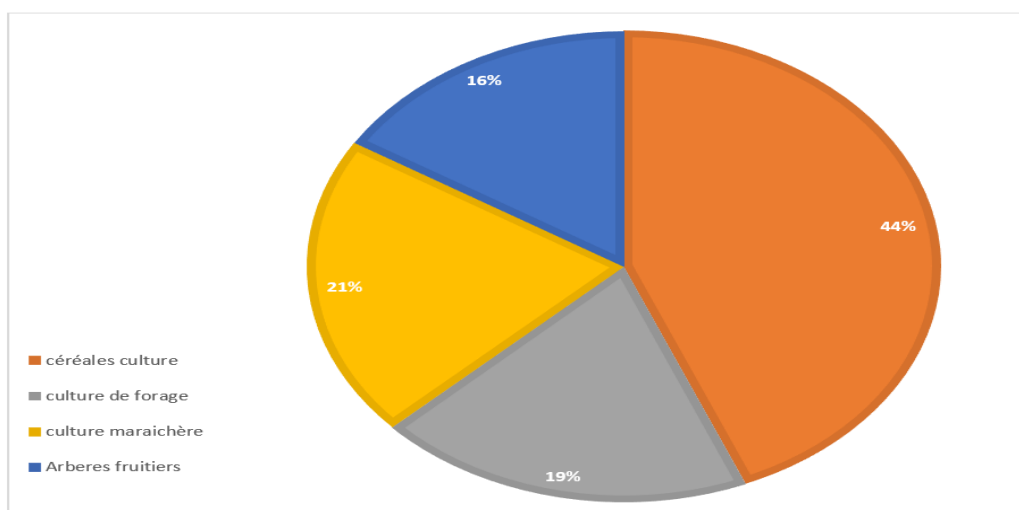
## 2.6.8 L'agriculture et l'irrigation dans la région d'étude

### 2.6.8.1 L'agriculture

La zone d'Ouled Deraadj a une superficie arable étant estimée à 7000 ha, entre elle 29 investisseur franchisés, 321 investisseur prive ,30 investisseur de récupération, 2 investisseur individuels.

Elle a aussi un matériel agricole consiste à 3 moissonneuse et batteuses ,40 tracteur, 40 équipement de service du sol [68].

L'analyse de **figure (12.2)** montre que la céréaliculture occupe la plus grande superficie ( 44% de la superficie arable) , alors que les arbre fruitier occupent moins d'espace, (16% de la superficie arable de la commune d'Ouled Derradj).



**Figure 12.2 :** Surface occupe par les différents type de culture de la zone d' Ouled Derradj [68].

### 2.6.8.1. L'irrigation

La superficie irriguée total de notre zone d'étude est 726 hectare divisée à 54 hectare irriguée par aspersion 16 hectare irriguée par goutte à goutte et 656 hectare irriguée par immersion [68].

## 2.7 Conclusion

La zone de Ouled Derradj est située à l'Est de wilaya de M'Sila caractérisée par :

↔ Altitude entre 524m et 546m et différent type du sol, tel que :sol gypseux, lithosol et sol encroutement calcaire ,sol peu évolués alluviaux et siérozems.

↔ De point de vue géologique la zone est caractérisée par les formations suivantes : Miocène supérieur, Miocène inférieur, Pontien, quaternaire et Nummulitique.

↔ Son climat est aride à hiver froids, avec l'existence de période sèche toute l'année.

↔ Zone avec une production agricole variée dominée par la céréaliculture

———— Chapitre 3 ————

---

# Méthodologie du travail

---

## 3.1 Introduction

Les deux chapitres précédent avaient l'objectif de présenter et d'expliquer au premier lieu les caractéristiques physiques, chimiques et brièvement biologiques les plus importantes dans le sol et en deuxième lieu le milieu physique et naturelle de notre zone d'étude ; celle d'Ouled Derradj. Dans ce chapitre, nous expliquerons les différentes méthodes que nous avons utilisées pour analyser notre sol, après avoir présenter les étapes et méthodes suivit pour le prélèvement de nos échantillons à analyser.

## 3.2 Choix de la zone d'étude et des lieux d'échantillonnages

La zone d'Ouled Derradj offre des potentialités d'utilisation agricole de ces surfaces, mais elle souffre d'un manque acru en ce qui concerne les données pédologiques ce qui nous a amener d'essayer de participer à la caractéristion physico-chimique d'un de ces sols exploités par les agriculteurs de la région. Le choix de l'emplacement des deux profils du sol étudiés survient après des sorties de prospection ainsi que l'avis de l'agriculteur en lui même qui nous a expliqué qu'il trouve des difficultés pour expliquer le faible rendement dans ces cites par rapport à ceux qui les entourent.

Les prélèvements ont été réalisés à partir de deux profils (1 et 2) (**figure 1.3**) caractirisés par : Profil 1 avec les coordonnées suivantes Latitude de 35 :37.67487 , Longitude de 4 :46.00239 et Altitude de 447 m

Profil 2 avec coordonnées suivantes Latitude de 35 :37.87651 , Longitude de 4 :46.12029 et Altitude de 459 m



Figure 1.3 : Localisation géographique des profils.

#### 3.2.1 Description des horizons des profils et prélèvement des échantillons

##### 3.2.1.1. Description des horizons des profil P1 et P2 (travail de terrain)

Comme on a déjà expliquer ; le choix de l'emplacement des profils survient après l'observation de l'agriculteurs que le rendement à ces deux sites est faible .

Apré creusement du profil , la description a était faite en utilisant le materiel suivant :

Ruban metrique, couteau de pédologue, marteau de pédologue, penitromètre, bêche, charte des couleurs, GPS, cylindres en acier, HCl(1/2 concentré) eau distillée ,balance de terrain et multi-paramètre.

Aprés ce creusement, on a réaliser deux sortie le 12 Avril 2022 et le 5 Mai 2022, durant lesquelles on a réaliser la déscreption ansi que l'échantillonnage .

Les caractères morphologique pris en consideration lors de cette description sont multiples ; il s'agit de profondeurs des horizons ainsi que les zones de transitions, couleurs des horizons, durté et compaction, texture, eventuelles structures, porosité globale, taches, présence ou absence des sels, MO et enracinement (les resultats de cettes description pour les deux profils étudiés sont presenter au début du chapitre (4) (résultats et descution).

### 3.2.1.2. Prélèvement des échantillons de sol à analyser

Après la détermination des caractères morphologiques, on prélève pour chacun des horizons des deux profils des échantillons comme suit :

- Ceux destinés à la détermination de l'humidité .
- 1kg à peu près de chaque horizon par l'ensemble des analyses physico-chimiques.
- Les échantillons des cylindres en acier pour la détermination de la densité .
- Chacun des échantillons est étiqueté et transporté dans des sachets.

Le premier profil avait une profondeur de 70 cm (**figure 2.3**) alors que le deuxième 1m 50 cm (**figure 3.3**) (sachant que les deux profils étaient en dehors de la parcelle, le premier a été à une distance de 250 mètres du deuxième (**figure 1.3**)).



**Figure 2.3** : Profil du sol p1 le 12/04/2022



**Figure 3.3** : Profil du sol p2 le 12/04/2022

## 3.3 Méthodes d'analyses du sol au laboratoire

### 3.3.1 Préparation des échantillons des sols à analyser

Il est à noter que les analyses réalisées étaient avec des méthodes internationalement reconnues au laboratoire de l'université de M'Sila et l'École Nationale Polytechnique Alger.

Avant d'effectuer la majorité des analyses du sol, l'échantillon doit passer par un ensemble d'opérations décrites ci - dessous.

- Séchage : la notion de sol sec est basée sur la référence d'un séchage effectué à l'air, en couche mince, à température ambiante et à l'abri de la lumière directe du soleil. L'eau qui est éliminée lors du séchage est de l'eau capillaire et pour partie de l'eau liée
- Broyage : broyez bien le sol pour réduction des agrégats et obtenir une terre fine afin que nous puissions différencier le sol et les éléments grossiers qui composent le sol.
- Tamisage : retirer les cailloux débarrassés de la terre adhérent. Tamisage directement la terre brute sur le tamis de 2 mm. Le tamisage est effectué en plusieurs fois au fur et à mesure de la réduction des agrégats. Il faut imprimer au tamis un mouvement de va - et - vient tournant horizontalement avec des secousses verticales régulières. Pour cela (**figure 4.3**).



**Figure 4.3** : Préparation de l'échantillon à analyser (tamisage)

### 3.3.2 Les analyses chimiques du sol

Chacun des échantillons prélevés a subi les analyses chimiques suivantes : le  $pH_{(eau \text{ et } kcl)}$ , le calcaire total, le calcaire actif, la CE, le phosphore assimilable, le gypse, les sels solubles, La CEC et l'azote ammoniacal.

#### 3.3.2.1. Le pH

a)  $pH_{(eau)}$  :

Le pH du sol est défini comme le logarithme négatif de la concentration d'ions hydrogène. Par du ph-mètre (**figure 5.3**) .



**Figure 5.3** : pH-mètre juste avant la détermination de pH de nos échantillon (photo original).

b)  $pH_{(kcl)}$

Les ions  $K^+$  remplace les ions  $H^+$ , qui sont libérés dans la solution. Le  $pH_{(Kcl)}$  est toujours inférieur au ph eau, de 0,5 à 1,5 unités. Plus la différence est importante, plus le sol dispose d'une acidité de réserve, plus il pourra s'acidifier facilement.

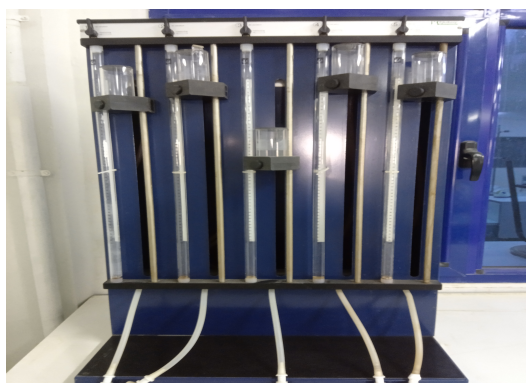
Le  $pH_{(eau)}$  fait référence à l'acidité de la solution de sol.

Le  $pH_{(KCl)}$  fait référence à l'acidité dans la solution de sol, plus l'acidité de réserve dans les colloïdes [28].

#### 3.3.2.2. Calcaire totale

Les carbonates sont traités par l'acide chlorhydrique ( (3.1) et (3.2)), et le volume de dioxyde de carbone libéré est mesuré. À température et pression constantes, le changement de niveau d'eau dans le système est une mesure directe de la masse de  $CO_2$  évaluée et donc du carbonate de sol décomposé.

Différentes formes d'appareils calcimétriques sont utilisés pour déterminer du calcaire total par exemple, Chittick, Scheibler, Bernard ; dans notre cas on a utilisé Calcimètre de Bernard (figure 6.3 ) [78] .

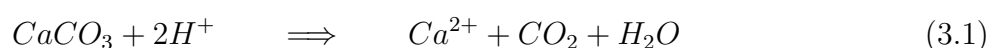


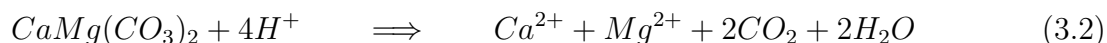
**Figure 6.3 :** Calcimètre de Bernard (utilisé pour analyse du calcaire total de nos échantillons)(photo original).

On parle ici de la méthode volumétrique. Le volume d'une masse donnée de  $CO_2$  dépend à la fois de la pression et de la température.

La solubilité du  $CO_2$  dans l'eau ou l'acide dépend non seulement de la température et de la pression partielle du  $CO_2$ , mais aussi de l'équilibre entre le  $CO_2$  gazeux et les phases de solution.

Chaque appareil de calcimètre spécifique doit donc être étalonné dans les conditions définies appliquées au cours de l'analyse [78] .





#### 3.3.2.3. Calcaire actif

Le dosage du calcaire actif est réservé uniquement aux échantillons contenant plus de 5 % de calcaire total.

Le  $\text{CaCO}_3$  actif (%) est déterminé par la méthode DROUINEAU - GALET en utilisant l'oxalate d'ammonium qui se combine au calcium du calcaire facile à dissoudre (calcaire actif) pour former des oxalates de calcium insolubles.

L'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique [79].

#### 3.3.2.4. Conductivité électrique CE

La conductivité électrique (CE) est la capacité d'un matériau à transmettre (conduire) un courant électrique, généralement exprimée en milliSiemens par mètre (mS/m).

Les mesures de la CE du sol peuvent également être rapportées en unités de décisiemens par mètre (dS/m), ce qui est égal à la lecture en mS/m divisée par 100.

Nous avons utilisé le conductivité-mètre mentionné à la (figure 7.3) , ce type de capteur utilise des électrodes, généralement des disques ou des coulis, qui entrent en contact avec le sol pour mesurer la conductivité électrique [80].



**Figure 7.3 :** Conductivité-mètre utilisé pour la détermination du la CE de nos échantillons (photo original).

L'information sur la conductivité électrique du sol est enregistrée à l'aide d'un écran doté de capacités de consignation de données qui enregistre les mesures EC du sol [80].

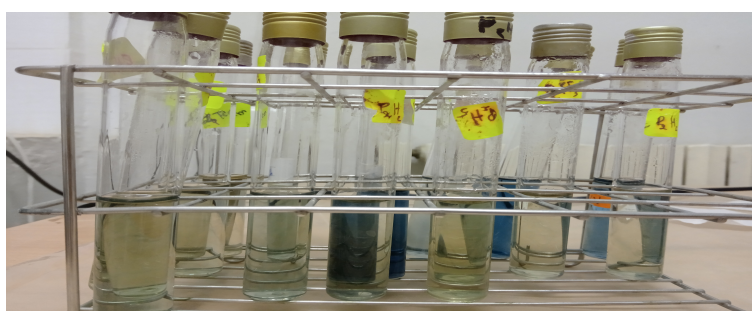
L'identification visuelle des sols peut souvent déterminer les différences de couleur, mais ne peut pas attribuer de valeurs quantitatives à ces couleurs [81].

#### 3.3.2.5. Phosphore assimilable

Sans phosphore, la croissance des plantes est retardée. Les plantes ont des racines rabougries, et sont rabougries et épineuses. Les symptômes de carence comprennent également des feuilles vert grisâtre terne et un pigment rouge dans la base des feuilles et des feuilles mourantes. [82]

Donc l'analyse du phosphore est très importante pour les plantes et leur croissance et il y a plusieurs méthodes que parmi les auelles choisi la méthode Joret-Hebert.

Les ions phosphates  $PO_4^{3-}$  réagissent en milieu acide avec le molybdate d'ammonium pour former un complexe phosphomolybdique bleu, après réduction par l'acide ascorbique (**figure 8.3**).



**Figure 8.3 :** Vue d'une des étapes de mesure du phosphore assimilable (photo original).

Nous avons réaliser un dosage par spectrophotométrie (**figure 9.3**) dont le visible a la longueur d'onde de 650 nm.



**Figure 9.3** : Spectrophotomètre utilisé pour le dosage du phosphore assimilable (photo original).

Une première étape consiste à préparer une gamme étalon dont on mesure l'absorbance pour tracer une courbe d'étalonnage. Ensuite, on mesure l'absorbance de solution du sol à analyser pour déterminer sa concentration en ions phosphate par comparaison avec la courbe d'étalonnage [82].

#### 3.3.2.6. Le Gypse

Le gypse est présent dans les sols sous forme de sulfate de calcium d'hydraté ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ). Une forme transitoire de sulfate de calcium héli-hydraté ( $CaSO_4 \cdot 1/2 \cdot H_2O$ ) est parfois présente à la surface du sol dans des climats extrêmement secs [83].

Les cristaux de gypse se dissolvent en partie dans l'eau pour atteindre une concentration de saturation d'environ  $30 \text{ meq } dm^{-3}$ . Le taux de dissolution du gypse dans l'eau augmente à mesure que les particules deviennent plus fines.

L'échantillon de sol doit donc être finement broyé avant l'analyse de la teneur en gypse. Diverses méthodes ont été mises au point pour déterminer la teneur en gypse des sols [83].

Nous avons utilisé la méthode  $BaCl_2$  modifié (Coutinet 1965) [84].

la méthode basée sur la détermination des ions  $SO_4^{2-}$  libéré après une attaque avec des carbonates d'ammonium et une précipitation avec du chlorure de baryum et chauffer à  $900 \text{ } C^\circ$  (figure 10.3).



**Figure 10.3** : Les échantillons du gypse mis au four (photo original).

#### 3.3.2.7. CEC

Dans notre cas, la détermination de la CEC est faite à base de l'utilisation de sodium comme élément saturant le complex argilo-humique ( le sol est saturé avec une solution d'acétate de sodium pour remplacer tous les autres cations échangeables sur les sites d'échange par du sodium). La CEC est mesurée en déterminant la quantité de sodium, celui dernier est dosé par photométrie d'émission du flamme. [85].

#### 3.3.2.8. Dosage $du Na^+$ dans la solution du sol

Par la même méthode pré-cité ( photométrie d'émission du flamme)

Cette méthode est utilisée pour les sols calcaires et non calcaires .

#### 3.3.2.9. Dosage du sulfates $SO_4^{-2}$

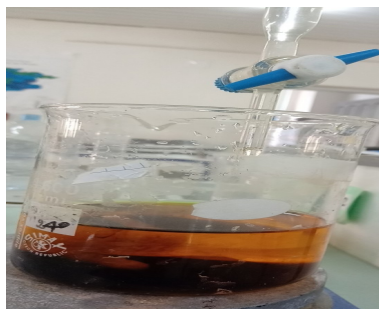
Par méthode par turbidimétrie, les ions sulfates sont précipités par le chlorure de baryum sous forme du sulfate de baryum qui peut être maintenu un certain temps en suspension en utilisant la gélatine et en gardant les échantillons au frigidaire. L'intensité du trouble est mesurée avec un spectrophotomètre avec 420 DO [86].

#### 3.3.2.10. Les sels solubles

Il s'agit de :

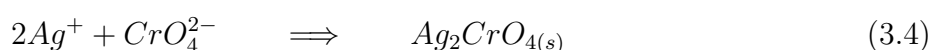
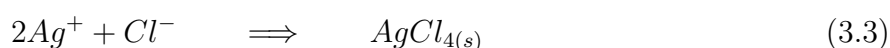
a) Clorure (méthode de Mohr) :

La méthode de Mohr utilise les ions chromates comme indicateur dans le titrage des ions chlorure avec un solution étalon de nitrate d'argent. Après que tout le chlorure a été précipité sous forme de chlorure d'argent, le premier excès de titrant entraîne la formation d'un précipité de chromate d'argent, qui signale le point final [87] (figure 11.3).



**Figure 11.3** : Titration de  $Cl^-$  par  $AgNO_3$

Les réactions sont (3.3) (3.4) :



b) Carbonate et bicarbonate :

La distribution et la quantité de carbonates influent sur la fertilité du sol, l'érosion et la capacité en eau disponible [88].

Le bicarbonate est l'une des principales causes de sols pauvres et d'eau d'irrigation de mauvaise qualité.

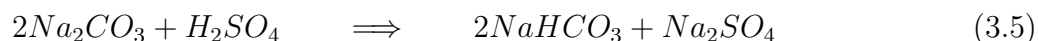
Les bicarbonates sont un ion  $HCO_3^-$  qui attire les ions calcium formant une molécule  $Ca(HCO_3)_2$ .

Les ions carbonate et bicarbonate présents dans l'échantillon peuvent être déterminés en les titrant avec de l'acide sulfurique standard ( $H_2SO_4$ ) à l'aide de phénolphthaléine et de méthyle orange comme indicateurs. [88]

### 3.3. MÉTHODES D'ANALYSES DU SOL AU LABORATOIRE

---

L'addition de phénolphthaléine donne une couleur rouge rose en présence de carbonates et la titration avec  $H_2SO_4$  convertit ces  $CO_3^{2-}$  en  $HCO_3^-$  et décolore la couleur orange (figure 12.3 ) comme indiqué ci-dessous (3.5) :



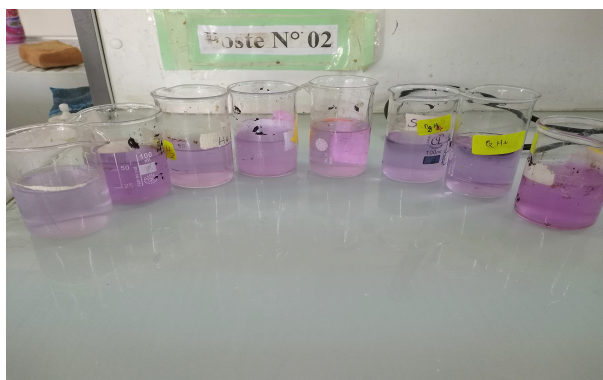
**Figure 12.3** : Titration de Carbonate et bicarbonate (photo original).

d) Calcium :

Par la méthode classique de Richards, détermination du calcium et d'autres cations appropriés est le titrage avec une solution normalisée d'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA).

Le Ca soluble est obtenu en extrayant le sol par l'eau et en mesurant ses concentrations dans l'extrait par titration [89].

le titrer avec 0,01 N EDTA. Le changement de couleur est de rouge à lavande ou violet (figure 13.3) près du point final, EDTA devrait être ajouté une goutte toutes les 10 secondes puisque le changement de couleur n'est pas instantané [89] .



**Figure 13.3 :** Titration de  $Ca^{2+}$  (photo original).

### 3.3.3 Les analyses physiques des sols étudiés

#### 3.3.3.1. Densité réelle (dr)

Pour les matériaux solides, la densité est définie à la relation entre la masse et le volume. Selon la méthode utilisée pour mesurer le volume.

Densité réelle (dr) , définie comme le quotient de masse sur le volume d'un échantillon, sans tenir compte des pores dans le matériau (volume réel). Dans le cas des matériaux granulaires, les termes densité des particules et volume des particules sont utilisés [90].

Généralement on mesure la densité réelle avec un pycnomètre (**figure 14.3**) , et c'est la méthode qu'on a utiliser



**Figure 14.3 :** Pycnomètre utilisé pour la détermination de la densité réelle de nos échantillons

Pour ce faire, on applique le principe du déplacement des fluides d'Archimède et la loi de Boyle sur les relations volume-pression, respectivement, pour les pycnomètres liquides et gazeux [90].

Le principe d'Archimède est qu'un objet totalement ou partiellement immergé dans un fluide est soulevé par une force égale au poids du fluide déplacé.

Les avantages de cette méthode sont la mesure précise qu'elle produit, mais en fonction du type d'échantillon. Un inconvénient est qu'il nécessite un étalonnage très précis, le temps d'équilibre dépend du type d'échantillon et est assez long pour les matériaux poreux.

Ne pas laisser suffisamment de temps à l'échantillon pour atteindre l'équilibre entraînera des erreurs dans le calcul du volume réel [90].

#### 3.3.3.2. La Densité apparente ( $d_a$ )

La densité apparente du sol,  $d_a$ , est le rapport de la masse de solides secs au volume apparent du sol. Le volume apparent comprend le volume des solides et de l'espace poreux [91].

La densité apparente est une valeur largement utilisée. Il est nécessaire pour convertir le pourcentage d'eau en poids en contenu en volume, pour calculer la porosité et le taux de vide lorsque la densité des particules est connue.

La densité apparente n'est pas une grandeur invariante pour un sol donné. Elle varie avec l'état structural du sol, en particulier celui lié au tassement.

Pour cette raison, il est souvent utilisé comme mesure de la structure du sol. Dans les sols gonflants, elle varie avec la teneur en eau [92] [93].

Pour déterminer cette caractéristique importante, nous avons utilisé méthode de base.

Avec cette méthode, un échantillonneur de métal cylindrique est pressé ou conduit dans le sol à la profondeur désirée et est soigneusement enlevé pour préserver un volume connu d'échantillon tel qu'il existait in situ (**figure 15.3**).



**Figure 15 .3** : Cylindre enforcé dans le sol (photo original).

L'échantillon est séché à  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  et pesé. Cette méthode est généralement insatisfaisante si plus d'une pierre occasionnelle est présente dans le sol [94].

#### 3.3.3.3. Granulométrie (analyse granulométrique)

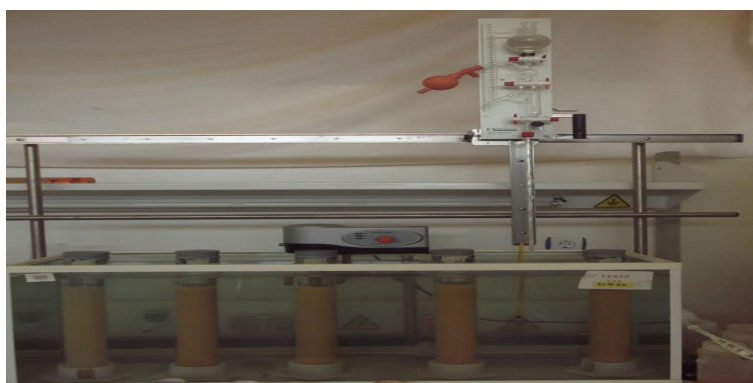
L'analyse de texture est celle qu'on l'appelle couramment l'analyse granulométrique de sol de base et la plus souvent effectuée.

L'objectif principal de cette analyse est de déterminer la teneur en pourcentage de chaque fraction d'argile ( $< 0,002$  mm), de limon ( $0,002$  à  $0,05$  mm), de sable ( $0,05$  à  $2,0$  mm) et de particules de squelette de sol ( $> 2,0$  mm) [95].

Il constitue la base de la détermination en laboratoire de la texture du sol, l'indication organoleptique de la texture sur le terrain ainsi que les caractéristiques générales de diverses propriétés physiques du sol telles que la capacité de l'eau et de l'air, la perméabilité, la filtration, la structure, le compactage, la viscosité, la plasticité, cohérence, résistance mécanique à la distorsion, etc [95].

Dans notre cas on a utilisé la méthode de la pipette (figure 16.3) qui a été développée indépendamment par Robinson au Pays de Galles [96], Krauss en Allemagne [97] et Jennings, Thomas et Gardner [98] aux Etats-Unis.

L'avantage de cette méthode est que les déterminations de nombreuses classes de taille peuvent être facilement effectuées sur un échantillon [99].



**Figure 16.3 :** Pipette de Robinson utilisé pour le prélèvement des particules (A+Lf) et A de nos échantillons (photo original).

La méthode de la pipette pour déterminer les classes de taille dépend de la relation entre la taille d'une particule et sa vitesse lorsqu'on la laisse se déposer librement dans un milieu approprié

[95].

La relation entre la taille et le taux de chute des particules sphériques solides dans tout liquide est donnée par la forme suivante [100] de l'équation de Stokes : (3.6)

$$V = \frac{2r^2 \cdot \Delta d \cdot g}{9\eta}. \quad (3.6)$$

Où :

$V$  : Vitesse de sédimentation.     $r$  : Rayon des particules.     $\eta$  : Viscosité du milieu dispersant.

$g$  : Constante d'accélération due à la pesanteur.     $\Delta d$  : Différence de densité entre les deux phases.

#### 3.3.4 Les propriétés biologique

##### 3.3.4.1. Le carbone organique (matière organique)

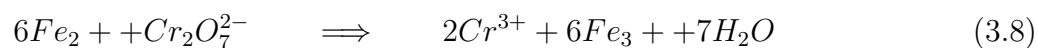
La détermination du carbone organique du sol est basée sur la méthode d'oxydation humide de l'acide chromique Walkley et Black.

Le carbone organique oxydable dans le sol est oxydé par une solution de 0,167M de dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) dans de l'acide sulfurique concentré. La chaleur de la réaction élève la température qui est suffisante pour induire l'oxydation substantielle [101].

La réaction chimique est la suivante (3.7) :



Le  $Cr_2O_7^{2-}$  réduit lors de la réaction avec le sol est proportionnel au carbone organique oxydable présent dans l'échantillon [101]. Le carbone organique peut ensuite être estimé en mesurant le dichromate non réduit restant par rétrotitrage au sulfate ferreux d'ammonium à l'aide de diphénylamine comme indicateur. Réaction chimique comme suit (3.8) :



#### 3.3.4.2. L'ammonium $NH_4^+$

L'ammonium est déterminé par une méthode spectrophotométrique automatisée (méthode au Phénat) avec 420 DO, utilisant la réaction de Berthelot . Le phénol et le  $NH_4$  réagissent pour former une couleur bleue intense.[102]

L'intensité de la couleur est proportionnelle au  $NH_4$  présent. Des solutions d'hypochlorite de sodium et de nitroprussiate de sodium sont utilisées comme oxydant et catalyseur.

———— Chapitre 4 ————

---

**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

---

## 4.1 Introduction

Après avoir effectué toutes les analyses des paramètres physiques, chimiques et biologique des deux profils des sol de la zone d'Ouled Derradj, nous allons présenter dans le présent chapitre les résultats trouver et d'essayer de les interpréter et de proposer des solutions aux problèmes pédologiques trouvés.

## 4.2 Caractéristiques morphologiques et analytiques profil $P_1$

### 4.2.1 Données morphologiques du pprofil 1

Pour l'emplacement et les coordonnées d'étailée on les ai présenter au chapitre méthode d'étude mais il nous reste de présenter les résultats de la description morphologique de ce profil ( $P_1$ ).

Le profil  $P_1$  se compose de 4 horizons ( $P_1H_1$ ,  $P_1H_2$ ,  $P_1H_3$  et  $P_1H_4$ )

$P_1H_1$  : 0-20 cm : Zone de transition diffuse, en utilisant la charte Munsell du couleurs brune jaunâtre terne (10 Y R 5/4 dull yellowish brown) , par test de toucher on a déduit que la texture est soit limoneux argileuse ou argilo limoneuse, la structure apparait moyenne, présence des taches blanches, la présence de quelques racines, présence d'une croûte de battance, effervescence forte à l'acide chlorhydrique (figure 1.4), une faible activité biologique présence des fourmis seulement, la dureté est de l'ordre 3,5 .

$P_1H_2$  : 20-37 cm : Couleurs brune (10 Y R 4/4 brown), les taches blanches étaient plus que l'horizon précédent, effervescence forte à l'acide chlorhydrique (figure 1.4), l'absence des racines, manque activité biologique, la dureté est de l'ordre 3.

$P_1H_3$  : 37-70 cm : Couleurs brune jaunâtre terne (10 Y R 4/3 dull yellowish brown, structure compacte, absence des racines, absence des signes acticités biologique, effervescence moyenne à l'acide chlorhydrique (figure 1.4), la dureté est de l'ordre 2,5.

$P_1H_4$  : 70 et plus : Couleurs brune jaunâtre terne (10 Y R 4/3 dull yellowish brown), Structure compacte, effervescence moyenne à l'acide chlorhydrique (figure 1.4), la dureté est de l'ordre 2.



**Figure 1.4** : Taux d'effervescence de HCl (1/2 c) des horizons du  $P_1$

Nous avons constaté (données pré-cités ) que la couleur du premier profil est en général brune dans les 4 horizons, mais elle passe d'une teinte brunâtre en surface vers une couleurs plus foncées qui tentent à la couleur grise en profondeur.

Selon ( **Brunelle,2005**) un sol qui s'égoutte rapidement ne manque pas d'air. Ceci se traduit par des couleurs plus claires alors qu'un surplus d'eau amène un manque d'air qui se traduit par des couleurs ternes , grises et parfois même bleutées [103] .

La couleur du sol passe d'une teinte brunâtre en surface vers des couleurs plus grises en profondeur. Les principaux agents colorants des sols sont : les matières organiques : colorations noires ou brunes ; et le calcaire : coloration blanche.

Selon ( **Jordán , 2014**) la couleur jaunâtre peut être due à la présence de goethite,  $FeO(OH)$ , et liée à l'argile et à la matière organique [104].

### 4.2.2 Donnée analytiques du profil $P_1$

#### 4.2.2.1 Résultats des analyses chimique des horizons du pforil $P_1$

##### a) $pH_{(eau)}$ et $pH_{(kcl)}$

Les résultats de l'analyse du pH pour l'ensemble des horizons du premier profil sont mentionées dans le **tableau 1.4**.

**Tableau 1.4** : Résultats des pH ( $pH_{eau}$  et  $pH_{kcl}$  des horizons du profil  $P_1$ 

Horizons	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4	Moyenne
PH-eau	8.2905	8.4105	8.5115	8.5470	8,4398
PH-kcl	7.3005	7.4185	7.3880	7.4490	7,3890

On remarque que pour le  $pH_{eau}$  la valeur moyenne est de (8,43), celle la plus élevée a été mentionnée au quatrième horizon ( $P_1H_4$ ), tandis que la plus faible (8,29) à  $P_1H_1$ .

D'après les normes proposées par (**Baize, 1988**), le pH est basique (alcalin) pour l'ensemble des horizons du profil  $P_1$ . [105]

En se référant aux normes proposés par (**Gauchet, 1968**), il s'agit toujours d'un sol alcalin (de 7,75 à 8,5). D'après le même auteur pré-cité à l'exception des espèces califuges, toutes autres cultures peuvent être installées (ou cultivées) au niveau de notre sol [106].

Le problème c'est que l'alcalinité nuit à la croissance des plantes en limitant l'approvisionnement en eau des racines, ce qui entrave leur développement. Il en résulte des carences en phosphore et en zinc, et peut-être une carence en fer et une toxicité du bore.

Les travaux de (**Trug, 1946**), ont montré que les plantes ont moins de capacité à extraire les nutriments essentiels dans le sol alcalinisé [107].

En comparant nos résultats de pH et ceux indiquant la fourchette des pH des sols en région aride proposé par (**Daoud et Halitim, 1994**), on trouve qu'ils sont logiques. [108]

Les valeurs de pH trouvées au niveau de la zone d'étude sont dues probablement à l'abondance des alcalino-terreuses (Ca et Mg) résultant de la nature géologique du Hodna et ces alentours qui est souvent riche en calcaire, encroûtement calcaire et dolomie.

En ce qui concerne le  $pH_{kcl}$ , il suit presque le même cheminement que celui du  $pH_{eau}$  **figure 2.4** avec la valeur la plus élevée au  $P_1H_4$  (7,45) et plus faible en premier horizon (7,30).

Les horizons  $P_1H_2$  et  $P_1H_3$  ont enregistré respectivement des valeurs de 7,42 et 7,39.



Figure 2.4 : Les valeurs de  $pH_{eau}$  et  $pH_{kcl}$  du profil 1

**b) La conductivité électrique (CE) des sols du premier profil  $P_1$**

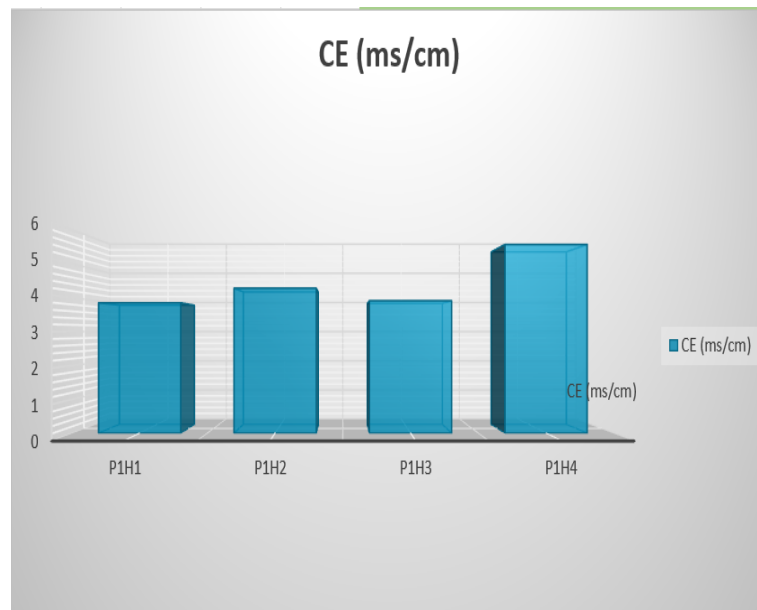
Lors de l'analyse de la conductivité électrique, les valeurs enregistrés ainsi que leur itérprétation sont enregistrés au **tableau 2.4** et **figure 3.4**.

Il s'agit des valeurs de (3,85 mS/cm), (4,28 mS/cm), (3,91 mS/cm), (5,57 mS/cm) respectivement pour ( $P_1H_1$ ,  $P_1H_2$ ,  $P_1H_3$ ,  $P_1H_4$ ) avec une valeur de CE de l'ensemble du profil de (4,4 mS/cm).

**Tableau 2.4** : Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P1.

Horizons	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4	Moyenne
CE (mS/cm)	3,85	4,28	3,91	5,57	4,40
Interprétation	Très salé	Très salé	Très salé	Très salé	Très salé

D'après les normes d'interprétation proposés par (**Aubert, 1978**) , la conductivité moyenne indique que le sol du premier profil est très salée (ainsi que l'ensemble de ces horizons) [109]



**Figure 3.4 :** Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P1

Nous pouvons expliquer la conductivité élevée du sol par plusieurs raisons, notamment :

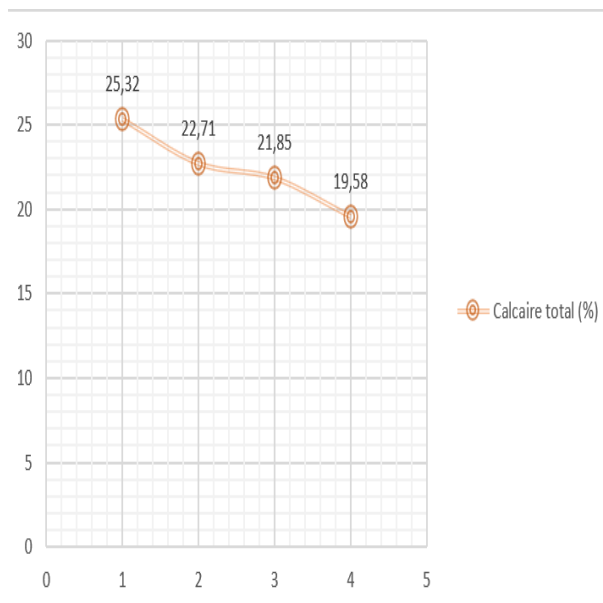
La salinisation des engrais, l'irrigation avec des eau de qualité médiocre, sans oublier la nature géologique de la zone étudiée et ceci à été mentionné clairement au deuxième chapitre (présentation du milieu physique de la zone d'étude).

Lorsque la température augmente, le mouvement des ions sous le potentiel électrostatique augmente également la CE. La valeur CE formée à partir du flux de courant dans le sol qui permet le mouvement des ions chargés [110] .

Selon (Hawkins, Fulton et Port, 2017 ), le sol riche en argile a une valeur de conductivité électrique (CE) plus élevée en raison de sa texture qui peut contenir une grande quantité d'eau. [111].

### c) Calcaire total

L'analyse du taux du calcaire des échantillons du premier profil a donnée les résultats indiqués à la figure 4.4 :



**Figure 4.4 :** Représentation des teneurs en calcaire total des horizons du premier profil de la zone d'Ouled Derradj

Les résultats trouvés indiquent que les valeurs diminuent progressivement dans le sens de la profondeur, il s'agit de 25,32%, 22,71%, 21,85%, 19,58%, respectivement pour H1, H2, H3 et H4.

Comparativement aux normes proposés par (Baize, 1988), nos échantillons indiquent qu'à l'exception de  $P_1H_1$  qui est fortement calcaire le reste des horizons présentent des sols modérément calcaires [105]

Les sols calcaires contiennent des niveaux élevés de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) qui influent sur les propriétés du sol liées à la croissance des plantes, comme les relations entre l'eau du sol et la disponibilité des éléments nutritifs (Elgabaly, 2002) [112].

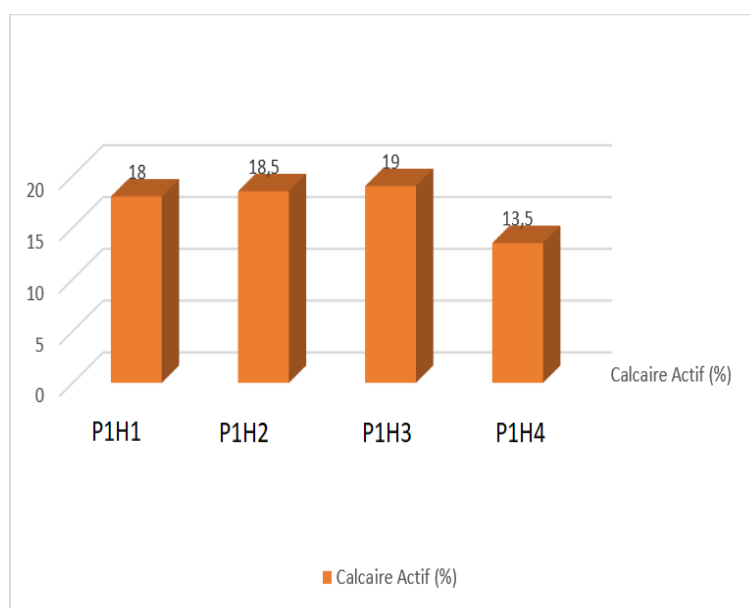
La culture des sols calcaires présente de nombreux défis, comme la faible capacité de rétention d'eau, le taux élevé d'infiltration, la mauvaise structure, la faible teneur en matière organique (MO) et en argile, une faible CEC, la perte de nutriments par lixiviation ou percolation profonde, la croûte superficielle et la fissuration, c'est-ce qu'on a remarqué et mentionné dans la description morphologique, pH élevé. Cela explique les valeurs de pH précédente, et perte d'engrais azotés (N), faible disponibilité de nutriments, en particulier de phosphore (P) et de micronutriments, et déséquilibre nutritionnel entre des éléments comme le potassium (K), le

magnésium (Mg) et le calcium (Ca) ( Elgabaly, 1973). [33]

Dans de telles conditions, les rendements souhaités sont difficiles à atteindre.

#### d) Calcair actif

Les résultats du calcaire actif étaient les suivants **figure 5.4** :



**Figure 5.4** : Taux du calcaire actif au niveau des horizons du premier profil de la zone d'Ouled Derradj.

Pour le premier profil, les valeurs du calcaire actif sont comprises entre 19 dans l'horizon H3 et 13,5 dans l'horizon H4 **figure 5.4**.

Sur la base des normes d'interprétation mentionnées dans le premier chapitre (page 23), le taux du calcaire actif est élevé dans l'ensemble des horizons du profil p1.

Selon (Mengel, 1986), une teneur en calcaire actif supérieur à 6 % induit un risque de chlorose ferrique **figure 6.4** significatif qui devient très important quand la teneur dépasse les 10 %.

La chlorose ferrique est l'une des carences en éléments nutritifs les plus intrigantes.

Cette carence se produit principalement sur les sols calcaires ou alcalins et a également été appelée chlorose induite par la chaux . [113]

Ces informations confirment nos résultats concernant le pH du sol du profil P<sub>1</sub>



**Figure 6.4** : Ail cultivé dans la région proche des zone d'échantillonnage de la zone d'Ouled Derradj

e)Gypse

Les résultats trouvées affichent les valeurs mentionées à la **figure 7.4**

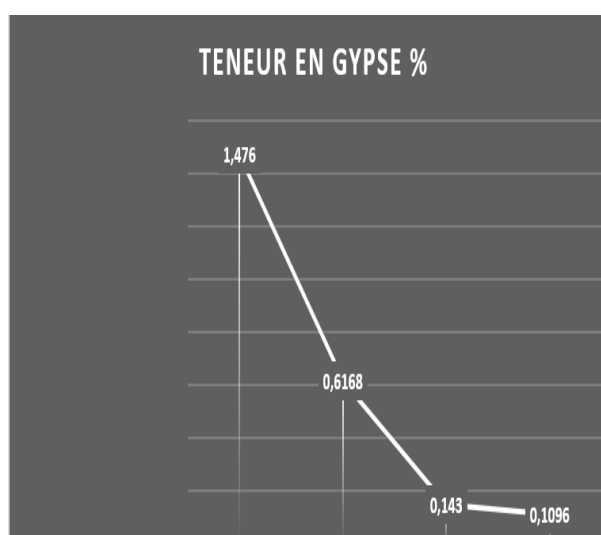


Figure 7.4 : La Teneur de gypse en % de profil 1

La figure précédente montre qu'il s'agit d'un sol non gypseux pour l'ensemble des horizons du profil (BARZANJI, 1973)[114]

**f. Les sels solubles**

Les résultats qui représentent les sels solubles (en meq/l) sont présentés au **tableau 3.4** :

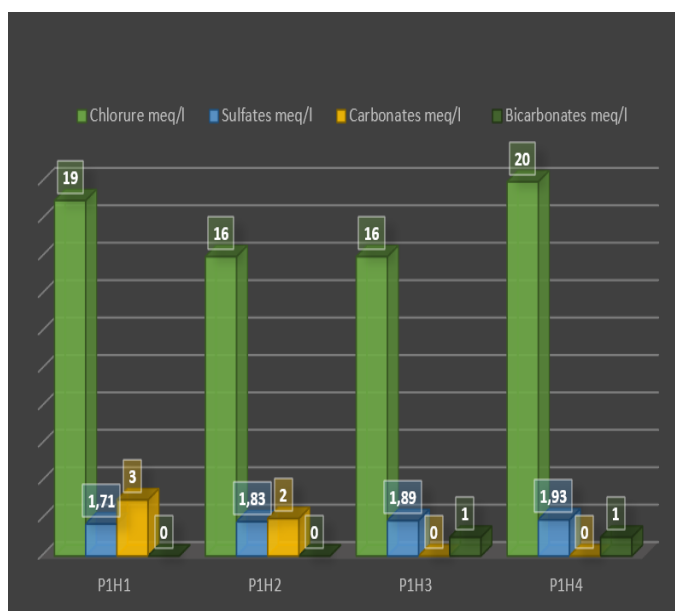
**Tableau 3.4** : Les sels solubles profil 1

Horizon	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
Chlorure meq/l	19	16	16	20
Sulfates meq/l	1,71	1,83	1,89	1,93
Carbonates meq/l	3	2	0	0
Bicarbonates meq/l	0	0	1	1

Il paraît **tableau 3.4** que l'anion dominant est le chlorure avec des valeurs comprises entre 16 et 20 meq/l.

Les carbonates sont présent uniquement dans les deux premier horizons du premier profil avec respectivement les valeurs de 3 meq/l  $P_1H_1$  et 2 meq/l  $P_1H_2$ .

Les sulfates marquent des valeurs faibles **figure 8.4**, la plus élevée était 1,93 meq/l .



**Figure 8.4** : Les sels solubles dans les extraits aqueux des horizons du premier profil

Dans le contexte agronomique, le  $Cl^-$  a traditionnellement été considéré comme un anion toxique plutôt que comme un nutriment végétal.

Ceci est la conséquence de deux raisons principales : la toxicité résultant d'une accumulation excessive de Cl dans les organes sensibles dans des conditions de stress salin, et la croyance répandue selon laquelle le  $Cl^-$  et le nitrate ( $NO_3^-$ ) sont des molécules antagonistes.

En conséquence, l'absorption et l'accumulation de  $Cl^-$  par les racines se fait au détriment de la nutrition en nitrate ( $NO_3^-$ ), une source importante d'azote ( $N$ ) pour les plantes supérieures.

Étant donné que le  $Cl^-$  n'est censé être nécessaire qu'en petites quantités pour une croissance saine des plantes (environ 50 à 100 micromètre dans le milieu nutritif), il est classé comme un micronutriment [115].

### g) Capacité d'échange cationique

Les résultats représentant les bases échangeables ( $Ca^{++}$  et  $Na^+$ ) se trouvent dans le tableau et le figure ci-dessous **tableau 4.4, figure 9.4** :

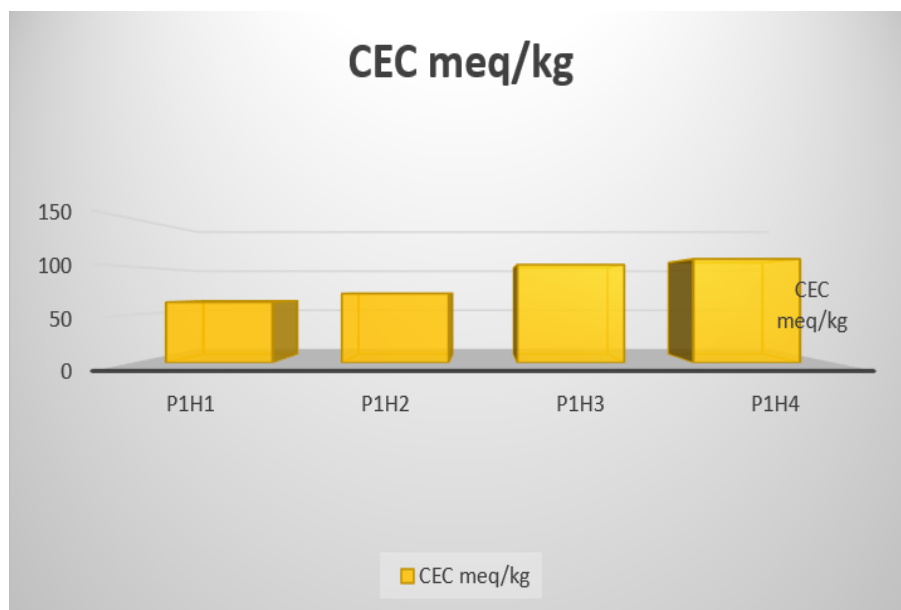
**Tableau 4.4** : Les bases échangeables et CEC du profil  $P_1$

Horizons	P <sub>1</sub> H1	P <sub>1</sub> H2	P <sub>1</sub> H3	P <sub>1</sub> H4
Na <sup>+</sup> meq/g	21	24	34	36
Ca <sup>++</sup> meq/g	51,3	48,09	58,51	65,73
CEC meq/kg	63	72	102	108

Les bases échangeables sont caractérisées par la dominance du  $Ca^{++}$ .

La capacité d'échange cationique dans la premier profil augmente avec la profondeur (**figure 9.4**), (63 meq/kg),(72 meq/kg),(102meq/kg) et (108 meq/kg) respectivement pour  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  et  $H_4$ .

Selon (**Référentiel pédologique 1992**), la CEC est considéré comme faible lorsque ces valeurs soient comprises entre 60 et 120 meq/kg et c'est le cas de l'ensemble des horizons du premier profil [116].



**Figure 9.4** : La CEC du profil 1

Comme nous l'avons noté précédemment, dans l'analyse du gypse, notre sol non gypseux, ces résultats affectent la proportion de calcium.

D'après (FAO, 1990), la plupart des sols gypseux contiennent le carbonate de calcium en différentes quantités, le gypse et le carbonate de calcium ne sont pas indépendants l'un de l'autre.

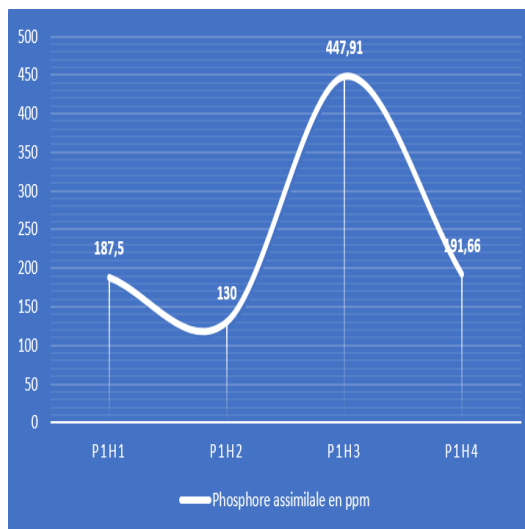
Il a été observé que quand la teneur de carbonate de calcium augmente, la teneur en gypse diminue.

Ceci peut être dû en fait à la différence de solubilité entre les deux sels [117].

Une étude menée par (FAO, 1990) à Balikh en Syrie a prouvé que le gypse affecte la capacité d'échange cationique aussi. Les particules de gypse ne possèdent pas de charge négative et par conséquent la CEC totale des sols gypseux diminue quand la teneur du sol en gypse augmente et vice versa [117].

#### h) Le phosphore assimilable

Les résultats représentant le phosphore assimilable en ppm sont mentionnés à la figure **figure 10.4** :



**Figure 10.4 :** Taux de phosphore assimilable dans les horizons du profil 1

Nous avons enregistré des valeurs élevées (qui dépassent 150ppm) du phosphore assimilable dans l'ensemble des horizons du premier profil à l'exception de P1H3.

D'après **Provin**, les sols avec des niveaux de phosphore extractible entre 150 et 200 ppm (parties par million) auront probablement des problèmes pendant 3 à 5 ans. Les sols avec des niveaux de phosphore supérieurs à 330 ppm nécessiteront des traitements spéciaux pendant beaucoup plus longtemps.[118]

#### 4.2.2.2 Résultats des analyses biologique des horizons du pforil P<sub>1</sub>

##### a) L' ammonium $NH_4^+$

Les résultats d'analyse de l'ammonium dans le tableau ci-dessous, sont en  $\mu.g^{-1}$  **tableau 5.4 :**

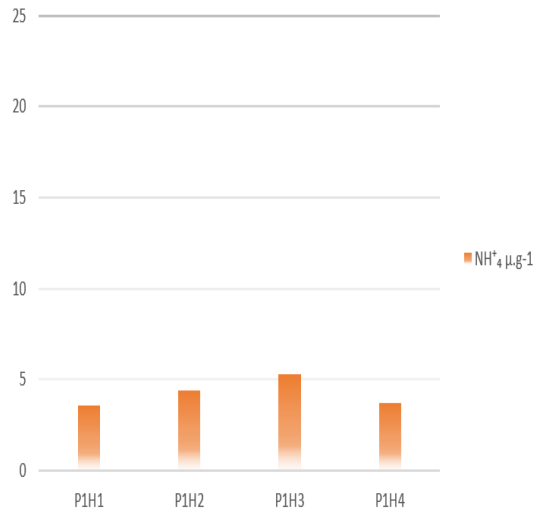
**Tableau 5.4 :** Le taux de  $NH_4^+$  profil 1

Horizons	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
$NH_4^+$ $\mu.g^{-1}$	3,6	4,4	5,3	3,7

Nous remarquons que l'ammonium est faible dans le premier profil, où la valeur la plus élevée était de  $3,5 \mu.g^{-1}$ .

Selon (Jackson, 1958) Dans les sols normaux, la quantité de  $NH_4^+$  trouvée varie généralement entre 2 et 17  $\mu.g^{-1}$  et c'est la cas de notre sol [119].

D'après la figure 11.4, indiquent que le premier profil présente des valeurs normales.



Figures 11.4 : Le taux de  $NH_4^+$  profil 1

### b) Matière organique

La figure 12.4 reflète les résultats obtenus pour la MO pour les horizons du profil 1. il paraît clairement que le taux de MO est très faible dans l'ensemble des horizons comparativement aux normes proposées par ( I.T.A, 1977) [120]

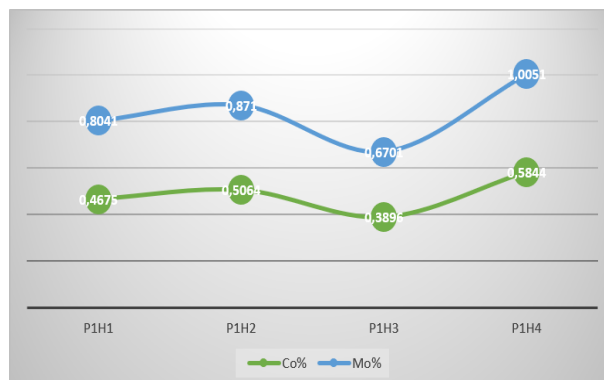


Figure 12.4 : Taux de matière organique au premier profil de la zone d'Ouled Derradj .

La matière organique influence la capacité d'échange de cations et la capacité à amortir les changements de pH du sol. Il a été rapporté que la matière organique est responsable de jusqu'à

## 4.2. CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET ANALYTIQUES PROFIL $P_1$

90% de la capacité d'échange cationique (**Stevenson 1994**). C'est le cas de nos résultats(CEC et MO) [121]

### 4.2.2.3 Résultats des analyses physiques des horizons du pforil $P_1$

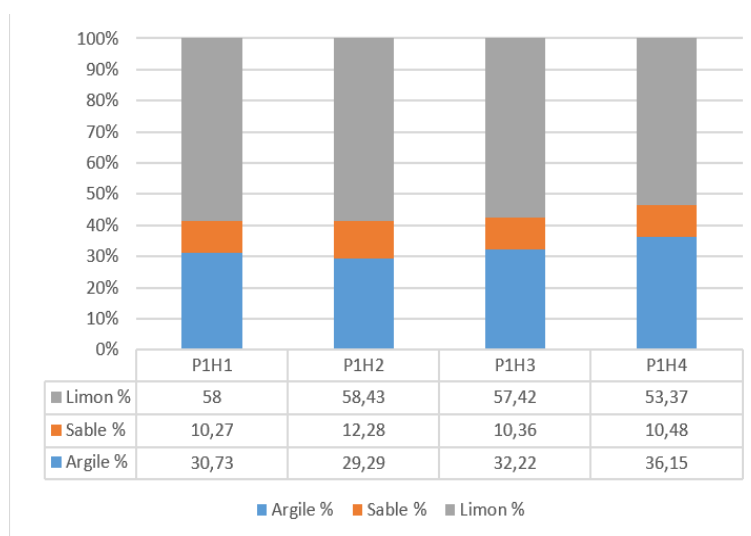
#### a) Analyses granulométriques et indice de battance des horizons du profil $P_1$

La détermination en laboratoire de la granulométrie du sol affichent les résultats suivants :

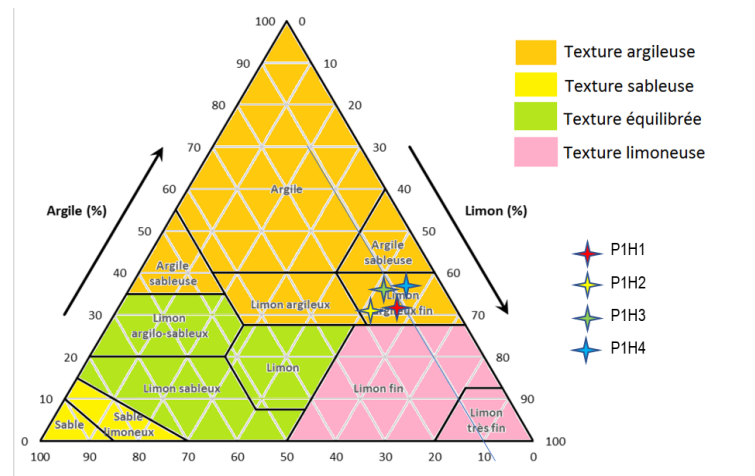
Le limon a enregistré le pourcentage le plus élevé, car il n'était avec des valeurs supérieures à 50%.

En deuxième position viennent les pourcentage d'argile qui variaient entre 29% et 36%.

Enfin on trouve le sable, le pourcentage le plus élevé enregistré était de 12,28% et le reste ne dépassent pas 10%



**Tableau 6.4 :** Variation des fractions granulométriques pour les horizons du profil 1



**Figure 13.4 :** Texture des horizons du premier profil sur le diagramme des texture

La classification a été élaboré selon les classes texturales USDA-FAO (FAO, 1990)[122]. Les résultats sont donnés comme suit

$P_1H_1, P_1H_2, P_1H_3$  et  $P_1H_4$  : Limon argileux fin ,

On note que limon qui avait les plus grandes proportions dans le sol du profil  $P_1$ , celui dernier sol se compose de petites particules ou de grains de sol et de minéraux qui sont facilement transportés et déposés par l'eau.

Chaque particule est plus petite qu'un grain de sable mais plus grande qu'une particule d'argile donc lorsque de fortes pluies écrasent le sol, certaines de ces fines particules granuleuses sont transportées par les eaux de ruissellement, cela rend le sol à risque d'érosion.

L'impact environnemental du limon est énorme, car une fois qu'il se dépose dans une plaine, il fournit des nutriments précieux pour les plantes et les insectes dans les sédiments qu'il crée.

La présence du limon avec des pourcentage élevés durant des période pluvieuse la formant du croûte de battance (LE CLECH, 2000) et c'est ce qui à été remarqué croûte de battance et c'est ce qui à été remarqué sur le terrain lors de nos sorties de prospection du profil  $p_1$  [123]

On peut déterminer et calculer le risque de battance d'un sol par ce qu'on appelle (IB) indice de battance .

Pour  $P_1H_1$  et  $P_1H_2$  : le sol est assez battant avec des volumes de (IB= 1,7019 et 1,7079) respec-

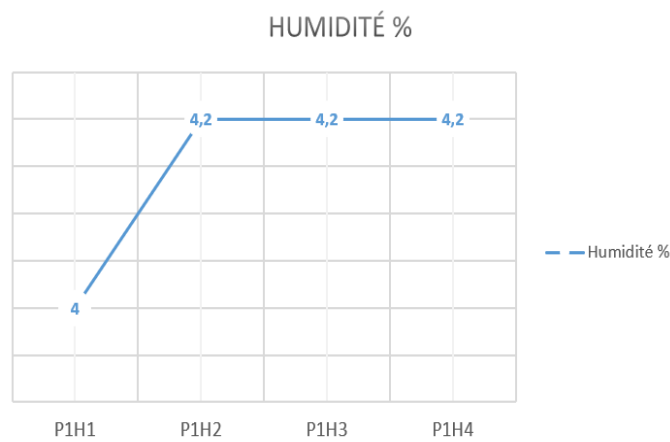
tivement pour  $P_1H_e$  et  $P_1H_2$ .

$P_1H_3$  : présenté un sol peu battant (IB= 1,5077).

$P_1H_4$  : ent non battant (IB= 1,040).

### b) L'humidité

Les résultats obtenus Inclus dans le **figure 14.4** comme indiqué ci-dessous :



**Figure 14.4** : Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de p1

On note à partir des valeurs données que la valeur de l'humidité était la même 4,2% dans les  $P_1H_2$ ,  $P_1H_3$  et  $P_1H_4$ , tandis que la valeur a légèrement diminué dans P1H1 où elle était égale à 4%.

### c) La porosité

La mesure des densités ( $d_a$  et  $d_r$ ), des horizons du P1 a fait ressortir les resultants mentionnés au niveau du (tableau 7.4), et figure 15.4.

**Tableau 7.4** : Valeurs des densités et porosités des horizons du Profil 1

Horizons	P1H1	P1H2	P1H3	P1H4
$D_r$ g/cm <sup>3</sup>	2,41	2,67	2,74	2,5
$D_a$ g/cm <sup>3</sup>	2,35	2,46	2,37	2,3
La porosité%	2,55	8,53	15,61	8,69

Selon les normes d'interprétation de la porosité (ENIB, 2000), les horizons  $P_1H_2$ ,  $P_1H_3$  et  $P_1H_4$  sont moyennement poreux **figure 16.4** et l'horizon ; tandis que  $P_1H_1$  (2.55%) est considéré comme peu poreux [124]

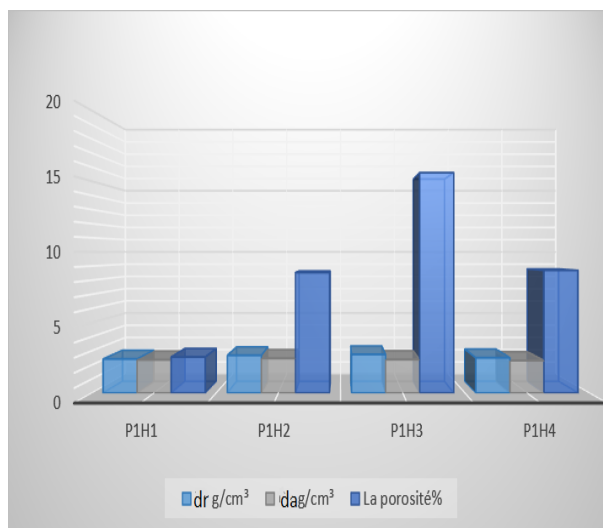


Figure 15.4 : Représentation des densités et porosités pour chaque horizon du profil 1

## 4.3 Caractéristique morphologiques analytiques profil $P_2$

### 4.3.1 Données morphologiques du profil 2

Le profil  $P_2$  se compose de 6 horizons ( $P_2H_1$ ,  $P_2H_2$ ,  $P_2H_3$ ,  $P_2H_4$ ,  $P_2H_5$  et  $P_2H_6$ )

$P_2H_1$  : 0-28,7 cm : Zone de transition diffuse, couleurs brune jaunâtre terne (10 Y R 5/4 dull yellowish brown) , Structure souvent en bon état, la présence de mauvaises herbes sur la couche superficielle, horizon structuré, soit limoneux argileuse ou argilo limoneuse, présence des taches blanches, la présence des racines, effervescence agressive à l'acide chlorhydrique, couleur foncé, une forte activité biologique, la dureté est de l'ordre 3,1.

$P_2H_2$  : 28,7- 66 cm : Brune jaunâtre terne (10 Y R 5/3 dull yellow brown) couleur du sol un peu plus foncé qu'avant foncée, texture argileux et dur, présence des taches blanches, présence des racines, effervescence forte à l'acide chlorhydrique, présence de quelque fourmis , la dureté est de l'ordre 3.

$P_2H_3$  : 66-81 cm : Marron foncé (10 Y R 3/3 dark brown) la présence de taches blanches sur les

granules du sol, texture argileuse, horizon structuré, absence des racines, effervescence forte à l'acide chlorhydrique, absence des activité biologique , Couleur plus foncée qu'avant, la dureté est de l'ordre 2,5.

$P_2H_4$  : 81- 1m 7 cm : Brun jaune grisâtre (10 Y R 4/2 grayish yellow brown) couche humide indiquant la présence d'eau, La présence de taches blanches sur les granules du sol, texture argileuse, ,effervescence forte à l'acide chlorhydrique, couleur foncé, la dureté est de l'ordre 2.

$P_2H_5$  : 1m 7cm - 1m 50 cm : Marron foncé (10 Y R 3/2 dark brown) présences des taches blanches, effervescence forte à l'acide chlorhydrique, la dureté est de l'ordre 2 .

$P_2H_6$  : 1m 50 cm et plus : Marron foncé (10 Y R 3/2 dark brown) il est de couleur plus foncé que l'horizon d'avant, texture argileuse, structure compact ,effervescence forte à l'acide chlorhydrique, la dureté est de l'ordre 1,8.

### 4.3.2 Donnée analytiques du profil P<sub>2</sub>

#### 4.3.2.1 Résultats des analyses chimique des horizons du pforil P<sub>2</sub>

##### a) $pH_{(eau)}$ et $pH_{(kcl)}$

D'après les résultats des mesures du pH pour les six horizons du deuxième profil **Tableau 8.4** on note et déduit que la valeur la plus élevée était de 8.287 à l'horizon  $H_1$  alors que la valeur la plus faible était de 8.06 dans l'horizon  $H_2$ . D'après les normes proposées par (**Baize, 1988**), nos horizons présentent des pH basiques.

**Tableau 8.4** : Résultats des  $pH_{eau}$  et  $pH_{kcl}$  des horizons du profil P2

Horizons	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6	Moyenne
PH-eau	8,2874	8,0654	8,1495	8,2267	8,0844	8,1790	8,1654
PH-kcl	7,6234	7,7317	7,7755	7,6843	7,7029	7,6836	7,7006

Les résultats de  $pH_{kcl}$  **figure 16.4**, la valeur la plus élevée a été enregistrée dans  $H_3$  avec 7.77 , tandis que le résultat le plus bas était dans la premier horizon avec 7.62.



Figure 16.4 : Les valeurs  $pH_{eau}$  et  $pH_{kcl}$  du profil 02

b) La conductivité électrique

Pour la conductivité électrique nous avons trouvé les résultats suivants **tableau 9.4, figure 17.4** :

Tableau 9.4 : Variation de la conductivité électrique dans les horizons du profil P2

Horizons	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6	Moyenne
CE (mS/cm)	0,483	3,27	4,12	4,00	4,18	3,72	3,29
Interprétation	Non salé	Très salé	Très salé	Très salé	Très salé	Très salé	Très salé

Selon les mêmes critères d'interprétation des résultats du premier profil, le premier horizon est non salé (0,483 mS/cm) alors que le reste des horizons sont considérés comme très salés ( $3,27 < CE < 4,18$  mS/cm).

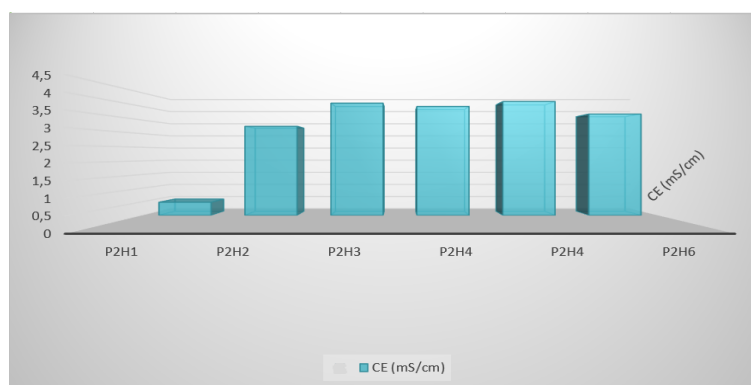
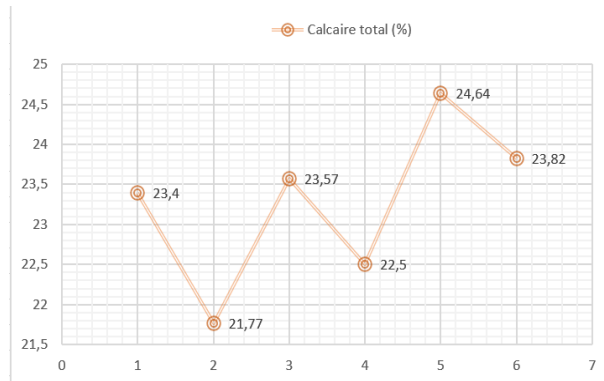


Figure 17.4 : Variation de la conductivité électrique dans les horizons de P2

c) Calcaire total

Concernant le calcaire total, le résultat du deuxième profil sont mentionnés à la **figure 18.4** :



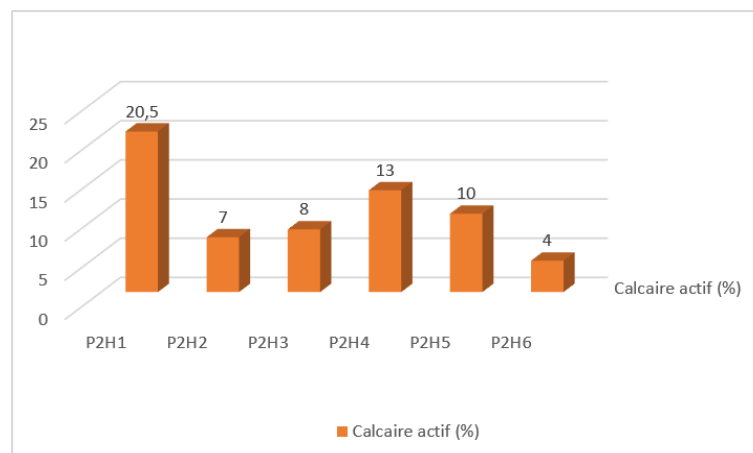
**Figure 18.4** : Représentation des teneurs en calcaire total des horizons du deuxième profil de la zone d'Ouled Derradj.

On remarque que les valeurs fluctuent dans le profil 2. La valeur minimale était de 21,7 pour P<sub>2</sub>H<sub>2</sub>.

Tous les horizons de ce profil peuvent être considérés comme modérément calcaire.

d) Calcaire actif

Les valeurs du calcaire actif sont indiquées à la figure (**figure 19.4**) :



**Figure 19.4** : Taux du calcaire actif au niveau des horizons du deuxième profil (zone d'Ouled Derradj).

### 4.3. CARACTÉRISTIQUE MORPHOLOGIQUES ANALYTIQUES PROFIL P<sub>2</sub>

---

Sur la base des résultats donnés ci-dessus, nous notons que le deuxième profil a enregistré le pourcentage le plus élevé estimé à 44,5 % et puis les données fluctuaient dans le reste du profil entre 4% et 16%.

Pour P<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, le taux du calcaire actif est faible ;

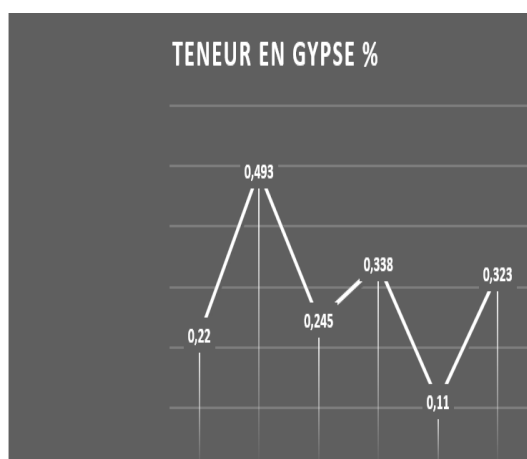
Pour P<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>H<sub>3</sub> le taux est assez élevé ;

Pour P<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>H<sub>5</sub> le taux est élevé ;

Pour P<sub>2</sub>H<sub>1</sub> qui était le plus élevé le taux est très élevé ;

#### e) Gypse

Les résultats du gypse dans les horizons du deuxième profil sont présentés dans la **figure 20.4** :



**Figure 20.4** : La Teneur en gypse % du profil 2

Il s'agit d'un sol non gypseux pour l'ensemble des horizons du profil P2

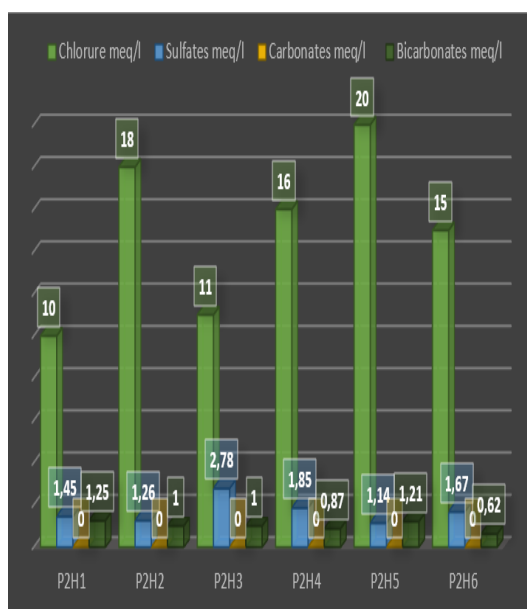
#### f) Les sels solubles

Les résultats des sels solubles sont resumé au tableau **tableau 10.4** :

**Tableau 10.4 :** Les sels solubles profil 2

Horizon	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6
Chlorure meq/l	10	18	11	16	20	15
Sulfates meq/l	1,45	1,26	2,78	1,85	1,14	1,67
Carbonates meq/l	0	0	0	0	0	0
Bicarbonates meq/l	1,25	1	1	0,87	1,21	0,62

Les valeurs du chlorure varient entre 20 meq/l et 10 meq/l, les carbonates n'existent plus, les sulfates affichent des faibles proportions qui ne dépassaient pas 2,78 meq/l **figure 21.4**.



**Figure 21.4 :** Les sels solubles au niveaux des horizons du profil P2

g) Capacité d'échange cationique

**Tableau 11.4 :** Les bases échangeables et CEC de profil 2

Horizons	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6
Na <sup>+</sup> meq/g	4,2	12,1	18,3	14	17	12,8
Ca <sup>++</sup> meq/g	16,03	40,88	40,08	49,69	44,88	32,06
CEC meq/kg	12,6	36,3	54,9	42	51	38,4

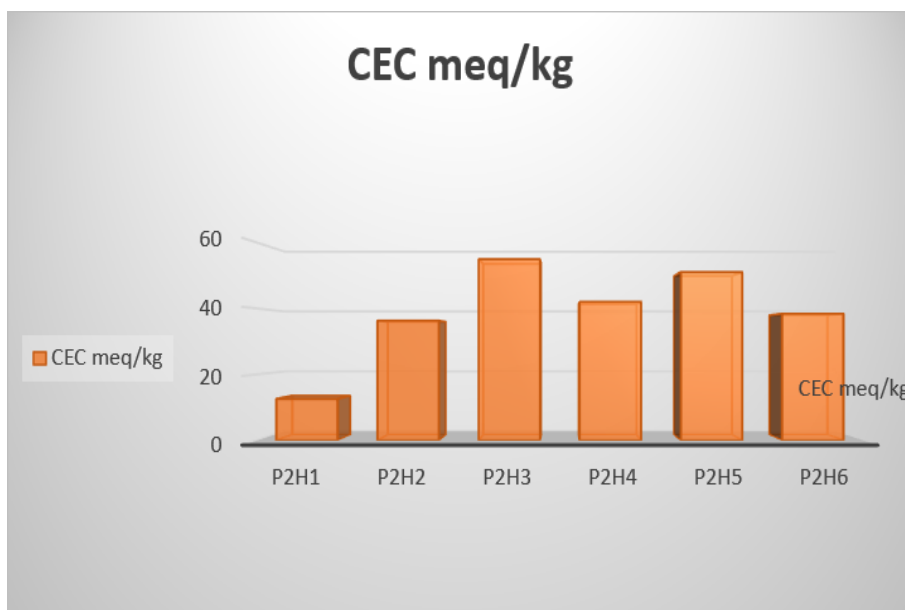
Pour la CEC et dans le deuxième profil **tableau 11.4** et **figure 22.4**, nous avons enregistré la valeur la plus faible au premier horizon (12,6 meq/kg), le reste des valeurs varie entre 36,3 et 54,9 meq/kg. Il s'agit d'une CEC très faible pour l'ensemble des horizons du P<sub>2</sub>.

(Frans, 2014), a démontré que la présence de petites quantités de  $Na^+$  dans le milieu de croissance améliore le goût de nombreuses cultures, notamment l'asperge, l'orge, le brocoli et la betterave. L'augmentation du  $Na^+$  dans les plantes peut également être précieuse pour les herbivores car il est essentiel à toute vie animale dans les herbes et le fourrage pour animaux [125].

Selon (Benton, 2012) les raisons qui affectent la CEC sont :

Faible capacité de rétention des éléments nutritifs des plantes, perte par lessivage du profil du sol

Faible capacité de rétention d'eau [28]



**Figure 22.4** : La CEC du profil 2

#### h) Le phosphore assimilable

Les valeurs du phosphore assimilable sont comme suit **figure 23.4**, le pourcentage le plus élevé a été enregistré dans le deuxième horizon avec 83,33. Selon Pouvin, le phosphore ne présente

pas de danger pour le sol, sur la base ce qui a été mentionné précédemment [118].

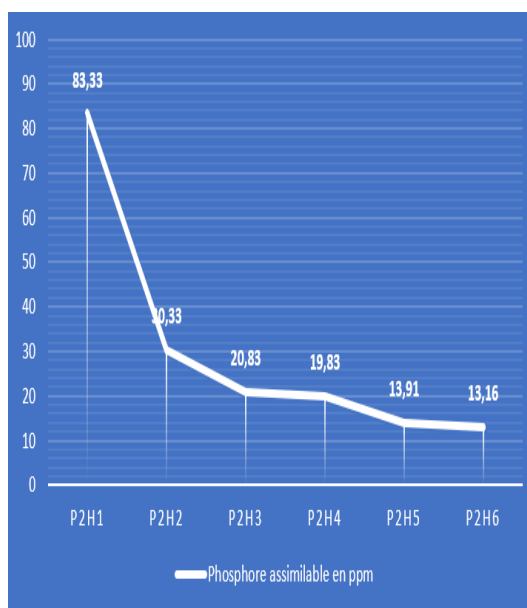


Figure 23.4 : Taux de phosphore assimilable profil 2

#### 4.3.2.2 Résultats des analyses biologiques des horizons du pforil P<sub>2</sub>

##### a) L' ammonium $NH_4^+$

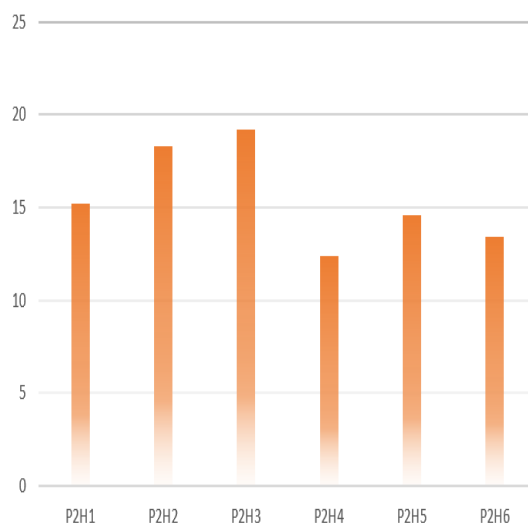
Pour l'ammonium, les résultats sont les suivants **tableau 12.4** :

La valeur la plus élevée pour l'ammonium dans  $19,2 \mu.g^{-1}$  .

À partir de **figure 24.4** les valeurs indiquent que la deuxième profil est en valeurs normales, sauf pour les deuxième et troisième horizons, où  $P_2H_2$  et  $P_2H_3$  supérieur à  $17 \mu.g^{-1}$

Tableau 12.4 : Le taux de  $NH_4^+$  dans le profil 2

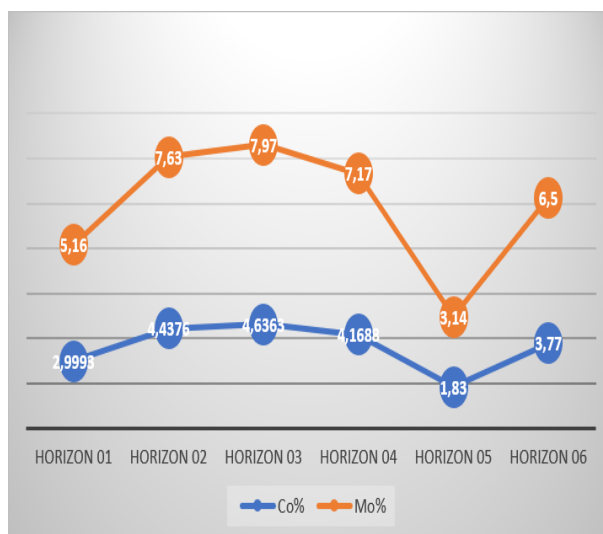
Horizons	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6
$NH_4^+$	15,2	18,3	19,2	12,4	14,6	13,4
$\mu.g^{-1}$						



**Figure 24.4 :** Le taux de  $NH_4^+$  profil 2

b) Matière organique

La matière organique dans le deuxième profil est résumée à la **figure 25.4** :



**Figure 25.4 :** Taux de matière organique au deuxième profil de la zone d'Ouled Derradj .

Le taux de matière organique indique que notre sol est très riche, au niveau de tout les horizons de deuxième profil avec respectivement les valeurs de 5,16% pour  $P_2H_1$ , 7,97% pour  $P_2H_2$ , 7,63% pour  $P_2H_3$ , 7,17% pour  $P_2H_4$  , 3,14 pour  $P_2H_5$  et 6,5% pour  $P_2H_6$ .

Selon les mêmes critères que nous avons utilisé lors de l'interprétation des résultats du premier

profil, le deuxième profil est riche en matière organique.

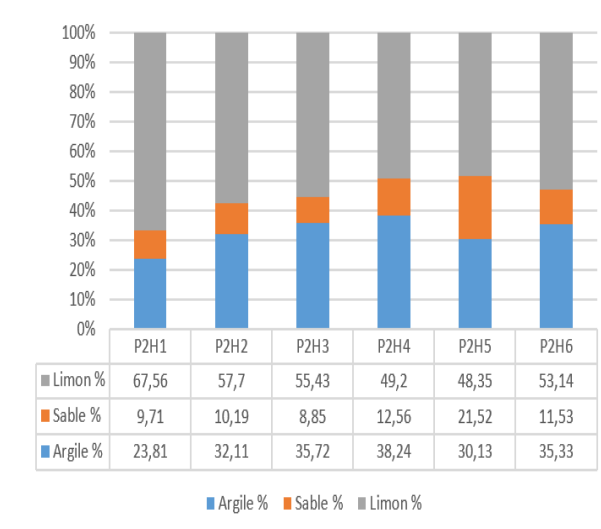
Les résultats que nous avons obtenus (la richesse en matière organique) confirment ceux précédemment observés à travers la description morphologique du profil.

Le carbone organique du sol affecte le cycle des nutriments et l'état de la fertilité du sol. La décomposition de la matière organique du sol libère des nutriments, y compris de l'azote (N), dans le sol [126] [127]. Ainsi, un sol avec une concentration de sol plus élevée entraîne une plus grande libération de N organique dans le sol qui se minéralise en raison des facteurs de température et d'humidité pour devenir d'ammonium, ceci explique les valeurs que nous avons trouvées dans l'analyse d'ammonium, donc c'est logique

#### 4.3.2.1 Résultats des analyses physiques des horizons du profil P<sub>2</sub>

##### a) Analyses granulométriques :

L'analyse granulométrique nous a donné les résultats suivants **tableau 13.4** et **figure 26.4** :



**Tableau 13.4** : variation des fractions granulométriques des horizons du profil 2

Comme nous pouvons le voir dans la figure, le limon enregistre les pourcentages les plus élevés, atteignant 67,58% dans le premier horizon, le pourcentage le plus bas est enregistré dans le cinquième 48,58% le reste varie entre 57,7% et 49,2%.

L'argile a enregistré un faible pourcentage dans le premier horizon avec un taux de 23,81%, les

### 4.3. CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES ANALYTIQUES PROFIL $P_2$

horizons restants ont enregistré les valeurs de 32,11% 35,72% 38,24% 30,13% 35,33% respectivement pour  $H_2, H_3, H_4, H_5$  et  $H_6$ .

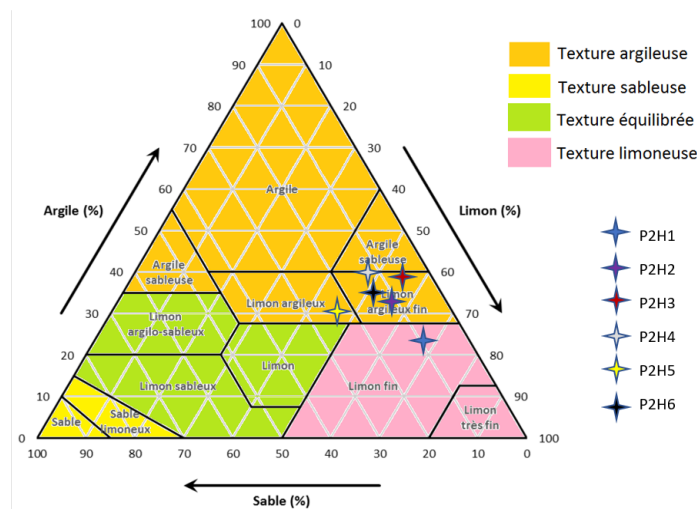
Enfin, le sable avec 21,52% comme pourcentage le plus élevé, le reste des pourcentages qui varient entre 8, 85 et 12,56.

On déduit des résultats du triangle textural **figure 28.4** ce qui suit :

$P_2H_1$  : Limon fin

$P_2H_2, P_2H_3, P_2H_4, P_2H_6$  : Limon argileux fin

$P_2H_5$  : Limon argileux

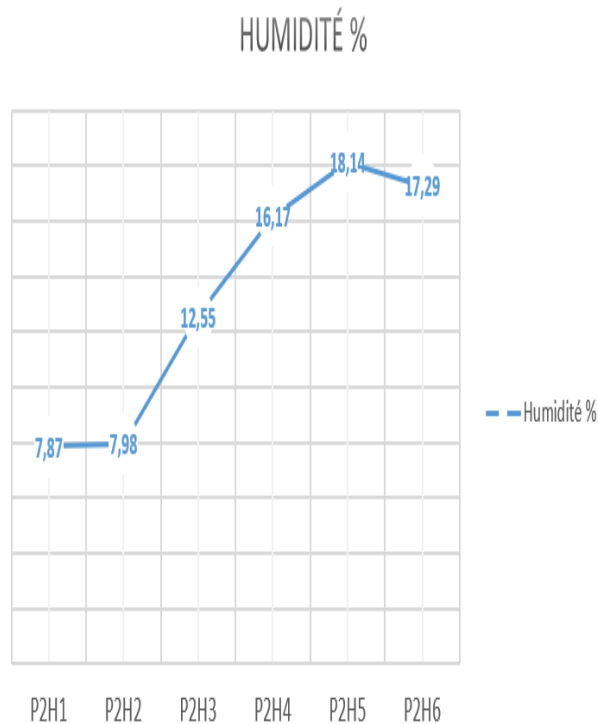


**Figure 26.4** : Représentation des textures des horizons du deuxième profil sur le diagramme textural

Concernant l'indice de battance, les calculs ont donné les résultats suivants :

0,8026, 0,498, 0,3601, 0,3348, 0,5932, 0,3842 respectivement  $P_2H_1, P_2H_2, P_2H_3, P_2H_4, P_2H_5$  et  $P_2H_6$

b) L'humidité



**Figure 27.4 :** Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de p2

On remarque que l'humidité dans le profil 2 augmente avec la profondeur, avec les valeurs plus élevée à l'horizon 5 (18,4).

(Sujith et al, 2004) ont mené une étude démontrant que dans les sols secs à l'air, l'humidité de surface et la vitesse seuil du vent dépendent de manière significative de l'humidité de l'air. Ainsi, dans les régions arides, les variations de l'humidité du sol de surface peuvent être significativement affectées par les changements de l'humidité atmosphérique, avec un effet important sur le potentiel d'érosion éolienne [128].

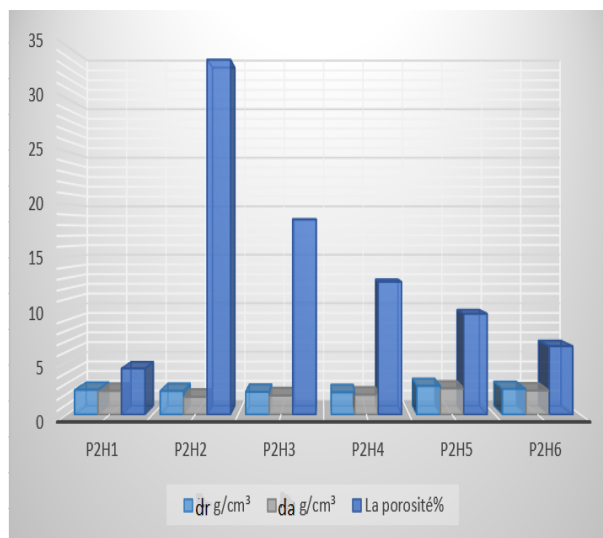
c) La porosité

Dans notre deuxième profil et sur la base des mêmes normes d'interprétation on peut considérer P<sub>2</sub>H<sub>2</sub> et P<sub>2</sub>H<sub>3</sub> comme poreux, P<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>H<sub>5</sub> et P<sub>2</sub>H<sub>6</sub> moyennement poreux (tableau.14.4) (figure 28.4), tandis que P<sub>2</sub>H<sub>1</sub> (4.44%) peu poreux.

### 4.3. CARACTÉRISTIQUE MORPHOLOGIQUES ANALYTIQUES PROFIL P<sub>2</sub>

**Tableau 14.4 :** Valeurs des densités et porosités des horizons de Profil 2

Horizons	P2H1	P2H2	P2H3	P2H4	P2H5	P2H6
$d_r$ g/cm <sup>3</sup>	2,37	2,26	2,17	2,14	2,74	2,45
$d_a$ g/cm <sup>3</sup>	2,27	1,69	1,83	1,9	2,5	2,3
La porosité%	4,4	33,72	18,57	12,63	9,6	6,52



**Figure 28.4 :** Représentation des densités pour chaque horizon du profil 2

---

## Conclusion

---

Le présent travail a été mené dans la zone d'Ouled Derraj (wilaya de M'sila), dans le but de la détermination des principales propriétés (physique, chimique et biologique) d'un de ces sol.

Suit au problèmes mentionnés par l'agriculteur de cette zone (rendement faible inexplicable par rapport aux reste des sols qui les entourent), on a choisi de caractériser deux profils ( $P_1$  avec quatre horizon et  $P_2$  avec 6 horizon).

Les résultats trouvés (paour les deux profil) montrent que :

La majorité des horizons des deux profils présentent une texture limon argileux fin ( $P_1H_1, P_1H_2, P_1H_3, P_1H_4, P_2H_2, P_2H_3, P_2H_4, P_2H_6$ ), limon argileux pour  $P_2H_5$  et limon fin pour  $P_2H_1$ . Avec des indices de battance qui indiquent qu'il s'agit des sol assez battants et non battants respectivement pour les horizon superficiels des deux profil ( $P_1H_1, P_1H_2$  et  $P_2H_1, P_2H_2$ ).

Le premier profil est considéré comme moyennement poreux tandis que le deuxième est peu poreux.

Le pH est alcalin dans les horizons des deux profils ce qui peut nuire à la disponibilité des éléments nutritifs.

Les valeur de la conductivité électrique trouvés indiquent qu'a l'exception de l'horizon  $P_2H_1$  qui est non salé, le reste des horizon des deux profils sont très salés.

Un des problèmes les plus graves que nous sols ( $P_1$  et  $P_2$ ) sont confrontés, les présente élèves du calcaire totale (sol modérément calcaire pour les horizons des deux profils à l'exception de l'horizon  $P_1H_1$  qui est fortement calcaire). Ajoutant aussi que les résultats du calcaire actif montrent un risque élevé de chlorose donc un manque probable accru en éléments nutritifs indispensable à la vie des plantes.

Contrairement au calcaire et calcaire actif, le gypse se présente au niveau de l'ensemble des horizons des deux profils avec des pourcentages faibles (sol non gypseux).

Notre sol présente une capacité d'échange cationique faible au niveau de tous les horizons (que ce soit du profil  $P_1$  ou profil  $P_2$ ).

Nous sols sont riches en phosphore assimilable dans les deux profils

La matière organique affiche des valeurs contradictoires ; très pauvre pour les horizons de  $P_1$  et très riches pour ceux de  $P_2$ .

Comme suggestions on propose :

Essayer de diminuer les taux de calcaire total et actif

Augmenter la capacité d'échange cationique par l'ajout de la matière organique en particulier pour le premier profil.

Essai d'augmentation de porosité, avec un choix raisonnable des itinéraires techniques.

L'installation des réseaux de drainage.

Contrôle des doses d'irrigation avec détermination de la qualité des eaux.

Contrôle de la quantité des engrais, utiliser d'une manière rationnelle.

Choix des cultures tolérantes à la salinité.

---

# Annexes

---

**Tableau: Pluviométrie mensuelle en mm (2006\_2016) de la région de M'Sila.**

	JA N	FE V	MA R	AV R	MA I	JUI N	JUI L	AU T	SE P	OC T	NO V	DE C	TOTA L
2006	26	50	1	14	26	3	29	5	20	NT	29	22	225
2007	5	12	17	80	26	6	NT	4	23	10	5	NT	188
2008	5	5	6	NT	16	6	2	3	35	57	10	26	171
2009	31	17	5	34	2	8	1	3	23	4	6	19	153
2010	7	32	21	21	3	3	2	6	4	11	8	3	121
2011	3	8	8	21	13	40	2	5	19	26	12	11	168
2012	NT	2	31	21	4	1	1	4	59	27	9	9	168
2013	15	10	21	27	14	NT	5	7	6	38	29	28	200
2014	20	7	19	NT	50	11	6	2	13	2	27	13	170
2015	12	25	13	6	6	3	NT	16	27	51	NT	NT	159
2016	5	8	12	50	22	NT	14	NT	5	9	16	14	155

Annexe.02 :

**Tableau: Moyenne mensuelle des températures moyenne en °C (2006\_2016) de la région de M'Sila.**

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
<b>2006</b>	7,1	8,3	14,0	19,7	24,8	29,0	31,7	30,7	24,4	22,5	14,6	9,6	19,7
<b>2007</b>	8,9	11,6	12,1	16,7	21,8	29,0	31,7	31,3	25,1	20,1	11,6	8,9	19,1
<b>2008</b>	9,1	11,6	13,1	18,4	22,6	27,5	32,7	31,8	25,6	18,7	11,5	7,4	19,2
<b>2009</b>	8,5	8,2	12,6	13,1	23,2	28,9	31,9	31,6	25,2	19,9	13,8	10,5	19,0
<b>2010</b>	9,7	11,2	14,1	17,9	20,2	27,6	32,6	31,6	25,8	19,1	13,2	9,2	19,4
<b>2011</b>	9,1	9,3	13,0	19,0	22,3	27,1	32,0	31,8	27,7	19,4	13,8	9,5	19,5
<b>2012</b>	8,0	6,6	13,7	16,3	24,1	31,3	33,9	33,7	26,6	20,8	14,5	9,2	19,9
<b>2013</b>	8,8	8,0	14,0	18,4	21,0	26,9	32,0	34,0	30,0	26,7	23,9	12,9	21,4
<b>2014</b>	9,6	11,5	12,8	19,7	23,2	27,6	31,8	32,5	28,1	22,1	15,4	9,1	20,3
<b>2015</b>	8,2	8,5	13,9	20,3	25,2	27,9	32,8	31,4	25,9	19,5	13,6	8,8	19,7
<b>2016</b>	10,0	11,4	13,0	19,2	22,9	28,7	32,0	30,8	25,9	21,8	13,5	9,0	19,9

Annexe.03

**Tableau: Moyenne mensuelle des températures maximales en °C (2006\_2016) de la région de M'Sila.**

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Plus élevée
<b>2006</b>	16,4	17,8	28,9	32,8	39,7	44,2	43,8	42,1	36,4	36,3	30,8	19,5	44,2
<b>2007</b>	22,6	22,3	27,7	28,8	36,9	44,1	42,2	42,2	36,8	34,7	21,4	20,8	44,1
<b>2008</b>	19,2	23,4	30,5	34,4	36,2	40,7	45,7	45,0	39,5	29,3	21,4	17,0	45,7
<b>2009</b>	18,3	18,0	25,4	28,7	37,0	39,8	45,2	43,4	40,8	32,7	27,0	22,8	45,2
<b>2010</b>	20,0	28,7	28,2	30,2	34,0	42,6	45,3	42,7	36,7	35,0	23,3	22,1	45,3
<b>2011</b>	20,3	20,4	25,6	33,0	36,1	41,3	43,6	44,6	41,0	30,9	22,6	18,8	44,6
<b>2012</b>	18,4	21,5	26,1	31,7	36,4	43,3	46,2	44,8	38,5	36,0	28,1	19,3	46,2
<b>2013</b>	21,3	19,6	26,8	34,1	27,4	34,1	38,0	36,1	33,0	29,6	18,9	14,2	38,0
<b>2014</b>	18,8	25,4	23,6	33,3	36,6	39,4	43,3	44,3	41,4	37,2	26,1	18,5	44,3
<b>2015</b>	20,0	17,7	29,4	34,4	41,3	40,2	44,2	45,3	39,4	34,3	24,2	20,4	45,3
<b>2016</b>	22,4	23,7	32,7	32,4	43,2	40,3	43,2	43,4	37,4	34,0	27,4	22,0	43,4

## Annexe .04

Tableau: Moyenne mensuelle des températures minimales en °C (2006\_2016) de la région de M'Sila

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Plus basse
2006	-3,8	-0,2	1,4	4,7	13	7,7	17,6	17,6	11,6	11	4,8	-0,9	-3,8
2007	-0,3	-0,1	-0,6	4,2	9,1	12,2	19,3	19,3	14,1	6	-2,5	-1,9	-2,5
2008	-2,0	-1,5	-0,9	4,0	8,4	13,2	18,7	20,5	12,2	8,2	2,0	-0,8	-2,0
2009	0,0	-2,0	0,5	2,2	7,0	15,2	22,0	18,8	13,0	6,8	2,4	0,5	-2,0
2010	-2,2	-2,8	1,5	6,8	6,8	15,3	19,9	21,6	12,3	4,1	2,0	-4,1	-4,1
2011	-3,4	-1,9	0,7	7,0	9,4	13,5	18,3	19,8	16,4	8,4	5,4	-0,3	-3,4
2012	-2,9	-5,0	2,2	4,0	8,8	18,9	17,9	20,8	14,4	4,6	2,4	-1,2	-5,0
2013	-1,2	-3,2	-1,7	3,6	13,5	18,2	23,5	21,9	20,4	17,7	7,9	3,3	-3,2
2014	0,1	-1,8	1,0	5,3	8,6	13,8	19,7	19,9	15,8	7,6	5,7	-0,6	-1,8
2015	-1,0	-1,5	1,6	4,6	8,8	15,6	20,8	18,6	13,9	8,9	1,7	0,4	-1,5
2016	-0,3	-0,4	0,4	4,2	5,7	12,8	13,6	18,7	12,8	8,5	2,5	0,2	-0,4

## Annexe.05

**Tableau: Evapotranspiration mensuelle en mm (2006\_2016) de la région de M'Sila**

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	0,29	0,48	3,16	10,13	23,75	39,45	53,54	45,50	19,17	13,88	3,02	0,77
2007	0,76	1,71	2,36	6,83	17,45	42,56	57,14	51,79	23,07	10,85	1,73	0,75
2008	0,78	1,64	2,92	9,01	19,11	35,46	62,19	53,71	24,09	8,44	1,62	0,40
2009	0,67	0,59	2,71	3,24	21,35	42,33	58,53	53,60	23,51	56,37	63,06	69,74
2010	0,94	1,44	3,62	8,15	13,27	35,58	61,22	52,32	24,47	8,91	2,46	0,78
2011	0,71	0,75	2,65	9,44	17,50	32,66	56,52	52,25	29,82	8,98	2,68	0,80
2012	0,37	0,19	2,65	4,99	20,29	48,36	64,08	59,25	23,98	9,97	2,67	0,58
2013	0,34	0,23	2,06	5,76	10,22	24,62	46,36	54,22	30,87	19,22	11,50	1,27
2014	0,67	1,20	2,07	9,23	17,68	31,55	51,44	52,17	28,52	12,06	3,20	0,55
2015	0,47	0,52	3,09	11,18	25,02	34,81	59,82	48,97	23,28	8,73	2,40	0,58
2016	0,89	1,33	2,46	9,26	18,24	37,99	55,01	45,82	23,16	12,46	2,33	0,62

## Annexe.06

**Tableau: Humidité mensuelle en % (2006\_2016) de la région de M'Sila**

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUIL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	MOY
<b>2006</b>	76	80	71	51	51	34	38	40	54	51	71	82	58
<b>2007</b>	75	71	69	71	55	46	33	37	59	67	75	76	61
<b>2008</b>	73	63	63	48	49	44	37	41	55	78	80	88	60
<b>2009</b>	86	79	69	72	43	38	30	40	63	60	66	77	60
<b>2010</b>	76	73	65	64	53	42	33	37	46	62	72	65	57
<b>2011</b>	70	68	65	61	54	47	36	35	48	61	76	77	58
<b>2012</b>	79	67	56	71	42	33	25	25	39	57	76	76	54
<b>2013</b>	74	67	57	51	49	39	32	34	48	50	67	81	54
<b>2014</b>	77	64	61	44	43	41	28	31	43	45	64	76	51
<b>2015</b>	71	73	59	46	39	36	28	36	47	62	63	67	52
<b>2016</b>	65	61	53	50	40	30	26	30	42	48	65	69	48

## Annexe o7

Tableau: Vent mensuelle en m/s (2006\_2016) de la région de M'Sila

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	MOY
<b>2006</b>	4	4	5	5	4	6	3	4	3	4	4	3	4
<b>2007</b>	3	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	5	4
<b>2008</b>	3	4	5	6	5	5	4	3	4	2	3	3	4
<b>2009</b>	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4
<b>2010</b>	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	4	3	4
<b>2011</b>	3	5	4	4	5	4	5	3	4	3	4	4	4
<b>2012</b>	4	5	5	6	4	4	5	5	4	5	4	4	5
<b>2013</b>	5	5	7	5	6	5	4	4	4	4	5	3	5
<b>2014</b>	4	4	5	5	5	5	4	4	3	3	4	5	4
<b>2015</b>	5	6	6	4	5	4	4	4	5	4	4	2	4
<b>2016</b>	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4

**Annexe 8**

**Tableau: Investisseur agricole de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)**

<b>Investisseur agricole</b>	<b>nombre</b>
<b>Investisseur individuels</b>	<b>2</b>
<b>Investisseur de récupération</b>	<b>30</b>
<b>Investisseur franchises</b>	<b>29</b>
<b>Investisseur de GCA</b>	<b>0</b>
<b>Investisseur privé</b>	<b>321</b>
<b>total</b>	<b>382</b>

**Annexe 09**

**Tableau: Matériel agricole de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)**

<b>Matériel agricole</b>	<b>nombre</b>
<b>Moissonneuses et batteuses</b>	<b>3</b>
<b>tracteurs</b>	<b>40</b>
<b>Equipement de service au sol</b>	<b>40</b>

**Annexe 10**

**Tableau: Céréales culture on ha de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)**

<b>Céréales culture</b>	<b>Superficie on HA</b>
<b>Blé dur</b>	<b>100</b>
<b>Blé tendre</b>	<b>55</b>
<b>orge</b>	<b>280</b>
<b>L'avoine</b>	<b>2</b>
<b>Totale</b>	<b>437</b>

### Annexe 11

Tableau: culture de fourrage on ha de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)

La culture de fourrage	Superficie on HA
Orge verte	40
sorgho	2
mais	10
Autres (panic)	0
LUZERN	55
L'avoine comme aliment	2
Fourrage vert total	107
Fourrage sec total	102

### Annexe 12

Tableau: culture de maraichère on ha de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)

Culture maraichère	Superficie en ha
Pomme de terre	0
oignon	55
tomate	0
ail	80
poivre	80
carottes	0
courgette	0
salade	0
navet	0
haricot	10
autre	0
total	225

### Annexe 13

Tableau: Superficie irriguée on ha de la commune d'Ouled Derradj (D.S.A, 2021)

superficie	Superficie on HA
La superficie arable SAU	7000
La superficie irriguée	726
aspersion	54
Goutte à goutte	16
Immersion	656

---

# Bibliographie

---

- [1] David C. Coleman D. A. Crossley, Jr. *Fundamentals of Soil Ecology* pp 1-4 ,Second Edition, Institute of Ecology University of Georgia Athens, Georgia Elsevier 2004,
- [2] Food and Agriculture organization of the United Nations : <https://www.fao.org/soils-portal/about/all-definitions/en/>
- [3] , *Le grand Atlas*, De Boeck, 2004, P. 173 .
- [4] Stenberg B., Rossel R., Mouazen A., Wetterlind J., *Visible and Near Infrared Spectroscopy in Soil Science* Chapter 5 , Advances in Agronomy ,Volume 107, PP :163-215 , 2010.
- [5] Klein et Hurlbut, 1999.based on data of F. W. Clarke, Nature Education
- [6] Lapidus, D. F. Collins Dictionary of Geology, London, England : HarperCollins, 1990.
- [7] Singh B., Schulze D.G. , *Soil Minerals and Plant Nutrition The nature education* ,2015.
- [8] Nature education ,2014.Courtesy of Balwant Singh and Darrell G. Schulze
- [9] Duchaufour, 1997
- [10] Girard M.c., Schwartz C. et Jabiol B. *Etude des Sols, Description cartographie et utilisation*. Dunod 2011.
- [11] BAUCHAMP, 1989, Université de Picardie Jules Verne

- [12] Baize D. , Jabiol B., *Guide pour la description des sols* PP :388 ,1955.
- [13] journal of planet nutrition and soil science 2017.
- [14] Le Bissonnais Y., LE Souder C., *mesure la stabilité structural des sols pour évalué leur sensibilité à la battance* , pp : 43- 50 Etude et gestion des sols , Institut National da la Recherche Agronomique , Service d'étude des Sols et de la carte pédologique ,France, 1995.
- [15] Boiffin J. *Place des bassins versants expérimentaux dans les études sur l'érosion hydrique dessols.* In : Du concept de BVRE à celui de zone atelier dans les recherches menées en eaux continentales. Actes du Séminaire national, hydrosystèmes. Paris : Cémagref, 1994 197-201.
- [16] Joséphine P ,*La battance* ISARA Lyon Montpellier SupAgro l'Institut Agro Montpellier 2013
- [17] Remy et Lafleche, 1974.
- [18] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *SOIL PERMEABILITY* <https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO-Training/FAO-Training/General/x6706e/x6706e09.htm>
- [19] Henry Darcy, *Les fontaines publiques de la ville de Dijon*, V. Dalmont, Paris, (1856).
- [20] Badeau V, Ulrich E (2008) : *RENECOFOR - Etude critique de faisabilité sur : la comparabilité des données météorologiques RENECOFOR avec celles de Météo France, l'estimation de la réserve utile en eau du sol et le calcul des volumes d'eau drainée en vue du calcul de bilans minéraux sur les placettes du sous-réseau CATAENAT.* Editeur : Office National des Foêts, Direction Technique et Commercial Bois, ISBN 978
- [21] Perspectives Agricoles Magazine, 2018
- [22] Billaux.P. *Le régime hydrique des sols estimé au moyen des données climatiques Relations avec la pluviométrie annuelle et avec des classifications bioclimatiques . dans des psys 8 climat méditerranéen.* CENTRE ARABE POUR L'ETUDE DES ZONES ARIDES ET DES TERRES SECKES ( ACSAD )1982.

- [23] André Musy et Marc Soutter., *Physique du sol* ed, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1991.
- [24] Ross, D. S., and Ketterings, Q. *Recommended Methods For Determining Soil Cation Exchange Capacity*. pp 75 -80 Recommended Soil Testing Procedures For The Northeastern United States, 3rd Ed., A. Wolf and J.McGrath, eds., Northeastern Regional Publications, College Park, MD. (2011).
- [25] Rhodes J. D.,*Electrical Conductivity Methods for Measuring And Mapping Soil Sanility*. pp 201-255, Advances in Agronomy Volume 49. Edited by : Donald L. Sparks, ACADEMIC PRESS, INC. Harcourt Brace and Company, San Diego, New York, Tronto 1993.
- [26] RHOADES J. D.,*Salinity : Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids*,pp 417-436, Methods of soil Analysis, Part 3, Chemical Analysis. Editor-in-Chief : Bigham, N 5, In the Soil Science Society of America Book Series. Third Printing 2001.
- [27] Bocoum, 2004. OpenEdition journals
- [28] J. Benton Jones, Jr. *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual* PP : 57-59,97-103, ,Second Edition , Taylor & Francis Group ,Boca Raton, 2012
- [29] Sumner.M.E et al., *Nutrient Status and Toxicity Problems in Acid Soils* pp 149-152 Soil Acidity,Softcover reprint of the hardcover I st edition.,B. Ulrich, M. E. Sumner, (eds.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg London Paris 1991.
- [30] Lindsay WL 1972 *Inorganic phase equilibria of micro nutrients in soils*. In : MortvedtJJ, Giordano PM, Lindsay WL (eds) Micronutrients in agriculture. Soil Sci Soc Am, Madison, Wisconsin
- [31] Lindsay WL 1979 *Chemical equilibria in soils*. Wiley, NY
- [32] RITCHIE.G.S.P., *The Chemical Behaviour of Aluminium, Hydrogen and Manganese in Acid Soils* pp 26-32 SOIL ACIDITY AND PLANT GROWTH Edited by A. D. Robson, Soil Science and Plant Nutrition, School of Agriculture, The University of Western Australia.,ACADEMIC PRESS Harcourt Brace Jovanovich, Publishers Sydney San Diego 1989.

- [33] Elgabaly, M.M *Reclamation and management of the calcareous soils of Egypt* In FAO soils bulletin 21 , calcareous soils : report of the FAO Regional Seminar on Reclamation and Management of calcareous soils 123-127 . 1973
- [34] FAO *FAO Soils Portal : Management of Calcareous Soils* ,2016.
- [35] Bize 1988, *textitGuide Des Analyses en pédologie* , chapter 10, Calcaire total et calcaire actif, pp :87,92
- [36] Hagen, J. , B. Toker. , *Fertilization of dry land irrigated soils*. Advanced Series in Agriculture Science. 12. Springer Verlag, Verlin Heidelberg, New York. 1982
- [37] Taalab A.S. , G.W. Ageeb, Hanan S. Siam and Safaa A. Mahmoud., *Some Characteristics of Calcareous soils* pp 96-98 Plant Nutrition Dept. and Soil and Water Resource Dept., Agriculture and Biological Division , Middle East Journal of Agriculture Research 2019.
- [38] FAO, *Soils Portal : Management of Calcareous Soils* 2016.
- [39] Imas, P., *Integrated Nutrient Management for Sustaining Crop Yields in Calcareous Soils* pp : 1- 21. In : GAU-PRII-IPI National Symposium on : Balanced Nutrition of Groundnut and other Field Crops Grown in Calcareous Soils of India. International Potash Institute, 2000.
- [40] DROUINEAU, G. *Dosage rapide du calcaire actif des sols*. Ann. Agron. 2 pp :441-450. 1942.
- [41] CARTER .M.R, *ASSOCIATION OF TOTAL  $\text{CaCO}_3$  AND ACTIVE  $\text{CaCO}_3$  WITH GROWTH OF FIVE TREE SPECIES ON CHERNOZEMIC SOILS* pp 173-175 Canadian Journal of Soil Science ,Volume 61, Number 1, February 1981.
- [42] HAGIN, L . *The active lime content of soil as a factor in the development of chlorosis*. Bull. Res. Counc. Palestine pp : 138-146. 1952
- [43] YAALON, D. H. *Problems of soil testing on calcareous soils*. Plant Soil pp : 275-288.1957.
- [44] Addott T.S.,McKenzie D.C., *Improving soil strecture withe Gypsum and Lim* pp 3-6 ,Agfact , NSW AGRICULTURE , Second edition , Biological and chemical Research institute , Rydalmere 1996.

- [45] Post, W.M., W.R. Emanuel, P.I. Zinke, and A.G. Stangenberger. *Soil carbon pools and world life zones*. Nature London pp : 156-159. 1982.
- [46] Post, W.M., J. Pastor, P.J. Zinke, and A.G. Stangenberger. *Global patterns of soil nitrogen storage*. Nature (London) pp : 613-616. 1985.
- [47] Allison, F.E. *Soil organic matter and its role in crop production*. Elsevier Scientific Publ. Co., New York. 1973.
- [48] Russell, E.W. *Soil conditions and plant growth*. John Wiley and Sons, New York.1961.
- [49] DUANE C.W., THOMAS.J.O., BOUTTON.W., *Isotopic Methods for the Study of Soil Organic Matter Dynamics* pp 865-867 METHODS OF SOIL ANALYSIS PART 2 Microbiological and Biochemical Properties , S. H. Mickelson , USA 1994.
- [50] C.Marsden
- [51] John A. Lamb, Fabian G. Fernandez, and Daniel E. Kaiser *Understanding Nitrogen in Soils* pp 2-4 e University of Minnesota , 2014
- [52] HENRY D. FOTH,*SOIL FERTILITY EVALUATION AND FERTILIZER USE* pp 232-235 FUNDAMENTALS OF SOIL SCIENCE,EIGHTH EDITION , JOHN WILEY and SONS ,New York, Chichester, 1990,USA
- [53] Ziadat F., Bunning S., Corsi S., Vargas R., *Sustainable soil and land management for climate smart agriculture* PP 2-6 Climate Smart Agriculture Sourcebook - FAOPublisher : Food and Agriculture Organization of the United Nations 2018.
- [54] Bauer, A., and A.L. Black. *Organic carbon effects on available water capacity of three soil textural groups*. Soil Science Society of America Journal 56. pp :248-254. 1992.
- [55] Stone, J.T., and C.S. Garrison. *Relationship between organic matter content and moisture constants of soils*. Soil Science ,pp :253-256. 1940.
- [56] Libohova Z. , Seybold C. , Wysocki D. , Wills S., Schoeneberger P. , Williams C., Lindbo D., Stott D. , and Owens P.R., *Reevaluating the effects of soil organic matter and other properties on available water-holding capacity using the National Cooperative Soil Survey Characterization Database* pp 411-415 journal of Soil and Water Conservation Society 2018.

- [57] Ansa Javed, Eeman Ali, Khansaa Binte Afzal , Asma Osman, Dr. Samreen Riaz, *Soil Fertility : Factors Affecting Soil Fertility, and Biodiversity Responsible for Soil Fertility , International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences .* ISSN : 2231-4490, University of the Punjab, Lahore, Pakistan,2022.
- [58] Jones C. and Jacobsen J. , *Plant Nutrition and Soil Fertility* pp :3-9 , a self-study course from the MSU Extension Service Continuing Education Series, Nutrient Management Module No. 2, Montana, 2005 .
- [59] Bonkowski, M., Villenave, C., and Griffiths, B. *Rhizosphere fauna : the functional and structural diversity of intimate interactions of soil fauna with plant roots.* Plant Soil pp : 321, 213-233. ,(2009).
- [60] Muller, D.B., Vogel, C., Bai, Y., and Vorholt, J.A. *The plant microbiota : systems-level insights and perspectives.* in Annual Review of Genetics, Vol. 50, ed. N. M. Bonini (Palo Alto, CA : Annual Reviews),pp : 211-234. (2016).
- [61] Jacoby I., Peukertt K., Succurro A., Koprivova A.,Kopriva S., *The Role of Soil Microorganisms in Plant Mineral Nutrition-Current Knowledge and Future Directions* Botanical Institute, Cluster of Excellence on Plant Sciences (CEPLAS), University of Cologne, Cologne, Germany 2017.
- [62] Chhabra, S., and Dowling, D. N. *Endophyte-promoted nutrient acquisition : phosphorus and iron* in Functional importance of the plant microbiome : Implications for agriculture, forestry and bioenergy. ed. S. L. Doty (Cham, Switzerland : Springer), pp : 21-42. (2017)
- [63] Verma J.A., Macdonald C.A., Gupta V.K., Podile A.R., *Role of microbes in biogeochemical cycle* PP 149-151 New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering : phytomicrobiome for sustainable agriculture,India .
- [64] Lee K., and Foster R. *Soil fauna and soil structure,* Australian Journal of Soil Research 29(6) pp : 745 - 775 , 1991.
- [65] Gobat et al., 2010,Quentin Vincint Étude des paramètres abiotiques, biotiques et fonctionnels, et de leurs interactions dans des sols délaissés. Thèse de doctorat université de lorraine.

- [66] Topographique-map.com.
- [67] Ammiche, L.2018.*contrébutio*n à la connaissance des propriétés physicochimiques des eaux d'irrigation dans la zone d' Ouled Derradj (wilaya de M'Sila ).18p.
- [68] Direction des services agricole M'Sila.
- [69] Le Houérou H.,N Claudin J., Haywood N. et Donadieu J.,1975 *Etudes des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricoles dans la région de Hodna ,Algérie* .Etude phytoécologique du Hodna PNUD-FAO,Rome,154p. + cartes .
- [70] Ramade, F., 1984. Elément d'écologie fondamentale. Ed. Mc. GRAW-HILL. Paris. 397p.
- [71] Saad ,A.2019. *Etude écologique des Rhopalocères dans la région de M'sila (ALGERIE)*.18p.
- [72] Station météorologique de M'Sila
- [73] N., J. Bello, A.A. A mori and Mr . Adejuwon.2009. *INTRODUCTION TO CLIMATOLOGIE AND BIOGEOGRAPHY University of agriculture government of Nigeria*.11p.
- [74] Bonan.G.2015. *Ecological climatology concepts and application* .Ed. CAMBRIDGE university PRESS.158p.
- [75] Jung M R ., Ciais M P et al, *global land transpiration trend due to limited moisture supply* 951-954 .
- [76] Mueller, B., Seneviratne, S. I., Jimenez, C., et al. (2011). *Evaluation of global observations-based evapotranspiration datasets and IPCC AR4 simulations*.*Geophysical Research Letters*, 38.
- [77] Dreux, P., 1980. précis d'écologie. Presse universitaire de France, Paris , 231 p.
- [78] Loeppert, R.H. et Suarez, D.L. *Carbonate and gypsum*. Publications from USDA-ARS, UNL Faculty 504. Chapter 5 pp :437 443 , 1996.
- [79] Bulletin de l'Office International des Vins, mars 1951, no 241, pp : 38-43.

- [80] Doerge, T., Kitchen, N. R., et Lund, E. D. (1999). *Soil Electrical Conductivity Mapping*. SSMG-30. Site Specific Management Guidelines series was published by the Potash & Phosphate Institute (PPI).
- [81] Robert B., Grisso M A., W.G. Wysor D., Holshouser W T., *Precision Farming Tools : Soil Electrical Conductivity Virginia Polytechnic Institute and State University*, 2009 pp 1-2
- [82] Joret, G et Hebert, J Ann . Agron 233-299 .1955.
- [83] Doner , H.E. and Lynn , W.C. Carbonate , halide , *sulfate and sulfide minerals* . In : *Minerals in soil environments* . 1977 ( Ed . J.B. Dixon and S.B. Weed ) . Soil Science Society of America , Madison , Wisconsin : pp : 75-98 .
- [84] Coutinet , S. *Méthodes d'analyse utilisables pour les sols salés , calcaires et gypseux* . Agronomie Tropicale, Paris 1965 12 pp : 1242-1253 .
- [85] Andrew A .et al, *Field and Laboratory Methods Applicable to Overburdens and Minesoils* pp : 87-88 , industrial environmental research laboratory office pf research and development US , West Virginia, 1978.
- [86] ARIANA. X ., *Analysis of Soil, Water and Plants* THE ARAB CENTER FOR THE STUDIES OF ARID ZONES AND DRY LANDS (ACSAD ), Damas 1980.
- [87] Skoog D. A. ; West D. M. ; Holler F. J. *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 7th Edition, Thomson Learning, Inc, USA, 1996.
- [88] Doner, H.E., and W.C. Lynn. 1989. *Carbonate, halide, sulfate, and sulfide minerals*. In J.B Dixon and S.B. Weed. 1989. Minerals in the soil environment, 2nd edition. Soil Science Society of America Book Series No. 1, Soil Science Society of America, Madison, WI. pp : 331-378.
- [89] Richards , L. E. , Ed . 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* . U.S. Salinity Laboratory , U.S. Department of Agriculture Handbook 60 .
- [90] Tamari et Aguilar-Chavez, . *Optimum Design of Gas Pycnometers for Determinig the Volume of Solid Particles* . pp : 1-3 ,Journal of Testing and Evaluation , 2005.
- [91] Hartge, K. H. 1965. Vergleich der Schrumpfung ungestörter Böden und gekneteter Pasten.

- [92] Friedr. Wilh. Univ. Jena. Math-nat. Reihe) pp : 53-57.
- [93] Hartge, K. H. 1968. *Heterogenität des Bodens oder Quellung?* Trans. Int. Congr. Soil Sci., 9th pp :591-597.
- [94] Miller R. H. ., Klute. A, Black C. A. ., A L Page., *Methods of Soil Analysis Physical & Mineralogical Methods* 2nd edition (Sssa Book Series No 5)-American Society of Agronomy . 1986
- [95] Rzasa S., Owczarrzak W ., *METHODS FOR THE GRANULOMETRIC ANALYSIS OF SOIL FOR SCIENCE AND PRACTICE* . pp : 1-2 , Polish Journal Of Soil Science, VOL. XLVI/1 , 2013.
- [96] J. Agr. Sci. 12, 306 (1922).
- [97] Intern. M itt. z. Bodenkunde 13, 147 (1923).
- [98] Soil. Sci. 14, 485 (1922).
- [99] Clarence E. Jackson and C. M. Saeger, Jr. *USE OF THE PIPETTE METHOD IN THE FINENESS TEST OF MOLDING SAND* pp :60-62 , Journal of Research of the National Bureau of Standards, Volume 14, 1935 .
- [100] Cambridge Phil. Soc. Trans. 9, 8 (1851-56).
- [101] Walkley, A. & Black I.A., *An examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method.* Soil Science, 37(1) : 29-38 1934.
- [102] Carter M.R., Gregorich E.G., *textitNitrate and Exchangeable Ammonium Nitrogen* pp 87-88 ,Determination of  $NH_4-N$  in 2.0 M KCl extract BY segmented flow autoanalyzer INDOPHENOL BLUE PROCEDURE (PHENATE METHOD),Soil Sampling and Methods of Analysis, Second Edition,vol. 1, ,Canadian Society of Soil Science, Boca Raton, 2008.
- [103] Brunelle A ., *Comment lire un profil de sol?* Des outils d'intervention à notre échelle , Drummondville 2005.
- [104] Jordàn A., *Soil color never lies* , EGU Blogs, 2014.

- [105] Baize D., 1988 : *Guide des analyses courantes en pédologie* pp : 172.
- [106] GAUCHER G., 1968 . *Traité de pédologie agricole, le sol et ses caractéristiques agronomiques*. Ed. Dunod, Paris. 579 p.
- [107] Truog, E. *Soil Reaction Influence on Availability of Plant Nutrients* pp :305 Soil science society of America journal, Volume 11 1946.
- [108] Daoud Y et Halitim A., 1994. Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. *Sécheresse*. 3 (5),pp : 151- 160.
- [109] Aubret G., *Méthodes d'analyses des sols*. Marseille., Ed. C.R.D.P. Marseille. pp : 189, 1978
- [110] F. Visconti and J. M. de Paz, *Electrical Conductivity Measurements in Agriculture : The Assessment of Soil Salinity*, in *New Trends and Developments in Metrology*, InTech, 2016.
- [111] E. Hawkins, J. Fulton, and K. Port, *Using Soil Electrical Conductivity (EC) to Delineate Field Variation*, pp :1-7, 2017.
- [112] Elgabaly B W 2002 *Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen based manure and compost applications* Agron. J., 94 (2002), pp. 128-135.
- [113] Mangle K et al *Iron chlorosis on calcareous soils Alkaline nutritional conditions as the cause for chlorosis*. journal of plant nutrition pp : 161 , 1986
- [114] Barzanji, A. F., *Gypsiferous soils of Iraq*. Ph.D Thesis, university of Ghent, Belgium .1973.
- [115] Colmenero-Flores J. M. et al , *Chloride as a Beneficial Macronutrient in Higher Plants : New Roles and Regulation* National Library Of Medicine .2019
- [116] Baize D et al . *Référentiel pédologique* Éditions Quae ,pp :435 ,2008, France
- [117] FAO, 1990. *Management of gypsiferous soils*. FAO Soils Bulletin 62, Rome, Italy.
- [118] Provin L *Phosphorus Too Much and Plants May Suffer* Texas A&M AgriLife Extension Service Texas A&M University System Member
- [119] Jackson, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J

- [120] Institut de technologie agricole, 1977-Laboratoire su sol. Méthode d'analyses physiques et chimiques du sol. Ed. I .T.A. Mostaganem. 105p.
- [121] Stevenson FJ. *Humus chemistry : genesis, composition, reactions*. 2nd ed. New York (USA) : John Wiley and Sons, Inc.1994
- [122] FAO. *Guidelines for Soil Profile Description* , 3rd edition . Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Soil Reference Information Centre, Land and Water Development Division. FAO, Rome. 1990.
- [123] LE CLECH B., 2000-Agronomie., *Des bases aux nouvelles orientations*. Ed. SYNTHÈSE AGRICOLE, 337p.
- [124] ENIB Ecole nationale d'ingénieur de bordeaux, 2000, *agronomie des bases à la nouvelle orientation*. Ed. Synthèse agricole, pp : 337. 2000
- [125] Frans J. M. M., *Sodium in plants : perception, signalling, and regulation of sodium fluxes* Journal of Experimental Botany, Volume 65, Issue 3, 2014, Pages 849-850
- [126] Hoyle, F,C , et al *soil organic carbon role in rainfed farming system* , eds P.Tow I.Cooper, I Partridge ,and C, springer. 2011
- [127] Murphy,B.W. *Impact of soil organic matter on soil properties*. Review with emphasis ,Australian soils
- [128] Sujith R.,Paolo O.,Thomas M. ,Ted M. *On the effect of air humidity on soil susceptibility to wind erosion : The case of air-dry soils* Geophysical Research Letters ,volume 31, issue 9 ,2004

---

# Résumé

---

## ملخص

### المساهمة في معرفة وتوصيف تربة منطقة أولاد دراج (ولاية المسيلة)

أجريت هذه الدراسة لغرض توصيف ومعرفة خصائص تربة أولاد دراج. تم استهداف تربيين (P1 مع 4 أفاق و P2 يتكون من 6 أفاق) والتي استفادت من التوصيف المورفولوجي وكذلك التحليلي.

تحصلنا على النتائج التالية:

تقدم غالبية أفاق هذين الملفين نسيجًا طينيًا

تربة المنطقة المدروسة غير جيبسيه. يعتبر CEC ضعيفًا كل من التربيين المدروستين. المسامية متوسطة في العينه الأولى ومنخفضة في الثانية.

القلوية (الأس الهيدروجيني القلوي) ، والملوحة العالية ، والمعدل المرتفع للحجر الجيري الكلي والنشط ستؤدي إلى انخفاض في توافر العناصر الغذائية مع ظهور أعراض النقص الناجم عن الإصابة بالكلوكوز. كاقترح نقدم:

زيادة CEC عن طريق إضافة المادة العضوية على وجه الخصوص لتربة P1.

الاختيار الصحيح للتقنيات الزراعية (لزيادة المسامية).

ضبط جودة وكذلك جرعات الري لتقليل الملوحة مع تركيب شبكة صرف لتصريف الاملاح خارج الاراضي المزروعة. اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة.

**الكلمات المفتاحية:** توصيف التربة، ولاد دراج.

## Résumé

### Contribution à la connaissance et caractérisation des sols de la zone d'Ouled Derradj (wilaya de M'Sila)

Cette étude a été réalisée dans un but de caractérisation et de connaissance des sols d'Ouled Derradj. On a ciblé deux profils (P1 avec 4 horizons et P2 constitué de 6 horizons) qui ont bénéficiés d'une caractérisation morphologique et aussi analytique.

Notre travail a permet de ressortir les constatations suivantes :

La majorité des horizons des deux profils présentent une texture limono-argileuse, les sols des deux profils sont non gypseux, la CEC est faible dans tous les horizons des deux profils, la porosité est moyenne au premier profil et faible au deuxième. L'alcalinité (pH alcalin), la conductivité électrique élevée, le taux élevé de calcaire total et actif vont conduire à la diminution de la disponibilité des éléments nutritifs ainsi qu'à l'apparition des symptômes de carence induite par la chlorose.

Comme suggestion on propose :

D'augmenter la CEC par l'ajout de la MO en particulier pour le premier profil. Le bon choix des itinéraires techniques (pour augmenter la porosité). Contrôle de la qualité ainsi que les doses d'irrigation dans le but de diminuer la salinité, avec installation d'un réseau de drainage pour évacuer les sels en dehors des parcelles cultivées..Choix des cultures tolérantes à la salinité.

**Mots clés :** Caractérisation, sols, Ouled Deraadj.

## **Summary**

### ***Contribution to the knowledge and characterization of the soils of the Ouled Derradj area (wilaya of M'Sila)***

*This study was carried out for the purpose of characterization and knowledge of the soils of Ouled Derradj. We targeted two profiles (P1 with 4 horizons and P2 consisting of 6 horizons) which benefited from a morphological and also analytical characterization.*

*Our work revealed the following findings:*

*The majority of the horizons of the two profiles have a silty-clayey texture. The soils of the two profiles are non-gypsum. The CEC is weak in all the horizons of the two profiles. The porosity is medium in the first profile and low in the second. The alkalinity (alkaline pH), the high electrical conductivity, the high rate of total and active limestone will lead to the decrease in the availability of nutrients as well as the appearance of symptoms of deficiency induced by chlorosis.*

*As a suggestion we offer:*

*To increase the CEC we must add the Organic Mate in particular for the first profile. The right choice of technical itineraries (to increase porosity). Quality control as well as irrigation doses in order to reduce salinity, with installation of drainage network to evacuate salts outside the cultivated plots. Choice of salinity-tolerant crops.*

**Keywords:** *Characterization, soils, Ouled Deraadj.*