



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور الجلفة
Université Ziane Achour –Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم البيولوجية
Département des sciences biologiques

Projet de fin d'étude

En Vue de L'obtention du Diplôme de Master en Biologie
Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement (EVE)

Thème

**Etude de l'impact des engrais chimiques sur la
qualité des sols dans la région de Djelfa**

Présenté par :

BENALIA Salem
BELKESSA Islam

Devant le jury composé de :

Dr : ADLI Benziane	MCA	Président	Université de Djelfa
Mr : AZZOUZ Mohamed	MAA	Promoteur	Université de Djelfa
Mr : AMRAOUI Abdellaoui	MAA	Examineur	Université de Djelfa

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Au terme de ce modeste travail,

Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu le tout puissant, de m'avoir accordé le courage, la patience, la volonté à mon travail.

Mes remerciements à mon encadreur docteur Azzouz mohamed pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de m'encadre.

Je remercie également tous les enseignants de département des sciences biologiques.

Je tien à remercie aussi à témoigner tout ma reconnaissance aux personnes qui m'ont l'aboutissement de ce projet

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma chère mère

A mon chère père

A mes frères

A mes sœurs pour ses soutiens moraux et leurs précieux conseils

tout au long de mes études

A ma chère lakhdar djedilat pour son aide et son soutien dans

mon travail

Ben alia salem

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma chère mère

A mon chère père

A mes frères

A mes sœurs pour ses soutiens moraux et leurs précieux conseils

tout au long de mes études

A ma chère lakhdar djedilat pour son aide et son soutien dans

mon travail

BELKESSA Islam

Sommaire

Introduction.....	1
Liste des tableaux.....	1
Liste des cartes.....	1
Chapitre 1 Aperçu générale sur les sols.....	4
I- Structure du sol.....	5
I.1. Principaux constituants des sols	6
I.2. Fraction minérale.....	6
I.3. Fraction organique.....	7
II. Propriétés physiques.....	7
II.1. La texture.....	7
II.2. La structure.....	8
II.3 La porosité.....	9
II.4. La perméabilité.....	10
II.5. La teneur en matière organique.....	10
III- Cas des sols dans les zones arides et semi-arides en Algérie.....	11
III-1 Les sols de la wilaya de Djelfa.....	11
A- Les sols squelettiques.....	12
B- Les sols à accumulation calcaires et gypseuses.....	12
C- Les sols sales.....	13
D- Les sols à vocation agricole.....	13
IV- La dégradation des sols.....	14
IV.1 Définition.....	14
IV.2 - Effets visibles de l'érosion.....	15
IV.3 - Processus et facteurs de dégradation des sols.....	16
V- Erosion des sols.....	17
V-1 L'érosion éolienne.....	17
V.1.1. Eude du phénomène.....	17
IV. 1.2 Processus de l'érosion Eolienne	17
a. Action du vent	17
IV-2 – Erosion hydrique.....	18

IV.2.1 - Origine et mécanisme	18
IV.2.2 -Impact de gouttes de pluies sur le sol.....	18
IV.2.3 – Ruissellement.....	19
IV.2.5 Effet sur la production agricole	19
Chapitre 2.....	21
I. Différents engrais et fertilisants utilisées pour l’agriculture.....	21
I-1 Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol.....	21
I-2 Effet des engrais sur les végétaux.....	22
I-3 Principe du fertilisant.....	22
I.4 Matière organique du sol.....	23
1. Le terme « matières organiques du sol.....	23
2. Quelques types de matières organiques incorporées au sol.....	23
a. Le fumier.....	23
b. Le lisier.....	24
c. la litière.....	24
d. Les engrais verts.....	25
e. L’humus.....	25
f. Compost.....	25
3- Le rôle de la matière organique dans la fertilisation des sols (MO).....	26
Chapitre 3.....	28
I. Superficie, délimitation et relief de la wilaya de Djelfa.....	29
I.1. Le climat	29
I.2 Particularités et choix des zones d’étude.....	30
II.2.1 Délimitation de la zones 1 « Tâadmit ».....	30
II.2 Délimitation de la zone 2 « Ain ouserra ».....	31
III. Caractérisation du climat des zones d’étude « stations de référence ».....	32
III.1 Climat de la zone 1 « Tâadmit »	32

III.2.1 Précipitations	
a-Pluviométrie mensuelle et annuelle :	33
III.1.3 Températures	34
a-Températures moyennes	35
b-Températures moyennes extrêmes :	36
c-Amplitude annuelle moyenne	37
III.1.4. ETP (Évapotranspiration)	37
III.1.4 Synthèse climatique	38
III.1.4-1 Diagramme Ombro-thermique de GAUSSEN	38
III.1.4-2 Diagramme pluviométrique d’Emberger :	39
II. Climat de la zone 2 « Ain oussera »	40
II.1 Station de référence	40
II.2 Pluviométrie	40
II.3. Températures :	42
II.3. Evapotranspiration potentielle (E.T.P.)	43
III.3. Synthèse climatique	44
III.3.1. Climogramme d’Emberger	44
II.4.2 Diagramme ombrothermique de Gaussen	44
IV. Zones d’étude	45
IV.1. Zone 1- Tâadmit	45
IV.2. Méthodologie et échantillonnage	45
IV.3. Zone 2 « Ain oussera »	48
IV.4. Méthodologie	48
IV.4.1. : Analyse granulométrique	48
IV.4.2. Principe de la méthode	48
IV.4.3. Réactifs	49
IV.4.5. Analyse du pH	49
a- Mesure du pH : (par pH mètre)	49
b- Mode opératoire	50

V. Analyses chimiques	50
V.1 : Dosage du calcaire total	50
a- Principe	50
b-Appareillage	50
V. 2 Dosage du calcaire actif	51
a- Réactif	51
V.3 : Mesure de la conductivité	51
a- Principe	51
b-Mode opératoire pour l'extrait à saturation :	52
Chapitre 4	53
I. Zone 1 « Tâadmit »	54
I.1. Caractérisation des sols	54
a-Analyses physiques (granulométrie, texture et structure)	54
b-Texture	54
c-Structure	56
I.2. Analyses chimiques	56
a-La conductivité électrique	56
b-La fertilité chimique	56
c-Solution du sol	57
d-Calcaire total	57
e-Calcaire actif	57
I.3. Synthèse de la prospection pédologique	57
II-Dans la zone 2 « d'Ain oussera »	59
II.1 Résultats analytiques de la granulométrie	59
a-Texture	61
b-Structure	61
II.2 Analyses chimiques des échantillons de sol	61
a-La conductivité électrique	61
b-Solution du sol	61
c- Calcaire total	61

b-Calcaire actif.....	62
d-Capacité d'échange cationique.....	62
II.3. Synthèse de la prospection pédologique.....	62
a- L'importance de la potasse.....	65
b- Le rôle de la matière organique (MO).....	65
c- Dynamique du phosphore.....	66
B-Analyse de sols.....	68
a-Valeurs fertilisantes.....	68
b-Macro-éléments.....	68
c-Oligo-éléments.....	68
4. La dynamique de l'azote.....	69
a-Humus stable.....	69
b-Biomasse.....	69
c-Résidus de culture.....	69
b-Compartiment minéral.....	70
C. Aptitude culturale de la zone de Tâadmit.....	70

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Les classes granulométriques du sol

Tableau .02 Effet des engrais sur les végétaux

Tableau 03. Les coordonnées géographiques de la station sont mentionnées ci-après :

Tableau 04 : Répartition mensuelle des pluies

Tableau 05 : Répartition des températures minimales (m), maximales (M) et

Moyennes par mois

Tableau 06 : Calcul de l'évapotranspiration

Tableau 07 : Evolution des précipitations mensuelles en année moyenne

Tableau 08 : Typologie du climat de la station de Ksar-Chellala

Tableau 09 : Températures moyennes

Tableau 10 : Evolution de l'ETP - Penmann (mm) pendant l'année moyenne

Tableau 11 : Synthèse bioclimatique selon le climagramme d'Emberger

Tableau 12 : Résultats de la granulométrie du Sol de la zone 1 « Tâadmit »

Tableau 13. Résultats des moyennes des analyses chimiques et matière organique des échantillons de sols analysés de la zone 1 « Tâadmit »

Tableau 14 : Résultats des analyses de la granulométrie des sols de la zone 2 Ain oussera

Tableau 15. Analyses chimiques des échantillons de sol zone 2 d'Ain oussera

Tableau 16 : Quantités des engrais minéraux composés période 2016-2021 dans la wilaya de Djelfa

Tableau 17. Utilisation de la potasse dans la wilaya de Djelfa durant 06 années

Tableau 18. Utilisation du Phosphore dans la Wilaya de Djelfa par le secteur de l'agriculture

Tableau 19. Utilisation des Engrais Minéraux Simples Azotés (N) (QX) dans la wilaya de Djelfa

Période 2016-2021

Liste des Figures

Figure 1. Carte de la zone d'étude N°1 Tâadmit

Figure 2. Carte de la zone d'étude Ain oussera

Figure 3. Histogramme de variation mensuelle de précipitation

Figure 4. Variation mensuelle des températures minimales, maximales et moyennes

Figure 5. Diagramme Ombro-thermique de la région de Djelfa

Figure 6. Localisation de la région d'étude dans le climagramme d'EMBERGER

Figure 7. Répartition des précipitations moyennes mensuelles station : Ksar-chellala 90-2016

Figure 8. Répartition saisonnière des précipitations (en %) station : Ksar-chellala 1990-2016

Figure 9. Evolution mensuelle de la valeur moyenne en (mm) de l'évapotranspiration potentielle Station de Ksar-chellala 1990-2016

Figure 10. Diagramme ombrothermique de Gausson station Kssar-chellala 1990/2016

Figure 11. Photos de la technique de prélèvement des échantillons de sols pour analyses

Figure 12. Photo de la zone agricole lieu du prélèvement des échantillon

Figure13. Photo de la technique d'échantillonnage et de prélèvement du sol

Figure 14. Granulométrie de la zone 1 de « Tâadmit »

Figure 15. Granulométrie de la zone 2 « d'Ain oussera »

Figure 16. Evolution des utilisations des engrais minérales composés dans la wilaya de Djelfa période 2016-2021

Figure 18 : Taux d'engrais potassiques (K) (QX) utilisés dans l'agriculture pour la wilaya de Djelfa, période 2016-2021

Figure 19 : Taux d'engrais minérales simples phosphatés (P) utilisés dans l'agriculture pour la wilaya de Djelfa, période 2016-2021

Figure 20. Evolutions des utilisations des engrais simples azotés (N) (QX)

Figure 21. Carte d'occupation du sol dans la région de Tâadmit

Figure 22. Carte d'occupation du sol dans la région d'Ain oussera

Introduction générale

Introduction générale

L'occupation du sol est une image reflétant en même temps l'utilisation du sol (urbanisme, agriculture, activités industrielles, transport, sylviculture, tourisme, protection de la nature...) et les écosystèmes (des biomes aux habitats des espèces). Elle a en conséquence un rôle particulier dans l'analyse économique-environnementale ; devenue plus important grâce aux outils et ensembles de données SIG qui permettent de produire des statistiques à différentes échelles. IOUALALEN Genima 2012

Le sol est un milieu minéral et vivant, c'est un milieu organisé, caractérisé par des niveaux d'organisation d'âge plurimillénaires, issus de la pédogenèse, auxquels se surimposent des niveaux d'organisation qui sont liés à l'usage du sol et qui varient à l'échelle de l'année. Les caractéristiques physico-chimiques du sol sont aussi aisément affectées, et parfois même de façon irréversible, par les pratiques agricoles. Le sol est par conséquent une ressource non renouvelable et fragile qu'il faudra encore mieux connaître pour mieux maîtriser l'utilisation que nous en faisons (STENGEL *et al.*, 2009).

L'apport de produits organiques dans le sol est une pratique de la très ancienne agriculture. Cette matière est une ressource principale, permettant à l'agriculteur d'améliorer la fertilité du sol pour produire de la biomasse végétale. La découverte des engrais de synthèse va réduire le recours à cette matière organique, au point qu'elle soit dans certains cas jugée aujourd'hui d'excédentaire. Pourtant, l'effet des matières organiques apportées ne se résume pas à une quantité d'éléments minéraux disponibles pour les plantes. Leur spectre d'action des propriétés physiques aux propriétés chimiques et biologiques du sol est large et complexe, ce qui explique pourquoi de nombreux travaux scientifiques s'y intéressent jusqu'à aujourd'hui (ABIVEN, 2004).

Le compost, par son effet général sur les caractéristiques physiques et chimiques des sols, crée des conditions favorables pour la croissance des plantes (PETTIT, 2002).

En Algérie, les précipitations annuelles sont aléatoires avec des sécheresses imprévisibles et sévères. Elles viennent aggraver la situation de l'agriculture qui connaît un déficit fourrager énorme où les animaux sont soumis à des périodes de disettes fréquentes (ABDELGUERFI. A, 1994). Ainsi, c'est l'alimentation qui constitue l'une des contraintes majeures à l'essor de l'élevage en Algérie. En 2001, le taux de couverture des besoins du cheptel algérien est estimé à moins de 80%. Ce déficit fourrager est de l'ordre de 32% en zone steppique (GREDAAL, 2003). *In SAOUDI. S, 2018*

Les terres consacrées à la production fourragère couvrent 33 millions d'hectares. Les cultures fourragères occupent seulement 1,6% de cette superficie alors que la jachère représente 10,6%, les pacages et parcours 87,7% et les prairies naturelles 0,1% (NEDJRAOUI, 2003).

L'objectif de notre travail est de monter la nature des sols soumis à l'agriculture dans les deux régions de la wilaya de Djelfa, en particulier Tâadmit et Ain oussera, afin de donner des mesures pour corriger le déficit en matière nutritives de sol et de proposer des compensations fertilisantes.

CHAPITRE I

Aperçu générale sur les sols

I- Structure du sol

« Il en résulte une définition évolutive naturaliste de l'entité sol : Le sol est une entité naturelle, c'est-à-dire dont l'existence initiale ne dépend pas de l'homme (BAISE et GIRARD, 1995), superficielle et souvent meuble résultant de la transformation, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (biosphère), d'un matériau minéral (géosphère) issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques et biologiques (GIRARD et al., 2004). (In Saaoudi. S, 2018) »

Le sol est l'interface d'échange dynamique à la surface du globe entre l'atmosphère, la biosphère, l'hydrosphère et la géosphère. Il présente la particularité de lier intimement l'organique et le minéral, ce qui lui confère des propriétés émergentes, dépassant la simple addition des propriétés géologiques et biologiques (GOBAT et al., 2010).

Le Solum est l'échelle d'organisation des horizons du sol, l'unité morphologique qui définit le sol dans son ensemble, de la roche mère sous-jacent à la surface. C'est l'unité morphologique à partir de laquelle il est possible de décrire l'ensemble des caractéristiques pédogénétiques du sol, et donc le type de sol. Il est généralement décrit sur le terrain après l'ouverture de fosses ou de profils qui permettent d'avoir une vision complète du sol à l'échelle métrique dans les trois directions de l'espace, environ un mètre de largeur et jusqu'à deux mètres de profondeur (HUBERT, 2006).

« L'agrégation est le processus essentiel qui structure le sol, déterminant sa porosité, tant au niveau de la taille des pores que de leur géométrie (connectivité et tortuosité). La première échelle d'agrégation dans le sol est celle des micro-agrégats de quelques dizaines de microns. Les complexes argilo-humiques constituent la structure de base des micro-agrégats qui donne la géométrie de l'espace poral allant du nm au μm (microporosité des sols). » Saoudi.S 2018

La cohésion de ces micro-agrégats est en général assurée par des oxydes-hydroxydes métalliques et des macromolécules organiques. Des particules de la taille des limons et des micro-colonies bactériennes (soudées par des polysaccharides) peuvent aussi être des éléments constitutifs des micro-agrégats. Ces micro-agrégats s'agglomèrent et forment des entités de taille macroscopique, les macro-agrégats ou agrégats structuraux. Ils résultent de l'action conjuguée des cycles d'humectation-dessiccation, de l'activité des racines et de la faune du sol (rôle essentiel des hyphes mycéliens et des vers de terre). En plus des micro-agrégats, les agrégats peuvent être composés de grains de la taille des sables, de débris de racines ou de feuilles, et d'hyphes mycéliens. Ce niveau d'organisation en macro-agrégats détermine le méso et la macroporosité du sol (HUBERT, 2006).

I.1. Principaux constituants des sols

Au sens de la pédologie (DUCHAUFU, 2001), le sol forme d'une fraction minérale et d'une fraction organique (humus), se définit comme une pellicule d'altération recouvrant une roche. Il représente la couche superficielle de la croûte terrestre (lithosphère), obtenue par transformation de la roche mère, au moyen de mécanismes physiques et chimiques, et par enrichissement de matières organiques issues d'êtres vivants végétaux, animaux et microbiens.

I.2. Fraction minérale

La fraction minérale du sol représente l'ensemble des produits de la dégradation physique et chimique de la roche mère. On distingue les minéraux primaires, qui sont hérités de la roche mère, et les minéraux secondaires qui résultent de l'altération des minéraux primaires (LESAIGAU, 2010).

Les minéraux primaires sont les minéraux silicates qui sont plus ou moins altérables. On trouve, le quartz (silice cristalline) qui est souvent considéré comme inaltérable, et qui est l'élément le plus abondant dans la plupart des roches et des sols ; les silicates, composés d'un assemblage

de tétraèdres (silice) et d'octaèdres (alumine), qui peuvent être peu ou très altérables suivant leur structure ; et enfin, éventuellement des minéraux des roches sédimentaires qui jouent un rôle important dans la fertilité du sol (LESAIGAUX, 2010). In Saoudi.S 2018

D'après Saoudi.s 2018 « Parmi les minéraux secondaires, on trouve les argiles qui sont des silicates d'aluminium plus ou moins hydrates, présentant une structure feuilletée ou fibreuse expliquant réciproquement leurs plasticités et leurs qualités d'absorption. On trouve également les oxyhydroxydes de fer, d'aluminium, de manganèse et de silice, qui restent libres et s'intègrent peu aux feuillets des argiles en assurant les liaisons entre argiles et humus (LESAIGAUX, 2010). »

I.3. Fraction organique

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

II. Propriétés physiques

II.1. La texture

Selon le même auteur Saoudi.S, 2018 : « La texture, dérivant de la détermination de la composition granulométrique, correspond à la répartition des minéraux par catégories de grosseurs (diamètre, les particules étant supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux. La granulométrie fournit donc des renseignements précieux sur la pédogenèse. En effet, son intérêt pratique, concernant l'ensemble des propriétés physique

et chimique du sol (rapport du sol et de l'eau aération, complexe absorbant...) est en liaison étroite avec la texture (DUCHAUFOR, 2001).

L'analyse granulométrique du sol (on dit aussi analyse mécanique) consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur (tableau I) et à déterminer le pourcentage de chaque fraction (SOLTNER, 1988).

La texture conditionne directement la structure du sol, et donc la porosité et le régime hydrique. En particulier, la proportion d'argile influence la formation du complexe argilo-humique, la capacité d'échange la fertilité et la profondeur d'enracinement. La texture est une propriété stable, ne variant qu'en fonction de l'évolution à long terme du sol, pour laquelle elle est une bonne indicatrice (GOBAT et al., 2010).

Tableau 01 : Les classes granulométriques du sol

Classes	Terre fine				Terre grossière		
	Fraction Limoneuse		Fraction sableuse		Fraction argileuse	Graviers	Cailloux
	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier			
Diamètre des particules	<2µm à 20µm	20µm à 50µm	50µm à 200µm	200µm à 2mm	Particules de moins de 2µm	2mm à 20mm	>20 mm

Source (Baise, 2000)

II.2. La structure

A partir de la synthèse bibliographique de Saoudi.S, 2018 « La structure du sol est une caractéristique fondamentale, en raison de son importance pour l'ensemble du fonctionnement physique du sol (circulation de l'eau, de l'air, évolution de la température...), dont dépendent les conditions de la biocénose. La structure des sols cultivés se définit comme l'ensemble des

caractères liés à la disposition spatiale des particules qui constituent le sol ainsi qu'à la nature et à l'intensité des liaisons qui existent entre elles (STENGEL et al., 2009). »

« La forme structurale du sol décrit l'arrangement hétérogène des solides et des vides existant dans le sol en un temps donné. La porosité totale, la distribution des tailles de pores, la continuité du système poreux, l'arrangement des particules solides entre elles, l'organisation des zones de fractures sont des exemples de caractéristiques de forme structurale. En effet, cette caractéristique physique du sol joue un rôle majeur dans le cycle de l'eau et des éléments qui y sont dissous. L'état de surface détermine le risque de ruissellement, la structure des horizons sous-jacents conditionne les transferts vers les racines ou en profondeur. La structure du sol joue également sur la vitesse et l'intensité des échanges. (ABIVEN, 2004). » in Saoud. S, 2018

En toute fidélité et d'après Saous.S, 2018 « De nombreuses communautés d'êtres vivants dans le sol voient leur activité très largement influencée par les conditions physiques qui dépendent elles-mêmes fortement de l'état structural du sol (température, teneur en eau, oxygénation). A travers les composantes physiques, chimiques et biologiques de l'état des sols cultivés sont ainsi intimement liées (STENGEL et al., 2009). »

II.3 La porosité

« Selon le degré d'humectation, les vides du sol sont occupés en majeure partie soit par l'eau, soit par l'air. Leur ensemble représente la porosité (tableau II), une propriété du sol qui reflète le volume des vides du sol, exprime en pourcentage du volume total. La porosité donne une bonne idée de l'état structural avec, avantage certain, la possibilité de mesures comparatives. Selon la taille des pores, elle se subdivise en (GOBAT et al., 2010) :

Macroposité : les vides $>50\mu\text{m}$, pouvant être remplis par l'eau de gravité rapidement drainée et souvent colonisés par les racines moyennes.

Mésoporosité ou capillaire, constituée des vides de 0,2 à 50 μ m retenant l'eau utilisable par les plantes.

Microporosité, dont les vides inférieurs à 0,2 μ m retiennent l'eau inutilisable.

La porosité du sol joue un rôle important dans les échanges hydriques et gazeux, ainsi que dans le développement racinaire. Généralement, la compaction affecte la qualité physique du sol, elle réduit la porosité, ce qui entraîne une mauvaise aération du sol, un mauvais drainage et augmente la résistance à la pénétration des racines, par conséquent réduit la croissance et le rendement de la récolte (LAHLOU et al., 2005). » in Saoudi.S, 2018

II.4. La perméabilité

D'après le travail de synthèse de Saoudi.S, 2018, « La perméabilité d'un sol est définie par la vitesse d'infiltration de l'eau de gravité (DUCHAUFOR, 1984). L'infiltration est le nom donné au processus d'entrée de l'eau dans le sol à travers la surface du sol et verticalement vers le bas. Ce processus est d'une grande importance dans la pratique car son régime détermine souvent le ruissellement qui se forme à la surface du sol pendant les orages (HILLEL, 1984). »

II.5. La teneur en matière organique

Selon le même auteur Saoudi.S, 2018 « Les matières organiques libres, disposées à la surface du sol, limitent l'évaporation de l'eau en formant un film. Les matières organiques humifiées sont très hydrophiles : elles augmentent la rétention de l'eau et souvent l'humidité utile du sol (VILIAN, 1989). Les sols organiques permettent de retenir plus d'eau quoique la quantité de matière organique normalement présente dans les sols minéraux soit trop petite pour avoir beaucoup d'influence (HILLEL, 1984). »

« La matière organique contribue à la rétention en eau des sols directement via sa propre capacité à adsorber l'eau et indirectement via son rôle dans le développement et le maintien de la structure du sol. Cependant, l'importance de la matière organique du sol pour la rétention en

eau décroît à fur à mesure que le sol continu en argile augment (BALDOCK et NELSON, 1999). »

En effet les études anciennes sont basées sur la classification des sols de l'Afrique du nord de Del Villar. Ces derniers sont fondés sur la définition d'un certain nombre de « types », selon la méthode classique. Mais adaptée aux sols méditerranéens, au lieu de se fonder sur la structure ou le degré de lessivage, elle est fondée sur la distinction du métabolisme en Afrique du Nord : types sodiques (sols salins ou alcalins), types calcaires (les plus répandus) et types ferriallitiques (correspondant aux pédalfers de la classification de Robinson) (Benchetrit.M, 1956).

L'étude des sols d'Algérie se réduit alors au simple exposé des caractéristiques des différents sols formés à partir des différentes formations de roches-mères, depuis les sols des terrains schisteux et éruptifs des massifs anciens et volcaniques jusqu'aux sols alluvionnaires, dunaires ou marécageux en passant par sols du Trias, du Lias, du Jurassique, du Crétacé, etc (Benchetrit.M, 1956).

Sur le plan géographique, seuls les sols des formations quaternaires constituent une véritable étude des sols, distinguant les sols alluvionnaires (du Tell et des hautes plaines, de l'Atlas présaharien et des sebkhas et des chotts), les sols de bassins fermés (dépôts des dayas, sols des dunes et des plages quaternaires (dunes littorales et dépôts de plage, dune continentale et sable des plateaux) et enfin les sols d'éboulis et dépôts de pente. (Benchetrit.M, 1956).

III- Cas des sols dans les zones arides et semi-arides en Algérie

III-1 Les sols de la wilaya de Djelfa

En absence d'une étude pédologique complète des sols de la Wilaya qui permet de cerner avec une précision suffisante les ressources en sol, l'analyse sera basée sur la consultation des documents disponibles et sur notre connaissance du terrain. Cependant, une étude pédologique

demeure indispensable, notamment pour les zones potentielles à mettre en valeur. D'une manière générale nous distinguons quatre catégories de sols : (Monographie de la wilaya de Djelfa 2021).

A- Les sols squelettiques

Ce sont des sols peu évolués de très faible profondeur et sont soumis à une érosion continue. Ils sont formés soit sur des roches dures (grès et calcaires) soit sur des roches tendres (sables). Les premiers sont rencontrés sur les reliefs montagneux et sur une grande partie des sols du plateau saharien. Les seconds sont représentés par les dunes de sable du cordon d'El Mesrane.

B- Les sols à accumulation calcaires et gypseuses

Ces sols riches en calcaire et en gypse, sous leurs différentes formes (croûte, encroûtement, diffus, etc ...), s'étendent sur une très grande superficie au Nord de la Wilaya et constituent l'essentiel de la couverture pédologique des communes de Ain Ousséra, Hassi Bahbah et Had sahy

La présence de la croûte calcaire peu profonde, affleurant parfois à la surface du sol réduit la profondeur utile de ce dernier. Les autres propriétés physico-chimiques de ces sols sont peu favorables (Ph basique, taux de calcaire élevé, insolubilité des éléments nutritifs, etc...). Souvent, pour accroître la profondeur de tels sols on procède à l'éclatement de la croûte. Cette opération peu recommandée s'accompagne avec la pulvérisation du calcaire ce qui accroît le taux de ce dernier dans le sol.

La plupart des sols de cette catégorie sont peu aptes à la mise en culture, à l'exception des sols où la croûte est suffisamment profonde et le taux en calcaire est modéré. Cependant ces sols sont plus aptes au développement de la végétation steppique.

C- Les sols sales

Ce type de sols est suffisamment profond et souvent sans contraintes physiques, par contre, leurs propriétés chimiques sont très défavorables en raison de la présence des sels solubles. Les sols salés se localisent au niveau de la région des Zahrez et également observés dans la zone d'El Idrissia. Suivant leur teneur en sels, ces sols peuvent être différenciés en deux catégories :
Les sols excessivement salés : Ils occupent le centre des dépressions des Zahrez et sont dépourvus de toute végétation, ces zones sont exploitées dans la collecte du sel de table.

Les sols modérément salés : Ils sont situés à la périphérie des Sebkhass et portant une végétation steppique spécifique utilisée comme pâturage.

D'une manière générale, une partie des sols salés (les moins riches en sels) peuvent faire l'objet d'une mise en culture. Cependant cette opération est coûteuse, difficile et ne peut être menée qu'à travers la mise en place de conditions techniques et l'acquisition d'un savoir-faire.

D- Les sols à vocation agricole

Ce sont des sols suffisamment profonds, sans contraintes physico-chimiques sévères et peu sensibles à l'érosion. Selon leurs situations, nous distinguons les sols :

Des plaines de l'atlas saharien : De par leur situation favorable de point de vue climatique, les sols de ces plaines sont bien développés, profonds, fertiles et sans contrainte topographique. Il s'agit des sols des plaines de Maalba, El Merdja, Tisselouine, El Gaa, etc....

Des vallées : L'espace de la wilaya est favorisé par le passage de deux importantes vallées dotées de potentialités hydro-agricoles. Il s'agit des vallées d'Oued Touil au Nord-Ouest et d'Oued Djedi au Sud (Monographie de la wilaya de Djelfa 2021).

D'épandage de crue : ils sont situés essentiellement sur le piémont Nord de l'atlas saharien. Ces sols bénéficient, par le biais des Oueds, d'une quantité en eau superficielle relativement

importante reçue en amont. Il s'agit essentiellement des zones de K'irech (commune de Zaafrane), de Sed Oum Drouaa (commune de Sidi Baizid) et Ced (commune de Ain Maabed).

Des Dayas et des lits des Oueds : Les Dayas sont éparpillées sur tout le territoire de la wilaya et caractérisées par un sol profond et riche en matière organique et peu exposé à l'érosion.

Actuellement, elles sont occupées par la céréaliculture qui se pratique sans risque d'érosion.

Nous distinguons deux types de Dayas :

- ✓ Les Dayas du Nord : elles sont nombreuses avec de faibles superficies et sont occupées par la céréaliculture
- ✓ Les Dayas du Sud : s'étendant sur de très grande superficie (des milliers d'Hectares), elles sont occupées également par la céréaliculture. Certaines de ces Dayas sont intéressantes pour la mise en valeur qui peut contribuer dans la dynamisation du Sud de la wilaya si les ressources en eau sont confirmées et dans un cadre d'aménagement intégré. (Monographie de la wilaya de Djelfa 2021)

IV- La dégradation des sols

IV.1 Définition

La dégradation des sols est un processus qui décrit les phénomènes dus à l'homme et/ou à l'agressivité climatique qui abaisse la capacité actuelle et/ou future à supporter la vie humaine. C'est en quelque sorte une situation où l'équilibre entre l'agressivité climatique et le potentiel de résistance du sol a été rompue par l'action de l'homme.

La dégradation des sols a des effets visibles sur l'environnement physique et des conséquences socio-économiques négatives.

IV.2 - Effets visibles de l'érosion

Parmi les signes et effets physiques visibles de la dégradation peuvent être cités les éléments ci-dessous :

* les griffes, fines rigoles formées par l'eau, particulièrement en haut des pentes, sur le bord des pistes ou dans les champs sillonnés par les labours, elles deviennent des ravines par élargissement dû à la concentration de ruissellement excessif.

* les pavages de cailloux et de pierres laissés en surface, une fois les particules les plus fines du sol emporté par le ruissellement, observés dans un grand nombre de champs labourés et de terrains de pâture.

* les buttes de sol résiduel, où sont perchées des touffes d'herbes, signes d'érosion, quand elles n'ont pas été créées par l'accumulation de détritiques foliacés et d'humus, ou par le fouissage des rongeurs.

* l'accumulation de terre au-dessus des arbres, des pierres, des palissades et des haies sur terrains en pente.

* les racines d'arbres et arbustes, exposées à l'air, ou mise à nu dans des cours d'eau, résultats d'une dispersion du sol ou d'un accroissement de ruissellement suite à la dégradation de bassins versants.

* les dépôts de sols sur les pentes douces, ou de graviers, sables et limons, dans les lits de cours d'eau résultent d'une érosion en amont.

* les taches nues dans les herbages et les pacages signes d'une tendance à la dégradation.

* le déplacement du sol par piétinement résultant du pâturage sur les pistes à bétail au long des courbes de niveau, où les animaux font progressivement glisser la terre en bas de la pente.

* les mouvements du sol sous l'action du vent, mis en évidence essentiellement par la formation de dunes.

* des modifications de la flore (par exemple des buissons se substituant à l'herbe), survenant après surpâturage, et accompagnés souvent d'érosion.

* les atterrissements dans les retenues de barrages, lacs et étangs.

Du point de vue socio-économique outre les baisses croissantes de rendements les conséquences suivantes peuvent être citées :

* l'envasement des barrages, retenues d'eau, rivières, canaux et système de drainage par la terre érodée des sols dégradés et la réduction des stocks de poissons à la suite de tels effets ;

* les inondations dues aux eaux de ruissellement par suite de la réduction de la capacité d'infiltration des sols dégradés, et la baisse de niveau ou assèchement des nappes et points d'eau à cause des pertes d'eau par ruissellement ;

* les problèmes sanitaires et de qualité de la vie : un environnement dégradé n'offre que de mauvaises conditions de vie.

* les besoins accrus de terre et de facteurs de production agricole.

* les préjudices à la société et aux générations futures qu'entraînent les pertes définitives de terre.

IV.3 - Processus et facteurs de dégradation des sols

A l'état naturel, quand l'homme n'intervient pas, le sol est normalement couvert de végétation. Les feuilles et les branches le protègent contre l'impact de la pluie et l'effet desséchant du soleil et du vent. Les feuilles mortes et les brindilles cassées forment une litière superficielle qui le protège ultérieurement, favorisent et abritent une importante population de macro et de micro-organismes. Les racines, en surface et en profondeur, ouvrent le sol mais aussi assurent sa cohésion. La terre qui a été recouverte d'une végétation naturelle pendant longtemps présente,

en général, une couche épaisse et bien délimitée de sol de couverture riche (horizon A). De couleur foncée en raison de sa forte teneur en matière organique, elle contient une grande quantité d'éléments nutritifs des végétaux, possède une structure stable et bien développée qui lui permet d'absorber et d'emmagasiner une grande quantité de pluie.

V- EROSION DES SOLS

V-1 L'EROSION EOLIENNE

V.1.1 Etude du phénomène

Dans l'érosion Eolienne il y a lieu de distinguer un élément actif le vent et deux éléments passifs, le sol et la végétation.

Les phénomènes d'érosion Eolienne peuvent se produire ou dès lors que les conditions de sol et de végétation leur offrent un terrain favorable c a d un sol meuble et sec – une végétation absente clairsemée et un vent fort ce genre de condition sont trouvée non seulement en zone aride et semi-aride mais on peut les trouver aussi en zone humides. Il est à noter que l'Erosion Eolienne provoque un changement textural du sol en effet ce sont les éléments fins qui sont provoquer par le vent – donc ne subsista après une érosion Eolienne que dans les éléments grossiers.

La conséquence de cela n'est pas seulement une baisse de la fertilité et de la rétention en eau. C'est aussi à l'augmentation de la sensibilité à l'érosion, de tous les effets de l'érosion éolienne c'est cet effet qui présente l'aspect plus préoccupant. (Processus très accéléré).

IV. 1.2 Processus de l'érosion Eolienne

a. Action du vent

Le déplacement des particules du sol est lié non seulement à la vitesse du vent mais également à la taille et la densité des particules du sol.

2-1-Vitesse du vent

C'est de cette vitesse que dépend la force de déplacement des particules, cette vitesse est d'autant plus forte que l'on s'éloigne de la surface du sol.

Il faut améliorer sa stabilité structurale, augmenter le degré de rugosité de la surface et fixer le sol par une végétation, mise à part la mauvaise exploitation, l'Erosion s'installe quand la végétation naturelle disparaît, ce phénomène est essentiellement Anthropique – l'Agriculture empiétait sur les terrains de parcours et les parcours empiétait pour le pastoralisme.

Il s'agit à délimiter des limites aussi bien pour l'activité pastorale qu'agricole d'où la nécessité de faire des Aménagements intégrées visant à la création d'un équilibre Agro-Sylvo-Pastorale.

IV-2 - EROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique est composée d'un ensemble de processus complexes et interdépendants qui provoquent le détachement et le transport des particules de sol.

Elle se définit comme la perte de sol due à l'eau qui arrache et transporte la terre vers un lieu de dépôt.

IV.2.1 - Origine et mécanisme

La pluie et le ruissellement superficiel sont à l'origine de l'arrachage du transport et du dépôt de la terre enlevée.

L'arrachage est dû à la fois aux gouttes d'eau (par rejaillissement) et aux eaux de ruissellement et le transport est assuré par ces eaux.

IV.2.2 -Impact de gouttes de pluies sur le sol

Les sols subissent un martèlement considérable causé par les gouttes de pluie.

Les premières gouttes s'infiltrent dans le sol d'autant plus aisément qu'il est meuble et que sa porosité est élevée.

Cette première phase s'accompagne d'un déplacement des particules et d'un tassement du sol.

Lorsque la couche superficielle s'humidifie, trois processus se développent simultanément (figure 1) :

La dégradation de la structure

La formation d'une pellicule de battance

L'érosion par splash ou érosion par rejaillissement.

IV.2.3 - Ruissellement

Comme les précipitations, le ruissellement agit sur le sol par des actions de détachement et de transport (figure 2).

Selon la nature du sol, la rugosité superficielle et la pente de terrain, l'une ou l'autre de ces actions est prépondérante.

D'une manière globale, il est admis que la vitesse de l'eau est le paramètre prépondérant de l'action érosive du ruissellement superficiel.

Réduire la vitesse de ruissellement revient à pratiquer des techniques antiérosives. Il s'agira par exemple :

D'aménagement fonciers réduisant la pente de la parcelle

De techniques améliorant l'infiltration

Des techniques culturales augmentant la rugosité de la surface du sol.

IV.2.5 Effet sur la production agricole

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que l'érosion hydrique provoque le décapage de la couche superficielle du sol.

A travers ce décapage deux conséquences sur la baisse de la production végétale sont à noter :

- Diminution du bilan hydrique.

Par l'effet de battance qu'elle provoque, la pluie devient de moins en moins profitable à la plante. En effet une effraction importante de la pluie ruisselle.

La réduction du volume de sol exploitable par les racines augmente la sensibilité de la culture aux périodes sèches.

- Sol pauvre en élément fertilisants :

La fraction du sol emportée par l'érosion est fréquemment plus riche que le sol dans son ensemble.

Le sol laissé sur place se désagrège et devient hostile voir inculte (pas de vie biologique, hétérogénéité de levée, baisse de la production ...)

-Terre inaccessible (badlands).

A travers la formation de ravines, le terrain peut évoluer en badlands rendant impossible tout accès à la terre.

Pour prévenir ces effets, seules des méthodes de lutte cohérentes peuvent être efficaces.

CHAPITRE II

I- Différents engrais et fertilisants utilisés pour l'agriculture

En agriculture, les engrais chimiques sont administrés en vue d'augmenter le rendement des cultures. Ils sont responsables d'une pollution massive des sols, mais sont surtout la cause majeure de pollution des eaux souterraines, principaux réservoirs d'eau potable. Il existe trois principaux types d'engrais chimiques : les azotés, les phosphatés et les potasses. Ils apportent les éléments nutritifs dont les plantes ont besoin pour se développer et qui peuvent manquer dans les sols trop exploités.

La fertilisation des plantes par les engrais améliore leur croissance et augmente le taux de matière organique dans le sol. La fertilisation est le principal déterminant de l'activité biologique et influence les propriétés physiques et chimiques du sol. Les particules se lient plus facilement entre elles grâce au carbone : l'agrégation et la stabilité de la structure des sols devraient alors augmenter plus le contenu en carbone organique du sol est élevé. Or, contre toute attente, cette nouvelle étude suggère que sous l'effet des engrais, aucune amélioration de la stabilité des agrégats du sol n'a été observée, malgré l'augmentation du carbone organique. Les résultats ont été publiés dans le Journal of Environmental Quality. (BELPHINE.B, 2013).

I-1 Effets sur les caractéristiques physico-chimiques du sol

Selon SAOUDIS, 2018 : « Le compost permet une amélioration de la structure du sol par l'augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée), ainsi qu'une meilleure perméabilité à l'air et une bonne rétention d'eau. Il agit aussi sur la rétention de l'effet du gel, de l'érosion (de l'eau et du vent) et la diminution de la dessiccation par ventilation. Le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement). En se minéralisant, le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes. Un compost bien mûr, évite une acidification du sol ou corrige l'acidité d'un sol par effet tampon (Anonyme, 2014). »

I-2 Effet des engrais sur les végétaux

Tableau .02 Effet des engrais sur les végétaux

Type d'engrais	Effet sur les parties des végétaux
N : azote	L'action essentielle de l'azote concerne la partie aérienne des végétaux : tiges, branches et feuillage.
P : phosphore	Le phosphore assure le bon développement des racines et favorise également la résistance aux maladies.
K : potassium	Le potassium favorise le développement des fleurs et des fruits.

I-3 Principe du fertilisant

Dans les procédés d'agriculture et dans un but de préparation du sol aux différents travaux d'agriculture et de jardinage, il existe deux façons de fertilisation :

- Les amendements organiques, qui visent surtout à améliorer la structure physique du sol et ses propriétés chimiques de base.
- Les engrais qui ont pour but d'apporter les nutriments absents dans le sol ou épuisés par les cultures.

Or certains produits agissent à la fois comme amendement organique et comme engrais : c'est le cas du fumier, du compost et des terreaux.

I.4 Matière organique du sol

1. Le terme « matières organiques du sol »

Regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol. Elles représentent en général 1 à 10 % de la masse des sols. Elles se répartissent en trois groupes :

Les Matières Organiques Vivantes (M.O.V), animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microflore du sol...),

Les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés : « Matières Organiques fraîches ».

Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés « produits transitoires » (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les M.O facilement décomposables.

Des composés organiques stabilisés « M.O stable », les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes. Avec la partie humus représente 70 à 90 % du total.

2. Quelques types de matières organiques incorporées au sol

a. Le fumier

C'est l'ensemble des déjections animales mélangés avec des pailles. Il existe plusieurs types :

- Le fumier des fermes est une source importante d'humus par l'apport des déchets végétaux qu'il contient.

- Le fumier pondu à l'automne avant la tête de rotation doit être enfoui aussitôt pour diminuer les pertes d'azote. Les épandages de printemps limitent les risques d'érosion (Bonin, 2006), allègent les terres lourdes et donnent du corps aux terres légères (Vigneron, 1967).

Amendement organique selon le type de sol :

Amendement d'un sol argileux : des apports de sable, de fumier et de compost rendent la terre plus facile à travailler, plus drainante et mieux aérée.

Amendement d'un sol sableux : des apports de terre argilocalcaire, de fumier et de compost donnent du corps à la terre et améliorent sa capacité à retenir l'eau et les nutriments.

Amendement d'un sol acide : chaulage pour un apport de calcaire sous forme de chaux éteinte.

Les engrais stimulent la croissance des plantes, mais ils modifieraient la stabilité des sols. C'est ce que montre une recherche, basée sur 50 ans d'étude d'un champ de maïs soumis à différents taux d'engrais inorganiques. Explications sur ce résultat.

L'utilisation des engrais a considérablement augmenté le rendement des cultures. Il a par exemple été multiplié par quatre la rentabilité de la culture du blé, depuis 1950. L'agriculture intensive utilise principalement des engrais inorganiques, tels que les produits azotés et phosphatés. L'azote est l'un des nutriments essentiels à la croissance et au bon développement des plantes. Absorbé par la plante sous forme minérale (ammoniaque ou nitrate), il provient soit de la minéralisation de la matière organique, soit des engrais.

Si les engrais inorganiques sont mondialement utilisés et ont prouvé leur efficacité, leurs impacts sur le sol sont méconnus. La dernière étude en date fournit des résultats très contrastés. Les chercheurs Humberto Blanco-Canqui et Alan Schlegel ont étudié durant 50 ans l'influence des engrais inorganiques sur des parcelles cultivées au Kansas. Ils montrent que dans ces sols, le stockage du carbone organique a augmenté, mais qu'en revanche, la stabilité des agrégats s'est détériorée.

b. Le lisier

C'est le mélange de déjections solide et liquide, avec ou sans litière. Il a un rôle réduit sur l'entretien humique du sol. Sa composition est très variable selon le type d'animaux, le lisier a un rôle surtout dans la fertilité chimique du sol.

c. la litière

Elle est généralement de nature végétale sous forme de débris (feuilles, rameaux, fruits graines, et exsudats racinaires et foliaires) (Duchaufour, 1977). Elle est plus ou moins biodégradable selon les espèces végétales installées. On parle de litière améliorante riche en azote et de litière acidifiante qui se décompose plus difficilement. Les premières, activent la vie microbienne ; les secondes, la dépriment (Bonin, 2006).

d. Les engrais verts

Les engrais verts représentent une culture temporaire de plantes à croissance rapide destinées à un enfouissement rapide pour améliorer l'aptitude culturale du sol (propriétés physiques, chimiques, et biologiques). Les enfouissements d'engrais verts présentent une action marquée et forte, mais de courte durée ; contrairement aux pailles de céréales qui sont moins fermentescibles, ils présentent une action moins marquée, mais mieux répartie dans le temps. Signalons également que les pailles de céréales produisent une quantité d'humus plus importante. (Mokrani, 2010).

e. L'humus

L'humus est la matière organique transformée par voie biologique, chimique et incorporée à la fraction minérale du sol, avec laquelle elle contracte des liens physiques, chimiques, plus ou moins étroits.

Par extension le mot humus désigne en écologie l'ensemble de la matière organique du sol, y compris les résidus d'origine végétale peu transformés et incomplètement incorporés au sol. Il est avec l'eau le garant de la fertilité du sol. Il joue le rôle d'une éponge fixant 10 à 50 fois sa masse en eau c'est l'humus en sens strict. En effet, c'est lui qui assure la rétention de l'humidité nécessaire à la croissance des plantes (Vigneron, 1967).

f. Compost

Le compostage est la transformation d'une matière organique très instable et fortement biodégradable en une matière organique stable (Leclerc, 2001). Le compostage est un processus contrôlé de dégradation de constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession de communautés microbiennes évoluant en condition aérobies, entraînant une montée de température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée.

Le produit ainsi obtenu est appelé compost. Selon Charnay (2005), le compostage est un mode de traitement biologique aérobie des déchets. Son principe peut être schématisé comme le montre la figure suivante :

3- Le rôle de la matière organique dans la fertilisation des sols (MO)

La matière organique dans le sol est composée comme suit :

Microfaune et Microflore du sol dont le rôle est de dégrader et recycler les résidus végétaux et les cellules mortes : vers de terre, arthropodes, protozoaires...

Microflore d'assimilation (rhizosphère) : bactéries et champignons dont le rôle est de solubiliser les éléments nutritifs et de les rendre assimilables pour les racines.

L'interprétation de taux de la matière organique dans le sol est de la façon suivante :

Matière organique = Carbone organique x 1.72

Ou

Azote organique x 20

CHAPITRE III

Matériel et Méthodes

I. Superficie, délimitation et relief de la wilaya de Djelfa

La wilaya de Djelfa occupe une place stratégique dans la relation entre le Nord et le Sud. Située à 300 kilomètres au Sud de la capitale, elle couvre une superficie de 32.256,35 km². Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord. Elle est limitée :

- Au Nord : Médéa et Tissemsilt
- Au Sud : Ouargla, El Oued et Ghardaïa
- A l'Est : M'sila et Biskra
- A l'Ouest : Laghouat et Tiaret

Elle se compose de 36 Communes regroupées en 12 Daïras. En raison de l'immensité de son territoire la Wilaya chevauche sur trois étages bioclimatiques.

Assurant le lien entre le Nord et le Sud du pays, le relief de la Wilaya de Djelfa est caractérisé par la succession de quatre (04) zones distinctes du Nord au Sud de son territoire. Le point culminant de la Wilaya se trouve à l'Est de l'agglomération de Benyagoub dans la Daira de Charef avec une altitude de 1.613 mètres et le point le plus bas est à l'extrême Sud de la Wilaya avec une altitude de 150 mètres. (Monographie de la wilaya de Djelfa 2018)

I.1. Le climat

Le climat de la Wilaya de Djelfa est nettement semi-aride à aride avec une nuance continentale. En effet, le climat est semi-aride dans les zones situées dans les parties du Centre et du Nord de la Wilaya avec une moyenne de 200 mm à 350 mm d'eau de pluie par an et aride dans toute la zone située dans la partie Sud de la Wilaya et qui reçoit moins de 200 mm d'eau de pluie en moyenne par an. Les vents dans la Wilaya de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-est et Nord-Ouest d'origine océanique et nordique. Cependant, la principale caractéristique des vents dominants dans la région est matérialisée par la fréquence du sirocco, d'origine désertique, chaude et sèche, dont la durée peut varier de 20 à 30 jours par an.

Le climat est donc de type aride au Nord, aride à semi-aride inférieur sur la partie centrale et aride à sub-saharien au Sud ; les hivers sont froids et rigoureux et les étés chauds et secs.

I.2.Particularité et choix des zones d'étude

L'étude a été réalisée dans deux zones agropastorales, l'une au Sud et l'autre au Nord de la wilaya de Djelfa, appartenant aux communes respectives celle de Tâadmit et d'Ain oussera, voir les cartes (1) et (2). Le choix de ces deux zones est basé sur les potentialités agricoles locales très remarquables ces dernières années, et aux rendements en produits agricoles enregistrés par ces deux communes, par rapport aux autres régions de la wilaya, surtout en arboriculture, en cultures maraichères et en cultures fourragères. Cela est due peut-être aux facteurs abiotiques, en particulier la qualité des sols, le microclimat favorable et le choix des espèces plantées.

II.2.1 Délimitation de la zones 1 « Tâadmit »

Cette zone d'étude est considérée comme la limite naturelle du Sahara, est appelée « Plateau Saharien ». Elle fait partie du plateau prédésertique caractérisé par une géomorphologie parsemée de dayas, Elle plonge dans la dépression formée par l'Oued Djedi. La région sud s'étend sur une superficie de l'ordre de 1.784.385 ha représentant plus de la moitié de la superficie de la Wilaya soit 55,32%.

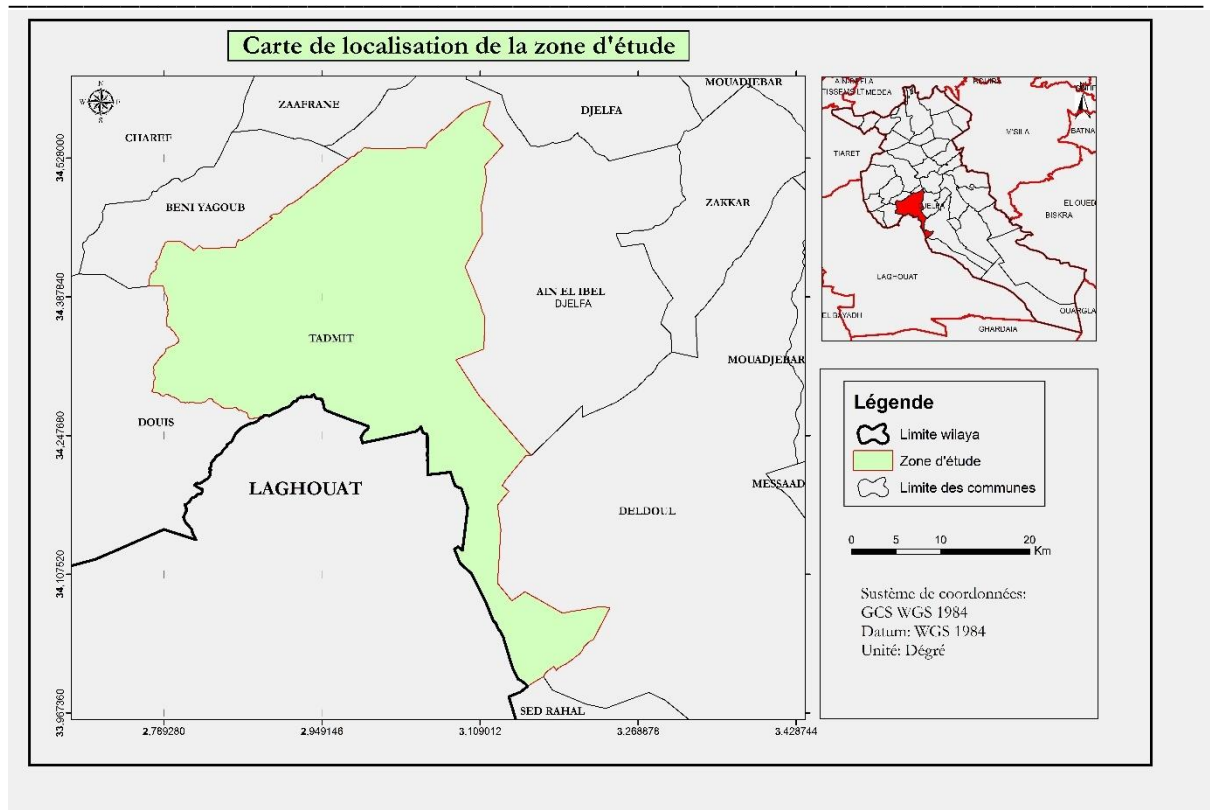


Figure 01. Carte de la zone d'étude N°1 Tâadmit

II.2 Délimitation de la zone 2 « Ain ousserra »

Cette zone plane du Nord de la wilaya elle fait partie de de la plaine de Ain ousserra, succède au piémont sud de l'Atlas tellien et qui précède les dépressions des chotts (Zahrez chergui et Zahrez Gharbi). Caractérisée par des collines érodées traversée à l'Ouest par la vallée d'Oued Touil et la plaine de Birine à l'Est. D'une altitude variante entre 626 mètres à 850 mètres. Avec une superficie de 626 498ha. Représentant ainsi 19.42% de la superficie totale de la wilaya.

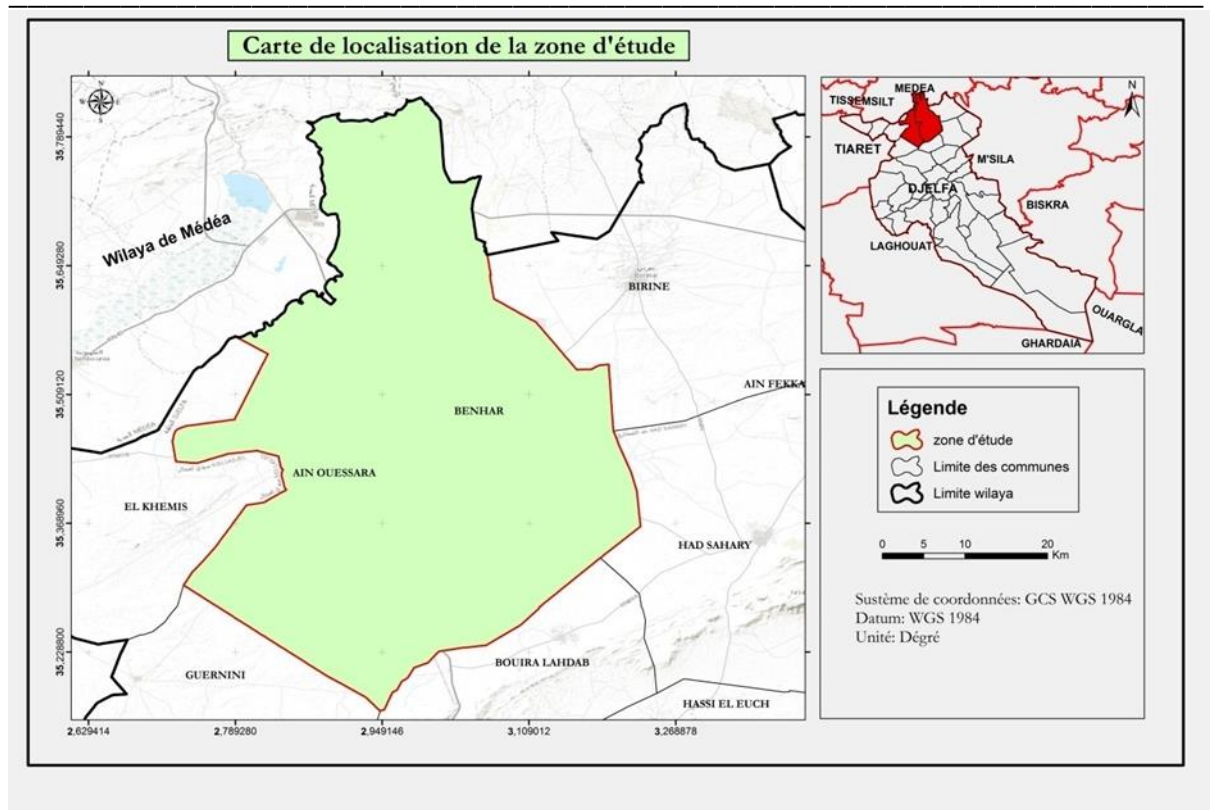


Figure 2. Carte de la zone d'étude Ain oussera

III. Caractérisation du climat des zones d'étude « stations de référence »

Les deux zones ne possèdent pas de stations d'observations du climat local et capables de donner des paramètres météorologiques actualisés et fiables. Car elles ne renferment pas d'équipements selon les normes internationales. Pour cela, les principales caractéristiques climatiques des deux zones d'études ont été dégagées à partir de l'exploitation des données des stations météorologiques les plus proches, c'est-à-dire celle de Djelfa pour la zone1 de Tâadmit et celle de Ksar chellala pour la zone 2 d'Ain oussera. (Source ONM, moyenne 1990–2018).

III.1 Climat de la zone 1 « Tâadmit »

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série d'observations sur une période de référence de 28 ans de 1990 à 2018, relevée dans la station météorologique de Djelfa ; qui a pour coordonnées voir le tableau 2.

Tableau 03. Les coordonnées géographiques de la station sont mentionnées ci-après :

Nom de la station	Latitude		Longitude		Altitude Mètre
	Degré	Minute	Degré	Minute	
Djelfa	34	41	3	15	1144

L'étude du climat permet d'établir les calculs du déficit hydrique en rapport avec chaque mois de l'année et chaque culture proposée.

Cela est encore plus important pour les cultures en irriguée dans la mesure où la climatologie nous permet de quantifier les apports en eau d'irrigation pour chaque culture et donc de connaître les superficies qui pourraient être irriguées en fonction de la quantité d'eau mobilisée pour l'irrigation et des cultures qui sont proposées.

Les facteurs climatiques qui conditionnent de façon très étroite les conditions de développement des cultures en cours de l'année, sont analysés ci-après afin de déceler les facteurs favorables ou défavorables dans la zone d'étude et d'en quantifier leurs effets probables sur le développement de cultures.

La caractérisation du climat dans la zone du projet s'appuie sur les données provenant de la station météorologique ONM de DJELFA, considérée comme la station la plus représentative et la plus proche et dont les informations sont les plus fiables.

III.1.2 Précipitations

a- Pluviométrie mensuelle et annuelle :

La pluie est parmi les facteurs les plus importants en raison de l'influence bénéfique ou néfaste qu'elle exerce sur les plantations et l'élevage volaille.

Tableau 04 : Répartition mensuelle des pluies

Unité : mm

Mois	Sep	Oct	Nov	Dé	Jan	Fé	Ma	Av	Mai	Juin	Jui	A	Cumul
Pluie (mm)	32,23	29,84	20,56	24,2	32,8	26,74	28,95	30,92	32,81	16,27	8,00	20,47	303,89

Source : ONM Djelfa (1990-2018)

La moyenne annuelle des précipitations relevées pendant 29 ans (1990/2018) est de 303.89 mm avec une moyenne mensuelle de 25,32 mm (ONM 2018). La pluviométrie dans cette région est irrégulière, comme le montre les résultats suivants :

- Le mois le plus pluvieux est le mois de janvier (32.86 mm).
- Le mois le plus sec est le mois de juin avec 8.00 mm.

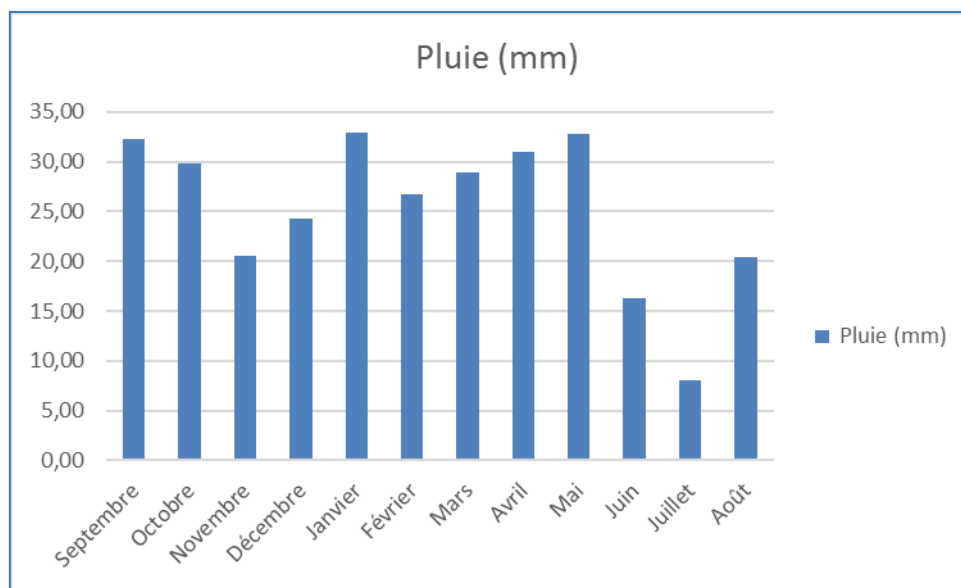


Figure 3. Histogramme de variation mensuelle de précipitation (mm)

III.1.3 Températures

D’après les caractéristiques climatiques des régions arides et semi-arides, la température est un facteur très important dans la répartition du climat. Ce sont les températures extrêmes

et leurs fréquences qui jouent les premiers rôles en particulier pour l'évapotranspiration élevée pour les hautes températures et pour le risque du gel avec des basses températures.

La température d'un lieu dépend avant tout de la situation de ce lieu sur la terre (son altitude) ; les zones climatiques, sont déterminées en fonction de cette situation, comme il y a aussi une variation plus locale qui dépend par exemple de la forme du relief, de l'exposition au soleil, de la couverture végétale (SNAT, 2021). Le paramètre climatique mensuel (température) enregistré à la station de Djelfa est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Répartition des températures minimales (m), maximales (M) et

Moyennes par mois

Unité : °C

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T min (C°)	0,57	1,04	3,6	6,72	10,7	15,4	19,0	18,3	14,4	9,97	4,66	1,49	8,84
T max (C°)	9,96	11,46	15,1	18,3	23,9	30,0	34,3	33,2	27,3	21,6	14,53	10,5	20,87
T moy (C°)	4,85	5,93	9,26	12,5	17,5	23	26,8	26,1	20,8	15,7	9,29	5,69	14,79

Source : ONM Djelfa (1990-2018)

a- Températures moyennes

Parmi les facteurs limitants du milieu steppique, la température a un rôle important dans le développement de la végétation. A Djelfa la température moyenne annuelle est de 14. 79 °C, ce qui correspond à une région froide ($T^{\circ} < 20^{\circ}C$). La saison chaude s'étale sur 4 mois (BNEDER, 2018).

Plus importantes sont les températures extrêmes particulièrement les températures estivales dont les valeurs élevées.

Les deux facteurs essentiels à considérer pour la croissance et le développement végétal se rapportent :

- A l'intensité et la durée du froid hivernal (période de dormance hivernale).
- A la Sècheresse estivale

Au mois de Janvier et Février la température moyenne oscille entre 4.85 °C et 5,93 °C, par contre en été elle est élevée (> 22 °C) (BNEDER, 2018).

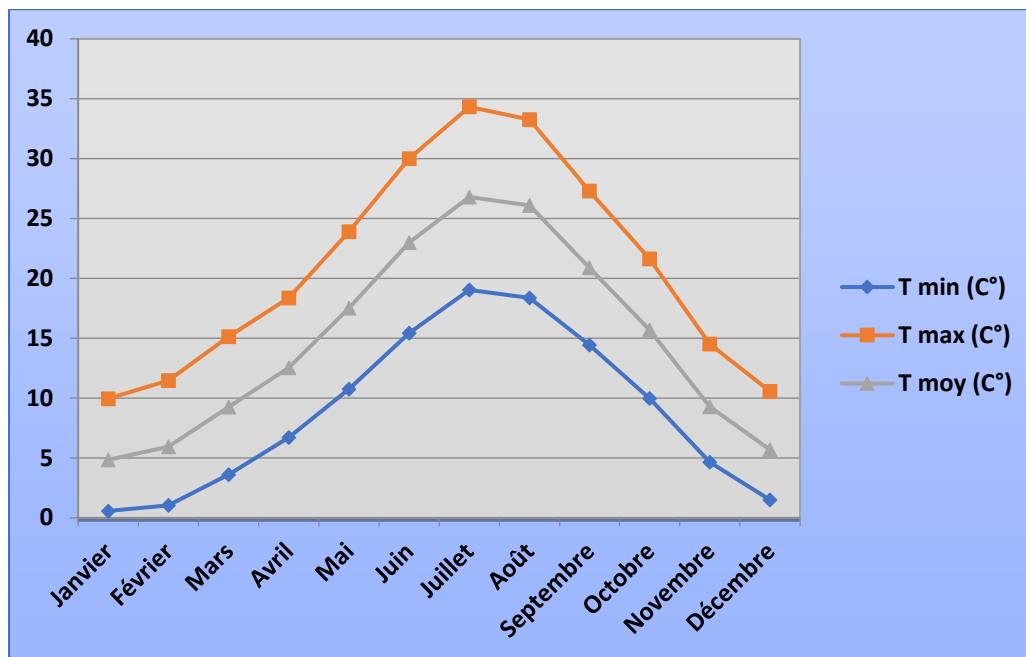


Figure 4 : Variation mensuelle des températures minimales, maximales et moyennes

b- Températures moyennes extrêmes :

Afin de mieux appréhender les variations thermiques dans la région d'étude, il est utile de se pencher sur les valeurs extrêmes mensuelles car ce sont leurs effets qui agissent directement sur la vie végétale.

Selon Emberger, qui a montré l'importance de la moyenne des minimas du mois le plus froid. Cette valeur représente les conditions thermiques limites survenant régulièrement durant le froid hivernal.

La plus basse température des minimas est observée en Janvier (0.57 °C). Quant à la température des maximas, la plus élevée est de 34.3 °C observée au mois de Juillet.

A ces températures, il faut connaître en plus l'amplitude thermique journalière car de nombreuses espèces végétales y sont sensibles.

c- Amplitude annuelle moyenne

L'amplitude thermique annuelle est définie par la différence entre la température du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid. La station de Djelfa présente un écart élevé de 33.73 °C. L'amplitude est donc importante ce qui indique le caractère aride de notre zone.

Il faut noter aussi que la surface du sol est soumise aux grandes variations de la température journalière et saisonnière.

III.1.4 ETP (Évapotranspiration)

C'est l'émission de la vapeur d'eau par une surface liquide ou par milieu humide (sol, végétale) à une température inférieure au point d'ébullition. Sa détermination approximative s'effectue avec l'évaporomètre placé sous abris (Olivier et Poirée, 1987).

L'évapotranspiration est très importante quand elle se trouve renforcée par les vents chauds comme le sirocco (Toutain, 1977).

En absence de mesure directe de l'ETP, seul le calcul permet une estimation très proche de la réalité. La formule de Penman–Monteith intègre le plus de facteurs climatiques influant directement l'ETP.

Tableau 06 : Calcul de l'évapotranspiration

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
ETP Mensuelle Mm/mois	31	47	88	122	162	186	205	182	129	84	42	25	1303

Source : ONM DJELFA (1990-2018)

L'évapotranspiration dans la région d'étude est très importante, son apogée atteint une moyenne de 205 mm au mois de juillet. Cependant, son minimal fut observé une moyenne de 25 mm au mois de décembre, tableau 5

III.1.4. Synthèse climatique

III.1.4-1 Diagramme Ombro-thermique de GAUSSEN

Ce diagramme est une méthode graphique où sont portés en abscisse les mois et en ordonnées à droite les précipitations et à gauche les températures à une échelle double de celle des précipitations ($P = 2T$).

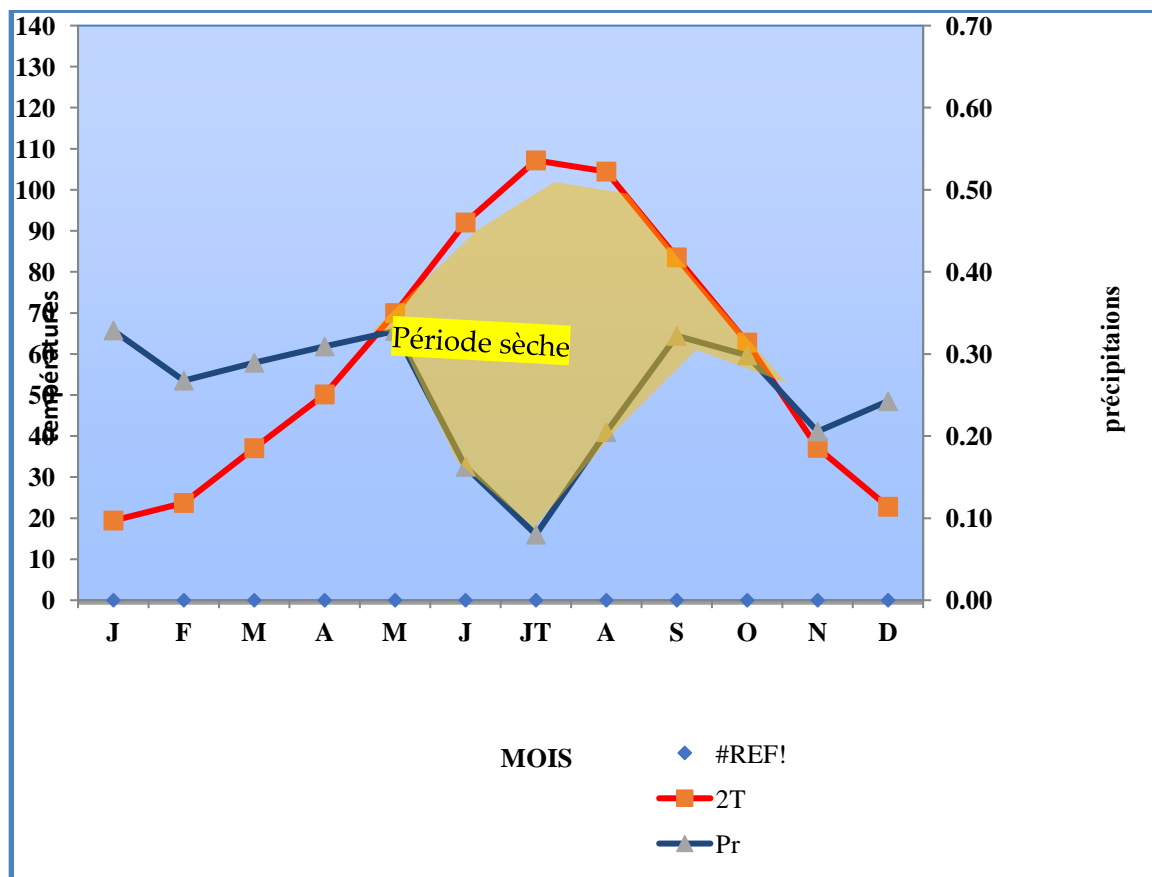


Figure 5: Diagramme Ombro-thermique de la région de Djelfa

Pour la station de Djelfa, le diagramme ainsi élaboré montre que la période sèche s'étale sur 5mois (Mai - Octobre).

La saison humide occupe le reste de l'année, ce qui se traduit par une demande en eau durant ce cycle. ce qui explique les exigences climatiques de certaines plantes, endémiques et exotiques.

III.1.4-2 Diagramme pluviométrique d'Emberger :

Pour déterminer l'étage bioclimatique de la zone d'étude, on applique la formule d'Emberger (1932) modifiée par Stewart en 1969 (Halimi, 1980).

$$I_s = 3,43. P / M - m$$

- ❖ I_s : Indice de Stewart.
- ❖ P : Précipitation annuelle en (mm).
- ❖ M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin ($^{\circ}K$).
- ❖ m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid en degré Kelvin ($^{\circ}K$).

D'après les données de la station de Djelfa

- ❖ $P = 303,89$ (mm),
- ❖ $M = 307,32$ kelvin,
- ❖ $m = 273,57$ kelvin

Nous avons obtenu une valeur d' I_s égale à 30.88 indiquant que notre région d'étude à un climat Semi-aride.

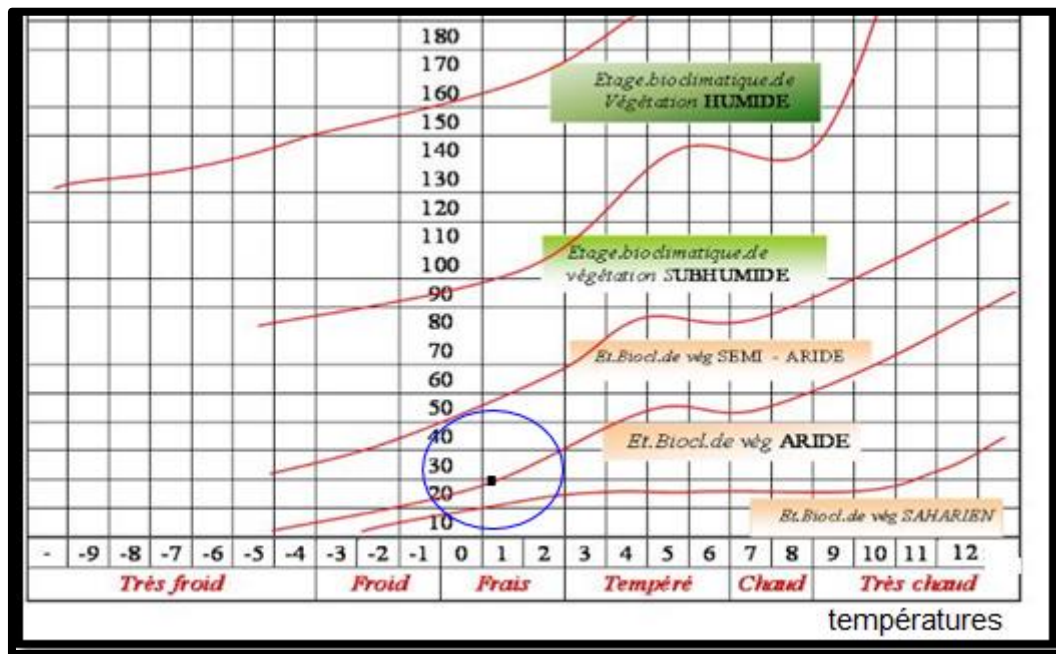


Figure 6 : Localisation de la région d'étude dans le climagramme d'EMBERGER

Cependant, il ressort de l'emplacement de cet indice sur le climagramme d'Emberger, que la région étudiée est située dans l'étage bioclimatique Semi-aride à hiver Frais.

II. Climat de la zone 2 « Ain oussera »

II.1 Station de référence

Les principales caractéristiques climatiques de la zone d'étude ont été dégagées à partir de l'exploitation des données de la station météorologique la plus proche, c'est-à-dire celle de Ksar-Chellala.

II.2 Pluviométrie

La zone appartient à l'isohyète 250 – 300 mm, la moyenne pluviométrique annuelle des 26 dernières années est de l'ordre de 257 mm pour une durée pluvieuse de 70 jours par an en moyenne. C'est une lame d'eau insuffisante pour la plupart des cultures peu importantes les chutes de pluies couvrent pratiquement en moyenne tous les mois de l'année.

Tableau 07 : Evolution des précipitations mensuelles en année moyenne

Mois	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	Cumul annuel
Mm	21,0	19,5	20,0	25,6	24,8	30,6	12,2	8,0	10,1	33,7	29,0	22,8	257,4
% saison	23,5			31,5			11,8			33,3			100
Jours de pluie	7,0	6,3	6,9	6,6	5,2	6,8	3,7	3,0	3,8	7,0	6,2	5,9	70,1

(Source ONM, moyenne 1990-2016)

La répartition paraît assez régulière et montre que les précipitations surviennent à des périodes cruciales pour la végétation notamment en automne et fin printemps. Celles-ci débutent intensément en automne, la saison pluvieuse par excellence qui enregistre 33,3 % de la lame annuelle, baissent progressivement en hiver (23,5 %), se maintiennent au printemps (31,5%) puis se réduisent pendant l'été (11,8%) généralement sous forme d'orages.

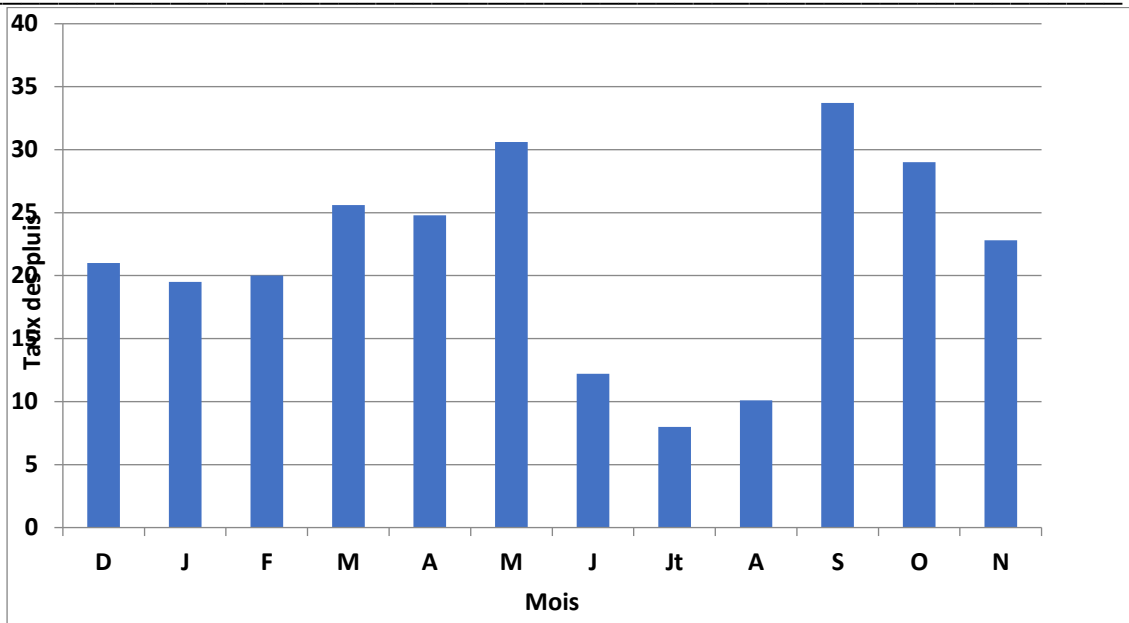


Figure 7. Répartition des précipitations moyennes mensuelles station de Ksar-chellala 1990-2016

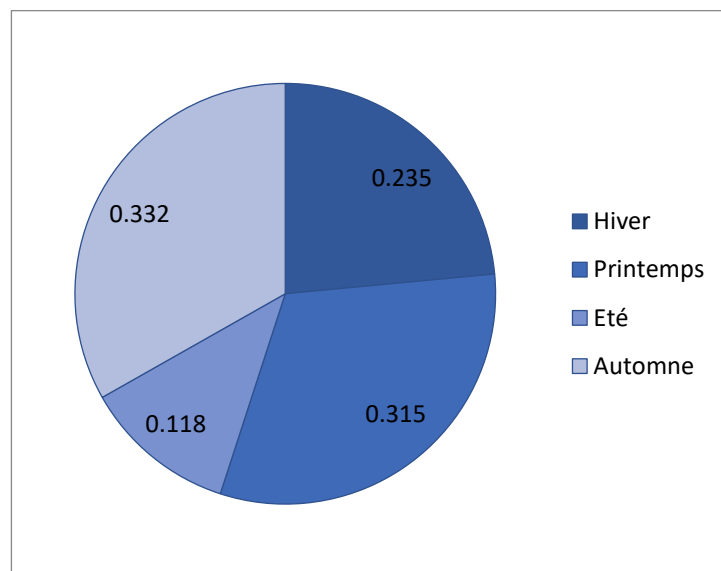


Figure 8. Répartition saisonnière des précipitations (en %) station de Ksar-chellala 1990-2016

Tableau 08 : Typologie du climat de la station de Ksar-Chellala

Période	1990 - 2016	
Saison	mm	%
Hiver (H)	60,5	23,5
Printemps (P)	81,0	31,5
Automne (A) Eté E	85,6	33,2
Type	A.P.H.E	

Source : d'après ONM – Station de Ksar Chellala

Selon la répartition saisonnière des précipitations, le climat de la zone est de type APHE. Il se caractérise par une concentration des précipitations en automne et au printemps alors que l'hiver n'est pas la saison des pluies par excellence.

II.3. Températures :

La moyenne des températures au cours de l'année est de l'ordre de 17,4 °C. La période froide se situe entre novembre et mars où la moyenne des minima est autour de 11 °C. Janvier est le mois le plus froid avec une moyenne des minima de 3,2°C et des pointes de -3,9°C.

Tableau 09 : Températures moyennes

Température	Moyenne des minima	Moyenne des maxima	Moyenne des minima des mois les plus froids	Moyenne des maxima des mois les plus chauds	Moyenne annuelle
°C	11,1	24,2	3,2 (janvier)	37,9 (Juillet)	17,4

Source : ONM – Station de Ksar-Chellala 1990/2016.

La période des grandes chaleurs se situe entre juin et septembre où la moyenne des maxima est de l'ordre 24°C avec des points une température maximale absolue de près de 44,9°C en juillet. En termes de température la station se caractérise aussi par une amplitude thermique de 10,5°C.

II.3. Evapotranspiration potentielle (E.T.P.)

L'évapotranspiration potentielle, représente un déficit en eau à compenser aux cultures par les irrigations.

Tableau 10 : Evolution de l'ETP - Penmann (mm) pendant l'année moyenne

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
ETP (mm)	138	86	48	28	35	58	96	126	171	200	219	195	1 400

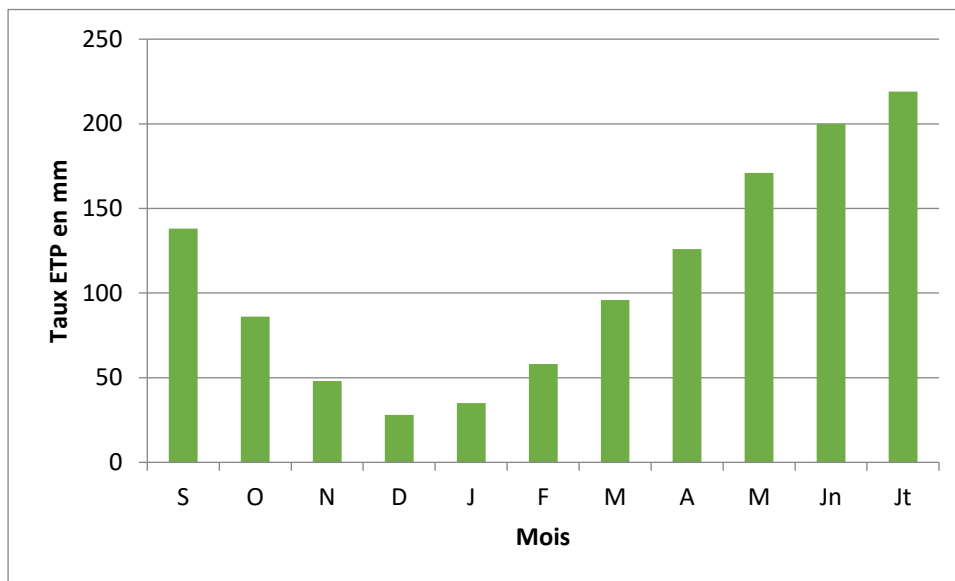


Figure 9 . Evolution mensuelle de la valeur moyenne en (mm) de l'évapotranspiration potentielle Station de Ksar-chellala 1990-2016

L'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle enregistrée au niveau de la station de référence est de 1400 mm ; elle est accentuée durant la période de Mai à Août avec un pic de 219 mm au mois de juillet.

III.3. Synthèse climatique

III.3.1- Climagramme d’Emberger

Le quotient pluviométrique d’Emberger est donné par l’équation : $Q2 = 3,423 (P/Mm)$

Tableau 11 : Synthèse bioclimatique selon le climagramme d’Emberger

Signe	Q2	P	M	M
Signification	Quotient Pluviométrique d’Emberger	Pluviométrie Moyenne annuelle (mm)	Température moyenne des maxima du mois le plus chaud (°c)	Température moyenne des minima du mois le plus froid (°c)
Valeur	25	257,4 mm	37,9°c	3,2°c

Source : ONM – Station de Ksar Chellala – 1990/2016

Le calcul donne une valeur du quotient pluviométrique de **25** qui place le territoire de la commune, sur le climagramme d’Emberger, dans l’étage bioclimatique aride à hiver frais

II.4.2 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen est conçu sur la base de la relation $P=2T$ qui met en rapport, pour chaque mois de l’année, la valeur moyenne des précipitations et le double de la valeur moyenne des températures.

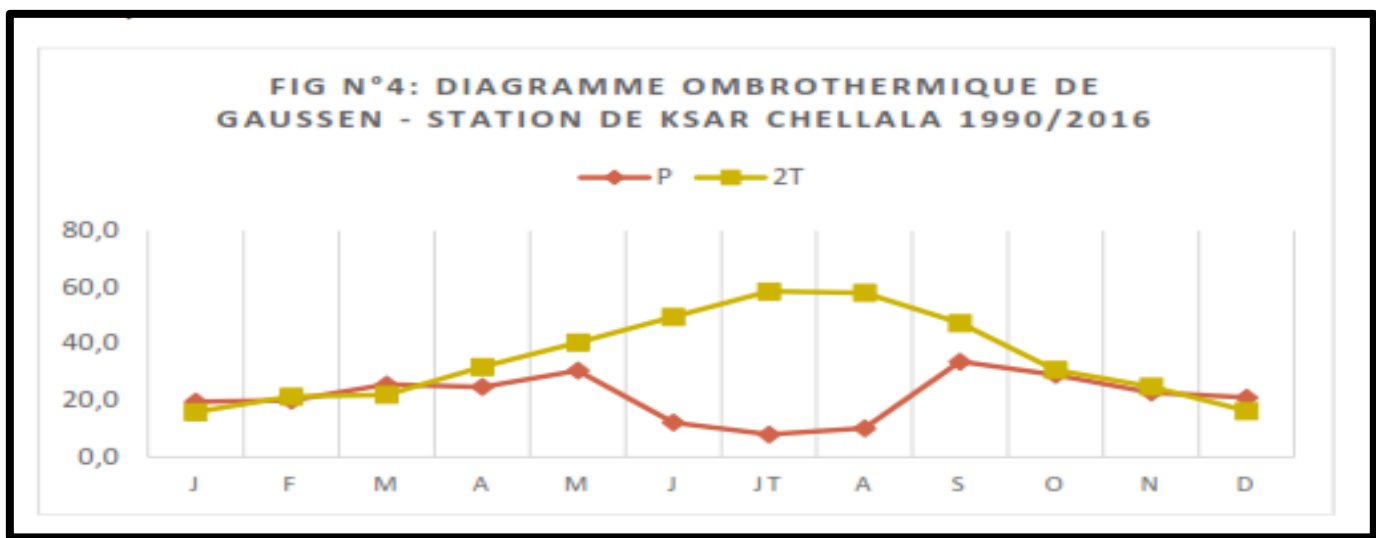


Figure 10. Diagramme ombrothermique de Gaussen station Kssar-chellala 1990/2016

Source : BNEDER – Djelfa

Durant les deux dernières décennies, la période sèche s'étale en moyenne sur 10 mois, de mars à novembre.

La zone d'étude appartient et à l'étage bioclimatique aride à hiver frais. Il est de type continental à caractère désertique, caractérisé par des écoulements temporaires formant de simples drainages endoréiques. Les précipitations automnales et printanières sont les plus abondantes et présentent généralement par un caractère torrentiel et dans de nombreux événements pluvieux un caractère orageux qui accentue les risques d'érosion sur les terrains vulnérables.

Les risques de gelées sont relativement importants pour les cultures, notamment lorsqu'elles persistent en février et mars ce qui nécessite certaines précautions dans le choix des cultures et leur conduite.

Globalement, la mise en valeur agricole devra recourir impérativement à la mobilisation de la ressource en eau souterraine pour assurer l'apport d'eau par les irrigations, étant entendu que la pluviométrie annuelle reste insuffisante pour la plupart des cultures et présente par ailleurs un caractère aléatoire dont ne peut s'accommoder le projet de mise en valeur.

IV. Zones d'étude

IV.1. Zone 1- Tâadmit

Le choix de notre expérimentation et de l'échantillonnage sont fait sur la base d'aptitudes culturales de la région de Tâadmit, connus depuis longtemps par son climat doux et son sol approprié à des cultures diversifiés. On a pris l'étude de BNEDER comme référence dans le volet agro-pédologique afin de déterminer les caractéristiques physico chimiques et morphologiques de chaque type de sol rencontré et de proposer pour chacun d'eux les cultures possibles en irrigué, ainsi que les travaux d'aménagement à entreprendre sur ces sols.

IV.2. Méthodologie et échantillonnage

La démarche suivie pour l'appréciation et confirmation des aptitudes culturales des sols a consisté en une prospection pédologique par des prélèvements d'échantillons dans différents sites du périmètre. Les échantillons ont subi une série d'analyses physico-chimiques au niveau

du laboratoire de l'INSID et de BNEDER, ensuite à une interprétation des résultats obtenus, ces derniers ont engendré une appréciation des aptitudes des sols selon les normes préétablies.



Figure 11. Photos de la technique de prélèvement des échantillons de sols pour analyses

De ce fait, la démarche méthodologique adoptée pour ce travail, consistait à une caractérisation des sols au moyen de profils et destinée à donner la réalité sur les sols et les formations superficielles avec l'appui des critères de la classification française des sols (C.P.C. S1 ; édition 1967) adoptée en Algérie par ANRH2.

Il est a signalé que le travail est réalisé avec un appui technique des cadres du BNEDER -Djelfa- l'étude et les résultats attendu ont été confirmé par notre travail en suivant le même principe pour les deux stations.



Figure 12. Photo de la zone agricole lieu du prélèvement des échantillon

Ces sols caractérisés par un seul horizon de surface (horizon A) avoisinant 40cm d'épaisseur, de granulométrie grossière à rarement moyenne (limoneuse), moins humifères, avec une apparition d'une croûte calcaire 03 à 05 cm, non induré de forme de feuillets, puis un mince encroûtement calcaire (en début de formation), puis passage à un substrat carrément calcaire (Roche mère).



Figure13. Photo de la technique d'échantillonnage et de prélèvement du sol

IV.3 Zone 2 « Ain oussera »

Les plaines de Ain oussera situées dans la partie Nord de la Wilaya appartenant aux plateaux des régions de Sersou, Benahar et d'Ain oussera, sont connues par leurs aptitudes culturales de part leur climat favorable et les caractéristiques pédologiques, ainsi que les travaux d'aménagement à entreprendre sur ces sols.

IV.4 Méthodologie

Les prélèvements des sols ont subi une série d'analyses physico-chimique au niveau de laboratoire de l'INSID et celui de BNEDER

Le protocole expérimental utilisé dans les différentes analyses physico-chimiques et biologiques du sol, est celui présenté par les cadres techniques de l'INSID de Ksar-chellal de la Wilaya de Tiaret.

IV.4.1 : Analyse granulométrique

D'après le principe suivi par les ingénieurs appartenant au laboratoire d'analyse INSID de Ksar-chalala, référencié selon les normes internationaux. Les échantillons de sols ont été acheminé et analysés dans ce même laboratoire.

La technique d'analyse en granulométrie est essentiellement fonction de la nature des grains et de leur dimension. Il est parfois possible de mesurer directement la taille des grains à l'œil nu lorsque les particules sont de grande dimension (plusieurs centimètres comme les galets ou les graviers).

La méthode granulométrique la plus courante est le tamisage, en science de la terre le tamisage permet de connaître les tailles des grains de sable ou de graviers. Cette méthode consiste à détruire les tailles des particules en tentant de les faire passer (admission ou refus) dans des orifices de plus en plus petits, ces orifices sont généralement de mailles carrées, même s'ils peuvent être de maille ronde pour de forts diamètres (supérieur à 3mm), lorsque les grains ne sont pas sphériques, la classification se fait suivant la plus petite dimension (largeur).

IV.4.2. Principe de la méthode

On prend un échantillon de terre séchée à l'air, broyée et tamisée à 2mm. On détruit la matière organique qui joue le rôle de ciment entre les agrégats.

Dans le cas de sol calcaire, on a éliminé avec une solution d'acide chlorhydrique avant la destruction de la matière organique, si le calcaire ne joue pas le rôle important dans la texture, l'échantillon est agité avec une solution hexa-métaphosphate de sodium.

Dans une allonge pleine d'eau, la sédimentation des particules qui tombent avec des vitesses constantes d'autant plus grandes qu'elles sont plus grosses (loi de Stokes). On évalue la teneur de chacune des fractions qui désignées au-dessus, par rapport au poids de terre fine séché à 105°C.

IV.4.3. Réactifs

- Eau oxygénée (10%).
- Hexa-métaphosphate de sodium (50g/l).
- Ammoniaque pure.
- Acide chlorhydrique pur (pour le sol calcaire).

IV.4.5. Analyse du pH

Le pH est une expression logarithmique de l'acidité d'une solution. C'est le logarithme négatif de la concentration H^+ . $pH = - \log H^+$

On peut mesurer plusieurs types d'acidité du sol, les plus fréquentes étant : l'acidité actuelle exprimée par le pH eau et l'acidité potentielle exprimée par le pH - KCL.

- L'acidité actuelle : est la quantité d'ions H^+ libres d'une suspension sol – eau (le rapport sol /eau = 2/5).
- L'acidité potentielle : est la quantité d'ions H^+ libres d'une suspension sol – KCL (le rapport sol /KCL= 2/5).

a-Mesure du pH : (par pH mètre)

Ces mesures s'effectuent à l'aide d'une électrode de verre accouplée à une électrode de référence, ces deux électrodes peuvent être soit séparées, soit être combinées concentriques de façon à venir former qu'un seul.

L'électrode n'indique pas la valeur absolue de pH mesuré. Pour cette raison il est nécessaire avant de procéder à une mesure d'étalonner l'électrode de mesure au moyen de solutions dont le pH est connu. Lorsque des mesures de pH doivent donner des résultats d'une grande précision, pour cet étalonnage il faut choisir une solution tampon dont le pH soit très voisin de

celui de la solution mesurer, il est recommandé de faire une mesure de contrôle au moyen d'une seconde solution tampon ayant un pH différent de celui du tampon étalonner.

La mesure du pH se fait sur une suspension du sol (rapport sol /eau = 2/5) d'abord dans l'eau distillée, puis dans une solution KCL.

b-Mode opératoire

1- pH (sol - eau distillée) :

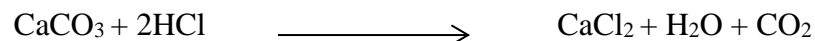
- Peser 20g de sol broyée et tamisée à 2mm dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter pendant quelques minutes à l'aide de l'agitateur magnétique.
- Après l'étalonnage de pH metre (par les solutions tampon) introduire avec précaution l'électrode de verre dans la suspension (l'échantillon).
- Lire le pH quand l'aiguille est stabilisée.

V. Analyses chimiques

V.1 : Dosage du calcaire total

a- Principe

Le dosage du calcaire total contenu dans un échantillon de sol est déterminé par gazomètre, Il est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium (CaCO₃) au contact de l'acide sulfurique (HCl)



Il s'agit de comparer le volume de CO₂ dégagé par le contact d'HCl avec un poids précis de sol avec celui dégagé par le contact d'HCl avec CaCO₃ pur et sec en qualité connue, les conditions de température et de pression restant inchangées.

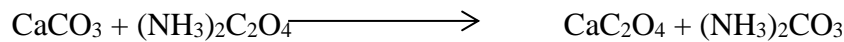
b-Appareillage

Le calcimètre de BERNARD : une burette graduée en millilitre reliée par le bas au moyen d'un tube de caoutchouc a une ampoule et par le haut a un erlenmeyer mûri à l'intérieur d'un petit tube en verre a essai.

V. 2 Dosage du calcaire actif

Le calcaire actif est une partie de calcaire totale qui se trouve dans le sol à des dimensions très fines. Pour doser le calcaire actif, on exploite la propriété du calcaire et à se combiner aux oxalates d'ammonium pour se précipiter sous forme d'oxalate de calcium.

Le principe de dosage est résumé dans l'équation suivante :



L'oxalate précipité est éliminé par la filtration, l'oxalate en excès est dosé par permanganate de potassium.

a- Réactif

- Oxalate d'ammonium : (0.2N)
- Permanganate de potassium : (0.1N)
- Acide sulfurique pur

V.3 : Mesure de la conductivité :

a- Principe :

La conductivité d'un liquide est fonction de sa concentration en électrolyte, en pratiquant des extraits aqueux de sols, la mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous.

L'extrait aqueux à saturation est indispensable pour obtenir par recoupement les proportions des cations échangeables du complexe adsorbant et des cations solubles de la solution du sol.

La conductivité d'une solution est donnée par l'expression :

$$\text{CE} = \frac{\text{K}}{\text{R}}$$

Ou :

K : constante d'étalonnage de la cellule.

R : la résistivité.

CE : exprimé en (mmhos/cm) ou par (s/cm), cette mesure est donnée à des températures différentes : en France, 25c° aux USA.

b-Mode opératoire pour l'extrait à saturation :

- Peser 250g de terre fine dans une capsule de porcelaine.
- Humecter la terre, sans malaxer, avec de l'eau distillée jusqu'à ce que l'eau ne s'infilte

Plus, utiliser une burette pour connaître le volume d'eau utilisée.

- Malaxer avec une spatule et rajouter de l'eau jusqu'à obtention d'une pâte satisfaisant aux conditions suivantes :
 - . La terre se détache de la spatule.
 - . La masse de terre glisse doucement sur le fond de la spatule.
 - . La pâte présente une surface brillante, sans qu'il se forme de l'eau libre.
 - . Un sillon de quelque millimètre trace dans la pâte se referme au bout de 10

coups.

- Noter le nombre de ml d'eau versés.
- Rassembler la pâte au fond de la capsule en ménageant un trou 2 à 3cm.
- Couvrir et laisser reposer quatre heures pour assurer la diffusion des sels solubles.
- Au bout d'une heure, si de l'eau s'est rassemblée dans le creux, le point de saturation a été dépassé et il convient de rajouter une quantité mesurée de terre.

Dans le cas contraire, renouveler les teste précédents.

- Passer la pâte sur la centrifugeuse à 2400 tours par minute pendant 10minutes.
- Récupère la solution dans un flacon.

Noter le volume, est mesurer la conductivité avant toute dilution et toute d'autre détermination (dosages des Anions (chlorures Cl^- , carbonates CO_3^- , bicarbonates HCO_3^- et des sulfates SO_4^-), et les bases échangeables.

CHAPITRE 4

Résultats et discussions

Dans un objectif méthodologie de comparaison des résultats trouvés avec ceux des travaux antérieurs, on doit noter que les différents résultats repérés par les services du BNEDER (station de Djelfa), sont considérés comme témoins. Il est à signaler aussi que nos échantillons sont récoltés et analysés simultanément avec notre collègue étudiante en master spécialité E.E, d'où un même protocole qui sera suivi avec évidemment deux objectifs différents. Ainsi les travaux de prospection, d'échantillonnage et le principe d'analyses pédologiques sont communs et exploités parallèlement par les deux PFE.

Les différentes analyses sont réalisées dans les laboratoires : (HCDS, et l'INSID de Ksar - chellala). Les autres données sont recueillies et collectées à partir des services de la Wilaya à savoir la D.S.A et CCLS. Tandis que les cartes sont élaborées avec le soutien technique des ingénieurs du BNEDER.

Pour les échantillons des sols et de certains engrais sont réalisés sur terrain par nos soins.

I. Zone 1 « Tâadmit »

I.1. Caractérisation des sols :

a-Analyses physiques (granulométrie, texture et structure)

Le travail est réalisé sur un profil A, et d'après les résultats trouvés notre échantillon est de faible profondeur, renfermant une croûte calcaire très remarquable, avec une charge caillouteuse moyenne, cette structure n'est pas contraignante aux travaux du sol. Les résultats d'analyses physico-chimiques ont montré les valeurs suivantes :

b-Texture

Les résultats d'analyses granulométriques ont montré une texture sablo-limoneuse sur l'horizon superficiel, soit une valeur de 56,03% pour le sable et presque 27% pour celui du limon, avec une présence d'une croûte calcaire.

**Tableau 12 : Résultats de la granulométrie
du Sol de la zone 1 « Tâadmit »**

Granulométrie	%	
Argile	17,02	
Limon Fin	13,87	26,95
Limon Grossier	13,08	
Sale Fin	48	56,03
Sable Grossier	8,03	

Il est à noter que la zone de travail appartient à la région sud de la wilaya de Djelfa, l'étage aride et sub-aride, dans le territoire présaharien dominé par les sols sableux à plus de 56.03% (SF+SG) en majorité fin.

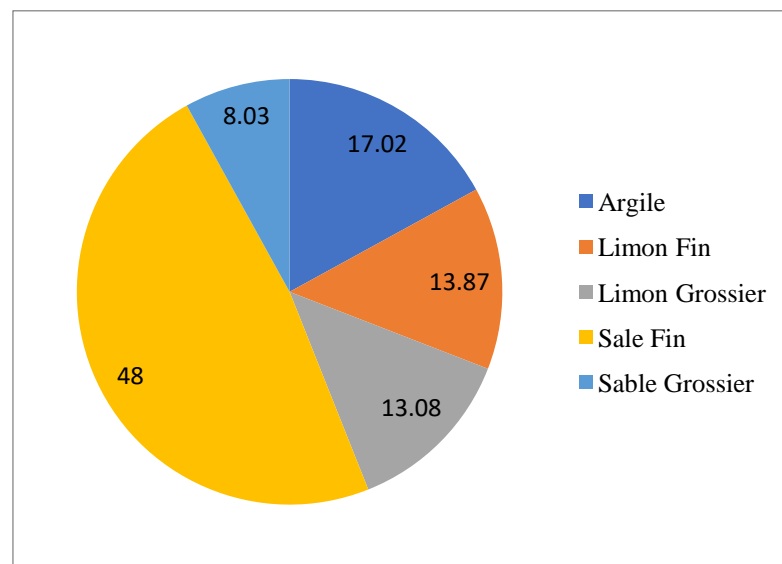


Figure 14. Granulométrie de la zone de Tâadmit

En absence d'une culture permanente d'arboriculture, ces particules accentuent le phénomène de désertification et les vents de sable. Au contraire ce type de sable fin est demandé dans

d'autres cultures telle que les cultures fourragères et maraichères. Le sable grossier est recommandé à l'arboriculture.

c-Structure

La forme générale des sols analysés est de forme finement polyédrique, avec des aspects différents.

I.2 . Analyses chimiques

a-La conductivité électrique :

Le but de cette analyse est d'estimer la teneur globale des sels dissous dans les particules du sol, le résultat de ce paramètre a donné un niveau très faible ($CE < 0.18$ mmhos au 1/5), ce qui exprime que ce sol est non salin.

b-La fertilité chimique :

L'échantillon analysé a donné une valeur avec une faible capacité d'échange cationique ($CEC < 9$ meq/100g), ce qui explique sa faible fertilité chimique. Contrairement à sa teneur en matière organique qui est moyennement décelable avec une valeur de 2.09%.

Tableau 13. Résultats des moyennes des analyses chimiques et matière organique des échantillons de sols analysés de la zone 1 « Tâadmit »

Paramètres / Echantillon	Caco ₃ Total (en %)	Caco ₃ Actif (en %)	CEC (en méq /100 g)	PH (au 1/5)	C.E mmhos/cm. (1/5)	C %	MO %
Echantillon Témoin	23,50	15,22	8,71	8,34	0,18	1,21	2.09
Echantillon sans engrais	33.125	38		8.43	627us/cm		
Echantillon avec engrais	20.625	36.5		8.49	627us/cm		

c-Solution du sol :

Le résultat de l'analyse du pH est donc 8,34 pour le témoin, ce sol est donc légèrement alcalin. La nature du climat aride peut être à l'origine de cet équilibre afin de rendre le sol plus alcalin. Pour les autres échantillons, le pH enregistré est 8,43 et 8,49, respectivement sans engrais et avec engrais cela indique que la majorité des sols sont alcalins et les engrais sont sans effet. Par conséquent les plantes et les microorganismes présentes sont basophiles.

d-Calcaire total :

Dans l'échantillon témoin, les couches superficielles du sol sont fortement calcaires 23.50%, ce qui va inhiber le travail du sol d'où les risques majeurs aux cultures. Dans l'échantillon analysé du sol dépourvu d'engrais, les valeurs sont excessivement élevées cela peut être dû à l'absence des réactions chimiques permettant un équilibre. Contrairement aux échantillons renfermant des quantités d'engrais les valeurs sont nettement moins 20,625 %, ce qui laisse à dire que l'engrais ajouté à jouer un rôle important dans l'absorption du calcaire total, et il est soit lessivé ou bien absorbé par les végétaux.

e-Calcaire actif :

Dans le profil analysé l'échantillon témoin a enregistré des taux de 15 % de calcaire actif, ce paramètre est présent avec des teneurs légèrement supérieures à 15%, considérées comme fort avec des risques pour une large gamme de cultures. Les autres échantillons sont encore plus grands, avec des valeurs double par rapport au témoin, ces valeurs sont élevées peut-être à cause de l'activité des végétaux, (relation sol-végétation) ou bien la présence d'engrais ou encore à cause des eaux d'irrigation ou des pluies.

I.3 Synthèse de la prospection pédologique :

La présence de la croûte calcaire estimée entre 03 à 05 cm, considéré pour la plupart des cas une contrainte à l'activité agricole, sauf que les œuvres d'aménagement et de restructuration sont possible en déployant des efforts considérables allant jusqu'à 40 cm et plus. Pour la plupart des cas. Cette même partie importante présente un avantage d'être de forme non indurée aux travaux de labour et de plantation par ouverture de trou creusé. Cette particularité permet d'améliorer l'horizon du sol et le rendre plus alléger à la culture. On note aussi que ces sols renferment des faibles niveaux de fertilité chimique, l'amendement par des engrais est tolérables avec des optimums de doses très bien étudié.

D'où il est évident maintenant pour rentabiliser les terres et améliorer leurs productivités en produits agricoles, il faut exercer des travaux au préalable des sols et enrichir leurs composantes en matières minérales et organiques. La mise en valeur et la réhabilitation nécessite donc :

- L'apport des amendements minéraux bien évalués en quantité en fonction des besoins des cultures suivant leur cycle végétatif (uniquement fumure d'entretien) ;
- Contrôler la mesure du pH et diminuer l'alcalinité par l'incorporation des composés d'acidité introduits de différentes manières dans l'eau d'irrigation surtout les premières années de la mise en valeur ;
- Réaliser des améliorations foncières (de préférence des défoncements) pour détruite avec précaution la croûte existante et espérer une légère augmentation de la profondeur.
- Assurer après, un épierrage de surface (ramassage des fragments et débris de croûte calcaire).
- Une correction de la fertilité par l'incorporation des amendements organiques à base de fumier, et paille des céréales ;
- Un Choix judicieux des cultures à enracinement peu profonds et l'application rigoureuse des itinéraires techniques des cultures (cf. chapitre : aptitude culturale) ;
- Le respect des assolements et des rotations des cultures par l'investisseur.

On s'accorde donc avec la synthèse établie par le bureau nationale d'étude et de développement, qui lui favorise les travaux d'aménagement et de préparation des terres avant chaque culture, d'autant plus que chaque type de culture nécessite un sol particulièrement riche en matière minérale et organique. Car les sols dans notre région sont généralement faibles, pauvres et meubles qui exigent des mesures appropriées, afin de les mettre en évidence pour l'agriculture en intensif ou extensif. Les sols dans ces régions sud de la wilaya ont été classé et préféré pour les cultures fourragères au départ, mais maintenant sont demandé pour toutes formes de culture, (fourragère, céréalière, maraichère et de l'arboriculture fruitière...). De plus sont considérées comme étant les meilleurs parcours naturels. Devant ce paradoxe la prise de décision est alors limitée aux exigence édaphiques, climatiques et la capacité des agriculteurs d'apporter des amendements et des apports en engrais et d'améliorer le système d'irrigation. Le classification et l'aptitude culturales n'est projeté qu'après les aménagements préalables dans les superficies éventuellement mises en culture.

Les cultures envisageables pour ce type de sol, en tenant compte des conditions climatiques très particulières qui limitent le choix des cultures et les espèces végétales, et si on suppose que l'eau d'irrigation est de bonne qualité chimique, avec des sols présentant des caractéristiques Siérozems de steppe à croute calcaire considérable, avec un ajout important d'engrais chimiques et organiques. Les cultures recommandées et qui s'adaptent mieux sont :

- **Strate arborée** ; l'olivier, amandier, pommier. (Bonne aptitude)
- **Strate herbacé / arbustive** ; oignon, orge, vesce avoine. (Bonne aptitude)

Les autres espèces végétales avec une aptitude culturelle moyenne adaptés à ce type de sol sont :

- **Toutes les cultures céréalières** ;
- **Toutes les cultures fourragères** ; Cultures maraichères (pomme de terre, navet, carotte, choux pommé, choux fleur, épinard, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois)

II. Dans la zone 2 « d'Ain oussera »

A une profondeur estimée à 30 cm, les échantillons sont pris soigneusement, afin de subir les différentes analyses.

II.1 Résultats analytiques de la granulométrie.

Les analyses granulométriques sont enregistrées dans le tableau suivant. Les remarques tirées de ces analyses sont : pour le sable, il représente plus de 72% (SF= 41,02% et SG=31,43%) de la totalité de l'échantillon analysé, ce qui explique que la zone elle se trouve dans un couloir sableux et les particules du sable fin 41%, sont transportées pour la plupart du temps dans tout le territoire du nord de la wilaya ce qui est nuisible à la vision (dune de sable tout au long de la route RN°1) et néfaste à l'agriculture. Néanmoins les valeurs moyennement importantes du limon 18,48% (LF=6.58% et LG=11.9%), sont importantes cela explique la remonter de l'agriculture dans cette région du Nord de la wilaya, auquel s'ajoute l'apport considérable d'engrais organique (fumier et surtout fiente), disponible dans ces zones à cause de l'activité avicole très importante.

**Tableau 14 : Résultats des analyses
de la granulométrie des sols de la zone 2 Ain oussera**

Granulométrie	%	
A	9,07	
LF	6,58	18.48
LG	11,9	
SF	41,02	72.45
SG	31,43	

a-Texture :

Le résultat de l'échantillon dans ce profil, est d'une faible profondeur, d'encroutement calcaire avec une charge caillouteuse moyenne, et non contraignante pour les travaux de préparation du sol. Selon la tringle texturale de U.S.D.A, et d'après les résultats trouvés, la texture du sol est sablo-limoneuse sur l'horizon superficiel, d'autre part le régime hydrique de ce profil est défavorable suite à la présence de la croute calcaire qui la fragilise et par conséquent il la casse facilement, d'où l'apport d'eau par l'irrigation qui est donc obligatoire et avec des quantités plus importantes, en améliorant d'avantage les propriétés physiques de ces sols.

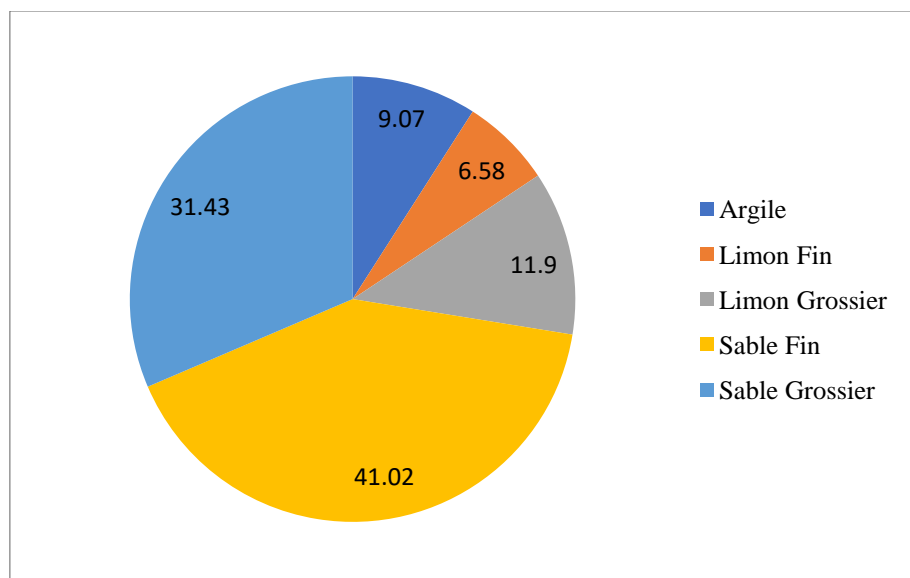


Figure 15. Granulométrie de la zone 2 Ain oussera

b-Structure :

Il en résulte que la structure trouvée des sols est finement polyédrique. En prenant des formes très variés, ce qui complique les techniques et les mesures prises lors de la préparation du sol à la culture.

II.2 Analyses chimiques des échantillons de sol

Les résultats des analyses chimiques ont donné les résultats suivants :

a-La conductivité électrique

Cette valeur nous donne une idée sur la teneur globale des sels dissous, dans notre cas les valeurs enregistrés sont très faibles ($CE < 0,09$ mmhos au 1/5) ce qui exprime que le sol échantillonné est non salin.

b-Solution du sol

Au niveau de l'échantillon analysé, le pH trouvé est (8,79), d'où ce sol est de nature alcaline, cela est due peut-être à la spécificité du climat dans ces régions qui est aride.

c- Calcaire total

Les sols rencontrés dans la zone d'étude sont assez calcaires dans l'horizon de surface, cette caractéristique inhibe les cultures qui demandent des profondeurs importantes. Pour le témoin et l'échantillon avec engrais on a enregistré des taux importants respectivement 13.25% et 13,125%, ces valeurs sont élevées peut être dû à une activité entre les particules du sol et les éléments chimiques incorporés avec ses constituants. Tandis que l'échantillon sans engrais, la valeur est 10%, cette faible valeur proportionnelle est expliqué par l'absence d'activité agro-pédologique et agro-chimique.

Tableau 15. Analyses chimiques des échantillons de sol zone 2 d'Ain oussera

Paramètres / Echantillon	Caco ₃ Total (en %)	Caco ₃ Actif (en %)	CEC (en méq /100 g)	PH (au 1/5)	C.E mmhos/cm. (1/5)	C %	MO %
Echantillon Témoin	13,25	5,29	4,05	8,78	0,09	0,34	0,59
Echantillon sans engrais	10	25		8.42	216		
Echantillon avec engrais	13.125	15.5		8.22	340		

b-Calcaire actif

Pour l'échantillon témoin le calcaire actif est considéré comme faible avec une teneur de 5.29% (peu chlorose), ce taux ne présente aucun risque pour les cultures. Tandis que celui enregistré suite à nos analyses est cinq fois supérieur au témoin, ce taux n'a pas été absorbé et il est accumulé par les plantes et l'activité (agro-pédologique) est sans effet. Contrairement à celui amendé avec l'engrais on remarque que les taux sont moins et l'engrais a joué un rôle d'équilibre et il diminué ces quantités de calcaire.

d-Capacité d'échange cationique

Les résultats très faibles en capacité d'échange cationique ont montré une faible en fertilité chimique $CEC < 4.05$ meq/ 100g, montre que le sol est pauvre et qui présente une fertilité avoisine 0.59%, cette teneur indique que le sol nécessite une fertilisation pour d'éventuelles cultures.

II.3. Synthèse de la prospection pédologique :

Les différents résultats des différents paramètres pédologiques des sols échantillonnés ont pu mettre en évidence les contraintes liées à la présence des croûtes de 03 à 05 cm, néanmoins elles présentent l'avantage d'être de forme non indurée. Les techniques d'aménagement et de mise ne valeur sont recommandés à des profondeurs allant de 30 cm et plus. Dans ce type de

sol, ces valeurs sont considérées comme des facteurs limitants par les contraintes rencontrées, ils sont donc amendables car leurs taux de fertilité chimique sont très faibles.

De ce fait, une mise en valeur par des travaux destinés à ces sols aussi des corrections sont demandés afin de rendre ces sols fertiles et utiles pour la mise en culture de ces sols en rendant leur qualité appréciable. De ce fait il est impératif de suivre ces règles :

- ✓ Une correction de la fertilité par l'incorporation des amendements organiques à base de fumier, et paille des céréales ;
- ✓ L'apport des amendements minéraux bien évalués en quantité en fonction des besoins des cultures suivant leur cycle végétatif (uniquement fumure d'entretien) ;
- ✓ Contrôler la mesure du pH et diminuer l'alcalinité par l'incorporation des composés d'acidité introduits de différentes manières dans l'eau d'irrigation surtout les premières années de la mise en valeur ;
- ✓ Un Choix judicieux des cultures à enracinement peu profonds et l'application rigoureuse des itinéraires techniques des cultures (aptitude culturale) ;
- ✓ Le respect des assolements et des rotations des cultures par les concessionnaires.

Les cultures envisageables pour ce type de sol, en tenant compte des conditions climatiques très particulières qui limitent le choix des cultures et des espèces végétales, et si on suppose que l'eau d'irrigation est de bonne qualité chimique, avec des sols présentant des caractéristiques calcimagnésiques et de couleur brunâtre à croute calcaire. Aussi l'ajout d'un apport important d'engrais chimiques et organiques. Les cultures recommandées et qui s'adaptent mieux sont :

- **Strate arborée** ; l'olivier, amandier, pommier.
- **Strate herbacé / arbustive** ; oignon, orge, vesce avoine

Les autres espèces végétales moyennement adaptés à ce type de sol sont :

- **Toutes les cultures céréalières**
- **Toutes les cultures fourragères** : Cultures maraichères (pomme de terre, navet, carotte, choux pommé, choux fleur, épinard, laitue, ail, pastèque, melon, haricot, concombre, pois)

Les amendements en engrais chimiques utilisés dans l'agriculture, dans la wilaya de Djelfa durant 06 ans, ces données sont recueillies de la DSA de Djelfa et du CCLS. On remarque que ces données ne sont pas détaillées de la manière suivante ; c'est-à-dire par rapport aux zones d'activité culturales, par agriculteur et selon le type du végétale. On remarque aussi que ces valeurs sont variables d'une année à une autre et d'un type d'engrais par rapport à un autre. Il est à signaler que l'année 2019 a enregistré les grandes quantités d'utilisation (NPK 9992,50 Qx), presque le double, par rapport aux années qui la précèdent et les années qui la succèdent, cela peut être est due au COVID 19 et la rareté des importations des engrais et aussi à la limitation des activités liées à l'agriculture et la commercialisation des produits sensibles, durant ces deux dernières années, 2019-2020 et 2020-2021.

Tableau 16 : Quantités des engrais minérales composés

Période 2016-2021 dans la wilaya de Djelfa

Produits	2016	2017	2018	2019	2020	2021
NP	210,00	2 213,75	1 232,00	3 883,50	6 001,00	1 269,0
NK	0,00	439,00	455,00	615,00	420,00	60,0
PK	0,00	15,00	15,00	0,00	20,00	30,0
NPK	0,00	4 865,00	5 749,00	9 992,50	4 336,50	4 772,0

Source CCLS Djelfa 2022

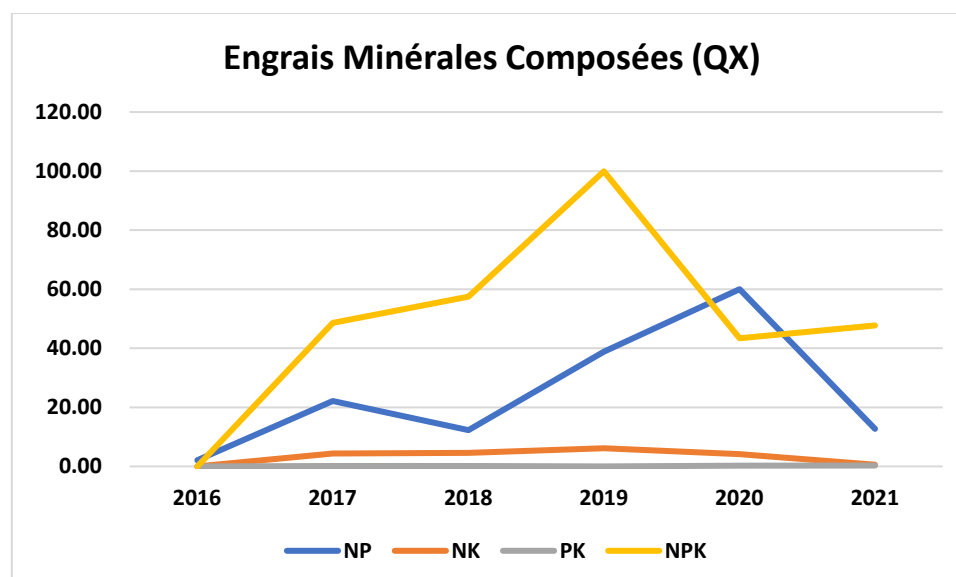


Figure 16. Evolution des utilisations des engrais minérales composés période 2016-2021 dans la wilaya de Djelfa

Quant aux espérances des agriculteurs et des autorités compétentes les quantités des fertilisants utilisés restent insuffisantes et loin des normes internationales, si on prend en considération les étendues de la wilaya et aux grandes superficies (SAU), et surtout que les sols dans la Wilaya sont considérés dans leur ensemble comme des sols pauvres. Si on suppose que les grandes valeurs enregistrées dans les 09 communes voir Fig qui relèvent les superficies les plus grandes des terres soumises à l'agriculture, nos stations font partie de cette liste (Tâadmit 2580 ha et Ain oussera 2009 ha) et les agriculteurs utilisent des engrais pour développer leurs agricultures en (SAU irrigué), (DSA. Djelfa, 2022)

a- L'importance de la potasse

Dans le sol, le potassium est, soit :

- Sous forme ionique (K+) dans la solution du sol,
- Sous forme ionique (K+), absorbé sur les charges du sol (CEC) ;
- Dans la matière organique du sol, où il est très soluble et facilement mobilisable pour les plantes, quel que soit l'âge de la matière organique,
- Dans les minéraux (argile, feldspaths, micas...) : il est alors « libéré » que par décomposition des minéraux.

Tableau 17. Utilisation de la potasse dans la wilaya de Djelfa durant 06 années

Produits	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Potasse K ₂ O	0,00	652,00	660,00	61,00	20,00	1,0
Autres 4	0,00	0,00	0,00	1 347,00	0,00	-

Source CCLS Djelfa 2022

b- Le rôle de la matière organique (MO)

La matière organique dans le sol est composée comme suit :

- Microfaune et Microflore du sol dont le rôle est de dégrader et recycler les résidus végétaux et les cellules mortes : vers de terre, arthropodes, protozoaires...

- Microflore d'assimilation (rhizosphère) : bactéries et champignons dont le rôle est de solubiliser les éléments nutritifs et de les rendre assimilables pour les racines.

L'interprétation de taux de la matière organique dans le sol est de la façon suivante :

Matière organique = Carbone organique x 1.72

Ou

Azote organique x 20

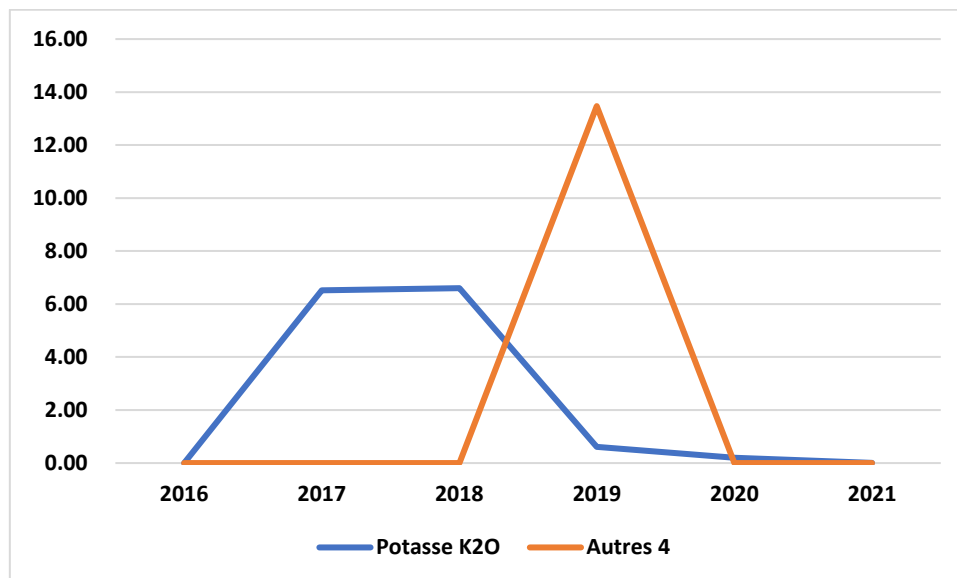


Figure 18 : Taux d'engrais potassiques (K) (QX) utilisés dans l'agriculture pour la wilaya de Djelfa, période 2016-2021

c- Dynamique du phosphore

Le phosphore existe dans le sol sous de multiples formes :

- Le phosphore dissout dans la solution du sol. Il est en quantité très faible : 0.1 à 1.5kg/ha (sur les 20 à 30 premiers centimètres du sol).

- Le phosphore lié, le phosphore est soit lié à des éléments du sol (argile, par exemple), soit associé au fer, aluminium, calcium, magnésium...
- Le phosphore organique (apporté par les effluents d'élevage) : représente 20% à 80% du phosphore total du sol,

Tableau 18. Utilisation du Phosphore dans la Wilaya de Djelfa par le secteur de l'agriculture

Produits	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TSP	0,00	0,00	22,00	200,00	10,00	100,0
SSP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Autres 3	531,75	3,00	2 797,00	3 702,00	91,00	3 728,0

Source CCLS Djelfa 2022

- Les plantes peuvent absorber certaines formes organiques mais, le plus souvent, elles absorbent les ions provenant de la minéralisation des matières organiques. D'où l'importance de favoriser une vie microbienne intense.

Il faut noter que le phosphore « vieillit » dans le sol (en devenant de moins en moins accessible pour les plantes d'où l'importance de fractionner les apports et de préférer les formes les plus solubles.

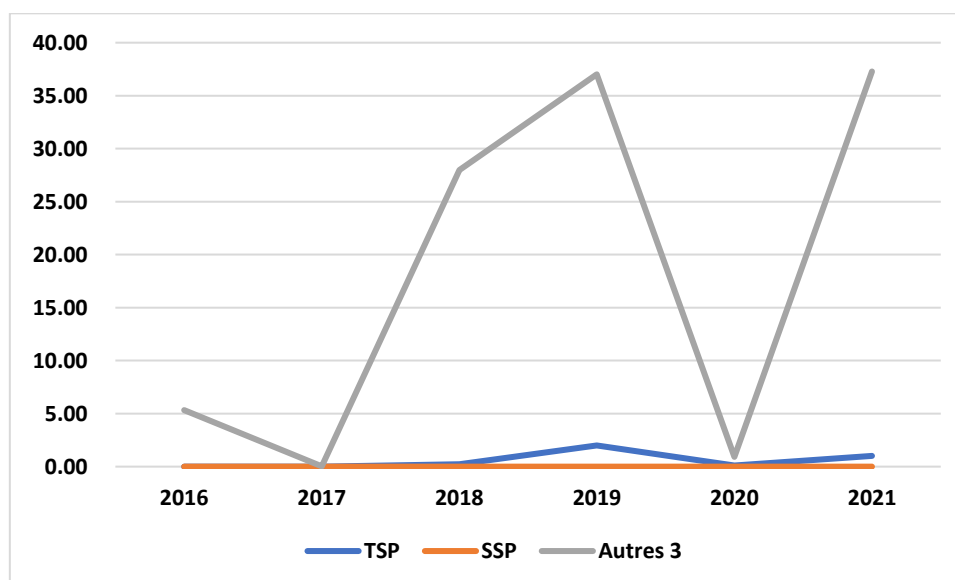


Figure 19 : Taux d'engrais minérales simples phosphatés (P) utilisés dans l'agriculture pour la wilaya de Djelfa, période 2016-2021

B-Analyse de sols**a-Valeurs fertilisantes**

Avec l'azote (N), il existe deux grandes catégories d'éléments fertilisants :

- ❖ Les macro-éléments : phosphore (P₂O₅), potassium (K₂O), magnésium (MgO), calcium (CaO).
- ❖ Les oligo-éléments : manganèse (Mn), cuivre (Cu), zinc (Zn).
- ❖ Le bore (B)

Tableau 19. Utilisation des Engrais Minérales Simples Azotés (N) (QX) dans la wilaya de Djelfa

Période 2016-2021

Produits	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Urée	1 030,50	7 361,00	7 426,00	6 462,00	8 192,00	9 203,0
Sulfazote 26 %	0,00	200,00	449,00	0,00	0,00	332,0
Sulfate d'ammonium	202,00	1 070,00	1 190,00	2 658,00	151,00	200,0
Azofert N 21 %	0,00	2 247,00	2 115,00	58,00	28,00	336,0
Autres 2	0,00	890,00	569,00	273,00	1 670,00	275,0

Source CCLS Djelfa 2022

b-Macro-éléments

La somme des ions (Ca²⁺, K⁺, Mg²⁺, Na⁺) doit représenter 70% à 80% de la capacité de stockage du sol, l'espace restant étant occupé par le cation H₃O⁺, responsable de l'acidité du sol.

c-Oligo-éléments

Ce sont des éléments très complexes dont l'assimilation dans la plante reste fragile car elle est liée au pH (plage optimum 6,5 à 6,8), aux autres éléments, aux taux de matières organiques...

Tous les oligo-éléments peuvent devenir toxiques si leur présence atteint un niveau excessif.

Il est a signalé que pour les apports non contrôlés, en particulier liés aux épandages de boues de stations d'épuration ou de déjections animales.

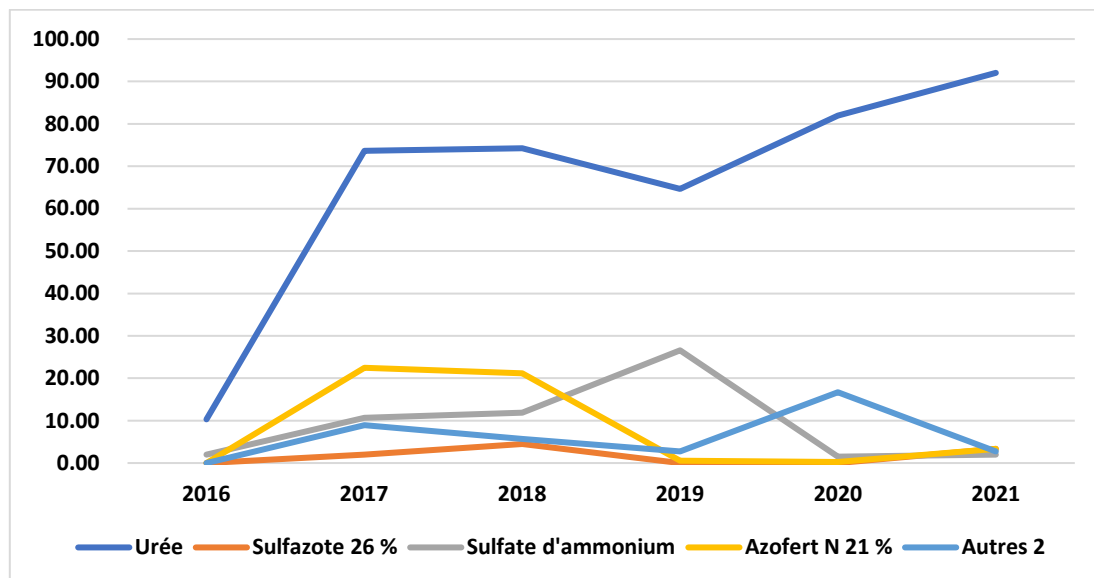


Figure 20. Evolutions des utilisations des engrais simples azotés (N) (QX)

4. La dynamique de l'azote

Les 5 comportements azotés du sol et la quantité d'azote contenue/ha de terre

a-Humus stable :

- Molécules assurant des rôles physiques et d'échange dans le sol. Il participe très peu aux transferts d'azote. Il représente environ 60 à 80% des matières organiques totales.
- De 15 à 30% de l'humus total. Ce sont des molécules organiques à faible durée de vie (réserve en nutriments).

b-Biomasse :

- Bactéries + champignons vivants + crustacées + insectes + lombrics...

c-Résidus de culture :

- Débris végétaux : leur qualité dépend de la rotation

b-Compartment minéral :

- Apports extérieurs d’azote minéral-azote minéralisé par la biomasse du sol

C. Aptitude culturale de la zone de Tâadmit :

On remarque que dans cette zone et dans la région de NTHILLA et MAAGTAA EL WASAT, une diversification des agricultures et il existe plusieurs strates de végétation cela est dû au microclimat local, moins de grêles, la nature du sol et la qualité d’eau. L’apport en engrais est important pour augmenter les rendements car les potentialités de cette zones énormes, et peuvent remplacer l’offre fourrager des parcours naturels qui sont en dégradation massive. Par les cultures fourragères surtout la luzerne (trois espèces), qui ont prouvé leurs capacité d’adaptation.

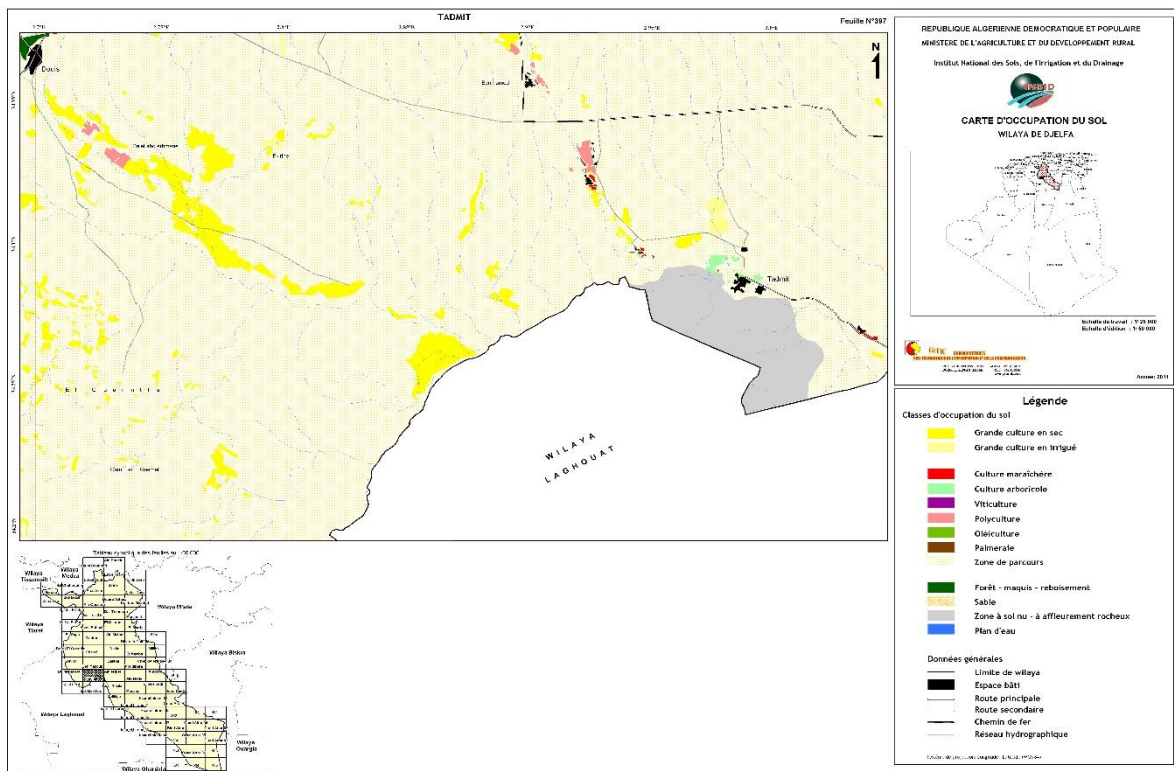


Figure 21. Carte d’occupation du sol dans la région de Tâadmit

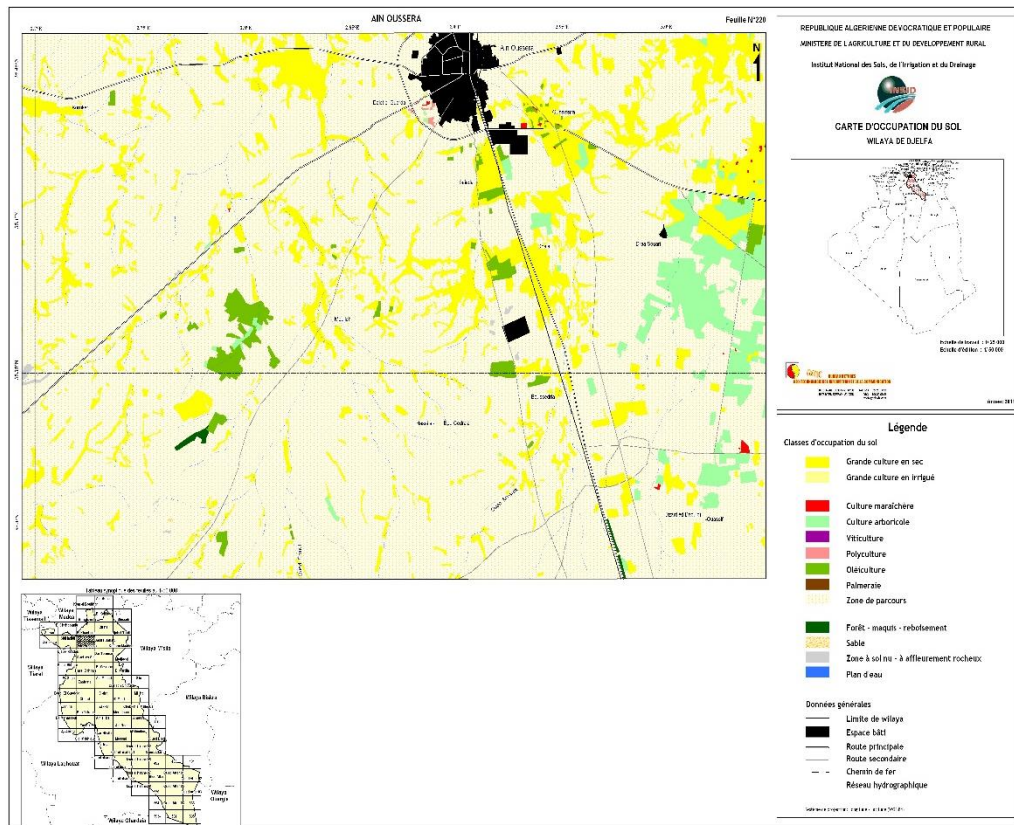


Figure 22. Carte d'occupation du sol dans la région d'Ain oussera

Conclusion Générale

A l'issue de ce travail et à l'image des résultats trouvés il est impératif maintenant de se pencher vers une fertilisation équilibrée afin d'augmenter les rendements en produits agricoles et de nourrir les sols pauvres de notre région. Certes la vocation de la steppe est en général terre de parcours et le sol doit rester sans bouleversement et sans détérioration par les labours et autres techniques de restauration et de réhabilitation. Sauf pour quelques zones comme le cas de Taadmit et Ainoussera et Benahar ont prouvé leur potentialité dans l'agriculture mieux que les autres communes de la wilaya de ce fait il est nécessaire de recommander aux agriculteurs de ces zones d'apporter des quantités importantes d'engrais chimiques (minérales et organique) mais avec des quantités et des doses bien spécifiques à chaque type de sol et à chaque type d'agriculture.

On s'accorde donc avec la synthèse établie par le bureau nationale d'étude et de développement, qui lui favorise les travaux d'aménagement et de préparation des terres avant chaque culture, d'autant plus que chaque type de culture nécessite un sol particulièrement riche en matière minérale et organique. Car les sols dans notre région sont généralement faibles, pauvres et meubles qui exigent des mesures appropriées, afin de les mettre en évidence pour l'agriculture en intensif ou extensif. Les sols dans ces régions sud de la wilaya ont été classé et préféré pour les cultures fourragères au départ, mais maintenant sont demandé pour toutes formes de culture, (fourragère, céréalière, maraichère et de l'arboriculture fruitière...). De plus sont considérées comme étant les meilleurs parcours naturels. Devant ce paradoxe la prise de décision est alors limitée aux exigences édaphiques, climatiques et la capacité des agriculteurs d'apporter des amendements et des apports en engrais et d'améliorer le système d'irrigation. La classification et l'aptitude culturales n'est projeté qu'après les aménagements préalables dans les superficies éventuellement mises en culture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDELGUERFI, 1994, Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M. Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et-ou pastoral : diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 29-41 (Cahiers Options Méditerranéennes ; n. 62)

ABDELGUERFI. A, 1987. ABDELGUERFI, Aissa et ABDELGUERFI BERREKIA, Rhallia. Réflexions sur la valorisation de quelques espèces fourragères adaptées aux zones arides et semi-arides. 1987.

ANONYME, 2014)

ABIVEN. S, 2004. Samuel Abiven. Relations entre caractéristiques des matières organiques apportées, dynamique de leur décomposition et évolution de la stabilité structurale du sol. Sciences de la Terre. Agrocampus - Ecole nationale supérieure d'agronomie de renneS, 2004

BAISEetGIRARD,1995. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-02/010012007.pdf.

BALDOCK et NELSON, 1999. <https://www.rapport-gratuit.com/methode-alternative-pour-la-caracterisation-fonctionnelle-par-spectrofluorescence-des-composes-organiques-dissous-dans-les-ecosystemes/>

BENCHETRIT.M, 1956. Les sols d'Algérie. In: Revue de géographie alpine, tome 44, n°4, 1956.pp.749-761;doi:<https://doi.org/10.3406/rga.1956.1790>

MONOGRAPHIE DE LA WILAYA DE DJELFA 2021.

BELPHINE.B, 2013. Les résultats ont été publiés dans le Journal of Environmental Quality. Futura-Sciences publication initiale le 3 mai 2013.

BONIN, 2006. Connaissance des sols, introduction à la pédologie. S. BONIN, 2006

CHARNAY, 2005. Charnay, F. (2005) Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Université de Limoges, Limoges.

DUCHAUFOR, 1977. Bresson, L.-M. (1978). Compte rendu de [Duchaufour, P. (1977) : Pédologie ; t. I, Pédogenèse et classification, Paris, Masson, XVI et 477 p., 92 fig., 16 pi. Phot, 17 x 24,5 cm, cartonné toile, 160 FF]. Géographie physique et Quaternaire, 32(2), 177-178. <https://doi.org/10.7202/1000348ar>

DUCHAUFOR, 1984. Fabre Guilhem. Pédologie, par D. Duchaufour. coll. Abrégés de Sciences, 1984 ; La terre, les eaux, l'atmosphère par le Bureau des Longitudes. Coll. Encyclopédie scientifique de l'univers. 1984. In : Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°5, 1er semestre 1985. p. 63 ; Fichier pdf généré le 04/05/2018

DUCHAUFOR, 2001. Introduction à la science du sol, Sol, Végétation, Environnement, 6eme édition de l'Abrégé de la pédologie.

GIRARD et al., 2004. Girard, M. C. (2004) & Hamdi-Aissa, B., Apport des données satellitaires pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement du risque salinisation dans l'écosystème désertique (cuvette de Ouargla, Algérie). X^{ème} journée scientifique du réseau de télédétection de l'AUF, Géorisque et télédétection, Ottawa, 177-180.

GOBAT et GREDAAL, 2003. Gobat J.M., Argano M., Matthey W. 2010. Le sol vivant. Ed. Lausanne. 522p.

GOBAT et al., 2010. Title={Le sol vivant: bases de p{\e}dologie, biologie des sols}, author={Gobat, J.M. and Aragno, M. and Matthey, W.}, isbn={9782880747183}, series={G{\e}rer l'environnement}, url={https://books.google.dz/books?id=zctE3re2NIoC}, year={2010}, publisher={Presses} polytechniques et universitaires romandes}

HILLEL, 1984. L'eau et le sol, principes et processus physiques / Daniel Hillel, ; trad. de l'anglais par Louis W. De Backer, 1984

HUBERT, 2006. G., Schaub, C., 2011. La fertilisants des sols. L'importance de la matière organique. Chambre d'Agriculture, BasRhin. Service Environnement-Innovation, 46.

IOUALALEN Genima 2012, ENSA Alger mémoire de magister, « Analyse multi-temporelle de la végétation de la réserve naturelle d'El Mergueb (M'sila) par application des techniques géomatiques.

LAHLOU et al., 2005. S. Lahlou (1), M. Ouadia (1), O. Malam Issa (2), Y. Le Bissonnais (2) et R. Mrabet (3) Modification de la porosité du sol sous les techniques culturales de conservation en zone semi-aride Marocaine.

LE SAIGAUX, 2010. ELD Initiative & UNEP (2015). L'économie de la dégradation des terres en Afrique : les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais ; disponible sur www.eld-initiative.org.

LE CLERC, 2001. Cite this article Simard, R. R. & Beauchemin, S. (2002). Relation entre la richesse du sol en phosphore et la concentration en phosphore de l'eau de drainage dans deux agro-écosystèmes. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 15, 109–120. <https://doi.org/10.7202/705489ar>.

LE CLERC, 2018. CLERC Denis, « Nationaliser le sol, histoire d'un débat », *L'Économie politique*, 2018/2 (N° 78), p. 8-18. DOI : 10.3917/leco.078.0008. URL: <https://www.cairn.info/revue-l-economie-politique-2018-2-page-8.htm>.

MOKRANI, 2010. Abbeche2005ContributionL, title={Contribution {\`a} l'identification des sols effondrables}, author={Khelifa Abbeche and Lakhdar Mokrani and A Boumekik}, Year = {2005}.

MAURIS, 1998. Rachid Amara, « Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins. Exemple de la Manche-mer du nord », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 8 | octobre 2010, mis

en ligne le 04 octobre 2010, consulté le 10 novembre 2022. URL: <http://journals.openedition.org/vertigo/10129>; DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.10129>.

NEDJRAOUI, 2003. Nedjraoui Dalila et Bédrani Slimane, « La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 8 Numéro 1 | avril 2008, mis en ligne le 01 avril 2008, consulté le 11 novembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/5375> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.5375>

PETTIT ,2002. Philippe Chéry, Alexandre Lee, Loïc Commagnac, Anne-Laure Thomas-Chery, Stéphanie Jalabert et Marie-Françoise Slak, « Impact de l'artificialisation sur les ressources en sol et les milieux en France métropolitaine », *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Aménagement, Urbanisme, document 668, mis en ligne le 28 février 2014, consulté le 11 novembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/26224> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26224>

STENGEL et al., 2009. Stengel, M., Vanderbilt, D. & Spaldin, N. Enhancement of ferroelectricity at metal–oxide interfaces. *Nature Mater* 8, 392–397 (2009). <https://doi.org/10.1038/nmat2429>

SELMA. S, 2018. Contribution à l'étude de la valoriation qualitative des biodéchets en présence des facteurs et composants physico-chimiques des sols (région de Djelfa).

SOLTNER, 1988. Adil MIHOUB Effet de la fertilisation phosphatée sur la nutrition azotée et la productivité d'une culture de blé dur (*triticum durum* l. var. carioca) (dans la région d'El-Goléa-Ghardaia)U.KASDI-MERBAH Ouargla (Algérie) - Ingénieur en sciences agronomiques 2008

VILIAN, 1989. Etude de la fertilisation azotée appliquée sur la production de semences d'orge *Hordeum vulgare* L. (variété Tichedrett) en zone semi-aride de M'sila Saoudi M.,

Benkherbache N., Benniou R. et Haffaf H. Département des sciences agronomiques, université
Mohamed Boudiaf de M'sila

VIGNERON, 1967. Classification des sols : édition 1967. Grignon : CPCS, 90 p. multigr.
(Travaux CPCS 1963-1967). Aubert Georges, Betremieux R., Bonfils Paul, Bonneau M.,
Boulaine J., Dejou J., Delmas J., Drouineau G., Duchaufour P., Dupuis Jacques, Dutil P., Flon
H., Fournier Frédéric, Gelpe J., Geze B., Hebert J., Henin S., Horemans M., Jacquin F.,
Jamagne M., Maignien Roger, Meriaux S., Pedro M., Portier J., Ségalen Pierre, Servat E.,
Vigneron J. (1968).

Résumé

L'étude est basée sur l'utilisation des engrais chimiques dans l'agriculture afin de fertiliser les sols, les zones potentielles pour réaliser notre expérimentation sont situées dans les deux régions Nord et Sud de la wilaya de Djelfa, respectivement zone 1 : Tâadmit et zone 2 : Ain oussera, où les agriculteurs pratiquaient une agriculture difficile peu rentable suite aux facteurs du milieu tels que les conditions climatiques défavorables et édaphiques suite à une pauvreté importante en matière organique. Ces déficits affectent la qualité et la quantité de la production agricole. Cependant la nécessité d'apporter des fertilisants est devenue primordiale, afin de nourrir les sols soumis à l'agriculture. Pour se faire des prélèvements d'échantillons de sol ont été faites dans des terres des particuliers qui pratiquaient des activités agricoles, des échantillons, de sols ont été prélevé pour analyse avec des témoins et des sols incorporés avec quelques engrais chimiques et autres. Les résultats préliminaires ont montré que les sols ayant subi des amendements sont favorisés par les agriculteurs et les végétaux et donnent des rendements meilleurs en produits agricoles.

Mots clés : sol, engrais, fertilisation, agriculture, rendement, analyse

ملخص

تستند الدراسة إلى استخدام الأسمدة الكيميائية في الزراعة لتخصيب التربة، تقع المناطق المحتملة لتجربتنا في منطقتي شمال وجنوب ولاية الجلفة، المنطقة 1 من تادميت والمنطقة 2 عين أوسيرا، حيث كان المزارعون يعملون في ظروف صعبة الزراعة غير المربحة بسبب العوامل البيئية مثل الظروف المناخية والظروف الرديئة بسبب ضعف محتوى التربة من المغذيات. ويؤثر هذا العجز على نوعية وكمية الإنتاج الزراعي. بيد أن الحاجة إلى توفير الأسمدة أصبحت بالغة الأهمية من أجل إطعام التربة الخاضعة للزراعة. وأخذت عينات من التربة من أرض أفراد يعملون في أنشطة زراعية، وأخذت عينات، وأخذت التربة لتحليلها مع ضوابط، وأدرجت التربة مع بعض الأسمدة الكيميائية وغيرها. أظهرت النتائج الأولية أن التربة التي تم تعديلها يفضلها كل من المزارعين والنباتات وتعطي غلة أفضل في المنتجات الزراعية

abstract

The study is based on the use of chemical fertilizers in agriculture to fertilize soils, the potential areas for our experiment are located in the two regions North and South of the Djelfa wilaya, Zone 1 of Tâadmit and Zone 2 Ain Oussera, where farmers were engaged in difficult, unprofitable agriculture due to environmental factors such as adverse climatic and edaphic conditions due to poor soil nutrient content. These deficits affect the quality and quantity of agricultural production. However, the need to supply fertilisers has become paramount, in order to feed the soils subjected to agriculture. Soil samples were taken from the land of individuals engaged in agricultural activities, samples, soils were taken for analysis with controls and soils incorporated with some chemical fertilizers and others. The preliminary results showed that soils that have been modified are favoured by both farmers and plants and give better yields in agricultural products.