

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de Master Académique  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Protection de la Ressource Sol, Eau et Environnement

THEME

**CARACTÉRISATION DES SOLS DU PÉRIMÈTRE AGRICOLE DE  
DJEBEL MRAH, BORDJ OMAR DRISS, WILAYA D'ILLIZI**

Présenté par :

M. LEMDAK Abdelbasset et M<sup>elle</sup> LAHLALI Chorouk

Soutenu publiquement :

Le 22/06/2025

Devant le jury :

M. BERKAL Ismaeil	Président	M.C.A. UKM Ouargla
M. HAMDI-AISSA Baelhadj	Promoteur	Pr. UKM Ouargla
M. DJILI Brahim	Co- Promoteur	M.C.B. UKM Ouargla
Mme. YOUCEF Fouzia	Examinatrice	M.C.A. UKM Ouargla

Année Universitaire : 2024/2025

# REMERCIEMENTS

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail nous tenant à remercier tout d'abord Monsieur HAMDI-AISSA B. Professeur à l'université de Ouargla pour son encadrement, sa précieuse aide, son appui et ses conseils.

Nous exprimons notre vif remerciement à notre Co-promoteur Monsieur DJILI B., Maître de Conférence à l'université de Ouargla pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de diriger ce travail, son soutien moral et sa patience tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nous remercions aussi les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter le jugement de notre travail, à savoir Monsieur BERKAL I. et Madame YUCEF F.

En fin, nous remercions les amis et les étudiants de département pour leur soutien, ainsi à tous ce qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

# DÉDICACE

*À ceux qui, après Dieu, ont été crédités de m'amener là où je suis aujourd'hui...  
À ceux qui m'ont inculqué l'amour de l'ambition et de la détermination...  
À ceux qui sont restés pour moi et m'ont soutenu à chaque étape du chemin...  
À mes chers parents, mon père, que Dieu ait pitié de lui et lui accorde un vaste paradis et lui accorde le plus grand paradis. Ma mère est la couronne de ma tête et la lumière de mon chemin.  
À mes frères et sœurs, qui m'ont soutenu, aidé et motivé dans ma carrière.  
À mes professeurs estimés, M.Djili Ibrahim et M. Hamdi Aissa, qui n'ont pas lésiné sur leurs connaissances et leurs conseils. À tous mes amis fidèles, qui ont apporté un sourire à mes jours, et partagé des moments de fatigue et de joie.  
À tous ceux qui m'ont donné de l'espoir et qui m'ont aidé et soutenu dans ma carrière universitaire. Je dédie le fruit de mes efforts... en gage de loyauté, d'appréciation et d'amour.*

*Abdelbasset*

*À mes chers parents, source de tendresse, de sacrifices et d'amour inconditionnel, qui ont toujours cru en moi et ont prié pour mon succès. Que Dieu vous bénisse et vous accorde une longue vie.  
À mes frères et sœurs bien-aimés, qui ont été un soutien inestimable tout au long de mon parcours.  
À mes fidèles amis, pour leur présence, leur encouragement et leurs mots réconfortants dans les moments difficiles.  
Et tout particulièrement, M.Djili Ibrahim et M.Hamdi Aissa à mes enseignants respectables, pour leur patience, leur dévouement et leur savoir précieux.  
Chacun d'eux a laissé une empreinte lumineuse sur mon chemin et a contribué à forger mon esprit critique et ma passion pour le savoir.  
Je leur suis profondément reconnaissant(e) pour leur accompagnement, leurs conseils et leur bienveillance.  
À toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, je dédie ce modeste mémoire.*

*Chorouk*

# Liste des tableaux

	Page
TABLEAU I. 1 - : TEMPERATURE MOYENNES MENSUELLES (2008-2017) POUR LA STATION D'ILLIZI.....	9
TABLEAU I. 2 - PRECIPITATION MOYENNES MENSUELLES (2008-2017) POUR LA STATION D'ILLIZI .....	10
TABLEAU I. 3 - VITESSES DU VENT MOYENNES MENSUELLES (2008-2017) POUR LA STATION D'ILLIZI	11
TABLEAU I. 4 - EVAPORATION MOYENNES MENSUELLES (2008-2017) POUR LA STATION D'ILLIZI.....	12
TABLEAU I. 5 - DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE REGION D'ILLIZI (PERIODE 2007-2017), .....	13
TABLEAU III. 1 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU PROFIL P01 .....	26
TABLEAU III. 2 - ANALYSES CHIMIQUES DU PROFIL P01.....	26
TABLEAU III. 3 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU PROFIL P02.....	29
TABLEAU III. 4 - ANALYSES CHIMIQUES DU PROFIL P02.....	29
TABLEAU III. 5 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU PROFIL P03.....	32
TABLEAU III. 6 - ANALYSES CHIMIQUES DU PROFIL P03.....	32
TABLEAU III. 7 - ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU PROFIL P04.....	35
TABLEAU III. 8 - ANALYSES CHIMIQUES DU PROFIL P04.....	35

# Liste des figures

	Page
FIGURE I. 1- LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION BORDJ OMAR DRISS .....	4
FIGURE I. 2 - CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE BORDJ OMAR DRISS. EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU BASSIN D'ILLIZI (SONATRACH ET SCHLUMBERGER, 2007, MODIFIEE) .....	6
FIGURE I. 3 - TEMPERATURES (MOYENNES, MINIMALES, MAXIMALES) MENSUELLES POUR LA REGION D'ILLIZI (PERIODE 2008_2017).....	10
FIGURE I. 4 – PRECIPITATION MOYENNES MENSUELLES POUR LA REGION D'ILLIZI (PERIODE 2008_2017) .....	10
FIGURE I. 5 - DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE REGION D'ILLIZI (PERIODE 2007-2017).....	13
FIGURE I. 6 - CLIMAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER DE REGION D'ILLIZI (PERIODE 2007-2017).....	14
FIGURE II. 1 - IMAGE SATELLITE DU LA REGION ETUDIE .....	17
FIGURE II. 2 - TRIANGLE TEXTURAL.....	20
VUE FIGURE III. 1- VUE GENERALE ET ETAT DE LA SURFACE DU SITE D'ETUDE.....	24
FIGURE III. 2 - PHOTO ET SCHEMA DU PROFIL P01.....	25
FIGURE III. 3 - ACCUMULATION SECONDAIRE DU GYPSE (BARBE DE GYPSE).....	25
FIGURE III. 4 - PHOTO ET SCHEMA DU PROFIL P02.....	28
FIGURE III. 5 -QUELQUES FOSSILES OBSERVES (ESCARGOTS) .....	28
FIGURE III. 6 PHOTO ET SCHEMA DU PROFIL P03.....	31
FIGURE III. 7 MONCHONS DU GYPSE.....	32
FIGURE III. 8 PHOTO ET SCHEMA DU PROFIL P04.....	34
FIGURE IV. 1 - CLASSIFICATION TEXTURALE DES SOLS ETUDIES DANS LA REGION .....	39
FIGURE IV. 2 - PRESENTATION DE L'ENSEMBLE DES RESULTATS D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE POUR LES SOLS ETUDIES .....	40
FIGURE IV. 3 - VARIATION DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUES POUR L'ENSEMBLE DES SOLS ETUDIES .....	40
FIGURE IV. 4 - VARIATION DU PH POUR L'ENSEMBLE DES SOLS ETUDIES.....	41
FIGURE IV. 5 - VARIATION DU CALCAIRE TOTAL POUR L'ENSEMBLE DES SOLS ETUDIES.....	41

## Liste des abréviations

WRB-FAO	<i>World Reference Base for Soil Resources</i>
CPCS	<i>Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols</i>
CE	Conductivité Électrique
MO	Matière Organique
Calcaire T.	Calcaire total
pH	Potentiel Hydrogène
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> des Nations Unies
P	Profil pédologique (ex : P01, P02, P03, P04)

# Table des matières

REMERCIEMENTS.....	I
LISTE DES TABLEAUX .....	III
LISTE DES FIGURES .....	IV
LISTE DES ABREVIATIONS .....	V
INTRODUCTION GENERALE .....	1
<b>CHAPITRE I - PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE.....</b>	<b>4</b>
I.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE.....	4
I.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	4
I.3 - CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE.....	7
I.4 - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	8
I.5 - FACTEURS CLIMATIQUES .....	9
<i>I.5.1 - Données bruts .....</i>	<i>9</i>
<i>I.5.2 - Synthèse des facteurs climatiques .....</i>	<i>12</i>
I.6 - LE SOL .....	14
<b>Chapitre II - MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>16</b>
- II.1 INTRODUCTION .....	16
II.2 - PHASE PRELIMINAIRE .....	16
<i>II.2.1 - Étude des documents de base.....</i>	<i>16</i>
<i>II.2.2 - Présentation de site d'étude.....</i>	<i>16</i>
<i>II.2.3 - Prospection de reconnaissance .....</i>	<i>16</i>
II.3 - PHASE DE TRAVAIL SUR LE TERRAIN .....	18
<i>II.3.1 - Étude morphologique des solums .....</i>	<i>18</i>
<i>II.3.2 - Échantillonnage du sol .....</i>	<i>19</i>
II.4 - PHASE D'ANALYSE AU LABORATOIRE .....	19
<i>II.4.1 - Préparation des échantillons et laboratoire d'analyses .....</i>	<i>19</i>
<i>II.4.2 - Analyses physiques .....</i>	<i>19</i>
<i>II.4.3 - Analyses physico-chimiques.....</i>	<i>20</i>
<i>II.4.4 - Analyses Chimique .....</i>	<i>21</i>
II.5 - CLASSIFICATION DES SOLS.....	22
<b>CHAPITRE III – RESULTATS .....</b>	<b>24</b>
III.1 - PROFIL P01 .....	24
<i>III.1.1 - Description d'environnement (Figure III. 1) .....</i>	<i>24</i>

III.1.2 - Description du Solum (Figure III. 2) et (Figure III. 3) .....	25
III.1.3 - Etude analytique .....	25
III.1.4 - Interprétation.....	26
III.1.5 - Classification du sol.....	27
III.2 - PROFIL P02 .....	27
III.2.1 - Description d'environnement.....	27
III.2.2 - Description du Solum : (Figure III. 4 ) (Figure III. 5).....	28
III.2.3 - Etude analytique : .....	29
III.2.4 - Interprétation : .....	29
III.2.5 - Classification du sol : .....	30
III.3 - PROFIL P03 .....	31
III.3.1 - Description d'environnement.....	31
III.3.2 - Description du Solum (Figure III. 6), (Figure III. 7).....	31
III.3.3 - Etude analytique .....	32
III.3.4 - Interprétation : .....	32
III.3.5 - Classification du sol : .....	33
III.4 - PROFIL 04 .....	34
III.4.1 - Description d'environnement : .....	34
III.4.2 - Description du Solum (Figure III. 8) .....	34
III.4.3 - Etude analytique : .....	34
III.4.4 - Interprétation.....	35
III.4.5 - Classification du sol.....	36
<b>CHAPITRE IV - DISCUSSION .....</b>	<b>38</b>
IV.1 - CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES SOLS ETUDIES .....	38
IV.2 - CARACTERISATION ANALYTIQUE DES SOLS ETUDIES.....	39
IV.3 - CLASSIFICATION ET UTILISATION DES SOLS ETUDIES.....	42
IV.4 - RECOMMANDATIONS POUR LA GESTION ET UTILISATION DES SOLS ETUDIES .....	42
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>51</b>

---

---

## *Introduction générale*

---

---

# Introduction générale

Le secteur agricole est l'un des secteurs les plus importants et dont l'Algérie dispose de grands moyens qui ont besoin d'être exploités de façon optimale pour contribuer au développement des exportations algériennes en dehors des hydrocarbures d'une part et d'améliorer la situation de la sécurité alimentaire d'autre part (Yahi et Djaafour, 2022).

La caractérisation des sols agricoles est une étape essentielle pour optimiser leur gestion, améliorer la productivité et assurer une exploitation durable des terres (Dajoz, 1970).

En effet, une connaissance approfondie des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols permet d'adapter les pratiques agricoles aux contraintes environnementales et climatiques spécifiques à la région (Ramade, 2003).

De ce fait, l'étude des sols constitue un élément fondamental pour le développement agricole, en particulier dans les régions arides et semi-arides où les ressources en eau et les conditions pédologiques jouent un rôle clé dans la viabilité des projets agricoles (Hemmadi, 2010).

La wilaya d'Illizi, située dans l'extrême sud-est de l'Algérie, se caractérise par un climat désertique chaud et sec, une topographie variée et des ressources hydriques essentiellement souterraines. Dans ce contexte, la caractérisation des sols revêt une importance capitale pour optimiser l'utilisation des terres agricoles, améliorer la productivité et garantir la durabilité des cultures (C.E.R.U.C, 1996).

La région de Bordj Omar Driss est l'une des communes de la wilaya d'Illizi. Elle possède des ressources naturelles précieuses, notamment les eaux souterraines et les terres arables, néanmoins ces dernières sont dominées par des sols sableux à faible teneur en matière organique, elles présentent donc des défis majeurs en matière de fertilité et de gestion hydrique (C.E.R.U.C, 1996). Ainsi, une évaluation détaillée des propriétés physico-chimiques et minéralogiques des sols permettra de mieux comprendre leur potentiel agronomique et d'orienter les pratiques culturales adaptées à cet environnement (Hemmadi, 2010).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui vise à caractériser les sols d'un périmètre agricole à Djebel Merah (Feïdj Bel Mrahi) au nord de la commune de Bordj Omar Driss. Notre travail repose sur une approche méthodologique combinant des observations de terrain, des prélèvements d'échantillons et des analyses au laboratoire afin de dresser les potentiels agricoles des sols de ce périmètre et de proposer des solutions adaptées aux conditions locales.

Les questions centrales de cette étude sont les suivantes :

Quelles sont les principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des sols du périmètre de Djebel Merah ?

Quelles sont les contraintes majeures qui affectent ces sols ?

Quelles stratégies de gestion durable peuvent être proposées pour améliorer la productivité agricole tout en préservant les ressources naturelles ?

Notre travail comporte deux parties :

Une première partie réservée pour une synthèse bibliographique, permettant de présenter la région d'étude.

Une deuxième partie traitera dans un chapitre (II) du matériel et des méthodes d'étude, dans un autre chapitre (III) les résultats obtenus, et dans un dernier chapitre (IV) une discussion générale des résultats obtenus et en fin une conclusion générale.

---

---

*Chapitre I - Présentation de la région d'étude*

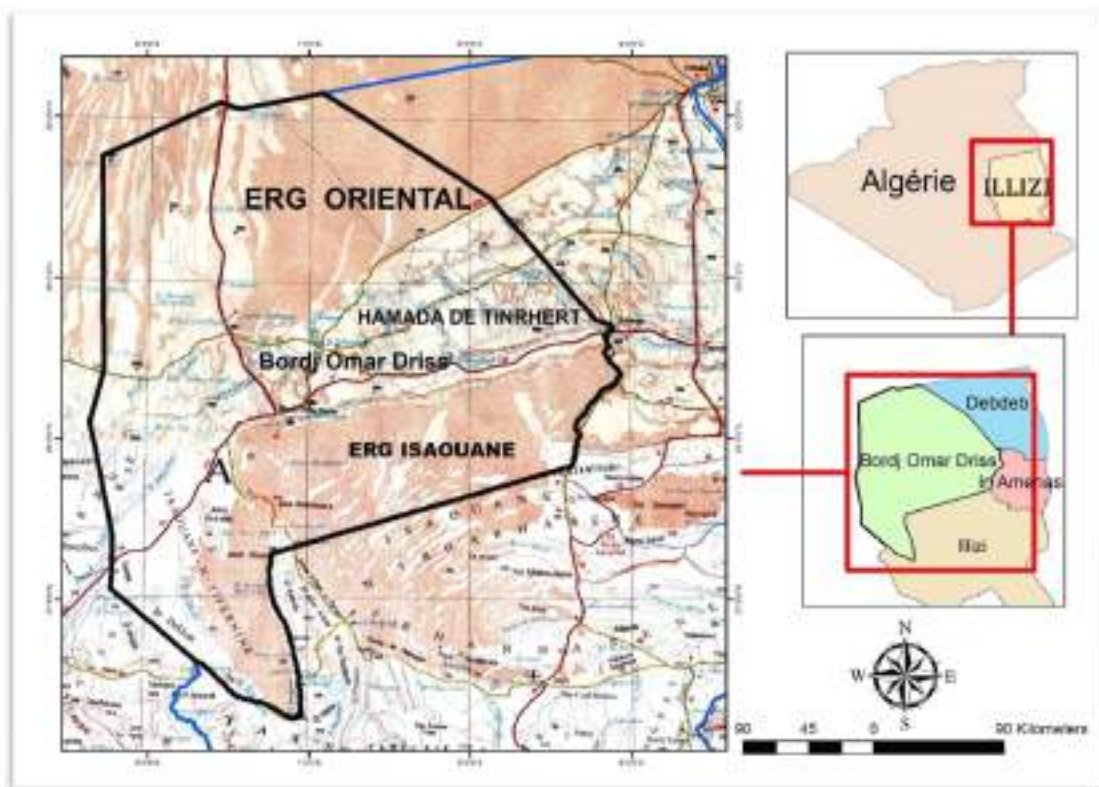
---

---

# Chapitre I - Présentation de la région d'étude

## I.1 - Situation géographique de la région d'étude

Notre travail est réalisé dans le Sahara algérien, précisément dans la commune de Bordj Omar Driss ( $28^{\circ}8'41''$  N ;  $6^{\circ}49'25''$ E). C'est une localité isolée située à environ 245 Km au nord d'Illizi, chef-lieu de la Wilaya et à environ 270 Km au nord-ouest d'In Amenas, chef-lieu de la Daïra, et à environ 1000 Km au sud-est d'Alger (figure I.1). Elle occupe une superficie de 82 280 Km<sup>2</sup>. Cette région est limitée au nord par la Hamada de Tinherth et le grand Erg oriental, et au sud par relief dunaire de l'Erg Isaouane (C.E.R.U.C, 1996).



**Figure I. 1- Localisation géographique de la région de Bordj Omar Driss (I.N.C.T. , 2005, modifiée)**

## I.2 - Contexte géologique

La région de Bordj Omar Driss, est située dans le bassin d'Illizi en Algérie. C'est une région riche en hydrocarbures et en formations géologiques datant du Silurien.

La Hamada du Tinherth, notamment sa partie occidentale, montre plusieurs plateaux parsemés de Gour (Gour = plusieurs Gara). Le Tinherth est formé de séquences sédimentaires continentales et marines d'âge Secondaire et Tertiaire.

Le secondaire est représenté par des séquences sédimentaires marno-calcaires ou marno-dolomitiques, essentiellement marine, d'âge Crétacé supérieur. Ces dépôts sont organisés morphologiquement sous forme de falaises carbonatées séparées par des combes marneuses.

D'après [Benyoucef et al. \(2019\)](#) les formations géologiques qui affleurent dans la région de Bordj Omar Driss et ses environs sont :

- Formation de Bordj Omar Driss : Cette formation, datée du Cénomanién-Turonien, est composée de dépôts marins et de fossiles d'ammonites.
- Formation de Mazoula : Datée du Cénomanién inférieur-moyen, elle est caractérisée par des dépôts carbonatés.
- Formation de Ben Houilet : Présente des dépôts marins du Turonien inférieur-moyen, témoignant d'un environnement marin ancien.
- Formation de Takouazet : Contient des fossiles de *Pseudotissotia nigeriensis* et *Choffaticeras sinaiticum*, indiquant une évolution paléogéographique importante.

Selon [Sonatrach et Schlumberger \(2007\)](#) et [Ndozi Faustino, et Nobrega \(2021\)](#), la lecture de la carte géologique (figure I.2) nous permet d'observer les principales unités lithologiques dans la région d'étude , à savoir :

- 1- Le Cambro-Ordovicien :** Il correspond à l'ensemble morphologique dit "Tassili interne". Il est subdivisé en trois unités : 1) *L'unité de Grés de Tin- Taradjelli*, 2) *L'unité d'In Tahauite* et 3) *L'unité de Tamadjert*.
- 2- Le Silurien :** Il est formé d'un faciès marin constitué d'argiles à Graptolites, surmonté par l'ensemble argilo- gréseux qui constitue la partie inférieure du réservoir.
- 3- Le Dévonien :** Il est subdivisé en trois sous-étages :
  - a. *Le Dévonien inférieur*, souvent gréseuses et argilo- gréseuses
  - b. *Le Dévonien moyen et supérieur*, Ces deux sous-étages sont difficilement dissociables, ils forment ensemble la série argileuse du Dévonien.
- 4- Le Carbonifère :** Il regroupe le Tournaisien, le Viseen B, le Viseen C et le Namurien D, qui sont constitués essentiellement d'argiles sableuses avec des niveaux gréseux et quelques intercalations carbonatées.
- 5- Le Trias :** Il est composé d'un ensemble de grés fins et d'argiles avec apparition de roches évaporitiques. Il repose en discordance sur le Paléozoïque, son épaisseur varie du Sud vers le Nord, sa limite d'extension est difficile à repérer au Sud, où il est toujours

associé au Lias, à cause d'un faciès semblable et forment ensemble la formation de Zarzaïtine inférieur. Les unités du Trias s'individualisent de plus en plus vers le Nord où apparaissent les formations gréseuses du Trias argilo- gréseux supérieur.

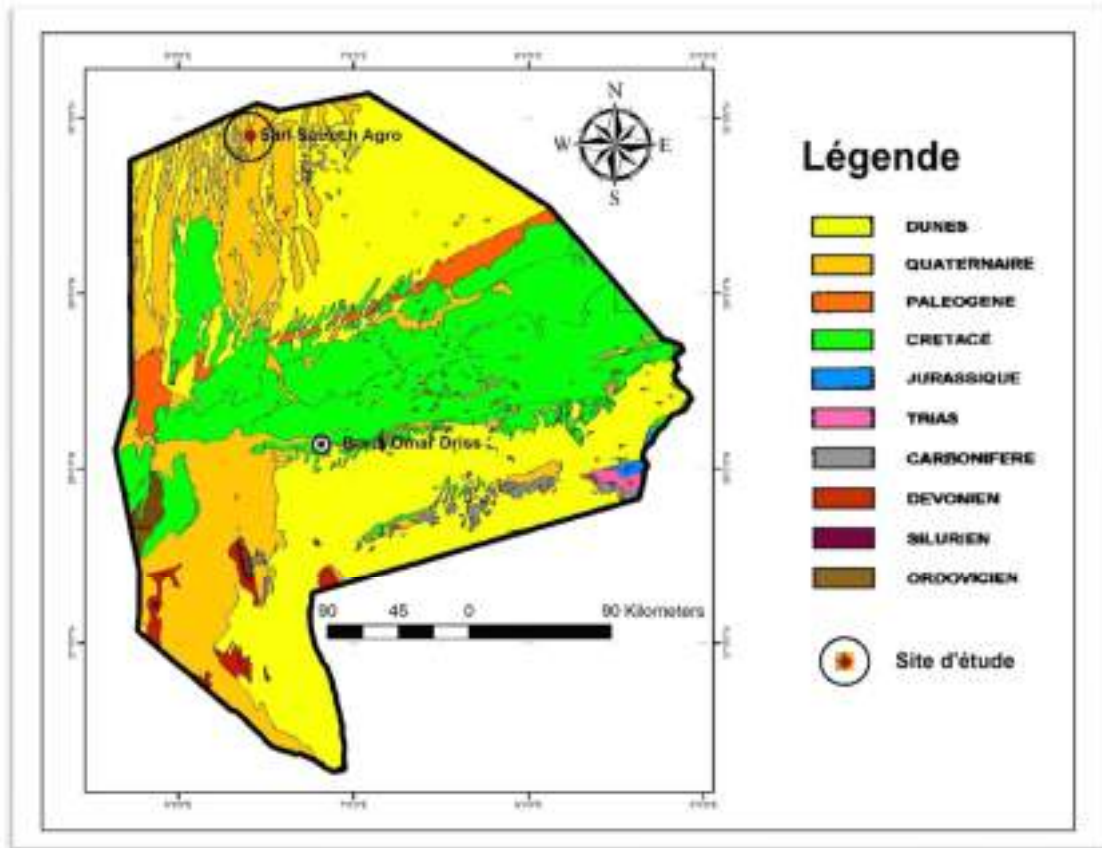


Figure I. 2 - Carte géologique de la région de Bordj Omar Driss. Extrait de la carte géologique du bassin d'Illizi (Sonatrach et Schlumberger, 2007, modifiée)

- 6- **Le Jurassique** : constitue de : a) *Le Lias* : composé d'alternances d'argiles et de grés avec des niveaux dolomitiques et anhydritiques. b) *Le Dogger* : formé par de puissants bancs d'argiles avec des alternances gréseuses. c) *Le Malm* : composé d'une alternance d'argiles pâteuses et de sables grossiers.
- 7- **Le Crétacé** : Il regroupe le Sénonien, le Turonien, le Cénomaniens, l'Albien, l'Aptien et le Barrémien. Il est souvent formé de roches carbonatées, évaporitiques, d'argiles et de sables.
- 8- **Le Mio-Pliocène** : composé de sables et de calcaires. Il recouvre les formations du Crétacé dans la partie Nord du Bordj Omar Driss.

Dans les deux parties Nord et sud de la région de Bordj Omar Driss nous rencontrons les formations quaternaires suivantes :

- **Dépôts éoliens** : Les dunes sont les formations les plus visibles, constituées principalement de sables fins transportés par le vent. Elles évoluent sous l'effet des conditions climatiques et peuvent atteindre des hauteurs impressionnantes.
- **Terrains alluviaux** : Présents le long des oueds, ces dépôts sont formés par l'accumulation de sédiments transportés par l'eau, souvent riches en minéraux argileux.
- **Formations lacustres** : Certaines zones montrent des traces d'anciens lacs, avec des dépôts argileux et carbonatés qui témoignent d'une présence d'eau dans le passé.

### **I.3 - Contexte géomorphologique**

La région de Bordj Omar Driss est caractérisée par un relief varié, comprenant des plateaux rocheux, des dunes de sable, et des formations alluviales. La région est située entre le Hamada de Tinrhert au nord et l'Erg Isaouane au sud.

Les principales formations géomorphologiques rencontrées sont :

**Les ergs et dunes** : Le Grand Erg Oriental couvre une grande partie du nord d'Illizi, avec des dunes pouvant atteindre 200 mètres de hauteur. Il s'agit des *dunes longitudinales* alignées selon les vents dominants, des *dunes paraboliques* formées par des vents plus variables (en forme d'arc) et des *Ergs* qui sont des vastes champs de dunes qui recouvrent une grande partie du nord d'Illizi.

**Les plateaux rocheux** : La Hamada de Tinrhert, située au nord de Bordj Omar Driss, est une vaste étendue de roches sédimentaires soumises à l'érosion.

**Les oueds** : Plusieurs oueds traversent la région, formant des dépôts alluviaux qui témoignent d'une activité hydrologique ancienne.

Les processus géomorphologiques qui façonnent ces formations sont :

**Érosion éolienne** : Les vents forts façonnent les dunes et transportent les sédiments sur de longues distances.

**Érosion fluviale** : Bien que les précipitations soient rares, les oueds jouent un rôle dans la formation des dépôts alluviaux.

**Tectonique et failles** : La région est marquée par des structures tectoniques influençant la morphologie du paysage (Illizi, 2022).

## I.4 - Contexte hydrogéologique

La région de Bordj Omar Driss est caractérisée par un climat saharien extrêmement sec, avec des précipitations très faibles et irrégulières. L'hydrogéologie de la région est dominée par des aquifères fossiles, des nappes phréatiques profondes et des oueds intermittents.

Le contexte hydrogéologique du bassin d'Illizi se détermine en sa partie septentrionale par l'extension du réservoir aquifère du Continental Intercalaire (CI) et de celui du Complexe Terminal (C.T). Ces deux grands ensembles constituent le grand Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) qui s'étend sur près de 1.000.000 km<sup>2</sup> à travers trois pays : Algérie, Tunisie et Lybie.

Les parties centrales et méridionales du bassin d'Illizi sont également concernées par des nappes telles celles du Cambro-ordovicien du Dévonien inférieur, du Carbonifère et du Lias dans lesquels se distinguent plusieurs horizons aquifères. Par ailleurs, de quelques nappes d'nféro-flux s'étendent le long des oueds de la région (Dubost, 2002).

Selon Ourahmane (2024), les principales ressources en eau exploitées au niveau de la région de Bordj Omar Driss sont :

### ➤ *La nappe du Lias*

L'aquifère de la série du Jurassique, constituant ce qui est appelé "nappe du Lias", est composé d'une alternance de sables et grès, avec présence de dolomie. Les niveaux carbonatés de la série sont fréquemment karstifiés et renferment des niveaux séparés par des formations perméables ou semi-perméables. La nappe produit une eau abondante à des profondeurs variant de 600 à 1200 m. L'épaisseur de cette formation varie entre 200 et 300 m selon les secteurs.

### ➤ *L'aquifère du Continental Intercalaire (CI)*

L'aquifère du Continental Intercalaire (CI) constitue une nappe d'eau fossile, c'est-à-dire, très faiblement alimentée par rapport à son volume. Associé aux aquifères du Turonien et du Complexe terminal (CT), l'aquifère CI constitue la composante essentielle du grand Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS). Dans le bassin d'Illizi, les étages hydrogéologiques constituant le Continental Intercalaire sont représentés par les niveaux : Barrémien, Aptien et Albien. Les eaux de cet aquifère sont jaillissantes à Rhourd Nouss, Bordj Omar Driss, Tabankort, Zemelet, Mederba et au Nord de Deb Deb tandis qu'elles sont exploitées par pompage à Tinfouyé, Ohanet, Sud de Deb Deb et de Stah. Ce sont essentiellement les niveaux aquifères du Barremien et de l'Albien qui sont exploités au nord de l'axe Est-Ouest : Bordj Omar Driss – In Aménas. La nappe barrémienne est captée à des profondeurs variantes de 373 à 742 m. celle de l'Albien est captée à des profondeurs variant de 256 à 330 m. Les eaux de la

nappe barrémienne sont exploitées pour usages domestique et industriels (tels que l'eau anti-incendie et autres utilités).

➤ **La nappe du Turonien**

La nappe du Turonien est exploitée au Nord-est d'In Amenas jusqu'à Ouest de Bordj Omar Driss. A base de calcaires, cette nappe est localement fissurée. Sa profondeur varie entre 200 à 400 m. L'épaisseur moyenne est de l'ordre de 80 m reposant sur un substratum imperméable du Cénomanién anhydritique. Le résidu sec est de plus de 6 g/l.

## I.5 - Facteurs Climatiques

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des être vivants (Faurie et al, 1980). La pluviométrie, le vent, l'insolation sont les facteurs importants pour le climat d'une région. (Hemmadi, 2010).

### I.5.1 - Données bruts

En raison du manque de données climatiques pour la région Bordj Omar Driss, nous utiliserons les données climatiques de la région d'Illizi, situé à environ 245 Km, pour caractériser notre zone d'étude sur une période de 10 ans. (2007 – 2017). Les paramètres utilisés pour cette étude proviennent des données recueillies auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM, 2018) d'Ouargla et du site : <https://fr.tutiempo.net/>.

#### I.5.1.1 - Température

La température est un facteur important quand il est en interaction avec d'autres facteurs climatiques.

**Tableau I. 1 - : Température Moyennes mensuelles (2008-2017) pour la station d'Illizi**

Température	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
Tmax (°C)	21,0	24,1	28,6	33,5	38,7	41,7	<u>42,2</u>	41,3	39,5	34,0	27,4	21,8	32,8
Tmin (°C)	<u>5,2</u>	7,9	12,2	17,3	22,9	26,3	26,5	25,7	24,2	19,0	12,1	6,7	17,1
Tmoy (°C)	13,1	16,0	20,4	25,4	30,8	34,0	<b>34,3</b>	33,5	31,9	26,5	19,8	14,2	25,0

(ONM, 2018)

La région étudiée est caractérisée par des températures très élevées qui peuvent dépasser les 42°C. Les températures moyennes enregistrées sur dix ans pour la période (2007-2017) (Tableau I.1 et figure I.3) permettent de constater que la température moyenne annuelle est de 25°C. Le mois le plus chaud est le mois de juillet avec un moyenne maximum de 42,2°C et le mois le plus froid est celui de janvier avec un moyenne minimum en janvier de 5,2°C.

La température joue un rôle primordial sur le climat. la température influe sur les autres paramètres météorologiques tels que l'évaporation et le taux d'humidité de l'atmosphère. Il s'agit d'un paramètre essentiel pour les calculs de bilan hydrologique (Chetti, 2006).

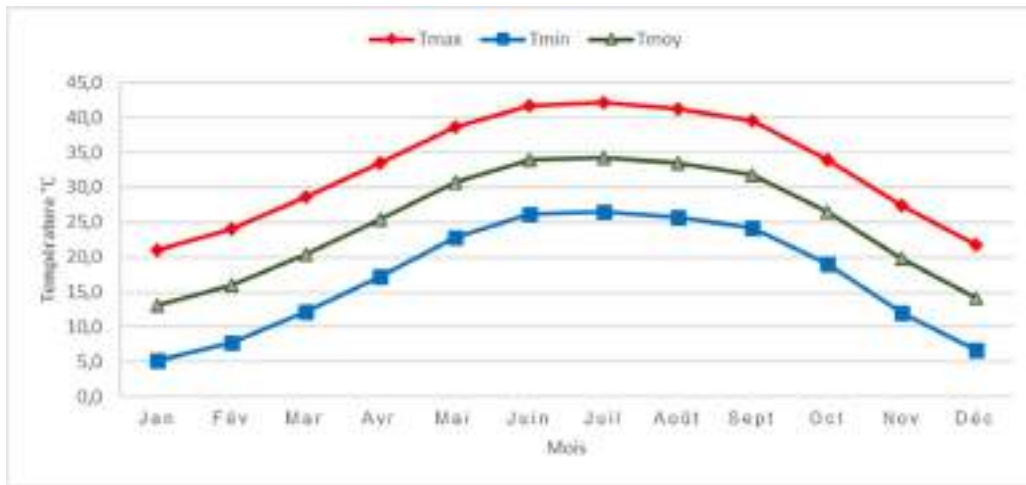


Figure I. 3 - Températures (moyennes, minimales, maximales) mensuelles pour la région d'Ilizi (période 2008-2017)

#### 1.5.1.2 - Précipitation

Selon Ramade (2003) les déserts se caractérisent par des précipitations réduites et degré d'aridité d'autant plus élevé que les pluies y sont plus rares et irrégulières.

Dans la région d'étude les quantités de pluies enregistrer au niveau de Tableau I.2.

Tableau I. 2 - Précipitation moyennes mensuelles (2008-2017) pour la station d'Ilizi

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Cumul
Précipitation (mm)	0,71	3,15	0,15	0,71	0,41	2,36	0,41	0,41	3,81	1,57	0,28	2,08	16,06

<https://fr.tutiempo.net/>.

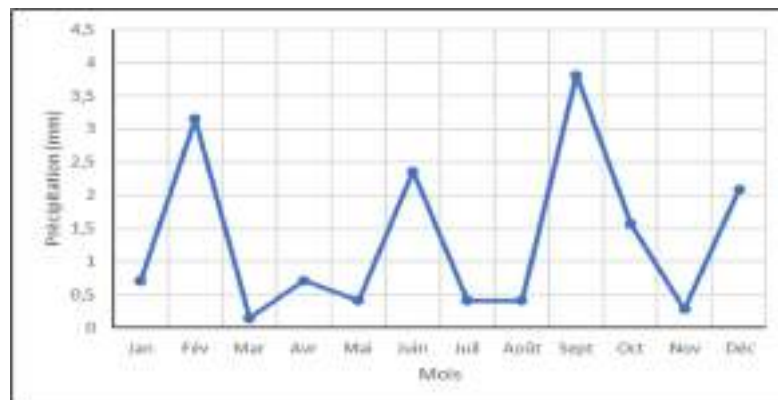


Figure I. 4 – Précipitation moyennes mensuelles pour la région d'Ilizi (période 2008-2017)

Les précipitations sont très faibles et irrégulières. La moyenne annuelle des précipitations est de 16,06 mm avec un maximum de 3,81 mm au mois de septembre et un minimum de 0,15 mm au mois de Mars à moyenne.

La pluviométrie est importante entre l'automne et l'hiver, les pluies se produisent essentiellement au printemps et en automne, la répartition est marquée par trois mois de sécheresse quasi absolus de mars à août.

Il n'est pas possible de satisfaire aux besoins des cultures avec ce faible pourcentage de précipitations qui contribuent dans lessivage des sels dans le sol.

Exceptionnellement, la région a connu quelques pluies importantes et averses torrentielles en 1976 (156.8mm), en 1994 (66.8mm)

### *1.5.1.3 - Vent*

Le vent est un élément caractéristique du climat, il est déterminé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence (Kachou, 2006).

Dans la région d'étude, les vents les plus fréquents sont ceux du Sud-Est et Est, ils sont généralement modérés, et exceptionnellement violents (ils peuvent atteindre 120Km/h). Les données mensuelles de la vitesse du vent pour la région d'étude pendant la période de 2008-2017 sont regroupées dans le tableau I.3.

**Tableau I. 3 - Vitesses du vent moyennes mensuelles (2008-2017) pour la station d'Illizi**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
Vent (m/s)	7,88	8,81	9,75	10,12	11,16	11,16	10,2	9,92	9,34	8,94	7,87	7,49	9,39

(ONM, 2018)

Selon Ozenda (1977) le vent est un phénomène très fréquent dans le désert, où il joue un rôle considérable en provoquant une érosion intense grâce aux particules des sables qu'il les transporte. D'autre part la sédimentation à également importante se traduit pendant la formation de dunes. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 9,39 m/s, avec un maximum de 11,16 m/s au mois du Mai et Juin, d'après les données de l'ONM.

### *1.5.1.4 - Evaporation*

On dispose d'une série des évaporations moyennes mensuelles qui englobe la période 2008-2017, avec une valeur minimum est de 195,6 mm en Janvier et max de 646,6 mm en Juillet, en générale la région est caractérisée par des valeurs d'évaporations très élevées (Tableau I.4).

**Tableau I. 4 - Evaporation moyennes mensuelles (2008-2017) pour la station d'Ilizi**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Cumul
Evap.(mm)	195,6	236,4	290,2	387,8	537,8	590,6	646,6	595,2	544,6	392,2	281,2	222,4	4920,6

L'évaporation élevée dans les zones arides est principalement due à une combinaison de facteurs météorologiques et environnementaux, notamment des températures élevées, une forte insolation, une faible humidité de l'air et la présence de vents forts. Ces facteurs combinés entraînent une évaporation rapide de l'eau du sol et des surfaces d'eau, contribuant à la sécheresse et aux défis liés à la gestion des ressources en eau dans ces régions (Remini, 2005).

#### *I.5.1.5 - Insolation :*

La durée moyenne d'insolation dans la région d'étude est de 3386,3 h/mois, avec un maximum de 356 heures en juillet et un minimum de 252 heures en février, voir tableau I.5.

**Tableau I. 5 - Insolations moyennes mensuelles (2008-2017) pour la station d'Ilizi**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	cumul
Insol (h)	264,8	252	263,1	232,3	289,4	301,1	356,1	346,1	284,1	270,4	258,7	268,2	3386,3

(ONM, 2018)

#### *I.5.1.6 - Humidité relative :*

D'après Ramade (2003), elle désigne la tenure en vapeur d'eau de l'air, exprimée par mètre cube. Elle dépend de plusieurs facteurs, la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluie, de la forme de ces précipitations (orange ou pluie fine, de la température et de vents (Faurie, 1998). Les données mensuelles de l'humidité pour la région d'étude pendant la période de 2008-2017 sont regroupées dans le tableau I.6.

**Tableau I. 6 - Humidité relative moyenne mensuelle (2008-2017) pour la station d'Ilizi**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moyenne
Humidité (%)	41,2	33,4	27,4	20,3	20,4	18,4	19,1	20,1	23,4	30,4	35,4	43,6	27,8

<https://fr.tutitempo.net/>.

L'humidité relative maximale de la région d'étude durant la période 2008-2017 est enregistrée au mois de décembre avec 43.6 % et la valeur minimale au mois de juin avec 18,4.

### **I.5.2 - Synthèse des facteurs climatiques**

Pour caractériser le climat d'une région, il faut procéder à une synthèse des principaux facteurs climatiques (température et précipitation).

### I.5.2.1 - Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme Ombrothermique (figure I.5) montre que la période sèche s'étale sur toute l'année (Notant que  $P=2t$  avec P : précipitation en mm, t : température en °C).

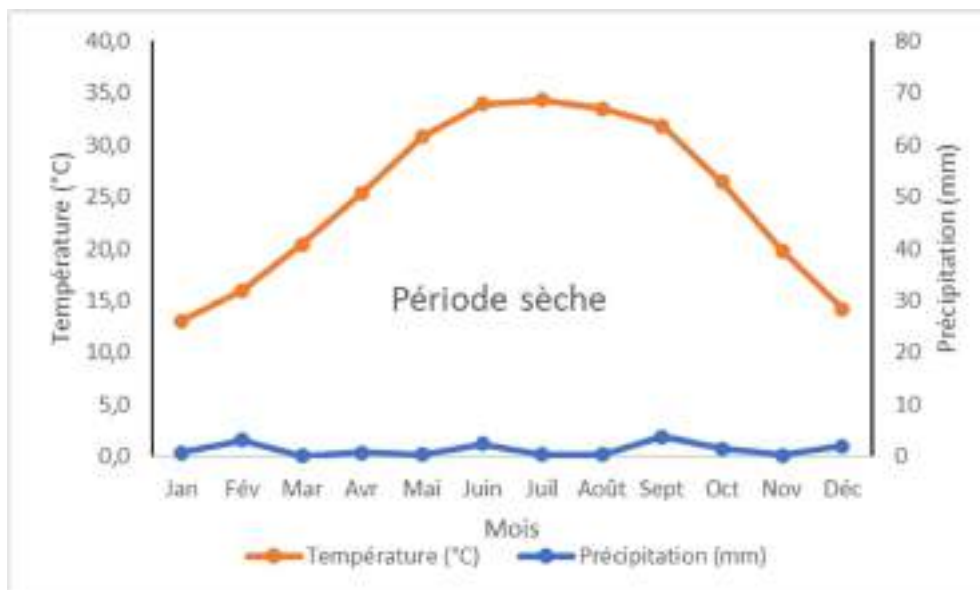


Figure I. 5 - Diagramme Ombrothermique de région d'Ilizi (période 2007-2017)

Selon Faurie (1998) le diagramme ombrothermique (ombro=pluie, thermo=température) exprimée en millimètres est inférieure au double de la température moyenne mensuelle T exprimée en degrés Celsius (Dajoz, 1971) Le diagramme de la région d'Ilizi fait apparaître une période de sécheresse qui s'étale sur tout l'année (Figure 1.5).

### I.5.2.2 - Climagramme pluviométrique d'Emberger :

Pour classer le bioclimat, nous avons utilisé le quotient pluviométrique D'Emberger (1955) ( $Q_2$ ) spécifique au climat méditerranéen. Dont la formule est :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

Et de fait que M et m, les températures maxima et minima exprimées en degrés absolus (°K), Stewart (1969) a montré que pour l'Algérie et le Maroc la dernière formule pouvait être simplifiée pour s'écrire (Le Houerou, 1995) :

$$Q_3 = 3,43 \cdot P / M - m$$

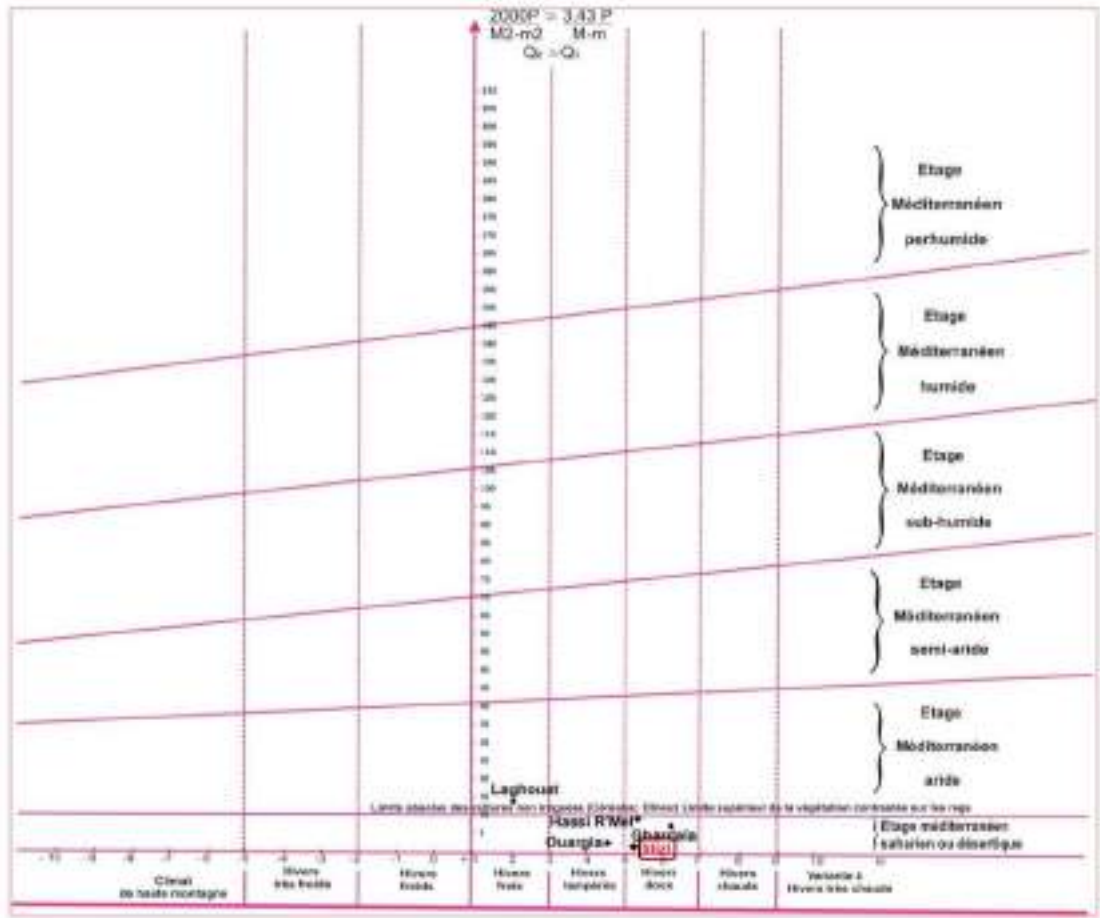


Figure I. 6 - Climagramme pluviothermique d'Emberger de région d'Ilizi (période 2007-2017)

avec

P : pluviosité moyenne annuelle en mm (Ilizi =16,06)

M : Moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en °C (Ilizi = 42.2).

m : Moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid. en °C (Ilizi = 5.2).

**Q3 = 1,02** pour la région d'Ilizi, donc le climat est de type *saharien à hiver doux*.

### I.6 - Le Sol

Le sol de la région de Bordj Omar Driss présente les caractéristiques typiques des régions sahariennes. Il s'agit d'un sol pauvre en matière organique, avec une texture sableuse et une structure qui se caractérise par une perméabilité à l'eau très élevée (C.E.R.U.C, 1996).

---

---

## *Chapitre II - Matériel et Méthodes*

---

---

# Chapitre II - Matériel et Méthodes

## II.1 - Introduction

Pour étudier la couverture pédologique du périmètre agricole de Djebel Mrah nous avons suivi une démarche méthodologique qui regroupe plusieurs étapes de travail : Étude des documents de base, choix des points d'échantillonnage du sol, description morphologique des horizons du sol, analyses physiques, physico-chimiques et chimiques des échantillons et classification des sols.

## II.2 - Phase préliminaire

### II.2.1 - Étude des documents de base

Cette étude consiste essentiellement à une consultation de tous les documents de base disponibles qui pourraient donner certaines informations sur la région d'étude à savoir :

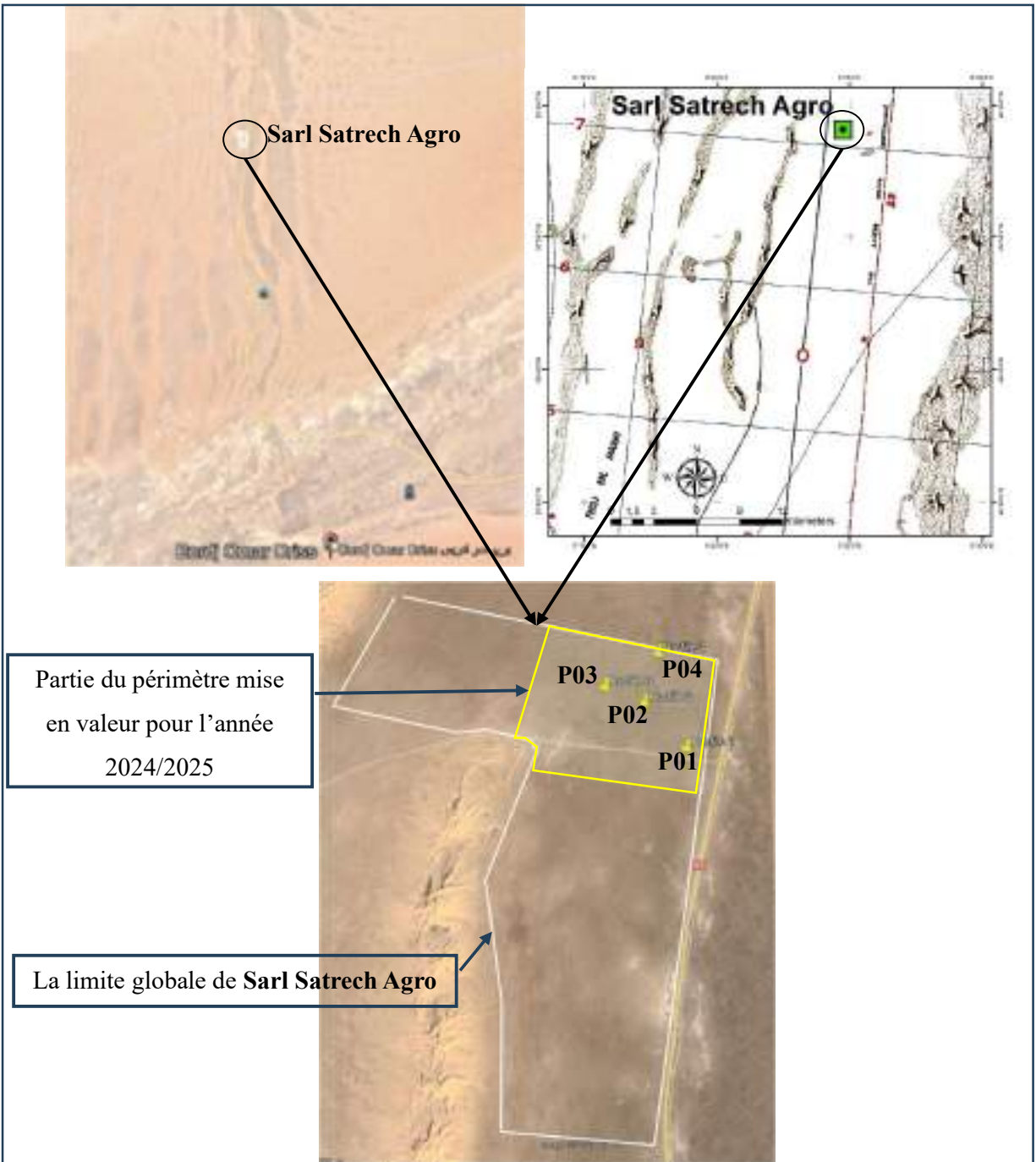
- Mémoires de master et thèses de Doctorat sur la région de Bordj Omar-Driss ;
- Rapport du Projet SARL SATRECH AGRO ;
- Image Google Earth Pro ;
- La carte d'état-major (topographique) d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), feuille du Nord, 1:2000000. (I.N.C.T, 2005) ;
- Carte topographique d'Afrique du nord, 1:250 000 (feuille NH 32-9 Rhourde Hamra, Algeria) Army Map Service Washington D.C. 1952.

### II.2.2 - Présentation de site d'étude

Le périmètre de mise en valeur de Djebel Mrah (ou Feïdj Bel Mrahi) est situé à 200 km au Nord de la ville de Bordj Omar Driss, Wilaya d'Illizi (6°24'44.58"E, 29°54'4.37"N, 240 m). Il occupe une superficie d'environ 2050 hectares, (Figure II.1).

### II.2.3 - Prospection de reconnaissance

Elle consiste en une prospection sur le terrain, une prospection de reconnaissance afin de mieux connaître le terrain, et d'avoir une idée générale, lors de cette étape nous avons choisir l'emplacement, et ensuite la réalisation des profils pédologiques, au cours de cette réalisation, un certain matérielle est nécessaire : tarière, pelle, pioche, bêche, marteau, truelle pour rafraîchir la coupe, flacon d'acide chlorhydrique 10 %, flacon d'eau, sachets en plastiques pour récupérer les échantillons et Munsuell Soil Color Chartes.



**Figure II. 1 – Localisation du site d'étude et les points d'échantillonnage  
(Image Google Earth Pro et feuille NH 32-9 Rhourde Hamra)**

## II.3 - Phase de travail sur le terrain

### II.3.1 - Étude morphologique des solums

La description des solums a été effectuée selon les recommandations de [Baize et Jabiol \(1995\)](#).

#### *II.3.1.1 - Description de l'environnement*

Pour présenter l'environnement de chaque solum d'observation, nous avons retenu les informations suivantes :

- ❖ Localisation (coordonnées géographique).
- ❖ Conditions climatiques (le temps).
- ❖ L'état de la surface.
- ❖ Topographie.
- ❖ Végétation.
- ❖ Descripteur.
- ❖ Date de description.

#### *II.3.1.2 - Description du profil*

Quant à la description morphologique des horizons de chaque solum, nous avons retenu les caractéristiques suivantes :

- ❖ Epaisseur des horizons (*cm*) ;
- ❖ Couleur (*Munsell Soil Color Charts*) ;
- ❖ Humidité (*sec, frais, humide, très humide ou engorgé d'eau*) ;
- ❖ Texture (*classification de la fraction fine selon le diagramme textural d'USDA*) ;
- ❖ Structure (*Particulaires, fragmentaire ou continue*) ;
- ❖ Réaction à l'HCl à 10% (*détection des carbonates ou le calcaire dans le sol*) ;
- ❖ Matière organique (*états, l'importance...*) ;
- ❖ Racines (*présence, taille et nature*) ;
- ❖ Taches (*couleur et taille*)
- ❖ Troues (*taille, origine*).
- ❖ Eléments grossiers (*dimension, forme et nature*)
- ❖ Limite et transition entre les horizons.

### **II.3.2 - Échantillonnage du sol**

Des échantillons de sol ont été prélevés dans une section de sol de profondeurs allant de 60 cm à 120 cm. le profil est constitué d'horizons différents (H1, H2, H3, H4...etc.). Pour chaque horizon, nous en avons prélevé un échantillon dans un sac étiqueté. Les échantillons sont transférés au laboratoire pour analyse.

## **II.4 - Phase d'analyse au laboratoire**

### **II.4.1 - Préparation des échantillons et laboratoire d'analyses**

Chaque échantillon recueilli est mis dans un sac plastique qui porte un code relatif à l'horizon et au profil auxquels il correspond, puis transporté au laboratoire. Tous les échantillons sont préparés en vue des analyses :

Les échantillons séchés à l'air en salle et tamisés à 2 mm, séparant la terre fine de la fraction grossière, la terre fine est mise dans des sacs portant un code relatif à l'horizon et au profil, c'est sur cette terre fine qu'on a réalisé une série d'analyses physiques, physico-chimiques et chimiques. Ces analyses permettent de vérifier les observations de terrain et facilitent la classification des sols.

Les analyses ont été réalisées au laboratoire de pédologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et au laboratoire de Biogéochimie des milieux désertique, université d'Ouargla.

### **II.4.2 - Analyses physiques**

#### *II.4.2.1 - Granulométrie :*

Elle a été faite sur des échantillons de terre fine (inférieur à 2 mm) séchée à l'air libre, selon la méthode internationale à la pipette de Robinson.

Dont la séparation des différentes classes de particule se fait par la sédimentation et prélèvement à des temps échelonnés pour les fractions les plus fines ( $\leq 50 \mu\text{m}$ ) et par tamisage pour les fractions supérieures (Aubert, 1978)

Après décarbonatation et destruction de la matière organique puis la dispersion des particules par un dispersant énergétique (hexamétaphosphate de sodium) et par agitation mécanique. Puis effectuer des prélèvements à l'aide de la pipette de Robinson, en appliquant la loi de Stokes (Aubert, 1978). Enfin, pour déterminer la texture du sol nous avons utilisé le triangle texturale (figure II.2).

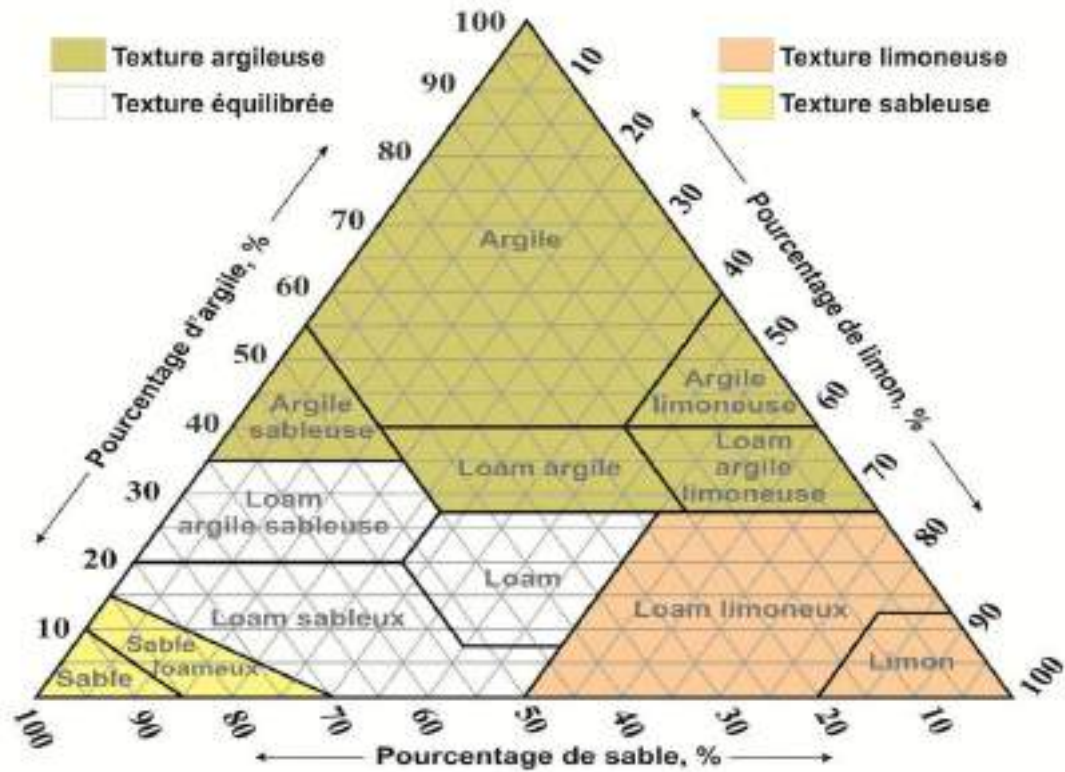


Figure II. 2 - Triangle textural (USDA)

## II.4.3 - Analyses physico-chimiques

### II.4.3.1 - Conductivité électrique (C.E)

La conductivité électrique est un moyen d'appréciation de la teneur globale en sels dans la solution du sol. Elle a été déterminée par le conductimètre sur un extrait avec un rapport de (sol/eau) de 1/5 à une température de 25°C (Aubert, 1978).

### II.4.3.2 - L'acidité (pH)

Par l'utilisation de la méthode électrométrique qui est basé sur la loi de Nernst et consiste à mesurer à l'aide d'un pH-mètre à électrodes (Duchaufour, 1988).

Selon Baize (1988), la mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau (pH eau) rend compte de la concentration en ions  $H_3O^+$  à l'état dissocié dans le liquide surnageant, d'un rapport Sol/eau = 1/5.

## II.4.4 - Analyses Chimique

### II.4.4.1 - Calcaire Totale ( $\text{CaCO}_3$ )

Il a été déterminé par calcimètre volumétrique à l'aide d'un calcimètre de Bernard, on utilisant la propriété du carbonate de calcium de se décomposer sous l'action d'un acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ , 6N), en eau et gaz carbonique, ce dernier est recueilli, dans un tube gradué en millilitres (Aubert, 1978).

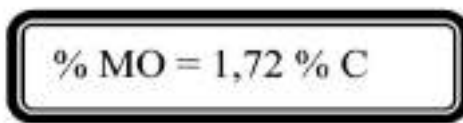


### II.4.4.2 - Gypse

Le dosage du gypse a été effectué selon la méthode chimique, les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  libérés après un attaque aux carbonates d'ammonium et précipitation sous forme de sulfate de baryum (Coutinet, 1965)

### II.4.4.3 - Matière organique

Estimée par la méthode de Anne qui basée sur le dosage de carbone organique du sol. Dont le principe est basé sur le bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en milieu sulfurique et titration par le sel de Mohr (Aubert, 1978).



% MO = 1,72 % C

### II.4.4.4 - Les ions solubles

Nous avons dosé seulement les anions sur un extrait du rapport (terre/eau) de 1/5, il consiste à analyser le chlore ( $\text{Cl}^-$ ), les carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) et les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (Coutinet, 1965) et (Aubert, 1978).

#### • Chlore ( $\text{Cl}^-$ ) :

Dosage du chlore s'effectue par la méthode de Mohr basée sur la titration de l'extrait de sol par nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. En présence de chlore il y a apparition d'un précipité rouge.

#### • Carbonate et bicarbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ et $\text{HCO}_3^-$ ) :

Par titration à l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en présence des indicateurs. La fin de réaction est indiquée par le changement de couleur soit un virage.

- **Sulfate ( $SO_4^{2-}$ ) :**

Par la méthode gravimétrique, basée sur le principe de faire précipiter les sulfates sous forme de sulfate de baryum.

## **II.5 - Classification des sols**

Nous avons utilisé la classification de l'FAO-UNESCO (1998). Cette classification a été récemment remaniée et complétée par une commission internationale, sous la dénomination de World Reference Base for Soil Resource FAO-WRB. Dont la plupart des groupements principaux sont caractérisés par des horizons, des propriétés et des matériaux diagnostiques particuliers (FAO, 2014).

Chacun des sols étudiés ont été rattachés aux taxons de WRB-FAO (FAO, 2014). et à l'ancienne classification française (CPCS, 1967).

---

---

## *Chapitre III - Résultats*

---

---

# Chapitre III – Résultats

Pour caractériser les différents types de sols présents dans notre zone d'étude, nous avons réalisé des sondages à la tarière et étudié des profils pédologiques.

L'étude de chaque profil comporte plusieurs parties à savoir : étude de l'environnement du Solum, description morphologique des horizons ou des couches, étude analytique (physique, physico-chimique et chimique), interprétation des résultats et enfin classification des sols.

## III.1 - Profil P01

### III.1.1 - Description d'environnement (Figure III. 1)



**Figure III. 1 - Vue générale et état de la surface du site d'étude**

**Localisation :** Djebel Mrah, Bordj Omar-Driss, Wilaya d'Illizi : (6°24'.75 E ; 29°54'8.93 N)

**Géomorphologie :** Reg autochtone/allochtone.

**Végétation :** Aucune végétation observée.

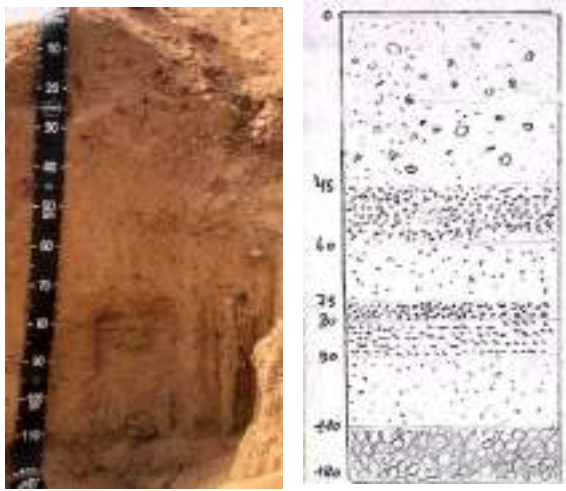
**Etat de surface :** Gravier, cailloux de forme anguleuse (et arrondie).

**Temps :** Ciel peu nuageux, partiellement ensoleillé et venteux.

**Topographie :** plane, régulière.

**Date :** 31/10/2024

### III.1.2 - Description du Solum (Figure III. 2) et (Figure III. 3 )



➤ **H1 : 0-45 cm** : Sec, 7.5YR 5/6 strong brown, sable-graveleux, particulaire ou polyédrique et sub-angulaire, graviers (40%), silex gravier roulé, arrondi (possibilité du transport par l'eau), taches blanches, racines fines, effervescence à l'HCl, la dureté très friable, limite régulière et transition progressive.

**H2 : 45-60 cm** : Sec, 7.5 YR 6/6, strong brown, sableux, particulaire, graviers (60%) silex (silicatées), Accumulation secondaire du gypse (**barbe de gypses**), faible effervescence à l'HCl, friable, limite régulière et transition progressive.

Figure III. 2 - Photo et schéma du Profil P01

➤ **H3 : 60-75 cm** : Sec, 7.5 YR 6/6, pink, sableuse, particulaire, graviers (20%) silex, faible effervescence à l'HCl, friable, limite régulière et transition progressive.

➤ **H4 : 75-80 cm** : couche de graviers. 7.5YR 8/6, reddish yellow.

➤ **H5 : 80-90 cm** : Sec, 7.5YR 7/6, reddish yellow, sableuse, particulaire, graviers (60%) silex, friable, effervescence à l'HCl, limite régulière et transition progressive.

➤ **H6 : 90-110 cm** : Sec, 7.5YR 8/4, reddish yellow, sableuse, particulaire, graviers (10%), faible effervescence à l'HCl, friable, limite régulière et transition progressive.

**H7 : 110-120 cm** : graviers roulés de diamètre (80%) silex, de forme arrondie et aplatie.

- **Horizon 2 (Profil 1): Barbe de gypse**



Figure III. 3 - Accumulation secondaire du gypse (Barbe de gypse)

### III.1.3 - Etude analytique

Les résultats d'analyses physiques et physico-chimiques et chimiques sont présentés dans les tableaux : Tableau III.1 et Tableau III.2:

**Tableau III. 1 - Analyses granulométriques et physico-chimiques du profil P01**

Horizon	Profond (cm)	Granulométrie (%)					Texture (USDA)	CE (dS/m)	pH
		A(%)	Lf(%)	Lg(%)	Sf(%)	Sg(%)			
P01-H1	0-45	6,7	7,4	0,0	13,8	72,1	Loamy Sand	0,37	7,81
P01-H2	45-60	7	10,2	0,7	6,3	75,8	Loamy Sand	0,20	7,80
P01-H3	60-75	13	0,9	4,4	9,6	72,1	Sandy Loam	0,48	7,73
P01-H4	75-80	0,4	3,7	10,1	12,5	73,2	Sand	0,23	7,55
P01-H5	80-90	9,2	0,5	0,0	6,6	83,8	Sand	0,21	7,50
P01-H6	90-110	13,9	2	4,4	4,9	74,8	Sandy Loam	0,53	7,49

**Tableau III. 2 - Analyses chimiques du profil P01**

Horz	CalcaireT. (%)	Gypes (%)	M.O (%)	Cl <sup>-</sup> (meq/l)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (meq/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (meq/l)
P01-H1	1,10	0,05	0,21	20	0	0	51,36
P01-H2	0,47	0,02	0,69	10	0	7,5	21,4
P01-H3	0,33	0,03	0,69	7,5	0	12,5	239,68
P01-H4	0,07	0,03	0,41	10	0	10	171,2
P01-H5	0,07	0,07	0,69	2,5	0	2,5	72,6
P01-H6	0,30	0,02	0,62	12,5	0	0	51,36

### III.1.4 - Interprétation

Les horizons montrent une dominance de textures sableuses : loamy sand, sandy loam, sand. Valeurs élevées de sable fin et grossier (>70 %) indiquent une bonne perméabilité (Bationo et al., 2004), et faible rétention d'eau et de nutriments (Brady & Weil, 2010). Les textures plus légères sont généralement pauvres en matière organique et éléments nutritifs, nécessitant une gestion rigoureuse pour une agriculture durable.

Le pH varie entre 7,49 à 7,81, ce qui indique qu'il est légèrement alcalin à quasi-neutre d'un extrait aqueux 1/5. Les cultures sensibles à l'acidité comme le haricot ou le soja peuvent être affectées. (Soil survey Staff, 2011)

La Conductivité électrique (CE) varie entre 0,20 à 0,53ds/. Pas de risque immédiat de salinité (Aubert, 1978).

Calcaire total (CaCO<sub>3</sub>) a une faible teneur (< 1 %) dans la majorité des horizons. Un sol faiblement calcaire (Baize, 2000).

Le Gypse (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) est très faible (max 0.07 %). Donc pas de problème d'horizon gypseux (qui pourraient causer une compaction ou une toxicité). (Barzanji, 1973)

La matière organique (MO) est très faible globalement (0.21–0.69 %) (Morand,2001). La matière organique est essentielle pour la rétention de l'eau, la stabilité structurale, et la nutrition des plantes (Lal, 2004). Un bon sol agricole a généralement plus de 2 % de MO (Brady & Weil, 2010).

Le chlore  $\text{Cl}^-$  et Bicarbonate  $\text{CO}_3^-$  en faibles quantités : pas de toxicité saline.  $\text{SO}_4^{2-}$  très élevé dans l'horizon 03 (239,68 meq/l) : Peut indiquer l'accumulation temporaire ou ancienne sulfurés ou processus de lessivage incomplet. Il doit être surveillé dans les zones à faible pluviométrie.

### III.1.5 - Classification du sol

- **CPCS 1967** : Sols minéraux bruts, climatiques des déserts chauds, xériques d'ablation, organisés en pavements, regs allochtones (alluvions).
- **WRB-FAO, 2014** : Aeolic Yermic **Regosol** (Arenic).

## III.2 - Profil P02

### III.2.1 - Description d'environnement

**Localisation** : Djebel Mrah Bordj Omar-Driss, Wilaya d'Ilizi ( 6°24'.6.18 E 29°54'8.93 N)

**Géomorphologie** : Reg allochtone.

**Végétation** : Aucune végétation observée.

**Etat de surface** : graviers, cailloux de forme anguleuse (Reg) .

**Temps** : Ciel venteux et partiellement ensoleillé

**Topographie** : plane, régulier .

**Date** : 31/10/2024

### III.2.2 - Description du Solum : (Figure III. 4 ), (Figure III. 5)

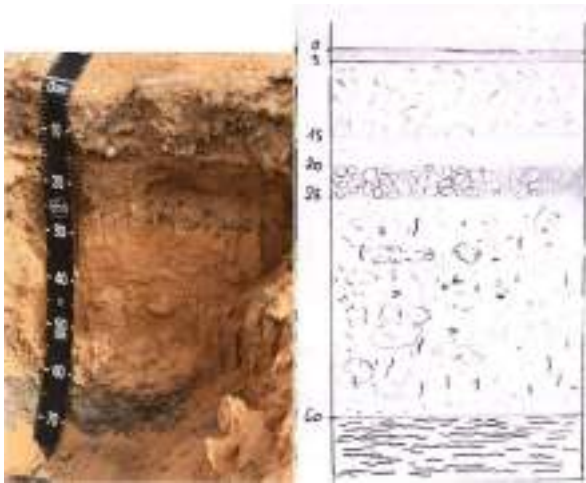


Figure III. 4 - Photo et schéma du Profil P02

- **H1 - 0-3 cm** : Sec, 7.5YR 7/4 pink sableuse graveleuse, particulaire (couche blanche, couche du gypses), très faible effervescence à l'HCl, très friable.
- **H2 - 03-15 cm** : Sec, 7.5YR 6/3 light brown, sableuse, polyédrique, (en agrégat), graviers (2%) dolomites, forte effervescence à l'HCl, taches blanche, racine fine, friable, limite régulière et transition progressive.
- **H3 - 15-20 cm** : Sec, sableuse, 7.5 YR 6/3 light brown ,polyédrique, très faible effervescence à l'HCl, friable, transition progressive.
- **H4 - 20-28 cm** : Couche de graviers (80%) dolomites. 7.5YR 8/4 pink.
- **H5 - 28-60 cm** : Sec, 7.5 YR 7/6 reddish yellow sableuse fine, particulaire-polyédrique, très faible effervescence à l'HCl, taches blanche et rouge, racine fine, très friable, limite progressive.
- **H6 - >60 cm** :Sec,7.5 YR 5/1 gray sableuse, particulaire-polyédrique, très faible effervescence à l'HCl, les taches blanche et grise, peu friable.

- **Horizon 6 (Profil 2)** : La présence d'un pourcentage important de **les fossils**



Figure III. 5 -Quelques fossiles observés (Coquilles)

### III.2.3 - Etude analytique :

Les résultats d'analyses physiques et physico-chimiques et chimiques sont présentés dans les tableaux (Tableau III 3) et (Tableau III 4) :

**Tableau III. 3 - Analyses granulométriques et physico-chimiques du profil P02**

Horizon	Profond (cm)	Granulométrie (%)						CE (dS/m)	pH
		A(%)	Lf(%)	Lg(%)	Sf(%)	Sg(%)	Texture		
P02-H1	0-3	9,2	1,5	19,2	39,7	30,4	Loamy Sand	2,61	7,49
P02-H2	3-15	2	9,9	10,6	32,6	44,9	Loamy Sand	2,60	7,43
P02-H3	15-20	6,9	11,9	2,4	29,4	49,4	Loamy Sand	2,61	7,50
P02-H4	20-28	9,6	4,9	1,5	37,3	46,6	Sandy Loam	2,93	7,74
P02-H5	28-60	11,5	1,2	2,6	69,9	14,9	Sandy Loam	2,68	7,33
P02-H6	> 60	4,7	11,5	3	15,2	65,3	Loamy Sand	6,43	7,27

**Tableau III. 4 - Analyses chimiques du profil P02**

Horizon	Calcaire T. (%)	Gypes (%)	M.O (%)	Cl <sup>-</sup> (meq /l)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (meq /l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq /l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (meq /l)
P02-H1	1,03	0,33	0,41	7,5	0	5	42,8
P02-H2	0,87	1,06	0,41	2,5	0	7,5	235,4
P02-H3	0,53	0,25	0,55	5	0	0	282,48
P02-H4	0,07	0,30	0,97	15	0	5	85,6
P02-H5	0,07	0,10	1,10	22,5	0	0	209,72
P02-H6	0,62	0,12	1,52	70	0	2,5	363,8

### III.2.4 - Interprétation :

Les horizons 01 à 03 sont de texture loamy sand (sable limoneux), indiquant une dominance de sable grossier (Sf) et sable fin (Sg), avec un peu d'argile et limon. Et Les horizons 04 et 05 sont sandy loam (limon sableux), donc légèrement plus riches en limon et argile. Et L'horizon 06 redevient loamy sand, mais avec une proportion très élevée de sable grossier (65.3%).

Les pH Varie entre 7,27 et 7,50, donc un sol faiblement alcalin à neutre, favorable pour la plupart des cultures. (Soil survey Staff, 2011).

La Conductivité électrique (CE) varie de 2,60 à 6,43 dS/m, avec une valeur très élevée de salinité. Des valeurs supérieures à 2,4 dS/m indiquent une salinité problématique pour beaucoup de cultures (Aubert, 1978).

Calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ) à une faible à modéré (0,07 à 1,03 %), donc faible influence sur l'alcalinité du sol. (Baize, 2000).

Le Gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) est Présence variable, avec une teneur élevée au niveau de l'horizon 02 (1,06 %), indiquant un potentiel de sol sodique ou gypseux si combiné avec des sels solubles.

La Matière organique (MO) augmente avec la profondeur (jusqu'à 1,52 %), Cela pourrait être dû à un enfouissement ou une activité racinaire ancienne.

Le Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) Atteint des niveaux élevés en profondeur (70 meq/l à l'horizon 06), indiquant une salinité accrue. Le Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) est Très élevés (jusqu'à 363.8 meq/l), suggérant une accumulation de sels secondaires, problématique pour la perméabilité et la croissance des racines.

Carbonates et bicarbonates ( $\text{CO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^-$ ) est faibles, donc pas de problème majeur d'alcalinité.

### *Interprétation générale*

1. Sol sablo-limoneux à limono-sableux, bien drainé mais avec des problèmes de salinité en profondeur.
2. Conductivité élevée et chlorures importants dans les couches profondes : risque de salinisation à surveiller, surtout pour les cultures sensibles selon (FAO, 1985).
3. pH légèrement acide favorable.
4. Matière organique modérée : peut être améliorée par des amendements organiques.

### **III.2.5 - Classification du sol :**

- **CPCS 1967** : Sols minéraux bruts, climatiques des déserts chauds, xériques d'ablation, organisés en pavements, regs allochtones (alluvions). Salin.
- **WRB-FAO, 2014** : Aeolic Yermic **Regosol** (Arenic), Arénosols saline.

### III.3 - Profil P03

#### III.3.1 - Description d'environnement

**Localisation :** Djebel Mrah Bordj Omar-Driss, Wilaya d'Ilizi : (6°23'.45.57 E 29°54'37.53 N)

**Géomorphologie:** Reg allochtone.

**Végétation:** Aucune végétation observée.

**Etat de surface:** graviers, cailloux de forme anguleuse (REG) .

**Temps:** Ciel venteux et partiellement ensoleillé.

**Topographie :** plane, régulier.

**Date :** 31/10/2024

#### III.3.2 - Description du Solum (Figure III. 6), (Figure III. 7)



**Figure III. 6** photo et schéma du Profil P03

**H1 - 0-10 cm :** Sec, MO 0% ,7.5 YR 6/6 reddish yellow, sableuse grumeleuse, particulier, graviers (70%) dolomites, effervescence à l'HCl, possibilité de présence d'eau (gravier roulé), friable, limite régulière.

**H2 – 10-15 cm :** Sec, MO 0%,7.5 YR 6/6 reddish yellow, sableuse graveleuse, particulière, effervescence à l'HCl, taches blanche, friable, transition progressive.

**H3 – 15-85 cm :** Sec, MO 0%,7.5 YR 7/6 reddish yellow, sableuse, particulier-prismatique, graviers (60%) silex, faible effervescence à l'HCl, taches noir et blanche et rouge, friable, limite progressive. Manchons du gypses (Figure III. 7).

**H4 – 85-102 cm :** Sec, MO 0% ,7.5 YR 7/6 reddish yellow, sableuse grumeleuse, particulière, graviers (70%) silex, friable, transition progressive.

**H5 – >102 cm :** Sec, MO 0%,7.5 YR 8/4 reddish yellow, sableuse, prismatique, graviers (50%) dolomies, forte effervescence à l'HCl, les taches blanches, la racine fine, friable,

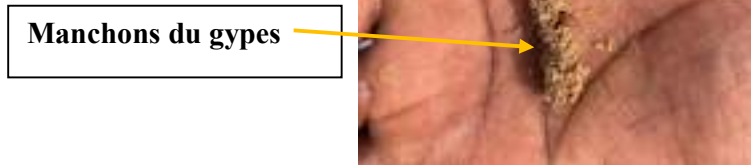


Figure III. 7 - Manchons du gypse

### III.3.3 - Etude analytique

Les résultats d'analyses physiques et physico-chimiques et chimiques sont présentés dans les tableaux (Tableau III 5) et (Tableau III 6)

Tableau III. 5 - Analyses granulométriques et physico-chimiques du profil P03

Horizon	Profond (cm)	Granulométrie (%)					Texture	CE (dS/m)	pH
		A(%)	Lf(%)	Lg(%)	Sf(%)	Sg(%)			
P03-H1	0-10	13,8	1,3	19,1	29,6	36,2	Sandy Loam	0,20	7,44
P03-H2	10-15	16,4	2,1	7,4	13,2	60,8	Loamy Sand	0,37	7,41
P03-H3	15-85	7,8	2,9	1,7	6,6	81	Loamy Sand	1,54	7,49
P03-H4	85-102	14,3	0,6	4,3	15,5	65,3	Loamy Sand	0,55	7,40
P03-H5	>102	9,1	2,6	1,2	13,6	73,3	Loamy Sand	0,32	7,47

Tableau III. 6 - Analyses chimiques du profil P03

Horizon	Calcaire .T (%)	Gypes (%)	M.O (%)	Cl- (meq)	CO32- (meq/l)	HCO3- (meq/l)	SO42- (meq/l)
P03-H1	2	0,03	0,14	10	0	7,5	4,28
P03-H2	2,33	0,05	0,55	10	0	2,5	38,52
P03-H3	0,47	0,03	0,62	20	0	2,5	38,52
P03-H4	1	0,12	0,69	20	0	2,5	68,48
P03-H5	1,27	0,05	0,41	10	0	0	51,36

### III.3.4 - Interprétation :

L'horizon 01 est Sandy loam : sol bien drainé mais avec une capacité de rétention d'eau modérée. Les horizons 02 et 05 sont Loamy sand : sol très sableux, faible rétention en eau et éléments nutritifs. Dominance de sable grossier (Sg > 60 %) dans tous les horizons sauf le

premier. L'argile est variable (7.8 à 16.4 %) avec une valeur élevée à H02 (16.4 %), ce qui améliore légèrement la rétention en eau à ce niveau.

Le pH varié entre 7,43 et 7,87 donc, sol légèrement alcaline à neutre, bon pour la majorité des cultures adaptées aux sols alcalins (Soil survey Staff, 2011).

La Conductivité électrique (CE) élevée à l'horizon 03 (1,55 dS/m) donc sol salé a cette profondeur. Ce qui indique une salinité modérée localisée.

Calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ) dans l'horizon 02 élevé (2.33 %) donc, sol à calcaire en surface qui peut influencer la disponibilité du phosphore. Est dans l'horizon 03 très faible (0,47 %), le reste peu calcaire.

Le Gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) est présent en petites quantités ( $\leq 0,12$  %) pas de problème de gypse.

La Matière organique (MO) est très faible dans l'ensemble des horizons ( $< 1$  %).

Le Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) est élevés à tous les niveaux (10 à 20 meq/l), surtout H03 et H04 donc risque de toxicité chlorure pour cultures sensibles (ex. : haricot, vigne). Seuil critique :  $> 4$  meq/l selon Ayers & Westcot (1985) = risque salin confirmé. Et le Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) est Moyens à élevés selon les horizons (max 68,48 meq/l à H04) donc contribution importante à la salinité globale. Et Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) en présence modérée (jusqu'à 7.5 meq/l à H01) donc alcalinité légère.

*Interprétation générale :*

Sol très sableux (Loamy Sand) avec faible capacité de rétention hydrique et fertilité organique réduite.

Salinité problématique à H03 (1,548 dS/m) et concentrations élevées en  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ , impactant fortement la croissance racinaire et la nutrition minérale.

pH globalement bon, mais la combinaison salinité et pauvreté en M.O. limite la productivité.

### III.3.5 - Classification du sol :

- **CPCS 1967** : Sols minéraux bruts, climatiques des déserts chauds, xériques d'ablation, organisés en pavements, regs allochtones (alluvions).
- **WRB-FAO, 2014** : Aeolic Yermic **Regosol** (Arenic).

*Recommandations :*

1. Amendement organique régulier (fumier composté, paillage).
2. Irrigation en eaux de bonne qualité pour éviter accumulation des sels.
3. Cultures tolérantes à la salinité (orge, betterave, luzerne).

4. Éviter cultures sensibles (haricot, agrumes) sur le horizon 03.

### III.4 - Profil 04

#### III.4.1 - Description d'environnement :

**Localisation :** Djebel Mrah Bordj Omar-Driss, Wilaya d'Illizi (: 6°24'.75 E 29°54'8.93 N)

**Géomorphologie:** Reg allochtone.

**Végétation:** Aucune végétation observée.

**Etat de surface:** graviers, cailloux de forme anguleuse (REG) .

**Temps:** Ciel venteux et partiellement ensoleillé

**Topographie :** plane , régulier

**Date :** 31/10/2024

#### III.4.2 - Description du Solum (Figure III. 8)

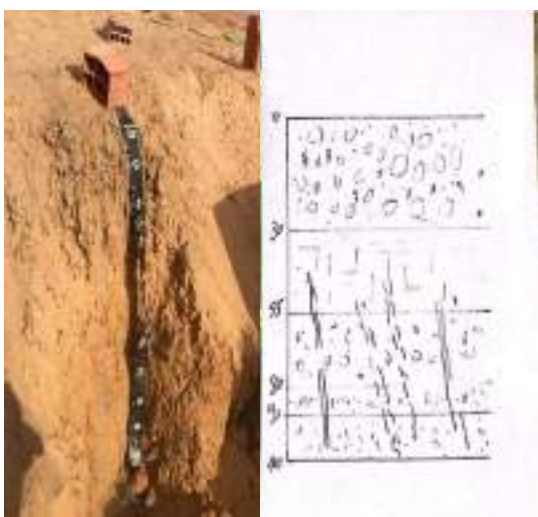


Figure III. 8 photo et schéma du Profil P04

**H1 - 0-30 cm :** Sec, 7.5 YR 6/4, light brown, sableuse graveleuse, particulaire -sub-angulaire, graviers (20%), forte effervescence à l'HCl, possibilité de présence d'eau (gravier roulé), taches blanches, friable, transition progressive.

**H2 - 30-55 cm :** Sec, 7.5 YR 6/4 light brown, sableuse, particulier, graviers (2%) dolomies, fable effervescence à l'HCl, la racine fine, friable, limite régulière et transition progressive.

**H3 - 55-80 cm :** Sec, 7.5YR 7/4 pink, sableuse, particulaire, graviers (2%) silex, faible effervescence à l'HCl, taches gris, friable,

limite régulière et transition progressive (manchons de gypsés).

**H4 - 80-90 cm :** Sec, 7.5YR 7/6reddish yellow, sableuse, particulier, graviers (2%) silex, fable effervescence à l'HCl, friable, limite régulière et transition progressive.

**H5 - 90- 100 cm :** Sec, 7.5YR 7/6 reddish yellow sableuse, particulier, graviers (2%) silex, fable effervescence à l'HCl, friable.

#### III.4.3 - Etude analytique :

Les résultats d'analyses physiques et physico-chimiques et chimiques sont présentés dans les tableaux (Tableau III 7) et (Tableau III 8).

**Tableau III. 7 - Analyses granulométriques et physico-chimiques du profil P04**

Horizon	Profond (cm)	Granulométrie (%)						CE (dS/m)	pH
		A(%)	Lf(%)	Lg(%)	Sf(%)	Sg(%)	Texture		
P04-H1	0-3	14,1	0,7	3,6	38,9	42,6	Sandy Loam	0,22	7,22
P04-H2	3-15	10,3	0,8	11,8	26,7	50,4	Sandy Loam	0,28	7,34
P04-H3	15-20	9,8	5,5	0,5	38	46,3	Loamy Sand	1,03	7,37
P04-H4	20-28	5,2	4,7	4,7	8,9	76,5	Loamy Sand	0,84	7,33
P04-H5	28-60	11,4	1,8	2,3	7,4	77,2	Loamy Sand	0,42	7,34

**Tableau III. 8 - Analyses chimiques du profil P04**

Horizon	Calcaire.T (%)	Gypes (%)	M.O (%)	Cl- (meq/l)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (meq/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> (meq/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (meq/l)
P04-H1	2,50	0,03	0,14	22,5	0	2,5	25,68
P04-H2	2,12	0,02	0,14	25	0	5	0
P04-H3	1,40	0,02	0,00	15	0	5	158,36
P04-H4	0,53	0,02	0,41	10	0	2,5	102,72
P04-H5	0,33	0,02	0,07	10	0	0	34,24

#### III.4.4 - Interprétation

Les horizons 01 et 02 : Sandy loam donc, texture équilibrée avec un bon drainage, mais faible rétention d'eau et les horizons 03 à 05 : Loamy sand donc, sol très sableux avec faible capacité de rétention d'eau et de nutriments et très forte proportion de sable grossier (Sg) surtout aux horizons profonds (76–77 %) et faibles proportions d'argile et limons.

Le pH Entre 7,22 et 7,37 donc, sol légèrement alcaline à neutre, favorable à la plupart des cultures.

La Conductivité électrique (CE) est faible en surface (0.22–0.42 dS/m) donc sol non salin et forte augmentation dans les horizons 03 (1.03 dS/m) et 04 (0.84 dS/m) donc sol peu salé.

Calcaire total (CaCO<sub>3</sub>) diminue en profondeur (2.5 % à 1.40 %), ce qui suggère un sol faiblement calcaire en surface.

Le Gypse (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) très faible teneur (<0.03 %) donc, pas de problème de gypse ou de sodicité liée au gypse. (Barzanji,1973).

La Matière organique (MO) est très faible, ce qui indique une fertilité organique pauvre.

Le Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) est Très élevés en surface (22.5 meq/l à H01), ce qui peut être toxique pour certaines cultures. Diminuent en profondeur, sauf à l'horizon 03 (15 meq/l). Et ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Pic très élevé à l'horizon 03 (158.36 meq/l), ce qui est un indicateur fort de salinité. Représente un risque pour la croissance racinaire et la structure du sol. Et bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) faibles à modérés (0 à 5 meq/l), donc pas de problème d'alcalinité marquée.

### **Interprétation générale**

Sol globalement sableux, bien drainé mais pauvre en matière organique et en éléments fins, ce qui diminue sa capacité de rétention hydrique et nutritive.

Présence significative de sels solubles ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) dans les horizons intermédiaires et profonds, indiquant un risque de salinité modérée à forte (surtout à 15–28 cm).

pH globalement favorable, mais attention à l'acidité légère à la base.

### **III.4.5 - Classification du sol**

- **CPCS 1967** : Sols minéraux bruts, climatiques des déserts chauds, xériques d'ablation, organisés en pavements, regs allochtones (alluvions).
- **WRB-FAO, 2014** : Aeolic Yermic **Regosol** (Arenic).

---

---

## *Chapitre IV - Discussion*

---

---

## Chapitre IV - Discussion

Les roches mères des sols sahariens sont naturellement très variées ; mais en raison de la dureté des facteurs climatiques, ce sont surtout ces derniers qui imposent les caractères des sols (Ozenda, 1983).

Le périmètre agricole étudié à Djebel Merah (Bordj Omar Driss, wilaya d'Illizi) est un terrain étendu et monotone limité au fond du paysage par des dunes de sables (ergs). Ce paysage est nommé géomorphologiquement un "Reg".

Par définition un Reg est un terme arabe désignant un désert plat et pierreux (pavage désertique) dans lequel la plupart des particules les plus fines ont été éliminées par le vent (Harris, 2004). Et selon le dictionnaire de géologie (Foucault et Raoult., 2010) c'est un sol des régions désertiques où les éléments les plus fins d'un manteau de débris hétérométrique (p. ex. régolite) ont été emportés par le vent (phénomène de déflation).

### IV.1 - Caractéristiques morphologiques des sols étudiés

L'étude morphologique des profils a montré que la surface des sols étudiés apparaisse généralement différente par rapport au sous-sol (notamment la couleur, la texture). C'est-à-dire que l'aspect morphologique de l'état de la surface du sol ne reflète pas forcément la morphologie du reste de profil. Ceci est due à l'action du climat hyper-aride saharien, qui influe sur la surface du sol par le phénomène d'ablation des particules fine, notamment le sable fin et moyen par le vent (triage) et laisse derrière du gravier et du sable grossier qui constitue un pavage typique des surfaces du Reg (Cooke et al., 1993).

La majorité des sols étudiés sont profonds. Le sol est friable quelle que soit la profondeur. La charge en éléments grossiers est observée surtout à la surface du sol et dans quelques horizons en profondeur. La forme des graviers est parfois anguleuse et parfois arrondie, émoussée ou aplatie. Ceci reflète leur origine, tantôt détritique ou autochtone et tantôt allochtone d'origine alluviale.

La structure du sol est de type particulière pour la majorité des sols étudiés. La couleur du sol est claire. Ceci est dû, d'une part, à la nature de la roche mère sableuse, et d'autre part, à la pauvreté du sol en matière organique, sauf pour le profil P02 qui présente une couche d'une couleur grisâtre et qui contient des fossiles. Ceci peut indiquer la présence d'un paléolac dans ce site et qui mérite d'être bien étudié.

## IV.2 - Caractérisation analytique des sols étudiés

Les analyses granulométriques de la terre fine des sols de la zone d'étude, montrent la dominance de la texture de type sable-loameux et loam-sableux et sable. Donc la texture est considérée comme sableuse à équilibrée (figure IV.1). La fraction sableuse est dominée par le sable grossier (figure IV.2). Cette texture grossière reflète l'action du vent sur la surface du sol, en exerçant une action d'ablation qui emporte le sable fin et laisse derrière le sable grossier, en formant par conséquent le paysage de Reg.

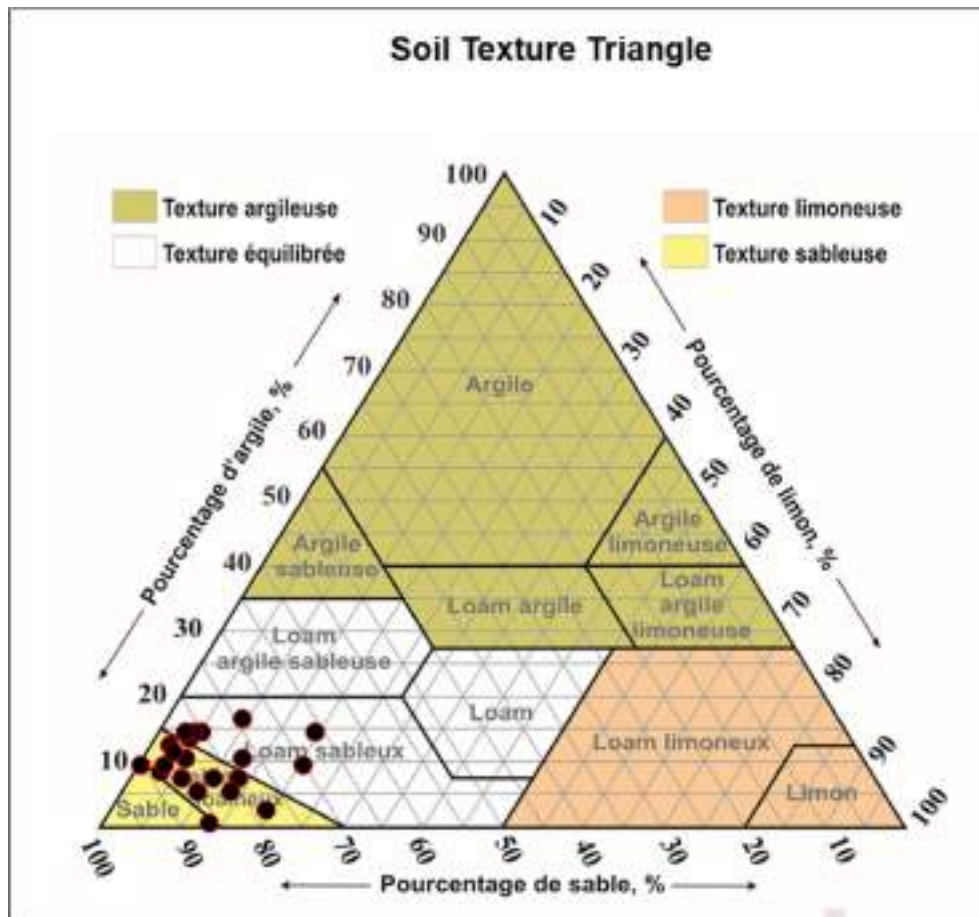
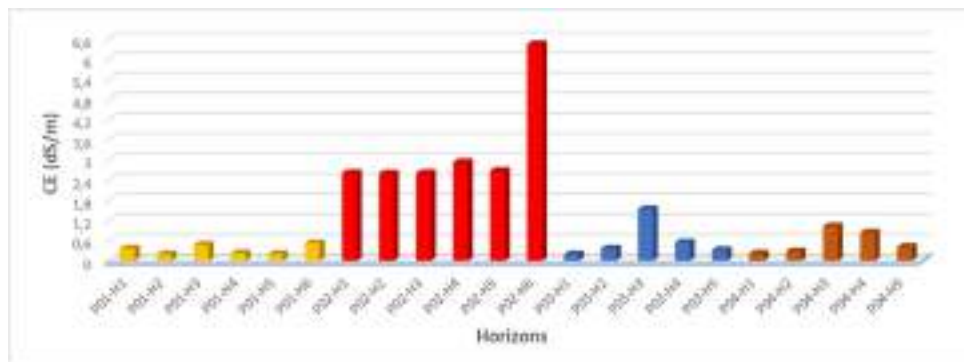


Figure IV. 1 - Classification texturale des sols étudiés dans la région



**Figure IV. 2 - Présentation de l'ensemble des résultats d'analyse granulométrique pour les sols étudiés**

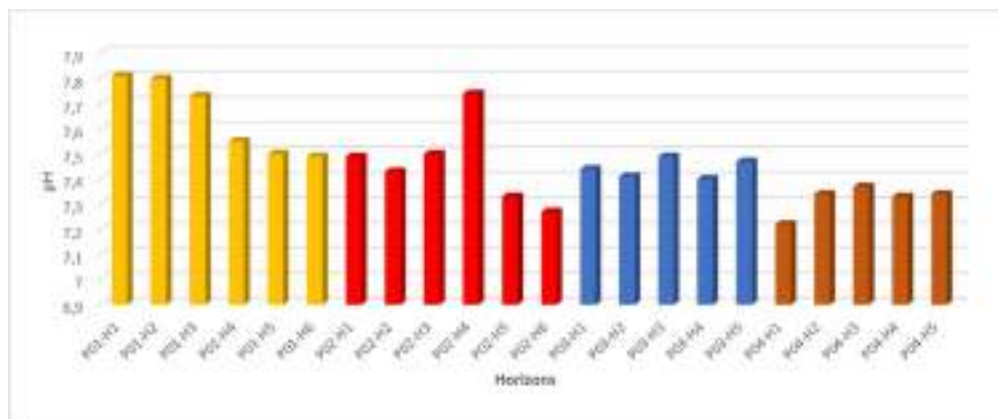
Le sol est non salé à peu salé pour les profils P01, P03 et P04. Alors que le sol est très salé à extrêmement salé pour le profil P02 (figure IV.3).



**Figure IV. 3 - Variation de la conductivité électriques pour l'ensemble des sols étudiés**

Le phénomène de la salinisation des sols est en relation avec plusieurs facteurs naturels, principalement la nature de la roche mère, et l'aridité du climat actuel, qui favorise les phénomènes d'évaporation et l'accumulation des sels en surface.

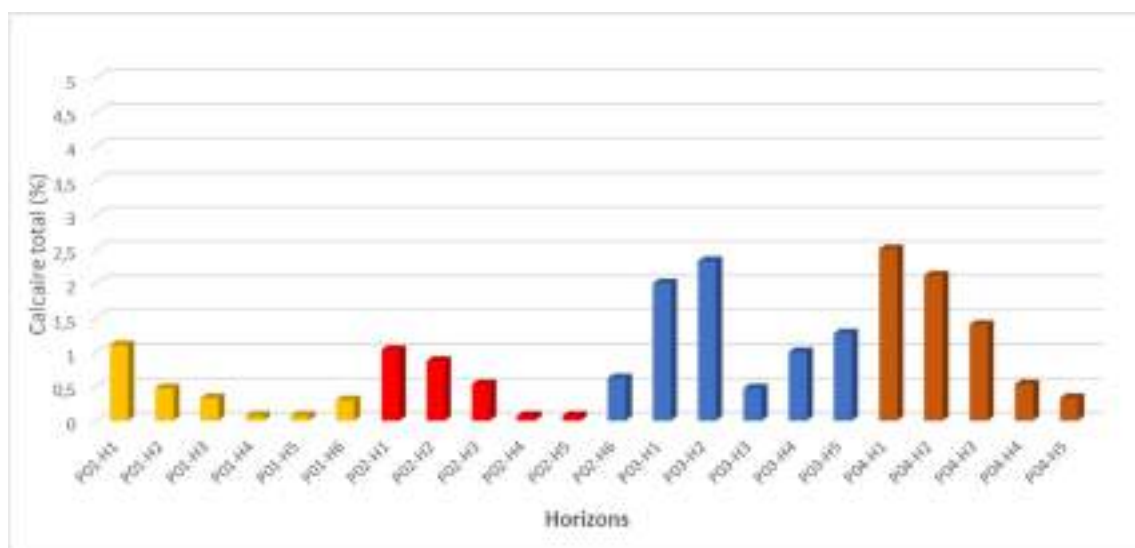
Les valeurs du pH variés entre 7,22 et 7,81, dans les sols étudiés, c'est-à-dire qu'elles variées entre neutre à légèrement alcalin (Figure IV.5).



**Figure IV. 4 - Variation du pH pour l'ensemble des sols étudiés**

Ceci peut être expliqué par la dominance du sable dans le sol ou à par la nature de la roche mère qui est généralement gypso-calcaire ou gypso-salin, ainsi que à la teneur très faible du sol en matière organique (comme source d'acidité organique qui augmente l'acidité du sol).

Le calcaire dans le sol varie entre 0.07 % et 2.5 % pour les sols étudiés. Le sol peut être considéré comme étant peu calcaire (Figure IV.5).



**Figure IV. 5 - Variation du calcaire total pour l'ensemble des sols étudiés**

Le gypse et la matière organique dans le périmètre étudié sont très faibles. Le gypse varie entre 0,2 et 1,06 %, et la matière organique varie entre 0,07 et 1,52 %.

La teneur très faible de la matière organique dans le sol peut être expliquée par l'absence totale de la végétation naturelle dans ce périmètre.

### IV.3 - Classification et utilisation des sols étudiés

Les sols des quatre profils ont été rattaché aux taxons des Regosols. Selon [IUSS Working Group WRB \(2015\)](#), les Regosols sont des sols minéraux peu développés dans des matériaux non consolidés et qui n'ont pas d'horizons mollique ou umbrique, ne sont pas très minces ou très riches en fragments grossiers (Leptosols), ne sont pas sableux (Arenosols) et n'ont pas de matériaux fluviqes (Fluvisols). Les Regosols sont fréquents dans les zones soumises à érosion et à accumulation, surtout dans les régions arides et semi-arides ainsi que dans les terrains montagneux.

Les sols étudiés ont été rattaché aussi aux *sols minéraux bruts, climatiques des déserts chauds, xériques d'ablation* selon l'ancienne classification française [CPCS \(1967\)](#). Selon le Référentiel pédologique (2008), les régosols sont des solums très minces comportant, à moins de 10 cm de profondeur, un matériau non ou très peu évolué, non différencié, n'ayant pas acquis de structure pédologique généralisée, meuble ou peu dur, c'est-à-dire cohérent, mais dont l'approfondissement avec des outils tels que bêches, pioches ou charrues est réalisable.

Les régosols sont constitués essentiellement de matériaux apparaissant à très faible profondeur et n'ayant ni structure pédologique ni activité biologique. Il y a cependant possibilité d'approfondissement et d'ameublissement avec des outils modernes (défonçage). Les principales contraintes à la mise en valeur sont le très faible réservoir en eau et le manque de volume pour l'enracinement et l'alimentation des arbres ([Baize et Girard, 2009](#)).

Selon [IUSS Working Group WRB \(2015\)](#), les Regosols des déserts n'ont quasiment pas d'importance agricole. Les Regosols sous pluviométrie de 500 à 1000 mm/an doivent être irrigués pour atteindre une production végétale satisfaisante. Leur faible capacité de rétention en eau demande des tours d'eau fréquents; l'irrigation par aspersion ou goutte à goutte résout le problème (mais est rarement rentable). Quand les pluies dépassent 750 mm/an, l'entièreté du profil est amenée à la capacité de rétention en eau tôt dans la saison des pluies; l'amélioration des techniques culturales peut dès lors se révéler un meilleur investissement que de coûteux systèmes d'irrigation.

### IV.4 - Recommandations pour la gestion et utilisation des sols étudiés

- Amendements organiques recommandés pour augmenter la matière organique et améliorer la rétention en eau (Compost, fumier décomposé).

- Ajoutez du gypse agricole ( $\text{CaSO}_4$ ) pour remplacer le calcium et réduire le sodium. (si  $\text{pH} > 8$  devient limitant selon les cultures).
- Utiliser des engrais localisés et fractionnés pour éviter les pertes dans un sol léger.
- Rotation culturale avec légumineuses pour améliorer la structure et la fertilité.
- Surveiller les cultures sensibles à la salinité (ex : haricot, carotte).
- Irrigation contrôlée pour lessiver les sels sans engendrer de remontée capillaire.

## *Conclusion*

# Conclusion

L'étude pédologique menée sur le site de Djebel Mrah, situé dans la région aride de Bordj Omar-Driss (Wilaya d'Illizi), a permis de caractériser quatre profils de sol représentatifs des formations superficielles de type reg allochtone/autochtone. Ces profils se distinguent par des textures majoritairement sableuses à sablo-limoneuses, une faible teneur en matière organique, une présence ponctuelle de gypse et une accumulation variable de sels solubles, notamment les sulfates et les chlorures.

Les profils montrent une faible évolution pédologique, typique des conditions climatiques désertiques. Le sol P01 présente une meilleure stabilité chimique, avec une salinité faible à modérée, un pH faiblement acide à neutre, et une très faible teneur en gypse et calcaire. À l'inverse, le profil P02 révèle une salinité élevée en profondeur (jusqu'à 6,43 dS/m) et une accumulation importante de sulfates et chlorures, pouvant limiter la croissance végétale. Le profil P03 présente des caractéristiques intermédiaires, avec un sol sableux riche en graviers et une forte effervescence calcaire, sans toutefois atteindre des niveaux critiques de salinité.

Sur le plan taxonomique, tous les profils sont classés comme Regosols aréniques selon la WRB-FAO (2014), et correspondent à des sols minéraux bruts xériques d'ablation selon la classification CPCPS (1967), ce qui confirme leur faible évolution et leur nature alluvionnaire et éolienne.

Les contraintes majeures identifiées incluent :

- Une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments, liée à la texture sableuse et à la faible teneur en matière organique.
- Une salinité élevée en profondeur (surtout P02), nécessitant des mesures de gestion spécifiques.
- Une faible activité biologique et une absence de couverture végétale, réduisant la stabilité structurale du sol.

Pour une valorisation agricole ou écologique durable, plusieurs recommandations sont proposées : l'apport d'amendements organiques pour enrichir le sol, une gestion attentive de l'irrigation pour éviter l'accumulation de sels, ainsi qu'une rotation culturale adaptée, intégrant des espèces tolérantes à la sécheresse et à la salinité.

En générale, cette étude confirme que les sols du Djebel Mrah, bien que jeunes et contraignants, présentent un potentiel modeste pouvant être amélioré par des pratiques agricoles et gestion raisonnées, en tenant compte des limites imposées par le climat hyperaride et la nature minérale dominante des sols.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Aubert. (1978). Méthodes d'analyses des sols. Marseilles: C.R.D.P., P:127 - 150.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. 1985. Water quality for agriculture (Vol. 29, p. 174). Rome: Food and agriculture organization of the United Nations.
- Baize, D. 1988. Guide des analyses courantes en pédologie, 172 p.
- Baize, D. (2000). Guide des analyses en pédologie, 2ème édition revue et augmentée. *INRA, Paris, 257.*
- Baize, D., & Jabiol, B. 1995. Guide pour la description des sols. INRA.PARIS.
- Baize, D., et M. C. Girard. 2009. Référentiel pédologique 2008. Editions Quae. 405p.
- Barzanji, A.F. 1973. Gypsiferous soils of Iraq.phd. Thesis.univ.Gent, 199 p.
- Bationo, A., & al. 2005. Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil Fertility in sub-Saharan Africa, academy Science publishers.
- Benyoucef, M., Zaoui, D., Adaci, M., Ferré, B., Meister, C., Piuz, A., ... & Bensalah, M. 2019. Stratigraphic and sedimentological framework of the tinrhert plateau (Cenomanian–Turonian, SE Algeria). *Cretaceous Research*, 98, 95-121.
- Brady, N., & Weil, R. 2010. Element of the nature and Properties of soil ,3rd.
- C.E.R.U.C. 1996. Plan directeur d'orientation et et d'urbanisme (Bordj Omar Driss). Constantine: Centre d'Etudes et de Resalisations in Urbanisme Constantine URBACO-SPA., 53 p.
- Cooke, R. U., Warren, A., & Goudie, A. S. 1993. Desert geomorphology. CRC Press
- Coutinet S., 1965. Méthode d'analyse utilisable pour les sols sales, calcaires et gypseaux. Paris: Agron tropicale., P:1242 - 1253.
- CPCS. (1967). Classification française des sols. Paris: Commission de Pédologie et de Cartographie des sols INRA., P:79.
- Dajoz. 1971. Précis d'écologie. Paris: Ed. Dunod., P434.
- Kachou., 2006. Contribution à l'étude de la situation de l'arboriculture fruitière dans la région du Souf. Alger, et Ouargla: Ed. Univa, et Mémoire Ing.Agro. ITAS.
- Dubost, D. 2002. Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Ed. CRSTRA, Biskra. 423p.
- FAO. 1985. Food and Agriculture Organization.
- FAO. 2014. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

- Faurie C., F. C., 1998. *Ecologie – Approche scientifique et pratique*. Paris: Ed. J-B.Bailliere., P:339.
- Foucault A., J-F. Raoult. 2010. *Dictionnaire de géologie*. Ed. Dunod 7ed. Paris. 388p.
- Harris, N. 2004. *Atlas of the World's Deserts*. Routledge.
- Hemmadi, S. 2010. Contribution à l'étude du régime alimentaire de Fennec *Fennecus zerda* (Zimmermann, 1780) dans la région d'illizi (Bordj Omar Driss). Récupéré sur Hemmadi-Samia.pdf:file:///C:/Users/Hp/Desktop/Hemmadi-Samia.pdf
- Illizi, 2022. Carte des Monographie des wilayat [interieur.gov.dz](http://interieur.gov.dz). [https://www.interieur.gov.dz/Monographie/article\\_detail.php?lien=771&wilaya=33](https://www.interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?lien=771&wilaya=33).
- Illizi. 2024. Récupéré sur : <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Illizi--Illizi--Illizi>.
- I.N.C.T, 2005. Carte d'état majeur d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), feuille du Nord, échelle :1/2000000.
- IUSS Working Group WRB. 2015. Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, Mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*,304 (5677),1623-1627.
- Le Houérou, H. N. 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 6(2), 167-182.
- Morand D.T., 2001. Soil landscape of the woodburn 1:100000 sheet. Department of land and water conservation, Sydney. pp 271-273.
- Ndozi Faustino, P. et Nobrega V., 2021. Caractérisation géochimique de la roche mère Silurienne de la région de Bordj Omar Driss, Bassin d'illizi. Master, Univ. Boumerdes. 95p.
- O.N.M. 2018. Données climatiques de la région d'illizi. Rapport de l'Office National de Météorologie, Ouargla.
- Ourahmane C. Z., 2024. Contexte hydrogéologique et hydrochimique des nappes aquifères de la région de Tin Fouyé -Tabankort "TFT" (wilaya d'illizi, Algérie). Mém Master. Univ. Oran. 82p.
- Ozenda, P. 1983, *Flore du Sahara*, 2 ed. CNRS, Paris, 624 p.
- Ramade. 2003. *Eléments d'écologie-écologie fondamentale*. Paris: Ed. Dunod., P:690.
- Remini, B. 2005. L'évaporation des lacs de barrages dans les régions arides et semi arides: exemples algériens. *LARHYSS Journal* P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782.

SONATRACH, ET SCHLUMBERGER (2007) - Well Evaluation Conference Algérie. 2007.

Éd. Schlumberger.

Soil Survey Staff. 2011. Soil Survey Laboratory Information Manual. Soil Survey Investigations Report No. 45, Version 2.0. R. Burt (ed.). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Yahi m. et Djaafour N., 2022. Le secteur agricole et son développement dans le sud algérien comme clé de la sécurité alimentaire (division pomme de terre dans la région de Wadi Souf comme modèle. Revue Algérienne du Droit des Affaires. 3(2), 104-126.

***Références électroniques.***

<https://odas.madr.gov.dz> : Fiche descriptive de périmètre de mise en valeur du 3e portefeuille foncier confié à. (s.d.).

<https://odas.madr.gov.dz/wp-content/uploads/2023/05/Illizi-ROUDE-NOSS-01.pdf>

<https://odas.madr.gov.dz/wp-content/uploads/2023/05/Illizi-ROUDE-NOSS-01.pdf>

<https://fr.tutiempo.net>

## *Annexes*

## Annexes

**Tableau 1 - Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait1/5 (Aubert, 1978)**

CE (dS/m) à 25°C	Degré de salinité
≤ 0,6	Sol non salé
0,6<CE<1,2	Sol peu salé
1,2<CE<2,4	Sol salé
2,4<CE<6	Sol très salé
CE≥6	Sol extrêmement salé

**Tableau 2 - Echelle de calcaire totale (Baize,2000).**

CaCO3	Horizon
≤1	Horizon non calcaire
1<CaCO3<5	Horizon peu calcaire
5<CaCO3<25	Horizon modérément calcaire
25<CaCO3<50	Horizon fortement calcaire
50<CaCO3<80	Horizon très calcaire
≥ 80	Horizon excessivement calcaire

**Tableau 3 Echelle d'interprétation de pH extrait1/5 (Soil survey Staff 2011):**

Valeur du pH	Classe
<4,5	Extrêmement acide
4,5-5,0	Très fortement acide
5,1-5,5	Fortement acide
5,6-6,0	Moyennement acide
6,1-6,5	Légèrement acide
6,6-7,3	Neutre
7,4-7,8	Légèrement alcalin
7,9-8,4	Moyennement alcalin
8,5-9,0	Fortement alcalin
>9,0	Très fortement alcalin

**Tableau 4 Echelle de MO % (Morand,2001)**

MO%	Nom de classe
0.5 à 1%	Très faible en MO
1 à 2 %	Faible en MO
2 à 3 %	Moyenne (ou modérée) en MO
3 à 5 %	Elevée en MO
> à 5 %	Très élevée en MO

**Tableau 5 Classe des gypseux (Barzanji,1973)**

Gypse (%)	Nom de classe du sol
< 0.3	Non gypseux
0.3 à10	Légèrement gypseux
10 à 15	Modérément gypseux
15 à 25	Extrêmement gypseux

## Résumé

L'étude pédologique a été réalisée dans le périmètre agricole de Djebel Mrah (Bordj Omar-Driss, Illizi) caractérisé par un climat désertique hyper aride. Quatre profils de sols ont été creusés pour étudier leurs morphologies et leurs propriétés analytiques. Les résultats ont montré que les sols ont une texture sableuse allant de sable-loameux et loam-sableux et sable, avec une faible teneur en matière organique (<1,5%), et des taux de salinité variables (0,2-6,43 dS/m). Le pH est neutre à légèrement alcalin. Ces sols ont été classés comme des Aeolic Yermic Regosols selon WRB-FAO (2014) et des sols minéraux bruts selon CPCS (1967). Ces sols présentent un potentiel modeste pouvant être amélioré par des pratiques agricoles et gestion raisonnées, en tenant compte des limites imposées par le climat hyperaride.

**Mots clés :** Bordj Omar-Driss, Classification, Caractérisation, Djebel Mrah, Illizi, gestion des sols, Sahara septentrional.

## Abstract

The soil study was conducted in the agricultural area of Djebel Mrah (Bordj Omar-Driss, Illizi), characterized by a hyper-arid desert climate. Four soil profiles were excavated to study their morphologies and analytical properties. The results showed that the soils have a sandy texture ranging from sandy-loamy and sandy-loamy to sandy, with low organic matter content (<1.5%), and variable salinity levels (0.2-6.43 dS/m). The pH is neutral to slightly alkaline. These soils were classified as Aeolic Yermic Regosols according to WRB-FAO (2014) and Raw Mineral Soils according to CPCS (1967). These soils have modest potential that can be improved through sustainable agricultural practices and management, taking into account the limitations imposed by the hyper-arid climate.

**Keywords:** Bordj Omar-Driss, Characterization, classification, Djebel Mrah, Illizi, Northern Sahara, Soil management.

## ملخص

أجريت دراسة التربة في المنطقة الزراعية بجبل مراح (برج عمر إدريس، إيليزي)، والتي تتميز بمناخ صحراوي شديد الجفاف. تم حفر أربعة قطاعات للتربة لدراسة خصائصها المورفولوجية التحليلية. أظهرت النتائج أن التربة لها قوام رملي يتراوح من رملي معتدل و معتدل ورملي إلى رملي، مع محتوى منخفض من المادة العضوية (>1.5٪)، ومستويات ملحوظة متفاوتة (0.2-6.43 ديسي سيمنز / م). الرقم الهيدروجيني محايد إلى قلوي قليلاً. تم تصنيف هذه التربة على أنها ريجوسولات يرمية أيولية وفقاً لـ WRB-FAO (2014) وتربة معدنية خام وفقاً لـ CPCS (1967). تتمتع هذه التربة بإمكانيات متواضعة يمكن تحسينها من خلال الممارسات الزراعية المستدامة، مع مراعاة القيود التي يفرضها المناخ شديد الجفاف.

الكلمات المفتاحية: برج عمر إدريس، جبل مراح، التصنيف، إيليزي، إدارة التربة. التوصيف، الصحراء الشمالية.