

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : "Sciences Agronomiques"

Spécialité: "Sciences du sol"

Thème

Impact de la salinisation sur la variation des propriétés physico-chimiques des sol cas de la région de Hmadna-RELIZANE

Membres du jury :

- Président :Mr. OUADAH S. M.A.A
- Encadreuse :Mme. BOUCHENAFI. N M.C.A
- Examinatrice : Mme. OULBACHIR K. M.C.A

Présenté par:

- OUADAHKheireddine
- RAKAD Mahfoudh
- GHERSI Rachid

Année universitaire : 2018 -2019

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude et mes remerciements à Allah qui par sa volonté et son aide a enrichit mes savoirs.

Je remercie sincèrement madame BouchnafaNadia , professeur au département d'Agronomie de l'Université ibn khaldountiaret, pour m'avoir encadré afin de réaliser ce mémoire. Je porterai toujours dans mon cœur et mon esprit l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation.

Je remercie également Monsieur Gorine Mohamed, Directeur de la station de l'INRAA d'El Hmadena et Monsieur LaricheAzziz, responsable du Laboratoire d'analyse des sols, pour leur précieuse aide, leurs conseils et leurs orientations.

Je ne manque pas de remercier tous les techniciens des laboratoires de l'INRAA et de l'INSID qui m'ont accueilli et aidé durant la période de mon travail d'expérimentation

Je profite de cette occasion pour témoigner de mes sincères remerciements et ma grande reconnaissance à l'égard de mon père, ma mère, ma grand père et mes frère pour leurs encouragements et leurs soutiens qui m'ont été d'un élan de volonté et de persévérance dans mon travail.

Je tiens aussi à remercier monsieur Benkmed

Enfin que tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*à tous ceux qui m'ont aidé, encouragé et donné la volonté pour continuer à
terminer le présent travail. Je les porterai tous et pour toujours dans mon cœur,*

à mes très chers parents,

*mon père, qui m'a soutenu et encouragé toute au long de ma vie, je lui dis
merci papa,*

*ma mère, source de tendresse et d'amour, l'extrême exemple de ma vie, je
lui dis merci maman,*

*à ma très chère frère aînée et mohamed islam et mon très cher frère
bachir,*

à madame bouchnafanadia , je lui souhaite le bonheur,

à toute la famille ouadah et djellabe ,

à mes chers amis moradeokbi , fouadeadib et alizaidoure

à toute la promotion de Master « science du sol ».

OuadahKheireddine

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*à tous ceux qui m'ont aidé, encouragé et donné la volonté pour continuer à
terminer le présent travail. Je les porterai tous et pour toujours dans mon cœur,*

à mes très chers parents,

*mon père, qui m'a soutenu et encouragé toute au long de ma vie, je lui dis
merci papa,*

*ma mère, source de tendresse et d'amour, l'extrême exemple de ma vie, je
lui dis merci maman,*

*à ma très chère frère mohamed et faycel et mon très cher sœurs ines et
donia,*

à madame bouchnafanadia , je lui souhaite le bonheur,

à tout la famille rakad et ratoal ,

à mes chers amis hamza ,youcef et abdelkader

à toute la promotion de Master « science du sol ».

RakadMahfoudh

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

*à tous ceux qui m'ont aidé, encouragé et donné la volonté pour continuer à
terminer le présent travail. Je les porterai tous et pour toujours dans mon cœur,*

à mes très chers parents,

*mon père, qui m'a soutenu et encouragé toute au long de ma vie, je lui dis
merci papa,*

*ma mère, source de tendresse et d'amour, l'extrême exemple de ma vie, je
lui dis merci maman,*

*à ma très chère sœur Amine et Mohamed et mon très cher frère Riyade et
Hamid, Ramzi et Rabeh*

à Madame Bouchnafaradia , je lui souhaite le bonheur,

à toute la famille Ghersi et Maouche ,

à mes chers amis Morad, Mohamed, Laksen et Taher

à toute la promotion de Master « science du sol ».

Ghersi Rachid

LISTE DES FIGURES

)	<i>Figure 01 : Le mécanisme du phénomène de salinisation des sols</i>	05
)	<i>Figure 02 : carte montre les sols salés et sodiques en 17 états de l'union européenne.....</i>	11
)	<i>Figure 03 : carte montre la répartition des sols salins nord de l'Algérie.....</i>	13
)	Figure 04. La dynamique des sels dans le sol (Lahlou et al, 2002).....	15
)	Figure 05 : effet de sodium sur le complexe absorbant.....	17
)	Figure 06 - Situation géographique de la plaine du Bas-Chéliff.....	22
)	<i>Figure 07 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls zone du hmadna.....</i>	28
)	<i>Figure 8: Situation géographique de la wilaya de Tiaret.</i>	29
)	<i>Figure 09 : Variation du taux de l'humidité dans le sol (%).....</i>	36
)	<i>Figure 10 : Variation du pHeau des sols étudiés.....</i>	37
)	Figure 11 : La conductivité électrique des étudiés (µS/cm).....	39
)	<i>Figure12:Variation de la matière organique dans les solétudiés.....</i>	40
)	<i>Figure 13 : Variation du calcaire total dans les sols étudié.....</i>	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°1 : le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U:	12
<i>Tableau 2- précipitations moyennes mensuelles. (INRAA, 2016)</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3- précipitations moyennes annuelles.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 4 : Température d'El Hmadna (INRAA 2015-2016).....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 5 - L'humidité relative de Hmadna (INRAA2015-2016).....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 6 - Le vent de Hmadna (INRAA2015-2016).....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 7 - Evolution des superficies des zones étudiées en hectares.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 8 - la salinité d'eau d'irrigation en fonction de mois.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 09 : Résultats des analyses granulométriques.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 10 : Résultats des analyses physico-chimiques.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 11 : l'humidité des sols étudiés (%)......</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 12 : Le pH des sols étudiés.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 13 : Echelle d'interprétation du Ph eau.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 14 Classe de la qualité des solq selon l'échelle de Durand 198.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 15 : La conductivité électrique des étudiés ($\mu\text{S}/\text{cm}$)......</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 16 : Teneur en matière organique dans les sols étudiés.....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 17: Teneur en calcaire dans les sols étudié.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 18 : Normes d'interprétation du teaux du calcaire du sol (Baize,1988)</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 19 : le pourcentage du carbone organique dans le sol étudié</i>	<i>42</i>

LISTE DES PHOTOS

) <i>Photo (1) Pipette de ROBINSON</i>	32
) <i>photo 02 :Le PH-mètre</i>	32
) <i>Photo 03 : La conductivimetre</i>	33
) <i>Photo 04 : Calcimètre de BERNARD</i>	33
) <i>Photo 05 : filtration</i>	34
) <i>photo 06 :titration</i>	34

LISTE DES ABRÉVIATIONS

-) **Ca** : Calcium.
-) **CaCO₃** : Calcium carbonate.
-) **CE** : Conductivité électrique du sol.
-) **CEC** : Capacité d'échange cationique (meq/100g).
-) **CEps** : Conductivité Electrique de l'extrait de la pâte saturée (dS.m-1).
-) **CPCS**: Commission de Pédologie et de Cartographie des sols.
-) **E** : Epaisseur.
-) **ESP** : Echangeable Sodium Pourcentage (en %).
-) **FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
-) **INSID**: Institut National des Sols, de l'Irrigation et du Drainage.
-) **pH** : Potentielle Hydrogène.
-) **SAR** : Sodium Absorption Ratio.
-) **WRB**: World Reference Base for Soil resources.

Introduction

Les sols ont une vocation principale de production agricole et sylvicole et assurent le développement de la végétation naturelle comme support de la biodiversité. Les sols sont aussi des réacteurs biologiques qui assurent de nombreuses fonctions environnementales ainsi qu'ils maintiennent le développement des êtres vivants.

La salinité des sols est présente dans la plupart des grands systèmes d'irrigation à travers le monde sous l'effet conjugué d'une mauvaise qualité des eaux d'irrigation, de l'aridité et d'un drainage insuffisant du sol et des aquifères. La salinisation apparaît comme la conséquence de divers processus complexes de redistribution des sels liés au fonctionnement hydrologique du milieu sous l'influence de l'irrigation et du drainage.

(Hamza Noumène 2011)

La salinité a des effets très nocifs sur les propriétés physiques du sol, elle contribue à la dispersion des argiles, ce qui peut être très dangereux puisque la dispersion des argiles entraîne leur entraînement par les eaux de ruissellement et facilite donc l'érosion du sol, cela provoque un appauvrissement de la fertilité et tend à rendre les sols agricoles totalement incultes par diminution progressive des rendements.

Les ions responsables de la salinité du sol altèrent les propriétés physico-chimiques des sols et entraînent une dégradation de la structure et de la texture qui devient défavorables à la vie végétale. **(Nacer Madjid Tiar Khaled 2012)**

La salinité conduit La dispersion des colloïdes, la diminution de la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique **(Aubert., 1983)**.

Notre travail a pour objectif de faire une caractérisation physico-chimique d'un sol salé situé à Hmadna wilaya de Relizane et de le comparer avec un sol non salé de la région de Tagdempt wilaya de Tiaret.

Première partie :
Synthèse bibliographique

Chapitre I :

La salinisation des sols

I.1 Définitions

Le terme de salinité se rapporte à la présence des principaux solutés inorganiques dissous (essentiellement des ions Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- et CO_3^{2-}) dans des échantillons aqueux. La salinité est quantifiée en termes de la concentration totale de ces sels solubles, ou plus concrètement, en termes de conductivité électrique de la solution, parce que les deux sont étroitement liés (**USSI, 1954**).

La salinisation est l'accumulation des sels solubles (plus solubles que le gypse) à la surface du sol et dans la zone racinaire (**Mermoud, 2006**). La conductivité, inverse d'une résistivité (en ohms), a longtemps été exprimée en mos (en inversant l'ordre des lettres). Dans le système international on se réfère désormais au Siemens (S), et à ses subdivisions (milli = m et micro = μ), pour exprimer une conductivité électrique (**FAO, 1988**) :

-) $1 \text{ dS / m} = 1 \text{ mS / cm} = 1 \text{ mmhos / cm} = 0.1 \text{ S / m} = 1000 \text{ } \mu\text{S / cm}$.
-) Conductivité en m mol (+) par litre: **$\text{m mol (+) / l} = 10 \times \text{CE (CE en dS/m)}$** Pour l'eau d'irrigation et les extraits de sol dans la gamme 0,1-5 dS / m.
-) Conductivité en pression osmotique en bars: **$\text{PO} = 0,36 \times \text{CE (CE en dS / m)}$** Pour les extraits du sol dans la gamme de 3 à 30 dS / m.
-) Conductivité en mg / l:

$\text{Mg / l} = 0,64 \times \text{CE} \times 103$, ou (CE en dS / m)

$\text{Mg / l} = 640 \times \text{CE}$

Pour les eaux et extraits de sol ayant une conductivité jusqu' à 5 dS / m.

-) m mol / l (analyse chimique) en mg / l.
-) Multipliez m mol / l pour chaque ion par son poids moléculaire pour obtenir la somme.

I.2 Les caractères des sols:

I.2.1 La solubilité des sels:

La composition de la solution, le pH et la température sont les paramètres influençant la solubilité des sels. Les sels se solubilisent par des formes différentes. En effet, les chlorures sont les plus solubles, les sulfates, les carbonates et les bicarbonates sont moyennement solubles. En revanche, lorsque les sulfates et les carbonates sont associés au calcium, ils deviennent presque insolubles.

I.2.2 Le mouvement des sels:

Les sels dans le sol peuvent se déplacer d'un horizon à un autre sous l'action de divers facteurs. Les sels les plus solubles sont généralement les plus mobiles. Le mouvement des sels dépend des états physiques de l'eau du sol, du gradient de température existant dans ce sol, et de la texture des sols etc.

I.3 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 (**CHURCHMAN et AL. 1993, NAIDU et RENGASAMY 1993, SUMNER 1993, KEREN 2000, LEVY 2000, BRADY et WEIL 2002, 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, le sélénium, 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 des sels mais aussi des conditions physico-chimiques du sol. Selon **BOLT et AL (1978)**, la salinité se reproduit si :

$$CE_i \times Q_i > CE_d \times Q_d$$

-) CE_i : conductivité électrique moyenne de l'eau d'irrigation.
-) Q_i : quantité d'eau d'irrigation.
-) CE_d : conductivité électrique moyenne de l'eau de drainage.
-) Q_d : quantité d'eau de drainage

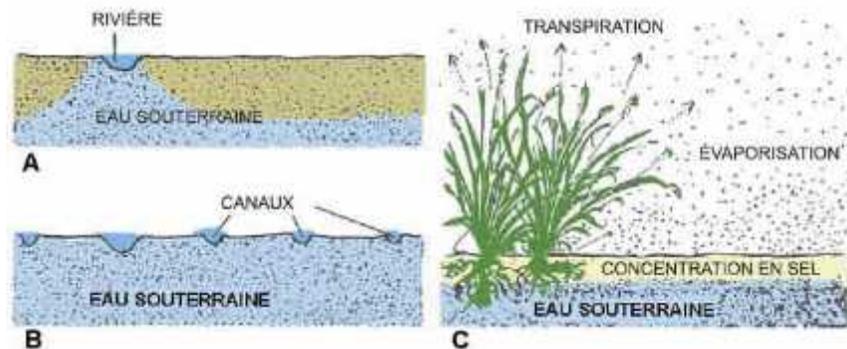


Figure 1 : Le mécanisme du phénomène de salinisation des sols

La figure 1 de FRANÇOIS (2008), mettant en évidence le mécanisme du phénomène de salinisation des sols. L'irrigation (**A**) entraîne une stagnation de l'eau dans les sols (**B**) due au manque de drainage d'où résulte l'accumulation des sels en surface suite à l'évaporation (**C**).

I.4 Origine de la salinité

D'après **Cherbuy (1991)**, la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dénommée primaire, et une salinisation anthropique, généralement liée à l'irrigation, que l'on appellera secondaire.

I.5 Les type de la salinité des sels

I.5.1 La salinité primaire

La salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur une longue période de temps en deux processus naturels :

L'altération des matériaux de base contenant des sels solubles : Les processus d'altération des roches se décomposent et la libération des sels solubles de divers types, principalement des chlorures de sodium, de calcium et de magnésium, et dans une moindre mesure, les sulfates et les carbonates.

Le chlorure de sodium est le sel le plus soluble.¹⁴

Le dépôt de sels océaniques effectués dans le vent et la pluie : (les Sels cycliques) sont des sels de l'océan amenés par le vent et déposés par la pluie, et sont principalement le chlorure de sodium.

L'eau de pluie contient de 6 à 50 mg / kg de sel, la concentration de sels diminue avec la distance de la côte. Si la concentration est de 10 mg / kg, il s'ajoute 10kg/ha de sel pour chaque 100 mm de précipitations par an. L'accumulation de chlorure de sodium dans le sol serait considérable au cours des millénaires. La quantité de sel stocké dans le sol varie en fonction du type de sol, étant faible pour les sols sableux et élevée pour les sols contiennent un pourcentage élevé de minéraux argileux. Il varie aussi inversement avec une pluviométrie annuelle moyenne.

I.5.2 La salinité secondaire

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration). Les causes les plus fréquentes sont :

Le défrichement des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles,

L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sel,

Un drainage insuffisant et un système d'irrigation déséquilibré.

Avant l'intervention des activités humaines, dans des climats arides ou semi-arides, l'eau utilisée par la végétation naturelle a été en équilibre avec la pluie. A la compensation de mode d'irrigation, nous avons distingué une modification des interrelations entre le système pédosphérique, le système hydro-sphérique et le système atmosphérique qui ont été en équilibre, entre autre les précipitations d'une part, et l'eau d'irrigation sur l'autre et la physico-chimie des sols d'autre part.

L'excès d'eau soulève la nappe souterraine et mobilise des sels précédemment stockés dans le sous-sol et les amène jusqu'à la zone des racines. Les plantes utilisent l'eau et laissent le sel jusqu'à ce que l'eau du sol devienne trop salée pour l'absorption d'eau par les racines des autres.

L'eau s'évapore en laissant des dépôts de sels à la surface et formant ainsi une « brûlure due au sel » dans des cas. Le sel peut également se mobiliser latéralement vers les cours d'eau pour augmenter leur degré de salinité.

I.6 La salinisation et la sodisation des sols

I.6.1 la salinisation : Le mécanisme de la salinisation des sols se produit lorsque la minéralisation de la solution du sol dépasse un certain seuil sous l'influence d'un mécanisme physique (évaporation, drainage insuffisant, altération des minéraux et accumulation...). Au-delà de ce seuil, les végétaux subissent une sécheresse physiologique due à une pression osmotique très forte et à une toxicité en certains éléments, et La teneur d'une solution de sol en sels solubles est déterminée par sa conductivité électrique (CE), rapportée à une température standard (en général 25°C) et exprimée en dS.m-1. Celle-ci est d'autant plus élevée que la concentration ionique de l'électrolyte l'est aussi (**Montoroi, 2005**).

I.6.2 la sodisation:Le processus de sodisation se produit lorsque le complexe organo-minéral d'échange est progressivement saturé par l'ion Na⁺ (horizon sodique). Les agrégats deviennent instables à partir d'un certain seuil et la dégradation des propriétés physique du sol est potentielle (**Servant, 1978**). On détermine la sodisation par le pourcentage de sodium échangeable **ESP** (**É**changeable **S**odium **P**ourcentage) par rapport à la capacité d'échange des cations (CEC).

ESP = 100 * Na échangeable (en meq/l) / 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** (**S**odium **A**bsorption **R**atio) de l'extrait de la pâte saturée.

Chapitre II :

Effet de la salinité sur Les propriétés du sol

II.1 Le sol

II.1.1 Définition

Le sol est la partie meuble de la lithosphère (Robert , 1996), et on peut le définir de manière générale comme le produit remanié et organisé de l'altération de la couche superficielle de la croûte terrestre, essentiellement sous l'action d'agent climatique et biologique.

Le sol est appelé « couverture pédologique » dans le référentiel pédologique (Baize et Girard, 1995). Girard (2000).

On définit la couverture pédologique comme un « Objet continu et tridimensionnel, situé entre la lithosphère et l'atmosphère, qui évolue perpétuellement (durée d'évolution) à divers pas de temps (périodicité). La couverture pédologique, formée de constituants minéraux et organiques, présents à l'état solide, liquide et gazeux, est organisée en horizons qui sont eux-mêmes des volumes. La couverture pédologique est sujette à des transformations dues à différents acteurs (agriculteurs, carriers, architectes, touristes, paysagistes), qui agissent dans le cadre de diverses réglementations, codes, lois, arrêtés, en fonction de contraintes ou soutiens financiers divers.

La couverture pédologique est toujours présente à la surface des terres émergées. Elle peut s'épaissir ou au contraire être érodée ou submergée. Certains horizons sont alors enterrés ou érodés, et une nouvelle pédogenèse se développe. Il en est de même si les conditions du milieu changent : climat, occupation des sols, morphologie. »

II.2 Les sols salés

II.2.1 Définition

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eau souterraines) ou hydrologique (eau marines) (**Girard et al, 2005**).

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0.50g/l (**Robert, 1996**). Selon **Calvet (2003)** un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 dS/m les sols sont constitués par deux unités très différentes, les Salisols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes. Les Sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium, sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (**Bouteyre et Loyer, 1992**).

II.2.2 Répartition des sols salés

II.2.2.1 les sols salés dans le monde

La salinité est un des processus de dégradation des sols les plus largement répandus sur la terre. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, ou de désastre sur de grande surfaces en agriculture pluviale, sont l'engorgement, la salinisation et la sodication. Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que :

Le monde perd au moins 3 hectares de terres arables
Chaque minute à cause de la salinité du sol

Bien que de nombreux pays utilisent les terres salinisées en raison de leur proximité aux ressources en eau et de l'absence d'autres contraintes environnementales, il y a un besoin clair d'une base scientifique solide afin d'optimiser leur utilisation de déterminer leur potentiel, productivité et durabilité pour cultiver diverses cultures, et d'identifier les pratiques de gestion intégrées appropriées.

En Europe, on trouve des sols à forte teneur saline en Hongrie, en Roumanie, en Grèce, en Italie et dans la péninsule ibérique. Dans les pays nordiques, le déverglaçage des routes en utilisant du sel peut provoquer une salinisation localisée.

On estime que la salinisation du sol affecte 1 à 3 millions d'hectares de terres en UE. Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols. Ce problème de la salinisation en Europe s'accroît du fait de l'augmentation des températures et de la réduction des précipitations, caractéristiques du climat de ces dernières années.

Tableau N° : La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde :

Région	Superficie (million d'hectares)
Afrique	80.5
Europe	50.8
Amérique du nord	5.7
Amérique du sud	129.2
Asie du sud	87.6
Australie	357.3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du sud et	20
Asie du centre et du nord	211.7
Totale	954.8

Source : Handj et al, 1995 in SINOUSI ?,2001

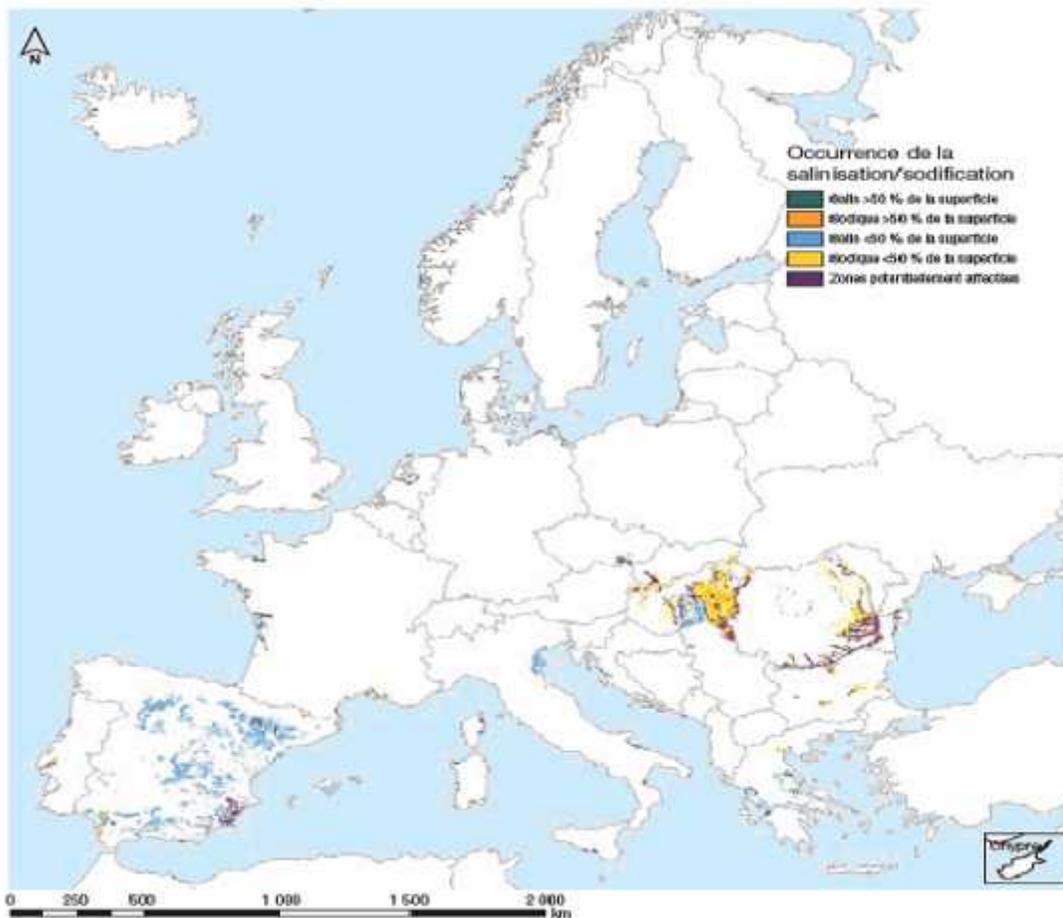


Figure n°2 : carte montre les sols salés et sodiques en 17 états de l'union européenne

II.2.2.2 Les sols salés en Algérie

Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides; des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels (**DURAND, 1958; HALTIM, 1985**).

De façon générale « les sols sodiques en Afrique du Nord proviennent principalement d'une action de la mer (pas actuelle) ou de la présence de dépôts lagunaires salés et gypseux répartis dans l'échelle stratigraphique depuis Trias au Quaternaire »

En Algérie d'après **SZABLOCS (1989)** 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

AUBERT (1976), signale deux types de sols en Algérie, qui sont les solontchaks et les solontchaks-solonetz.

***Les solontchaks** : sont caractérisé par l'accumulation des sels solubles à la surface à cause de la proximité de la nappe phréatique et de l'évaporation intense.

***Les solontchaks-solonetz** : sont les plus fréquents des sols salés ; caractérisés par une teneur en sels solubles et un taux élevé de sodium échangeable.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, HabraSig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sebkhass (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

Tableau N°1 : le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la S.A.U:

Wilayas	S.A.U (ha)	Superficie affectée par la salinité	% de la S.A.U affecté par la salinité
Tamanrasset	2510	1445	57.57
Ouargla	17390	9850	56.64
Ghardaïa	7930	3284	41.41
Bechar	13250	2249	16.97
Illizi	570	60	10.53
Djelfa	67760	6250	9.22
Relizane	241670	20000	8.28
Ain temouchent	18380	15000	8.14
Tébessa	231750	13000	5.61
Adrar	14990	780	5.20
Biskra	151530	7272	4.80
Khanchla	177900	4480	2.52
Mascara	328740	6475	1.97
Alger	7040	150	1.89
Mostaganem	131730	1977	1.50
Naama	4150	62	1.49
Laghouat	487740	800	1.48
Batna	85860	5100	1.05
Oran	188620	850	0.99
Cheliff	183860	1490	0.79
Guelma	22150	1283	0.70
Mila	72090	100	0.45
Boumerdas	306480	192	0.27
Saida	615340	700	0.23

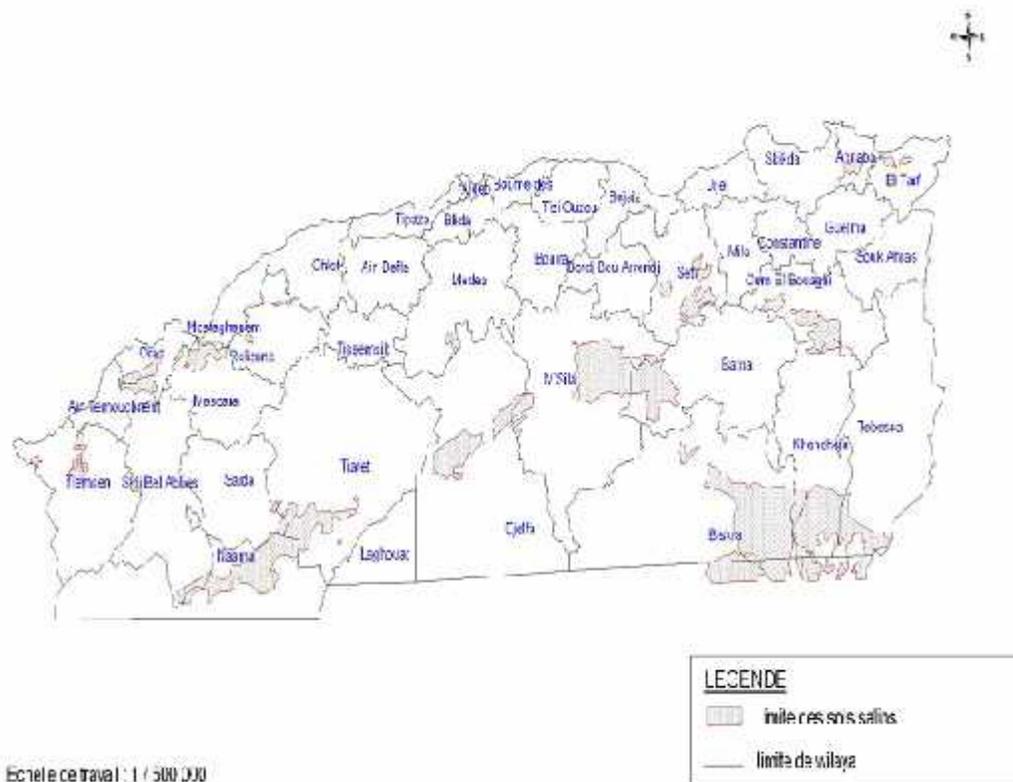


Figure n°3 : carte montre la répartition des sols salins nord de l'Algérie.

II.2.3 Classification des sols salés

Selon **Duchaufour (1983)**, deux sous classes de sols halomorphes sont distinguées:

II.2.3.1 Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz)

Caractérisés par une saturation marquée en Na et une accumulation des sels en profondeur. Ces sols se caractérisent par la présence d'une quantité importante de sodium qui dépasse les 15% de le C.E.C (Capacité d'Echange Cationique). La conductivité électrique (C.E) ne dépasse pas 4 ds/m à 20°C, et le pH est supérieur à 8.5.

La relative abondance de l'ion sodium, dans la garniture ionique absorbant, peut avoir deux origines soit provenir du sodium libéré par l'altération de certains minéraux alcalins ou un résultat d'une saturation progressive du complexe en sodium, aux dépens d'une solution saline (**Duchaufour, 1983**).

Ces sols ont un profil peu stable, en raison de la grande facilité de dispersion des argiles, ils sont asphyxiants plutôt que physiologiquement secs.

II.2.3.2 sols salins à complexe calcique (Solontchaks)

Caractérisés par une accumulation marquée des sels solubles en surface. Ces sols se rencontrent dans les zones à climat sec. Ils se caractérisent par un pH généralement inférieur à 8.5 et supérieur à 7 et le sodium n'y forme pas plus de 50% des cations en solution (**Dajoz, 1982**). La conductivité électrique de l'extrait aqueux à saturation, est supérieurs à 4.5 ds/m à 25°C, dans les horizons de surface (25 cm); 15 ds/m dans les horizons inférieurs (suivant la texture) (**Duchaufour, 1983**); avec un taux de sodium échangeable (E.S.P) inférieur à 15% de la C.E.C du sol.

Ces sols présentent une structure non dégradée, caractérisés par une richesse en sels solubles, tels qu'ils inhibent la croissance de la plupart des plantes cultivées (**Aubert, 1978**).

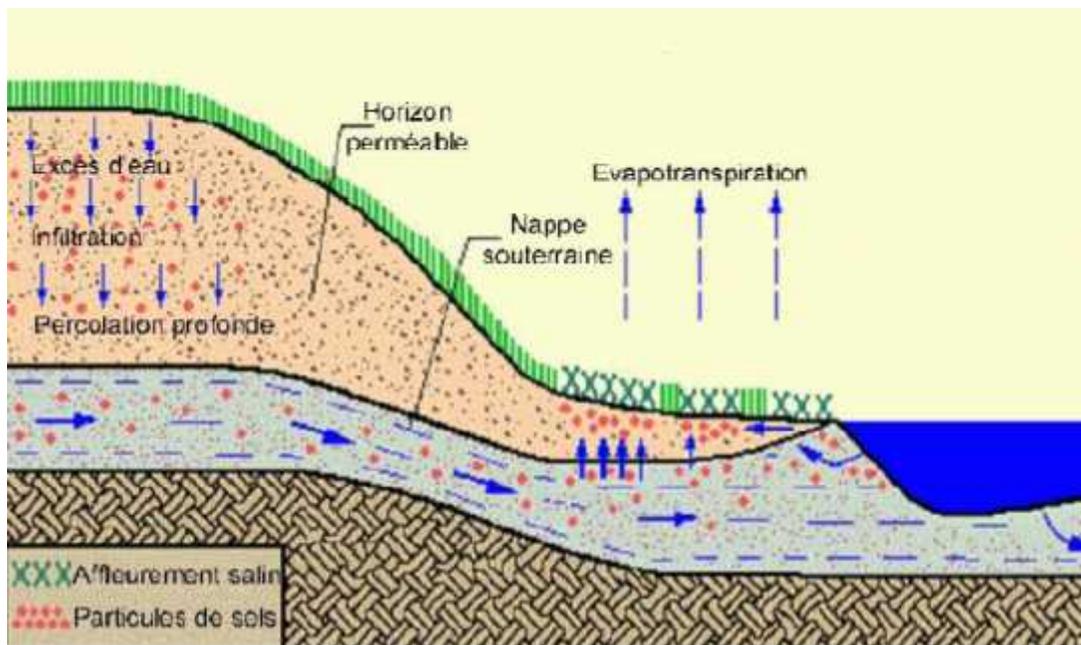


Figure n°4. La dynamique des sels dans le sol (**Lahlou et al, 2002**).

II.2.4 L'action des sels sur les propriétés du sol

II.2.4.1 les effets des sels sur les propriétés physiques du sol

SIGALA et al... (1988), ont constaté que le sodium échangeable influe sur le taux de dispersion des argiles, donc la présence des sels transforme profondément l'évolution du sol, elle influence en particulier :

- les rapports sol- eau ;
- les propriétés physiques du sol, structure, porosité, perméabilité donc circulation des solutions ;
- l'état physique de certains éléments – en solution – pseudo - solution ou dispersion et par conséquent les possibilités de leurs migration

II.2.4.2 Les effets des sels sur la stabilité structurale

La dégradation de la structure du sol par la salinisation modifie la circulation de l'eau de pluie ou d'irrigation ou de ses solutions.

La stabilité d'un sol dépend des cations mis en jeu pour la saturation du complexe et le taux d'agrégats stables est décroissant suivant les cations fixés sur le complexe absorbant $Ca^{++} < Mg^{++} < k^{+} < Na^{+}$. La stabilité structurale décroît dans les sols dès que, le taux de sodium échangeable atteint 12 à 15% (**DUTHIL, 1973**). Le Na^{+} par son pouvoir gonflant et dispersant d'argiles réduit la macro porosité.

HENIN et al. (1969) ont constaté que l'ion Na^{+} conféré à un sol enrichi en solution une plus grande capacité que sur un sol environnant et l'enrichissement en ion k^{+} modifie relativement par la structure.

Le taux d'agrégats stables est lié ainsi à la garniture ionique et au type d'argile dont la stabilité est liée au potentiel électrique.

En outre, **DAOUD (1978)** in MARIH (1990), interprète cette liaison de façon suivante :

-) si le potentiel électrique est élevé, les particules se repoussent en se dispersant et le taux d'agrégats sable est très faible (complexe à faible teneur en Na^{+}) ;
-) si le potentiel électrique est demeure bas, les particules s'attirent, s'agglomèrent en formant des flocons, c'est le phénomène de floculation qui donne naissance à des agglomérats stables (complexe saturé avec le Ca^{++}).

Une eau pure n'est bonne pour irriguer que si le sol est dépourvu de sels ou est à la rigueur salin. S'il est sodique et argileux, il peut s'imperméabiliser.

Dans ce cas, une eau fortement minéralisée, par exemple l'eau de mer, peut être utilisée pour éliminer l'essentiel du sodium de la CEC. Après quoi, sur le long terme, on passe l'irrigation avec une eau qui idéalement, est légèrement saline et riche en calcium.

Il vaut mieux éliminer le sodium de la capacité d'échange en plusieurs fois, c'est plus efficace et il faut moins d'eau car, entre deux irrigations lessivant, l'équilibre avec la solution du sol se rétablit, ce qui veut dire désorption du sodium. Alors cet ions en solution peut être éliminé plus facilement par l'apport d'eau suivant (**Jean- Paul Legros, 2007**)

II.2.4.3 l'action des sels sur la rétention de l'eau

Possédant des éléments hygroscopiques, les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche, mais selon **HALITIM (1973)**, en raison du potentiel osmotique de la solution du sol, cette réserve hydrique n'est pas toujours disponible.

II.2.4.4 actions du sodium échangeable

Lorsque le sodium est présent en quantité importante sur le complexe d'échange, le sol devient instable et acquiert une capacité de gonflement. Ce dernier entraîne une diminution de la porosité et la dispersion conduit au colmatage des pores par les particules colloïdales (**REGUIG ET LARROUSSI, 2007**)

II.2.4.5 effets sur le complexe absorbant

La salinité agit sur le complexe absorbant par les cations échangeable (Na^+ et Mg^{++}) ce qui provoque le lessivage des bases, la destruction des ponts calciques et comme conséquence une forte vitesse d'infiltration des eaux. Le complexe absorbant devient saturée en Na^+ et qui provoque la dispersion d'argiles (fraction fine) diminuant ainsi la porosité (aération) et emmagasinement de l'eau

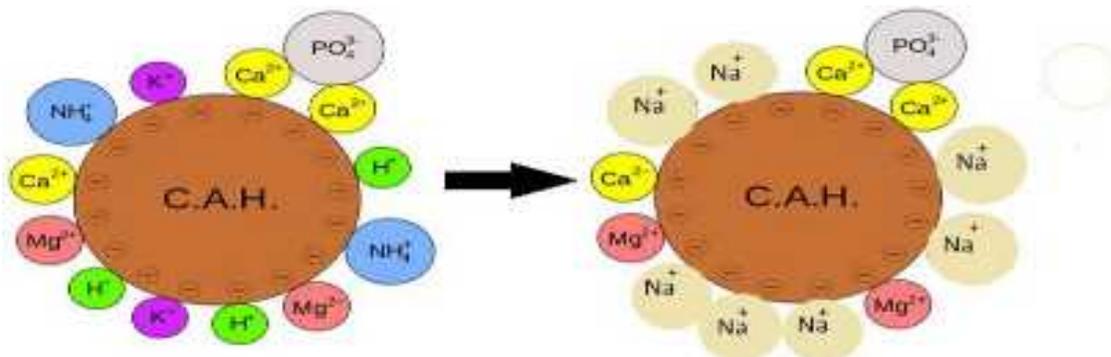


Figure n°5 : effet de sodium sur le complexe absorbant

II.2.4.6 formations de la croûte superficielle

La formation de la croûte de battance entraîne une modification de la structure du sol susceptible de se répercuter sur les écoulements des eaux et par la suite elle influence sur le métabolisme et le développement des végétaux. L'humectation rapide du sol provoque la compression de l'air dans les pores fermés et l'éclatement des agrégats et par conséquent l'érosion et l'imperméabilisation des surfaces (**MIMOUNE, 1995**)

II.2.4.7 l'effet sur la perméabilité

La conductivité hydraulique est l'une des propriétés physiques indispensable en agriculture irriguée, cette propriété dépend des conditions chimiques de la solution du sol.

La circulation de l'eau dans les sols salins dépend surtout en saison sèche essentiellement de leur texture et de leur structure, elle devient difficile dès que, le sol est saturé, elle se fait très lentement par diffusion.

La réduction de la perméabilité des sols salés est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes par le sodium échangeable.

La diminution de la perméabilité est fonction de l'ion accompagnateur du sodium, elle diminue dans le sens suivant :

$\text{CO}_3^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^-$

SERVANT (1971) signalait que le sodium réduit la percolation alors que le K^{++} l'augmente. Par contre les sols saturés par le Ca^{++} ont une meilleure perméabilité que ceux saturés par le Na^+ et K^+ .

Selon **RICHARDS (1954)**, deux facteurs jouent ou régissent la diminution de la perméabilité :

-) Le gonflement des particules d'argiles, causant la diminution de la taille des pores larges dans le système ;
-) La dispersion des argiles provoque ainsi l'obstruction des pores des canaux dans le sol.

II.2.4.8 l'effet des sels sur la faune du sol

La pression osmotique de la solution des sols salés augmente en fonction de la richesse en sels et sa conductivité ce qui rend l'alimentation en eau des plantes et celle des micro-organismes plus difficile (**AUBERT, 1988**).

Une forte salinité exerce également une action d'inhibition de l'activité des micro-organismes dans le sol, ce qui ralentit l'évolution et la dégradation de la matière organique. Donc le sel influe sur l'activité biologique du sol et la nature des produits humiques formés ainsi que le cycle biochimique des éléments minéraux (**GALLILI, 1980**)

Deuxième partie :

Matériel et méthode

I Objectif de l'étude

La plaine du Bas Chélif est confrontée aujourd'hui à un problème de salinisation secondaire en plus de salinisation primaire (Boulaine, 1956). Cette salinisation secondaire est due à l'eau d'irrigation qui est de mauvaise qualité mais aussi à la remontée capillaire le tout étant aggravé par un système de drainage défaillant.

C'est dans ce contexte que nous étudions l'effet de la salinité et de la sodicité sur les propriétés physico-chimiques d'un sol d'El Hmadna. Notre travail consiste à étudier :

-) Connaître le niveau de salinité des sols
-) Connaissance de l'effet de la salinité sur les propriétés physico-chimiques du sol

II Présentation de la zone d'étude

II.1. Présentation de la zone d'étude hmadna

II.1.1. Présentation de la plaine du bas Cheliff

La plaine du bas Chélif est l'une des trois plaines composant la vallée du Chélif (Haut ; moyen et bas Chélif). Elle est située au nord-ouest de l'Algérie à 250 km d'Alger ; elle fait partie du bassin versant du Chélif et occupe sa partie ouest. Ce même bassin versant du Chélif est traversé par le plus grand oued d'Algérie sur une longueur de 750 km et fait partie du grand bassin versant (Chélif-Zahrer), qui couvre une superficie d'environ 56227 km² (soit plus de 22% de la superficie de l'Algérie du Nord). La plaine de Bas Chélif environ 50 km de longueur variant de 6 à l'est à plus de 20 km à l'ouest, avec une pratiquement plate, d'une altitude moyenne de 70 m. La plaine s'étend sur 65000 ha.

II.1.2. Situation géographique

La région de Hmadna est située au nord-ouest de l'Algérie -a 250 km d'Alger et à vol de oiseau de la méditerranée 35 km- entre (0° 40' et 1 ° 6' 8'') de longitude Est de (34 ° 3' 12'' et 36° 5' 57'') de latitude Nord. Limité par la plaine du Moyen-Chélif à l'Est, la plaine de la Mina à l'Ouest, le massif du Dahra au Nord et le massif de l'Ouarsenis au Sud, traversée par la route nationale 4 et les chemins de fer de l'ouest et récemment par l'autoroute Est-ouest sur une portion d'environ 80 km. Elle fait environ 50 km de longueur sur une largeur variant de 6 à l'est à plus de 20 km à l'ouest, avec une surface pratiquement plate, d'une altitude moyenne de 70 m. On y trouve aussi les deux zones très connues, en l'occurrence, la zone de Benziane où se trouve le plateau et la sebkha de Benziane et la zone de Gaa qui forme une dépression très salée où les sols sont généralement cumulés (fig.6).



Fig. 6 - Situation géographique de la plaine du Bas-Chéliff.

II.1.3. Climat

Le climat de la plaine a fait l'objet de diverses études approfondies allant du pionnier du domaine dans la région : Seltzer en 1946 dans son ouvrage 'Le climat de l'Algérie' à Yacono en 1954 dans son étude 'La colonisation des plaines du Chélif' jusqu'à nos jours. C'est un climat spécial, célèbre en Algérie par sa dureté au point d'être qualifié comme une curiosité météorologique (Seltzer, 1946). On parle du 'four du Tell' ou de 'portion de Sahara égarée dans le Tell' (Yacono, 1954). Il s'agit bien d'un climat très rude et très contrasté par des étés très chauds et des températures basses en hiver.

II.3.1. Précipitations

Les précipitations, montrent une diminution de la hauteur des pluies, dans la vallée du Chélif d'Est en Ouest. La région d'étude a connu durant la dernière décennie des cycles de sécheresse, la plus marquée est celle qui s'étale de 1988 à 1994 (INSID, 1998).

II.1.3.1.1. Précipitations moyennes mensuelles

Dans le tableau ci-dessous sont mentionnées les précipitations moyennes mensuelles pour la région de Hmadna (2015-2016) : Tableau 2- précipitations moyennes mensuelles. (INRAA, 2016)

Mois	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.
Pp (mm)	0	0	8,13	21,59	56,39	0	13,96	46,24	110,74	41,39	12,46	3,05

II.1.3.1.2.Précipitations moyennes annuelles

La variation des précipitations moyennes annuelles (mm) au niveau de la station de Relizane DEMRH (013505) est compilée dans le tableau suivant :

Année	Relizane DEMRH
1995	386,9
1996	177,5
1997	227 ,2
1998	223 ,2
1999	180,3
2000	365,4
2001	272,1
2002	259,7
2003	294,1
2004	255,5
2005	319,4
2006	321,9
2007	236,2
2008	350,6

Tableau 3- précipitations moyennes annuelles.

II.1.3.2. Température

Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois de juillet et août, alors que les plus basses se manifestent au mois de janvier (Tableau 4). A partir de ce tableau on constate que la température moyenne maximale atteinte est de 40,5°C, ce pic est 30°C mesuré pendant le mois de Juillet, alors que la température moyenne minimale atteinte pendant le mois de Décembre est de 6 °C.

Moi	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avi	Mai	Juin
TMoy	33,8	33,4	27,3	22,8	16,7	13,5	14,4	14,9	14,9	18,8	23,1	28,9
TM	40,5	37,5	32,5	28,5	22	20,1	19,4	19,5	19,4	24	28,9	34,9
Tm	22,7	24,7	19,6	15,7	9,8	6	8,2	8,9	7,4	10,6	13,5	17,8

Tableau 4 : Température d'El Hmadna (INRAA 2015-2016)

Avec : **TMoy** : température moyenne

TM : température maximale

Tm : température minimale

II.1.3.3. L'humidité relative

L'humidité relative de l'air est basse ou modérée tout au long de l'année. Elle est importante pendant la saison hivernale avec souvent un pourcentage supérieur à 68,8%, et plus faible pendant la saison sèche, mais demeure tout de même assez élevée et s'articule autour de 36.6%. Le mois le plus humide est le mois de décembre (68,8%), par contre le mois le plus sec est le mois de juin (36,6%). (INRAA 2015-2016).

Mois	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
H%	37,2	44,2	46,5	61,6	71,4	66,8	68,5	62	68,8	61,6	48,1	36,6

Tableau 5 - L'humidité relative de Hmadna (INRAA2015-2016)

II.1.3.4. Le vent

La vallée du Bas Chéiff est une région a atmosphère peu agitée, tout au moins pas plus agitée que celle du reste de l'Algérie. Il existe évidemment des jours de vent assez violent, au printemps surtout, mais demeurent exceptionnels. Les vents fréquents ont une direction Ouest avec des vitesses qui varient entre 4,5 et 11 km.h-1 en moyenne à la station d'El Hmadna.

Mois	Juil.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.
V(kmh/h)	7,8	9,1	7,3	5,7	4,5	3,6	7,7	16	11,5	8,7	9,9	11

Tableau 6 - Le vent de Hmadna (INRAA2015-2016)

II.1.3.4. L'Evapotranspiration

Sur le plan temporel, il existe une nette coïncidence, typiquement méditerranéenne, entre le maximum thermique et le minimum pluviométrique, ce qui se traduit par une sécheresse marquée où l'évapotranspiration atteint sa valeur plafond. Les données d'évapotranspiration sont relevées de la carte éditée par les services de l'ANRH (2002).

Les cartes d'évapotranspiration, montrent que l'évapotranspiration se positionne en parfaite opposition à celle de la pluviométrie. Le total potentiel évapotranspirée annuel serait de 1200 à 1600 mm. En saison froide, l'ETP décroît progressivement jusqu'au moment où elle atteint des valeurs inférieures à celles des précipitations.

II.1.4. Propriétés des sols

II.1.4.1. Géologie et géomorphologie

Le bassin du Cheliff appartient aux bassins sédimentaires sublittoraux allongés et Est-Ouest et mis en place après la dernière phase alpine de tectonique tangentielle. Du point de vue structural ces bassins forment des sillons complexes plus ou moins continus s'allongeant suivant une direction générale WSW-ENE entre les massifs secondaires plissés qui peuvent être assimilés en première approximation à des aires anticlinales majeures. Au Nord, cette dépression est séparée de la mer par le Tell septentrional représenté par une suite de reliefs parallèles formés essentiellement de terrains jurassico-crétacés que l'on retrouve aussi dans la plaine du Dahra et massifs épi-métamorphiques à schistosités du Doui, Rouina et Témoulga). Au sud, le bassin du Cheliff est limité par le Tell méridional représenté par un ensemble de massif montagneux où le substratum y est principalement marno-calcaire et correspond à l'allochtone tellien avec ses différentes nappes. Ces deux ensembles telliens ont été structurés au cours du Mésozoïque suite à plus phases tectoniques. • Une phase infra – crétacé, compressive donne des plis NE-SW • Une phase à composante tangentielle intervient après le Sénonien et le Paléocène et serait en partie responsable de l'épi métamorphisme • Une phase datée Aquitano- Burdigalienne compressive et profonde génératrice d'un nouvel épi métamorphisme. Pendant que les nappes telliennes achèvent de se mettre en place, un nouveau cycle sédimentaire s'amorce marqué par une transgression qui envahit le bassin et finit par déposer une épaisse sédimentation mio-plio-quaternaire. Parallèlement, le bassin du Cheliff est soumis pendant tout le Néogène à une importante tectonique principalement distensive pour certains auteurs (Y. Gourinard, A.Perrodon, B.Fenet) et polyphasée pour G.Thomas .Cette tectonique continue jusqu'à l'actuel comme en témoigne l'intense activité séismique de la région. La plaine du Bas-Chéiff est un synclinal traversé par le lit de l'oued Chleff qui occupe a l'instar des autres plaines du Chéiff, le fond de bassins de sédimentation ou s'accumulent depuis au moins le Villafranchien (Boulaine ; 1957). 32

Elle est comblée d'alluvions du quaternaire et encadrée au nord et au sud par des piémonts du Dahra et de l'Ouarsenis de l'âge Miocène et Pliocène (tertiaire) ; qui lui fournissent le matériau par érosion. L'existence de la sebkha de Benziane située sur le plateau de Benziane au sud-ouest de la plaine lui confère un caractère particulier.

II.1.4.2. Pédologie

Les sols des bordures des plaines sont formés par des associations de sols plus ou moins érodés, qui peuvent évoluer sur du calcaire dur ou tendre, des grés ou des marnes. Lorsque la roche n'affleure pas à la surface, ce sont des sols généralement calcimagnésiques, le plus souvent rendziniiformes avec parfois la présence d'une croute calcaire. Les sols de la plaine proprement dite comporte cinq classes : les sols salés, les sols hydro morphes, les vertisols, les sols peu évolués alluviaux et colluviaux et les sols calcimagnésiques.

II.1.4.3. Caractéristiques des sols d'El Hmadna

basses plains avec superficie de 155.350 ha constituées les périmètres irrigués dont les terres sont lourdes, hydro morphe et relativement salé. Les basses plaines comportant l'essentiel du verger et du maraichage. Les sols d'El Hmadna sont argileux avec une texture plus grossière et naturellement drainé. La salinité affect principalement ces sols argileux. L'origine de cette salinité est double : salinité primaire et salinité secondaire liée à :

-) La géologie : l'interaction des phénomènes géomorphologiques et hydrogéologiques.
-) Le climat : semi-aride ; chaud et sec a contribué, surtout ces dernières décennies à accentuer la concentration des sels.
-) La ressources en eau se faisant rare, donc pas de lessivage et la qualité des eaux d'irrigation et à la profondeur de la nappe.
-) Introduction de l'assolement (coton-riz) a appauvri considérablement le sol
-) Déboisement du sol.

Cette salinisation est souvent accompagnée par une sodisation ($ESP > 10$) mais l'alcalinisation est absent ($pH < 8.5$). La stabilité structurale est moyenne pour la plus par des sols, la perméabilité est par contre le plus souvent faible. L'extension spatiale de la salinité est supérieure à 25 dS.m^{-1} . Les sols de Hmadna se caractérisent par une salinité qui est le premier facteur de la dégradation des états de surface (Mokhtari, 2009). Cette dégradation qui agit en premier lieu sur la couverture végétale rend difficile la croissance des plantes dans les endroits fortement salins, comme pour la zone de la Gaa qui est une dépression naturelle fortement saline avec une CE qui dépasse les 8 dS.m^{-1} et une couverture verte quasi nulle (Douaoui et *al*, 2006). La carte de la 33 salinité établie par Douaoui et Lépinard (2010) a montré que la salinité fort dans le périmètre de Hmadna, la CE qui dépasse 4 dS/m inhibe le dynamisme végétal au sein de ce périmètre.

II.1.5. Occupation des sols

Les sols du Bas Chélif sont, soit occupés par l'agriculture, soit abandonnés pour être occupés par la végétation halophyte. L'agriculture concerne essentiellement :

-) Les vergers d'agrumes et d'oliviers dont la date de plantation remontent le plus souvent au milieu du vingtième siècle ; ces vergers sont irrigués et se localisent le plus souvent dans les périmètres des Oued Rhiou, Djédiouia, et Ouarizane.
-) Les cultures maraichères irriguées (melon, pastèque, artichaut, oignon...) sont cultivées dans les périmètres irrigués et se concentrent au bord des lits d'oueds
-) Les cultures céréalières en sec principalement sur les sols calcimagnésiques du plateau de Benziane. On les retrouve également dans les périmètres irrigués.

Selon l'étude de (Mc Donald et Bneder ; 1990), ces types de cultures occupent respectivement : orge 20% ; blé 8.5% ; olivier 3.6% ; melon, pastèques, et artichaut 6.7% de la surface agricole utile. Les sols très salés abandonnés sont couverts par une végétation halophyte dans la densité de recouvrement est très variable dans l'espace et dans le temps. En été, certains types de sols, tels que ceux de la Gaa sont totalement dépourvus de végétation. Aujourd'hui, la plupart des exploitations agricoles ont un statut juridique privé et ont un système de production maraichage (céréale, élevage ou arboriculture).

II.1.5.1. Evolution des superficies des zones étudiées

II.1.5.1.1. Les superficies agricoles

Le tableau n° 7 montre le taux de variation des superficies cultivées dans la période 1988- 2005. Le périmètre Hmadna a diminué de 40% à cause de l'évolution importante de l'accumulation des sels de la surface (Douaoui et al, 2010) ce qui fragilise le potentiel agricole des sols dans le périmètre même avec le renforcement des aménagements hydraulique et les forges individuels adoptés. Tandis que les périmètres de Ouarizane et Djédiouia ont augmenté respectivement de 7% et 6% seulement, cette augmentation est due aux exploitations agricoles privées suites aux forages illicites effectués dans la plaine.. Les bordures naturelles (relief) et artificielle (urbanisation) situées au nord du périmètre de Ouarizane et au sud du périmètre de Djédiouia ont empêché en partie l'extension de ces périmètres.

Date	1998	2005	Différence(%)
Hmadna(ha)	2012	1215	40
Djediouia(ha)	961	1140	6
Oaurizane(ha)	929	1120	7

Tableau 7 - Evolution des superficies des zones étudiées en hectares

II.1.5.1.2. Les Superficies urbaines

Quatre principales zones urbaines représentant les plus grands regroupements des populations de la zone d'étude ont été retenues : Ouarizane, Oued Rhiou, Djediouia et Hmadna (Amichi, 2007). Les quatre centres urbains de la région d'étude ont connu une évolution progressive plus ou moins importante entre 1988 et 2005. Alors que cette progression dans l'urbanisation reste faible pour Ouarizane et Hmadna, elle est élevée pour Oued Rhiou et Djédiouia entre 1988 et 2000 pour se stabiliser à partir de cette dernière date.

Cette augmentation rapide des superficies urbaines entre 1988 et 2000 est due essentiellement à l'exode rural qu'a connu la région suite au climat d'insécurité qui s'est installé dans la région et tout particulièrement après les massacres terroristes massifs survenus durant cette période dans la wilaya de Relizane.

II.1.6. Qualité des eaux d'irrigation

L'eau d'irrigation provient soit du Barrage de Gargar ; soit des écoulements non régularisé de Oued Chélif de qualité médiocre. SOGREAH a calcul é un bilan de sel pour l'année 2010 pour l'ensemble de la vallée ; voir le tableau (8) suivant :

Moi	Jan	Fév.	Mar	Avril.	Mai.	Juin.	Juil.	Aot.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
g/l	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2	1,1	1,1
DS/m	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	1,2	1,2	1,2

Tableau 8 - la salinité d'eau d'irrigation en fonction de mois

La salinité moyenne de l'eau est 1.2 a 3.2 dS.m-1 selon l'étude de l'INSID 1998 (0,5 à 2 g.l- 1) ; salinité de l'eau dans oued Chélif et salinité moyenne de l'eau lâchée du Barrage Gargar est de (1,05 g.l-1)

II.1.7. Diagramme ombrothermique de Gausson et Bagnouls zone du hmadna

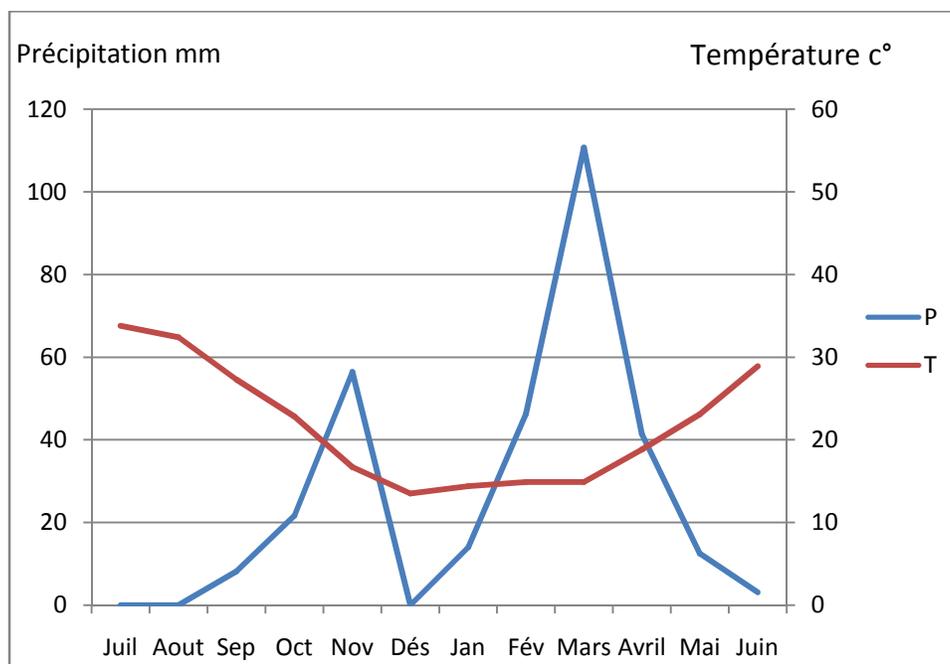


Figure 07 :Diagramme ombrothermique de Gausson et Bagnouls zone du hmadna

II.2. Présentation de la zone d'étude Tiaret (la zone tegdemt)

II.2.1. Localisation géographique

Située à 340 km de la capitale Alger au nord-ouest du pays, la wilaya de Tiaret se présente comme une zone de contact entre le Nord et le Sud. Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces semi-arides au Sud. Elles s'étendent sur un espace délimité entre 0.34° à 2.5° de longitude Est et 34.05° à 35.30° de latitude Nord.

Tiaret occupe une superficie de 20.086,62 km², elle couvre une partie de l'Atlas tellien au Nord et les hauts plateaux au centre et au Sud. Elle est délimitée au Nord par les wilayas de Relizane, Cheleff et Tissemsilt, à l'Ouest par les wilayas de Mascara et Saida, à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud et Sud-Est par Laghouat et El Bayad (**Site officiel de la wilaya, 2014 (Figure 8).**)

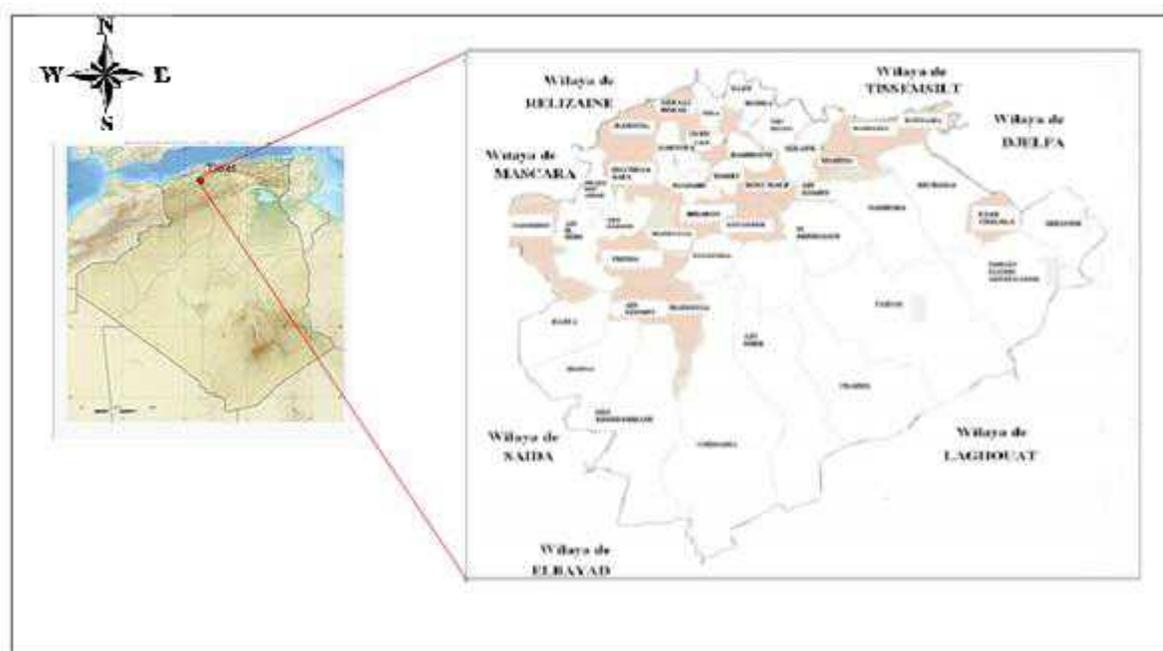


Figure 8: Situation géographique de la wilaya de Tiaret. (Site officiel de la wilaya-www.wilaya-Tiaret.dz, 2014)

II.2.2. Délimitation de la zone d'étude

La zone sur laquelle porte notre étude fait partie intégrante des monts de Tiaret, les monts de Tiaret se situent au Nord de la wilaya, limités au Sud à l'Est par la route nationale N 14 qui lie les communes de Mellakou, Tiaret et Dahmouni. Au Nord par la commune de Guertoufa et à l'Ouest par la route W11

Administrativement, notre zone d'étude occupe une position partagée entre le territoire de quatre communes : la commune de Tiaret, de Guertoufa, de Tegdempt, et de MechraaSfa, sur une superficie de 4 893,28 ha (**CFT, 2014**). Elle est constituée par quatre cantons principaux : Djebel Guezoul, Djebel Koumat, Djebel Azouania et Djebel Saffalou.

II.2.3. Le climat

Le climat est un élément primordial, son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action sur la distribution des différentes espèces végétales. Il s'agit donc de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques.

Emberger, (1930 et 1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne et en **1939** il montre que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation. Le climat méditerranéen est caractérisé par un climat sec et long (7 mois), il est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec (**Emberger, 1954**).

En Algérie de nombreux travaux ont été dédiés à l'étude du climat. A commencer par **Seltzer, (1946)** qui a caractérisé les paramètres climatiques principalement la pluviométrie et les températures (max et min) de nombreuses stations de l'Algérie. Actuellement, de nombreux travaux ont ciblé toute l'Algérie. Dans la région Ouest algérienne des investigations comparatives ont été effectuée entre les données de **Seltzer (1913-1938)** et les données récentes.

Les travaux entrepris par les chercheurs de l'équipe de laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels de l'université de Tlemcen révèlent les perturbations et les irrégularités pluviométriques mensuelles et annuelles.

Dans notre cas, conscient de l'importance des facteurs climatiques dans toute étude phytoécologique, une étude climatique fiable semble nécessaire pour des interprétations pertinentes et rigoureuses. En effet, nous avons envisagé dans ce chapitre une étude bioclimatique de la région de Tiaret, dans l'objectif de mettre en évidence des différentes synthèses climatiques, cela va nous servir plus tard dans l'interprétation des résultats.

III Prélèvements et analyses des échantillons

III.1. Prélèvements

Les prélèvements ont été effectués dans le site du hmadna et sol temointagdemt . Nous avons pris trois échantillons du sol de chaque station (soit au total 06 échantillons) au niveau de la rhizosphère (30cm),

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique numérotés, avec la date et la localisation, ensuite ils sont ramenés au laboratoire

Après les prélèvements les sols ont été mis à sécher dans une température ambiante (moyenne de 20°C) et cela Pendant 15 jours.

-Séparation des éléments

Une fois séchés, les échantillons sont passés au tamis à mailles de 2 mm de diamètre, on sépare ainsi la terre fine ($< 2\text{mm}$) des éléments grossiers ($> 2\text{mm}$). Ces éléments grossiers sont exclus de l'analyse. Seule la terre fine qui doit être analysée car la notion de texture concerne plus particulièrement cette fraction

III.2. Méthodes

III.2.1. Analyses physico-chimiques des sols

Afin de déterminer les principales caractéristiques physico-chimiques des sols, nous avons procédé à différentes analyses physiques et chimiques

III.2.1. Les analyses physiques

III.2.1.1. Humidité

L'humidité du sol est déterminée par pesée d'une certaine quantité de sol avant et après passage à l'étuve à 105°C. La perte du poids par le sol représente le poids d'eau évaporée pendant le séchage.

III.2.1.2. La granulométrie

L'analyse granulométrique a pour but de donner la composition élémentaire du sol ou texture du sol, en classant les particules minérales en groupes correspondants à des dimensions définies selon l'échelle d'Atterberg.

Cette analyse a été effectuée à la pipette de Robinson. Après destruction de la matière organique à l'eau oxygénée, du calcaire total à l'acide chlorhydrique (6N) et dispersion des ions flocculants à l'hexametaphosphate de sodium, les particules fines (argiles et limons fins) sont prélevées à la pipette Robinson dans des

allonges à sédimentation, à des profondeurs et à des temps déterminés par application de la loi de Stokes (Aubert, 1978). La fraction grossière (Sables grossiers, sables fins et limons grossiers) sont déterminés par tamisage après élimination des fractions fines par siphonage.



Photo (1) Pipette de ROBINSON

III.2.1.3. pH

L'acidité des sols a été mesurée par un pH-mètre à électrode de verre combinée trempant dans une suspension aqueuse du sol dont le rapport sol/eau est 1/2.5 après 1 heure d'agitation puis décantation. Deux mesures d'acidité ont été faites : l'acidité actuelle (pHeau) et l'acidité potentielle (pHKCl). Cette dernière se fait par l'ajout d'une quantité de KCl.



photo 02 :Le PH-mètre

III.2.1.4. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique des sols est mesurée à l'aide d'un conductimètre sur l'extrait de sol dont le rapport eau/sol = 1/5. Cette mesure physique, exprimée en (mS/cm), nous donne une idée sur la concentration des électrolytes dans les solutions des sols d'une part et du degré de salinisation des sols d'autre part(Aubert, 1978).



Photo 03 : La conductivimetre

III.2.2. Les analyses chimiques

III.2.2.1. Dosage du calcaire total CaCO₃

Le dosage du CaCO₃ total est réalisé par la méthode volumétrique, en décomposant les carbonates de calcium du sol par l'acide chlorhydrique (HCl 1/2) et mesurer le volume du CO₂ dégagé à l'aide du calcimètre de Bernard.



Photo 04 : Calcimètre de BERNARD

III.2.2.2. Dosage du calcaire actif

Le calcaire actif correspond à la partie la plus fine des carbonates et facilement solubilisable par les solutions du sol. Pour son dosage, on utilise la méthode Drouineau-Galet, qui utilise la propriété du calcium de se combiner aux oxalates pour donner de l'oxalate de calcium insoluble, l'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique (Soltner, 2005).



Photo 05 : filtration



photo 06 :titration

III.2.2.3. Dosage du carbone organique

Le carbone organique d'un sol est dosé par la méthode Anne modifiée où il est oxydé à chaud par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. L'excès de bichromates de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine.

La matière organique est obtenue par la formule suivante : $MO \% = C \% \times 1,72$.

IV Résultats et discussions : analyses physico-chimique des sols

IV.1. Analyses granulométrique

La granulométrie, classe les éléments constitutifs du sol en fonction du diamètre des particules et aide à déterminer le pourcentage de chaque fraction (Soltner , 2000).

échantillon	Granulométrie			Texture
	Argile %	Limon %	Sable %	
ST1	14	36	50	Limono-sableuse
ST2	13	39	48	Limono-sableuse
ST3	13	28	59	Limono-sableuse
SH1	66.21	16.48	16.95	Argileuse
SH2	69.47	15.09	15.44	Argileuse
SH3	46.25	40.85	12.91	Limono-sableuse

Tableau 09 : Résultats des analyses granulométriques

Selon les résultats présentés par le (tableau 09), montre que le teneur d'argile moyenne étudié dans la zone du hmadna est très élevé , le pourcentage de l'argile dans le sol salé du hmadnaest élevée à partir de sol non salé (ST) qui a une texture limoneuse

Une grande quantité de sels solubles peut affecter les propriétés pédologiques, notamment la dispersion des colloïdes, la stabilité structurale et la chute de la perméabilité hydraulique (**Aubert., 1983**).

IV.2 Résultats des analyses physico-chimiques

Ech	pH	Conductivitéélectrique $\mu\text{s}/\text{cm}$	TDS mg/l	Matièreorganique %	Calcaire %	
					Total	Actif
ST1	7.82	400	395	0.45	1.2	/
ST2	7.88	400	276	0.92	2.6	1.01
ST3	7.86	300	249	0.42	0.85	0.75
SH1	8.20	2200	201	1.44	28.33	7.66
SH2	8.43	2400	232	1.66	27.5	6.75
SH3	8.37	2080	198	0,78	27.5	6.78

Tableau 10 : Résultats des analyses physico-chimiques

IV.3. L'humidité des sols étudiés

Les résultats de l'humidité sont représentés dans le tableau (11), pour les sols salé et sol sous non salé

Sols	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
Paramètre						
Humidité (H%)	2.1	2.2	2.3	6.04	5.63	4.76

Tableau 11 : l'humidité des sols étudiés (%).

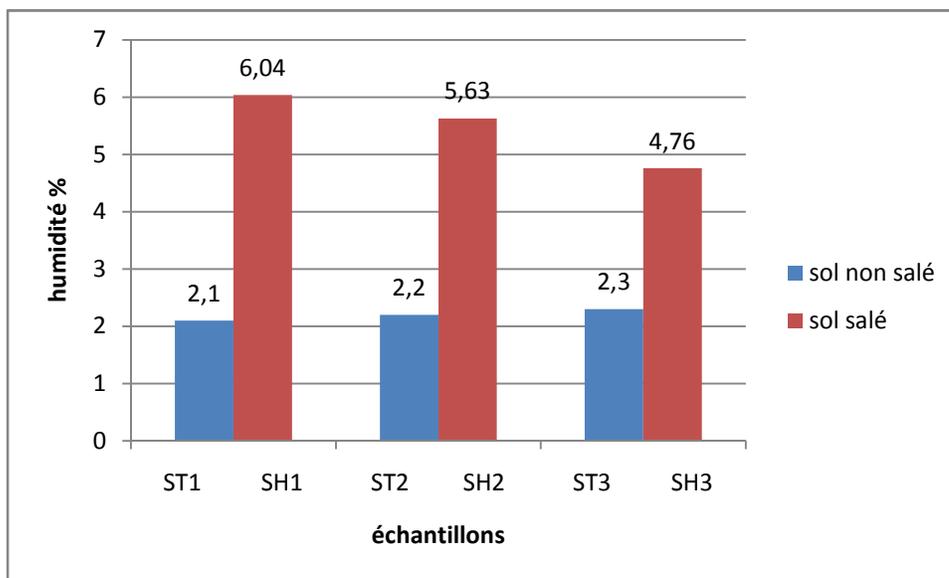


Figure 09 : Variation du taux de l'humidité dans le sol (%).

D'après les résultats obtenus (figure09), humidité dans ces échantillons analysés qui sont variées entre 2,1% à 2,3% dans le sol non salé et entre 4,76% à 6.04% dans le sol salé

.Nous remarquons pour les prélèvements des sols salé une augmentation de la rétention en eau.

IV.4. Le pH des sols étudiés.

D'après les résultats d'analyses obtenus, on remarque que le pH dans la solution du sol étudié (Tableau 12) varie entre 8.43 dans les sols salés (SH) et varie entre 7.88 dans le sol non salé (ST)

La précipitation rapide des carbonates de Ca et Mg permet aux ions Na de se fixer sur le complexe absorbant. La teneur en ions Na^{2+} et K^+ du sol provenant des sels alcalins (carbonates et sulfates) conduisant à des pH supérieures à 8.

Sols						
Paramètre	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
PHeau (1/5)	7.82	7.88	7.86	8.20	8.43	8.37

Tableau 12 : Le pH des sols étudiés.

Selon l'échelle d'interprétation du pH eau signalé par (Gagnard et al., 1988) (Tableau 13), le sol du hmadna (SH) et le sol du tegdemt (ST) alcalin

PHeau	5,5	5,5 - 6,5	6,5 - 6,8	6,8 - 7,2	7,2 - 7,5	7,5 - 8,5	8,5
Appréciation	Fortement acide	acide	Très légèrement acide	Voisin de la neutralité	Légèrement alcalin	Alcalin	Fortement alcalin

Tableau 13 : Echelle d'interprétation du Ph eau.

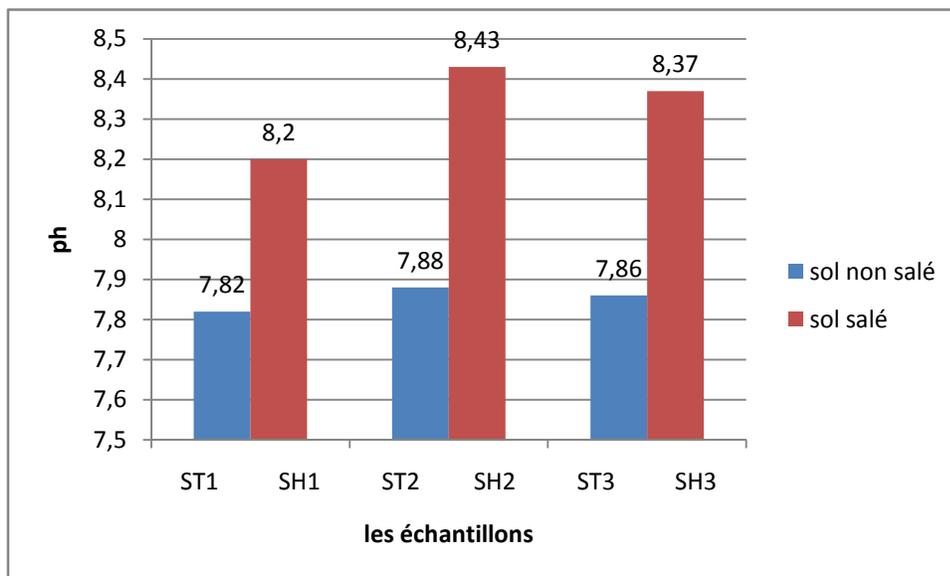


Figure 10 : Variation du pHeau des sols étudiés.

On observe clairement une augmentation du pH du sol de la parcelle du sol salé, D'après la comparaison de ces résultats avec celles du sol non salé (témoin), on remarque que la salinité dans le sol a un effet sur le pH de sol. ces résultats indiquent un effet des sels sur l'évolution du pH du sol et quelques paramètres tels que le calcaire (CaCO_3).

IV.5. La conductivité électrique

Un sol est considéré très salé, lorsque la conductivité électrique de l'extrait saturé est supérieure à 4 ms/cm à 25°C (Durand,1983).

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25°C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
ClasseI	0 à 500	Non salé	Négligeable
ClasseII	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des culture très sensibles au sel
ClasseIII	1000 à 2000	Salé	Diminution du rendement de la plus part des cultures
ClasseIV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
ClasseV	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques culture vive

Tableau 14 Classe de la qualité des sels selon l'échelle de Durand 1983

Les valeurs obtenues pour le paramètre de la conductivité électrique sont de l'ordre de 2080 à 2400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tableau 14) dans le sol du hmadna (SH) On peu dire que le sol de la zone d'étude est très salé

Sols Paramètre	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
	CE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	400	400	300	2200	2400

Tableau 15 : Laconductivité électrique des étudiés ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

D'après Aubert, 1978,La conductivité électrique permet d'obtenir une estimation de la teneur globale en sels dissous

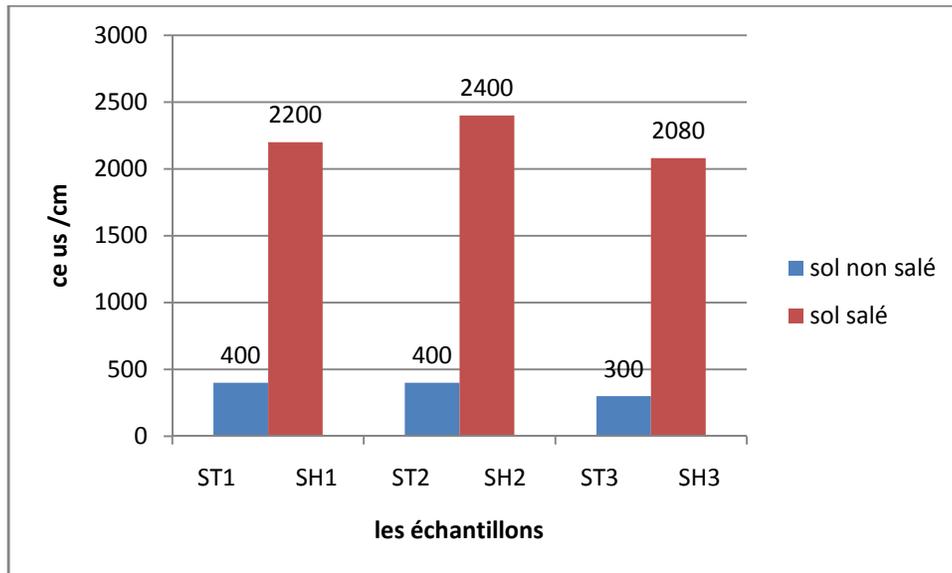


Figure 11 : Laconductivité électrique des étudiés (μS/cm).

La figure (11) indique que la conductivité électrique est influencée par les sels ,elle augmente dans le sol salé . On déduit que ces résultats vérifient l'influence des sels sur la conductivité électrique du sol.

IV.6. Matières organique

Sols / Paramètre	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
MO (%)	0.45	0.92	0.42	1.44	1.66	0.78

Tableau 16 : Teneur en matière organique dans les sols étudiés

La matière organique exerce un rôle très important sur le sol, elle améliore ses propriétés physique (stabilité structurale, capacité de retentions en eau,...) et chimique par la libération progressif des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en éléments minéraux apportés par les engrais (Callot et al., 1982).

L'appréciation du niveau de la matière organique se fait en fonction de la teneur du sol en eau (figure 12) (Soltner, 2000). Hénin et al (1970) ont indiqué que l'incorporation de la matière organique dans le sol, augmente la quantité d'eau retenue et la capacité s'accroît jusqu'à 30%.

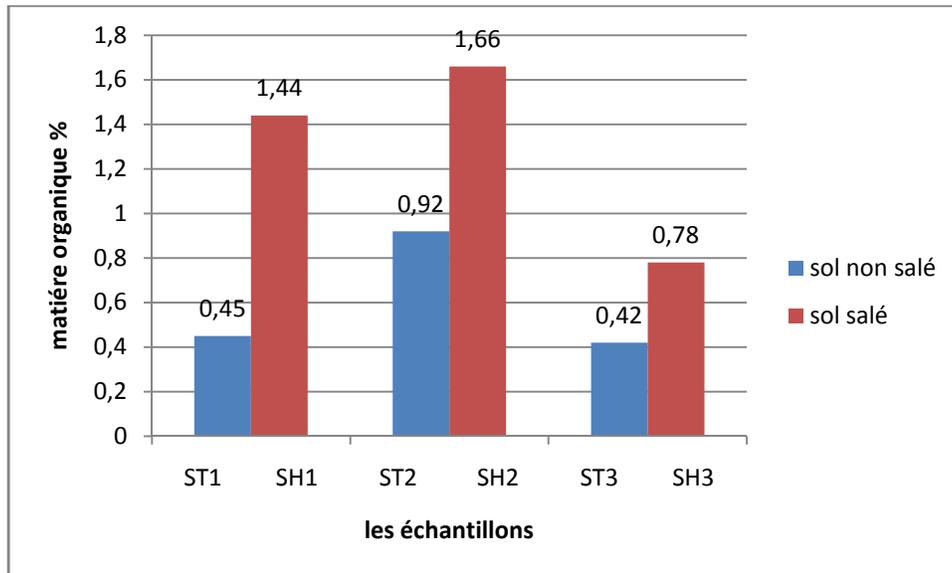


Figure 12 : Variation de la matière organique dans les sols étudiés.

Les résultats obtenus (figure 12) révèlent que les sels ont un effet sur la matière organique dans le sol. Ces résultats pourraient être expliqués par l'effet du sel sur le taux de minéralisation de la matière organique dans le sol étudié

IV.7. Teneur en calcaire dans les sols étudié

D'après le tableau (17), les résultats montrent que le calcaire total du sol étudié varie entre (27.5% et 28.33%); dans le sol du hmadna (SH) et varie entre (0.85 et 2.6)dans le sol témoin (non salé) Nous remarquons que le calcaire total dans le sol non salé (témoin) est en quantité inférieure que dans les sols salés de calcaire actif varie dans le même sens que le calcaire total (Gautier, 1988).

Sols paramètre	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
Calcaire total (%)	1.2	2.6	0.85	28.33	27.5	27.5

Tableau 17: Teneur en calcaire dans les sols étudié

En comparant les valeurs obtenues à celles signalées par (Baize,1988),(Tableau 18), nous constatons que le sol étudié est modérément calcaire.

Teaux du calcaire	1%	1 à 5%	5 à 25%	25 à 50%	50 à 80%	80%
Appréciation	Non calcaire	Peu calcaire	Modérément calcaire	Fortement calcaire	Très fortement calcaire	Excessivement calcaire

Tableau 18 : Normes d'interprétation du taux du calcaire du sol (Baize,1988).

La figure (13) montre une augmentation de la teneur en calcaire total dans les sols salés cette teneur est influencée par le taux d'humidité et la granulométrie

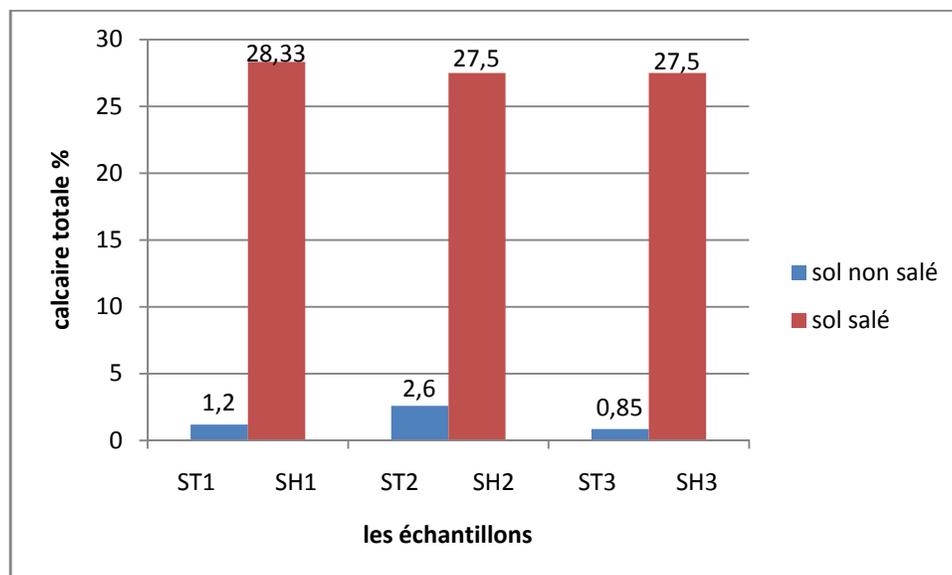


Figure 13 : Variation du calcaire total dans les sols étudié.

D'après les résultats obtenus (figure 13). On observe une augmentation de la teneur en calcaire total dans le sol salé. D'après la comparaison de ces résultats avec celles du sol témoin

(nonsalé), on remarque que la présence des sels a un effet sur l'augmentation du taux de carbonates dans le sol. Et le sol du Hmadna est fortement calcaire

IV.8. Carbone organique

Sols Paramètre	ST1	ST2	ST3	SH1	SH2	SH3
CO (%)	0.26	0.53	0.24	0.83	0.96	0.45

Tableau 19 le pourcentage du carbone organique dans le sol étudié

D'après résultats obtenus (Tableau 19), nous avons noté des teneurs faibles à très faibles et varient entre 0,45% à 0,96% dans le sol du hmadna (sol salé) Mais cette teneur dans le sol non salé est inférieure par rapport au sol salé .

La capacité d'un sol à absorber et stocker l'eau dépend en grande partie de sa composition et de sa teneur en matière organique.

Conclusion générale

En conclusion la présence des sels dans le sol influe négativement sur ses propriétés physico-chimiques et par conséquent sur les rendements agricoles et sylvicoles.

Ainsi il ressort de notre étude que la salinité a provoqué une dispersion des colloïdes du sol ce qui diminue la fertilité et diminue également la porosité du sol. Les eaux de ruissellement entraînent les particules d'argile et provoquent un appauvrissement des sols. La texture du sol riche en éléments fins est en rapport positif avec la salinité.

Nous avons remarqué aussi que les taux de calcaire sont importants dans les sols de Hmadna

Ce problème est particulièrement grave lorsqu'il y a pénurie de calcium soluble pour remplacer le sodium échangeable à mesure que les sels solubles sont extraits du sol par lessivage. Sous l'effet du lessivage par l'eau de pluie, le sol devient non-salin alcalin et sa structure se désagrège. Il est donc indispensable de lui apporter du calcium soluble pour remplacer le sodium échangeable, et d'appliquer pendant un certain temps des traitements et des façons culturales propres à lui rendre une structure physique favorable. Cette précipitation du calcium est un facteur intrinsèque de la désalinisation et de l'alcalinisation de la parcelle par lessivage des sels dans le sol. **(Hamza Nooméne 2011)**

Le contrôle de la salinité du sol, par la connaissance de sa distribution spatiale et de son évolution dans le temps, devient nécessaire en vue d'aboutir à des stratégies de développement agricole durable.

SOMMAIRE

SUMMARY

RESUME

REMERCIEMENTS

DEDICACE SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES PHOTOS

INTRODUCTION	01
Première partie– Synthèsebibliographique.....	02
Chapitre I La salinisation des sols.....	03
I.1 Définitions.....	04
I.2 Les caractères des sols:.....	04
I.2.1 La solubilité des sels.....	04
I.2.2 Le mouvement des sols.....	04
I.3 La genèse d'un sol salin et/ou sodique:	05
I.4 Origine de la salinité.....	05
I.5 Les type de la salinité des sels.....	06
I.5.1 La salinité primaire	06
I.5.2 La salinité secondaire.....	06
I.6 La salinisation et la sodisation des sols.....	07
I.6.1 la salinisation	07
I.6.2 la sodisation.....	07
Chapitre II : Effet de la salinité sur Les propriétés du sol.....	08

II.1 Le sol.....	09
II.1.1 Définition.....	09
II.2 Les sols salés.....	09
II.2.1 Définition.....	09
II.2.2 Répartition des sols salés.....	10
II.2.2.1 les sols salés dans le monde	10
II.2.2.2 Les sols salés en Algérie	11
II.2.3 Classification des sols salés	13
II.2.3.1 Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz).....	13
II.2.3.2 sols salins à complexe calcique (Solontchaks).....	14
II.2.4 L'action des sels sur les propriétés du sol	15
II.2.4.1 les effets des sels sur les propriétés physiques du sol	15
II.2.4.2 Les effets des sels sur la stabilité structurale	15
II.2.4.3 l'action des sels sur la rétention de l'eau.....	16
II.2.4.4 actions du sodium échangeable	16
II.2.4.5 effets sur le complexe absorbant.....	16
II.2.4.6 formations de la croûte superficielle.....	17
II.2.4.7 l'effet sur la perméabilité.....	17
II.2.4.8 l'effet des sels sur la faune du sol.....	18
Deuxième partie : Matériel et méthode	19
I .Objectif de l'étude.....	20
II. Présentation de la zone d'étude.....	20
II.1. Présentation de la zone d'étude hmadna.....	20
II.1.1. Présentation de la plaine du bas Cheliff.....	20
II.1.2.Situation géographique	20

II.1.3. Climat	21
II.1.3.1.1. Précipitations moyennes mensuelles.....	21
II.1.3.1.2. Précipitations moyennes annuelles	22
II.1.3.2. Température.....	22
II.1.3.3. L'humidité relative	23
II.1.3.4. Le vent	23
II.1.3.4. L'Evapotranspiration	23
II.1.4. Propriétés des sols.....	24
II.1.4.1. Géologie et géomorphologie.....	24
II.1.4.2. Pédologie.....	24
II.1.4.3. Caractéristiques des sols d'El Hmadna.....	25
II.1.5. Occupation des sols.....	25
II.1.5.1. Evolution des superficies des zones étudiées.....	26
II.1.5.1.1. Les superficies agricoles	26
II.1.5.1.2. Les Superficies urbaines.....	26
II.1.6. Qualité des eaux d'irrigation.....	27
II.1.7. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls zone du hmadna.....	27
II.2. Présentation du la zone d'étude Tiaret (la zone tegdemt).....	28
II.2.1. Localisation géographique	28
II.2.2. Délimitation de la zone d'étude	28
II.2.3. Le climat.....	29
III Prélèvements et analyses des échantillons	30
III.1. Prélèvements	30
III.2. Méthodes.....	30
III.2.1. Analyses physico-chimiques des sols	30

III.2.1. Les analyses physiques	30
III.2.1.1. Humidité	30
III.2.1.2. La granulométrie	30
III.2.1.3. pH.....	31
III.2.1.4. Conductivité électrique (CE).....	32
III.2.2. Les analyses chimiques	32
III.2.2.1. Dosage du calcaire total CaCO₃.....	32
III.2.2.2. Dosage du calcaire actif.....	33
III.2.2.3. Dosage du carbone organique.....	34
IV Résultats et discussions : analyses physico-chimique des sols.....	34
IV.1. Analyses granulométrique	34
IV.2 Résultats des analyses physico-chimiques.....	35
IV.3. L 'humidité des sols étudiés.....	35
IV.4. Le pH des sols étudiés.....	36
IV.5. La conductivité électrique	37
IV.6. Matières organique	39
IV.7. Teneur en calcaire dans les sols étudié.....	39
IV.8. Carbone organique.....	41
Conclusion générale.....	43
Références bibliographiques	

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.N.R.H., (2002).** L'agence nationale des ressources hydrologiques
- AUBERT G.,(1988.)**Les sols salés et leur mise en valeur. Séminaire National, surla fertilisation, Chéelif Algérie.
- AUBERT G., (1978).** Sols salés en Afrique tropicale. UNEP URSS Ac. of Sci. Seminar on salinityproblems.
- Aubert G.,(1978).** Méthodes d'analyses des sols. Edit.C.R.D.P.Marseille.189p
- Aubert G., (1978).** Méthode d'analyses des sols. Centre nationale de documentationpédologique, CP/Dp. Marseille. 191 P.
- AUBERT G.,(1976).**Les sols sodiques en Afrique du Nord. Ann INA, vol. VI n° 1
- Baize D et Girard B., (1995).** Guide pour la description des sols. INRA. Paris
- BOLT H.M. et AL., (1978).** International Archive on OccupationalEnvironmentalHealth, 60 (3), 141-4.
- Boulaine., (1957).** Étude des sols des plaines du Chéelif.
- Bouteyre G et loyer Y., (1992).** Sols salés eaux saumâtre des régions arides tropicales et méditerranéennes in l'aridité, une contrainte au développement. ORSTOM, Paris
- BRADY N.C. et WEIL R.R. (2002).**The nature and properties of soils. 13th edn. Prentice Hall, Upper saddle river, NJ, USA.
- Calvet R., (2003).** Le sol propriétés et fonctions. Tome 1. Constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Edit. France Agricole. 455p.
- CHURCHMAN G.J., SKJEMSTAD J.O. et OADES J.M. (1993).** Influence of clay minerals and different water regimes. Treephysiology 24: 65-73.
- CPCS., (1967).**Classifications des sols. Commission de pédologie et de cartographie des sols.Doc multi. INRAA Grignon, 96 p.
- DAOUD (1978) in MARIH R., (1991).** Répartition saisonnière et spatiale de la salinité au niveau de la station I.N.R.A de HAMADENA (RELIZANE). Mémoire, ing agro, INES Tiaret, 32 pages.
- Douaoui et al., (2006).**Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data.GEODERMA, 134(2006) 217– 230.
- Dounia., (1999).**Intérêt d'une approche spatiale pour le suivi de la salinité des sols dans

les systèmes irrigués. Thèse de Doctorat de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Montpellier, 435p.

Duchauffour ph., (1983). Pédogénèse et classification. 2^{eme} édition. Masson. Paris,

DURAND J H., (1958). Recherche sur les sels apportés au sol par les pluies. Travaux des sections pédologie et agricole. Bull n° 5, SES, Birmouradrais

DUTHIL J., (1973). Elément d'écologie et d'agronomie. Tome II. Exploitation et amélioration du milieu. Ed.J.B. Baillièrè. Paris. 265p.

ESSINGTON M.E., (2004).Soil and water chemistry, an integrative approach.CRC Press, USA.

FAO.,(1988).Soils Bulletin 39.Salt-Affected Soils and their Management. Food And Agriculture Organisation of the United Nations Rome.

GALLILI Th., (1980) .Transfertsels - matièreorganique en zones arides méditerranéennes. Univ. Nancy INPL.

HALITIM A., (1985). Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes PlainesSteppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et lecomportement des sols. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Rennes, 383 p

HALITIM., (1973).Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie. Thèse Doc. U.E.R des sciences biologiques.

HANDJ et al, (1995) in SINOUSI ,2001- Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale.

HENIN S., et all ., (1969). LE PROFIL CULTURAL. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Edition Masson et Cie. 332 pages.

INSID., (1997) ; (1998). Projet pilote sur la caractérisation de l'état actuel de la salinité du Bas Chélif Alger 70p

KEREN R., (2000).Salinity. In: Sumner M.E. (Ed). Handbook of Soil Science. CRC Press, NY,USA, pp G3-G25.

LEVY G.J., (2000).Sodicity. In: Sumner M.E. (Ed). Handbook of Soil Science. CRC Press, NY, USA, pp G27-G62.

-Mimoune., (1995). Gestion des sols salés et désertification dans une cuvette endoréique d'Algérie (sud du chott El Hodna). Thèse de Doc. Univ. D'Aix Marseille É. 204p.

Montoroi. J. P., (2005).Sols salés et environnement. Sols et Environnement. Chapitre 27, 608-627p. Dunod, Paris. 816p.

Mermoud A., (2006). Maitrise de la salinité des sols. Cours de physique du sol. Ecole polytechnique de Lausanne. p.1-14.

Mokhtari., (2009). Apport de la télédétection dans l'évaluation de la dégradation des états de surface en milieu salin (Le Bas-Chélif). Thèse de Magister, 122p, L'U.S.T.H.B d'Alger, Janvier, 2009.

Mc Donald et Bneder.,(1990). Etude de l'avant projet détaillé des extentions de Guerouaouet de SepkhatBenziane et du réaménagement du Bs Chélif . Bureau National d'Etude pour leDéveloppement Rural.

NAIDU R. et RENGASAMY P., (1993). Ion interactions and constraints to plant nutrition in Australian sodic soils. Australian Journal of Soil Research 31: 801-819.

RICHARDS (L. A.), (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agri. and book- 60.

Reguig et Hadj Larroussi., (2007). Contribution à l'étude de la relation sol-végétation dans la région sud de la zone humide de Chott El Hodna. Mém. d'Ing. En Biologie Msila.

Robert M., (1996). le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement Ed. Masson. Paris .

Saidi D., (2004). Influence de la phase saline sur les propriétés physiques des matériaux argileux du Bas Cheliff. Thèse de Doctorat d'Etat Ès Sciences en Sciences Agronomiques. Spécialité science du sol. Institut National Agronomique, El Harrach, Alger.181p.

Servant J.M., (1978).La salinité dans le sol et les eaux caractérisation et problèmes d'irrigation drainage. Bull. B.R.G.M. Sect. III. N ° 2, pp 123- 142.

SERVANT J.M., (1971).Le profil salin des sols, méthodes d'études et signification. Application aux sols halomorphes du midi de la France. Ann. Agro. 24.3, 392 p.

SIGALA et all ., (1988). Influence du sodium sur les propriétés physiques d'un sol aux niveaux textural et structural (Options Méditerranéennes).

Soltner D., (1986).Les bases de la production végétale. Tome I, Le sol [Texte imprimé] phytotechnie générale : le sol, le climat, la plante. Angers : Sciences et techniques agricoles.14eme Edition 464 p.

SUMNER M.E., (1993).Sodic soils: New perspectives. Australian Journal of Soil Research 31: 683-750.

SZABOLCS (I.) ., (1989). Salt-affected Soils CRC Press Inc., Florida, 274 p

U.S. Salinity Laboratory Staff., (1954).Diagnostic and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A Handbook, n°60, 160p.

WRB., (2006).World reference base for soil resources 2006.World Soil Resources reports. FAO,Rome.P12-48.

Yacono en (1954). Colonisation des plaines du Chélif (de Lavigerie au confluent de la Mina), Tome 1, Imprimerie Imbert, Alger

تعتبر ملوحة التربة من اهم المشاكل حسب المنظمة العالمية للتغذية
2009 1.5 مليار هكتار من الاراضي الزراعية التي تشملها الكرة الارضية
400 مليون هكتار من الاراضي الزراعية من مطلع

سهل شلف الاسفل الواقع الغربي للجزائر يحتوي في محيطه المسقي على الاراضي معرضة بقوة لظاهرة الملوحة فعلا بالري بمياه
تحتوي ولو نسبيا على أملاح يسبب تراكمها في التربة و هذا قد يؤدي ليس فقط الى تدهورها و لكن ايضا الى ابطاء النمو عند النبات

هذا العمل هو عبارة عن المساهمة و صودية تربة من سهل شلف الاسفل تقع في المحطة التجريبية للحمادنة على السلوك
الفيزيائي و الكيميائي للتربة

كلمات البحث: سهل شلف الأسفل، الأراضي المسقية، الملوحة والصودية

Abstract

Soils salinization is one of the most important constraints that, according to the FAO, already reached in 2009 at least 400 million ha in the 1,5 billion hectares grown on Earth. This phenomenon is particularly present in arid and semi-arid areas.

In the Bas Chélif plain in north-west Algeria, the soils of the irrigated perimeter are strongly subject to the phenomenon of salinization. Indeed, irrigation with loaded waters results in an accumulation of salts in soil profiles and affects not only soil stability but also crop growth and yields.

The present work is a contribution to the study of the effects of the soil salinity and sodicity of the Bas Cheliff plain located at the experimental station of El Hmadena on the physical and chemical property of the soil

Keywords: Low Chellif; irrigated soils; salinity and sodicity;

Résumé

La salinisation des sols est une l'une des contraintes les plus importantes qui, selon la FAO, touchait déjà en 2009 au moins 400 millions d'ha sur les 1,5 milliard d'ha cultivés sur la Terre. Ce phénomène est particulièrement présent dans les zones arides et semi arides.

Dans la plaine du Bas Chélif au nord-ouest Algérien, les sols du périmètre irrigué sont fortement soumis au phénomène de salinisation. En effet, l'irrigation avec des eaux chargées entraine une accumulation des sels dans les profils des sols et affectent non seulement la stabilité des sols mais également la croissance des cultures et leurs rendements.

Le présent travail est une contribution à l'étude des effets de la salinité et de la sodicité d'un sol de la plaine du Bas Chélif, situé à la station expérimentale d'El Hmadena, sur les propriété physique et chimique

Mots clés : Bas Chélif ; sols irrigués ; salinité et sodicité