

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Science du sol

Présenté par :

BESSAAD Aicha

BERROUBI Maria

Thème

Inventaires des sols du nord-ouest de l'Algérie

Soutenu publiquement le14/09/2021.....

Jury:

Président:REZZOUG Wafa

Encadrant: BOUCHENAFI Nadia

Examinatrice: OULBACHIR Karima.

Grade

Pr

Pr

Pr

Année universitaire 2020-2021

*R*emerciement

Allah le bénéfique soit loué et qu'il nous guide sur la bonne voie.

*Ainsi Nous remercions très chaleureusement notre encadrant
Pr. BOUCHENAFI Nadia pour tous ses conseils et ses orientations
pour la réalisation de ce travail.*

*Aux membres du jury qui ont bien voulu lire et évaluer le
présent Mémoire*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés et témoigné
leur sympathie*

Dédicace

*J*e remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'achever ce modeste travail que je dédie : A celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère LEZRAG LAHOUARIA ,

A mon père BERROUBI BELKACEM, qui a été mon ombre durant toutes les années des études.

A mon petit frère Abdelbasset (Allah yerhmah)

A mes sœurs (Nassiba ,Asmaa ,Chaima ,Naila ,Chahrazed et mon neveu Youcef Que dieu les gardes et les protèges.

A ma grand-mère, je la souhaite une longue vie

A mes chères tantes (Tita ,Khaira ,Mama Meriem,Karima).

A mes cousines et toute la famille .

A mes amis (Asma ,lynda,Fatima ,Ryma, Oussama ,Yazid ,Youcef,Abdallah)

A mon amie avant d'être mon binôme ma sœur Aïcha merci pour ton aide .

A mes collègues de promotion 2020 - 2021

A tous ceux qui ont participé a ma réussite

MERCI !

*D*édicace

À mes chers parents, pour leurs dévouements, leurs amours, leur compréhension, leurs sacrifices, leur tendresse, leurs prières et leur patience à notre égard.

Mes chers frères : Mustapha , Brahim, Ilyes, Benaouda

Mes chers sœurs : Oum Noun, Ismahan et Khadidja

À tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	

Chapitre I : Généralités sur les sols.

1-Définition du sol	02
I-2- Structure du sol.....	02
I-2-2 Principales classes de structures.....	03
I-2-3- La porosité.....	03
I-2-4 Stabilité structurale.....	04
I-2- 5 L'importance de la structure	04
I-3- texture du sol	05
I-4- La composition du sol	05
I-5-la profondeur du sol.....	06
I-6-Les horizons du sol	06
I-7- Constituants du sol	06
I-8-Formation du sol.....	07
I-8-1-Définition.....	07
I-8-2-Le profil du sol.....	08
I-9-La matière organique du sol.....	09
I-9-1- Définitions	09
I-9-2-Généralités	10
I-9-3 Dynamique de la matière organique dans le sol.....	11
I-9-4-Rôle de la matière organique sur les propriétés de sol.....	12

Chapitre II :

Les sols d'Algérie

II-1-Les types du sol	15
II-2-Présentation de la carte des sols du Nord-ouest de l'Algérie.....	15
II-3-Les objectifs de la cartographie des sols.....	16
II-4-Les types des cartes des sols.....	16
II-5-Caractéristiques des différents 4types des sols de l'Algérie du Nord- ouest	
II-5-1- Les sols rouges et bruns fersiallitiques	17
II-5-1-1-Propriétés agronomiques des sols fersiallitiques	18
II-5-2 -Les vertisols	19
II-5-2-1-Les vertisols foncée	19
II-5-2-2- Les sols vertiques colorés (ou chromiques)	19
II-5-2-3-Propriétés agronomiques des vertisols	19
II-5-3-Les sols salsodiques ou sols halomorphes	20
II-5-3-1-Sols salin à complexe calcique (solontchak calcique)	20
II-5-3-2-Sols salin à complexe sodique (solontchak sodique)	20
II-5-3-3-Sols Salin à sulfato-réduction	20
II-5-3-4-Sols alcalins	20
II-5-3-5-Propriétés et mise en valeurs des sols salsodiques	20
II-5-4-Les sols calcimagnésiques	21
II-5-4-1-Les sols calcimagnésiques humifères (rendzines)	21
II-5-4-2- Les sols calcimagnésiques très humifères	21
II-5-4-3-Les sols calcimagnésiques brunifiées	22
II-5-4-4-Propriétés agronomiques des sols calcimagnésiques	22

Chapitre III :

Les types de sols des quatre régions du nord-ouest d'Algérie

III -1-Les types des sols de la région d'Oran	24
III-2-Les sols de la région Tlemcen	25
III-2-1- le sol	25
III-2-2- Les types des sols de la région Tlemcen	25
III-3- Les sols de la région Tiaret.....	29

III-3-1- Le sol	29
III-3-2-Inventaire des sols	30
III-4- Les sols de la région Relizane	33
III-4- 1-La genèse d'un sol salin et/ou sodique	33
III-4- 2-Les Types de la salinité des sols.....	33
III-4- 3- La différence entre la salinisation et la sodisation des sols.....	35
III-4- 4- Salinisation en Algérie	36
III-4- 5- Géologie	37
III-4- 6-Géomorphologie.....	37
III-4- 7- Les sols	38
III-4- 7- 2-Sols salés.....	44
III-4- 7-3- Sols sodiques et à alcali	45
Conclusion générale	47
Références Bibliographiques.....	50

Liste des figures

- Figure1** : Situation géographique du nord-ouest d'Algérie.....
- Figure 2** : lesol fersiallitiques souvent plus limité (BORNAND, 1978).
- Figure 3** : la carte des sols de la région Oran
- Figure 4** : Carte géologique du groupement TLEMCEN, MANSOURAH et
CHETOUANE, (AISSA MAMOUNE, 2002)
- Figure 5** : carte des sols de la région Tiaret
- Figure 6** : Carte géologique 1/50000 de Relizane (Boualla, 2002).

Introduction

Notre travail a pour objectif de faire l'inventaire des sols de la région du nord ouest algérien et ce afin de bien comprendre le fonctionnement de ces sols en fonction du climat de la région et de comprendre le but de l'installation de certaines cultures sur les sols de cette région.

Le but également de cette étude est d'établir de nouvelles cartes des sols puisque nous ne disposons que de très anciennes cartes établies durant la période coloniale.

Comme nous allons le voir nous avons utilisé d'anciennes cartes mais les superficies agricoles ont fortement diminué a cause de l'urbanisation et l'agrandissement des villes qui s'est fait au détriment des sols agricoles.

Chapitre I



Généralités sur les sols

I-1- Définition du sol :

Le mot « sol » est un concept banal que chacun d'entre nous utilise fréquemment, sans être nécessairement conscient de sa signification (Calvet, 2003). Alors, le sol au sens large du terme peut prendre diverses définitions dépendant de la personne qui le définit ainsi ces utilisations. En génie civil, le sol est le support sur lequel sont construites les routes, les immeubles les infrastructures... etc. En hydrologie le sol est un manteau vivant et végétalisé qui rentre dans le cycle de l'eau. Pour l'écologue le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source de nombreux processus et interactions (chimiques, biochimiques et biologiques). On a d'ailleurs de plus en plus tendance à considérer le sol comme un écosystème à part entière (Mouffok, 2003). Albert Demolon, l'a défini comme étant la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. D'autre part, Sposito (1989) définit le sol comme étant un système ouvert constitué de multiple composition, et système biogéochimique qui contient des solides, des liquides et des gaz dérivés de phénomènes biologiques, géologiques et hydrologiques.

Donc selon Khellout(2004), Le sol c'est la couche superficielle de la croûte terrestre constitué de cinq composants majeur (05) ; des particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants. Donc c'est le résultat de l'altération de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers facteurs du milieu ; le climat, la topographie, la végétation et le temps.

La science qui fait l'étude des sols, leur formation, leur constitution et leur évolution s'appelle la pédologie. Aujourd'hui, on parle de science du sol, englobant aussi toutes les disciplines (biologie, chimie, physique) qui s'intéressent de façon directe ou particulière au sol. De nombreux processus, autrefois considérés comme purement physico-chimiques, sont aujourd'hui attribués à l'activité des êtres vivants, comme l'altération des minéraux ou la mobilisation du fer par les sidérophores bactériens (Alzouma, 2005).

I-2-1- La notion « structure du sol » :

La notion de structure du sol ne fait pas l'objet d'une définition unique ; dans la littérature scientifique on peut se baser sur plusieurs définitions adoptées. Toutefois, elles font toute référence à l'organisation spatiale des constituants (Annabi, 2005). Chez les Anglais, Kay & Angers (1999) parlent du "tilth" qui décrit un état d'agrégation propice à la croissance végétale et caractérisé par un fractionnement régulier lors du travail mécanique, De la

naissance des plantules et la croissance de ses racines, procurant ainsi un environnement optimal à la croissance des plantes et des microorganismes (Rousseau, 2005).

D'autres définissent la structure du sol comme étant l'ensemble des caractères liés à la disposition spatiale des composants du sol ainsi qu'à la nature et à l'intensité des liaisons qui existent entre eux (Stengel, 1990). Dexter (1988) la définit comme une traduction de l'hétérogénéité spatiale et temporelle des constituants et des propriétés du sol. Cette dernière fait apparaître la notion d'hétérogénéité temporelle, autrement dit la structure d'un sol n'est pas figée, c'est un processus dynamique.

I-2-2 Principales classes de structure :

GAUTHIER (1991) a classé la structure de sol en trois classes:

a- **Structure particulaire** : éléments non associés entre eux parce qu'il y a peu de colloïdes ou des colloïdes non flocculés. Exemple : limon, sable, gravier, tourbe, etc. La structure particulaire est «cohérente» lorsqu'il y a une certaine quantité d'éléments colloïdaux qui lie les particules grossières.

b- **Structure continue ou massive** : le sol, sur une certaine épaisseur, forme un bloc sans fissures : exemple, masse argileuse compacte dans laquelle sont noyés d'autres minéraux de taille variable. La structure continue est « fragile » lorsqu'elle peut être rompue assez aisément pour donner des fragments. La structure continue et la structure particulaire présentent au point de vue agricole de nombreux défauts, elles sont défavorables à la culture.

c- **Structure fragmentaire** : les constituants du sol sont unis en agrégats de dimensions et formes variées (feuilletés, prismes, polyèdres, sphères, plus ou moins réguliers) qui peuvent être facilement séparés les uns des autres. Dans le sol, généralement, plusieurs types de structure se succèdent avec des transitions à partir de la couche superficielle en allant vers la roche mère.

I-2-3- La porosité

La porosité est le volume d'un sol qui n'est pas occupé par ses constituants solides. Elle correspond donc aux vides du sol qui peuvent être remplis par de l'eau et /ou de l'air, en proportion variable selon les conditions climatiques. La porosité est également reliée à la masse volumique apparente (P_a) d'un sol sec ou à sa densité apparente (d_a), qui correspond à la même grandeur, mais sans unité). En effet, plus la masse volumique apparente est élevée. (MICHEL C et al, 2011).

Selon KAOURITCHEV (1980) on appelle porosité du sol le volume total des pores dans l'unité de volume du sol. La porosité totale se subdivise en porosité capillaire et porosité non capillaire (pores d'aération). Ordinairement, les pores non capillaires sont remplis par

l'air du sol. L'eau qu'ils renferment s'y trouve sous l'influence de la gravité et n'y reste pas. Les pores capillaires contiennent de l'eau retenue par les forces pelliculaires.

I-2-4 Stabilité structurale :

La structure se caractérise, dans de nombreux sols, par la présence d'agrégats facilement observables. La notion de structure des sols est donc, étroitement liée à celle des agrégats dont la création ou la destruction peuvent être expliquées par plusieurs facteurs physico-chimiques. La recherche de ces facteurs est source de nombreuses études sur la régénération ou la dégradation de la structure (Perrier, 1995).

La stabilité structurale définit la capacité d'un sol à conserver sa forme structurale. Elle est spécifique à chaque forme structurale et dépend essentiellement des propriétés physiques et biologiques du sol, ainsi que de la nature des forces appliquées. Les principaux facteurs qui agissent sur la stabilité structurale sont les cycles humectation-dessiccation, le travail du sol et le passage des engins mécaniques. La stabilité structurale d'un sol est généralement estimée par l'humectation des agrégats, suivie d'une agitation dans l'eau, du tamisage ou de l'ultrasonisation (Kay & Angers, 1999 ; Rousseau, 2005).

La structure des sols est évolutive et peut être modifiée par toutes sortes de facteurs ; l'état hydrique, les pratiques culturales par les agriculteurs, la charge des engins de labours, les plantations, la faune du sol et la présence de matière organique ou d'éléments chimiques dans le sol. La structure des sols est plus ou moins modifiée par un compactage suivant l'état hydrique du moment. Grimaldi (1986a) a montré que les modifications concernent tous les niveaux d'organisation structurale.

En conditions naturelles, les modifications de structure sont en grande partie dues aux variations climatiques ; le sol gonfle en période humide et se rétracte en période sèche. Ceci est particulièrement sensible dans le cas des sols argileux, la porosité correspondant à l'assemblage des particules argileuses présentant des capacités de gonflement-retrait à l'eau très importantes pour la plupart des argiles (Tessier & Pedro, 1984). Si les sables purs sont considérés comme indéformables, un sol plus ou moins sableux comportant une faible proportion d'argile subit des modifications de structure selon la teneur en eau (Perrier, 1995).

I-2- 5 L'importance de la structure :

L'importance de la structure est considérable ; elle influence l'aération du sol, elle joue un rôle dans la résistance à l'érosion, et enfin elle intervient dans le lessivage des sols et leur perméabilité (Duchaufour, 1965). L'importance de la structure dans la fertilité d'un sol est en relation avec ses propriétés physiques et biologiques ; ces propriétés se manifestent sur

le terrain par le développement d'un état structural qui constitue un indice de fertilité. En agriculture, on recherche la structure grumeleuse perméable à l'eau et l'air (Levrard, 2004).

I-3-Texture du sol :

Considérablement, on peut compter plusieurs variétés de tailles consternant les particules élémentaires dans le sol. Certains sont assez grands pour être vus à l'œil nu, tandis que d'autres sont assez petits pour avoir des propriétés colloïdales.

Le terme texture du sol donne des informations sur la taille principale des tailles des particules de sol d'une manière qualitative et quantitative.

Qualitativement, il fait référence à la sensation des matériaux du sol, qu'il soit épais ou doux. Un pédologue expérimenté peut juger si la texture du sol est grossière ou fine en le malaxant ou en le frottant avec ses doigts (HILLEL, 1984).

La texture du sol joue un rôle important dans l'accessibilité des microorganismes à la matière organique qu'ils décomposent. En effet, en se combinant avec les minéraux argileux, la matière organique du sol sera totalement protégée des enzymes libérées par les microorganismes du sol (Baldock et al., 2000 ; Huang et al., 2005). La texture du sol affecte également la diffusion du CO₂ dans le sol par une interaction significative avec la teneur en eau (Bouma et al., 2000).

I-4 - La composition du sol :

Les sols sont des systèmes complexes et thermodynamiquement ouverts qui échangent continuellement de l'énergie et de la matière avec le milieu environnant (Batjes et al., 1992 ; Otto, 1989). Ce sont des milieux très hétérogènes qui sont composés d'une matrice solide, constituée de matière minérale et de matière organique et d'une phase fluide (gaz et liquide) qui occupe l'espace poral laissé entre les particules solides, communément appelées microporosité et macroporosité. Celles-ci sont donc déterminées, respectivement, par la texture et la structure du sol et d'une multitude d'organismes vivants (Buisse et Aubinet, 2010). Le sol est donc constitué par l'assemblage de quatre composantes principales : les particules minérales, la matière organique (MO), l'eau et l'air. Les proportions volumiques de ces éléments varient essentiellement en fonction du type de sol et de son état d'humidité (Calvet, 2003). Ces gaz et ces liquides sont essentiels à la croissance des plantes et des microorganismes du sol. Alors que les matériaux solides fournissent des nutriments pour la croissance des organismes vivants qui peuplent le sol. Les deux phases occupent chacune, à peu près, un même pourcentage volumique.

I-5–la profondeur du sol :

La profondeur doit permettre l'observation de toutes les couches qui composent le profil, de la surface au matériau d'origine .De plus elle dépend de l'enracinement, de la compacité du sol et de sa porosité (Delaunois, 2006).ils ont trouvé que La teneur en carbone et en azote diminue fortement avec l'augmentation de cette dernière (Schilling et al., 2009).

I-6–Les horizons du sol :

En chaque point de l'espace géographique, la couche de couverture du sol diverge généralement le long de l'axe vertical. Il y a longtemps, le concept d'horizon est né (Baize & Jabiol, 1995). Un groupe de couches qui se succèdent sur un même morceau de sol s'appelle un profil (Maignien, 1969)

I-7- Constituants du sol :

Le sol est un milieu poreux dans lequel se déroulent de nombreux processus physiques, chimiques et biologiques. C'est un système multi-composé ouvert formé par trois phases : solide, liquide, gazeuse. Comme tout système ouvert, il subit nombres d'échanges de matière et d'énergie avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère. Les sols sont également considérés comme des milieux chimiquement réactifs où toutes les phases sont en équilibre.

I-7-1– Phase gazeuse :

La phase gazeuse du sol est constituée par les mêmes éléments que l'air atmosphérique, mais à cause de l'activité biologique, les teneurs de chaque composant peuvent changer considérablement. Sa composition dépend elle-même de la profondeur.

A la surface, l'oxygène et le dioxyde de carbone jouent un rôle important. Le dioxyde de carbone a une influence significative sur l'acidité du sol ainsi que sur la chimie des carbonates. Dans les profondeurs plus importantes, où le taux d'oxygène est très faible (conditions anaérobies), les microorganismes produisent les gaz comme NO, N₂O, NH₃, CH₄et H₂S (Sposito, 1989). Ces gaz existent dans les sols, soit à l'état libre, soit dissous dans la solution du sol.

I-7-2– Phase liquide :

La phase liquide du sol est principalement constituée par l'eau, dans laquelle sont présents les ions minéraux et des molécules organiques, et qui varie dans sa composition et sa mobilité. Sa composition dépend essentiellement du milieu géologique avec lequel elle est en contact, mais également de la composition de l'eau de pluie et de l'eau de surface.

La minéralisation des roches est plus effective en présence de dioxyde de carbone ou d'acides minéraux. Cela permet, par exemple, la transformation des carbonates qui sont peu solubles en bicarbonates très solubles. Dans ce cas, l'eau s'enrichit de plusieurs cations comme Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ et anions HCO_3^- , NO_3^- . Si elle est en contact avec la pyrite (FeS_2), la pyrite peut s'oxyder chimiquement ou biochimiquement en formant des concentrations en solution importantes en fer et en sulfate. Au cours du temps, tous les composants présents dans l'eau du sol peuvent subir des modifications qui sont le résultat des différentes réactions comme des échanges ioniques, les oxydations et les réductions chimiques ou biochimiques. Point de vue de la réactivité chimique et biologique, le pH de l'eau du sol est une des principales propriétés. Il détermine l'acidité ou la basicité du sol. Chamayou et Legros 1989 ont souligné que la valeur du pH est fondamentalement donnée par l'équilibre des carbonates et varie le plus souvent entre 5,5 et 7,5.

1-7-3-Phase solide

La phase solide représente entre un demi et deux tiers du volume du sol. En général, 90 % du solide est formé par des composants inorganiques. L'une des exceptions sont les sols tourbes qui contiennent plus de 50 % de matière organique. Les deux principaux éléments composant les sols sont : l'oxygène et la silice. Du point de vue minéralogique les constituants solides du sol peuvent être classés en deux groupes : les minéraux primaires et les minéraux secondaires. Les minéraux primaires sont les silicates qui apparaissent dans les sols par désintégration physique des roches, avec comme représentants dominants les minéraux sableux. Les minéraux secondaires sont le résultat de l'altération des silicates primaires. Les principaux représentants de minéraux secondaire sont les minéraux argileux, les oxydes et hydroxydes et les carbonates (Sposito, 1989).

La fraction organique est formée d'organismes vivants divers (racines, micro-populations, faune du sol) et de résidus organiques à différents stades de dégradation (fragment du tissu, de résidus organiques de poids moléculaires élevés).

I-8-Formation du sol :

I-8-1-Définition :

La science du sol considère le sol comme un environnement dynamique complexe (changeant de forme). Complexité : c'est-à-dire qu'elle se caractérise par une atmosphère interne, une économie spécifique de l'eau, une flore et une faune spécifiques et des éléments

minéraux. -Dynamique : Parce que ces attributs sont produits par l'échange continu de Cinq (05) facteurs :

- **La roche mère**
- **Végétation et animation**
- **Climat**
- **Relief**
- **Le temps (Age)**

Du fait de l'interaction de ces cinq (05) facteurs quantiques de l'évolution des sols, il existe une origine (évolution des sols). D'autre part, la combinaison de tous ces facteurs nous permettra de définir les différents types de terre, de déterminer leur classification et de déterminer leur répartition géographique. Il en résulte que le sol est réparti dans des régions à peu près parallèles au climat et à la zone de végétation climatique, c'est le principe de la zone de sol. Au fur et à mesure que le sol évolue, il va s'approfondir en couches continues, appelées couches de plus en plus épaisses et différentes, qui formeront un profil d'ensemble.

I-8-2-Le profil du sol :

Pour décrire un sol, il est nécessaire de l'observer en tranches parallèles à la surface, appelées horizons. Deux types d'horizons se superposent habituellement : une suite d'horizons humifères, reposant sur des horizons minéraux.

Les horizons humifères sont les horizons les plus riches en êtres vivants (pédofaune et microflore). On les observe surtout en forêt.

- O, (ou AROR) comprenant la litière fraîche et les matières organiques qui en dérivent, en cours de transformation,
- OL - litière fraîche: comprend l'ensemble des débris bruts (feuilles mortes, bois, fleurs et fruits, cadavres d'animaux) qui tombent au sol et s'accumulent en surface tout en restant reconnaissables,
- OF - horizon de fragmentation (parfois appelé à tort horizon de fermentation). La température et l'humidité y sont optimales, en raison de l'isolation fournie par la litière fraîche. On y observe aussi de nombreuses racines fines en croissance, souvent mycorhizées. C'est l'horizon où l'activité biologique est à son optimum,
- OH - horizon d'humification : horizon composé en majorité de matière organique morte transformée par les organismes du sol. On y observe de nombreuses boulettes noires ou brun foncé issues de la défécation des animaux du sol, qui sont responsables de la couleur sombre

de cet horizon, ainsi que des racines, vivantes et mortes (rhizodéposition), ces dernières étant à leur tour en voie de transformation,

■ A - horizon mixte, composé d'éléments minéraux et d'humus. Sa structure dépend de l'incorporation plus ou moins rapide de l'humus et du mode d'agrégation des particules minérales et organiques.

Les horizons minéraux sont les moins riches en organismes vivants.

- E horizon de lessivage. Il est drainé par l'eau qui s'infiltré, transportant composés solubles et particules colloïdales (lixiviat), ce qui le rend pauvre en ions, argiles, composés humiques et hydroxydes de fer et d'aluminium.
- B horizon d'accumulation. Horizon intermédiaire apparaissant dans les sols lessivés. Il est riche en éléments fins (argiles, hydroxydes de fer et d'aluminium, composés humiques), arrêtant leur descente à son niveau lorsqu'ils rencontrent un obstacle mécanique lié à la porosité (frein à la diffusion lorsque la porosité devient plus fine) ou une modification de l'équilibre électrostatique ou du pH.
- S horizon d'altération. Il est le siège de processus physico-chimiques et biochimiques aboutissant à la destruction des minéraux du sol (altération minérale) • C - roche-mère peu altérée.
- R roche-mère non altérée. Couche géologique dans laquelle se sont formés les sols. Chaque profil de sol a une histoire, que les pédologues tentent de retracer grâce aux caractéristiques et à l'agencement des différents horizons (Hanafi, 1998).

I-9-La matière organique du sol :

I-9-1- Définitions :

Les constituants organiques du sol proviennent de la décomposition de la matière organique végétale, animale et bactérienne. Cette dernière est principalement composée de carbone, et sera en partie transformée lors des réactions d'oxydation au contact de l'oxygène. Cependant, c'est la transformation par les organismes décomposeurs qui est le processus biochimique le plus important (Paradis, 2016). Les caractéristiques de la matière organique et de la structure d'un sol dépendent des facteurs naturels comme le climat la faune et les plantes (Kononova, 1966) mais également du mode de gestion des terres (Feller, 1995).

La matière organique est un important indicateur de fertilité et de qualité des sols, c'est pourquoi ce paramètre est souvent le premier mesuré lors de l'étude d'un sol et de son écosystème (Paré, 2011).

I-9-2- Généralités :

La matière organique représente environ 5 à 10 % du sol (Dubreuil, 2000). Elle provient de l'activité biologique, animale et végétale dans le sol et conditionne l'évolution de celle-ci (Magny & Baur 1962, Mathur & Wong 1991 in Pallo & al., 2008). Dans les pays méditerranéens, les taux de matière organique dans le sol sont relativement faible (1 à 8 ou 9%). Dans les parcelles cultivées, il peut augmenter sous l'effet des divers amendements organiques, jusqu'à atteindre parfois 30 ou 40%.

La matière organique désigne l'ensemble des substances et des composés carbonés d'origine animale et végétale. Elle se localise surtout dans les horizons superficiels (0-20 à 30cm).

La nature de la matière organique du sol (MOS) se répartit en 4 catégories :

- La matière organique vivante (vers de terre, insectes, champignons, bactéries,...) ;
- La matière organique fraîche principalement d'origine végétale ;
- La matière organique labile (glucides simples, acides aminés)
- La matière organique stable (l'humus), bien évoluée et humifiée, issue de la décomposition de la matière organique végétale (Anonyme, 2009).

I-9-3 Dynamique de la matière organique dans le sol :

La quantité des matières organiques dans le sol évolue en fonction des flux d'entrée (restitutions ou apports d'amendements organiques) et des flux de sortie (minéralisation). Chaque année, 1 à 2% de l'humus du sol (soit de 300 à 1200 kg/ha/an selon le taux initial de matière organique) sont dégradés (Anonyme, 2009).

La décomposition de la matière organique implique un grand nombre de processus et d'organismes. Les différentes transformations subies par la matière organique sont de trois types (Gobat & al., 2003) :

A. minéralisation: processus physique, chimique et biologique menant à la transformation des constituants organiques en constituants minéraux. Ils se divisent en deux phases : minéralisation primaire: dégradation rapide (1 à 5 ans) de la matière organique fraîche; minéralisation secondaire: destruction lente (1 à 3% par année) des molécules organiques synthétisées par les processus d'humification.

B. humification : synthèse de matière organique stabilisée, formant l'humus (au sens biochimique), et incorporation au complexe argilo-humique. Celui-ci est l'ensemble des

substances du sol constituées par l'association des molécules organiques humifiées et des argiles. Ce complexe est une propriété très importante dans le sol, car il contrôle tous les échanges ioniques entre la solution du sol, le végétal et les matières organiques de sol.

L'humification présente trois voies de synthèse :

Humification 1: par héritage ; des composés résistants libérés lors de la fragmentation de la litière, par exemple la lignine et les acides phénoliques, sont incorporés directement au complexe argilo-humique.

Humification 2 : Par polycondensation ; des composés phénoliques simples issus des premières étapes de minéralisation ou hérités de la litière se condensent en molécules plus grosses (acides créniques ou humiques).

Humification 3 : Par néosynthèse bactérienne ; reprise par les bactéries de certaines molécules solubles issues des dégradations enzymatiques et transformation en polysaccharides très stables, donnant de la cohésion aux colonies bactériennes

C. Assimilation : Celle-ci s'effectue par les organismes vivants qui représentent l'ensemble des chaînes de décomposition :

- La faune du sol joue un rôle dans la destruction physique des tissus superficiels, le découpage des feuilles, la réduction de la taille des débris par d'autres organismes, l'enfouissement des crottes et débris et lessivage, dissémination et contrôle des champignons et bactéries (Gobat & al., 2003).
- Les vers de terre participent dans l'humification de la matière organique dans leur tube digestif, ainsi que son intégration au complexe argilo-humique (Gobat & al., 2003). Le vers de terre, particulièrement de type anécique (cas de *Lombicus terrestris*), est un peu comme un tube digestif ; il forme des enzymes et des bactéries. En plus de ventiler le sol, il mange littéralement le sol dans des proportions allant jusqu'à 10% du sol par an. Les matières organiques (mortes ou vivantes) ingérées par les lombriciens sont dégradées et mélangées à la fraction minérale du sol durant le transit intestinal. Au cours de ce processus, dans lequel interviennent activement les microorganismes du tube digestif, les propriétés physiques et chimiques du sol sont modifiées. Ses déjections sont un humus pur contenant ces enzymes et ces bactéries (Hébert, 2008).
- Les bactéries et les champignons sont des acteurs majeurs de la décomposition. Chez les bactéries, on distingue la respiration (aérobie) et la fermentation (anaérobie). Cette dernière, qui convertit les sucres en acides et alcools, est moins efficace que la respiration. Les bactéries sont les décomposeurs dominants de la matière organique d'origine animale. Les

champignons sont les décomposeurs dominants de la matière organique d'origine végétale. La décomposition de la matière végétale est plus complexe que celle de la matière animale (Gobat & al., 2003).

La vitesse de décomposition dépend du type de molécule, en tant que source d'énergie;

- Le glucose et autres sucres simples, ainsi que les protéines et d'autres composés solubles sont facilement biodégradables et très énergétiques.
- Par contre, la lignine et plus particulièrement la cellulose sont très difficilement biodégradables. La vitesse de décomposition de feuilles mortes est inversement proportionnelle à la proportion de lignine (Gobat & al., 2003).

L'azote est récupéré en partie par les microorganismes pour leurs propres besoins (immobilisation), et le reste est minéralisé. Le taux net de minéralisation varie selon le type de litière et le temps. Les carcasses animales sont attaquées par divers charognards, et le reste est décomposé assez rapidement (sous nos climats) par des insectes (asticots : larves de mouches Calliphoridae) et des bactéries (Gobat & al., 2003).

Le climat influence aussi le rythme de décomposition ; le froid et le sec inhibent l'activité microbienne. Tandis que la chaleur et l'humidité la favorisent (Gobat & al., 2003).

I-9-4-Rôle de la matière organique sur les propriétés de sol :

La matière organique du sol est un élément clé de la fertilité :

- Grâce à l'association entre l'humus et les argiles (complexe argilo-humique), la matière organique permet de maintenir une bonne structure (limite l'érosion et la battance, améliore la capacité de rétention en eau et le drainage, améliore l'aération du sol et le réchauffement au printemps, favorise la pénétration racinaire, ainsi qu'une bonne perméabilité du sol) ;
- Elle améliore du stockage et de la mise à disposition des éléments minéraux (N, P, K et oligo-éléments) pour la plante par minéralisation ;
- Elle stimule du développement de l'activité biologique des sols ; Elle favorise l'activité biologique et microbienne qui rend les éléments minéraux assimilables aux plantes ;
- Elle limite les toxicités en favorisant la complexation des éléments trace métalliques (Cuivre, Manganèse...) ;
- Elle améliore la rétention et dégradation des micropolluants organiques et des pesticides ;
- Et plus généralement, elle améliore la qualité et la productivité légumière. (Magny & Baur, 1962 ; Mathur & Wong, 1991 in Pallo & al., 2008)



Chapitre II

Les sols d'Algérie

M. Durand, chef du département des sciences du sol du département des colonies et des services hydrauliques, a mené une étude très approfondie sur un sol particulier aux régions arides et semi-arides dans son article il y a deux ans. Etude des sols Algérie, y compris le désert. Nous avons déjà quelques monographies de sol en telliennes mais c'est la première fois qu'une section dans une prairie ou un désert est décrite en détail et placée à côté d'une zone humide. La première partie du travail a passé en revue les propriétés physiques et chimiques du sol, a rapidement mis en évidence les différents facteurs de formation des sols, et enfin a révélé les méthodes de recherche pédologique en Algérie. Afin de démontrer le rôle des facteurs climatiques, l'auteur a eu l'idée de dresser un graphique d'indice de sécheresse basé sur la formule d'Emberger . Après de Martonne (premier) et EMBERGER.

Cependant, aucune de ces deux formules ne mentionne l'évaporation, ni ne prend en compte la répartition saisonnière des précipitations. Cependant, la répartition saisonnière des précipitations varie d'un bout à l'autre du pays, on peut se demander si un tel diagramme reflète réellement la diversité et la diversité du climat Nuance. La deuxième partie décrit précisément le sol de l'Algérie, qui constitue le noyau de l'ouvrage. L'auteur conserve la distinction traditionnelle des sols zonaux : l'origine des sols zonaux est due à la seule fonction des facteurs climatiques, tandis que les sols non zonaux sont plus ou moins indépendants du climat. Dans la première catégorie, il a classé le sol du désert du Sahara (dont la formation sera "entièrement contrôlée par le vent"), le sol des prairies (dont le développement est entravé par le manque d'infiltration d'eau) et enfin le sol de la région. humide. Parmi eux, il a introduit des subdivisions basées sur la couleur (terre brune, terre rouge, terre noire, etc.) au lieu de suivre les conventions.

La carte montre que le Tell, à l'exception du Chéllif et des plaines oranaises, correspond à la région des sols lessivés, tandis que les Hautes Plaines, sauf à leur extrémité orientale, ont des sols en équilibre. Parmi les sols azonaux il distingue les sols de marais, les sols de dunes littorales fixées par la végétation, les sols alluviaux, généralement peu évolués, les sols salins, enfin les encroûtements, que l'auteur distingue, on le sait, des croûtes zonaires, lesquelles ne sont pas des formations pédologiques. C'est pour lui l'occasion de reprendre l'étude des encroûtements du Souf, qui constituait une des parties les plus neuves de sa thèse. Cette classification a l'avantage d'être claire et fondée sur des données numériques incontestables : chaque description, en effet, est suivie par l'analyse chimique du profil, horizon par horizon, souvent par deux analyses, analyse globale et analyse du complexe absorbant.

Cependant, cela semble un peu schématique, surtout en ce qui concerne le sol du désert du Sahara, qui n'est pas tout le sol éolien. Nous n'incluons parfois que des dunes par un langage abusif. Les dunes ne sont que des présols ; le sol au sens pédo-scientifique, jours ou sol de sebkhas, est en partie composé d'apports de vent et en partie composé d'ail ou de sol colluvial riche en débris végétaux. Nous regrettons également que l'auteur estime qu'il n'y a pas lieu de conserver certains termes locaux ; les noms russes pour solontchak salin-solontchak, solonetz, solod-sans citer solontchak et sebkha en arabe sont contradictoires. On ne sait pas à quoi correspond le hamri dans la classification proposée. Ces sols rouges sont si fréquents en Algérie et même dans la banlieue d'Alger, il ne fait aucun doute qu'ils proviennent de sources différentes. L'auteur a observé que si une partie de l'argile calcaire décalcifiée sous la latérite est la roche mère, par exemple dans la région karstique de Terni, d'autres, qui renferment des éléments minéraux étrangers au calcaire, proviennent d'apports éoliens ; mais il ne prend pas parti sur le changement de climat et sur l'évolution régressive qu'impliquerait, d'après certains auteurs, ce type de sol

Enfin, il n'a pas évoqué les « sols noirs » de type tirs marocains, soit parce que ces sols n'existent pas en Algérie, soit parce qu'ils sont considérés comme des sols marécageux. Sous le titre « Applied Soil Science », la dernière partie rassemble des développements assez divers. On notera en particulier celles consacrées à la recherche sur les terres agricoles et l'érosion accélérée, sujets familiers aux géographes. Durand (1954)

II- 1-Les types du sol :

Il existe un grand nombre de types de sols, parmi lesquels les sols bruns, les podzols, les sols hydromorphes (à gley ou pseudo-gley), les sols rouges, les sols iso humiques, les sols ferralitiques, les sols ferrugineux.

II-2- Présentation de la carte des sols du Nord-ouest de l'Algérie

La carte des sols est un affichage de la couche de couverture du sol, qui permet d'identifier les différents types de sols présents dans la zone d'étude (JAMAGNE et al., 1995).

Déterminer l'unité de sol d'une zone spécifique et déterminer l'objectif de sa portée géographique ; c'est une opération globale qui vise à replacer chaque unité de sol dans son paysage, mettre en évidence la relation entre chaque sol et son environnement, et enfin montrer ses voisins Interactions possibles entre les sols. Ainsi, la base obligatoire de tout plan d'aménagement, quelle que soit son échelle, tout aménagement d'une région ou le sol d'une

région, doit être classée selon ses capacités et la ligne principale de son utilisation doit être tracée)(DUCHAUFOR, 1976.



Figure1 : Situation géographique du nord-ouest d'Algérie

II -3-Les objectifs de la cartographie des sols :

La cartographie des sols à plusieurs objectifs parmi les plus importants sont :

- La connaissance du milieu naturelle ;
- Les recherches scientifiques ;
- Planification de l'occupation du sol ;
- Aménagement agricole ;
- Protection des sols (LEGROS, 1996).

II-4-Les types des cartes des sols

Chaque carte des sols est définie par une échelle pour les dresser, et leur utilisation varie selon l'échelle choisie et parmi ces échelles :

1-Les cartes à petites échelles (1/1 000 000 à 1/250 000)

Elles permettent de mettre en évidence l'influence des facteurs fondamentaux du milieu (climat, matériau, minéral) sur la pédogénèse. Le 1/250 000 est utile pour fournir un inventaire rapide des ressources en sol à l'échelle d'un pays (LEGROS, 1996).

2-Les cartes à moyennes échelles (1/100 000 à 1/25 000)

Elles permettent, au niveau d'une région, de donner des indications encore très générales, et peu précises sur les aptitudes et les vocations des grands types de sols. Sur le plan scientifique, elles permettent de dégager les lois fondamentales de la répartition écologique des sols.

3-Les cartes à grands échelles (1/10 000 à 1/5 000)

Sont destinées à résoudre des problèmes pratiques précis : détermination du système de culture d'un domaine agricole, plan d'aménagement d'une forêt (DUCHAUFOR, 1979).

II-5-Caractéristiques des différents 4types des sols de l'Algérie du Nord- ouest

On définit quelques caractéristiques de ces sols et de ces propriétés en suivant la classification qui a été donnée par DUCHAUFOR (1977).

II-5-1- Les sols rouges et bruns fersiallitiques :

La majorité des sols fersiallitiques sont considérés comme caractéristique de la région méditerranéenne au sens strict, tout au moins d'un climat marqué par la forte opposition entre une saison humide relativement froide et un été chaud et sec. Selon EMBERGER (1939) seuls les étages méditerranéens les plus humides, c'est à dire à climax franchement forestier (généralement Chêne à feuilles persistantes ou caduques) sont caractérisés par les sols fersiallitiques

Le climat favorable à la fersiallisation, se caractérise en fait par une gamme assez large d'une température (température moyenne oscillant entre 13 à 20°) et de précipitation (pluviométrie de 500 mm à plus un 1 mètre). Les sols fersiallitiques caractérisés par la dominance des argiles riches en silices de types illite ou montmorillonite, l'évolution de l'argile et du fer, confère à ces sols une teinte rouge spécifique (DUCHAUFOR, 1977). Les sols fersiallitiques caractérisés par un taux de saturation élevé (plus de 60% en principe), la

silice est faiblement lessivés, les oxydes de fer restent étroitement liés à l'argile et sont distribués de façon similaire dans le profil (CPCS, 1967). Selon la classification de DUCHAUFOR en 1977, les sols rouges et les sols bruns sont considérés parmi les principaux types des sols fersiallitiques. Les sols rouges sont résultent d'une association forte et stable entre des colloïdes argileux (anciennement montmorillonite) et des oxydes de fer (DUCHAUFOR, 1968) ; les terra rossa méditerranéennes (appellations anciennes des sols rouges méditerranéennes) sont des sols rouges riches en oxydes d'aluminium qui se sont formés lorsque ces régions connaissaient un climat tropical. Ces sols sont généralement riches et fertiles, avec des humus stables, sont des sols fragiles, particulièrement sensibles à l'érosion éolienne ou hydrique.

Les sols bruns sont des sols les plus fréquemment rencontrés dans les régions tempérées. Ils se développent sur des pédoclimats forestiers, ces sols fournissent les meilleures terres agricoles. Ces sols ont les mêmes caractères des sols rouges fersiallitiques, bien que le lessivage soit



Figure 2 : Lesol fersiallitiquessouvent plus limité (BORNAND, 1978).

II-5-1-1-Propriétés agronomiques des sols fersiallitiques :

Les sols rouges et bruns fersiallitiques qui ont résisté à la dégradation sous l'effet de la mise en culture ou du déboisement par le pâturage et l'incendie, offrent des propriétés favorables à la végétation ; la structure grumeleuse des horizons de surface brunifiés grâce à leur humus, permet une bonne aération et facilite la pénétration des pluies en profondeur, ce qui maintient des réserves d'eau que les végétaux utilisent pendant la saison sèche. Sur le plan chimique, leur haute teneur en base, l'efficacité du cycle biogéochimique de tous les éléments nutritionnels et leur mise en réserve dans l'horizon A1 sont des éléments favorables. Mais ces sols sont fragiles lorsque sont soumise à un mauvais traitement, tant sur le plan agricole que sur le plan forestier, ils se dégradent très vite. Sur le plan agricole, le travail intensif du sol

diminue le taux humique et rend la structure instable, les pluies violentes accélèrent l'apprivoisement en éléments fins de la surface, ne laissent sur place que les éléments grossiers, sable ou cailloux roulés ; les argiles et les limons entraînés emportent avec eux une partie des bases et de la matière organique du sol qui s'appauvrit ainsi considérablement. Sur les zones forestières, le pâturage intensif et les incendies volontaires pratiqués dans certaines régions, ont abouti à la disparition de la chênaie primitive et son remplacement par une formation arbustive xérophile : garrigues sur roches calcaires, maquis sur roches siliceuses (DUCHAUFOR, 1977).

II-5-2 -Les vertisols :

Depuis toujours, la quasi-totalité des classifications des sols s'accordent à donner une classe à part aux vertisols, vu leur homogénéité et leur caractéristiques remarquables. On les qualifie de « black cotton soils » aux USA, « regur » en Inde, « vlei soils » en Afrique du sud, « margalites » en Indonésie, « gilgai » en Australie et enfin « tirs ou t'wares » au Maghreb (KAZI-TANI, 2016).

Ces sols constituent une classe de sols typiquement intrazonaux selon les premières classifications russes ; ils sont localisés dans des zones climatiques à climat très contrasté comportant en particulier une saison sèche accentuée (DUDAL, 1967). Ces types de sols nécessitent, pour atteindre leur plein développement, la présence des conditions particulières de station, notamment l'existence d'une saison sèche, la topographie et des conditions de matériaux comme l'enrichissement de ces profils en calcium et en magnésium.

Les vertisols au sens strict, sont des sols de couleur très foncée riche en argile gonflante (montmorillonite), sont liés aux conditions de station qui accentuent au maximum les contrastes pédoclimatiques (drainage pratiquement nul). Les sols vertiques dites colorés ou chromiques, contiennent à côté des montmorillonites, d'autres types d'argiles, et présentent dans des stations qui autorisent un drainage modéré et atténuent quelque peu les contrastes pédoclimatiques. Les conditions pédoclimatique et les conditions de drainage (externe ou interne) sont prises en considération pour la classification des vertisols. Il existe deux principaux types de ces sols :

II-5-2-1-Les vertisols foncés :

Ces sols ont une couleur noire ou gris très foncé, la maturation de la matière organique étant très poussée ; l'homogénéisation est quasi parfaite, les argiles gonflantes dominent largement.

II-5-2-2-Les sols vertiques colorés (ou chromiques)

Ces sols caractérisent d'une évolution moins poussée que les vertisols vrais et constituent le plus souvent des formes intergrades. Ils sont de couleur moins sombre que les vertisols vrais, ce n'ai plus la matière organique fortement condensée, mais les oxydes de fer qui leur confèrent une teinte plus vive, ocre ou rougeâtres.

II-5-2-3-Propriétés agronomiques des vertisols :

Les vertisols sont en général des sols fertiles mais qui présentent des difficultés quant à leur travail et à leur mise en valeur à cause des teneurs élevées en argile, ils comptent parmi les plus fertiles des régions tropicales, ils sont fréquemment voués à la culture du coton qui ont été désignés par l'expression «black cotton soils».

II-5-3-Les sols salsodiques ou sols halomorphes :

Les sols salés ou sols halomorphes sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons ou de tout leur ensemble sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier du sodium (AUBERT, 1976).

Sur le plan écologique, deux conditions sont nécessaire pour la formation des sols salsodiques :

1. Une condition climatique, les sols salsodiques ne peuvent se rencontrer que dans les régions steppiques, semi-désertiques ou tropicales sèche ;
2. Une condition de station, concernant la présence obligatoire d'une source de sodium (présence de sels ou matériau riche en sodium) (DUCHAUFOR, 1977).

On distingue quatre groupes fondamentaux pour les sols salsodiques (halomorphes) :

II-5-3-1-Sols salin à complexe calcique (solontchak calcique)

Ces sols rencontrent dans les régions steppiques dans lesquelles les nappes salées contiennent généralement, a coté des sels de sodium, une quantité de calcium. Dans ces conditions, le complexe absorbant.

II-5-3-2_Sols salin à complexe sodique (solontchak sodique)

Ces sols encore caractérisés par la présence d'une nappe salée, mais l'ion Na^+ l'emporte très fortement en concentration sur les alcalino-terreux Ca^{++} et Mg^{++} . Leur profil

présente le double caractère de la forte salinité et de l'existence d'un complexe particulièrement sodique (saturation en sodium supérieur à 15%, pouvant atteindre 30%).

II-5-3-3-Sols Salin à sulfato-réduction

Il s'agit d'un ensemble de sols très particuliers, formé aux dépens des vases marines, le long des côtes ou des estuaires : le matériau initial est un mélange de limons argileux et de matière organique provenant de des organismes marins, douée de propriétés réductrices très marquées.

II-5-3-4-Sols alcalins

La teneur en sel est généralement plus faible que les sols salins proprement dits (dans certain types, la nappe salée est complètement absente) ; en revanche, l'alcalinité est plus marquée : le pH dépasse 8.5, le rapport Na /capacité d'échange s'élève et atteint souvent 50%.

II-5-3-5-Propriétés et mise en valeurs des sols salsodiques :

Les sols salsodiques sont très défavorables à la végétation, les sols alcalins plus encore que les sols salins à faible alcalinisation. Alors que les sols alcalins sont souvent dépourvus de végétation naturelle, les sols salins sont susceptibles de porter une végétation d'espèces halophytes bien adaptées à ces conditions de vie. THORUP en 1967 a été montré que la tomate (salsolacées) caractérise par une salinité modérée.

II-5-4-Les sols calcimagnésiques

L'évolution des rendzines s'intervient quand le carbonate de calcium est particulièrement abondant dans une roche, et libéré sous une forme active. Ces sols ont été, dès l'origine, différenciés des autres sols et sont classés par l'Ecole russe parmi les sols typiquement intra zonaux. La nature et la composition du matériau calcaire, lié à la topographie, constituent évidemment le facteur écologique fondamental qui conditionne la formation et l'évolution des sols calcimagnésiques ; suivant les conditions locale, il assure une efficacité très variable, au sein du profil, d'une quantité suffisante de calcaire actif en contact intime avec la matière organique incorporée ; c'est donc des conditions locales de station ,matériau et topographie, que dépendant la formation ou, le cas échéant, la transformation, des sols calcimagnésiques. Les facteurs bioclimatiques, climat, végétation, ne jouent à cet égard qu'un rôle secondaire.

Selon la classification de DUCHAUFOR (1977), on distingue trois types fondamentaux des sols calcimagnésiques :

II-5-4-1-Les sols calcimagnésiques humifères (rendzines)

Ils sont caractérisés par un horizon A1 très humifère de 30 à 40 cm d'épaisseur ; la couleur brun-noir, la structure grumeleuse très stable et aérée sont liées à la formation des complexes humus-argiles-carbonates de calcium. La teneur en matière organique est très élevée et peut atteindre 15% en surface, mais décroît régulièrement vers la base de l'horizon ; les cailloux calcaires diffus dans tout l'horizon sont généralement nombreux. La teneur en CaCO₃ est élevée dans tout le profil (5 à 10% de calcaire actif) mais elle est plus faible au sommet de A1 qu'à la base, en raison du début de décarbonatation subi par le du profil (DOUCHAUFOR, 1976).

II-5-4-2- Les sols calcimagnésiques très humifères :

Dans ces types de sols la matière organique se décomposée ralentissement à cause de climat, tend à s'accumuler dans le profil ; de plus la décarbonatation de la terre fine progresse rapidement. Le degré d'incorporation de cette matière organique en profondeur est très variable suivant les conditions locales de matériau et de topographie, et aussi selon les étages climatiques.

II-5-4-3-Les sols calcimagnésiques brunifiées :

Sont des sols plus riche en terre fine silicatée, notamment des argiles, que les rendzines, le calcaire actif, fortement minoritaire par rapport aux argiles, n'a plus la possibilité de former les complexes humo-calcaires caractéristiques des rendzines. Ils ont diffèrent par la présence d'une quantité plus ou moins importantes de calcaire actif dans un horizon au moins de profil.

II-5-4-4-Propriétés agronomiques des sols calcimagnésiques :

Les sols de rendzines, en dépit de leur excellente aération liée à une structure très stable, présentent de nombreux défauts qui contrarient la nutrition des plantes, dans tous les domaines : nutrition en eau, nutrition azotée, nutrition minérale.

Dans les formations naturelles, les espèces calcifuges ne peuvent prospérer en présence de calcaire actif, certain ayant tendance à souffrir d'une carence en azote, d'autre en oligoélément tels que Mn ou Fe (chlorose).



Chapitre III

Les types de sols des quatre régions

III -1- Les sols de la région Oran :

- Sols insaturés sol calcaires
- Sols calciques
- Sols alluviaux
- Sols dunaires
- Sols de marais
- Sols salins
- Roche mère

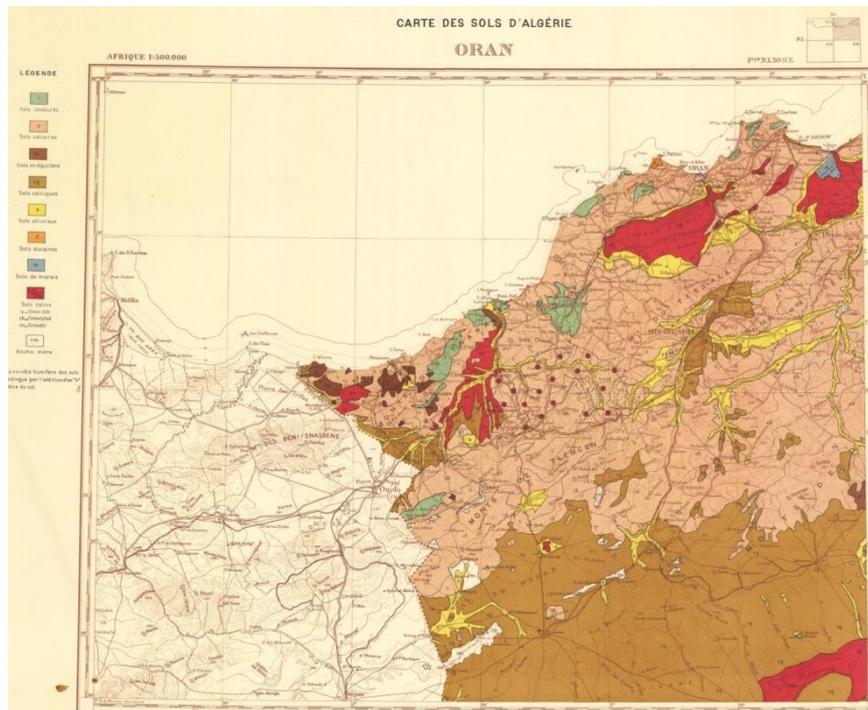


Figure 3 : La carte des sols de la région Oran

III-2-Les sols de la région de Tlemcen

III-2-1- le sol :

Les sols sont de texture moyenne, alcaline et non salés saturés en Ca⁺⁺ moyennement riche en matière organique et nécessitant des apports en engrais phosphatés.

III-2-2- Les types des sols de la région Tlemcen

En 1966, Demolon a défini le sol comme suit: « le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques ». Les types de sols de l'Afrique du Nord et précisément de l'Algérie ont fait l'objet de nombreux travaux [Aubert (1951); Aubert et Boulaine (1972) ; Durand (1954); Halitim (1988); Ruellan (1976)]. L'interdépendance du climat et de géologie ont favorisé l'apparition de sols diversifiés. Durand (1954) a mis en évidence une relation entre les types de sols et leurs vocations culturales.

▮ Les sols insaturés

Selon Durand (1954), ce type de sols se développe sur les schistes et les quartzites primaires. Ils sont situés au Sud-Est de Djebel Fillaoucène et en partie sur les Djebels Foukanine. La végétation est représentée par une formation de forêt dégradée constituée par des taillis clairs de chêne vert. Cette couverture ne permet pas au sol de conserver sa matière organique. Ces sols souvent accidentés sont très souvent minces pour être cultivés. Néanmoins, une régénération de la forêt pourrait être envisagée ainsi que son enrichissement.

▮ Les sols décalcifiés

Ils occupent les versants Nord-est de la vallée du Kiss, les pentes argileuses des montagnes jurassiques et les dépôts marneux des coulées volcaniques. Ils posent souvent des problèmes de glissements. Ils sont couverts d'une végétation herbacée dominée généralement par le palmier nain et le chêne vert. Les sols décalcifiés purs constituent de bonnes terres à céréales notamment sur les terrains plats. En pente ils s'adaptent mieux à la vigne et l'olivier en sec. (Durand, 1954).

▮ Les sols calcaires

Ce sont des sols plus ou moins riches en matière organique (25 %). Leur végétation est dans l'ensemble herbacée. Leur forte teneur en matière organique s'explique par le fait qu'ils se sont développés au dépend d'anciens sols marécageux calcaires. On les rencontre en grande

partie à l'Ouest de Nedroma et sur la bande côtière de Ghazaouet. - Leur principale vocation culturale est la céréaliculture, la viticulture et l'arboriculture fruitière. (Durand, 1954).

▮ **Les sols calciques**

Ils sont situés au Sud et à l'Est des Monts des Traras. Ils se sont développés sur des sédiments caillouteux. Ils sont en général peu profonds. Il est d'ailleurs très difficile de les distinguer des sols calcaires. Néanmoins leur faible profondeur fait qu'ils conviennent très bien pour la vigne et l'arboriculture. (Durand, 1954).

▮ **Les sols en équilibre**

Ils se sont formés sur les cônes des coulées volcaniques et les granites de Nedroma. Ils sont caractérisés par une végétation herbacée et une végétation buissonnante sur les granites. Leur faible épaisseur et la dureté de la roche mère rend difficile l'exploitation des autres cultures telles que les céréales. (Durand, 1954).

▮ **Les sols dunaires**

Ils sont assez rares. On les rencontre du côté de Marsa Ben Mhidi. Ils sont instables et sont caractérisés par un couvert végétal clairsemé. (Bricheteau, 1972).

▮ **Le sol alluvionneux**

Ils constituent les terrasses modernes et récentes des principaux cours d'eau. Ils conviennent généralement à une gamme variée de cultures en sec ou en irrigué. (Duchaufour, 1977).

▮ **Les solonetz**

Ils se sont formés au dépend des marnes salifères du miocène. Ils forment les bassins versants supérieurs de Oued Kouarda et Kiss. Ils sont caractérisés par une texture lourde qui favorise le développement d'une gamme variée de cultures (céréaliculture). (Durand, 1954).

▮ **Les sols rouges colluviaux**

Ils sont présentés dans les bassins de Tlemcen. Il s'agit de sols d'apport, généralement en situation de piémont, à profil homogène et dépourvu d'horizons, très poreux, tantôt constitués par un mélange de matériaux fins et grossiers, tantôt au contraire de matériaux fins. (Duchaufour, 1977).

▀ Les Sols bruns calcaires

Ils constituent l'essentiel des sols des Traras. Ils présentent une faible teneur en calcaire actif. Ils proviennent de l'évolution des sols rouges anciens en climat aride ou semi-aride (Greco, 1966).

▀ Les rendzines

Difficile à évaluer avec précision en raison de la grande quantité de la matière organique, la texture est sensiblement équilibrée; les sables sont des fragments de calcaires. Le terrain est toujours en pente et la roche toujours calcaire. Ces sols sont rarement typiques (Bricheteau, 1972).

▀ Les sols bruns rouges fersiallitiques lessivés

Ils sont répandus dans quelques endroits bien arrosés des Monts de Tlemcen. Ce type de sol est caractérisé par une rubéfaction intense par déshydratation des oxydes de fer et par un fort lessivage (Duchaufour, 1977).

▀ Les régosols

Ils se trouvent dans certaines dépressions comme celle de Sebdou. Ils constituent un groupe de sols peu évolués. La dégradation des sols bruns calcaires aboutit à la formation de sols de type régosols. Ces sols sont colonisés par l'alfa. Duchaufour, 1976).

▀ Les lithosols

L'évaluation de ces sols est freinée par la roche mère qui est en général difficilement altérable. La zone d'altération est localisée en surface et seule une petite couche de matière organique peut apparaître. Ils sont bien représentés dans le versant méridional des Monts de Tlemcen (Duchaufour, 1976).

▀ Les vertisols

Ces vertisols sont peu évalués quant à la matière minérale, puisque la majeure partie de ses constituants est héritée des matériaux. Leur pédogenèse est déterminée par la présence d'argile gonflante. Ils se trouvent dans la cuvette de Terni. (Bricheteau, 1972).

Les sols salins

Ils sont très répandus dans les bords de l'oued Tafna et celui de Kiss. Il est fréquent que les sels s'accumulent en surface en période de forte évaporation en saison sèche, ils provoquent alors la formation d'une véritable croûte saline et par leur cristallisation peuvent détruire partiellement les structures poudreuses (Servant, 1974).

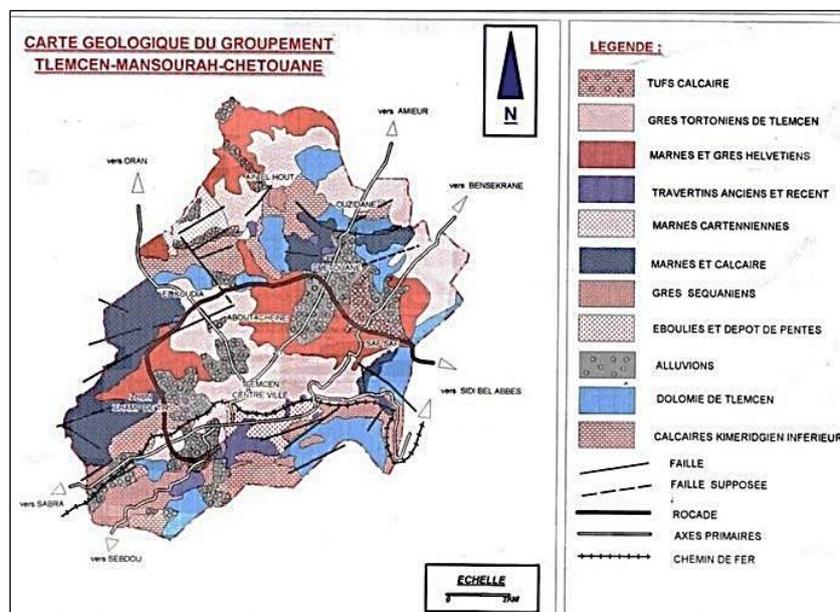


Figure 4 : Carte géologique du groupement TLEMCEN, MANSOURAH et CHETOUANE, (AISSA MAMOUNE, 2002).

III-3- Les sols de la région de Tiaret

III-3-1- Le sol :

La délimitation des principales classes des sols dans la région a été possible, en se basant sur les observations du terrain, interprétation des photographies aériennes, les travaux de Moumene 1993, et Selon les travaux effectués au département de pédologie de L'ISA de Tiaret de 1990 à 1998 Il s'avère que la classe la plus dominante dans la zone d'étude, est la classe des Vertisols qui regroupe les vertisols proprement dit et / ou toutes les autres unités de sol à caractère vertique (isohumique à caractère vertique, calcimagnésien à caractère vertique, Cette s'étend sur plus de 32% de la surface totale.

Ensuite les sols sesquioxides de fer (rouge méditerranéen à accumulation calcaire peu profonde et les sols isohumiques à accumulation calcaire peu profonde) sur 30% de la surface totale. Ces sols s'étendent surtout dans la partie sud (plateau du sersou).

Les sols rouges méditerranéens peu lessivés et sols bruns calcaires typiques accumulation calcaire friable, s'étendent sur un peu plus de 13% de la zone étudiée, dans la zone de Sebain, Sidi Hosni, et dans le secteur de Mellakou.

Les sols peu évolués sablonneux d'extension réduite, sont liés surtout à la nature de la roche mère. Ils se localisent au nord de Dahmouni, et aux alentours de Sougueur. Ce sont les sols des anciens vignobles de la région de Tiaret, ils ne représentent que 2 à 3% de la surface de la région.

Enfin, on a regroupé sous le nom (des sols incultes), tous les terrains qui appartiennent à de affleurements rocheux, des maquis, des massifs forestiers ou des alluvions récents. Les informations récoltées au niveau des services concernés, nous, permettent de donner un aperçu sur la nature des sols de la région.

.Les Vertisols :

Les Vertisols représentent 10% de la surface agricole totale(SAT) de la commune, et de bon rendement de l'ordre de 45QX/ha, se localisent sur les berges d'oueds comme par exemple l'oued Tolba et l'oued Mina.

.Les sols Fersialitiques :

Les fersialitiques occupent la majeure partie de la surface agricole totale (S.A.T, environ 80%,leur rendement est de l'ordre de 18 à 20 qx/ha et sont localisés à la partie Sud-est et Sud-ouest de la commune.

La décharge publique de Tiaret se trouve au niveau de ces sols fersialitiques à valeur agricole moyenne.

Les sols calcimagnésiques :

Les sols calcimagnésiques se localisent sur la partie Nord-est de la commune. Au niveau de la petite jumenterie, nous rencontrons les rendzines. Ces sols présentent de mauvaises propriétés physiques (abondance de cailloux le sol difficile à travailler et l'insuffisance des réserves d'eau en période sèche).Et les propriétés chimiques sont défavorables :le calcaire actif est très abondant .

III_3_2_Inventaire des sols :

Les principaux traits pédogénétiques marquant les sols de la région sont :

- 1_ La calcimorphie
- 2_ La rubéfaction
- 3_ La vertisolisation
- 4_ La brunification
- 5_ Le lessivage

Cet inventaire pédogénétique fait ressortir les principaux type de sols rencontrés dans la région,qui sont les plus dominants à savoir :

Les sols minéraux bruts,

Les sols peu évolués ,

Les vertisols qui sont des sols noirs profonds avec un taux de matière organique appréciable, reposant sur des marnes. Ce sont les sols les plus aptes à l'intensification céréalière (Dellal.A et al.1988) à savoir :

- Les sols calcimagnésiques,
- Les sols méditerranéens à réserve calcique lessivés, Ces sols reposent soit sur calcaire dur , soit sur un grès calcaire.

Leur couleur tourne autour du rouge et du brun rougeâtre (2.5YR et 7.5YR) (Dellal et Moumene,1988)

Nous nous intéressons dans ce qui suit aux sols méditerranéens car ce sont les plus répandus dans la région d'étude. Les sesquioxydes de fer confèrent au sol une couleur très accusée (rouge,ocre,rouille) (Durand,1954).

Les oxydes peuvent se trouver sous forme figurée (concrétions,carapaces ,cuirasses).Ces sols Sont caractérisés par une teneur faible en matière organique, un taux de saturation supérieur à 50 ,nous distinguons deux sous classes :

Les sols formés sous un climat de type méditerranéen qui sont les fersiallitiques.

Les sols ferrugineux tropicaux qui sont les ferralitiques.

Les sols calcaires

Ce sont des sols à croute calcaire, contenant assez de carbonate de calcium, souvent associé à du carbonate de magnésium pour provoquer une effervescence visible au contact de l'acide chlorhydrique 0.1 N.

Ces sols représentent environ 85% de la superficie du bassin versant. On les trouve presque dans tout le bassin et surtout vers l'amont. Ils présentent un pH alcalin.

La présence du calcaire dans ces sols s'explique d'une part par la géologie, à savoir la richesse en roches calciques capables de fournir du calcium à partir duquel prendra naissance le calcaire et d'autre part l'activité du climat qui gêne le lessivage (profil ascendant au lieu d'être descendant) à cause de la dominance de l'évaporation par rapport aux précipitations.

De ce fait le calcaire s'accumule facilement dans le sol, ce qui donne naissance à des sols calcaires.

L'influence des pluies annuelles moyennes sur les teneurs en calcaire total des sols sans distinction d'horizons est très hautement significative. Les résultats de cette étude faite par Djilli K (2000) montre que dans l'étage semi-aride(350à450mm)le calcaire se différencie

dans le profil, l'accumulation étant plus nette en profondeur, ces résultats sont confirmés par les travaux de Halitim(1988).

.Les sols alluviaux

Ce sont des sols qui se caractérisent par un dépôt de matériaux (argile, limon, sable et graviers) provenant d'un transport par un cours d'eau récent. Ces sols sont en général soumis à une alternance des cycles de sécheresse et d'humidité provoquant des oscillations de la nappe phréatique dont ils dépendent.

Cette alternance humectation dessiccation des sols favorise leur oxygénation, ce qui empêche les phénomènes de réduction et provoque la minéralisation rapide de la matière organique. La formation de l'humus est alors limitée. Les sols alluviaux sont fertiles, mais souvent inondés en hiver et trop secs en été.

Ces sols représentent environ 11.5% de la superficie du bassin versant. On les trouve essentiellement à l'aval du bassin de part **chaabate** et d'autre part de l'exutoire et de certains cours d'eau.

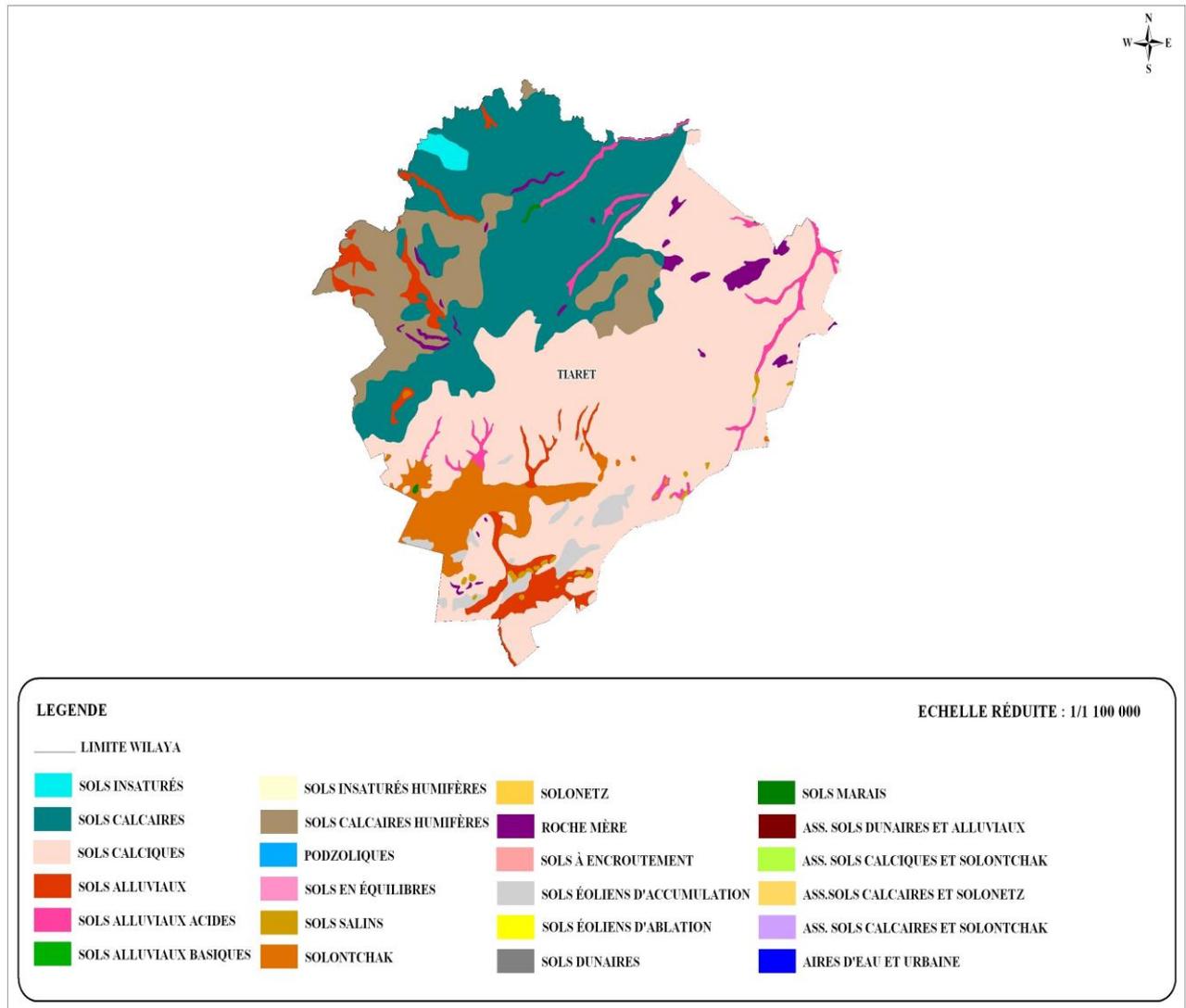


Figure 5 : Carte des sols de la région Tiaret

III-4- Les sols de la région de Rélizane

III-4- 1-La genèse d'un sol salin et/ou sodique :

La formation d'un sol salin ou sodique résulte généralement de l'accumulation des sels dans les horizons de surface (Essington, 2004). Le régime hydrique du sol, la forme de sel, les conditions climatiques et la texture des sols sont les paramètres les plus importants qui manifestent la genèse d'un sol salin. Les sels les plus communs présents dans la solution du sol correspondent aux cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , et aux anions Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- . Egalement le bore, l'arsenic et le molybdène (les éléments traces) sont considérés comme d'autres sels moins courants et plus toxiques à faibles concentrations (Keren 2000, Essington 2004). De façon analogue à la formation d'un sol salin, un sol devient sodique lorsque la proportion d'ions Na^+ dépasse celle des autres électrolytes de plusieurs ordres de grandeur (Sumner 1993, Levy 2000, Essington 2004). Cela dépend de la source de sels mais aussi des conditions physico-chimiques du sol. Selon Bolt et al (1978), la salinité se produit si :

$$\text{CE}_i \times \text{Q}_i > \text{CE}_d \times \text{Q}_d$$

III-4- 2-Les Types de la salinité des sols :

La salinisation des sols peut avoir une origine primaire ou une origine secondaire (Aubert, 1975).

1. La salinité primaire(ou Naturelle)

Les sels solubles responsables de la salinisation primaire d'un sol ont diverses origines. Ainsi, l'altération des roches contenant des minéraux sodiques, potassiques ou magnésiques donne des sels souvent solubles, en particulier les chlorures, les sulfates, les carbonates, les bicarbonates et parfois les silicates de ces métaux (Zahow et Amrhein,1992). Lorsque la roche est gypso-salifère, c'est souvent des sulfates et des chlorures qui sont libérés. Cette phase de salinisation correspond à la salinisation primaire (Gaucher et Burdin, 1974). En Algérie, il existe des couches géologiques salifères comme le Trias qui est formé d'argiles schistosées gypseuses et salées et qui constituent une source importante de sels solubles et de gypse dans les régions arides. Le rocher de sel au Nord de Djelfa en est un exemple typique à côté de nombreux petits massifs des séries jurassiques. Le Trias apparaît en diapir ou en injection dans les fractures au niveau des hautes plaines steppiques entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Il existe d'autres couches géologiques salifères comme l'Helvétien par exemple qui se localise dans la vallée du Cheliff. Ou encore le Pliocène continental, l'Albien, le Sénonien et d'autres couches qu'on rencontre dans d'autres endroits d'Algérie (Gaucher,

1947). La salinisation peut être aussi provoquée par une invasion marine liée aux marais du territoire concerné. Dans ces conditions, la solution du sol présente une composition proche de celle de l'eau de mer, donc riche en NaCl et peut provoquer par des phénomènes d'échange cationique un enrichissement du complexe d'échange en sodium (Cherbouy, 1991).

.2. La salinité secondaire (ou d'origine humaine) : La salinisation secondaire est un processus ultérieur à la formation du sol et le caractère salin du sol est induit par plusieurs mécanismes. En effet, la salinisation peut être due à la remontée d'une nappe salée peu profonde, ou à la remonté capillaire et pendant les périodes sèches (Durand, 1983). L'halomorphie peut provenir aussi des eaux d'irrigation salines en milieu mal drainé (Durand, 1983). Dans le grand Sud de l'Algérie, la non maîtrise des techniques d'irrigation par pivot , et l'absence de systèmes de drainage (Daoud et Halitim , 1994 ; Mouhouche ,2000;Djili et Daoud 2003) sont souvent les causes qui provoquent la diminution de la productivité agricole. De même la salinisation secondaire se produit lorsque l'eau d'irrigation est distribuée en quantité trop faible pour qu'il y ait percolation ; le terrain retient alors toute l'eau distribuée qui y dépose ses sels (Durand, 1974 in Noomene. 2011). Les superficies irriguées ont connu un accroissement très rapide depuis 1950 et, malgré un ralentissement observé depuis 1980, elles s'atteignent aujourd'hui près de 300 millions d'hectares dans le Monde. Les évaluations indiquent que, selon les situations, de 15 à 50% des terres aménagées et environ 50% des systèmes d'irrigation sont affectés par la salinité et plus particulièrement dans les zones arides (Rhoades, 1997). Au-delà des risques spécifiques liés à la qualité des eaux d'irrigation, les mécanismes desalinisation sont la résultante du fonctionnement hydrologique du milieu et des processus de concentration des sels apportés par l'irrigation, ou présents dans les nappes aquifères (Gupta, 2000). La répartition des sels qui en découle n'est pas homogène en raison des interactions complexes entre les propriétés variables des sols et des aquifères, et de l'existence de modalités et performances variables de la gestion de l'irrigation et du drainage aux différentes échelles dans les périmètres irrigués. Ces évolutions ne sont pas linéaires et sont soumises à d'incessantes modifications et adaptations dans la gestion hydraulique et agronomique des périmètres irrigués (Marlet, 2004). Enfin, la salinisation secondaire peut être provoquée par une incursion de la mer vers les plaines littorales et mêmes en contact direct, cette salinisation affecte des sols dont la pédogénèse est déjà prononcée.

III- 4- 3- La différence entre la salinisation et la sodisation des sols :

Ramade (2008) a défini la sodisation comme étant l'accroissement du taux de sodium échangeable d'un sol dû à diverses modifications physico- chimiques, dont résultent une défloculation des argiles et une obturation des pores qui entravent la circulation de l'eau. Le sol devient de ce fait imperméable et donc infertile. En revanche, le sol sodique est le sol dont la structure pédologique est conditionnée par la teneur en sodium. Les principaux types de sols sodiques sont les solonetz, les solontchaks et les soloths (Ramade, 2008). Le sodium (Na^+) forme un taux d'accroissement élevé de tous les cations liés à des charges négatives sur les particules d'argile qui composent le complexe du sol. Les particules d'argile chargées négativement sont maintenues ensemble par des cations divalents. Lorsque les cations monovalents tels que Na^+ déplacent les cations divalents sur le complexe du sol, et la concentration de sels solubles libres est faible, le complexe se gonfle et les particules d'argile se séparent. On détermine la sodisation par le pourcentage de sodium échangeable ESP (Exchangeable Sodium Pourcentage) par rapport à la capacité d'échange des cations (CEC). $\text{ESP} = 100 * \text{Na échangeable (en meq/l)} / \text{CEC (en meq/l)}$. Si cette valeur est supérieure à 15%, on parle d'un sol sodique. Ce pourcentage est en étroite relation avec un paramètre utilisé par l'école de Riverside, aux USA, qui est le SAR (Sodium Absorption Ratio) de l'extrait de la pâte saturée.

Le SAR est défini par l'expression : $\text{SAR} = \text{Na}^+ / ((\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) / 2)^{0.5}$ Dans laquelle : Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} sont les teneurs en meq/l de la solution. La sodisation des sols est l'une des conséquences les plus dommageables et la plus répandue de l'irrigation, en zone aride. Elle influe sur la perméabilité en favorisant le gonflement et la dispersion des colloïdes du sol et entraîne des problèmes de toxicité des plantes (Ilou, 1995). Si la concentration de sels solubles est suffisamment faible, l'altération des minéraux en argiles sodiques, entre autres par l'hydrolyse, aura lieu d'où la création d'un sol très alcalin. Les sols alcalins sont un type de sol sodique avec un pH élevé en raison de carbonate de sels, et sont définis comme ayant un PSE (Pourcentage de sodium échangeable) de 15 ou plus avec un pH de 8,5 à 10. Le processus de sodicité est un phénomène complexe qui se produit sur une longue période de temps. Les sels s'accumulent dans le profil du sol par de dépôts atmosphériques ou par l'altération des minéraux. La fraction argileuse du sol peut causer la saturation de sodium. Le lessivage du profil, soit par l'eau de pluie sur des périodes prolongées ou par l'irrigation à l'eau douce, abaisse la concentration de l'électrolyte en disparaissant les particules d'argile. Le lessivage des particules d'argile plus profondément dans le profil bloquent les pores de

l'infiltration de l'eau. En effet, le sol argileux empêche l'écoulement de l'eau, il s'engorge rapidement à cause du blocage des pores. Dans les milieux semi-arides, les profils de sols sont couramment salins ou sodiques, où le sel s'est accumulé en raison de la faible perméabilité du sous-sol sodique.

Les sols salins et les sols sodiques sont très répandus dans les zones arides et semi-arides du monde. Les sels provenant de précipitations ou de réactions d'altération s'accumulent dans les zones saturées dans le sous-sol pour qu'ils permettent l'infiltration d'eau d'une manière très lente. La salinité transitoire indique la variation saisonnière et spatiale de l'accumulation de sel dans la zone racinaire n'est pas influencée par les processus et les eaux souterraines de la nappe phréatique en hausse (Rengasamy, 2002). La salinité transitoire fluctue en profondeur en raison de la configuration des pluies saisonnières. Elle est dominée dans les différents paysages du monde. Probablement, les deux tiers de la superficie agricole de L'Australie à un potentiel de la salinité transitoire sont associés aux eaux souterraines (Rengasamy, 2002).

III – 4 - 4- Salinisation en Algérie

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues (Halitim, 1985). Selon Le Houerou (1993), les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Près de 10-15 % de terres irriguées, sont concernées par ces problèmes. Bien que le problème d'alcalinisation, selon Daoud et Halitim (1994) ne se pose plus, on estime que les terres salinisées seront difficilement récupérables. La plupart de ces sols sont situés, en région aride et semi-aride, mais aussi sous bioclimat subhumide (Halitim, 1973). Selon Djili (2000), les sols salés sont localisés au Nord qu'au Sud Algérien, et s'expriment mieux entre les isohyètes 450 mm qui semblent être la limite supérieure des sols fortement sodiques (Selon l'INSID (2008), la salinité est observée dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia), dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sebkhass (Chott Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zahrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc.).

Les sels les plus fréquents, dans les régions arides et semi- arides, sont surtout les chlorures, les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (Halitim, 1988). Selon Aubert (1975), les sols salés d'Algérie sont caractérisés, en général, par une conductivité électrique supérieure à 7dS/m et un pourcentage de sodium échangeable (ESP) qui varie de 5 à 60 % de la CEC.

III-4- 5-Géologie :

La plaine de la Mina est une zone déprimée dominée au sud, à l'est et l'ouest par des massifs montagneux (ANRH, 2003) : - Région de Hillil (Yellel) : Au nord-ouest, elle est entourée par les monts de Belhacel, qui sont formés de grès pliocène et de sables de désagrégation de ces grès. A l'ouest, on trouve un affleurement de grès recouvert d'une croûte calcaire sur le piedmont. Au sud, les monts de Gerbouça sont formés de grès et marne du pliocène.

- **Région de Touila-Khaourara** : A l'ouest les affleurements sont formés de grès pliocène et de marnes grises du miocène. A l'est, la plaine est séparée de la vallée de la mina par des collines formées de grès et de poudingues.

- **Vallée de la Mina** : Au sud et à l'est, la vallée est bordée de massifs érodés de marnes miocènes (de l'helvétien) à petits cristaux de gypse. A l'ouest la vallée est bordée par des collines de Relizane, formées de grès et de poudingue encroûtés.

- **Région d'Oued Djemâa** : La partie sud- ouest d'Oued Djemaa est bordée par des affleurements de marnes et d'argiles du miocène qui se raccordent à la plaine de Relizane par un glacis de piedmont ancien, recouvert d'une croûte calcaire.

III-4- 6-Géomorphologie :

Du point de vue géomorphologique, la plaine est caractérisée par quatre types de formations géomorphologiques

1) Les glacis de piedmonts : Ce sont des formations colluviales de piedmonts s'appuyant sur des versants, de topographie régulière ou peu ondulée, se raccordant, en aval à des formations colluviales ou à des alluvions. Elles sont recouvertes d'une croûte calcaire épaisse et durcie du quaternaire ancien.

2) Les alluvions : Ce sont des formations déposées par les oueds qui coulent dans la plaine (Hillil, Mina, Malah, Djemâa). Leur texture est variable et est sous la dépendance de la lithologie de l'arrière-pays drainé vers la plaine. Dans les parties basses la texture devient plus argileuse et vers le centre de la plaine, les sols de la rive gauche sont de texture moyenne et deviennent de texture fine et sont mal structurés dans la rive droite. Dans la limite Est, ces formations sont moyennement salées. - Certains oueds ont raviné des formations géologiques salées (marnes à gypse miocène du bassin versant de la Mina, massif de gypse du trias du bassin versant de l'oued Malah) qui ont déposés dans certaines zones des alluvions salées ; - Ces alluvions salées sont localisées dans la vallée de l'oued Malah, la plaine de Khourara, la vallée de la Mina, et la partie sud de la sebkha de Benziane (action de la nappe phréatique

salée dans certaines zones et ravinement de la colline argileuse salée bordant la sebkha de Benziane) ;

3) Les cônes de déjection des oueds : Les bordures géologiques de la zone d'étude sont ravinées par des petits oueds qui déposent un cône de matériaux à l'aval de texture variable : dans la vallée de la mina et la plaine d'oued djemaa, le cône de déjection comporte une texture lourde, alors que dans les zones de Khourara et Yellel, la texture est plus légère. Les couvertures sableuses sont caractérisées par des dépôts sableux épais (plus de 2m) d'origine éolienne qui proviennent des sables de désagrégation des grès pliocènes. La topographie est légèrement ondulée à uniforme. Ces dépôts sont localisés dans la plaine de Yellel au pied du massif de Belhacel.



Figure 6 : Carte géologique 1/50000 de Relizane (Boualla, 2002).

III-4 – 7- Les sols :

Du point de vue pédologique, la plaine de la Mina est constituée d'apports alluviaux caractérisés par des terres à structure fine, potentiellement salinisables. Ceux déjà irrigués sont effectivement affectés par la salinité (ANRH, 2003). Selon l'étude menée par l'INSID (2008), les sols affectés par une salinité supérieure à 2 dS.m⁻¹, représentent 75 % de la superficie sur les 6000 hectares prospectés, au niveau du périmètre irrigué de la Mina. Les sols sont regroupés dans différentes classes pédologiques qui sont : les sols peu évolués, les sols halomorphes, les sols hydromorphes, les sols calcimagnésiques et les vertisols. (Ghoul, 1974 ; Ghoul et Peter, 1974) :

A. Classe des sols peu évolués**A.I. Sous classe des sols peu évolués non climatiques****A.I.I. Groupe des sols d'apport alluvial****A.I.I.I. Sous-groupe des sols Modaux****A.I.I.I.1. Série : sols profonds**

Ces sols sont localisés, surtout, dans la plaine de Hillil (Yellel) et Mina, en bordure de l'oued. Ils sont poreux avec une structure du sol est peu développée. Leur texture est variable, mais, en général, elle est fine en surface et légère, en profondeur avec des horizons sableux. Dans certaines zones, la texture est grossière sur l'ensemble du profil.

Le taux d'argile, dans les profils, est compris entre 3 et 47%, et celui des sables de 7 à 80%.

Le calcaire total varie de 4 à 33%, la matière organique de 0.9 à 0.36%, le P₂O₅ entre 0.4 et 1.1% et le K₂O entre 2 et 4%.

La capacité d'échange cationique varie de 3 à 23.3 meq/100g de sol et la conductivité électrique varie de 1 à 4.5 dS.m⁻¹

A.I.I.I.2. Série : à pseudo-gley

Ces sols sont situés sur les bourrelets alluviaux de l'oued Mina. Ils sont mal structurés, mais poreux. Ils présentent une texture fine et sont moyennement profonds. La conductivité électrique est de 2 à 4 dS/m.

A.I.I.I.3. Série : sur sols brun calcaire

Ces sols sont localisés dans la plaine de Yellel. La surface est très limitée. Le sol peu évolué, de texture grossière, recouvre un sol brun calcaire de texture moyenne à 55 cm qui repose sur une croûte calcaire vers un mètre de profondeur. Ce sont des sols faiblement calcaires.

A.I.I.I.4. Série : sur sol hydromorphe

Cette série de sol est localisée dans la région de Yellel, au centre de la plaine, dans une zone déprimée. Leur structure est moyenne, en surface et devient grossière en profondeur.

Le taux d'argile est de 31 à 51% et le taux de calcaire de 18 à 32%.

Ils présentent une conductivité électrique est inférieure à 1dS.m⁻¹ (jusqu'à 80 cm de profondeur) et atteint 2.5 dS.m⁻¹ (de 80 à 120 cm).

A.I.I.I.5. Série : sur sol halomorphe

Ils sont localisés dans la vallée de la Mina, en bordure de l'oued. Ce sont des alluvions récentes qui ont recouverts un sol halomorphe, sur une épaisseur qui varie de 55 à 73 cm.

Leur texture est légère avec un taux d'argile variant de 16 à 48 % et un taux d'argile plus limon de 25 à 79 %. Le taux de calcaire est de 16 à 23% et de la matière organique de 0.31 à 0.8 %.

La conductivité électrique est inférieure à 2.7 dS.m⁻¹ (entre 0 et 50cm) et varie de 3.8 à 14 dS.m⁻¹ (entre 50 et 120cm).

A.I.I.II. Sous-groupe des sols modaux à faciès vertique

A.I.I.II.1. Série : Sols profonds

Ils sont localisés dans la plaine de Yellel. Ils sont caractérisés par une structure polyédrique moyenne à grossière mal développée. Leur texture est très fine avec un taux d'argile de 29 à 55% et un taux d'argile plus limons de 58 à 77%. Le taux de calcaire est de 18 à 34%.

Leur conductivité électrique est inférieure à 1 dS.m⁻¹ (0 à 50 cm) et varie de 1 à 3.2 dS.m⁻¹ (50 à 120 cm).

A.I.I.III. Sous-groupe des sols à pseudo-gley

A.I.I.III.1. Série des sols profonds

Dans ce cas, l'hydromorphie apparaît vers 50 cm. Le sol est très poreux et sa texture est moyenne avec des lentilles sableuses en profondeur.

Le taux de calcaire est de 14 à 21 % et la conductivité électrique est inférieure à 2 dS.m⁻¹.

A.I.I.IV. Sous-groupe des sols à pseudo-gley

A.I.I.IV.1. Série : Sols profonds

Ils sont localisés dans la plaine Touila khaourara, Mina et Yellel à la limite de la zone salée.

Leur texture est fine et leur structure est polyédrique fine à moyenne et devient grossière, à partir de 50 cm, parfois vertique avec des caractères d'hydromorphie. Dans certaines zones, ils présentent une accumulation de calcaire sous forme d'amas pulvérulents.

Le taux d'argile est de 35 à 40% et le calcaire est de 19 à 29%.

Leur conductivité électrique varie de 1.2 à 5.9 dS.m⁻¹(de 0 à 50 cm) et de 3.2 à 15 dS.m⁻¹(de 50 à 120 cm).

A.I.I.VI. Sous-groupe : vertique halomorphe

A.I.I.VI.1. Série : Sols profonds

Ils sont situés dans la plaine de Yellel, et surtout dans la plaine de Khaourara. Ils présentent une structure vertique et sont moyennement salés ou alcalisés. Leur texture est très fine, surtout dans les horizons de surface. Ils sont faiblement poreux.

Le taux d'argile est de 38 à 58% avec un taux de calcaire de 14 à 24 %. La conductivité électrique varie de 1 à 3 dS.m-1(de 0 à 50cm) et 2.5 à 4.9 dS.m-1(de 80 à 120 cm).

B. Classe des sols calcimagnésiques

B.I. Sous classe des sols carbonatés

B.I. I. Groupe des rendzines

B.I.I.1. Série : sols profonds

Ce sont des sols bien structurés, de texture moyenne, assez riches (1.2% de matière organique de 0 à 50cm). Ils reposent sur une croûte ou encroûtement calcaire (parfois nodulaires) sur 50 cm. Leurs horizons de surface sont souvent riches en inclusions (cailloux)

B.I.II. Groupe des sols bruns calcaires

B.I.II.1. Sou –groupe : modaux

B.I.II.1.1. Série : sols profonds

Ce sont les meilleurs sols de la Mina. Ils sont localisés dans les plaines d'oued Djemaa et Yellel.

Ils sont assez riches et profonds ; leur structure est grenue à polyédrique fine, leur texture est fine en surface à moyenne, en profondeur. Ils sont très poreux.

Leur taux d'argile varie de 11 à 35%. Le calcaire varie de 12 à 36% et la matière organique de 0.2 à 1.7%.

Leur conductivité électrique est inférieure à 2 dS.m-1(0 à 80cm) et varie entre 0 et 4 dS.m-1(80 à 120 cm). Le pH varie de 7.6 à 8.

La CEC de ce type de sol varie de 8.8 à 23.8 meq/100g, le P2O5 de 0.56 à 1.4% et le K2O de 4 à 8%.

B.I.II.1.2. Série : halomorphes en profondeur

Ce sont les mêmes sols que la série précédente, mais ils présentent des caractères de salure à partir de 80 cm.

La conductivité électrique est inférieure à 2 dS.m-1 (de 0 à 80cm) et de 4 à 9 dS.m-1 en profondeur.

B.I.II.1.3. Série : à accumulation calcaire

Ce sont des sols à horizon d'accumulation de calcaire sous forme de nodules ou d'amas à partir de 50cm de profondeur.

Ils sont assez riches et bien structurés avec une texture moyenne. Le taux d'argile est 25 à 46%. Le calcaire est inférieur à 11% (0 à 25cm) et supérieur à 19%(> 50cm) avec un pH

variant de 7.7 à 7.9. Le taux de matière organique est supérieur à 1% (0 à 50cm) et de 0.3% à partir de 50cm.

La conductivité électrique est très faible.

B.I.II.I.4. Série : à accumulation calcaire

Ces sols sont localisés dans la plaine de Yellel et présentent une extension limitée. Le sol brun calcaire repose sur un sol vertique vers 50cm de profondeur. La texture est fine sur les 50 premiers centimètres ; elle est équilibrée dans le sol vertique.

Le taux d'argile varie 27 à 44%, avec un taux d'argile plus limons variant entre 41 et 52 %.

Le taux de calcaire est de 7 à 25%. Alors que la conductivité électrique est inférieure à 1.4 dS.m-1.

B.I.II.I.5. Série : sur encroûtement (encroûtement de nappe)

Ces sols sont identiques à ceux de la série précédente sauf qu'ils ont un encroûtement calcaire variant entre 40 et 90cm. Ils sont localisés dans le centre de la plaine de Yellel, le long de la voie ferrée.

Leur structure est grenue, en surface à polyédrique fine en profondeur. La texture est moyenne à fine.

B.I.II.II. Sous-groupe des sols vertiques

B.I.II.II.1. Série des sols profonds

Ces sols sont localisés dans la plaine de l'Oued Djemaa. Ils sont caractérisés par une structure vertique et texture fine à très fine. Leur porosité est faible et la texture varie de 32 à 57 %.

Le calcaire varie entre 9 et 36% et la conductivité électrique est inférieure à 1.5 dS.m-1(0 à 80 cm) et entre 0.7 à 4.6 dS.m-1(80 à 120 cm).

B.I.II.III. Sous-groupe des sols halomorphes

B.I.II.III.1. Série : sols profonds (ou accumulation calcaire en profondeur)

Ces sols sont localisés dans la plaine de la Mina et Oued Djemaa, leur texture est fine et leur structure est grenue, en surface, à polyédrique fine à grossière, en profondeur.

Le taux d'argile varie entre 30 à 45%, avec un taux d'argile plus limons fins variant entre 51 et 70%. Le calcaire varie entre 13 et 22% et la matière organique de 0.4 à 1.4%.

Leur CEC varie de 15 à 27 meq/100g. Alors que leur conductivité électrique est inférieure à 1.4 dS.m-1(0 à 50 cm) et varie de 2 à 5.4 dS.m-1

B.I.II.III.2. Série : à encroûtement de nappe

Cette série est localisée dans la région de Yellel, le long de la voie ferrée, sur une faible surface. L'encroûtement qui est à 83 cm repose sur une croûte de nappe à 118 cm.

Le taux de matière organique varie entre 1.1 et 1.9 % et la conductivité électrique croît de 1.6dS.m-1, en surface, à 7.7 dS.m-1, en profondeur.

B.I.III. Groupe des sols bruns calciques

B.I.III.I. Sous-groupe des Rendzines brunifiées modales

B.I.III.I.1. Série : sur croûte

Sols peu épais reposants sur une croûte calcaire à une profondeur inférieure à 30cm.

C. Classe des Sols Isohumiques

C.I. Sous classe des sols Marrons à complexe saturé

C.I.I. Groupe des sols Marrons Isohumiques

C.I.I.I. Sous-groupe : modal (à faciès recalcarifié)

C.I.I.I.1 Série : Profonds

Ils sont localisés dans les plaines. Ils sont riches bien structurés et profonds. Leur taux en matière organique est de 1.2 à 1.8 %, en surface, et 0.4 à 0.6 %, en profondeur. Leur CEC est de 10 à 26 meq/100g.

Leur taux de calcaire est de 2 à 33%. Dans certains sols, les horizons de surface sont recalcarifiés par les labours profonds ou par les eaux de ruissellement.

C.I.I.I.2. Série : à accumulation calcaire

Ces sols sont identiques à la série précédente, sauf qu'ils présentent un horizon d'accumulation calcaire sous forme de nodules et d'amas à une profondeur variant de 50 à 115cm.

C.I.I.I.2. Série : à encroûtement calcaire

Ils ont un encroûtement calcaire le plus souvent très friable ou un encroûtement à nodules sur 45 à 85 cm. Ils sont bien structurés et leur texture est moyenne.

Le taux de matière organique est 1 à 1.3 % et la CEC varie entre 12 et 18 meq/100g.

D. Classe des sols halomorphes

D.I. Sous classe des sols halomorphes à structure dégradée

D.I. I.I. Sous-groupe : moyennement ou peu salins

D.I.I.I.1. Série : sols profonds

Sols localisés dans les plaines de la Mina, Touila, Khaourara, et, au sud de la Sebkhia de Benziane.

Leur structure est dégradée et leur texture est très fine (41 à 53% d'argile), lorsqu'ils sont situés, au centre des plaines ; à proximité de l'Oued, la texture devient plus légère (25% d'argile). Le taux argile plus limons fin varie entre 71 et 90%. Alors que le taux de sable est inférieur à 12%.

La conductivité électrique varie entre 2 et 9 dS.m⁻¹(0 et 50 cm) et entre 5 et 18 dS.m⁻¹(50 à 120 cm).

E. Classe des sols hydromorphes

E.I. Sous classe des sols hydromorphes peu humifères

E.I.I. Groupe des sols à pseudo-gley

E.I.I.I. Sous-groupe des sols à pseudo-gley halomorphes

E.I.I.I.1. Série : Profonds

Ces sols sont localisés dans la plaine de la Mina à la limite des sols halomorphes. L'hydromorphie remonte jusqu'en surface. La texture est très fine (argile > 47 %). La conductivité électrique est de 5 dS.m⁻¹ (de 0 à 70cm) et de 9 dS.m⁻¹ (de 70 à 150 cm)

E.I.I.I.2. Série : à nappe

Ces sols sont situés dans la zone est de la plaine de Yellel. La nappe est à une profondeur de 85cm. Sa formation est due aux irrigations abondantes et à une absence de réseau de drainage.

III_4_7_2_Sols salés :

On distingue deux grands groupes :

a) Les sols à complexe calcique dominant (solontchaks) : le Ca ++ (sous des formes diverses: bicarbonates, carbonates, nitrates) existe en proportion importante par rapport à NaCl. Vu l'adsorption préférentielle de Ca ++ sur Na +, l'ion Na minoritaire et bloqué dans le complexe absorbant. L'ion Na est représenté à raison de moins de 15% dans la capacité d'échange. La structure est bonne et ces sols sont alors stables.

b) Les sols à complexe sodique dominant présentent la tendance inverse.

Il faut toutefois faire une distinction suivant leur origine :

1. Les sols à alcali non salés: proviennent d'une roche éruptive riche en minéraux sodiques, en climat sec où l'élimination de Na⁺ est insuffisante par lessivage. Dans ce cas, la saturation en Na⁺ du complexe absorbant est plus de 15 %. Il y a hydrolyse en période pluvieuse d'où l'augmentation du pH et la destruction de la structure du sol.

2. Les sols à alcalis salés : sont des sols à nappe salée avec une faible proportion de Ca ++. Le Ca++ bloque Na++ aussi longtemps que la nappe salée reste proche de la surface. Dans ce cas, les argiles s'hydrolysent peu, le pH ne monte pas plus que 8-8,5 et la dégradation de la structure n'est que partielle.

III_4_7_3_Sols sodiques et à alcali :

La Classification des sols sodiques est délicate du fait des variations saisonnières ou sous l'action de l'homme qu'ils peuvent subir. Plusieurs noms sont utilisés : Sols salés Sols

halomorphes, Sols sodiques ; aucun ne recouvre l'ensemble des sols concernés. La dénomination de Sols Salsodiques que proposa Servant en 1975 semble bien meilleure. Deux sous-classes y sont distinguées en fonction de la présence ou de l'absence d'un horizon à structure dégradée. Dans une première sous-classe, de sols salsodiques, à structure non dégradée, on peut distinguer deux groupes : Celui des sols salins à complexe calcimagnésique dont la teneur en sodium du complexe d'échange est inférieure à 15%. Les sous-groupes peuvent y être les suivants :

- modal, friable et sur-salé en surface (hyper-solontchak, profil salin A ou C) (Servant ;1975)
- Modal, friable en surface, sur-salé en profondeur (crypto-solontchak à profil salin de type B ou D (Servant, 1975) - friable en surface, mais hydromorphe en profondeur,
- à croûte saline en surface (en pratique, toujours hydromorphe).
- à horizon d'accumulation gypseuse (en pratique, toujours hydromorphe).
- à salant hygroscopique,
- à sulfures acidifiants.

La deuxième sous-classe comprend les sols sodiques, dont un horizon sur au moins 20 cm présente une structure dégradée, une forte compacité, sous l'influence de la teneur élevée du complexe en sodium échangeable. Suivant les sols (teneur en argile et type de celle-ci, teneur en matière organique et type de celle-ci) la valeur critique de Na/T varie. Elle est toujours au moins de 10%. Actuellement K et Mg ne sont pas pris en compte : le premier est normalement en quantité faible, l'action du second est encore mal élucidée. La classification Française paraît la plus appropriée dans les zones arides et en particulier pour les sols salés, puisque selon Halitim (1988), la classification Américaine est pragmatique et classe les sols dans des ordres différents en fonction d'une faible variation de l'évapotranspiration ou de la pluviométrie. Dans la classification Française, les sols salés sont rangés dans la classe des sols salsodiques, elle – même subdivisée en deux sous classes :

A. Sous classe des sols sodiques à structure non dégradée : ce sont des sols salins (solontchak), soumis à l'influence d'une nappe salée peu profonde, riches en sels de sodium, caractérisés par une conductivité électrique supérieure à 4 dS.m-1 (Duchauffour, 1988).

1. Sols salins à complexe calcique (solontchaks) : très fréquents en Algérie (FAO, 2005), caractérisés par un ESP 15%, il se rencontre en bordure de mer, ou dans les lagunes côtières, sa structure tend à se dégrader et devient poudreuse (Duchauffour, 1988)

B. Sous classe des sols sodiques à structure dégradée : ce sont des sols alcalins à structure détruite (Duchauffour, 1976). Selon Duchauffour (1988), on distingue trois (03) groupes

selon les étapes d'évolution des profils :

1. Sols alcalins non lessives (solontchaks solonetz) : leur profil est de type A, C ou A, B, C. Ils sont fréquents en Algérie (Durand, 1983).

2. Sols alcalins lessives de type ABC. L'horizon de surface A, pauvre en argile (migration par l'effet de lessivage) (Duchauffour, 1983). Ces sols existent en Algérie, mais sont très localisés dans les zones humides (Durand, 1983).

3. Sols alcalins dégradés (Solonetz) : ils présentent une structure dégradée complètement en surface avec un pH de 4 à 5 et en profondeur un pH élevé de 9 à 10. Selon Loyer (1995), on distingue selon le référentiel pédologique Français (Baize et Girard, 1995).



Conclusion générale

Conclusion générale

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et des couches superficielles de lithosphère (Ramad, 2003).

Les sols dénommés, sols arides ou aridisols dans la classification américaine sont en général peu développés sur le plan morphologique et ont une structure très instable du fait des variations brutales de température et d'humidité (Robert, 1996).

Les zones semi-arides renferment des sols plus développés que les régions arides; le couvert végétal se compose d'herbe et, lorsque l'humidité est plus grande, de savane. Les sols sont beaucoup mieux lessivés, surtout dans les horizons A et B, et l'horizon calcaire, s'il y en a un, se trouve à des profondeurs plus grandes.

Les caractères essentiels que l'on retrouve dans la plupart des sols de ces régions sont leur absence de lessivage, sauf en ce qui concerne les éléments solubles, et leur richesse en matière organique répartie non pas seulement dans un horizon superficiel s'arrêtant brusquement en profondeur, mais dans tout son profil. Celle-ci, ou bien n'est pas évoluée, par suite du climat trop sec ou est fortement humidifiée. Il ne se forme pas d'humus grossier dans ces régions. L'horizon même le plus riche en humus est ou neutre – quelquefois faiblement acide – ou alcalin ces sols se forment sous une température moyenne peu élevée – 10 à 15°, par exemple : les réactions d'hydrolyse sont assez limitées, et assez peu d'hydrate de fer est individualisé ; le sol reste assez foncé. Suivant la valeur de la pluviométrie et la densité de la végétation, il se formera un sol gris, un sol brun, un sol châtain de plus en plus riche en matière organique et en humus. Si au contraire, la température moyenne est plus élevée (20 à 25°) par exemple – les phénomènes d'hydrolyse revêtent une plus grande intensité, la masse d'hydrate de fer individualisée au cours de la pédogénèse devient plus importante, et la couleur foncée fait place à la teinte plus rouge, des sols brun-rouge, ou des sols châtain-rouge qui se développent (Aubert, 1950).

D'un point de vue chimique, un autre élément dont l'évolution est fondamentale dans la pédogénèse de ces régions semi-arides est le calcaire. Dans certains sols. Comme des sols de la région Tiaret, cet élément tend à être entraîné en profondeur où il peut parfois se concrétionner. Dans d'autres, au contraire, il reste réparti dans tout l'ensemble du profil, et sa teneur dans les horizons superficiels n'est guère plus faible que dans les horizons profonds ; le sol peut alors être une rendzine. Sur calcaire, c'est ce second type de pédogénèse qui se développe, lorsque la pluviométrie est suffisante pour que la végétation de graminées reste dense, mais assez faible cependant pour que l'entraînement du calcaire en profondeur soit très

Conclusion générale

ralenti. Le même résultat peut provenir simplement d'une accentuation des phénomènes de remonter pendant la période sèche ; ou de conditions climatiques –variations très fréquentes et fortes de l'humidité du sol et du sous-sol, gels importants, etc...telles que la désagrégation de la roche-mère soit assez intense et son altération faible. La cause de cette évolution peut également être recherchée dans le caractère pétrographique du calcaire, facilement et finement brisable, mais assez largement cristallisé pour ne se dissoudre que lentement (Aubert, 1944). Enfin, c'est souvent à sa position on pente qu'est due l'apparition d'une rendzine dans ces régions, comme cela a été aussi mis en évidence dans les contrées plus humides (Demolon, 1948).

Si l'évolution du calcaire est si importante dans la genèse des sols de ces régions, c'est essentiellement par suite des alternatives très brutales d'humidité forte en temps de pluie et de sécheresse intense pendant la plus grande partie de l'année, auxquelles ils sont soumis. Aussi l'évolution de sols encore plus solubles, tels que chlorures et sulfates de sodium, magnésium et calcium, devient-elle l'élément essentiel de la dynamique de ces sols (Aubert, 1950) Selon Kellogg (1938), les sols de type steppique ceux qui correspondent aux régions les plus arides, sont dénommés sols gris subdésertiques et sol rouges subdésertiques, Il correspondant aux grey desert, red desert soils et sierozems des auteurs américains.

La plus part des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation. Les bons sols dont la superficie est limitée, se situent au niveau des dépressions (sols d'apport alluvial) soit linéaire et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas (Nedjimi et Homida, 2006)

Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. en zone steppique on trouve une mosaïque des sols plus évolués et très souvent dégradés et pauvres en matière organique.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Calvet, 2003 : Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 p
2. Mouffok. M, 2003. mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem, l'espace littoral ouest de Mostaganem cas de la zone des sablettes-Ouréah en vue d'une orientation touristique ,p34et 35.
3. Sposito G., 1989 - The chemistry of soils, oxford university press, New York, 277p.
4. KHELLOUT.Settouf. (2004-2010), Impact de la pollution par le pétrole sur la stabilité structurale d'un sol.p13.
5. Traore. A,2005. mémoire ING d'état : dégradation des sols dans les zone arides et semi-arides Mostaganem, p 40-49
6. Annabi M. (2005) - Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine : relation avec les caractéristiques de leur matière organique. Thèse de Doctorat INA, Paris-Grignon : 270 p.
7. Kay B.D. & Angers D.A. (1999) - Soil Structure. Dans Handbook of Soil Science. Sous la direction de M.E. Summer. CRC Press Inc., Boca Raton Fl. p. A229-A276.
8. Rousseau G. (2005) - Analyses multidimensionnelles des effets de la rotation et d'un compost urbain sur la sclérotiniose du soja et la santé du sol. Thèse. 204 p.
9. Stengel P., 1990. Caractérisation de l'état structural du sol. Objectif et méthodes. La structure du sol et son évolution, Laon, Paris, INRA. 15-36.
10. Dexter A.R., 1988.Advances in characterization of soil structure. Soil & Tillage Research,11 : 199-238.
11. GAUTHIER J., (1991) – Notion d'Agriculture, le sol, les cultures, les élevages, l'économie et la gestion. Edition Lavoisier TEC & DOC, Paris Cedex08, 574
12. MICHEL C, SCHVARTS G. C, JABIOL B., (2011)-Etude des sols, description, cartographie, utilisation, Dunod, Ed savoirs, Paris, 399
13. KAOURITCHEV I., (1980) – Manuel Pratique De Pédologie. Edition MIR. MOSCOU, 94,104p.
14. Perrier E. (1995) - Cadre de la recherche et revues bibliographiques. Caractérisation de la structure des sols. 21 p.
15. Kay B.D. & Angers D.A. (1999) - Soil Structure. Dans Handbook of Soil Science. Sous la direction de M.E. Summer. CRC Press Inc., Boca Raton Fl. p. A229-A276.
16. Grimaldi M. (1986a) - Modifications structurales d'un matériau limoneux soumis à un compactage dynamique. Science du sol, 24, 269-284.

Références bibliographiques

17. Tessier D. & Pédro G. (1984) - Recherches sur le rôle des minéraux dans l'organisation et le comportement des sols, Livre Jubilaire du Cinquantenaire de l'Association Française pour l'Etude du Sol, AFES éd. 223-234.
18. Duchaufour Ph. (1965) - Précis d pédologie, Ed. Masson et Cie, Paris 261. 481 p.
19. Levrard J.M. (2004) - Guide du jardinage. Fiche Inspirée du document « fonctionnement du sol – diagnostic au champ » Chambres d'Agriculture de Bretagne – Agrocampus INRA de Rennes – UMR Sol Agronomie Spatialisation Kergéhenec. 39 p.
20. HELLIL D., (1984) - l'eau et le sol. Principe et processus physique. Cabay, libraire-éditeur, Louvain-la-Neuve, 257p.
21. Baldock, J., et J. Skjemstad, 2000. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. *Org. Geochem.* 31: 697–710.DOI: 10.1016/S0146-6380(00)00049-8.
22. Huang, Q.Y., W. Liang and P. Cai, 2005. Adsorption, desorption and activities of acid phosphatase on various colloidal particles from an Ultisol. *Colloid Surf B* 45:209–214.
23. Bouma, T.J. and Bryla D. R., 2000. On the assessment of root and soil respiration for soils of different textures: interactions with soil moisture contents and soil CO₂ concentrations, *Plant and Soil* 227: 215–221.
24. Otto Hans-Jürgen, 1989. *Ecologie forestière*. Edts. Pascal Maurin, Paris, 391 p.
25. Batjes, N.H. et E.M. Bridges, 1992. A review of soil factors and processes that control fluxes of heat, moisture and greenhouse gases. Technical Paper 23, International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, ISRIC Technical Paper 23; 197 p.
26. Calvet, R., 2003. *Le sol, Propriétés et Fonctions, T1 : Constitution et Structure, phénomènes aux interfaces*, Ed. France Agricole, 455 p.
27. Delaunois A., (2006). *Guide simplifié pour la description des sols*. Chambre d'agriculture TARN. 37p.
28. Schilling K.-E., Palmer J.-A, Bettis E.-A, Jacobson P., Schultz R.-C., & Isenhardt T.-M., (2009). Vertical distribution of total carbon, nitrogen and phosphorus in riparian soils of Walnut Creek, Southern Iowa. *Catena* 77(3), 266-27.
29. Baize D., Jabiol B., (1995). *Guide pour la description des sols*. Éditions Quæ RD 10 78026 Versailles Cedex, France. 421p.
30. Maignien R., (1969). *Manuel de prospection pédologique*. Document technique N°11. Orstom, Paris. 131p.

Références bibliographiques

31. Sposito G., 1989. The chemistry of soils, Oxford University Press, New York.
32. Chamayou H and Legros J.-P., 1989. Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol. Paris : Presses universitaires de France Agence de coopération culturelle et technique. 593p.
33. Hanifi. k, 1998. causes of the impoverishment of the soil and approaches for the promotion of a durable use of the ground, 100p.
34. JAMAGNE M., HARDY R., KING D., BORNAND M., 1995. La base de données géographique des sols de France. Etude et gestion des sols, 2, 3, pp 153-172.
35. DUCHAUFOR P., 1976. Atlas écologique des sols du monde, Masson .Paris.178 p.
36. LEGROS J.P., 1996. Cartographie des sols de l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Coll. Gérer l'environnement, presses Polytec .Et univ.Romandes.321p.
37. DUCHAUFOR P., 1979. Pédologie 2 .Constitutions et propriétés du sol. Edition, Masson Paris.
38. DUCHAUFOR P., 1977. Pédologie 1 .pédogénèse et classification. Edition, Masson Paris.491p.
39. EMBERGER L., 1939. Mém. Soc. Sic. Nat. Maroc, Inst. Rubel, Zurich, 14, pp 40-157.
40. – C.P.C.S. (Commission de Pédologie et de la Cartographie des Sols), 1967. Classification des sols, INRA, Grignon, 96 p.
41. DUCHAUFOR P., 1968. L'évolution des sols (essais sur la dynamique des profils). Edit. Masson & Clé. Paris. 94 p.
42. KAZI-TANI L. M., 2016. Cartographie numérique des sols à l'échelle du paysage. Cas de la région des Traras orientaux (Nord-Ouest de l'Algérie). Thèse de doc en foresterie, Univ. De Tlemcen -Institut de Foresterie, 210p.
43. DUDAL R., 1967. Sols argileux foncés des régions tropicales et subtropicales, FAO ,172p.
44. AUBERT G., 1976. Les sols sodiques en Afrique du Nord .Ann. de l'I.N.A. (El Harrach), Vol.VI n°1, pp 185-196.
45. . DURAND J., 1954.- Les sols d'Algérie. Gouvernement général de l'Algérie. Service pédologie et hydraulique, 224p.
46. RUELLAN A., 1976.- Morphologie et répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. Ann. De l'Inst. Nat. Agr. (El Harrach), 39p.
47. J., 1972.- Esquisse pédologique de la région de Tlemcen-Terni. Inst. Agr. Serv.Rech. Exp. d'Algérie, Alger, 28p.

Références bibliographiques

48. DUCHAUFOR PH., 1977 - Pédologie. Tome I. Pédogénèse et classification. Edi Masson. Paris. 477 p.
49. GRECO J., 1966.- L'érosion et la DRS. Le reboisement en Algérie. Pub. Du Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 393p.
50. SERVAIN J., 1974.- Contribution à l'étude pédologique des sols holomorphes. Th. Doc. Etat, Univ. Montpellier, 194p.
51. Essington.M.E., (2004), Soil and water chemistry, an integrative approach. CRC Press, USA.
52. Sumner. M.E., (1993), Sodic soils: New perspectives. Australian Journal of Soil Research 31: 683-750.
53. Levy. G.J., (2000), Sodicity. In: Sumner M.E. (Ed). Handbook of Soil Science. CRC Press, NY, USA, pp G27-G62.
54. Bolt H.M. et AL., (1978), International Archive on Occupational Environmental Health, 60 (3), 141-4.
55. Aubert. G., 1975. Les sols sodiques en Afrique du nord. Annales de l'I.N.A. Alger, N° 6, pp. 185-195.
56. Zahow. M.F., Amrhein C., 1992. Reclamation of a saline sodic soil using synthetic polymers and gypsum. Soil Sci. Soc. Am. J. 56, pp. 1257-1260.
57. Gaucher. G., Burdin., 1974. Géologie et géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Ed Presses universitaires de France, Paris. 230 p.
58. Gaucher.G., 1947. Méthodes actuelles d'étude des terrains salés en Afrique du Nord. Conférence de pédologie Méditerranéenne, Bull. AFES, Paris.
59. Cherbuy. B., 1991. Les sols salés et leur réhabilitation. Etude bibliographique. CEMAGREF, école. Nat. Renne, 170p.
60. Durand J.H., 1983. Les sols irrigables, Agence de coopération culturelle et technique. P.U. France, 190 p.
61. Daoud Y et Halitim A., 1994. Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5), pp : 151- 160.
62. Mouhouche. B., 2000. L'avenir de l'agriculture saharienne dépend de la maîtrise de la salinisation des sols et de la valorisation de l'eau d'irrigation. Actes du premier Symposium International sur la filière blé – Enjeux et Stratégie. (Blé 2000, Alger), (O.A.I.C.). ALGER 7 – 9 février 2000, pp. 213-220.
63. Djili K., Daoud Y., Touaf L., 2003. La salinisation et la sodisation des sols d'Algérie. Congrès scientifique sur l'apport de la recherche scientifique et des nouvelles

Références bibliographiques

- technologies dans le développement et la mise en valeur des régions arides et semi-aride climat. 2-3 octobre. El-Oued, 9 p.
64. Noomene. H., 2011. Faculté des lettres, des arts et des humanités Manouba - Master de recherche environnement, aménagement et risque. Mémoire Online. Etude de la salinité des sols par la méthode de détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de Kalaat Landelous en Tunisie : cas d'une parcelle de courge.
65. Rhoades. J.D.,1997. Sustainability of irrigation: an overview of salinity problems and control strategies, Riverside, CA, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS.
66. Gupta. I. C., 2000. Assessment of quality of irrigation waters and industrial effluents discharged on land for irrigation. Industrial waste waters and environmental pollution .I.C.
67. MARLET. S., 2004. Hommes, terre et eaux (130, sp): pp 32-38. Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, 2004-04-19/2004-04-23, Rabat, Maroc.
68. Ilou. A., 1995. Evolution des sols irrigués de la moyenne vallée du Fleuve du Sénégal. Mémoire d'ingénieur, IST de l'UCAD, no d'ordre 055/IST/95.
69. RAMADE.f.,2008.Dictionnaire encyclopédique des sciences,de la nature et de la biodiversité.Dunod.
70. Rengasamy. P., (2002), Transient salinity and subsoil constraints to dry land farming in Australian sodic soils: an overview.Aust. J. Exp. Agric. 42, 351-361.
71. Halitim A., 1985. Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes Plaines Steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Doct d'Etat, Université de Rennes, 383 p.
72. Le Houerou. H.N., 1993: Salt – tolerant plants for the arid region of the Mediterranean isoclimatic zone In: H. Leith et A Al Massoom (edits): towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol 1. Kluwer academ, pp: 403- 422.
73. Halitim A., 1973. Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. Thèse de 3eme cycle. Univ de Renne, 176 p.
74. Halitim A., 1994. Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5), pp : 151- 160.
75. Djili K., 2000. Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : Création d'une banque de données informatisées et l'utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la vectorisations des données pédologique. Thèse doc. INA. Alger. 384p.

Références bibliographiques

76. INSID., 2008. Caractérisation de l'état actuel de la salinité dans le périmètre irrigué de la Mina.
77. Halitim A., 1988. Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.
78. Aubert. G., 1975. Les sols sodiques en Afrique du nord. Annales de l'I.N.A. Alger, N° 6, pp. 185-195.
79. ANRH., 2003. Suivi et modélisation de la salinité des sols dans le périmètre irrigué de la Mina. 43 p.
80. Boualla. N., 2002. Caractérisation physico-chimique des eaux souterraines de la plaine de la Mina. Thèse de magister. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran.
81. Ghoul. A., Peter G., 1974. Etude agro-pédologique du périmètre de la Mina.
82. Ghoul A., 1974. Etude agro-pédologique des extensions du périmètre de la Mina. Echelle 1/20000. ANRH.
83. Servant J.M, 1975. Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphes. L'exemple des sols salés du sud et du sud-ouest de la France. Thèse Montpellier, 194p, annexes.
84. Duchauffour Ph, 1976. Principes d'une classification écologique des sols. Agrochimica, XX, 4- 5, pp : 313 – 323
85. Durand J.H, 1983.Les sols irrigables, Agence de coopération culturelle et technique. P.U. France, 190 p.
86. Duchaufour, 1983. Pédogenèse et classification. Masson 2è édition -Paris –France 491 p, pp 208, 483.
87. Loyer J.Y, 1995. Solums salsodiques, salisols et sodisols, In referential pédologique. AFES INRA. Paris, pp: 241- 249.
88. Aissa Mamoune SM.2002.Identification et prévision du gonflement des marnes de Tlemcen(Algérie). In :Actes du symposium International PARAM 2002,Paris,pp.125_132.
89. Magny J. & Baur J. (1962) - Pour comprendre les analyses de terre. Purpan. Reproduction des numéros 41-42 de Purpan. 78
90. Pallo F.J.P., Sawadogo N., Sedogo M.P. & Zombré N.P. (2008) - Statut de la matière organique des sols de la zone nordsoudanienne au Burkina Faso. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2009 13(1), 139-142.
91. Dubreuil M. (2000) - La santé de nos sols – vers une agriculture durable au Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Publ. 1906/F. 4 p.
92. Anonyme (2009) - Maintenir l'état organique des sols. Ed. Cerafel. 2 p.

Références bibliographiques

93. Gobat J.M., Aragnon M., & Mathey W. (2003) - Le sol vivant. Base de pédologie. biologie des sols. Ed Presses polytechniques et universitaires Romande. Lausanne, 44, 50, 51.
94. Hébert J. (2008) - Un sol de type forestier feuillu naturalisé en sol agricole par les BRF. 2p (ou bien) 01-08.
95. Magny J. & Baur J. (1962) - Pour comprendre les analyses de terre. Purpan. Reproduction des numéros 41-42 de Purpan. 78 p.
96. Paradis R., (2016). Distribution spatiale du carbone organique et de l'azote dans les sols en fonctions des zones de récurrence d'inondation. Maîtrise en Science de l'environnement. Université du Québec à Trois-Rivières. 94p.
97. Kononova M.-M., (1966). Soil organic matter. Pergamon Press, London. pp. 257-316.
98. Feller C., (1995). La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1 : 1 recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Coll. TDM ORSTOM, n° 144,247 p. + Annexes 236 p
- Paré M.-C., (2011). Organic matter quality in cryosols: Effect on soil nitrogen dynamics and greenhouse gas emissions. Ph D thesis, Saskatchewan University, Saskatoon, Canada.
99. Baize et M.C., Girard coord. INRA édition, Paris. 222p. AFES, 1995.
100. RAMAD F. (2003) - Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Paris, édit. 690 p., 445 fig., 73 tab., 38 pl.
- 101.
102. ROBERT M. (1996) - Interface dans l'environnement. Ressource pour le développement. 3 ème cycle, Paris, 244 p., 83 fig., 35 tab, 11 ph.
103. AUBERT M-G. (1950) – Les sols des régions semi-aride d'Afrique et leur mise en valeur, Paris, 15 p.
104. DEMOLON A. (1948) – Principe d'agronomie, I – La dynamique du sol. Paris – Dunod.
105. KELLOGG Ch. (1938) – Soil and men – Yearbook of agriculture – USDA. Washington.
106. NEDJIMI B. et HOMIDA M. (2006) - Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir, Centre Universitaire de Djelfa, 7p.
107. Buysse, P. Et Aubinet, M. (2010). La respiration hétérotrophe dans les sols agricoles : description des facteurs importants et comparaison de modèles semi mécanistes existants.
108. Bornand M., 1978. Altération des matériaux fluvio-glaciaires, genèse et évolution des sols sur terrasses quaternaires dans la moyenne vallée du Rhône, thèse d'Etat ENSAM, Intra Montpellier. 329 p.

Références bibliographiques

109. Moumene T (1993).Contribution à la connaissance des sols céréaliers de la région de Tiaret.
110. Dellal A et al(1988).Inventaire des sols de la wilaya de Tiaret.Etude BNEDER.Alger.
111. Durand J.H(1954).Les sols d'Algérie ;SES Alger 209p.
112. Djili K. (2000) Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols du nord de l'Afrique ; Sécheresse 2000 ;11(1) :37_43.

Références électroniques

web 1 :

Www. Carte des Sols d'Algérie. Oran. Feuille N.I. 30-N.E

Résumé :

En résumé les principaux types d sols existant dans le nord ouest algérien sont essentiellement les vertisols ; les sols rouges méditerranéens ; les sols fersialitiques les sols salés et les alluvions. Nous avons essayé lors de ce travail d'étudier les cartes des sols établies lors de la période coloniale et de la comparer avec ce qui reste des sols après l'urbanisation etcela afin d'établir de nouvelles cartes qui correspondent à la réalité du terrain.

Mots clés ; sols ; nord-ouest de l'Algérie ; calcaire ; salinité.

ملخص

باختصار ، الأنواع الرئيسية للتربة الموجودة في شمال غرب الجزائر هي في الأساس التربة الرملية. تربة البحر الأبيض المتوسط الحمراء ؛ التربة الغنية بالحديد والطيني. حاولنا في هذا العمل دراسة خرائط التربة التي تم وضعها خلال فترة الاستعمار ومقارنتها مع ما تبقى من التربة بعد بناء المدن وذلك من أجل وضع خرائط جديدة تتوافق مع الواقع على الأرض. الكلمات الدالة ؛ التربة. شمال غرب الجزائر؛ حجر الكلس؛ الملوحة.