

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

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE SCIENCE
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE
N° : 33/DSA/2021



DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE
ET DE LA VIE
FILIERE : SCEINCES AGRONOMIQUES
SPECIALTE : SCIENCE DU SOL

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: MOHAMADI Abdelhalim

DJOUBAR Houssam

Intitulé

***Caractérisation des sols de la
zone de Magra
(M'Sila)***

Devant le jury composé de:

M ^r AMROUNE	A	MCA
M ^{elle} TIR	CH	MAA
M ^{elle} MADANI	Dj	MAA
M ^r ZEDAM	A	MCA

Président
Rapporteur
MAA Co-encadreur
MCA Examineur

Année universitaire : 2020 /2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

*Tout d'abord, Nous remercions le bon dieu
qui nous a donné le courage et la patience
pour terminer ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail et à travers ces
quelques lignes, nous tenons à remercier
toutes les personnes qui ont participé de
près ou de loin à l'aboutissement de ce
travail.*

*Nous tenons à remercier tous
particulièrement notre promoteur **M^{lle} TIR.CH**
qui a bien voulu diriger ce travail, en nous
faisant profiter de son expérience et
surtout de ses connaissances, ses conseils
et remarques qui nous ont été très
bénéfiques.*

*Vertueusement, nous tenons à remercier
notre Co-promotrice **M^{lle} Madani. Dj**, de son
efficace contribution et sa poursuite
minutieuse dès le début de la réalisation de
notre travail et à qui on demeure*

profondément très reconnaissant.

Nous remercions également

Mr ZEDAM A

nous avoir fait l'honneur de présider notre jury.

Nous remercions aussi, **Mr ZEDAM A**, d'avoir accepté d'examiner notre travail, et de faire partie du jury.

Grand merci à **Mr RAMLI B**, (propriétaire de l'exploitation agricole) d'avoir accepté et de nous autoriser de travailler sur le sol de son exploitation, ainsi que pour son accueil chaleureux.

Nous n'oublierons pas d'exprimer notre reconnaissance à nos familles et nos amis et au personnel des laboratoires des sciences agronomiques (en particulier Mr Hadj Arousi Yacine) et tous les personnes qui nous ont aidées et supportées durant ces années.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mes chères parents qui ont tant sacrifié pour moi et m'encourager

FARHAT et FATIMA

à continuer mes succès dans mes études,

Que dieu les protégés ;

A ma chère femme

A mon adorable fille MIRALÉ

A mes frères et sœurs.

A Tous mes enseignants qui m'ont aidé en particulier «M^{elle} TIR».

A mes amis Houssam Abderezak et Slimen.

A tout mes amis que j'ai connus et rencontrés durant mes études.

Halim

Dédicace

Je dédie ce travail à :
Mes chères parents qui ont tant
sacrifié pour moi et
m'encourager

À continuer mes succès dans mes
études,

Que dieu les protégés ;
A mes frères « ***Sliman-Hadhoud-
Naoumi*** ».

Et a toute la famille ***Djoubar
et Sawla***.

Et surtout ma jolie fille ***RIHAM
et ma femme*** .

A Tous mes enseignants qui
m'ont aidé en particulier «***M^{elle}
TIR***» et mes amis que j'ai
connus.

Et rencontrés durant ma vie
scolaires ***MOHAMADI ABDELHALIM
et SLIMEN HIRECHE et ABDERREZAK
GARTI*** .



Tous les étudiants de la
promotion 2^{ème} année master SS
2020 - 2021

Houssam

Table de Matière

N^o page

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figure

Liste d'abréviation

Liste des photos

Introduction générale 1-2

Première partie: Recherche bibliographique

Chapitre I : Etat de lieu sur le sol et ces caractéristiques

I-1-Généralités sur le sol	3
I-2-La caractérisation du sol et de son fonctionnement par sa description (sur terrain)	4
I-3-Les propriétés physiques du sol	5
I-3-1-La texture du sol	5
I-3-1-1-Définition de la texture	5
I-3-1-2-Classification des fractions granulométriques des textures des sols	6
I-3-1-3-Détermination de la texture (classes texturale) du sol	7
I-3-1-4-Rôle de la texture	7
I-3-2- La structure du sol	8
I-3-2-1-Définition de la structure du sol	8
I-3-2-2-La stabilité structurale d'un sol	9
I-3-2-3-Les principaux types de structure du sol	9
I-3-2-4-Les rôles de la structure du sol	10
I-3-3- La porosité du sol	10
I-3-3-1-Définition de la porosité du sol	10
I-3-3-2-Les types de porosité des sols	12
I-3-3-3-Les gammes des porosités des différents sols	12
I-3-3-4-Rôles de la porosité du sol	14
I-3-4-La perméabilité du sol	14

I-4-Les propriétés chimiques du sol	14
I-4-1-La capacité d'échange cationique (CEC ou T)	16
I-4-2- Le pH du sol	16
I-4-3-La conductivité électrique (CE) des sols	16

Deuxième partie : milieu physique

Chapitre II : Milieu physique de la zone d'étude

II-1-Présentation de la zone d'étude	17
II-2-Donnés climatiques de la zone d'étude	18
II-2-1-Origine des donnés climatiques	18
II-2-2-Etude climatique de la zone de Magra :	18
II-2-2-1-Les précipitations	18
II-2-2-2- Le régime saisonnier	19
II-2-2-3-Les températures	20
II-2-2-4- Le vent	21
II-2-2-5- L'humidité relative	22
II-2-2-6-Synthèse climatique	23
II-3-Relief de la zone de Magra	26
II-4-Caractéristiques édaphiques de la région d'étude	27
II-5-Occupations des sols de la zone de Magra	28

Troisième partie : méthodologie, résultat et discussion

Chapitre III : Méthodologie du travail

III-1- Choix de la région d'étude	29
III-2- Période de prélèvement et échantillonnage du sol	30
III-3-Les analyses au laboratoire	31
III-3-1-L'humidité résiduelle du sol	31
III-3-2-La porosité	32
III-3-2-1-La densité apparente (da)	32
III-3-2-2-La densité réelle (dr)	32
III-3-3- Le pH	34

III-3-4- La conductivité électrique (CE)	34
III-3-5-Le calcaire totale (CaCo_{3t}%)	35
III-3-6-Le calcaire actif	35
III-3-7-Le carbone organique et la matière organique	35
III-3-8-L'analyse granulométrique du sol	35

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV-1-Présentation et interpretation des résultats analytiques du sol du premier profil (Magra)	36
IV-1-1-L'humidité(%) des horizons du profil P ₁	36
IV-1-2-La porosité(%)	36
IV-1-3-pH eau et pH KCl	38
IV-1-4-La conductivité électrique (CE) au niveau des horizons du premier profil P ₁	38
IV-1-5-Calcaire total et calcaire actif	39
IV-1-6-La matière organique (MO %)	40
IV-1-7-Analyses granulométriques des sols du premier profil	41
IV-2-Résultats analytiques du sol du profil 2	42
IV-2-1-L'humidité (%) enregistrée pour les sols du deuxième profil	42
IV-2-2-La porosité (%)	43
IV-2-3-pH eau et pH KCl des horizons de P ₂	44
IV-2-4-La conductivité électrique (CE) des sols de P ₂	44
IV-2-5-Calcaire total et calcaire actif dans les horizons du deuxième profil	45
IV-2-6-La matière organique (MO %) au niveau des horizons du deuxième profil	46
IV-2-7-Analyses granulométriques	47
Conclusion générale	48-49
Reference bibliographie	
Résumé	

Liste des figures

	N ^o Page
Chapitre I	
Figure. I-1 : Structure d'un agrégat du sol (Prevost, 2006).	8
Figure. I-2 : Classification des types de structures des sols (Prevost, 2006).	10
Figure. I-3 : Grandeur intervenant dans la définition de la porosité totale et de la masse volumique apparente (Calvet, 2003).	12
Figure. I-4 : Description du réseau poreux du sol selon la partition texturale et structurale (Bruand et Tessier, 1996 in Cousin, 2007).	13
Figure I-5 : Les trois arrangements possibles entre les vides du sol (Gobat et al, 1995)	15
Figure. I-6 : Echange de cation entre les racines des plantes, la solution de sol et les sites d'échanges (Maaaro 2006 in Kessel, 2015).	16
Chapitre II	
Figure. II-1: Présentation de la zone de Magra sur la carte de la wilaya de M'sila (D.S.A 2019).	18
Figure. II-2: Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la zone de Magra (période 2005-2015)	20
Figure. II-3: Régime saisonnier de la zone de Magra (M'Sila) (période 2005-2015)	21
Figure II-4: Moyennes des températures enregistrées dans la station météorologique de M'Sila (période 2005-2015)	22
Figure II-5: Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la station de M'Sila (période 2005-2015)	23
Figure. II-6: Humidité moyenne mensuelle dans la station de M'Sila (période 2005-2015)	24
Figure. II-7 : Diagramme Ombrothermique de la station de M'Sila (période 2005-2015)	25
Figure. II.8 : Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger	27
Figure. II.9: Carte géologique de Msila (FAO, 1975).	28
Figure. II.10: Carte pédologique de Msila (FAO, 1975).	29
Chapitre IV	
Figure. IV.1: Résultats de l'humidité des horizons du premier profil (P ₁) (Magra)	37
Figure. IV.2: Résultats obtenus des calculs de densité apparente et densité réelle des sols du premier profil	38
Figure. IV.3: Résultats de la porosité des horizons du profil P ₁	38
Figure. IV.4: Représentation des pH _{eau} et pH _{KCl} des horizons du premier profil	39
Figure. IV.5: Valeurs des CE des horizons du premier profil (P ₁)	40

Figure. IV.6: Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif dans les horizons de P_1	41
Figure. IV.7 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique	42
Figure. IV.8 : Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de P_2	43
Figure. IV.9 : Résultats des calculs de la densité apparente et réelle des horizons du deuxième profil	44
Figure. IV.10 : Résultats obtenus des calculs de la porosité	45
Figure. IV.11: Résultats obtenus des calculs de pH(eau et KCl) pour l'ensemble des horizons de P_2	46
Figure. IV.12 : Résultats obtenus des calculs de (CE) pour les quatre horizons de P_2	46
Figure. IV.13 : Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif	47
Figure. IV.14 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique des horizons de P_2	48

Liste des tableaux

	<i>N° page</i>
<i>Chapitre I</i>	
Tableau. I-1- Classification des constituants du sol selon Atterberg	6
Tableau. I-2 - Classification granulométrique des éléments des sols (Ramade, 2003).	7
Tableau. I-3- Porosité des différents types de sol suivant quelques auteurs.	14
<i>Chapitre II</i>	
Tableau. II-1- Les précipitations moyennes mensuelles dans la station de M'Sila (période 2005-2015)	20
Tableau-II-2- Le régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2005-2015)	21
Tableau II-3- Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans la station météorologique de M'Sila (période 2005-2015)	21
Tableau II-4- Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours	23
Tableau II-5- Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de M'Sila (période 2005-2015)	24
Tableau II-6- Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de M'Sila (période 2005-2015)	26
Tableau. II.7: Répartition de superficie de la commune de Magra	29
<i>Chapitre IV</i>	
Tableau. IV.1: Résultats de l'humidité (horizons du profil 1)	37
Tableau. IV.2: Résultats des calculs de densité apparente, densité réelle et porosité au niveau des horizons du premier profil	38
Tableau. IV.3: Résultats des pH_{eau} et pH_{KCl} des horizons du premier profil	39
Tableau. IV.4: Résultats de la CE (mS/cm) pour chacun des horizons du P ₁	40
Tableau. IV.5: Résultats de calcaire total et actif pour chacun des horizons du premier profil	40
Tableau. IV.7 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique pour les horizons du premier profil	41
Tableau. IV.8 : Résultats de l'analyse granulométrique des horizons du premier profil	42
Tableau. IV.9 : Résultats obtenus des calculs de l'humidité	43
Tableau. IV.10 : Résultats obtenus des calculs de la densité apparente et réelle	44
Tableau. IV.11 : Résultats obtenus des calculs de Ph (eau et KCl) des horizons de P ₂	45
Tableau. IV.12: Résultats obtenus des calculs de (CE) pour les quatre horizons de P ₂	46

Tableau. IV.13: Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif des sols de P ₂	47
Tableau. IV.14 : Taux de MO dans les horizons du deuxième profil	48
Tableau. IV.15: Résultats obtenus de l'analyse granulométrique (%) pour les quatre horizons de P ₂	49

Liste des photos

N° page

Chapitre III

Photos. III.1 et III.2: Coordonnées géographiques des profils P ₁ et P ₂ (Djoubar et Mohamadi, 2021)	30
Photos. III.3 et III.4: Les horizons du profil P1 de la zone de Magra (Djoubar et Mohamadi , 2021)	31
Photos. III.5: Les horizons du profil P2 de la zone de Magra (Djoubar et Mohamadi , 2021)	32
Photos III.6: Cylindre enfoncé directement dans le sol ((Djoubar et Mohamadi, 2021)	34

Liste des abréviations

A: Argile.
CaCO₃: Calcaire.
CE: conductivité électrique.
CEC: Capacité d'échanges cationiques.
da: densité apparent.
Dr: densité réelle.
dS/cm: déci-siemenne par centimètre.
FAO: Food Agricultural Organisation.
H: Horizon.
H (%): Taux d'humidité.
L: Limon.
LF: Limon fin.
LG: Limon grossier.
MO: Matière Organique.
P: Précipitation (mm).
P(%): Pourcentage porosité.
P_e: Poids d'eau.
PH: Potentiel hydrique.
PH eau: Acidité actualité.
PH kcl: Acidité totale.
Ps: Poids de terre sèche de l'échantillon.
S: Sable.
P: Profil (P1: première Profile et P2: deuxième Profile).
Sf: Sable fin.
SG: Sable grossier.
T: Capacité d'échange cationique.
T(C°): Température.
T.Max: Température maximale.
T.Min: Température minimale.
V (K/H): Vent.
Vs: Volume occupé par la matière solide.
Vt: Volume totale.
Vv: Volume de vide.
E: Est.
N: Nord.
C: Carbone.

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

L'accroissement démographique et populaire en Algérie (comme tout le reste des pays du monde entier) a engendré de plus en plus une augmentation des besoins nutritionnels. Devant une telle situation on se trouve obligés d'essayer de décortiquer les contraintes de la production agricole et de trouver des solutions qui peuvent aider les agriculteurs à mieux choisir les cultures à installer ...

En plus de la contrainte climatique (faibles précipitations, qui sont aussi irrégulièrement réparties tout au long de l'année...), de la qualité qui est souvent mauvaise à médiocre des eaux utilisées en irrigation, de l'utilisation des techniques culturales qui ne s'adaptent pas aux conditions du milieu ainsi qu'au végétaux installés; on ajoute un élément ou un facteur clé de la production agricole "le sol".

Celui dernier, support de toutes vies se diffère d'une zone à l'autre selon les facteurs qui ont conduits à sa formation à savoir, la roche mère, le climat, la topographie, la végétation, le temps de sa formation et enfin l'effet (positif ou négatif) de l'homme....

Les sols des zones semi-arides et arides se caractérisent généralement par leurs taux élevés de salinité, de présence du gypse et/ou du calcaire, avec des faibles taux de matière organiques....

Notre zone d'étude « Magra » est une des communes de la wilaya de M'Sila; au Nord-Est du bassin d'El-Hodna, avec une distance de 55 km par rapport au chef lieu de la wilaya de M'sila, classée dans l'étage bioclimatique aride supérieur à variante tempérée avec une période sèche qui s'étale sur 11 mois. De point de vue pédologique, ces sols sont de type peu évolués alluviaux avec encroulements calcaires et aussi des sols gypseux. On trouve une variabilité des cultures dans cette zone mais particulièrement l'arboriculture.

Très peu de recherches ont été réalisées sur le secteur agricole et surtout pédologique dans

Introduction générale

la zone (Magra), ce qui nous a poussé à fixer comme objectif pour la présente étude (ou présent travail) ; la caractérisation des sols de cette zone.

Pour se faire, notre travail est organisé en quatre chapitres précédé par une introduction générale et finalisé par une conclusion générale. Il s'agit des chapitres :

- **Chapitre I;** consacré à la présentation des principales définitions et notions sur le sol et ses propriétés.
- **Chapitre II;** dans lequel on explique la situation géographique ainsi que la caractérisation géologique, hydro-géologique, climatique et pédologique de la zone d'étude.
- **Chapitre III;** vise à la détermination des méthodes de prélèvement ainsi que ceux des analyses au laboratoire.
- **Chapitre IV;** dans lequel on présente les résultats des analyses des paramètres physiques et chimiques des horizons des deux profils étudiés, avec des explications, discussion et dans certains cas des interprétations des résultats trouvés.....

CHAPITRE I:

***Etat de lieu sur le sol et ces
caractéristiques***



Bruand et al, (2003), expliquent que les sols sont le support de toutes vies, ils ont des propriétés chimiques et physiques critiques dont dépend leur capacité de fournir les éléments minéraux, l'eau et les autres facteurs nécessaires à une production végétale optimale.....

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter les principales définitions et propriétés (caractéristiques).....

I-1-Généralités sur le sol

D'après (**Delaunois et al, 2013**), la pédogénèse explique les divers processus de formation des sols.

Cette formation est guidée par ce qu'on appelle facteurs pédogénétiques, il s'agit essentiellement du climat, roche-mère, topographie, végétation, temps sans oublier aussi l'effet (positif ou négatif) de l'homme.

Plusieurs sont les définitions du sol mais on admet que les premiers chercheurs étaient avant tout des agronomes qui avaient observé que toute plante puisait dans le sol les éléments nutritifs dont elle avait besoin pour son développement. Le sol fut donc considéré tout d'abord comme un support pour la végétation et une réserve pour son alimentation.

Certaines définitions furent donc très marquées par cette conception.

Selon (**B. Dabin, p et Segalen, 1970**) par exemple, que **MITSCHERLICH** donne la formulation suivante: «Le sol est un mélange de particules solides pulvérisées, d'eau et d'air, qui servent de support aux éléments nutritifs des plantes ».

Puis **RAMANN** présenta le sol comme «la couche supérieure meuble de l'écorce terrestre. Elle comprend des roches qui ont été réduites en petits fragments et plus ou moins transformés chimiquement avec des débris de plantes et animaux qui vivent dessus et s'en servent ».

DOKOUTCHAEV avait considéré le sol sous un angle véritablement pédologique. Il prend une individualité propre différente de la roche-mère dont il est issu; il est constitué par « les horizons supérieurs d'une roche qui a subi, plus ou moins, un changement sous l'influence de l'eau, de l'air et différentes espèces d'organismes vivants ou morts; ce changement se traduit, dans une certaine mesure, dans la composition, la structure, la couleur des produits d'altération ».

Par la suite la définition se perfectionne encore et les différents auteurs s'efforcent de bien montrer l'individualité du sol qui est considéré comme un corps naturel.

Pour **JOFFE**, «le sol est un corps naturel, de constituants organiques et minéraux, différencié en horizons d'épaisseur variable, qui diffèrent du matériau sous-jacent par leur morphologie, constitution physique, propriétés chimiques et composition des caractères biologiques ».

Selon (**Aubert et Boulaine, 1980, in Gobat, 1995**), le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent.

C'est aussi un milieu divisé; la phase solide est constituée de grains minéraux de taille variable, et d'une fraction organique minoritaire. Ces constituants ne sont pas disposés au hasard; à différentes échelles allant de celle de l'arrangement des particules solides, à celle d'une coupe de sol ou du paysage, on peut reconnaître des unités morphologiques, c'est un milieu organisé (**Stengel et al, 1998**).

Pour l'agriculteur, cette couche constitue le support et le réservoir alimentaire de sa culture et ses productions agricoles (**Prevost, 2006**).

Plusieurs recherches ont prouvé que le sol est la source presque exclusive de l'eau et des sels minéraux indispensables pour la végétale (**Heller et al, 1993**).

I-2-La caractérisation du sol et de son fonctionnement par sa description (sur terrain) :

D'après (**Delaunois et al, 2009**), les caractéristiques du sol sont décrites **sur terrain** pour chaque couche homogène (dénommée horizon) du profil du sol. Les principales sont :

- **La texture:** qui se base sur la détermination des pourcentages du sable, limon et argile.
- **Les éléments grossiers (supérieurs à 2 mm):** pourcentage de ces éléments dits aussi refus, type de roche (et des fragments de roche), dimensions (cm), formes (angulaire ou arrondie).
- **Le calcaire total et actif:** testé à l'acide chlorhydrique, c'est un facteur déterminant et parfois limitant de la production agricole.
- **L'hydromorphie:** les signes de l'excès d'eau s'observent par des taches d'oxydation rouille et de réduction gris-verdâtre, par des concrétions noires ferro-manganiques.
- **La profondeur du sol:** qui se détermine suivant l'enracinement, la compacité ou la porosité.
- **La structure:** c'est l'architecture du sol. Elle dépend surtout du fonctionnement du sol. Elle peut-être grumeleuse, polyédrique angulaire ou subangulaire, lamellaire, massive.

- **La compacité:** c'est l'estimation de la résistance à la pénétration dans le sol d'une racine ou d'un couteau par exemple.
- **La porosité:** ce sont les volumes de vide dans le sol; galeries de vers de terre, galeries racinaires et autres pores.
- **La faune du sol:** vers de terre, carabes, millepattes,
- **L'enracinement:** on doit décrire la profondeur, densité, accidents (racines velues sur sol creux, ...).
- **La matière organique:** de couleur plus ou moins foncée du sol, vitesse de décomposition des résidus de récolte (3 mois ou 2 ans par exemple), mode d'enfouissement par le labour.
- **Les limites entre les couches de sol (horizons) :** dites aussi zones de transition, ce sont des limites diffuses qui sont favorables ou nettes qui sont défavorables (semelles, fond de labour, ...), car elles freinent les échanges verticaux.
- **Les états de surface sont aussi décrits:** ornières (abondance %, profondeur), croûtes de battance (abondance %, épaisseur [mm], présence de couches sédimentaires, porosité de la croûte), porosité en surface (nombre de pores par unité de surface), turricules de vers, résidus de récolte en surface (dimension et abondance %). Les signes d'érosion hydrique : griffes, rigoles, ravines, atterrissements, dépôts (dimensions et abondance en % de la surface).

I-3-Les propriétés physiques du sol

I-3-1-La texture du sol

I-3-1-1-Définition de la texture

D'après (Heller et al, 1993; Delaunois et al, 2013), la texture est le diamètre moyen des particules du sol, ou la composition granulométrique.

La granulométrie est la répartition de l'ensemble des particules du sol en classes de tailles allant des pierres et cailloux de diamètre supérieur à 2cm aux particules argileuses qui font moins de 2 microns (Chaude et al, 1999).

La texture permet d'apprécier les propriétés d'un sol à partir de la proportion des différentes fractions granulométriques (Rebberge, 1964 et Prevost, 2006).

I-3-1-2-Classification des fractions granulométriques des textures des sols

Après détermination précise des pourcentages du sol en argile, sable et limon, l'utilisation du triangle texturale est primordiale pour déduire notre texture.

D'après (**Prevost, 2006**), le triangle textural ne prend en compte que les fractions granulométriques (S, A et L); cependant, certains éléments comme le calcaire et la matière organique peuvent influencer fortement les propriétés du sol lorsque leur taux devient élevé.

Il existe plusieurs triangles texturaux tel que celui de JAMAGNE et aussi de GEPPA.

La dénomination texturale permet de définir la tendance du sol mais elle est insuffisante pour connaître ces propriétés (**Henin, 1976**).

Selon (**Heller et al, 1993**), les sols homogènes sont classés selon la nomenclature internationale en: graviers et pierres, sables grossiers, sables fins, limons grossiers, limons fins et fraction très.

D'après (**Henin, 1976**), la terminologie des constituants du sol est mentionnée au **Tableau. I-1:**

Tableau. I-1- Classification des constituants du sol selon **Atterberg**

Diamètres des éléments (en mm)	Terminologie d'Atterberg		Terminologie sédimentologues
	Normale	Subdivisions	
<0.002	Argile	<0.0005 Argiles très fine	Pélites
0.002-0.02	Limon	0.0005-0.002 Argile grossière	
0.02-0.2	Sable fin	0.02-0.05 limon grossière	
0.2-2	<i>Sable grossier</i>	0.05-0.2	Arénites
2-20	<i>Graviers</i>		Rudites
>20	Cailloux		

Source: (**Henin, 1976**).

Selon (**Ramade, 2003**), il existe plusieurs classifications granulométriques des éléments constitutifs des roches meubles, des sédiments (utilisée en géologie) et des sols (pédologique). Celles-ci diffèrent entre elles par les limites de dimensions qu'elles fixent entre les diverses catégories d'éléments (**Tableau. I-2**).

Tableau. I-2 - Classification granulométrique des éléments des sols (Ramade, 2003).

Eléments	Classification géologique et hydrologique	Classification pédologique (écologique)
Cailloux	> 16mm	> 20mm
Graviers	2 à 16mm	2 à 20mm
Sables grossiers	0.5 à 2mm	0.5 à 2mm
Sables moyens	0.25 à 0.5mm	50μ à 0.5mm
Sables fins	0.06 à 0.25mm	20μ à 50μ
Limons	2μ à 60μ	2 à 20μ
Argiles	< 2μ	< 2μ

Source: (Ramade, 2003).

I-3-1-3-Détermination de la texture (classes texturale) du sol

Selon (Rabah, 1983), la texture de la terre fine est partagée entre 6 classes du triangle textural de l'U. S. D. A. Ces classes sont par ordre d'importance:

- ❖ Volumes limono-sableux (Ls) = 39% de l'ensemble des volumes du triangle.
- ❖ Volumes limoneux (L) = 27 % de l'ensemble des volumes du triangle.
- ❖ Volumes limono-argilo-sableux (Las) = 17 % de l'ensemble des volumes du triangle.
- ❖ Volumes argilo-sableux (As) = 6 % de l'ensemble des volumes du triangle.
- ❖ Volumes argileux (A) = 6 % de l'ensemble des volumes du triangle.
- ❖ Volumes sablo-limoneux (Sl) = 6 % de l'ensemble des volumes du triangle.

I-3-1-4-Rôle de la texture

Selon (Prevost, 2006), la dénomination texturale permet de définir une tendance du sol mais elle est insuffisante pour connaître ces propriétés et déterminer son comportement.

Ramade (2003), considère que la texture des sols présente une grande importance agronomique, car elle joue un rôle déterminant dans la fertilité, donc pour la productivité des cultures et de façon plus générale pour l'ensemble de celle de tous les écosystèmes terrestres; c'est d'elle que dépend pour une grande part la circulation de l'eau dans les sols.

I-3-2- La structure du sol**I-3-2-1-Définition de la structure du sol**

Dans la littérature scientifique, plusieurs définitions de la structure du sol sont retenues, les plus importantes à citer sont:

Selon (**Gobat et al, 1995**), la structure est un état du sol, variant à court terme, par exemple selon les saisons. Elle dépend directement de la texture mais aussi de l'état des colloïdes, du taux d'humidité ou de matière organique et, dans une large mesure, de l'activité de la faune.

Pour (**Mathieu et Pielain, 1998**), la structure d'un sol est l'arrangement spatial des particules minérales et leurs éventuelles liaisons par la matière organique, des hydroxydes de fer et/ou d'alumine à un moment donné de la vie du sol.

D'après (**Calvet, 2003**), les constituants organiques et inorganiques des sols sont associés de diverses manières pour constituer des ensembles plus ou moins complexes qui confèrent aux sols ce que l'on appelle sa structure.

La structure du sol représente le mode d'assemblage des particules entre elles. Le sol en place apparaît comme un ensemble d'éléments construits que l'on appelle selon la taille des agrégats, des agglomérats ou des mottes. L'agrégat est l'unité structurale et est formé d'un squelette de grains de sable et de limons reliés entre eux par le complexe argilo-humique. La structure du sol se forme ainsi grâce à la floculation des colloïdes qui se fixent à la surface des éléments grossiers et les relient (**Prevost, 2006**) (**Figure. I-1**).

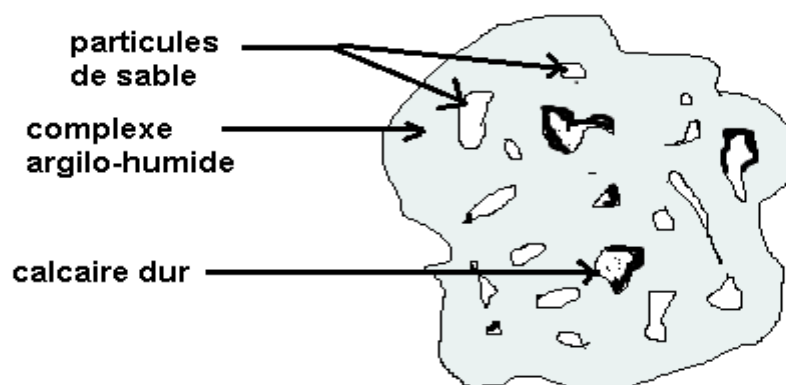


Figure. I-1 : Structure d'un agrégat du sol (Prevost, 2006).

I-3-2-2-La stabilité structurale d'un sol

La stabilité structurale est l'aptitude d'une terre à résister plus ou moins à l'action dégradante des agents extérieurs essentiellement l'eau (**Lambert, 1975**).

Pousset (2002), confirme que la structure d'un sol dépend beaucoup de sa texture, de sa richesse en matière organique, de son activité biologique. Alors que la stabilité structurale dépend de ces mêmes facteurs mais elle semble particulièrement influencée par l'activité microbienne et par les différents produits transitoires qui apparaissent lors de la décomposition des matières organiques.

Cette stabilité structurale joue un rôle important dans la fertilité des sols car elle influence ses propriétés physiques (aération, circulation de l'eau, perméabilité, érodibilité), chimiques (échanges ioniques, séquestration du carbone) et biologiques (activités des microorganismes, croissance racinaire) (**Mrabet et al, 1994**).

I-3 -2-3-Les principaux types de structure du sol

Selon (**Prevost, 2006**), on distingue trois principaux types de structures (**Figure. I-2**)

- ❖ **La structure particulière:** dans laquelle, les éléments sont peu reliés entre eux mais seulement juxtaposés;
- ❖ **La structure fragmentaire:** les éléments structuraux de cette structure du sol sont bien individualisés;
- ❖ **La structure continue:** la terre se présente sous forme masse compacte sans fissurations nettes.

Ces structures sont elles-mêmes de type différent selon la taille et la forme des agrégats.

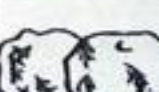
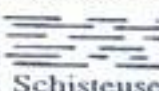
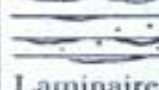
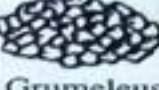
Classes	Continue	Fragmentaire			Particulaire
Types		Phylliteuse	Anguleuse	Arrondie	
G r o u p e s	 Ciment	 Squameuse	 Prismatique	 Massive	 Cendreuse
	 Grès	 Schisteuse	 Columnnaire	 Nuciforme	 Sableuse
	 Poudingue	 Laminaire	 Cubique	 Grumeleuse	 Graveleuse
			 Polyédrique		

Figure. I-2 : Classification des types de structures des sols (Prevost, 2006).

I-3-2-4-Les rôles de la structure du sol

Selon (Gobat et al, 1995), les changements affectant la structure du sol modifient la circulation de l'eau, très rapide dans les structures particulières grossières, moyenne dans les formes grumeleuse, presque nulle en cas de forte compaction. Dans la pratique, la structure est une propriété physique essentielle que l'agriculteur devrait connaître; car à partir de sa connaissance on peut choisir et déterminer la fréquence de travail, type de labourage, machines à utiliser....La germination des semis sont autant d'élément influençant la structure et influencés par elle. La structure grumeleuse, par exemple, est un état fragile du sol agricole, l'excès de certain engrais ou un tassement exagéré par des machines trop lourdes.

I-3-3- La porosité du sol

I-3-3-1-Définition de la porosité du sol

La porosité est un caractère qui peut être important à décrire morphologiquement, en relation avec l'aération et la qualité de l'enracinement (Jamagne, 1967).

Selon (Bonin, 2006), on appelle porosité le rapport du volume occupé par les pores/volume de terre en place (égale au volume occupé par les pores + volume de la phase solide), elle s'exprime en pourcent. De l'ordre de 80% pour les horizons supérieurs des

tourbes par exemple, 60 à 70% pour les horizons grumeleux et 40 à 50% pour un horizon éluvial sableux.

Lahlou et al (2005), sont totalement d'accord avec l'idée que la porosité du sol est une caractéristique majeure contrôlant ces propriétés hydrodynamiques ainsi que le développement racinaire des plantes. Ils trouvent aussi, qu'elle est un indicateur physique de la qualité du sol influencé par les différentes techniques culturales.

Selon (**Eluard et Jean, 1978**), la porosité s'exprime en pourcentage par la formule :

$$P (\%) = (1 - (d_a/d_r)) \times 100.$$

Avec :

d_a (densité apparent) = (poids de l'échantillon sec / volume totale de l'échantillon).

d_r (densité réelle) = (poids de l'échantillon sec / volume du solide).

D'après (**Calvet, 2003**), le mot porosité peut recouvrir deux notions. L'une se réfère à une qualité, celle d'un milieu qui possède des pores, c'est-à-dire un milieu poreux. L'autre est une grandeur physique qui exprime le rapport entre deux volumes, le volume occupé par des pores dans un milieu donné et le volume total de ce milieu. Une grandeur complémentaire de la porosité totale est la masse volumique apparente (**Figure. I-3**).

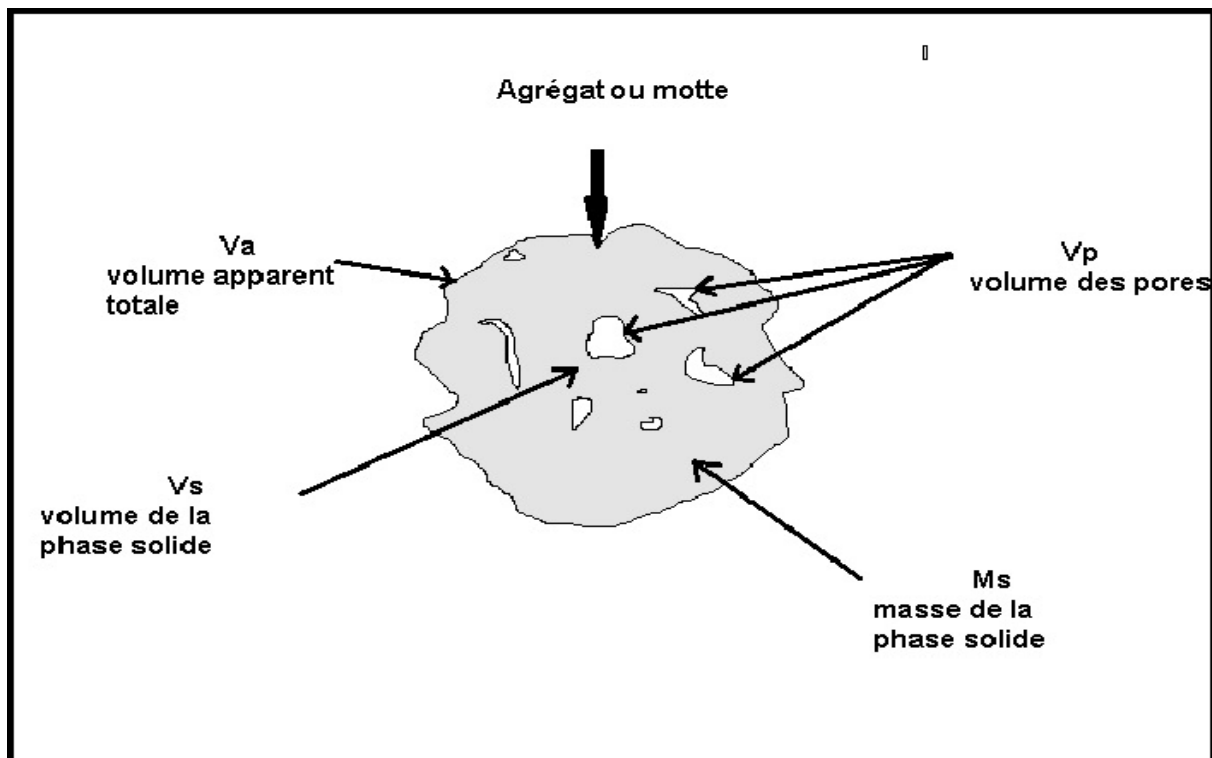


Figure. I-3- Grandeur intervenant dans la définition de la porosité totale et de la masse volumique apparente (**Calvet, 2003**).

I-3-3-2-Les types de porosité des sols

Plusieurs classifications de la porosité ont été adoptées dans la littérature. Elles divisent la porosité du sol en plusieurs classes en se basant sur deux principaux critères; l'origine et la taille des pores (**Figure. I-4**)

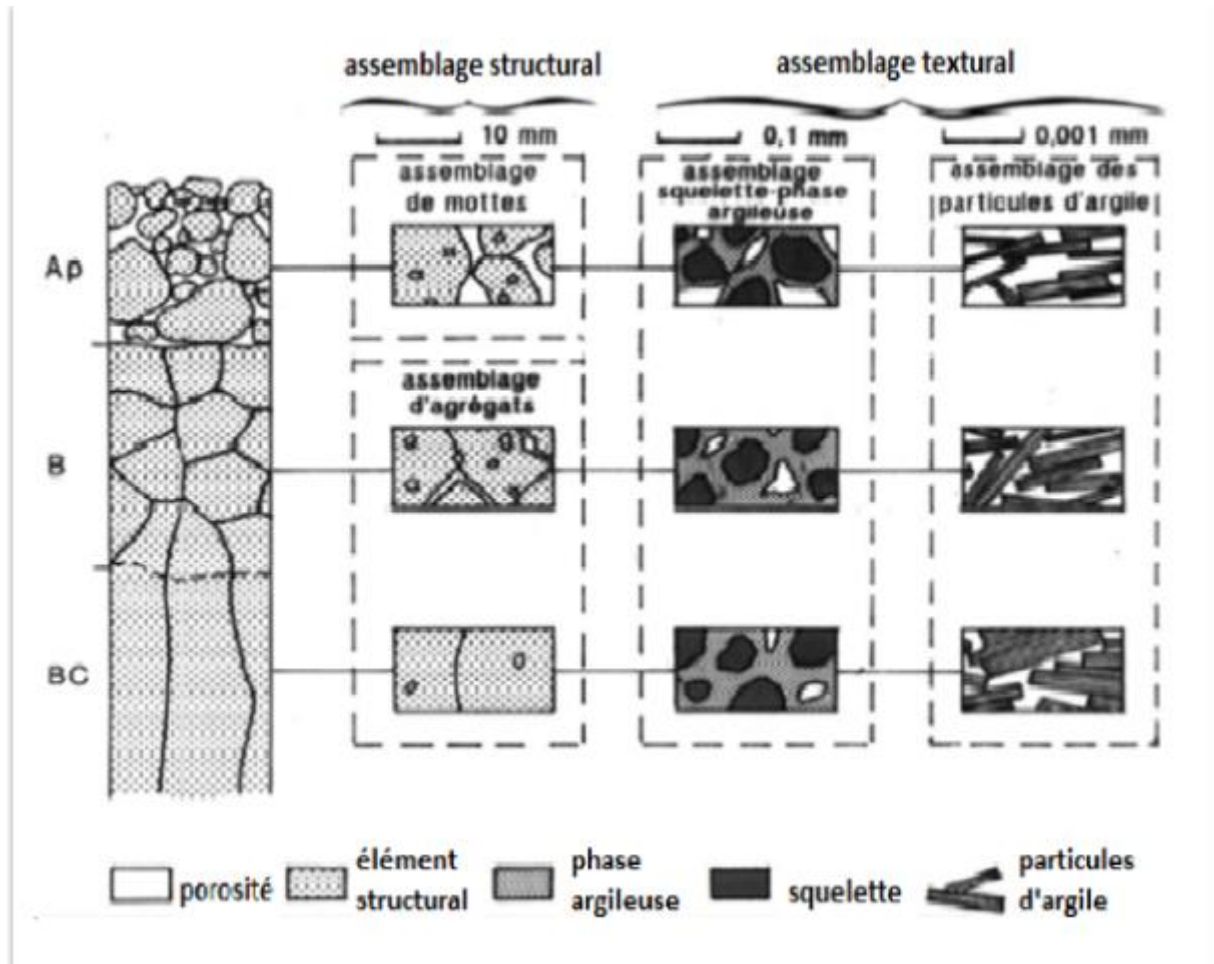


Figure. I-4 : Description du réseau poreux du sol selon la partition texturale et structurale (Bruand et Tessier, 1996 in Cousin, 2007).

I-3-3-3-Les gammes des porosités des différents sols

D'après (Soltner, 2005), les horizons à structure grumeleuse ont une porosité totale de 70%, ceux à structure particulaire 35 à 40%.

- ❖ Les sols sableux se tassent peu avec une porosité totale de l'ordre de 45-50%.
- ❖ Les sols limoneux ont tendance à se tasser fortement leur microporosité est élevée mais la porosité totale peut descendre jusqu'à 40 à 50%.

- ❖ Dans les sols argileux, la porosité totale est nettement supérieure avec une microporosité de 50 à 60 %.

Tableau. I-3-Porosité des différents types de sol suivant quelques auteurs.

Type de sol	Porosité (%)	Références bibliographiques
Sol sableux Sol sableux	39 à 40 45 à 40	Diehl (1975) Caillex (1958) Cherriid (2011)
Sol limoneux Sol limoneux	52 à 56 50 à 56	Diehl (1975) Caillex (1958) in Cherriid (2011)
Sol argileux Sol argileux	40 à 60 55 à 60	Diehl (1975) Caillex (1958) in Cherriid (2011)
Sol humifère Sol humifère	75 à 80 65 à 75	Diehl (1975) Caillex (1958) in Cherriid (2011)

Source : **(Diehl (1975) ; Caillex (1958) in Cherriid (2011)**

I-3-3-4-Rôles de la porosité du sol

La porosité texturale joue un rôle essentiel dans la rétention de l'eau du sol et des échanges avec les racines des plantes (**Henin, 1990** et **Chossat, 2005**).

Selon (**Ramade, 2003**), le rôle de la porosité est essentiel aussi bien pour assurer le développement des plantes supérieures que celui de la microflore et de la faune édaphique.

Selon (**Gobat et al, 1995**), la porosité renseigne sur les capacités hydriques ou atmosphériques d'un sol, en volume ou en flux.

Dans ce dernier cas toutefois, la seule indication de la porosité ne suffit pas car la circulation de l'eau (ou de l'air) dépend aussi des relations entre les vides du sol et de leur mode d'arrangement (**Figure. I-5**).

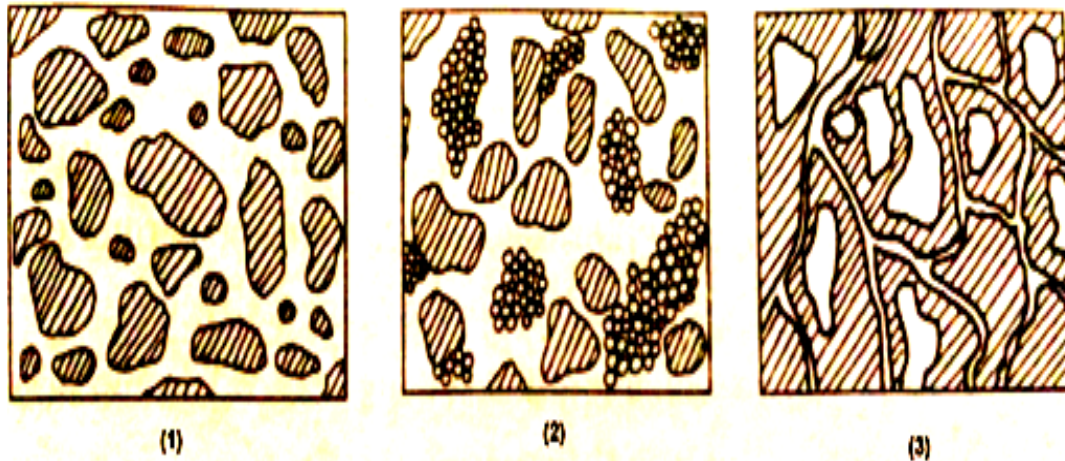


Figure I-5- Les trois arrangements possibles entre les vides du sol (Gobat *et al*, 1995)

I-3-4-La perméabilité du sol

La perméabilité d'un sol est d'autant plus élevée que sa macroporosité est plus forte.

Plus est formé d'élément arrondis et de même taille, plus il est perméable, que ces éléments soient des grains de sable ou des agrégats. Plus il est formés d'élément de taille différent imbriqués les uns dans les autres, plus il est imperméable (Soltner, 2000).

La perméabilité est la facilité plus ou moins grande avec la quelle le sol se laisse pénétrer et traverser par l'eau (Gaucher, 1968).

Selon le même chercheur :

- ❖ On entend par infiltration le processus par le quel l'eau pénètre dans le sol.
- ❖ La filtration signifie le passage du liquide à travers le sol.
- ❖ Percolation, terme qui semble être employé de plus en plus pour désigner l'écoulement de l'eau par les fissures.
- ❖ En fin le drainage, qui présente l'évacuation de l'eau soumise à la gravité.

I-4-Les propriétés chimiques du sol

Les propriétés physiques du sol ne sont pas les seules à influencer la croissance des cultures ; les propriétés chimiques jouent également un rôle très important. Par conséquent, nous présenterons certaines de ces caractéristiques.....

I-4-1-La capacité d'échange cationique (CEC ou T)

La CEC est une caractéristique très importante à déterminer dans toute étude des sols et en agronomie. Elle est en effet, reliée au comportement des cations et de ce fait est une

indication intéressante pour l'étude des processus pédologiques qu'il s'agisse de pédogenèse ou de nutrition minérale des végétaux (Calvet, 2003).

D'après (Giasson et Jaouich, 2008), la capacité d'échange cationique est déterminée par le déplacement des cations échangeables ou par un cation indicateur (utilisé pour la saturation des sites d'échanges).

Les cations qui sont le plus souvent mentionnés dans un rapport d'analyse de sol sont les suivants: le potassium (K^+), le magnésium (Mg^{2+}) et le calcium (Ca^{+2}). Certains rapports indiquent aussi l'hydrogène (H^+) et le sodium (Na^+). Les cations sont des ions d'éléments nutritifs chargés positivement.

Les cations sont retenus sur des sites chargés négativement que l'on retrouve à la surface de particules de matière organique et d'argile (Figure. I-6). La matière organique possède plus de sites d'échanges que les particules d'argile. Ces sites sont des sources importantes de tous les cations assimilables par les végétaux. Les cations ne sont pas retenus fortement à ces surfaces. En fait, ces surfaces réalimentent constamment la solution de sol en cations à mesure que ces derniers sont prélevés par les plantes.

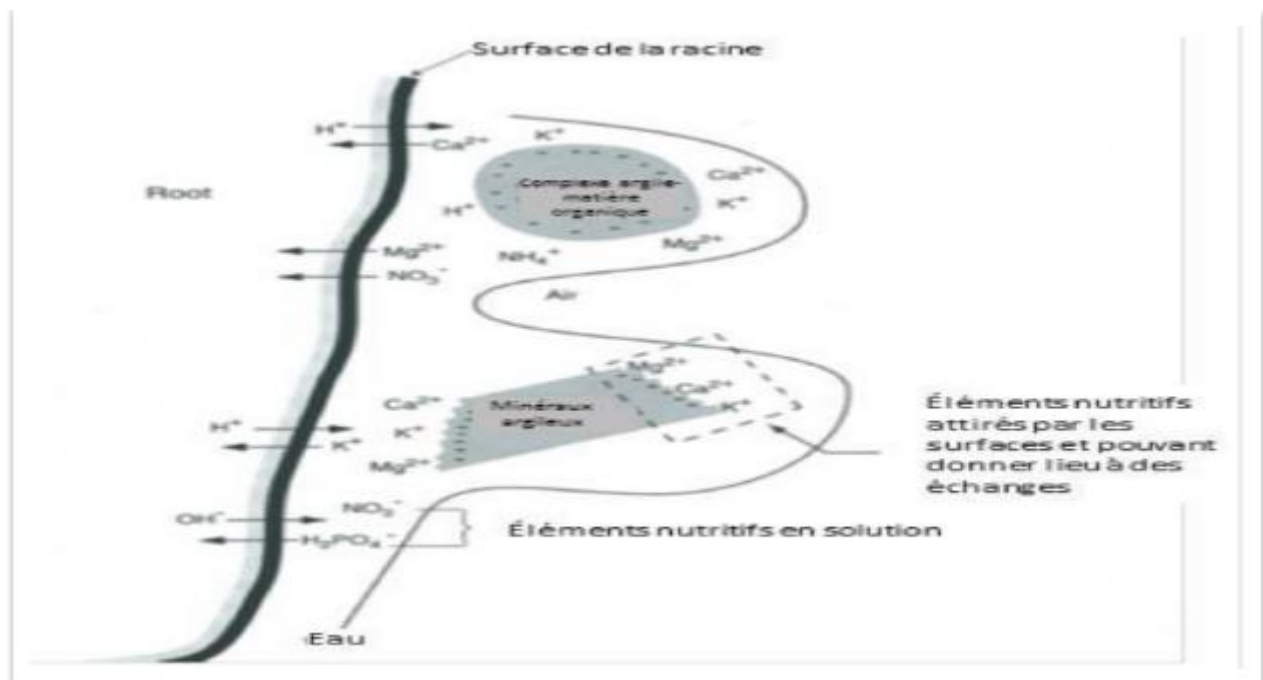


Figure. I-6- Echange de cation entre les racines des plantes, la solution de sol et les sites d'échanges (Maaaro 2006 in Kessel, 2015).

I-4-2- Le pH du sol

Le pH exprime la réaction acide, neutre ou basique d'un corps selon qu'il renferme beaucoup ou peu d'ions H^+ libres en solution. Au niveau du sol, le pH est variable et il influe sur les propriétés du sol. Ces variations sont cependant limitées car si, en chimie, le pH varie de 0 à 14 (7 étant la neutralité), le pH des sols a pour extrêmes 4,5 à 5 pour les sols plus acides et 8 pour les terres très basiques (**Prevost, 2006**).

Selon (**Chaude et al, 1999**), le pH est fortement influencé par la roche mère, la composition de la litière joue aussi un rôle en particulier à travers son rapport C/N. Souvent l'abondance en Ca^{++} est corrélée à un pH neutre ou légèrement basique. Le Mg^{++} lui aussi relève le pH.

I-4-3-La conductivité électrique (CE) des sols

D'après (**Mathieu et Pielain, 2003**), la CE d'une solution de sol est un indice de la teneur en sels solubles dans ce sol.

Elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables, cette propriété électrochimique est basée sur le fait que la conductance (inverse de la résistance électrique) d'une solution s'accroît au fur et à mesure que les concentrations en cations et anions porteurs des charges électriques augmentent.

La présence d'ion en solutions est à l'origine d'une conductivité électrique; c'est pourquoi cette propriété est utilisée pour caractériser les sols.

Plus la quantité des sels dissous est grande et plus la CE de la pâte saturée est grande généralement, la CE s'exprime en mmhos /cm ou déci siemens/ mètre à une température de 25°C (**Calvet, 2003**).

CHAPITRE II :

Milieu physique de la zone d'étude

II-1-Présentation de la zone d'étude

La wilaya de M'sila est comprise géographiquement entre les parallèles 34°10' et 36° de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 3°20' et 5°20' à l'Est de GREENWICH (DSA, 2011). Elle s'étend sur une superficie de l'ordre est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, limitée au Nord par les wilayas de Bouira et Bordj-Bou-Argeridj et Sétif, à l'Est par les wilayas Batna et Biskra, au Sud par la wilaya Biskra et Djelfa et Médéa, et à l'Ouest par la wilaya Djelfa et Médéa. Administrativement, elle se compose de 15 daïras et de 47 communes.

L'une de ces daïras est bien notre zone d'étude " MAGRA ", elle est située à 300 km d'Alger dans le Nord-Est du bassin d'El-Hodna. Avec une distance de 55 km par rapport au chef lieu de la wilaya de M'sila. Elle s'étend sur une superficie de 66234 km².

Magra est limitrophe des communes (**Figure. II.1**): Berhoum, Dehahna, Ain Khadra, Belaïba, Resfa et Metkaouak.

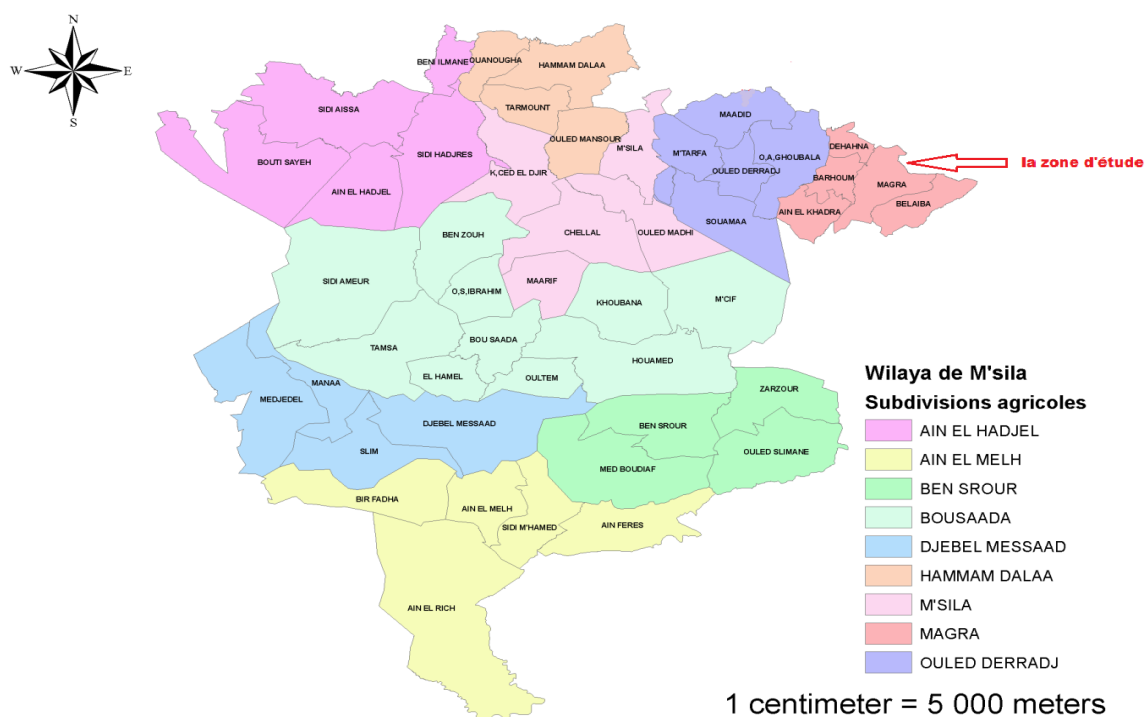


Figure. II-1:Présentation de la zone de Magra sur la carte de la wilaya de M'sila (D.S.A 2019).

II-2-Données climatiques de la zone d'étude**II-2-1-Origine des données climatiques**

La caractérisation climatique de la zone d'étude (Magra), s'est basée sur les données climatiques relatives à la station météorologique de M'sila (absence d'une station météorologique à Magra, on n'a pas utilisé la méthode d'extrapolation des données climatiques car il n'y a pas de grande différence d'altitude entre celle de la station et notre zone étudiée ...).

II-2-2-Etude climatique de la zone de Magra :

Dans la zone méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (**Aidoud, 1998**).

Il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs tels que la température, les précipitations, l'humidité et le vent (**Faurie et al, 2003**).

La température et les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (**Faurie et al, 2003**) et spécialement en zone méditerranéenne aride.

Pour bien caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons exploité une série de données climatiques sur une période de référence de 11 ans, allant de 2005 à 2015.

II-2-2-1-Les précipitations

Elles constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes limniques (**Ramade, 2003**) mais pour toute activité notamment photosynthétique des plantes, qui sont la composante biotique la plus importante (**Ozenda, 1982**).

Les précipitations mensuelles enregistrées dans la région de Magra de 2005 à 2015 sont consignées dans le **Tableau. II-1** et la **Figure. II.2**.

Tableau. II-1- Les précipitations moyennes mensuelles dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moy P (mm)	20,3	20,2	18,1	28,3	26,1	12,8	4,9	8,45	27,3	32,1	19,2	17,4

Source : (Station météorologique de M'Sila)

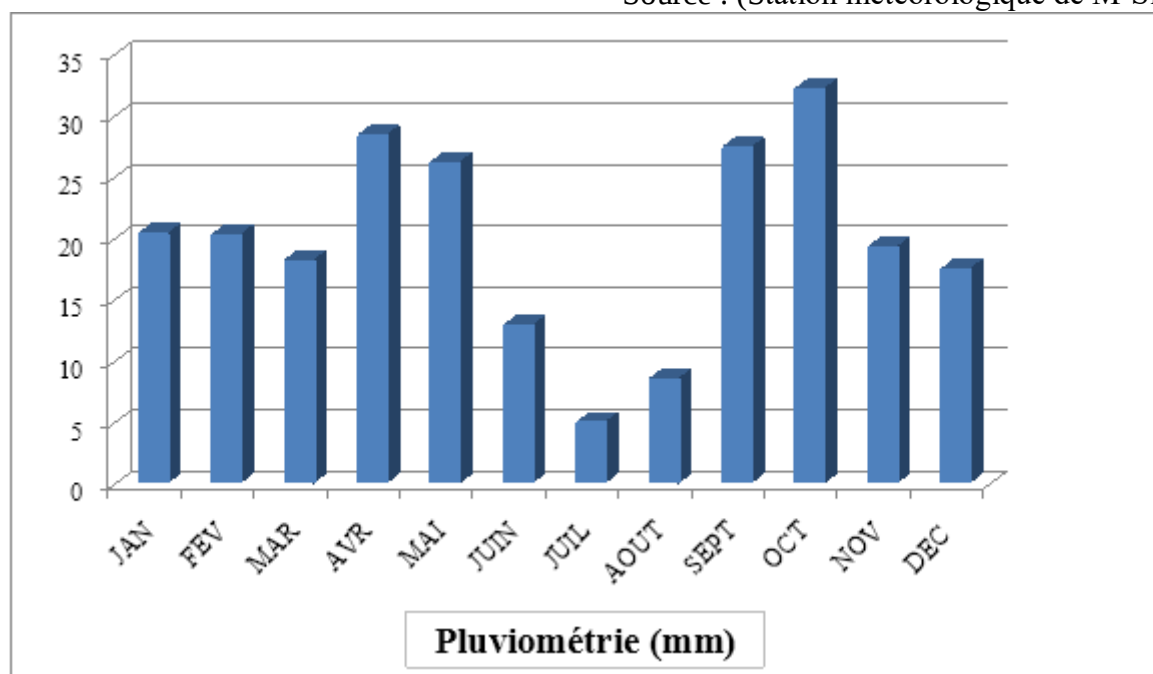


Figure. II-2-Précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistrées dans la zone de Magra (période 2005-2015)

En se référant au **Tableau II-1** et à la **Figure II-2**, le mois le plus pluvieux est celui d'Octobre avec 32.10 mm alors que le plus sec est Juillet avec 4.90 mm. Le total annuel des précipitations enregistrées est égal à 235.15 mm.

II-2-2-2- Le régime saisonnier

La distribution des précipitations par saison (**Tableau. II-2** et **Figure. II.3**) nous donne la possibilité de dresser son régime saisonnier de notre zone d'étude; il est de type (APHE). En effet, l'automne est la saison la plus arrosée avec un total de précipitations de 78.60 mm par contre l'été paraît la saison la plus sèche avec un total de précipitations de 26.15mm.

Tableau-II-2-Le régime saisonnier de la station de M'Sila (période 2005-2015)

SAISON	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE	TOTAL
P (mm)	57,9	72,5	26,15	78,6	235,15

Source : (Station météorologique de M'Sila)

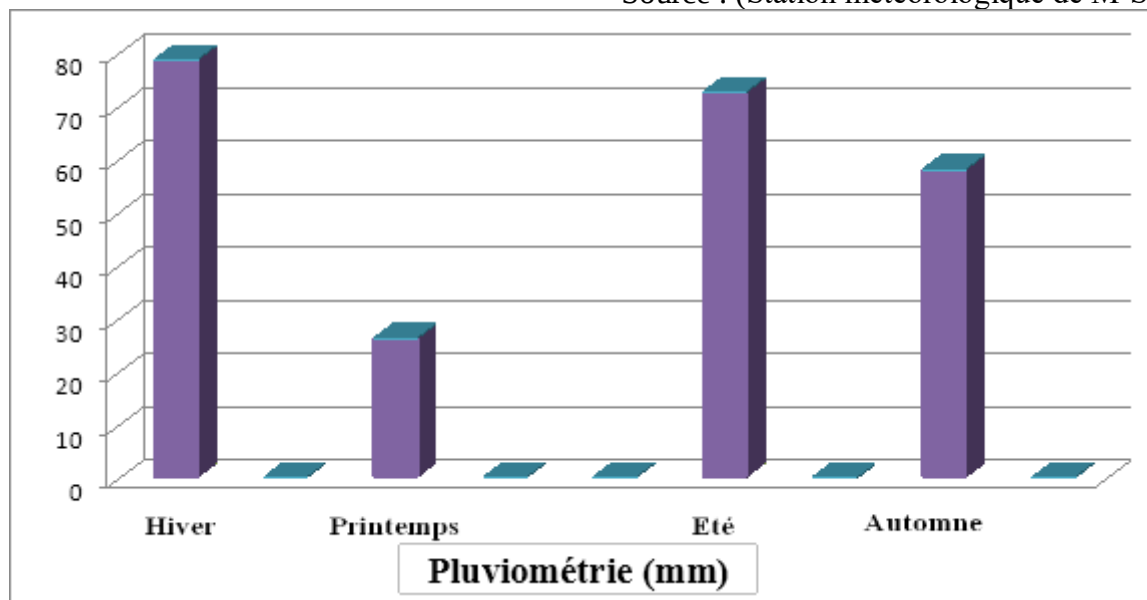


Figure. II-3: Régime saisonnier de la zone de Magra (M'Sila) (période 2005-2015)

II-2-2-3-Les températures

La température est un facteur écologique important qui détermine les grandes régions climatiques terrestres où le facteur thermique agit directement sur la vitesse de réaction des individus, sur leur abondances et leur croissances (**Dajoz, 2006 ; Faurie et al, 2003**).

Les valeurs des températures moyennes mensuelles et extrêmes enregistrées dans la station météorologique de M'Sila (donc approximativement les même que ceux de Magra) durant la période allant de 2005 à 2015 sont regroupées dans le **Tableau II-3** et aussi à la **Figure II.4**.

Tableau II-3- Moyennes mensuelles et extrêmes des températures enregistrées dans la station météorologique de M'Sila (période 2005-2015)

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
m (°c)	3.1	3.6	6.8	9.8	15.4	20.5	24.1	23.4	19.0	14.0	8.0	4.1
M (°c)	14,7	16,6	20,8	24,4	28,5	35,2	39,2	38,7	32,8	26,7	19,5	14,7
(M+m)/2(°c)	8.9	10.1	13.8	17.1	22.0	27.8	31.6	31.1	25.9	21.3	13.7	9.4

Source: (Station météorologique de M'Sila)

Sachant que :

m: moyennes des températures minimales; **M** : moyennes des températures maximales;

(M+m)/2: moyenne des températures.

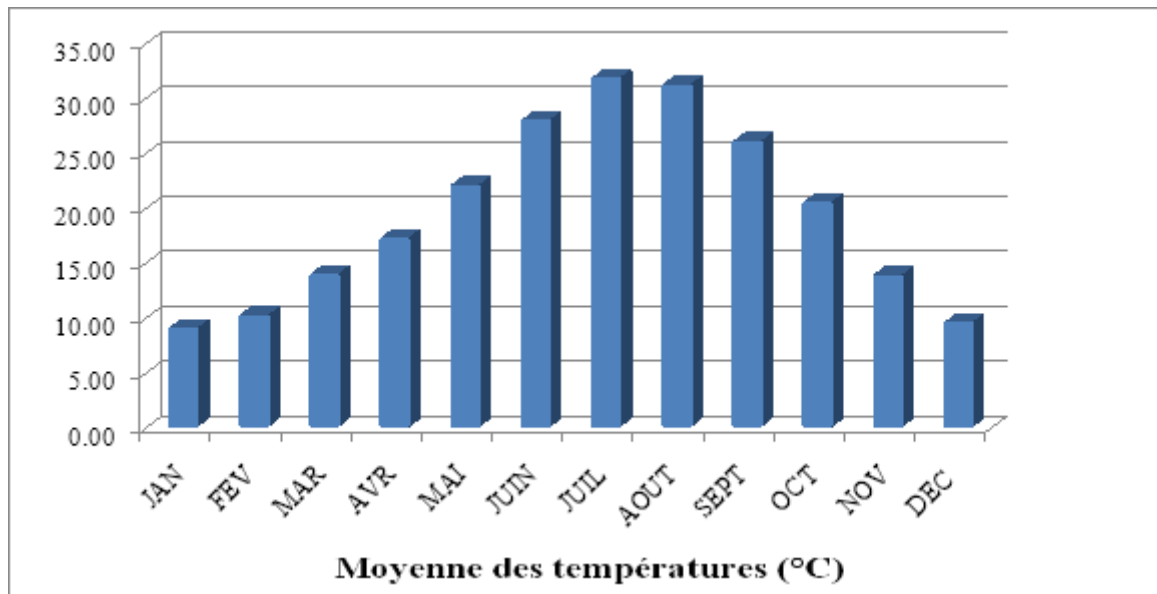


Figure II-4-Moyennes des températures enregistrées dans la station météorologique de M'Sila (période 2005-2015)

D'après les données des températures (**Tableau II-3**), il paraît que parmi les mois les plus chauds dans la région de M'Sila, Juillet occupe le premier rang avec une température moyenne maximale de 39.2 °C alors que le mois de Janvier enregistre la valeur la plus basse avec une température de 3,1 °C.

Les valeurs des températures moyennes mensuelles enregistrées dans la station météorologique de M'Sila durant la période allant de 2005 à 2015 varient d'un maximum de 31.6 °C pour le mois de juillet alors que le mois de janvier enregistre une valeur minimale de 8.9 °C.

II-2-2-4- Le vent

Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (**Faurie et al, 2003**). C'est un agent de dispersion des végétaux et de quelques animaux (**Dajoz, 2006**). Identifiés par leurs températures, leurs directions et leurs vitesses, les vents agissent effectivement sur l'évapotranspiration des plantes (**Didier, 2005**).

Le **Tableau. II-4**, illustre la variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours de la période (2005-2015) dans la région de M'Sila.

Tableau II-4- Variation de la vitesse moyenne mensuelle du vent au cours

MOIS	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Vit moy du vent (m/s)	4,25	4,99	5,39	5,27	5,24	5,01	4,72	4,3	4,06	3,84	4,11	3,83

Source : (Station météorologique de M'Sila)

Sachant que ;

Vit moy du vent (m/s) : vitesse moyenne du vent exprimée en mètre par seconde.

Les valeurs de la vitesse du vent notées au cours des années 2005- 2015, varient entre 3.83 m/s et 5.39 m/s. Il est à constater que la plus grande vitesse du vent soit 5.39 m/s est enregistrée au mois de Mars (**Figure. II-5**).

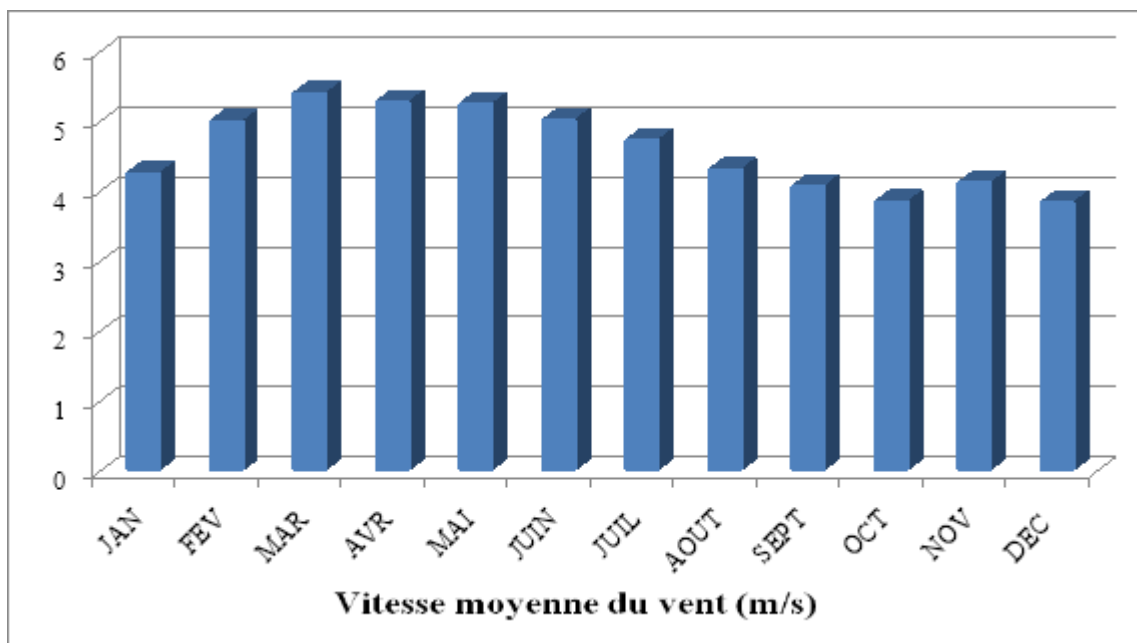


Figure II-5- Vitesse moyenne mensuelle du vent enregistrée dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

II-2-2-5- L'humidité relative

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité maximale de vapeur d'eau que cet air peut contenir à température et pression constantes où elle s'exprime en pourcentage (**Valle et al, 1999**).

Dans les situations de déficit hydrique (cas des zones arides), cette humidité présente un intérêt pour la végétation et les autres organismes vivants (**Dajoz, 1971**).

Les valeurs de l'humidité relative moyennes mensuelles pour une période 2005-2015 dans la région de M'Sila sont portées dans le **Tableau II-5**.

Tableau II-5- Moyennes mensuelles de l'humidité relative dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

MOIS	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Humidité(%)	83,2	77,2	69,2	62,9	50,59	44,4	35,3	39,5	56,3	66	78,5	84,5

Source : (Station météorologique de M'Sila)

D'après le **Tableau II-5**, la valeur maximale de l'humidité relative moyenne est enregistrée au mois de Décembre (soit 84.5 %) par contre la valeur minimale est notée pour le mois de Juillet (avec 35.3 %). Le reste des mois est illustré dans la **Figure II-6** ci-dessous.

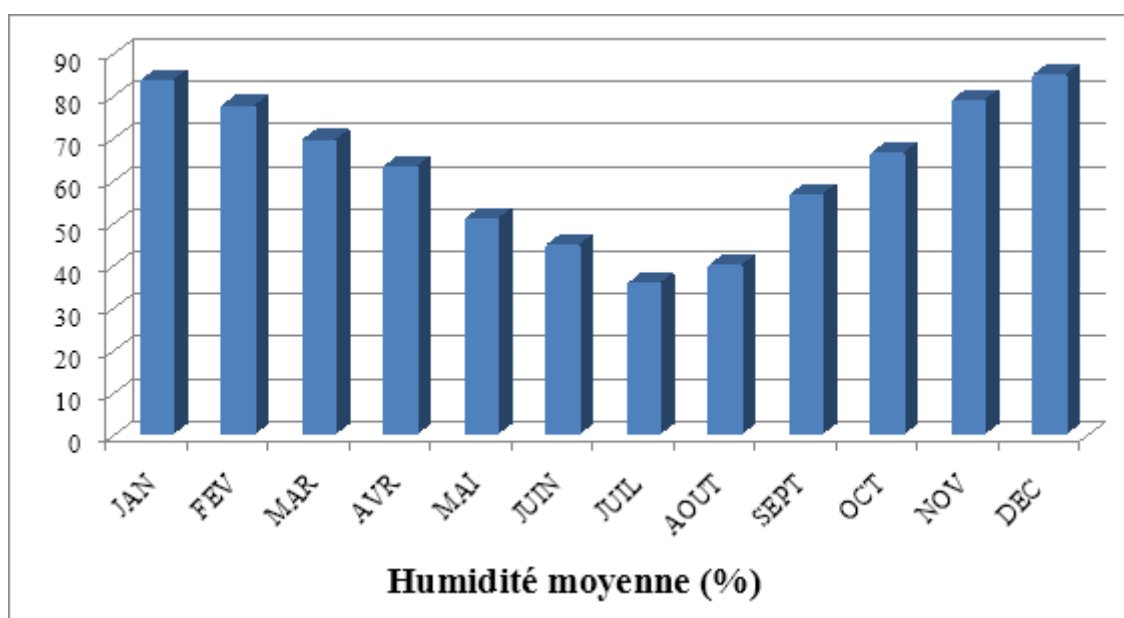


Figure II-6: Humidité moyenne mensuelle dans la station de M'Sila (période 2005-2015)

Le faible taux d'humidité en Eté est due à: l'aridité du climat (faiblesse relative des précipitations et surtout pendant la période estivale et qui est une caractéristique du climat méditerranéen), continentalité et l'influence méridionales chaudes et desséchantes (Sirocco).

II-2-2-6-Synthèse climatique

La synthèse climatique consiste, pour une station donnée, à déterminer les périodes sèches et humides par l'intermédiaire du diagramme ombrothermique de Gaussen ainsi que l'étage bioclimatique auquel appartient cette station étudiée dans le climagramme d'Emberger.

A) Diagramme ombrothermique:

D'après (**Bagnouls et Gaussen 1957 in Rebbas, 2014**), un mois est considéré comme sec lorsque le total mensuel des précipitations P , exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T du mois, exprimée en degré Celsius.

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe où les périodes sont considérées comme sèches lorsque la pluviosité moyenne (mm) est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius (**Le Houerou, 1995**).

Le diagramme établit (**Figure. II-7**), montre que la région de M'Sila, présente une période sèche qui s'étale sur 11 mois.

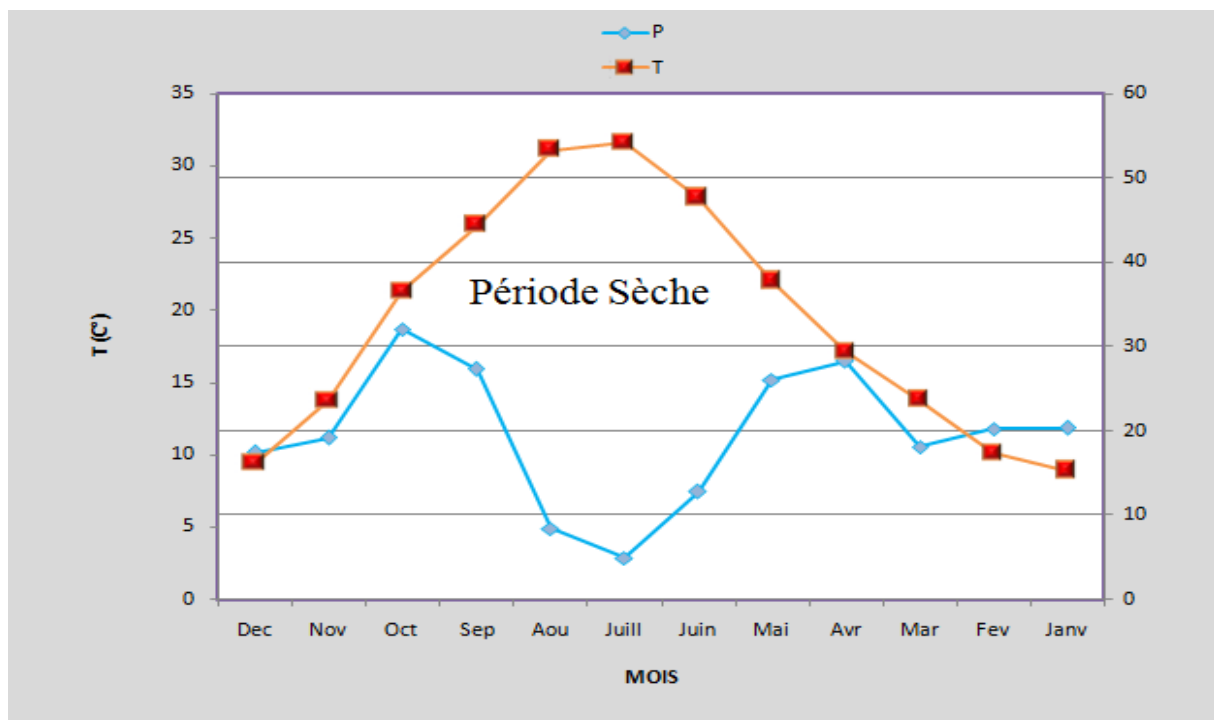


Figure. II-7 : Diagramme Ombrothermique de la station de M'Sila (période 2005-2015)

B) Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2), est un indice climatique qui traduit la xérite du climat méditerranéen suivant un gradient du Nord au Sud (**Emberger et Sauvage 1961 in Djebaili, 1984**). Il tient en compte des précipitations et températures.

Ce quotient est fonction de (m) [moyenne de la température minimale du mois le plus froid] et (M) [la moyenne de la température maximale du mois le plus chaud].

Il est calculé par la formule suivante : $Q_2 = 3.43 P / (M - m)$ (Dajoz, 2006)

Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : précipitations moyennes annuelles (mm).

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

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

Les valeurs des paramètres Q_2 , P, M, m sont consignées dans le **Tableau. II. 6**.

Tableau II-6- Valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger de la station de M'Sila (période 2005-2015)

Paramètre	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q_2	Etage bioclimatique
Station de M'sila	235,15	39,24	3,1	22,31	Aride supérieur

Source : (Station météorologique de M'Sila)

D'après les données climatiques pour une période s'étalant sur 11 ans et la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger « Q_2 », la station de M'Sila et de même que la zone de Magra sont classées dans l'étage bioclimatique aride supérieur à variante tempérée (**Figure II.8**).

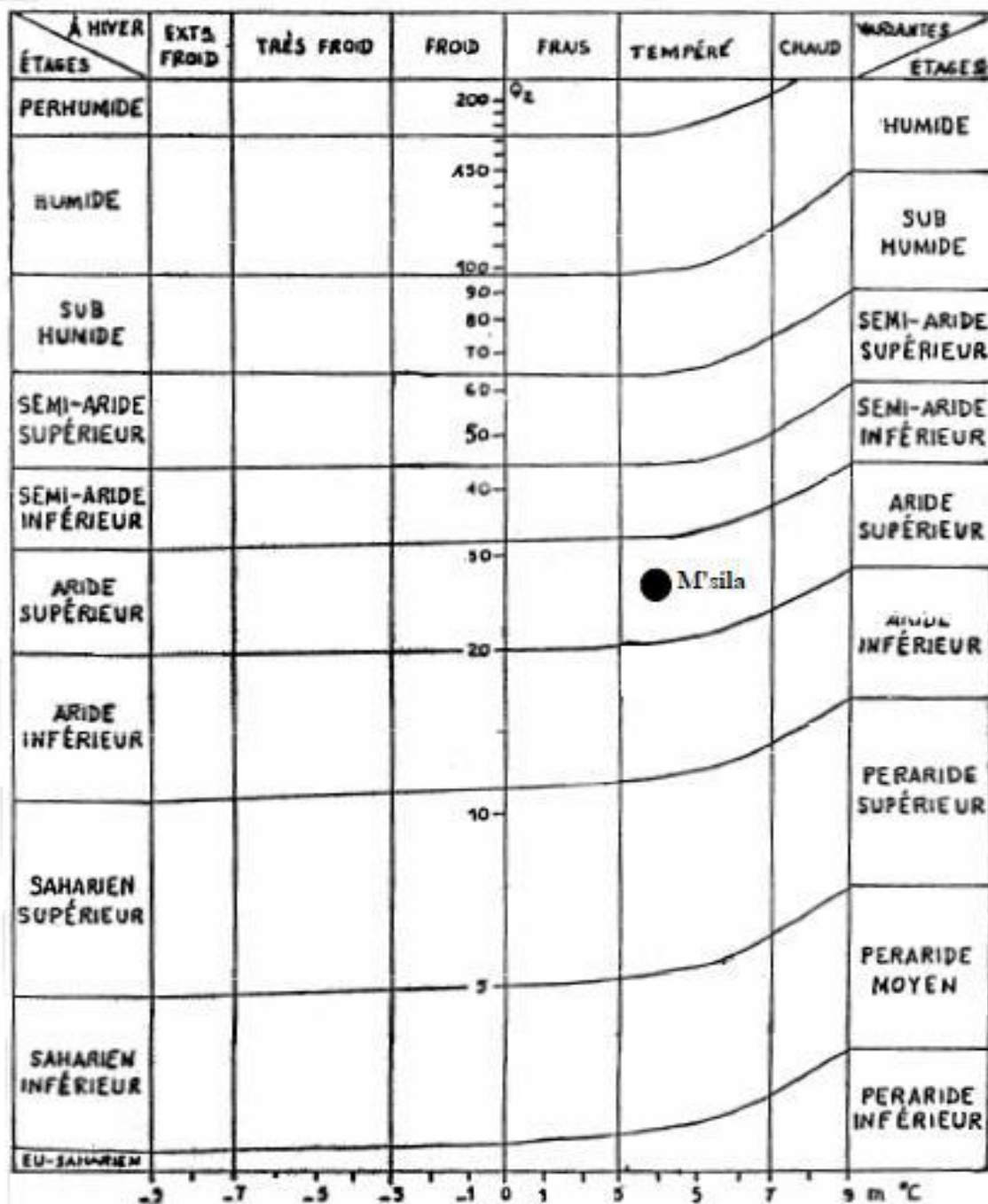


Figure. II.8 : Positionnement de la station de M'Sila dans le climagramme d'Emberger

II-3-Relief de la zone de Magra

MAGRA se situe entre l'ATLAS tellien et l'ATLAS saharien. Dans notre zone d'étude, on trouve les formations géologiques suivantes: Quaternaire, Miocène supérieur, Pontien, Miocène inférieur, Nummulitique, Cretace, Jurassique (**Figure. II.9**)

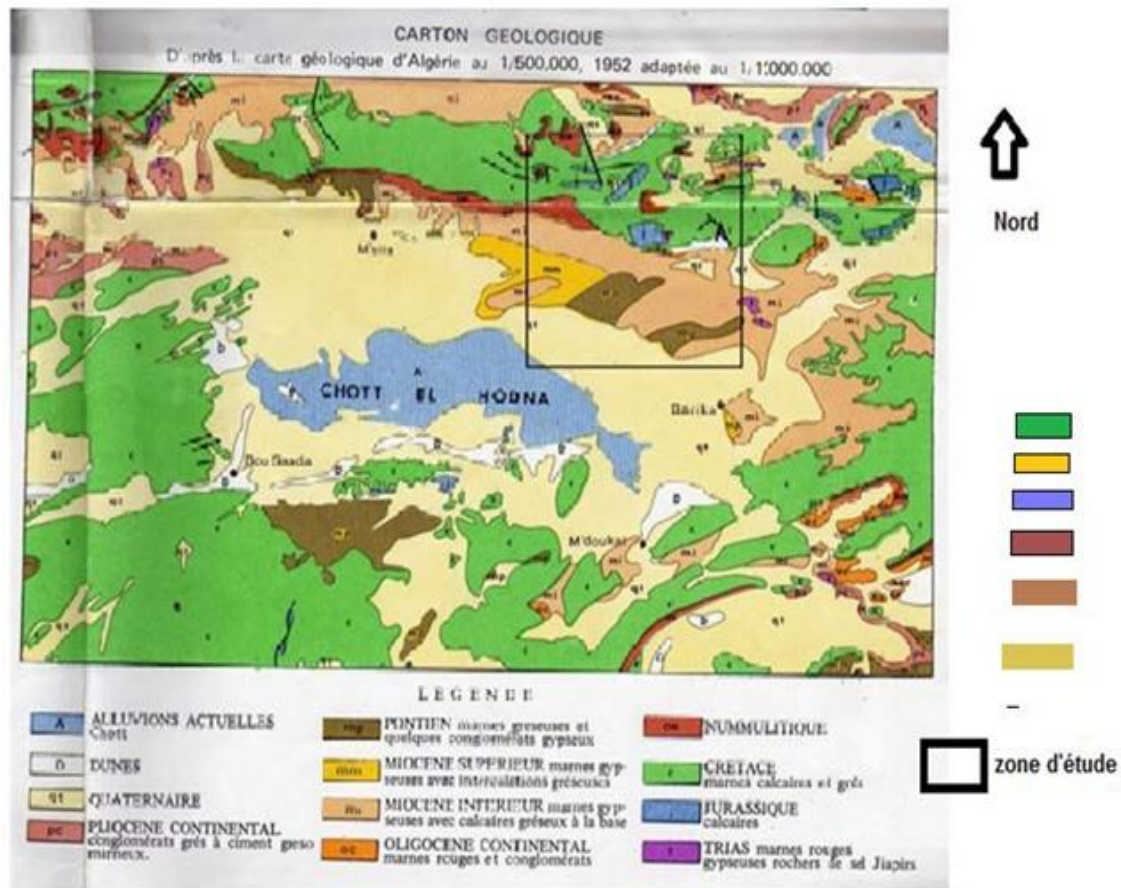


Figure. II.9: Carte géologique de Msila (FAO, 1975).

II-4-Caractéristiques édaphiques de la région d'étude

D'après la **Figure. II.10**, la commune de Magra est caractérisée par type de sol peu évolué alluviaux avec encroutements calcaires et aussi des sols gypseux.

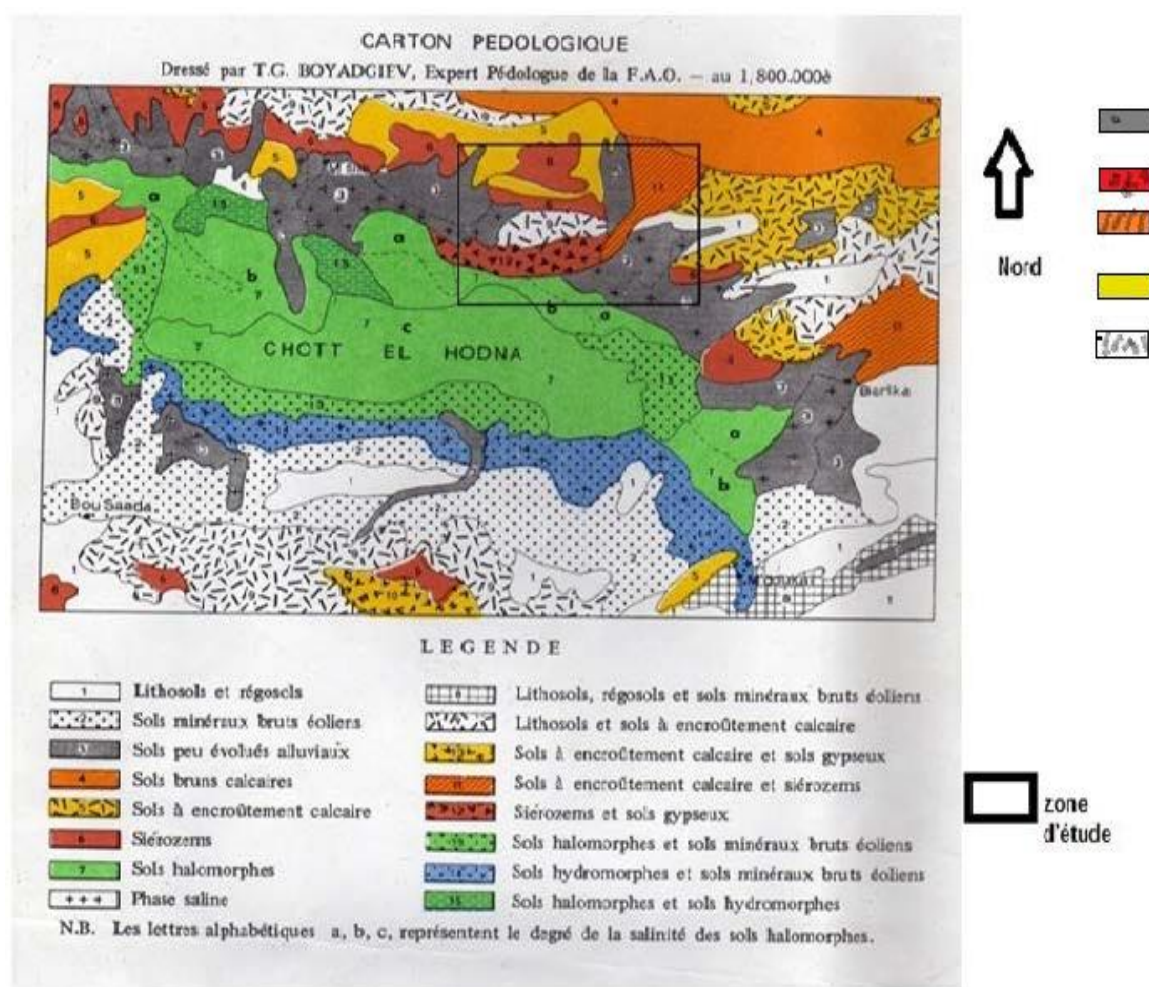


Figure. II.10: Carte pédologique de Msila (FAO, 1975).

II-5-Occupations des sols de la zone de Magra

A partir du **Tableau. II.7**, ci-dessous on peut remarquer que la surface irriguée à Magra est de l'ordre de 954 ha dont la majorité de cette surface correspond à l'arboriculture (645 ha).

Tableau. II.7: Répartition de superficie de la commune de Magra

Commune	Système d'irrigation	Superficie irriguée (ha)	Arboriculture (ha)	Culture marichaire (ha)	Céréaliculture (ha)
MAGRA	Gravitaire	720	482	12,5	158
	Aspersión	71	0	0	21
	Localisé	163	163	0	0

Source : (S.A.M, 2019)

CHAPITRE III :
Méthodologie du travail

III-1- Choix de la région d'étude

La réalisation de ce travail s'inscrit dans le but de la détermination des propriétés physiques et chimiques des sols de la zone de Magra, Ce qui nous a pousser vers le choix de la région, c'est bien la connaissance de leur potentialités agricoles et une identification des contraintes auxquelles se trouve confrontée le secteur agricole dans cette zone.

On a essayé de déterminer les propriétés des sols en réalisant deux profils (P1) et (P2). Ceux derniers sont situées dans la zone de Ouled Mansour (commune de Magra); avec les informations suivantes :

*Profil 1: qui présente une altitude de 461m, et latitude de $35^{\circ}33'00.9''$ Nord et longitude de $005^{\circ}00'58.6''$ Est (**photo III-1**)

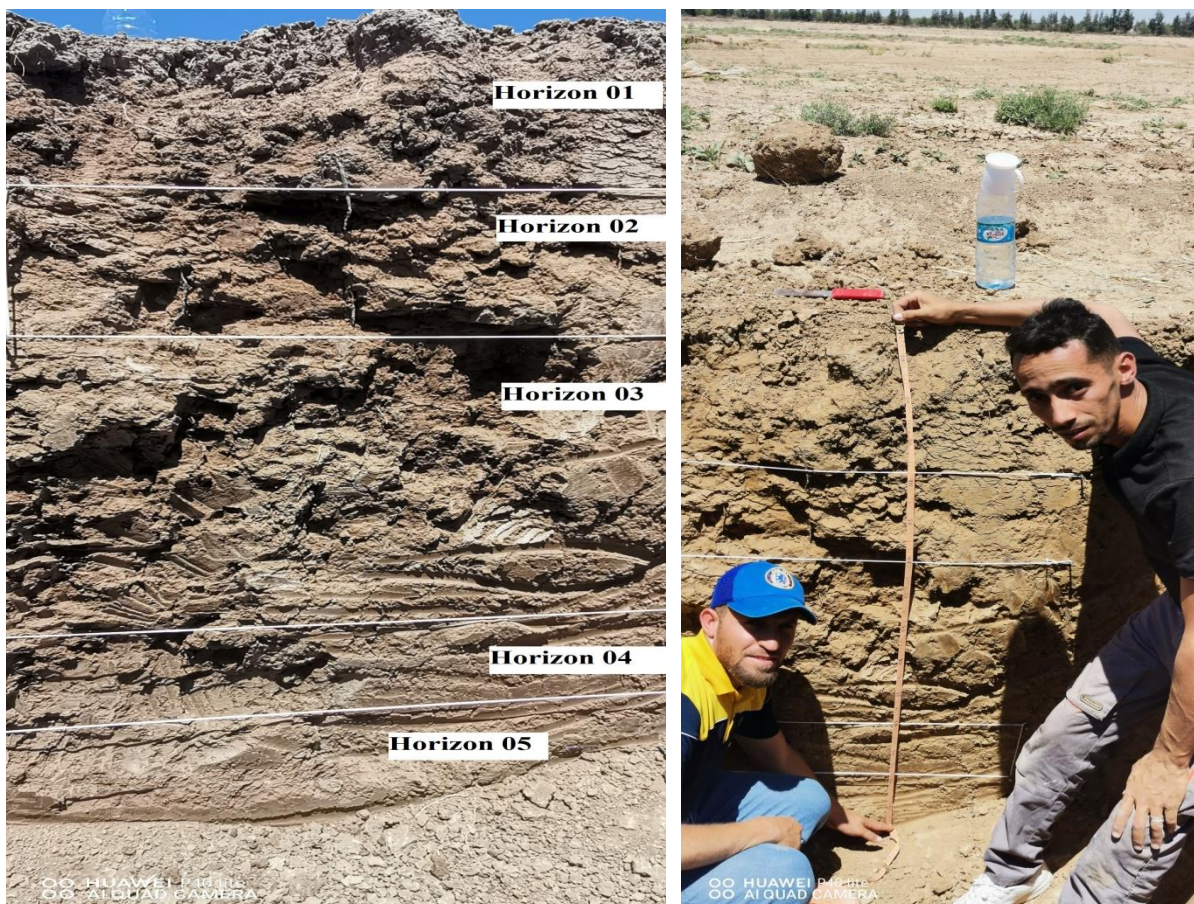
*Profil 2: dont l'altitude est de 437m, latitude de $35^{\circ}31'08.8''$ Nord et longitude de $004^{\circ}59'44.3''$ Est (**photo III-2**)



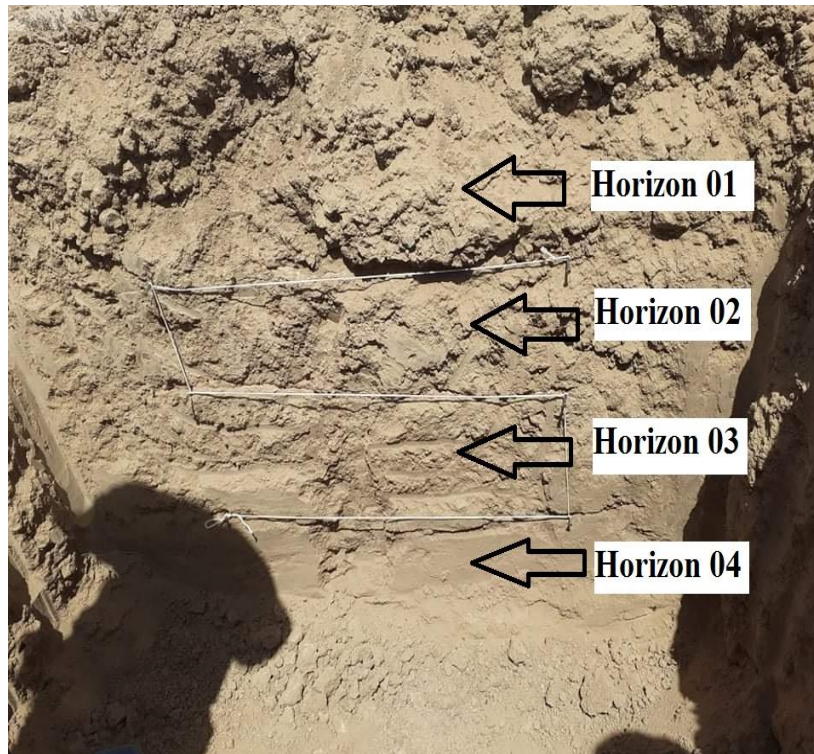
Photos. III.1 et III.2: Coordonnées géographiques des profils P₁ et P₂ (Djoubar et Mohamadi , 2021)

III-2-Période de prélèvement et échantillonnage du sol:

Après deux sorties au début du mois de Juin 2021, nous avons percé les deux profils à l'aide de l'engin (retro-chargeur), nettoyer le profil avec un marteau (pour ne pas fausser les données de la description morphologique suite au tassement des horizons par l'engin utilisé) et récupérer neufs échantillons du sol (après caractérisation et description morphologique des horizons de chacun des deux profils étudiés). Cinq échantillons correspondent aux cinq horizons qu'on a estimés pour le 1^{er} profil P₁ (**Photos. III.3 et III.4**), et les autres (quatre) correspondent aux quatre horizons du deuxième profil P₂ (**Photos. III.5**).



Photos. III.3 et III.4: Les horizons du profil P1 de la zone de Magra (**Djoubar et Mohamadi , 2021**)



Photos. III.5: Les horizons du profil P2 de la zone de Magra (**Djoubar et Mohamadi , 2021**)

III-3-Les analyses au laboratoire

Les analyses ont été effectuées au laboratoire de pédologie, département des sciences Agronomiques, faculté des sciences à l'Université de M'Sila.

Après séchage à l'air libre (de l'ensemble des échantillons des horizons, une fois les sachets des échantillons sont ouverts on procède à la détermination de l'humidité (avant séchage)), broyage et tamisage avec un tamis de 2mm.

III-3-1-L'humidité résiduelle du sol :

C'est la teneur en eau de l'échantillon; l'humidité d'un échantillon est déterminée par différence de poids. Une prise d'essai (Pr1) est prélevée et passée à l'étuve à 105°C pendant 24h.

Après 24h l'eau contenue dans l'échantillon s'évapore, l'échantillon est pesé de nouveau, après avoir laissé le refroidir au dessiccateur, on aura le poids (Pr2), l'humidité du sol est égale à :

$$H \% = \frac{Pr1 - Pr2}{Pr1} \times 100$$

En prenant en considération que l'utilisation de capsule en verre à couvercles rodés permet d'éviter une ré-humectation au cours du transport de l'étuve à la balance.

III-3-2-La porosité

La porosité d'un sol s'exprime en pourcentage par la formule :

$$P (\%) = (1 - (d_a/d_r)) * 100.$$

Tel que, d_a est la densité apparente et d_r est la densité réelle.

On n'a pas de méthodes directes de mesure de la porosité, on doit mesurer d'une part la densité apparente (d_a), et d'autre part la densité réelle (d_r).

III-3-2-1-La densité apparente (d_a)

Le prélèvement volumique (V) est effectué avec un cylindre métallique volume connu ($= 250 \text{ cm}^3$) directement enfoncé dans le sol puis retiré de terre. L'échantillon est recueilli, séché et pesé (P_{sec}) (**Photos. III.6**).

La densité apparente (d_a) correspond à la masse volumique du sol en place ; elle est variable selon la nature et l'état structural du sol ; sa valeur moyenne est de 1,3.

La densité apparente sèche : $d_a = P_s/V_t$.

P : Le poids sec de la terre, il est obtenu après séchages à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

V_t = Le volume de la terre à l'intérieur du cylindre = 250 cm^3

III-3-2-2-La densité réelle (d_r)

Elle représente la masse volumique des éléments solides du sol (de l'ordre de 2,6)
On la mesure par la méthode pycnométrique ou la méthode du « pycnomètre à eau » qui consiste à déterminer le volume d'eau déplacé par une masse connue d'un échantillon de sol dans un volume connu.

On utilise à cet effet un pycnomètre qui permet des mesures précises quelque soit la forme de l'échantillon en pesant d'abord le pycnomètre vide, puis le pycnomètre contenant une masse de sol à étudier ensuite le même pycnomètre avec la masse de sol rempli d'eau et enfin le pycnomètre rempli uniquement d'eau.

La densité réelle s'exprime en g/cm^3 par la formule suivante :

$$d_r = \frac{P_s}{V_s} \text{ g/cm}^3$$

$$d_r = \frac{b - a}{(b + d) - (a + c)} \text{ g/cm}^3$$

Sachant que :

a = le poids de pycnomètre vide

b = le poids de pycnomètre contenant le sol à étudier (15g environ).

c = le poids de pycnomètre + sol + eau distillée dégagée.

d = le poids de pycnomètre rempli d'eau.



Cylindre enfoncé dans le sol

Photos III.6: Cylindre enfoncé directement dans le sol ((Djoubar et Mohamadi, 2021)

III-3-3- Le pH

Le pH (eau) est déterminé dans une suspension de terre fine et d'eau distillée (rapport sol/liquide égal à 1/2.5). La lecture est faite à l'aide d'un pH-mètre (pH-mètre étalonné à l'aide d'une solution tampon de pH connu; pH =7).

Le pH (KCl) est mesuré de la même manière que le pH (eau) mais la lecture est faite après une nuit de contact entre la terre et la solution

III-3-4- La conductivité électrique (CE)

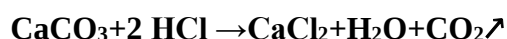
D'après (**Wade, 1998**), la méthode de mesure consiste à mélanger l'échantillon de sol avec une quantité d'eau suffisante pour obtenir de fortes dilutions.

On mesure cette conductivité sur la base d'un extrait dilué 1/5 par un conductimètre. Elle est exprimée en mS/cm ou dS/m à une température de 25C°.

III-3-5-Le calcaire totale (CaCO_{3t}%)

Le pourcentage du calcaire total est mesuré par la méthode volumétrique; le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'une burette à gaz (le calcimètre de Bernard) (**Dakar, 2008**).

Le principe de dosage est fondé sur la réaction caractéristique suivante :



C'est la mesure de CO₂ dégagé suite à l'action d'un excès d'acide Chlorhydrique sur un point connu de l'échantillon.

Le volume de CO₂ dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

$$\text{Le taux de CaCO}_{3t} (\%) = \frac{P'}{P} * \frac{V}{v} * 100$$

Sachant que :

P: Poids de prise d'essai de l'échantillon.

P': Poids de CaCO₃.

V : Volume de CO₂ dégagé par l'échantillon.

v : Volume de CO₂ dégagé par CaCO₃.

III-3-6-Le calcaire actif

Pour le dosage du calcaire actif on a utilisé la méthode qui a comme principe de base la propriété du calcium de se combiner à l'oxalate de calcium insoluble. L'excès de la solution d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique.

Cette analyse a été effectuée selon la méthode de Drouineau et Galet.

III-3-7-Le carbone organique et la matière organique

La teneur en carbone organique est déterminée directement par oxydation. La méthode consiste en une oxydation de la matière organique par une quantité en excès de bichromate de potassium en milieu sulfurique à température contrôlée ou à ébullition (**Baize, 2000**).

La teneur en matière organique est déduite à partir de la valeur issue de l'analyse du carbone organique par la formule suivant :

$$\text{Matière organique (\%)} = \text{Carbone organique (\%)} \times 1,724.$$

III-3-8-L'analyse granulométrique du sol

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la détermination de la texture des sols. Dans notre cas on a suivi la méthode internationale à la pipette de Robinson, qui permet de connaître la répartition des particules minérales inférieures à (2mm), selon des classes de grosseurs, il s'agit de connaître ou de déduire la répartition des particules minérales d'un échantillon selon les différentes fractions granulométriques (**Baize, 1988**).

Selon cette méthode, la destruction de la matière organique et du ciment minéral (calcaire) est faite respectivement par l'eau oxygénée (H_2O_2) et le (HCl), la dispersion des particules (colloïdes) est réalisée par addition de l'hexa-méta-phosphate de sodium.

Le prélèvement des argiles et des limons fins a été effectué par la pipette de Robinson; tandis que les sables (grossiers et fins) ont été récupérés par tamisage et enfin les limons grossiers par différences par rapport à 100%.

La composition granulométrique est exprimée en pour cent (%). Cette analyse sert à déterminer la texture du sol par l'utilisation du triangle textural.

CHAPITRE IV :

Résultats et discussion

Dans ce quatrième chapitre, nous exposerons les résultats des analyses physiques et chimiques obtenus puis les interpréter.

IV-1-Présentation et interpretation des résultats analytiques du sol du premier profil (Magra)

IV-1-1-L'humidité(%) des horizons du profil P₁

Les résultats mentionnés au niveau du (Tableau. IV.1 et la Figure. IV.1) montrent que l'humidité est comprise entre 5.84 et 11.61 %. La valeur la plus élevée est marquée au 4^{ème} horizon (11.61 %) alors que celle la plus faible est enregistrée au 1^{er} horizon (5.84 %).

Tableau. IV.1: Résultats de l'humidité (horizons du profil 1)

	P ₁ H ₁ (0-38 cm)	P ₁ H ₂ (38-60 cm)	P ₁ H ₃ (60-110) cm	P ₁ H ₄ (110-130 cm)	P ₁ H ₅ (+ de 130 cm)
Humidité (%)	5,84	8,93	6,76	11,61	5,97

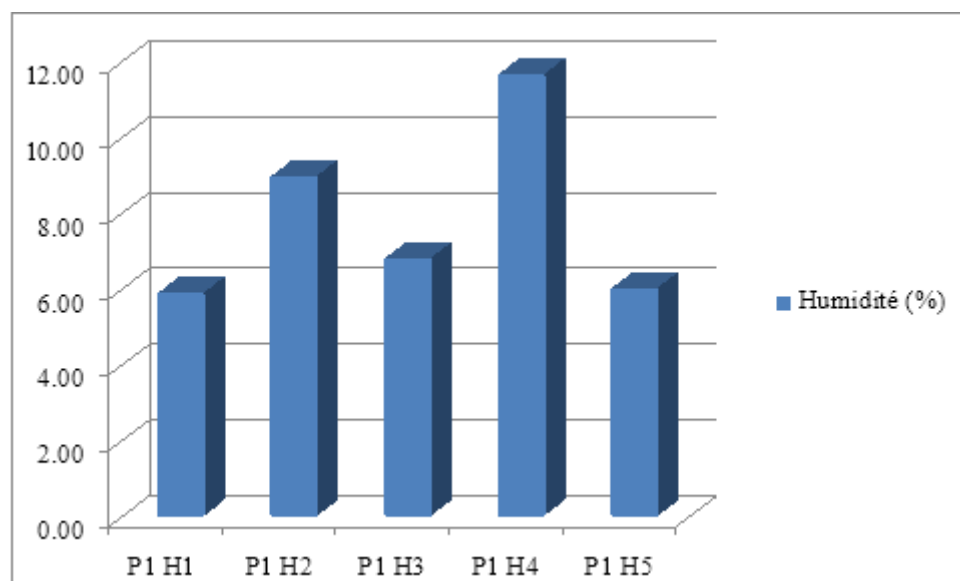


Figure. IV.1: Résultats de l'humidité des horizons du premier profil (P₁) (Magra)

IV-1-2-La porosité(%)

Les résultats des densités apparentes, densités réelles et aussi porosités des sols du premier profil (P₁) sont enregistrés au niveau du Tableau. IV.2 et des Figures. IV.2 et IV.3.

Tableau. IV.2: Résultats des calculs de densité apparente, densité réelle et porosité au niveau des horizons du premier profil

	P ₁ H ₁	P ₁ H ₂	P ₁ H ₃	P ₁ H ₄	P ₁ H ₅
da (g/cm³)	1,008	0,981	1,094	1,061	1,103
dr (g/cm³)	2,410	2,348	2,382	2,345	2,155
Porosité (%)	58,17	58,22	54,07	54,75	48,82

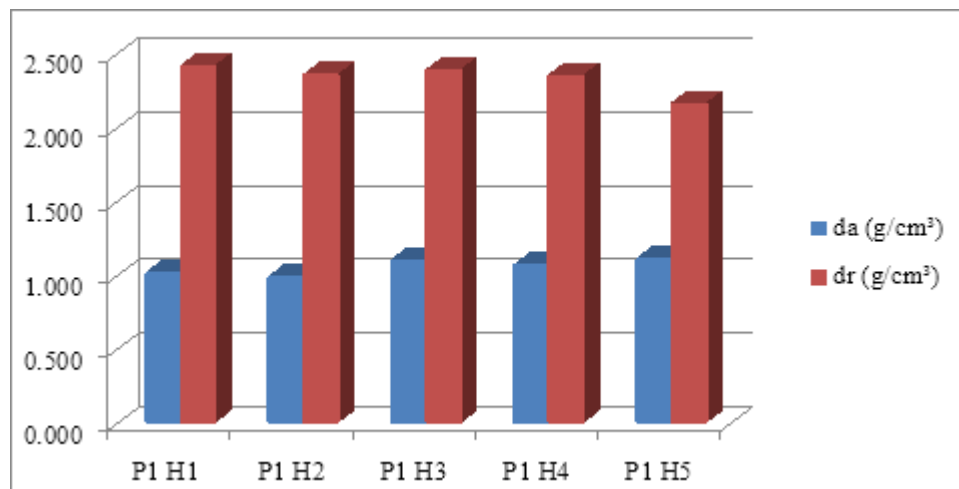


Figure. IV.2: Résultats obtenus des calculs de densité apparente et densité réelle des sols du premier profil

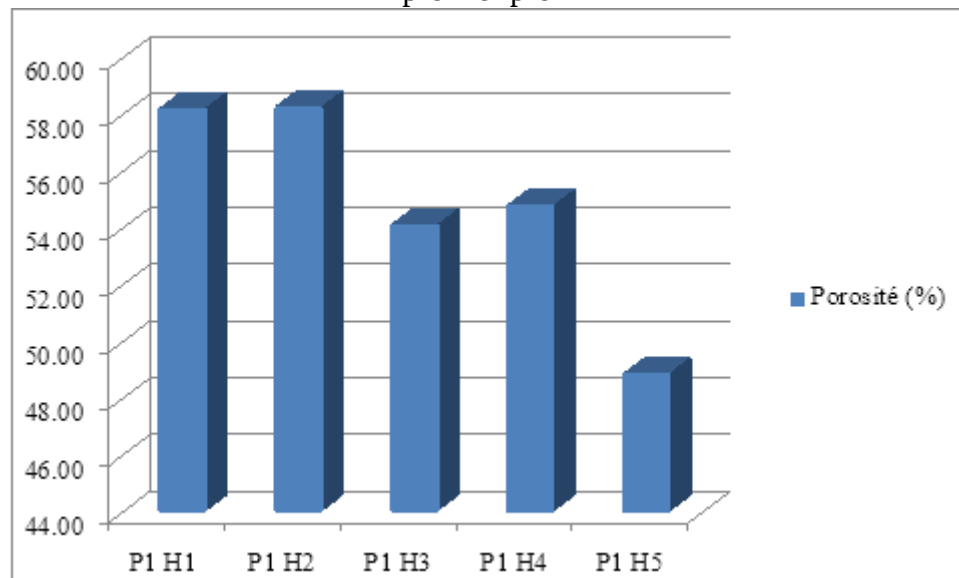


Figure. IV.3: Résultats de la porosité des horizons du profil P₁

D'après les normes d'interprétation de la porosité (ENIB, 2000), ce sol est très poreux pour l'ensemble des horizons du premier profil, avec des valeurs (pourcentages) qui dépassent 40%. Les valeurs enregistrées sont de l'ordre de 58.17, 58.22, 54.07 et 54.75 respectivement dans H₁, H₂, H₃ et H₄.

IV-1-3-pH eau et pH KCl

En se référant aux résultats mentionnés au niveau du **tableau. IV.3** et **Figure. IV.4**, on déduit (selon l'échelle proposée par (**Giasson et Jaouich, 2008**) et aussi celle de (**Gaucher, 1968**)) que le pH de notre sol est alcalin dans l'ensemble des horizons du profil P₁, affichant des valeurs de 8.1, 8.2, 8.1, 7.8 et 7.9 respectivement de H₁ à H₅.

Tableau. IV.3: Résultats des pH_{eau} et pH_{KCl} des horizons du premier profil

	P ₁ H ₁	P ₁ H ₂	P ₁ H ₃	P ₁ H ₄	P ₁ H ₅
pH _{eau}	8,1	8,2	8,1	7,8	7,9
pH _{KCl}	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4

Aussi, la différence entre le pH_{eau} et le pH_{KCl} indique que nos sols sont :

- Faiblement dé-saturés pour P₁H₄ et P₁H₅
- Dé-saturés pour les horizons P₁H₁, P₁H₂ et P₁H₃

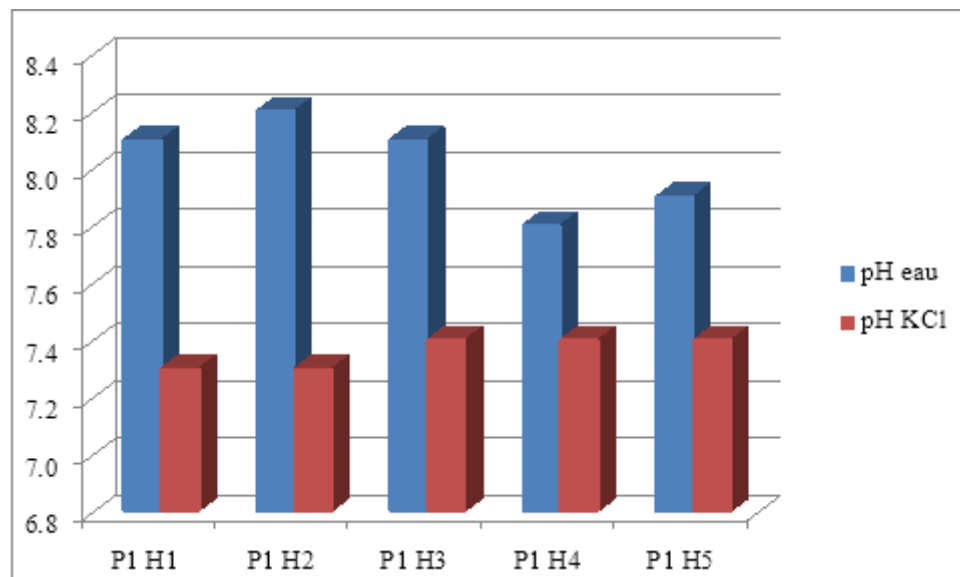


Figure. IV.4: Représentation des pH_{eau} et pH_{KCl} des horizons du premier profil

IV-1-4-La conductivité électrique (CE) au niveau des horizons du premier profil P₁

Des résultats résumés et mentionnés au **Tableau. IV.4** et **Figure. IV.5**, on remarque que notre sol est selon (**Mathieu et Pieltain, 2003**):

- Légèrement salé pour les deux premiers horizons (H₁ et H₂) ;
- Salé pour P₁ H₃
- Très salés pour le quatrième et cinquième horizon.

Tableau. IV.4: Résultats de la CE (mS/cm) pour chacun des horizons du P₁

	P ₁ H ₁ (0-38 cm)	P ₁ H ₂ (38-60 cm)	P ₁ H ₃ (60-110 cm)	P ₁ H ₄ (110-130 cm)	P ₁ H ₅ (+ de 130 cm)
CE (mS/cm)	0,753	0,719	1,162	3,020	3,100

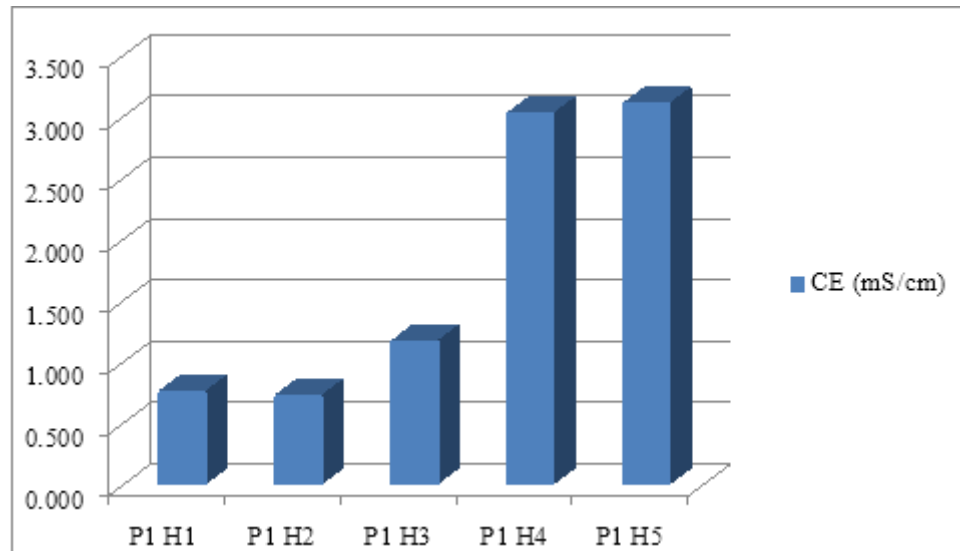


Figure. IV.5: Valeurs des CE des horizons du premier profil (P₁)

Ce caractère légèrement salé, salé à très salé (du haut en bas du profil 2) peut être expliqué par la nature géologique de la zone d'étude d'une part et du rapprochement au chott (Chott El Hodna) d'autre part.

IV-1-5-Calcaire total et calcaire actif

Les valeurs (pourcentages) du calcaire total et celui actif sont résumées et mentionnées au **Tableau IV.5** et **Figure. IV.6**.

Tableau. IV.5: Résultats de calcaire total et actif pour chacun des horizons du premier profil

	P ₁ H ₁ 0-38 cm	P ₁ H ₂ 38-60 cm	P ₁ H ₃ 60-110 cm	P ₁ H ₄ 110-130 cm	P ₁ H ₅ + de 130 cm
CaCo3 total (%)	36,50	36,86	33,97	32,53	31,44
CaCo3 actif (%)	3,5	4,5	11,5	7,5	13,0

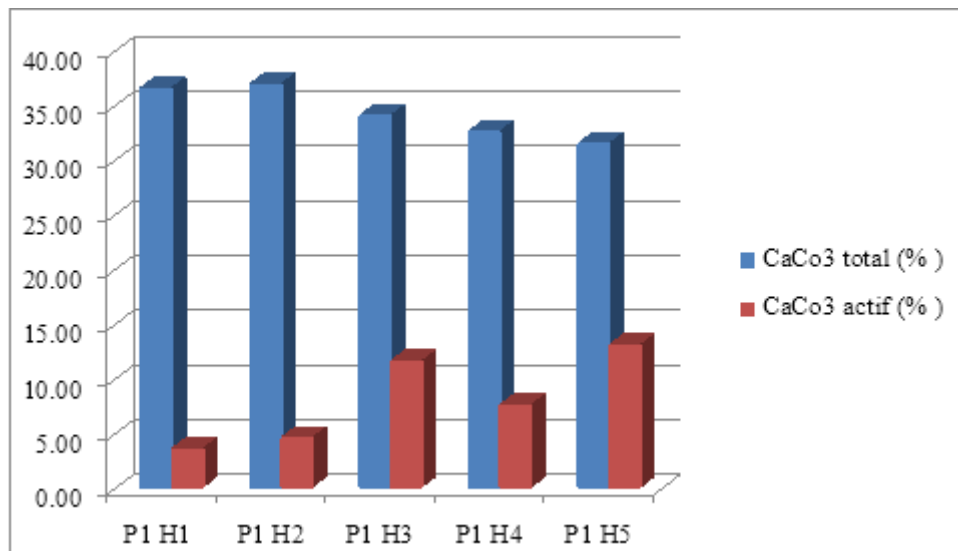


Figure. IV.6: Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif dans les horizons de P₁

Suivant les normes proposées par (**Baize, 1988**), l'ensemble des horizons du premier profil affiche un caractère fortement calcaire avec des valeurs comprises entre 20 et 50%.

Quand au calcaire actif, il se présente avec des pourcentages faibles à moyens, celui dernier peut influencer négativement sur la disponibilité et l'utilisation des éléments nutritifs pour la plante, en particulier le Fer.

IV-1-6-La matière organique (MO %)

Tableau. IV.7 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique pour les horizons du premier profil

	P1 H1 0-38 cm	P1 H2 38-60 cm	P1 H3 60-110 cm	P1 H4 110-130 cm	P1 H5 + de 130 cm
MO (%)	5,88	5,41	4,76	4,54	4,67

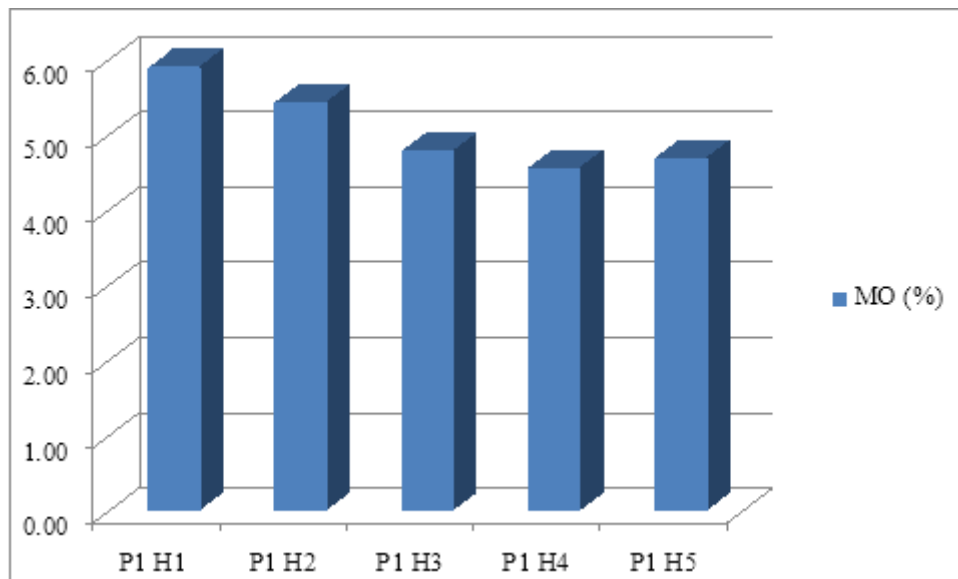


Figure. IV.7 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique

Le taux de matière organique indique que notre sol est très riche en matière organique au niveau de tout les horizons de ce profil avec respectivement les valeurs de 5,88 % pour P₁H₁, 5,41 % pour P₁H₂, 4,76 % pour P₁H₃, 4,54 % pour P₁H₄ et 4,67 % pour P₁H₅.

IV-1-7-Analyses granulométriques des sols du premier profil

Les résultats des fractions granulométriques dans les horizons du premier profil de la zone de Magra sont indiqués au **Tableau. IV.8**.

Tableau. IV.8 : Résultats de l'analyse granulométrique des horizons du premier profil

	P ₁ H ₁	P ₁ H ₂	P ₁ H ₃	P ₁ H ₄	P ₁ H ₅
Argile %	19,17	36,00	36,10	47,69	43,80
Limon fin %	40,85	46,00	42,84	48,48	49,51
Limon grossier %	24,74	/	/	/	/
Sable fin %	13,06	22,00	19,89	10,55	9,32
Sable grossier %	2,17	2,80	1,20	2,75	1,21

De l'exploitation des données mentionnées sur le **Tableau. IV.8** avec l'utilisation du triangle texturale de Jamagne, on déduit que la texture est:

- ❖ Limono-sableuse (LAS) pour P₁H₁
- ❖ Argileuse pour les horizons (P₁H₂, P₁H₃ (A)) et aussi P₁H₅(AL)

- ❖ Très argileuse (ALO) au niveau du quatrième horizon et On remarque aussi qu'à l'exception du premier horizon, le taux ou pourcentage du sable (sable total) ne dépasse plus 2%. Le premier horizon affiche une valeur totale de sable égale à 26.91% et c'est peut être due à l'effet de l'érosion éolienne dans cette région.

Le calcul de l'indice de battance (**IB**) pour l'horizon superficiel P_1H_1 affiche une valeur de 1.02, prouvant que cet horizon est non battant (pas de risque de formation de ce qu'on appelle croute de battance, obstacle majeur durant l'installation des cultures et leur développement surtout en période pluvieuse) (malgré que les taux du limon fin et grossier sont élevés).

IV-2-Résultats analytiques du sol du profil 2

IV-2-1-L'humidité (%) enregistrée pour les sols du deuxième profil

L'humidité au niveau du deuxième profil des sols étudiés de Magra présente une valeur maximale au niveau du troisième horizon (6.87%) suivie du deuxième horizon (4.07%) et des valeurs inférieures à 4% (3,68 et 3,59 respectivement pour $P_2 H_1$ et $P_2 H_4$) (**Tableau. IV.9 et Figure. IV.8**)

Tableau. IV.9 : Résultats obtenus des calculs de l'humidité

	$P_2 H_1$ (0-40 cm)	$P_2 H_2$ (40-70 cm)	$P_2 H_3$ (70-105 cm)	$P_2 H_4$ (+ de 105 cm)
Humidité (%)	3,68	4,07	6,87	3,59

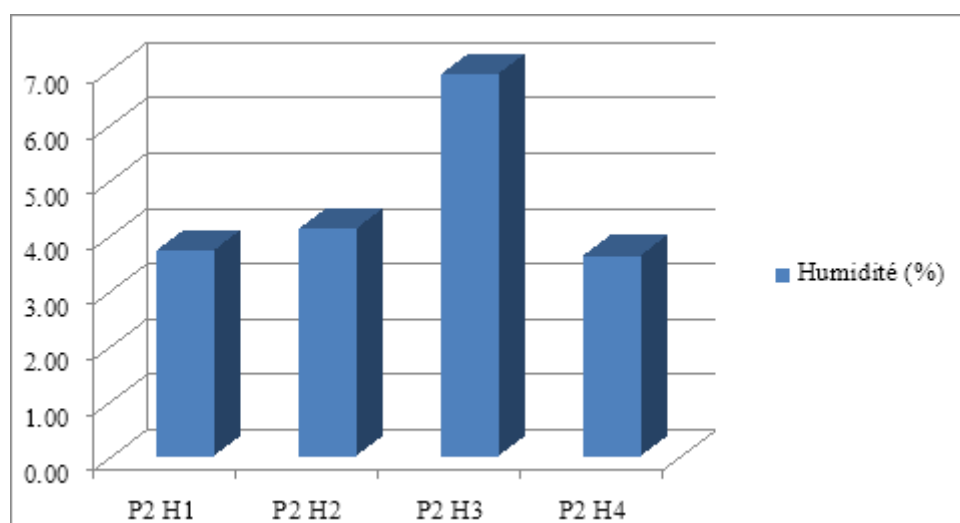


Figure. IV.8 : Résultats obtenus des calculs de l'humidité des horizons de P_2

IV-2-2-La porosité (%)

Les résultats des densités apparentes, réelles et aussi de la porosité des horizons du deuxième profil de Magra sont mentionnés au niveau des **Tableau. IV.10**, **Figure. IV.9** et **Figure. IV.10**.

Tableau. IV.10 : Résultats obtenus des calculs de la densité apparente et réelle

	P2 H1 (0-40 cm)	P2 H2 (40-70 cm)	P2 H3 (70-105 cm)	P2 H4 (+ de 105 cm)
da (g/cm³)	1,021	0,972	0,942	0,941
dr (g/cm³)	2,284	2,542	2,360	2,653
Porosité (%)	55,30	61,76	60,08	64,53

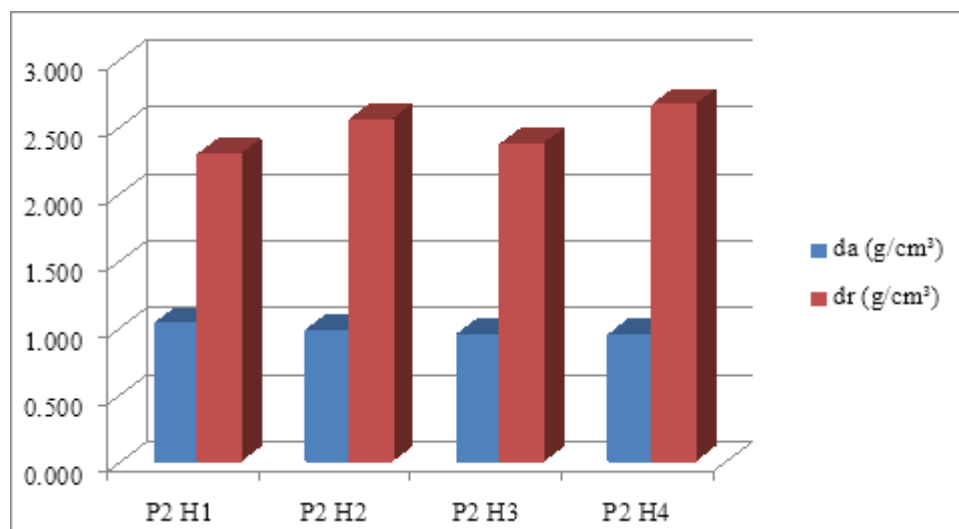


Figure. IV.9 : Résultats des calculs de la densité apparente et réelle des horizons du deuxième profil

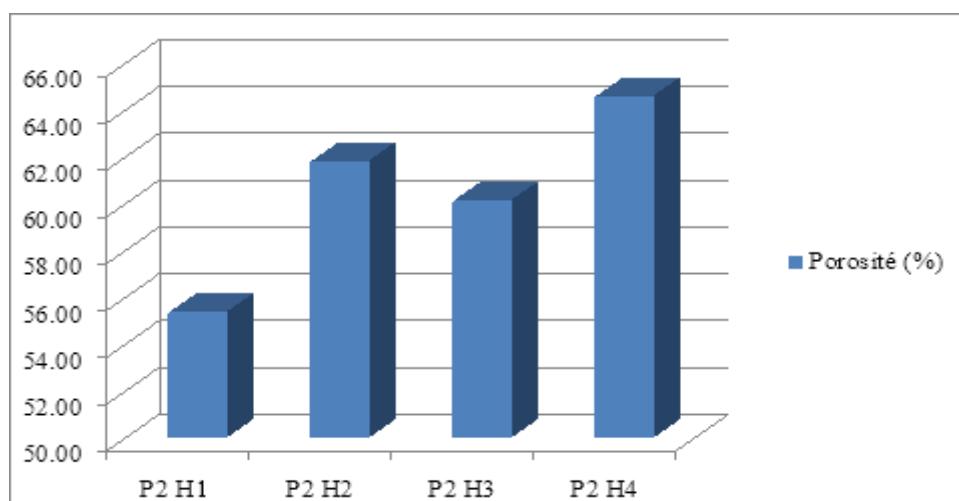


Figure. IV.10 : Résultats obtenus des calculs de la porosité

Avec des valeurs de 55,30, 61,76, 60,08 et 64,53 respectivement du premier au cinquième horizon du profil P₂, on trouve que notre sol est très poreux (+ 40%) dans l'ensemble des horizons (en se référant aux normes proposées par (INIB, 2000).

IV-2-3-pH eau et pH KCl des horizons de P₂

L'exploitation des données du Tableau. IV.11 et Figure. IV.11.

Tableau. IV.11 : Résultats obtenus des calculs de Ph (eau et KCl) des horizons de P₂

	P2 H1 (0-40 cm)	P2 H2 (40-70 cm)	P2 H3 (70-105 cm)	P2 H4 (+ de 105 cm)
pH_{eau}	8,2	8,3	8,2	8,3
pH_{KCl}	7,6	7,6	7,4	7,4

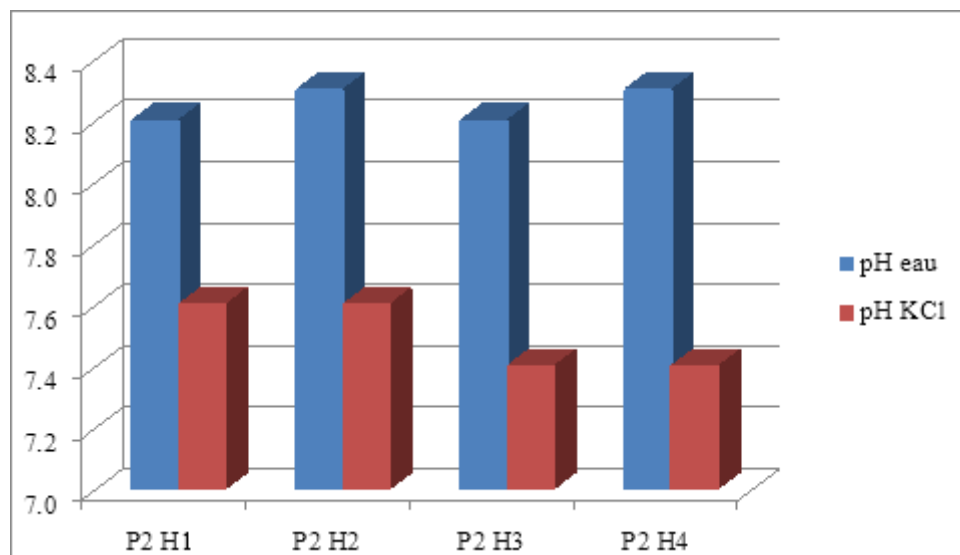


Figure. IV.11: Résultats obtenus des calculs de pH(eau et KCl) pour l'ensemble des horizons de P₂

Selon (Gaucher, 1968), le pH est alcalin pour P₂H₁, P₂H₂, P₂H₃ et P₂H₄.

On remarque aussi que la différence (pH eau-pH KCl) est toujours entre 0.5 et 1, alors le sol de ce profil est dé-saturés selon le même auteur.

IV-2-4-La conductivité électrique (CE) des sols de P₂

Tableau. IV.12: Résultats obtenus des calculs de (CE) pour les quatre horizons de P₂

	P ₂ H ₁ (0-40 cm)	P ₂ H ₂ (40-70 cm)	P ₂ H ₃ (70-105 cm)	P ₂ H ₄ (+ de 105 cm)
CE (mS/cm)	1,803	0,900	1,307	0,811

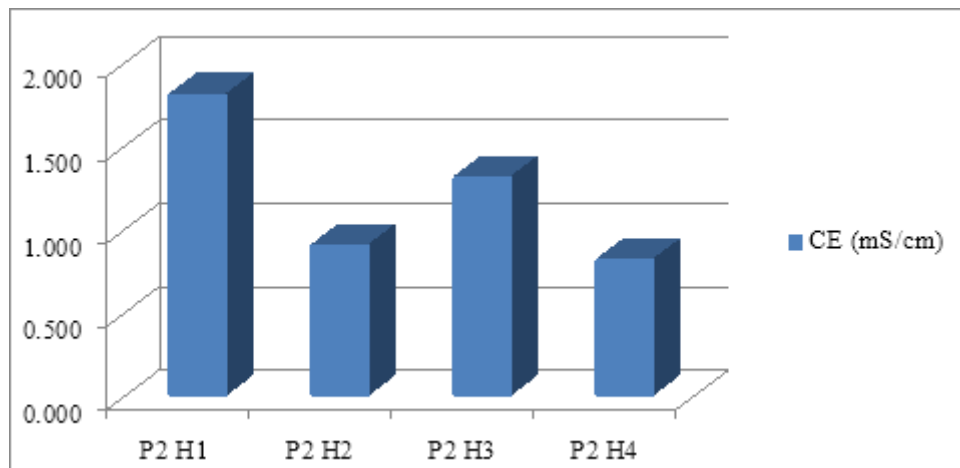


Figure. IV.12 : Résultats obtenus des calculs de (CE) pour les quatre horizons de P₂

Les résultats de CE mentionnés au **Tableau. IV.12** et à la **Figure. IV.12** et des normes d'interprétation proposées par (Mathieu et Pielain, 2003), on déduit que notre sol est :

*Légèrement salé pour le deuxième et quatrième horizon.

*Salé pour le premier et troisième horizon.

IV-2-5-Calcaire total et calcaire actif dans les horizons du deuxième profil

Tableau. IV.13: Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif des sols de P₂

	P2 H1 (0-40 cm)	P2 H2 (40-70 cm)	P2 H3 (70-105 cm)	P2 H4 (+ de 105 cm)
CaCO₃ total (%)	36,50	39,75	33,61	35,42
CaCO₃ actif (%)	8,5	8,0	7,0	7,0

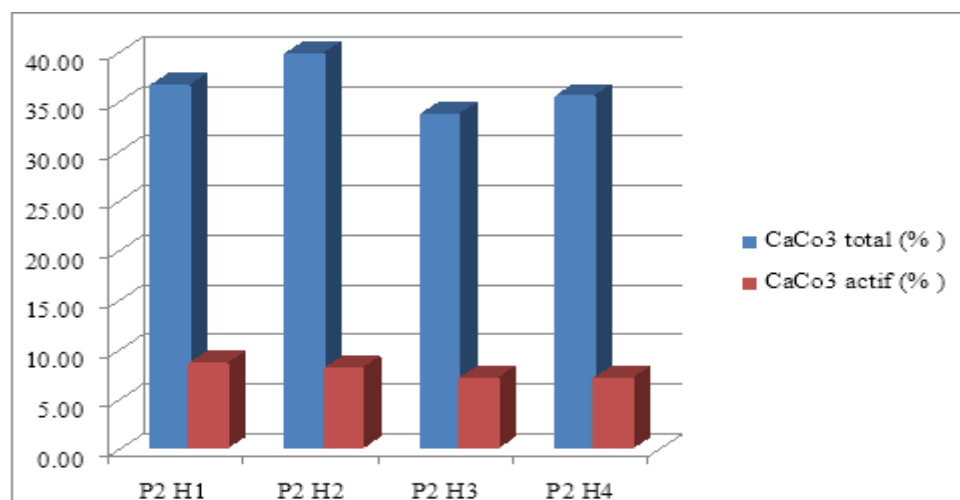


Figure.IV.13 : Résultats obtenus des calculs de calcaire total et actif

On déduit que l'ensemble des horizons du profil P₂ affichent un caractère fortement calcaire (**Tableau. IV.13 et Figure. IV.13** ainsi que les normes d'interprétation des taux ou pourcentages du calcaire total proposées par (**Baize, 1988**)).

Le calcaire actif est présent avec une valeur maximale de 8.5 % dans le premier horizon et une valeur minimale de 7.0 % dans le troisième et le quatrième horizon ; ces valeurs traduisent un risque de blocage des éléments nutritifs en particulier Fe et donc un mauvais développement des plantes installées...

IV-2-6-La matière organique (MO %) au niveau des horizons du deuxième profil

Tableau. IV.14 : Taux de MO dans les horizons du deuxième profil

	P ₂ H ₁ (0-40 cm)	P ₂ H ₂ (40-70 cm)	P ₂ H ₃ (70-105 cm)	P ₂ H ₄ (+ de 105 cm)
MO (%)	5,76	2,66	2,27	1,59

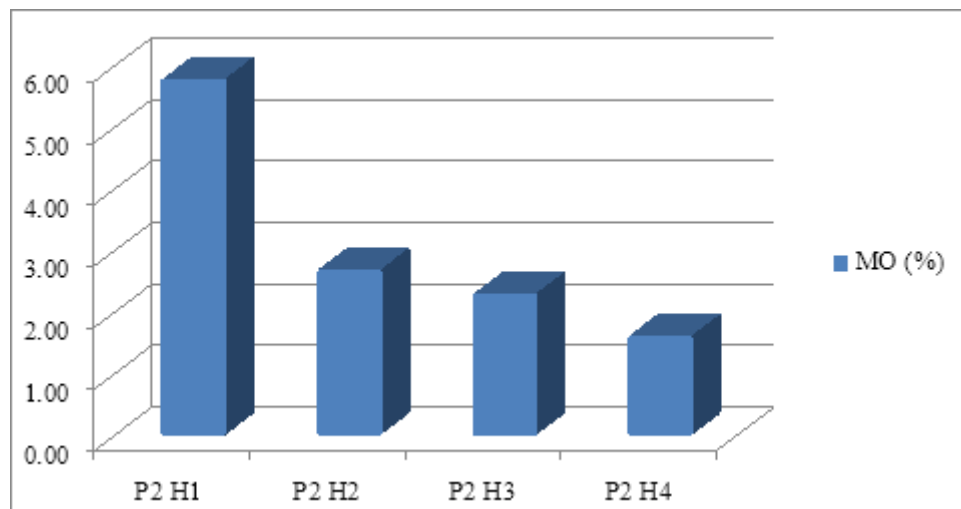


Figure. IV.14 : Résultats obtenus des calculs de la matière organique des horizons de P₂

L'exploitation des données et des résultats qui figurent au niveau du **Tableau. IV.14 et Figure. IV.14**, indiquent que pour la MO notre sol est :

- ❖ Très pauvre en MO au niveau du premier horizon
- ❖ Pauvre pour le quatrième horizon
- ❖ Riche en MO pour le deuxième et troisième horizon

IV-2-7-Analyses granulométriques

Tableau. IV.15: Résultats obtenus de l'analyse granulométrique (%) pour les quatre horizons de P₂

	P ₂ H ₁	P ₂ H ₂	P ₂ H ₃	P ₂ H ₄
Argile	9,42	11,35	12,15	53,38
Limon fin	55,86	46,65	41,79	43,59
Sable fin	20,70	20,57	28,69	1,26
Sable grossier	0,97	5,01	1,00	23,81
Limon grossier	13,04	16,41	16,37	/

L'utilisation des résultats du Tableau. IV.15 et du triangle texturale de Jamagne nous donnent les constatations suivantes :

- ❖ Une texture très argileuse (ALO) au niveau du dernier horizon
- ❖ Une texture limono sableuse (LMS) pour les trois horizons restants (P₂ H₁, P₂ H₂ et P₂ H₃)

Le calcul de l'indice de battance du premier horizon (P₂ H₁) a donné le résultat 1.4 indiquant qu'il s'agit d'un sol peu battant

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale

Le présent travail à été mené dans la zone de Magra (wilaya de M'Sila), dans le but de la détermination des principales propriétés de ces sols.

Les résultats des analyses des sols des horizons de chacun des profils étudiés (P_1 et P_2) montrent que:

❖ Pour la texture :

Les horizons du premier profil ont des textures limono-sableuse, argileuse à très argileuse respectivement pour P_1H_1 , (P_1H_2 , P_1H_3 et P_1H_5) et enfin P_1H_4 .

Les horizons du profil P_2 ont des textures très argileuses au niveau du dernier horizon et limono sableuse pour les trois horizons restants (P_2H_1 , P_2H_2 et P_2H_3)

❖ Pour le pH :

Est alcalin dans l'ensemble des horizons du profil P_1 . Il s'agit des sols faiblement dé-saturés pour P_1H_4 et P_1H_5 et dé-saturés pour les horizons P_1H_1 , P_1H_2 et P_1H_3 .

Aussi pour le deuxième profil, le pH est alcalin pour P_2H_1 , P_2H_2 , P_2H_3 et P_2H_4 . Ce sont des sols dé-saturés dans l'ensemble des horizons.

❖ Salinité :

Les valeurs de la CE au niveau du profil 1 indiquent que nos sols sont légèrement salé pour les deux premiers horizons (H_1 et H_2), salé pour P_1H_3 et très salés pour le quatrième et cinquième horizon.

Les sols de P_2 sont marqués par des sols légèrement salé pour le deuxième et quatrième horizon et salé pour le premier et troisième horizon.

❖ Pour la porosité :

Le sol est très poreux pour l'ensemble des horizons du premier profil ainsi que ceux du deuxième.

❖ Pour le calcaire total et le calcaire actif :

L'ensemble des horizons (du P_1 et P_2) caractérisés affichent un caractère fortement calcaire avec un risque faible à moyen d'effet négatif du calcaire actif sur la disponibilité des éléments nutritifs.

❖ Pour la MO :

Conclusion générale

Notre sol est très riche en matière organique au niveau de tous les horizons du premier profil. Alors qu'on a trouvé qu'au niveau du deuxième profil les sols sont très pauvres au premier horizon, pauvres pour le quatrième horizon et riches en MO pour le deuxième et troisième horizons.

Comme suggestions globales (pour les sols des deux profils de la zone du Magra), on propose de:

- Régler le problème de salinité par l'installation des réseaux de drainage.....
- De suivre des méthodes pour diminuer le taux du calcaire total dans nos sols de la zone étudiée.
- Le pH de nos sols combiné avec le pourcentage moyen élevé de calcaire total proposent l'installation de toutes les cultures sauf les espèces calcifuges.

Cette recherche mérite d'être poursuivie pour mieux servir les agriculteurs de la zone étudiée.

Références bibliographiques

- Aidoud L., 1998-** Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Complexe Scientifique de Beaulieu. Ed. Université de Rennes. 50p.
- Antoine Delaunois., 2013-** Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité Chambre d'agriculture du Tarn et INRA de Montpellier. 5-6 pp.
- B.Dabin, P. Segalen 1970-** LE SOL, SA DEFINITION, SES CONSTITUANTS l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer, le Bureau pour le Développement de la Promotion de l'Agriculture. P29.
- Baize D., 1988-** Méthodologie relative au choix, au prélèvement et à l'étude pédologique préalable des sites de l'Observatoire de la qualité des sols. In: Manuel de l'OOS. Ministre de l'Environnement, paris, France. 172p.
- Baize D., 2000-** Guide des analyses en pédologie. Choix - expression. Présentation – interprétation, 2ème édition. INRA, Paris, 257 p.
- Bonin S., 2006-** Cours en pédologie, connaissance des sols-Introduction à la pédologie. 21 p.
- Bruand A., Cousin I., Hollis J et King D., 2003-** Rôle des propriétés physiques des sols et de leur variabilité spatiale sur les flux d'eau. Etude et gestion des sols. Vol.,10,(4), 287-297 p.
- Calvet R., 2003-** Le sol propriétés et fonction. Tome II; le phénomène physique et chimique. Applications agronomiques et environnementales. Ed. Dunod, France Agricole, 511p.
- Calvet R., 2003-** Le sol propriétés et fonctions. Tome I; constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Ed. Dunod, France Agricole, 455p.
- Chaude J et Lecle. RC., 1999-** Ecophysiologie végétale. 283p.
- Cherid N., 2010-** Caractérisation physico-chimique de quelques sols dans la région du R'mel-Wilaya de M'sila (W- M'Sila). Mém. Inge., Dép. Agro. Univ., M'sila. 53p.
- Chossat P., 2005-** Souvenirs en forme de dictionnaire amoureux. 43p.
- Cousin I., 2007-** Structure et propriétés hydriques des sols: hétérogénéité spatiale et variabilité temporelle de l'horizon à la parcelle agricole. Mémoire de Doctorat., INRA, France. 84p.
- D.S.A., 2011-** Direction des services agricoles. M'Sila.
- Dajoz A., 2006 -** Précise d'écologie. Paris : Dundod, 29p.
- Dakar., 2008-** Analyse des sols. IRD. 9p.
- Didier H., 2005-** Le cigare : de la culture à l'art. Ed. Le Gerfaut.165p.
- Djebaili, S., 1984-** Steppe Algérienne, Phytosociologie et écologie. Ed. O. P. U Alger, 177p.
- Eluard L et Jean B., 1978-** Manuel d'agriculture générale. Ed, GB BILLIERE. Paris, 33p.
- Emberger L., 1966 -**Réflexions sur le spectre biologique de Raunkiaer. Bulletin de la Société Botanique de France. Vol. 113, Supplement 2, 1966 - Special Issue: Mémoires: Colloque de morphologie (Les Types biologiques). 147-156 pp.

Références bibliographiques

- ENIB., 2000-** Ecole Nationale d'Ingénieur de Bordeaux, 2000. Agronomie des bases à la nouvelle orientation. Ed, Synthèse agricole, 337p.
- FAO, 1975-** Guide des ressources naturelles et expérimentation et démonstration agricole dans la région du Hodna .les sols du Hodna rapport technique, volume 5. 141p .
- Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J. & Hemptienne J.L., 2003-** Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème édition, Ed.Tec & Doc. Paris. 407p.
- Gaucher G., 1968-** Traité de pédologie agricole, le sol et ses caractéristiques agronomiques. Ed. Dunod, Paris. 579 p.
- Giasson Ph et Jaouich A., 2008-** Les propriétés chimiques du sol. 46p.
- Gobat J.M., Aragnom et Matthey W., 1995-** Le sol vivant: Bases de pédologie des sols, presses poly technique et universitaire Romandes, 521p.
- Heller R., Esnault R et Tance C., 1993-** Physiologie végétale. 5^e Ed. MASSON M, Paris. 294p.
- Henin S., 1976-** Cours de physique du sol. Tome I: Texture-Structure-Aération. Ed. Orstom, Paris, 160p.
- Henin S., 1990-** Sol- agronomie-environnement, Ed, ORSTOM, Paris, 189p.
- Jamange M., 1967-** Bases et technique d'une cartographie des sols, vol: 18, n° Hors-série. Ed. INRA. Paris, 142p.
- Kessel J., 2015-OR6-001 - S100A12 as pro-inflammatory Art., 2p.**
- Lahlou S., Oudia M., Malam Issa O., LE Bissonnaise Y et Mrabet R., 2005-** Modification de la porosité du sol sous les technique culturales de conservation en zone semi – aride Marocaine, vol. 12, 1. 69-78 pp.
- Lambert J., 1975-** Analyse du sol Alger-1. Ed. I. N. A. EL Harrach, 113p.
- Mathieu C et Pieltain F., 1998-** Analyse physique des sols : Méthodes choisies. Ed. Tec et Doc Lavoisier. Paris, 275p.
- Mathieu C et Pieltain F., 2003-** Analyse chimique des sols : Méthodes choisies. Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 387p.
- Mrabet R., Lahlou S., LE Bissonnaise Y et Odile D., 1994-** Estimation de la stabilité structurale des sols semi-arides Marocains. Influence des techniques culturales simplifiées: 405-415 pp.
- Ozenda, P., 1982-** Les végétaux dans la biosphère, Ed. Doin, Paris, 427p.
- Pousset J., 2002-** Engrais verts et fertilité des sols. 2ème édit, Agridecisions, Paris, 304p.
- Prevost G.,2006-** La Pierre sculptée, 640p.
- Prevost P., 2006-** Les bases de l'agriculture. 3^e Ed. TEC – DOC, Lavoisier, 290p.

Références bibliographiques

- Rabah L., 1983-** une couverture pédologique en grande Kabylie, genèse et fonctionnement de deux séquence du massif de thenia: Etude morphologique et analytique, Thèse de Magister, 149p.
- Ramade F., 2003-** Eléments d'écologie. 3 ed. Dunod, Paris, 690p.
- Ramade, F., 2003.** Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 690p.
- Rebbas K., 2014-** Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif, 180p.
- Rebberge W., 1964-** Etude géo pédologique-partie générale-géologie, méthodologie. SIGALES, 123 p.
- S.A.M, 2019-**Subdivision Agricole de Magra.
- Soltner D., 2000-** Les bases de production végétale. Le sol – le climat – la plante. Tome I : Le sol et son amélioration. 22^e édit. Collection sciences et technique agricole, 472p.
- Soltner D., 2005-** Les bases de production végétale. Le sol - le climat - la plante. Tome I : Le sol et son amélioration. 24^e édit. Collection sciences et techniques agricole, 472p.
- Stengel P et Gelin S., 1998-** Sol: interface fragile. Ed. INRA. Paris, 472p.
- Valle E. C., Bilodeau G., & Joliete C., 1999-** Les techniques de culture en multicellules. Ed. Illustrée, Presses de l'Université Laval. 394p.
- Wade. MA., 1998-** Cartographier de la salinité dans la zone de Ngnith (Delta de fleuve Sénégal) Utilisation de la conductivité électromagnétique EM.38, Rapport de stage, I.ST. 305p.

خصائص التربة في منطقة مقرة (المسيلة)

الملخص:

يهدف هذا العمل إلى تحديد جودة (خصائص) التربة في مقرة (ولاية المسيلة). أظهر التحليل الفيزيائي والكيميائي للتربة للمنطقتين (المقطعين) المدروسين (P_1 و P_2) النتائج التالية: قوام الطمي الرمل، من الصلصال إلى الطين الشديد، ودرجة الحموضة قاعدية لجميع آفاق كلا المقطعين، ملوحة متوسطة إلى عالية، تظهر جميع طبقات (P_1 و P_2) طابعاً كلسياً قوياً مع تأثير سلبي منخفض إلى متوسط لنشاط الحجر الجيري (داء تغير الاخضرار)، كما أن تربة المقطع الأول غنية جداً بالمادة العضوية بينما التربة في المقطع الثاني فقيرة إلى غنية إلى حد ما. أخيراً وكحلول، نقترح تركيب شبكات صرف لتقليل الملوحة الزائدة خاصة وأن الطين متوفر بقيم عالية نوعاً ما على مستوى تربتنا ومحاولة تقليل معدل الحجر الجيري، دون أن ننسى اختيار المحاصيل المراد إنتاجها بعناية (جميع المحاصيل باستثناء الأنواع الحساسة للتكلس).

الكلمات المفتاحية: مقرة، التحليل، الخصائص، التربة.

Caractéristiques des sols dans la zone de Magra (M'sila)

Résumé:

Le présent travail vise la détermination la qualité (propriétés) des sols de Magra (wilaya de M'Sila).

La caractérisation physico-chimique des sols de deux profils étudiés (P_1 et P_2) a permis de ressortir les constatations suivantes :

Texture limono-sableuse, argileuse à très argileuse, pH alcalin pour l'ensemble des horizons des deux profils, risque moyen à élevé de salinité, l'ensemble des horizons (du P_1 et P_2) affichent un caractère fortement calcaire avec risque faible à moyen d'effet négatif du calcaire actif (chlorose), les sols du premier profil sont très riches en MO alors que ceux du deuxième sont pauvres à moyennement riches.

Enfin et comme solutions, on propose l'installation des réseaux de drainage pour évacuer l'excé de salinité d'autant plus que l'argile se présente avec des valeurs plus ou moins élevées au niveau de nos sols et d'essayer de diminuer le taux du calcaire. Sans oublier de choisir avec soin les cultures à installer (toutes les cultures sauf les espèces calcifuges)

Mots clés : Magra, caractérisation, propriétés, sol.

Soil characteristics in the of Magra (M'Sila)

Summary:

This work aims to determine the quality (properties) of soils in Magra (wilaya of M'Sila).

The physico-chemical characterization of the soils of two studied profiles (P_1 and P_2) brought out the following findings:

Sandy silt texture, clayey to very clayey, alkaline pH for all the horizons of the two profiles, medium to high risk of salinity, all the horizons (from P_1 and P_2) show a strongly calcareous character with low to medium risk negative effect of active limestone (chlorosis), soils of the first profile are very rich in OM while those of the second are poor to moderately rich.

Finally and as solutions, we propose the installation of drainage networks to evacuate the excess salinity especially as the clay presents itself with more or less high values at the level of our soils and to try to reduce the limestone rate. Without forgetting to carefully choose the crops to be installed (all crops except calcifuge species)

Keywords: Magra, characterization, properties, soil.