

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques
Département d'agronomie



Mémoire

**En vue de l'obtention du master en Sciences
Agronomiques**

Spécialité : Restauration et Réhabilitation des sols

Thème

**Caractérisation physique et chimique
des sols sous grenadier: cas d'une
steppe dégradée mise en défens**

Réalisé par :

M^f HOCINE Ferhat

Devant le jury :

Président:	M ^f METAHRI M.S.	M. C. A.	U.M.M.T.O.
Promotrice :	M ^{me} BOUDIAF NAIT KACI M.	M. C.A.	U.M.M.T.O.
Examineur:	M ^f MERROUKI K.	M. C. B.	U.M.M.T.O.
Examineur:	M ^f CHERFOUH R.	M. A. A.	U.M.M.T.O.

Soutenue le : 04/10/2017

Remerciements

*Au terme de ce travail, je tien à adresser les plus sincères et vifs remerciements et à exprimer mon reconnaissance à ma promotrices. **M^{me} BOUDIAF NAIT KACI M** Pour leur encadrement, leurs orientations judicieuses qui nous ont été infiniment utiles pour surmonter beaucoup de difficultés.*

*Nous remercions **M^r METAHRI M.S** qui nous fait l'honneur de présider le jury **M^R MERROUKI K** et **M^r CHERFOUH R** d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.*

*Nous adressons un grand remerciement à **M^{me} TIBICHEG**, et **Mlle ISSAOUNE DJ**, qui nous a aidés dans la partie analytique.*

Nous désirons remercier nos collaborateurs de l'université de Djelfa.

*Nous tenons à remercier toute personne ayant contribué de loin ou de près dans la réalisation de cette expérimentation les camarades de notre promotion, **HADIM A, IKENE S, HADJEB A, OUSLIMANI O, MALEK T, OUAFI K.***

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail pour :

☞ Mon très cher père et ma chère mère

☞ Mes frères et sœurs

☞ Mes cousins et à toute la famille

☞ Tous mes amis (es) de l'université,

☞ Toute la promotion master IRRS.

☞ Tous mes amis NTADARTH

☞ Et à tous ceux qui me sont chères.

Mr. HOCINE Ferhat

Liste des abréviations

A :	arbre.
C :	carbone.
Ca²⁺:	Ion calcium
CE :	conductivité électrique.
Cl⁻:	Ion chlorure
FAO:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
g :	gram.
ha :	hectare.
Ha :	horizon de surface.
HNO₃⁻:	Nitrate K⁺ : Potassium
Hp :	horizon de profondeur.
I :	indice d'aridité.
J :	jour.
K_{ass} :	potassium assimilable.
m² :	Mètre carré
ml :	Milli litre
Na⁺:	Sodium
NaCl:	Chlorure de sodium
NO₃⁻:	Nitrate
P :	phosphore.
PA :	Partie aérienne
pH :	potentiel d'hydrogène.
PR :	Partie racinaire
T:	température.
W.R.B :	Word Referance Bases

Liste des figures

Figure 1. Schéma de la structure d'une racine primaire	11
Figure 2 . Situation géographique de la zone d'étude (Messaad et Djelfa).....	19
Figure 3. Situation de la zone Melaga (Anonyme, 2017).....	20
Figure 4. Etat du verger du grenadier	25
Figure 5. Disposition des arbres échantillonnés selon une diagonale	26
Figure 6. Les fraction de sol concernées par l'échantillonnage	26
Figure 7. Fraction du sol de surface	27
Figure 8. Fraction du sol de profondeur	27
Figure9. Profil pédologique du verger étudié.....	31
Figure 10. Variation du pH des sols en fonction de la profondeur	35
Figure 11. Variation de la conductivité électrique des sols.....	36
Figure 12. Variation du calcaire total en fonction de profondeur	37
Figure 13. Variation des taux carbone organique en fonction de profondeur	39
Figure 14. Variation des teneurs en phosphore Olsenen fonction de la profondeur	40
Figure 15. Variation des teneurs en potassium assimilable en fonction de la profondeur	41

Liste des tableaux

Tableau 1. Moyenne des précipitations mensuelles et le double des températures moyennes mensuelles maximales de la région de Melaga (2009 2016).....	21
Tableau 2. Extrapolation des températures de la région de Melaga (2009-2016).....	22
Tableau 3. Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Melaga après correction (2009 à 2016).....	22

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Aridité	2
I.1. Caractéristiques des milieux arides.....	2
I.1.1. Pluviométrie	2
I.1.2. Températures.....	2
I.1.3. Vent.....	2
I.2. L'aridité et le sol	3
I.3. Les caractéristiques des sols dans un milieu aride.....	3
I.3.1. Fraction minérale	3
I.3.2. Fraction organique	3
I.4. Facteurs déterminants la dégradation des milieux arides	4
I.4.1 Déterminants politiques et socio-économiques.....	4
I.4.2. Surpâturage	4
I.4.3. Impact de l'érosion éolienne	5
II. Salinité.....	5
II.1. Genèse d'un sol salin et/ou sodique	5
II.2. Description de l'origine de la salinité	6
II.3. Types de salinité des sols.....	6
II.3.1. Salinité primaire	6
II.3.2. Salinité secondaire	7
II.4. La salinité et la texture des sols	8
II.5. effet de la salinité sur les végétaux et la nutrition minérale	8

II.6.Effet de la salinité sur les éléments nutritifs	9
II.6.1. Interaction Na^+ / K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}	9
II.6.2. Interaction $\text{Cl}^- / \text{NO}_3^-$, HPO_4^- et H_2PO_4	9
II.7. Le stress salin	10
II.8.Mécanisme de tolérance des plantes à la salinité	10
II.9.Types et mécanisme de la tolérance	10
III. Racine	11
III.1. Morphologie de la racine	11
III.2. La rhizosphère	12
III.3. L'architecteur racinaire et l'extension de la rhizosphère	12
III.3.1. La nutrition minérale	12
III.2. Absorption de l'eau	13
III.3.3. Absorption des ions	13
III.4. Impact des activités racinaires de la rhizosphère	13
III.5. Modifications chimiques	14
III.5.1. Modification du pH de la rhizosphère	14
III.5.2. Modifications de concentration ionique	14
III.5.3. Modifications physique	14
III.5.4. Modifications biologiques	15
IV. Grenadier (<i>Punicagranatum L.</i>)	15
IV.1. Présentation de l'espèce	15
IV.2. Systématique du grenadier	15
IV.3. Exigences écologiques du grenadier	16
IV.3.1. Exigences climatiques	16
IV.3.2. Exigences édaphiques	16
IV.4. Biologiques et morphologiques du grenadier	16

IV.4.1. Feuilles	16
IV.4.2. Fleurs.....	16
IV.4.3. Fruit.....	17
IV.5. Multiplication de l'espèce	17

Chapitre II : étude de milieu

I. Situation géographique de la zone d'étude	18
II. Géomorphologie de la wilaya d'étude	18
III. Géologie de la wilaya de Djelfa	21
IV. Étude climatique	21
IV.1. Précipitations.....	21
IV.2 Température	22
IV.3. Indice d'aridité de De Martonne	23
IV.4. Les Vents.....	23
IV.5. Les gelées	24

Chapitre III : matériels et méthodes

I. Echantillonnage.....	25
II. Analyse du sol au laboratoire	27
II.1. Granulométrie.....	27
II.2. Réaction du sol	28
II.3. Conductivité électrique (C.E)	28
II.4. Dosage du carbone organique.....	28
II.5. Dosage du calcaire total.....	29
II.6. Dosage du phosphore assimilable par la méthode Olsen	29
II.7. Dosage de potassium assimilable	29
III. Analyse statistique.....	30

Chapitre IV : résultats et discussion

I. Morphologie du profil pédologique	31
II. Caractérisation physique et chimique des sols étudiés	32
II.1. Analyse granulométrique.....	34
II.2.1. Le pH	35
II.2.2. Conductivité électrique.....	36
II.2.3. Calcaire total.....	37
II.2.4. Carbone organique.....	38
II.2.5. Phosphore assimilable dosé par la méthode Olsen	40
II.2. 6. Potassium assimilable.....	41
Conclusion	43

Références bibliographique

En Algérie, les zones arides présentent près de 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyperaride où la pluviométrie ne dépasse plus 100 mm. Plus de 95% des sols de ces zones sont soit calcaires, soit gypseux, soit salsodiques (Halitim, 1988).

Actuellement et vu l'explosion démographique qui va de paire avec la demande en produits alimentaires, l'Algérie est obligée de développer ses ressources agricoles, c'est pourquoi la mise en valeur des zones arides attire l'attention des organismes de développement et des chercheurs. L'arboriculture peut s'y faire avec des techniques adaptées à cette région. Il est donc indispensable d'augmenter les capacités de production des zones arides (Halitim, 1988).

Le grenadier est l'une des espèces pérenne tolérante à la sécheresse et capable de valoriser les sols pauvres et salins. Il jouit de grandes capacités d'adaptation aux conditions de milieu caractérisé par une aridité climatique en marque (Melgarejo et Salazar, 2003). Sur le plan environnemental, il joue un rôle très important dans la protection, la restauration et la fixation des sols (Melgarejo et Salazar., 2003).

L'objectif de ce travail est de caractériser les changements induits par l'introduction du grenadier (*Punicagranatum* L.) variété *Messaad*, dans une steppe dégradée sous climat aride. L'intérêt est de voir si cette variété locale a impacté les caractéristiques physiques et chimiques des sols de la région Melaga, Messaad, wilaya de Djelfa.

Pour cela nous avons subdivisé ce travail en quatre chapitres. Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique qui regroupe les problèmes des sols arides avec le fonctionnement d'un sol. Un second chapitre résume l'importance et la situation de la région d'étude à savoir Melaga (Wilaya de Djelfa), suivi du matériel et méthodes utilisés dans cette expérimentation. Dans le quatrième chapitre nous discutons les résultats et une conclusion et des perspectives pour clore le travail.

I. Aridité

L'aridité est traduite par l'absence d'écoulement superficiel (*arésisme*) ou par son indigence. Dans ce dernier cas, il ya impossibilité pour les cours d'eau d'atteindre les mers et océans libres (*endorésisme*). L'aridité impose un paysage minéral dû à l'inexistence ou à la rareté de la végétation et des formes de relief spécifiques telles que les pédiments et glacis d'érosion, dépressions fermées, dont les sebkhas couvertes de sel en phase d'intense évaporation, sur faces caillouteuses, grandes formations dunaires.

L'aridité est une caractéristique permanente du climat, définissable par un déficit pluviométrique structurel par rapport aux besoins en eau de la végétation naturelle et cultivée. Elle est caractéristique des zones pour les quelles les besoins en eau sont au moins une fois et demie plus élevés que les précipitations(Benjamin,2014).

I.1. Caractéristiques des milieux arides**I.1.1.Pluviométrie**

Ces régions connaissent une pluviosité clairsemée. La pluie tombe peu fréquemment, elle est extrêmement variable selon les saisons et selon les années. Entraîne, généralement des périodes de sécheresse très longue (Gratzfeld, 2004).Mais, on peut dire qu'elles conservent une certaine régularité; se concentrent sur certaines périodes de l'année (Dresch, 1982).

I.1.2. Températures

Les températures varient énormément, le ciel sans nuages et l'air sec favorisent le réchauffement intense du sol durant la journée. Cette chaleur irradie vers l'atmosphère après le coucher de soleil et l'on observe un rafraichissement brutal la nuit et même des gelées en hiver (Gratzfeld, 2004).

I.1.3. Vent

La vitesse du vent souvent faible. Le réchauffement localisé de la surface conjugue à l'absence de végétation pérenne dans des paysage ouverts peut produire, localement, des vents violents et des tourbillons de poussière (Gratzfeld, 2004).

I.2. L'aridité et le sol

La sécheresse intervient dans l'évolution du sol et dans la pédogenèse. Les sols sont modifiés progressivement mais radicalement lorsque le phénomène d'aridité s'accroît (Rognon, 1994). Le sol est un milieu complexe au sein duquel de nombreux éléments s'influencent mutuellement. Les réactions que l'on observe sont de natures chimique, physique et biologique. On peut grossièrement diviser le sol en trois fractions (Morel, 1989).

La fraction solide : composée d'éléments minéraux, sable grossier et fins argiles, calcaire et oxydes de fer et d'aluminium et de la matière organique (Brabant *et al.*, 2000).

La fraction liquide : composée d'eau, des substances dissoutes qui proviennent de l'altération des roches et de la décomposition de la matière organique également d'apport en engrais.

La fraction gazeuse : elle comprend les mêmes gazes de l'air et des gazes produites par la décomposition de la matière organique (Pouset, 2002). En plus des interactions entre ce différent compartiment, le sol dans son ensemble est ainsi influencé et interagit avec l'atmosphère (Morel, 1989).

I.3. Les caractéristiques des sols dans un milieu aride

Les facteurs de la pédogenèse ne sont pas favorables à la constitution des sols dans la région arides. D'une façon générale, ils sont peu ou très peu évolués, avec des profils peu différenciés (Demmangeot et Bernus, 2001).

I.3.1. Fraction minérale

L'altération chimique est très superficielle d'où la faible production d'argiles, ce qui est issu de cette altération est en général des illites (Demmangeot et Bernus, 2001).

I.3.2. Fraction organique

La matière organique est superficielle et peu abondante, car il se produit une sorte de paralysie de l'activité des microorganismes décomposeurs (Demmangeot et Bernus, 2001).

Dans les milieux arides, le sol présente fréquemment, à faible profondeur, un horizon riche en calcaire, souvent durci et feuilleté. Cette croûte calcaire formée à une épaisseur qui peut varier de quelques centimètres à quelque mètre. Le calcaire s'accumule et s'individualise sous des formes diverses. L'accumulation pouvant aller jusqu'à formation de carapaces puissantes (Ruellan, 1970).

En Algérie, dans les milieux arides et sahariens, les principaux types de sols peuvent être définis en fonction des unités géologiques et géomorphologiques :

Au niveau des massifs montagneux, selon la roche mère. Sur substrat dur (calcaire, grés) : des lithosols et rendzines, sur substrat tendre (marnes marnocalcaires), des régosols et des sols bruns calcaires.

Au niveau des glacis à encroutement (calcairogypseux) se développent des sols à texture limono-sableuse peu évolués (Benkheira, 2007).

Les systèmes dunaires, correspondent à des sols minéraux bruts, d'apport éolien (Benkheira, 2007). Au niveau des sebkhas dans la nappe phréatique saline, une forte dépendance des conditions physico-chimiques dans la classification des sols (Aubert, 1960), une richesse en sels solubles qui donne naissance à des sols halomorphes (Benkheira, 2007).

I.4. Facteurs déterminants la dégradation des milieux arides

I.4.1 Déterminants politiques et socio-économiques

Les facteurs socio-économiques impliqués dans les bouleversements qui ont marqué le monde pastorale steppique, semblent complexes et ils se situent à des niveaux divers, accroissement de la population, augmentation consécutive des besoins alimentaires à court terme et la mise en culture incontrôlés (Dutuit, 1991).

I.4.2. Surpâturage

Le surpâturage est défini comme étant un prélèvement d'une quantité de végétaux supérieurs à la production annuelle des parcours. La majeure partie de la population steppique tire ses revenus à travers la pratique de l'élevage du cheptel, principalement ovin dont l'effectif atteint, en 1999 presque 83% du cheptel national.

L'exploitation permanente des pâturages naturels utilisent une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours que le développement des plantes subit des piétinements et surcharge, par conséquent, elle n'arrive pas à boucler leurs cycles végétatifs (Nadjimi et Homida, 2006).

I.4.3. Impact de l'érosion éolienne

L'érosion éolienne entraîne la formation de regs et l'ensablement ; se sont les hautes plaines qui sont les plus touchées par le phénomène, 500 000 ha de formations éoliennes au nord de l'atlas saharien dans les trois bassins, les Chotts Chergui, zahrez el Gharbi Zahrez el Charguiduhodna (Antipolis S. ,2003). L'action de l'érosion par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétal. Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (Nedjmi et Homida,2006).

II.Salinité

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (Essington,2004). Elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres et à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides.

II.1. 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, le sélénium, l'arsenic et le molybdène sont considérés comme d'autres sels moins courants et plus toxiques à faibles concentrations (Kerene, 2000 etEssington, 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 (Essington, 2004). Cela dépend de la source de sels mais aussi des conditions physico-chimiques du sol.

Selon (Botl et al1978), la salinité se produit 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.

II.2. Description de l'origine de la salinité

La salinisation des sols est un processus anthropogénique, alors que la salinité du sol est un élément naturel et un facteur écologique constitué par la teneur en sel (NaCl). Elle représente un facteur limitant de première importance car, au-delà d'environ 5%, il interdit le développement des plantes des eaux ou des sols. C'est un facteur limitant de nombreux écosystèmes. L'excès de sel dans les sols empêche le développement d'une végétation normale, seules quelques plantes halophiles pouvant y croître. À l'opposé, la carence en sels des sols peut entraver le développement de certaines populations animales. On a ainsi pu mettre en évidence que la déficience en chlorure de sodium édaphique s'accompagnait de très faibles densités de population de campagnols dans les prairies naturelles (Francois, 2008).

La salinisation est contrôlée par un ensemble de facteurs liés aux conditions environnementales (climat, hydrologie), l'approvisionnement en eau et aux systèmes de contrôle (irrigation, drainage) et aux pratiques culturales (type et la densité du couvert végétal et les caractéristiques d'enracinement). Ces facteurs influent sur l'équilibre en eau du sol et donc le mouvement et l'accumulation de sels dans le sol (Abrol .I.P et *al.* ,1988)

II.3. Types de salinité des sols

II.3.1. Salinité primaire

La salinité primaire ou naturelle est le résultat de l'accumulation des sels sur une longue période de temps, dans le sol ou les eaux souterraines (Antipolis, 2003), elle est causée par trois processus naturels.

Le premier est l'altération des roches mères contenant des sels solubles. C'est le processus d'altération des roches qui se décomposent et libèrent des sels solubles de divers types, principalement les chlorures de sodium qui est le plus soluble, de calcium et de magnésium, et avec moins de quantité, les sulfates et les carbonates (Mermut et Arshad, 1987).

Le deuxième est le dépôt des sels océaniques par le vent et la pluie. «Sels cycliques" qui sont des sels de l'océan amenés par le vent et déposés par la pluie, qui sont principalement les chlorures de sodium. L'eau de pluie contient de 6 à 50 mg de sel par kg d'eau, la concentration des sels diminue avec l'éloignement de la côte (Naseri, 2001).

L'intrusion de l'eau de mer dans les nappes près des côtes est due à une inversion du gradient hydraulique à cause de la surexploitation des nappes souterraines. L'utilisation de l'eau de cette nappe à des fins d'irrigation entraîne l'intrusion de l'eau saline près de la zone racinaire. L'effet est amplifié par la présence d'une surface évaporatoire. Dans ce cas le volume de l'eau et la masse des sels augmentent donc la concentration en sels augmente ou diminue en fonction de la salinité initiale de la zone racinaire. Mais en général le résultat final est une augmentation.

La quantité de sel stocké dans le sol varie en fonction du type de sol, elle est faible pour les sols sableux et élevée pour les sols argileux. Elle est également inversement proportionnelle à la pluviométrie moyenne annuelle (Naseri, 2001).

II.3.2. 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 l'eau utilisée par les cultures (transpiration). Les causes les plus communes sont le défrichement et le remplacement de la végétation pérenne par les cultures annuelles, ainsi que les systèmes d'irrigation utilisant l'eau riche en sels ou ayant un drainage insuffisant (Antipolis, 2003). Selon la FAO (Food and Agriculture Organisation), la totalité des terres irriguées dans le monde est de 230 millions d'hectares, 45 millions d'hectares sont touchés par la salinité (19,5 %) et sur 1500 millions d'hectares de terres agricole arides, 32 millions d'hectares (2%) sont devenus salins, à causes de la salinisation secondaire.

Dans de nombreuses zones irriguées, le niveau des nappes phréatiques a augmenté en raison de la quantité excessive d'eau appliquée associée à un mauvais drainage. Dans la plupart des projets d'irrigation situés dans les zones arides et semi-arides, les problèmes de l'engorgement et la

salinisation du sol ont atteint des proportions graves. La plupart des systèmes d'irrigation du monde sont à l'origine de la salinité secondaire (Antipolis, 2003).

II.4. La salinité et la texture des sols

La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées. De cette dernière dépend la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol (FAO, 2006).

Des études ont montré que la texture et la structure du sol agissent bien évidemment sur le processus de la salinisation selon son pouvoir drainant. Ainsi, un sol à texture grossière, perméable et bien drainant est très peu affecté par la salinisation, on y rencontre les phénomènes de lixiviation et de migration des sels en profondeur. En revanche, les sols lourds, peu perméables et de texture fine présentent des problèmes d'hydromorphie et de salinisation (Ltifi, 2009).

II.5. effet de la salinité sur les végétaux et la nutrition minérale

Tout sel soluble à une concentration suffisante se montre nocif à l'état pur. L'accroissement de la concentration saline élève la pression osmotique et freine l'absorption de l'eau en ralentissant la croissance du végétal (Doorenbos et *al.*, 1986).

La concentration de la solution du sol entraîne une augmentation de la pression osmotique. La disponibilité en eau devient limitée, le point de flétrissement est atteint d'autant plus rapidement que la charge saline est élevée. Ce qui freine l'absorption de l'eau et provoque la sécheresse physiologique du végétal (Duchaufour, 1995).

Le mouvement des sels vers les racines est plus élevé que l'assimilation de ce sel par la plante. Il se produit alors une faible accumulation au niveau des racines (Sigly et Barber, 1977).

Certaines espèces peuvent supporter ou encore tolérer une teneur élevée de salinité alors que d'autres voient leur croissance inhibée même à de très faibles teneurs en sel du milieu (Brun, 1980),

Le rendement des cultures peut être différemment affecté par la salinité qui induit un désordre nutritionnel soit du à un blocage des éléments nutritifs, ou à une compétition entre les différents éléments ou encore à une accumulation (Grattan et Grieve, 1999).

II.6. Effet de la salinité sur les éléments nutritifs

II.6.1. Interaction Na^+ / K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}

Bien que chimiquement très proche du potassium, le sodium ne peut le remplacer, il pénètre d'ailleurs assez mal dans la cellule végétale qui a tendance à le refouler (Heller, 1981) ; d'une manière générale, les sols Salins contiennent des teneurs moyennes à élevées de potassium assimilable, néanmoins, même les plantes qui ont une grande résistance aux sels peuvent montrer une déficience en potassium due aux effets antagonistes du sodium (Slama, 1991). Contrairement aux teneurs en Mg qui restent pratiquement indépendantes des teneurs en Na (Dellal, 1984).

L'enrichissement de solution du sol en ions Ca peut avoir un effet favorable au point de vue amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols tandis que le Na ne peut avoir que des effets défavorables (Halitim. *et al.*, 1984). Le rendement en matière sèche augmente avec la teneur de Ca^+ car il favorise une accumulation de K^+ dans la racine (Coic et Coppe, 1989).

II.6.2. Interaction $\text{Cl}^- / \text{NO}_3^-$, HPO_4^- et H_2PO_4

Bien que c'est le NO_3^- qui augmente le rendement (production des tiges et grains) mais c'est le Cl qui a un effet sur la maturation des grains et que le chlorure de sodium accélère cette maturation de deux semaines réduit la production et la formation des épis et talles (Torres et Bingham, 1973). La production végétale est fortement limitée par l'azote dans les zones salées, le sel limite les deux voies d'alimentation (par voie racinaire et la voie symbiotique). (Kaouthar *et al.* 2001) ; le chlore exerce un antagonisme bien développé vis-à-vis du NO_3^- prélevé par les racines (Grattan et Grieve, 1999).

En générale, la salinité réduit l'assimilabilité de l'azote par les racines d'autant plus si le sol est doté d'azote d'apport non pas d'une fertilité naturelle (Kutuk *et al.*, 2006). À des concentrations élevées en Cl^- , les teneurs en phosphore diminuent dans la paille. Le Cl exerce une concurrence sur l'anion phosphaté et occupe les sites d'absorption de celui-ci sur la surface racinaire entraînant une diminution de son assimilation. D'après Lamari, (2003) une culture en milieu salin avec un apport équilibré en phosphore se développe normalement.

II.7. Le stress salin

Tout sel soluble à une concentration suffisante se montre nocif à l'état pur, l'accroissement de la concentration saline élève la pression osmotique et freine l'absorption de l'ion en ralentissant la croissance (Chipa et *al.*, 1992). La valeur du potentiel hydrique d'un sol bien hydraté varie de -1 à -3 bars environs, grandeur qui peut être facilement compensée par laplupart des végétaux, alors qu'en sol salé, ce même potentiel peut descendre jusqu'à -100 bars du fait de la teneur élevée de ces sols en solutés, seules les plantes particulièrement adaptées peuvent absorber de l'eau dans tels sols (Luttge et *al.*, 2001).

Sous l'influence de stress salin, les tissus végétaux perdent leur turgescence des tissus (Mengel et *al.*, 1984). En réponse au stress salin, la plante doit développer les mécanismes adaptatifs lui permettent d'ajuster sa pression osmotique interne grâce au électrolytes et aux solutés organique (Driouch et *al.*, 2001).

II.8. Mécanisme de tolérance des plantes à la salinité

Selon Diehl, (1975), la tolérance d'une plante à la salinité est le degré avec le quel elle peut ajuster sa pression osmotique en sacrifiant un minimum de son développement végétatif. Ceci implique une accumulation d'élément nécessaire pour maintenir la pression de turgescence. La tolérance de la plante cultivée varie largement en fonction de l'espèce et de la variété (Daoud et Halitim, 1994).

II.9. Types et mécanisme de la tolérance

La tolérance des plante à la salinité se manifeste selon le genre de l'espèce ou de la variété, et selon le degré de la salinité, généralement soit par l'emménagement, la sélectivité, l'exclusion ou par l'excrétion.

III. Racine

III.1. Morphologie de la racine

Le système racinaire, bien que constituant la partie cachée des végétaux est une composante essentielle pour la vie de la plante. La racine est un organe vital permettant d'orienter la croissance racinaire en fonction des conditions environnementales (Barlow, 2003). Elle assure plusieurs fonctions vitales telles que la nutrition en eau et éléments minéraux ainsi que l'ancrage du végétal dans le sol. On distingue chez une jeune racine (Fig. 1) une coiffe, organe de protection permettant la progression dans le sol ; une zone apicale, siège de la prolifération cellulaire (méristème) ; une zone pilifère avec ses poils absorbants permettant la nutrition hydrominérale de la plante ; une zone subéreuse où les poils absorbants les plus anciens meurent, c'est la région de formation de liège et de ramification en radicelles (Bottin, 2008).

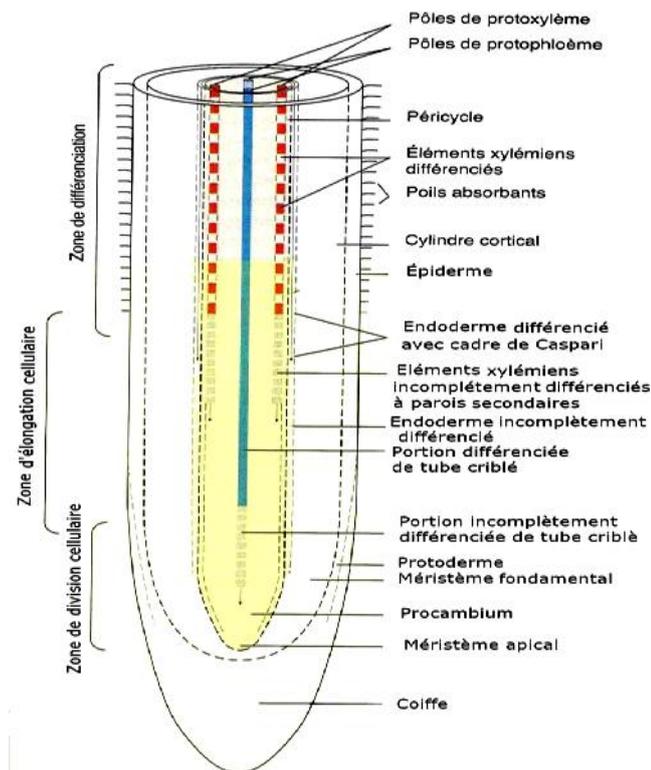


Figure 1. Schéma de la structure d'une racine primaire (Raven et al., 2003).

III.2. La rhizosphère

Au voisinage des racines fines se trouvent une interface fonctionnelle essentielle entre la plante et le sol, cette zone de transition sous l'influence directe de la racine est la (rhizosphère) (Gobat et *al.*,1998).

La rhizosphère est la région du sol sous l'influence de la racine, elle présente une interface essentielle entre la plante et le sol, interface active par la présence de microorganismes (Truelove,1986). C'est la zone de sol qui entoure la racine et qui est directement ou indirectement influencée par la racine (Stengel et Gelin, 1998).

III.3. L'architecteur racinaire et l'extension de la rhizosphère

Les racines se présentent comme un chevelu plus au moins fourni qui se ramifie dans le sol (Zaffran, 1998). La géométrie de la rhizosphère est calculée sur celle de système racinaire (Girard et *al.* 2005).

L'extension spatiale du système racinaire lui confère une certaine architecture correspondante à des facteurs internes liés à la plante elle-même (facteur génétique spécifique à l'espèce) et à des facteurs externes tels que la sécheresse qui oblige la racine à aller très loin dans le profil pour puiser l'eau qu'il lui est nécessaire ou la salinité qui par contre la condamne à se rétrécir sur elle-même (Chaux et Foury, 1994 et Hinsinger, 1998). Et lui interdit toute vie symbiotique avec la population microbienne vu le taux de sel élevé (Lluch et *al.* 1994 in Belmiloude et Hallalou, 1999).

L'extension spatiale de la rhizosphère peut aller d'une fraction de millimètre si l'on considère le transfert d'éléments peu mobiles tels que le phosphore, jusque à plusieurs centimètres dans le cas de l'eau et des éléments mobiles tels que les nitrates (Darrah, 1993).

III.3.1. La nutrition minérale

Un sol en place retient naturellement, même à un état de dessiccation prononcée une certaine quantité d'eau contenant de nombreuses substances en dissolution, c'est la (solution de sol) (Morel, 1996).

Les végétaux assurent leur nutrition minérale en prélevant par leurs racines des ions minéraux dissous dans cette solution (Clarkson, 1985 ; Marschner, 1995).

Cette proportion dite aussi (la phase liquide) constitue le milieu directement accessible aux racines (Heller et *al.*, 1998) sa composition chimique est souvent éloignée d'une solution nutritive mais elle est en équilibre thermodynamique avec la phase solide (Callot, et *al.*, 1984)

Les réductions de la surface de contact sol- racine suite à un dessèchement de la plante ou à une dessiccation du milieu entraîne une diminution de transfert d'eau et des éléments nutritifs (Katerji et Cruzat, 1984).

III.3.2. Absorption de l'eau

L'eau est un constituant fondamental pour la plante, c'est le moyen de transport des éléments nutritifs (sève brute et élaborée) ; indispensable à de nombreuses réactions du métabolisme cellulaire, de plus, l'élimination d'une partie de l'eau par la transpiration favorise l'absorption des sels minéraux (Lafon *et al.*, 1990).

L'absorption de l'eau chez les végétaux est indépendante de celle des éléments nutritifs. Cependant favorise leurs accès aux surfaces racinaires (flux de convection et de diffusion) (Morel, 1989) elle est un processus passif, au sens thermodynamique du terme, due à la différence négative entre le potentiel hydrique de poil absorbant et celui du sol. Toutefois, l'absorption d'eau est sous l'étroite dépendance du métabolisme (Callot *et al.* 1982 et Heller *et al.* 1998).

III.3.3. Absorption des ions

Les éléments minéraux sont absorbés sous forme ionique (cations et anions) plus rarement sous forme chélate (Lafon *et al.*, 1990).

Lorsque le sol est saturé d'eau le transfert des ions se fait essentiellement sous la forme de la solution par convection vers les racines. En milieu non saturé en eau, le transfert fait par diffusion, lorsque l'humidité de sol se rapproche de point de flétrissement, l'absorption des ions se fait par contacte directe avec la racine absorbante (Issanbert, 1989 in Douchaffour, 2001).

III.4. Impact des activités racinaires de la rhizosphère :

Dans le sol, les racines absorbent de l'eau et des éléments minéraux qu'elles accumulent dans le cortex où qu'elles transportent vers leurs parties aériennes. Ces processus appauvrissent la proche rhizosphère et peuvent entraîner d'importantes modifications physico-chimiques : variation du pH, mobilisation d'éléments insolubles, altération des minéraux du sol (Jaillard, 1987).

III.5. Modifications chimiques :

III.5.1. Modification du pH de la rhizosphère

L'absorption des cations et des anions par les racines induit un changement de pH du sol avoisinant (Heckman et Stick, 1996). (Duchauffour, 1995), affirme que le pH s'abaisse en raison de l'émission de protons par les racines lors de l'absorption des cations tels que K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ et la libération des composés organiques acides (Bonneau et Souchier, 1994). (Turpault et *al.* 2001) ajoutent qu'il dépend aussi de la forme d'azote disponible et prélevée. Selon, la respiration des racines et des microorganismes qui lui sont associés contribuent également à la diminution du pH de la rhizosphère car elle augmente la concentration en acide carbonique.

III.5.2. Modifications de concentration ionique :

Les plantes prélèvent l'eau et les éléments nutritifs en solution, ce qui entraîne une augmentation ou une diminution des concentrations en ions de la solution du sol dans la rhizosphère (Hinsinger, 2001). La nature et l'intensité des changements des concentrations ioniques dépendent de la correspondance entre la demande des plantes et la fourniture du sol (Hinsinger, 1998). Les éléments présents en grandes quantités (calcium et magnésium) sont transférés à l'interface sol-racine par un flux de masse qui est souvent supérieur à la demande (Chaignon, 2001). En sol calcaire l'accumulation du Ca, donne lieu à la précipitation d'une gaine de carbonates de calcium autour de la racine ; phénomène qui entraîne à son tour deux conséquences importantes : · augmentation du pH local et un emprisonnement de la racine, dont les cellules imprégnées sont fossilisées (Callot et *al.*, 1982 in Davet, 1996). À l'inverse, les éléments présents en faible quantité dans la solution du sol, (cas du phosphore et du potassium) sont également transférés par ce flux de masse, mais en quantité insuffisante par rapport au prélèvement racinaire, ce qui entraîne une diminution de concentration à proximité des racines. Cette diminution entraîne un gradient de la concentration entre le sol et les racines et un transfert diffusif de ces éléments vers les racines (Hinsinger, 1998).

III.5.3. Modifications physique

La rhizosphère, assure des fonctions majeures dans la modification physique de sol et du sous-sol, en effet, c'est le lieu privilégié de la structuration, l'organisation et la porosité à toutes les échelles, interface du cycle de l'eau et des échanges d'éléments, site d'introduction des matériaux organiques dans la phase minérale de sol (Dessaux et *al.* 2002).

En plus du fait que les racines constituent une source de matière organique pour le sol (Chopart, 2005), et qu'elles interviennent largement dans la structuration du sol ; leur cortège micro floristique aide à la formation et la stabilisation des agrégat (Morel, *etal.* , 2002).

III.5.4. Modifications biologiques :

La rhizosphère représente une zone de sol où la densité et l'activité microbienne est stimulée par la libération de composés organiques (Stengel et Gelin, 1998). Les microorganismes, associés aux systèmes racinaires sont profondément influencés par la plante et jouent un rôle fondamental dans l'altération des minéraux, la fixation de l'azote atmosphérique, et de façon générale, dans la nutrition de la plante (Dessaux et *a.l.*, 2002).

IV. Grenadier (*Punicagranatum* L.)

IV.1. Présentation de l'espèce

Le grenadier est un petit arbre à port arbustif des régions méditerranéennes qui peut atteindre 6 m de haut. Ses fleurs rouge vif mesurent 3 cm de diamètre. Ses fruits, les grenades, contiennent en moyenne 600 graines pulpeuses. La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige, qui renferme de nombreux pépins de couleur rose à rouge. Seuls ses pépins sont comestibles, soit environ la moitié du fruit. Dans chaque pépin, la graine est enrobée d'une pulpe gélatineuse de chair rouge transparente, sucrée chez les variétés améliorées, sinon d'un goût plutôt âcre (Benoît, 2013).

IV.2. Systématique du grenadier

- Règne : *Plantae*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Magnoliopsida*
- Ordre : *Myrtales*
- Famille : *Punicaceae*
- Genre : *Punica*
- Espère : *Punicagranatum*.

IV.3. Exigences écologiques du grenadier**IV.3.1. Exigences climatiques**

Le grenadier s'adapte à de nombreux climats, des tropiques aux régions tempérées chaudes. Cependant, c'est le climat austral subtropical, voire tropical, qui lui convient le mieux. Les meilleurs fruits sont obtenus dans les régions subtropicales, où la période des températures élevées concorde avec la maturité des grenades. L'espèce exige une petite dose de froid en période hivernale pour son évocation florale, mais il craint les conditions généralement froides des hautes altitudes (Melgarejo, 1993).

Il supporte très bien la sécheresse, mais cela compromet la qualité de ses fruits. Un climat chaud et sec sera bon pour le grenadier à condition que ses racines ne manquent pas d'eau (Afaq et *al.*, 2005). Il est très intéressant pour les régions arides et semi-arides (Melgarejo et Salazar, 2003).

IV.3.2. Exigences édaphiques

Le grenadier est une espèce connue pour sa tolérance au calcaire (Melgarejo and Salazar, 2003). Il donne un bon rendement dans les sols salins, et classe dans le groupe des espèces les plus résistantes à la salinité (4ème groupe) (Sanchez- Capuchino, 1986). Sa tolérance à la sécheresse est relative et se fait au détriment de sa croissance végétative et de sa fructification. Les meilleurs résultats d'installation de plantations sont obtenus en sols d'alluvions profondes avec des disponibilités satisfaisantes en eau

IV.4. Biologiques et morphologiques du grenadier**IV.4.1. Feuilles**

Les feuilles du grenadier sont opposées ou sous-opposées, luisantes, étroites, et de forme oblongues, entières, de 3 à 7 cm de long et de 2 cm de large (Ben-Arie et *al.*, 1984).

IV.4.2. Fleurs

La période normale de la floraison de différents cultivars de grenadier se produit généralement entre mars- avril et juin- août. Elle dure jusqu'à 10 –12 semaines et voire plus selon les variétés et les conditions géographiques (Ben-Arie et *al.*, 1984). Pour la biologie florale, le grenadier est une espèce monoïque qui développe, sur le même arbre, des fleurs hermaphrodites fertiles en formes de "Vase" et des fleurs mâles stériles avec un style très court et des ovaires atrophiés en forme de cloche (Melgarejo et Salazar, 2003).

IV.4.3. Fruit

Le grenadier, bien conduit entre en production à partir de la quatrième année. Il est déconseillé de cueillir par temps humide, car les fruits risquent également de se fendre. Selon les variétés, la période de maturité des grenades a lieu entre la fin du mois d'août jusqu'à décembre (Melgarejo, 1993).

IV.5. Multiplication de l'espèce

La multiplication peut se réaliser principalement de deux façons. Tout d'abord les semences contenues dans les arilles peuvent être semées pour donner un pied mère. Cette pratique est utilisée à petite échelle du fait du faible de taux de germination.

Le bouturage est quant à lui plus souvent utilisé. Pour cela il faut prélever des rameaux de l'année d'environ 30 cm en fin d'année et les mettre en terre avec seulement un bourgeon axillaire au dessus du sol. Après 1 à 2 ans en pépinière le plant peut être mis en terre fin Automne au début du Printemps.

Enfin le plant de grenadier étant vigoureux, il est possible d'observer des drageons à la base de l'arbre. Cette technique de multiplication est utilisée à petite échelle pour des productions locales (Zuanget *al.*, 1988).

I. Situation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au delà des piémonts sud de l'Atlas Tellien en venant du nord dont le chef lieu de Wilaya est à 300 km au sud de la capitale. Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord (Fig. 2). Elle est limitée au nord par Médea et Tissemsilt, à l'est M'sila et Biskra, à l'ouest Laghouat et Tiaret et au sud Ouargla, El Oued et Ghardaia (ANDI, 2013). La station d'étude est située dans la commune MelagaMessaad à 70 km au sud du chef de la wilaya.

II. Géomorphologie de la wilaya d'étude

La wilaya de Djelfa a 3 principaux reliefs qui sont les plaines avec des altitudes qui varient entre 650 et 900m, l'Atlas Saharien des OuledNail, entre 1000 et 1500m. Par contre la plate forme Saharienne a une altitude qui varie entre 400 m au sud et 700 m au nord en moyenne. Cependant, la région d'étude se situe sur la plate forme saharienne ayant une altitude de 815m.



Figure 2 .Situation géographique de la zone d'étude (Messaad et Djelfa)Source : ANIREF ,2013



Figure 3.Situation de la zone Melaga (Anonyme, 2017).

III. Géologie de la wilaya de Djelfa

La Wilaya de Djelfa est caractérisée par une série sédimentaire s'étalant du trias au quaternaire, issue des mouvements tectoniques alpins (Chibane et Halil, 2010). Selon Pouget, (1980), la totalité des roches sont carbonatées souvent gypseuses et salées. Pour la lithologie, la majorité des territoires de Djelfa sont fossilisés par des croutes calcaires et des calcaires d'origine lacustre. Les chenaux des Chebkhats et des Chaabets aboutissant dans des dépressions fermées : Dayas, Chotts, Sebkhass sont les paysages les plus rencontrés dans ces zones de type aride et semi aride. Ils modifient considérablement la structure plane de la plateforme saharienne. L'aspect continental d'origine néogène plus ou moins détritique et salifère, se présente par des affleurements importants aux fonds des Oueds (Diaf et Saadoune, 2011).

IV. Étude climatique

Le climat de la région est nettement semi-aride à aride avec une nuance continentale. En effet, le climat est aride dans toute la zone située dans la partie sud de la Wilaya où nous avons échantillonné les sols, avec moins de 200 mm d'eau de pluie en moyenne par an (ANDI, 2013).

IV.1. Précipitations

La différence d'altitude entre Melaga et la wilaya de Djelfa est de (1140-815) 325 m
Les précipitations augmentent de 40 mm tous les 100 m d'altitude Seltzer(1946)

Tableau 1. Moyenne des précipitations mensuelles et le double des températures moyennes mensuelles maximales de la région de Melaga (2009 - 2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	21,54	16,94	25,44	19,06	12,85	12,61	5,4	7	17,05	16,47	11,11	18,1
2T(°C)	16,54	16,32	23,6	33,14	42,28	52,84	62,02	60,22	49	39,22	25,28	17,92

(Source : O.N.M, 2016)

Le tableau ci-dessus montre que le mois le plus pluvieux de Melaga est le mois de Mars avec des précipitations d'une valeur de 25,44 mm.

IV.2 Température

Les températures minimales m' , maximales M' et moyennes T' sont calculées et représentées dans le tableau 2.

Tableau 2.Extrapolation des températures de la région de Melaga (2009-2016).

T min (m')	T max (M')	T moy (T')
X= 1,3°C	X'= 2,28°C	x''=1,79°C
$m'=m+1,3°C$	$M'=M+2,28°C$	$T'moy=Tmoy+1,79°C$

Tableau 3. Températures moyennes mensuelles, minimales et maximales de la région de Melaga après correction (2009 à 2016).

Paramètres	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
m (°C)	2,92	2,48	5,2	8,57	12,08	16,72	20,78	20,5	16,7	11,86	6,83	3,18
M (°C)	12,73	12,64	16,44	21,79	26,56	32,08	36,81	35,99	29,78	24,9	17,04	13,55
M+m/2(°C)	7,82	7,56	10,82	15,18	19,32	24,4	28,48	28,24	23,24	18,38	11,93	8,36

(Source : O.N.M, 2016)

M : Moyenne des maxima mensuels.

m : Moyenne des minima mensuels.

(M+m)/2 : Moyenne mensuelle.

IV.3. Indice d'aridité de De Martonne

$$I = P/T+10$$

I : Indice d'aridité

P : La somme des moyennes mensuelles des précipitations de la période 2009 à 2016 (mm).

T : La moyenne des maxima et des minima /2 (moy(M+m/2)) en °C.

10 : est une constant

I=11,14

➤ Pour la région de Djelfa cet indice est : $I = 310,488/17,85+10$

➤ Pour% Melaga : $I = 183,616/19,64+10$

I=6,19

Selon les normes d'interprétations de l'indice d'aridité de De martonne il y a :

- | | |
|-----------------|--------------------|
| • $I < 5$ | Hyper aride |
| • $5 < I < 10$ | Aride |
| • $10 < I < 20$ | Semi-aride |
| • $I > 20$ | Humide |

L'indice d'aridité de la wilaya de Djelfa est compris entre 10 et 20 ce qui correspond à l'étage bioclimatique semi-aride et la région d'étude Melaga présente un indice d'aridité inférieur à 10 et supérieur à 5, elle se situe dans l'étage bioclimatique aride.

IV.4. Les Vents

Les vents dans la Wilaya de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-est et Nord-Ouest d'origine océanique et nordique. Cependant, la principale caractéristique des vents dominants dans la région est matérialisée par la fréquence du sirocco, d'origine désertique, chaude et sèche, dont la durée peut varier de 20 à 30 jours par an (ANDI, 2013).

IV.5. Les gelées

Ce phénomène lié à la baisse extrême des températures, constitue le facteur climatique le plus contraignant de la région, notamment vis-à-vis de l'activité agricole. Durant les saisons d'hiver et de printemps des gelées blanches sont observées dont la fréquence varie entre 40 et 60 jours suivant la région les plus exposées à ce phénomène. C'est dans la parties Nord et centre de la wilaya (ou se trouve les meilleure terre agricoles) que se manifeste fortement ce phénomène avec respectivement une moyenne de 66.2 et 31.2 jours /an, alors qu'au Sud celle ci n'est seulement que de 3.2 jour/an.

1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé dans la région de Melaga daïra de Messaad wilaya de Djelfa le 20 mars 2017, sur une parcelle de 200 ha comprenant 210 grenadiers en irrigué qui s'étalent sur 7000 m², avec une densité de 400 arbres/ha.



Figure 4. Etat du verger du grenadier.

La parcelle d'étude est homogène sous forme d'une dépression. Nous avons opté pour un échantillonnage en diagonale (Fig. 4). Nous avons prélevé deux fractions de sol réparties sur deux niveaux sous grenadier uniquement. La première c'est l'horizon de surface (hs), il correspond au sol prélevé sous l'arbre mais qui n'est influencé par les racines, aucune biomasse racinaire ne se trouve sur cette partie du sol. L'horizon profond (hp) est le sol qui est accolé aux racines du sous chaque arbre. Cette deuxième fraction est obtenue en secouant légèrement les racines.

Il est important de signaler que dans le deuxième horizon une biomasse racinaire importante s'est très bien développée au point il nous a été impossible de prendre un sol non rhizosphérique (Fig. 5). Ces racines font l'objet d'un autre travail de recherche afin d'estimer la biomasse racinaire et les symbioses (Louni et Madani, en cours).



Figure 5. Disposition des arbres échantillonnés selon une diagonale

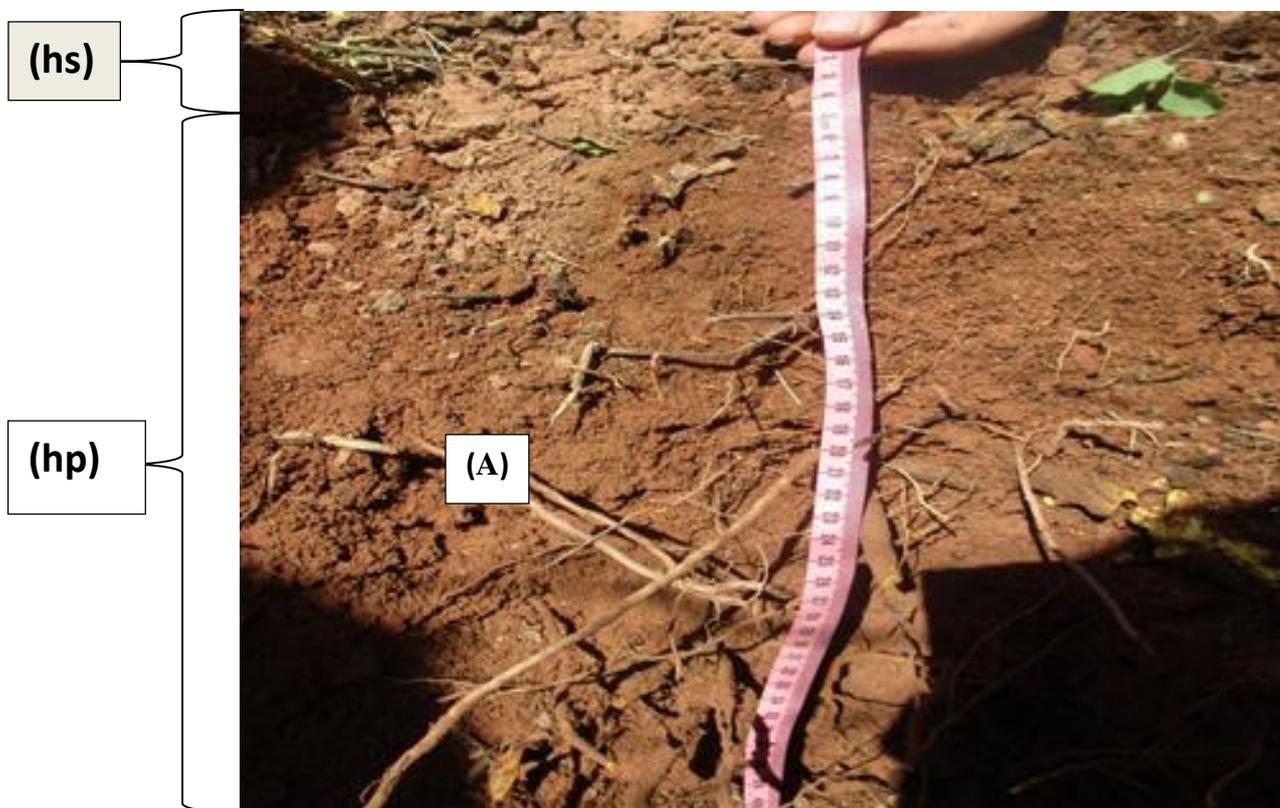


Figure 6. Les fraction de sol concernées par l'échantillonnage



Figure 7: Fraction du sol de surface



Figure 8 : Fraction du sol de profondeur

II. Analyse du sol au laboratoire

Pour l'étude analytique des sols, les échantillons ont été séchés à l'air libre, puis broyés et tamisés avec crible de 2mm de diamètre. Tous les sols sont bien nettoyés à l'aide d'une pince afin d'éliminer tous les débris végétaux. La terre fine obtenue (sur un total de 24 échantillons) est conservées dans un endroit sec à une température ambiante pour les analyses physiques et biochimiques suivant les méthodes standards en pédologie (Jackson, 1967).

II.1. Granulométrie

Nous avons utilisé la méthode internationale à la pipette de Robinson. Sous un effet conjugué d'eau oxygénée (H_2O_2) et de chaleur du bain de sable, la matière organique sera détruite. L'hexametaphosphate de sodium associé à une agitation mécanique aboutira à la dispersion des particules. Ensuite, des prélèvements seront réalisés au cours de la sédimentation à une profondeur et à des moments précis pour isoler les éléments non tamisés (argiles et limons fins) en tenant compte de la température du laboratoire et de la vitesse de

sédimentation des fractions fines. Puis, une séparation à l'aide de tamis, des sables grossiers et des sables fins. La détermination des limons grossiers est déduite suite après.

II.2. Réaction du sol

Le pH est mesuré par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre sur une suspension de terre fine dont le rapport terre fine/eau est de 1/5.

II.3. Conductivité électrique (C.E)

La CE traduit la concentration saline totale de la solution, elle est mesurée par un conductimètre munis d'une électrode étalonnée à la solution standard de KCL 0.01N. Le rapport sol/eau distillée est de 1/5. la température est déterminée par un thermomètre pour chaque échantillon et chaque mesure.

II.4. Dosage du carbone organique

C'est par la méthode d'Anne (1945) que le carbone organique a été déterminé. C'est une méthode pour laquelle un échantillon de sol dans un milieu sulfuré, s'oxyde par voie humide avec le réactif de Bichromates de Potassium. Nous enchainons avec une titration afin de déduire l'excès de bichromates par un réducteur qui est le Sel de Mohr (Sulfates de Fer et d'Ammonium) en présence de Diphénylamine et du Fluorure de Sodium. La partie réduite est proportionnelle à la teneur en carbone qui se trouve dans la prise d'essai. Le pourcentage de carbone total et calculé selon la formule suivante :

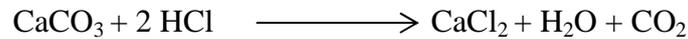
$$C\% = (Vt - Ve) \times 0.615 \times 2$$

Vt : volume de sel de Mohr utilisé pour titrer l'échantillon témoin

Ve : volume de sel de Mohr utilisé pour titrer l'échantillon de sol.

II.5. Dosage du calcaire total

Le calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique qui consiste à attaquer les carbonates de calcium par l'acide Chlorhydrique (HCl) 1N, dans la première partie de la réaction comme nous le montre l'équation.



L'excès de l'acide Chlorhydrique est titré avec de la soude (NaOH) 1N en utilisant un indicatif colorant qui est la phénolphtaléine à 2%. Le taux de Calcaire est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 \% = (\text{Vt} - \text{Ve}) \times 12.5$$

Vt : volume de l'échantillon témoin

Ve : volume de l'échantillon.

II.6. Dosage du phosphore assimilable par la méthode Olsen

L'extraction a été faite selon la méthode Olsen qui consiste en l'extraction de phosphore avec une solution de bicarbonate de sodium 0.5 N ajusté au pH 8,5. Le dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe formé par l'acide phosphorique et l'acide molybdique. Le complexe phospho-molybdique, sous l'effet de la chaleur et en présence d'acide ascorbique développe une coloration bleue proportionnelle à la concentration de la solution en orthophosphate, puis passage au colorimètre à 660 nm.

II.7. Dosage de potassium assimilable.

Le principe de la méthode consiste à extraire le potassium à l'aide d'une solution d'acétate d'ammonium 1N à pH7.après agitation pendant 1 heure et filtration, préparation d'une dilution à 1/10,pour étalonner le spectrophotomètre à flamme ,une gamme d'étalonnage de déferlante concentration de la solution de KCL est préparé selon les concentration suivante en ppm 0.5,1,2,4,8,12,16,20.passer cette gamme au spectrophotomètre et noter la lecture

obtenue pour chaque concentration le coefficient d'étalonnage est calculé en divisant la somme des lecture par la somme des concentrations (c) la valeur de K donné en(mg /100g) de terre sèche ,elle est calculée par la formule suivante :

$$K \text{ (mg/100g)} = LxDxVx100/Cx1000xP$$

L: lecture correspondante à l'échantillon D: inverse de rapport de dilution

V: volume extrait C: coefficient d'étalonnage P: prise d'essai (2,5g de sol).

III. Analyse statistique

Afin d'évaluer l'ampleur de la présence du grenadier sur les propriétés des sols sous climat aride, nous avons effectué une analyse de variance des caractéristiques chimiques des sols étudiés avec l'utilisation du logiciel STAT-BOX.

I. Morphologie du profil pédologique

Les caractéristiques morphologiques du profil pédologique sous grenadier (Fig. 10) montrent une abondance racinaire dans les niveaux superficiels avec un horizon profond moins abondant en ces dernières.

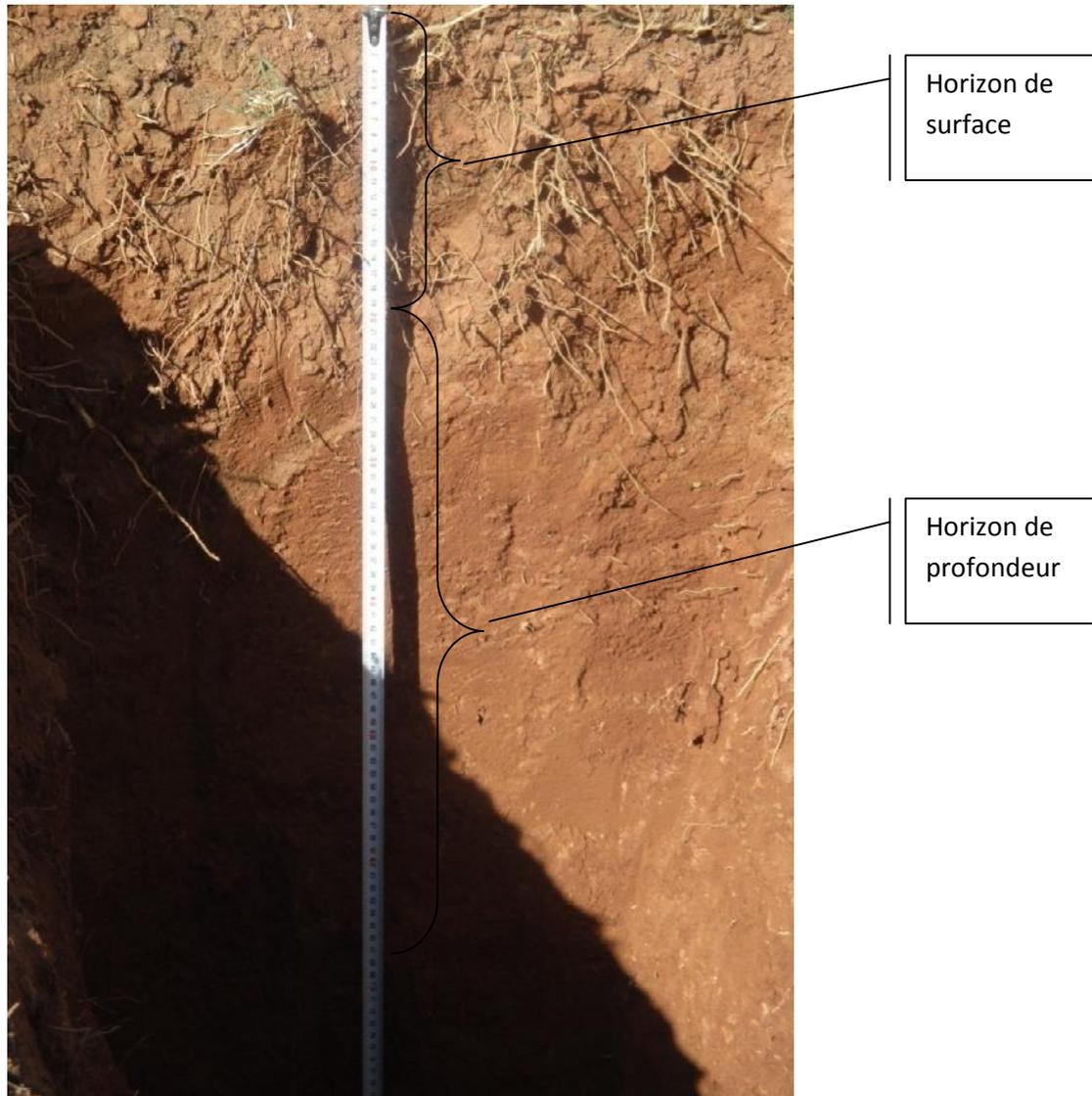


Figure9. Profil pédologique du verger étudié

La description des caractéristiques morphologiques du profil (Tab. 1) confirmée par les analyses physiques et chimiques des sols nous permettent de dire que c'est un Aridosol (W.R.B., 2003).

II. Caractérisation physique et chimique des sols étudiés

II.1. Analyse granulométrique

Les résultats de l'analyse granulométrique montrent que les pourcentages de sables sont de loin supérieurs à ceux des autres fractions. Cette variation atteint un taux de 65% (Tab. 2). Il est important de signaler que dans ce travail nous avons déterminé uniquement la texture des arbres A3, A9 et A11. Le reste des arbres est caractérisé par Ouslimani et Malek, (en cours) (A1, A5 et A7).

Cette analyse nous a montré que tous les échantillons étudiés ont une texture limono-sableuse après projection sur le triangle des textures de la F.A.O.

II. 2. Caractéristiques chimiques du sol

Les résultats de la caractérisation chimique des sols étudiés sont représentés dans le tableau (6).

II.2.1. Le pH

Les résultats de la détermination du pH des sols (Tab. 6), nous indiquent que les sols sous grenadier sont moyennement à fortement alcalins. Cette variation peut s'expliquer par un fort pouvoir tampon exercé par les carbonates de calcium dans ces sols (Hinsinger, 2003).

Une augmentation significative des pH des horizons profonds comparativement aux horizons de surface est à signaler (Fig. 10). Cette dernière peut être due au dessèchement local des horizons profonds ce qui a pour effet une importante concentration des solutés de cations qui font augmenter leur alcalinité (Anoua et *al.*, 1997).

Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les ions prélevés par les racines induisent une différence de charges cationiques et anioniques et par conséquent une libération de protons H^+ ce qui fait diminuer le pH à proximité des racines (Maillard, 2000).

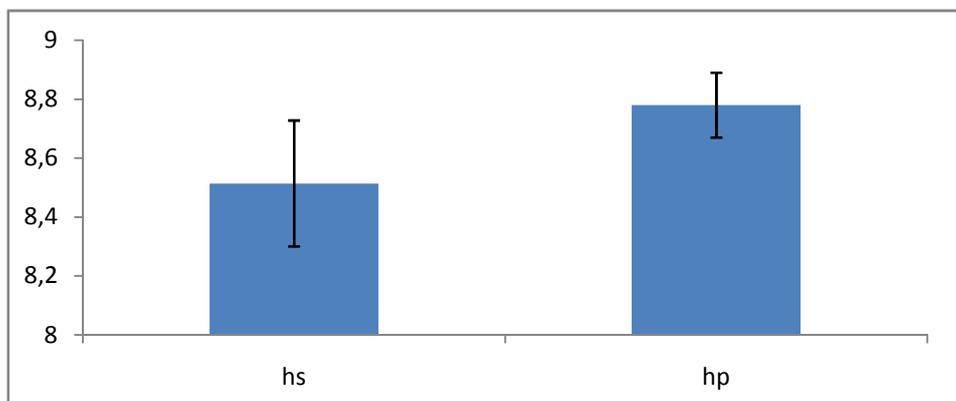


Figure 10. Variation du pH des sols en fonction de la profondeur

Tableau 7. Résultats de l'analyse de la variance pour le pH des deux horizons.

II.2.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique dépend de la teneur en électrolytes (Cl^- , So_4^{2-} , Co_3^{2-} , Na^+ , Ca^{++} et Mg^{++}), le terme salé semble indiquer la prédominance de chlorure de sodium assez souvent (Benbadji et al., 1996). En se référant aux normes d'interprétation de la salinité (annexe 2), on constate que les sols de la région étudiée sont non salés. Cependant les sols des horizons superficiels représentent la plus grande valeur de CE qui est atteint $767 \mu s/cm$, par contre la valeur la plus faible est enregistrée au niveau des sols profonds $133 \mu s/cm$ (Fig. 12). L'analyse de la variance nous a révélé que cette variation est significative pour le facteur profondeur (Tab.8).

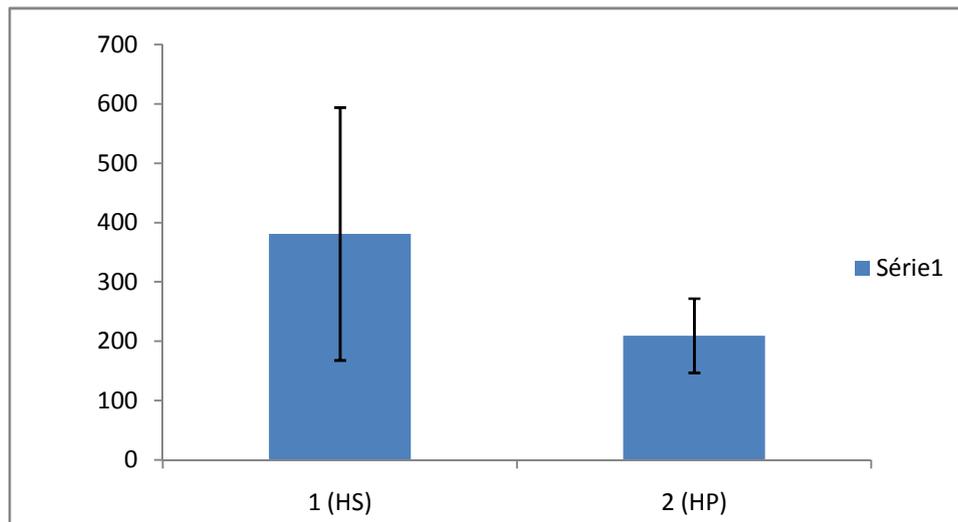


Figure 11. Variation de la conductivité électrique des sols

Ce gradient de variation de la surface vers la profondeur ne semble pas suivre la théorie. Cependant, Servant, (1975) a montré que l'accumulation des sels dans les horizons de surface s'explique par une accumulation des sels à ce niveau en plus de l'effet de l'irrigation. De plus, on assiste à aux fortes évaporations dues aux températures élevées de la région, ainsi, que les pratiques d'irrigation non maîtrisées.

II.2.3. Calcaire total

Le dosage des carbonates de calcium a montré que les taux sont importants. Les résultats varient de 9,68 % à 12,97 % (Tab.3) selon les normes d'interprétation. Les sols sous grenadier de Melaga sont faiblement calcaires.

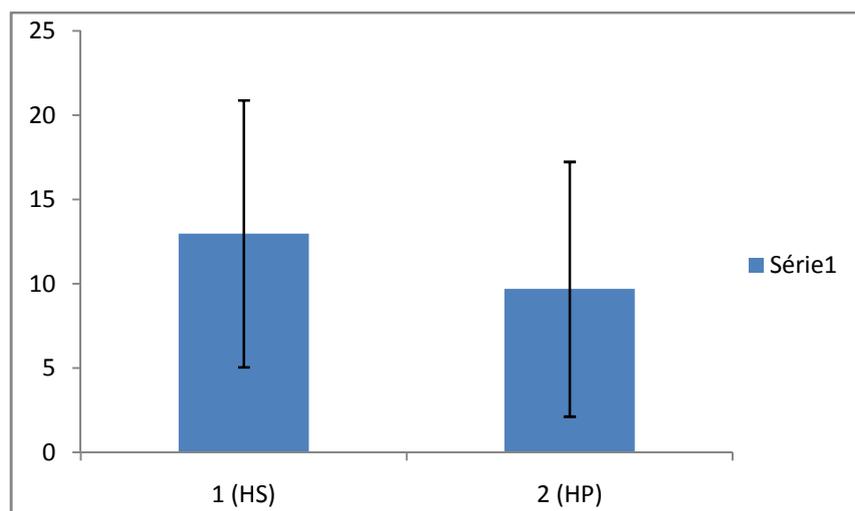


Figure 12. Variation du calcaire total en fonction de profondeur.

L'analyse statistique a montré que la variation du calcaire total est non significative (Tab. 9). L'horizon de surface présente le taux le plus élevé. L'augmentation du taux de calcaire dans cette fraction peut être expliquée par les eaux d'irrigation chargées et le matériau parental, sachant que le verger étudié est situé dans une dépression qui d'après l'agriculteur était une Daya.

Des études ont montré qu'en sol calcaire, la matière organique hydrosoluble s'insolubilise au contact des carbonates de calcium sous forme de Fulvate et d'Humate de calcium. Leur biodégradation par la microflore bactérienne est fortement ralentie. La décomposition de cette matière organique à laquelle s'ajoute l'activité respiratoire de la biomasse qui produit du CO_2 , au contact des carbonates très peu solubles, permettent de former des Bicarbonates de calcium $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$ solubles qui précipiteraient ultérieurement sous forme de CaCO_3 en fonction des conditions pédoclimatiques (Schvartz et *al.*, 2005). Il est important de signaler que les sols étudiés subissent 11 mois de sécheresse en plus de l'importance du gel, cette région est connue pour la durée importante de ce phénomène.

Tableau 9. Résultats de l'analyse de la variance pour le CaCO_3 des deux horizons

La diminution du taux de calcaire total dans l'horizon profond est dû à l'acidification du milieu par les racines qui excrètent des H^+ et des acides organiques qui désagrègent les carbonates de calcium (Jaillard, 2001). Il est important de signaler que l'horizon de surface présente une abondance en racines très importante, cette partie du travail est abordée dans un autre travail par Louni et Madani (en cours).

II.2.4. Carbone organique

Les sols sous grenadier sont pauvres en matière organique. Nous observons une légère augmentation au niveau de la surface avec un taux de 1,1 %. Mais en profondeur le pourcentage est remarquablement bas. Cette partie du travail est réalisée par Hadim (en cours). L'analyse de la variation montre une différence significative pour ce facteur (Fig. 14 et Tab.10).

Tableau 10. Analyse de la variance pour le carbone organique.

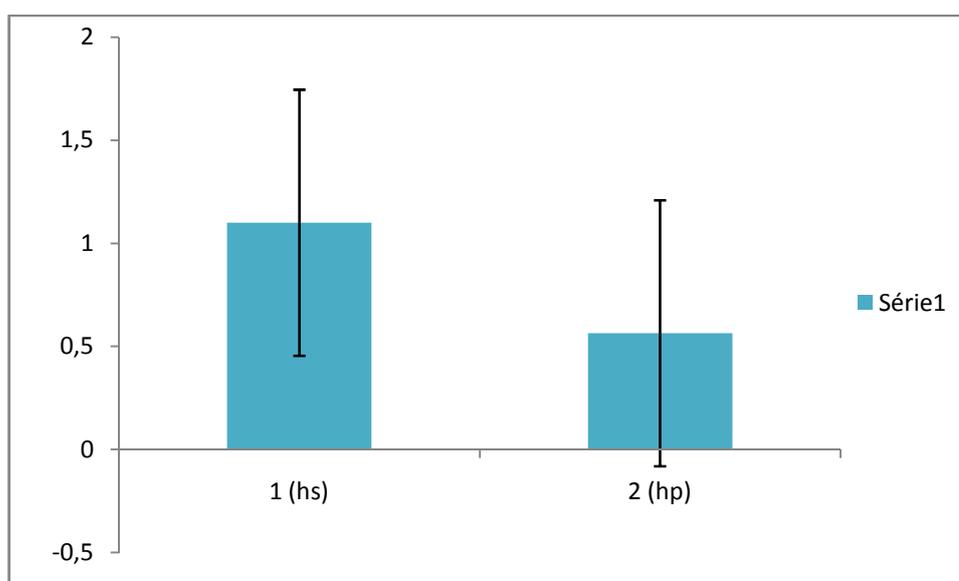


Figure 13. Variation des taux carbone organique en fonction de profondeur

La teneur en carbone organique élevée en surface est liée aux apports en matière organiques fraîche et à la présence d'une végétation sous forme de strate herbacée en surface.

Lors de la campagne d'échantillonnage nous avons remarqué la présence de fumier en surface, ces apports n'ont pas été quantifiés, mis ca reste toujours une bonne stratégie de valorisation de ces sols dans une zone aussi aride et dégradée.

Nous avons aussi constaté une compaction du sol en profondeur. La texture des sols est aussi favorable à cet état des lieux en plus de l'utilisation des machines lors des différentes techniques culturales. Ainsi le développement du système racinaire reste superficiel, ce qui explique la diminution de la teneur en carbone dans les niveaux inférieurs du sol et rend l'activité biologique difficile. Toutefois, ceux sont les horizons de surface qui sont les mieux pourvus en carbone organique frais. Le contenu en matière organique des sols est influence globalement par : les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, le drainage et les pratiques culturales (Halitim, 1988).

II.2.5. Phosphore assimilable dosé par la méthode Olsen

Les résultats obtenus par cette méthode de dosage du phosphore dit assimilable sont très faibles. Ils varient en moyenne entre 0.03 et 0.13 ppm (Fig. 15). Cette partie du travail est réalisée par Mallek et Ouslimani, (en cours). Toutefois, il est important de signaler l'augmentation très hautement significative (Tab.11) des teneurs en phosphore dans les horizons de surface comparativement aux horizons de profonds.

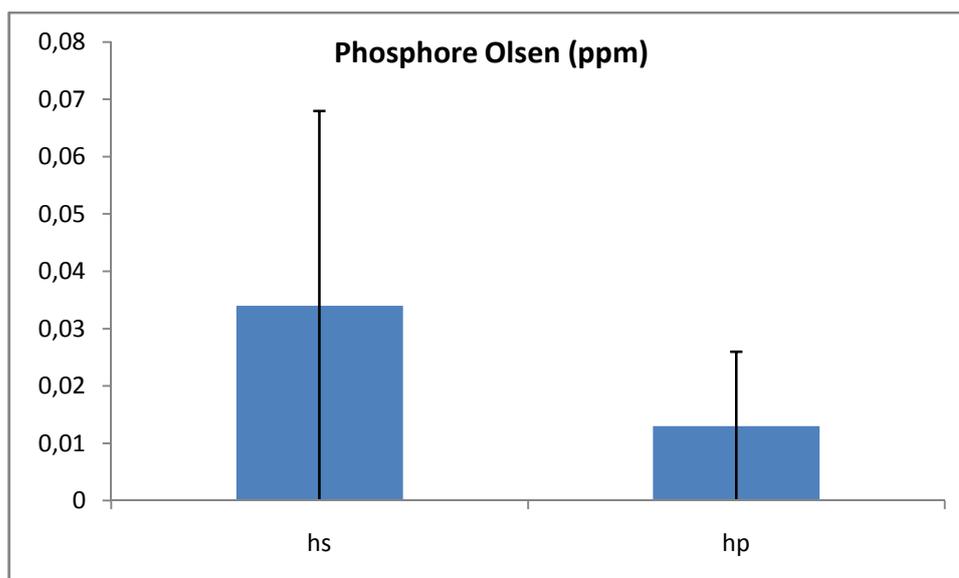


Figure 14. Variation des teneurs en phosphore Olsenen fonction de la profondeur

Ces concentrations très faibles sont liées à la nature du matériau parental avec les pH alcalins d'une part, ainsi que l'irrigation qui est mal gérée d'après nos observations sur le site.

II.2. 6. Potassium assimilable

Le dosage du potassium assimilable des sols sous grenadier a révélé que ce dernier varie de 20,362 à 144,97mg/100g. Ces résultats montrent que ces sols sont riches en potassium assimilable comparés aux normes international (annexe, 1).

La variation des teneurs en cet élément suit un gradient inverse de ce qui est connu habituellement. Les teneurs sont plus importantes en surface (Fig. 16). L'analyse de la variance présente une diminution non significative (Tab.12), cela signifie que le facteur étudié, horizon, n'influence pas sur cette diminution. Cette variation peut être liée aux apports des intrants qui ne sont pas quantifiés encore une fois. L'arboriculteur a juste dit que j'ai apporté des fertilisants chimiques, d'où le problème d'en tirer des conclusions fiables.

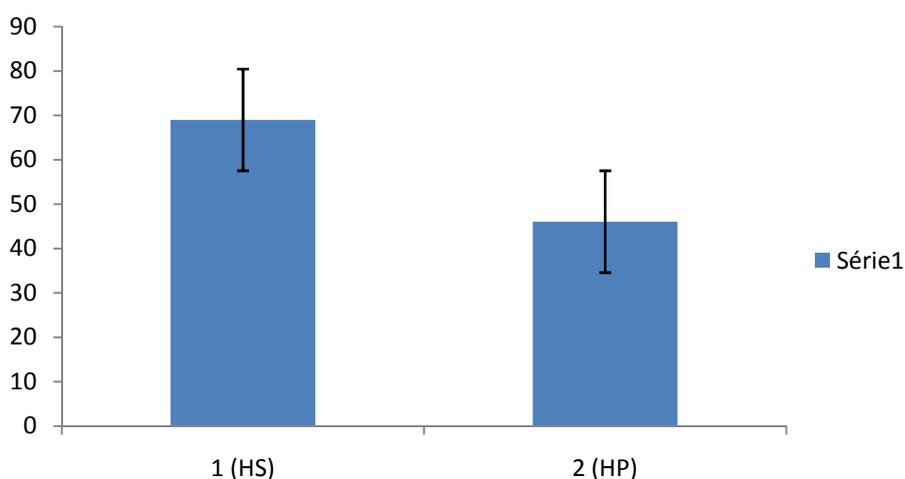


Figure 15. Variation des teneurs en potassium assimilable en fonction de la profondeur

Ces concentrations élevées dans les horizons de surface pourraient être expliquées par ces amendements chimiques d'une part et les apports organiques sous forme de fumier d'autre part.

De plus la texture limono-sableuse peut contribuer et favoriser le lessivage. Quemener J. (1976) signale que le potassium se déplace verticalement sous l'influence des eaux d'infiltration et les entraînements concernant la couche travaillée provoquent un certain enrichissement des couches sous-jacentes et des pertes au-delà de la profondeur maximale d'enracinement.

Ces pertes par drainage dépendent du taux et de la nature des colloïdes, du degré de saturation en potassium des couches supérieures, de la hauteur d'eau infiltrée, des quantités d'engrais appliquées et varient d'environ 10 kg de $K_2O/ha/an$ en sol argileux profonds à 20 kg en sols limono-argileux et à 50-80 kg en sol sableux.

Tableau 12. Résultats de l'analyse de la variance pour le potassi

Il serait souhaitable de compléter cette analyse par les dosages des autres formes de potassium et de phosphore sans négliger le statut azoté, afin que nous puissions faire un diagnostic complet avec un suivi temporel et saisonnier.

L'objectif de ce travail était d'étudier les caractéristiques physiques et chimiques d'un sol sous grenadier dans une steppe dégradée en défens dans la région de Melagaw.Djalfa.

Au terme de cette étude il en ressort que dans les sols arides l'implantation du grenadier particulièrement la variété *Messaadreste* une espèce importante dans la mise en valeur et l'amélioration des sols dégradés.

Les résultats obtenus montrent une texture limono-sableuse, avec une amélioration des pourcentages de l'humidité dans les horizons superficiels. La conductivité électrique indique que ces sols ne sont pas salés avec des pH qui oscillent de moyen à fortement alcalin. Le système racinaire superficiel et son activité ont eu une influence significative sur les taux de calcaire. Néanmoins, les taux de matière organique sont pauvres malgré les apports et le développement d'une biomasse racinaire importante. Les éléments assimilables restent variables dans les horizons explorés. Des taux élevés en potassium assimilable mais très faibles en phosphate dit assimilable.

Toutefois, nous sommes satisfaits par les résultats de cette étude qui ont montré l'influence du grenadier sur les paramètres physiques et chimiques des sols mis en valeur. Avec une installation d'un agroécosystème qui a amélioré les conditions environnementales en plus de l'apport socioéconomique pour la région. Dans cette optique il serait nécessaire d'entreprendre des actions notamment dans ce sens :

Apporter les matières organiques de toutes sources pour l'amélioration des conditions physiques, chimiques et biologiques de ces sols pauvres ;

Raisonnement de la fertilisation où on doit connaître les besoins de la plante et l'offre du sol ;

Adopter des systèmes d'irrigation modernes dans le but de limiter le taux d'évaporation et donc la salinité ;

Opter pour une agriculture de conservation surtout une couverture permanente des sols et de moins labourer les sols voir annuler toute perturbation de cette couche fragile ;

Implantation des plantes associées tolérantes pour la salinité et l'aridité.

Références bibliographique

Abrol. I.P. et AL. 1988,*Salt-affected soils and their management. FAO Soils.Bulletin 39*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Afaq F., Saleem M., Krueger C.G., Reed J.D., Mukhtar H., 2005. Anthocyanin- and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK & NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *Int. J. Cancer.* 113(3), 423-433p.

Antipolis S. , 2003: les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens. Plan Bleu.

Ashraf M. and Harris P., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants.*Plant Sci.*, 166: 3-6.

Ben-Arie, R., Segal, N., Guelfat-Reich, S., 1984.The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate.*J. Am. Soc. Hortic.Sci.* 109(6), 898-902p.

Benkheira A. 2000 : guide des habitats aride et saharien conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles, ALG.PP.1-5.

Benoit B. 2013. Tela Botanica : Base de donnés Nomenclature de la flore en France. BDNFF, 4p.

Bolt H.M. et al. 1978 : *International Archive on OccupationalEnvironmentalHealth*, 60 (3), 141-4.

Bonneau M.et Sucher B. ,1994 :pédologie2 ;constituante et propriété du sol ;tome 2

Bounneau M. et Sachier B., 1997 : constituants et propriétés du sol ; tome 2 Ed Masson ; paris ; 460 p.

Chaux C.,Foury C.,1994 : Production légumière, légumineuse ,légume et fruits ;tome3 ;ed Lavoisier ;Paris ;563p.

Chhipa A B.R. et Lal P.,1992 :Effect of soil salinity on the pattern of nutrient up take by use susceptible and tolerant of wheat ;in agrochemical ;vol36,n6;pp418-42

Coic Y. Coppentet m., 1989: les oligo-éléments en agriculture et élevage ; Ed. INRA. Paris

Dellal A., 1984 : Réaction du riz à la salure en relation avec la dynamique des équipement ioniques, nitrification et dégagement du CO_2 en sol salé ; thèse doct ; univ.catholique ; LOUVIN ; 158p.

Dresch J. (1982) : Géographie des régions arides, Paris. 190 p.

Driouch A., Ouhsine M., Ouassou A., Benguedour R. ,2001: Effet de NaCl sur l'activité du phosphoenol pyruvate carboxylase (PEPL) foliaire et son rôle sur la synthèse du malte et de la proline chez le blé dur *Triticum durum* Dedf. ; Science lettres ; vol.3, n.3.

Duchauffour PH., 1995 : pédologie : sol, végétation environnement ; 4ème ed. Masson ;

Duchauffour PH., 1995 : pédologie : sol, végétation environnement ; 4ème ed. Masson ;

Durand J.H.1983, les sols irrigables, Agence de coopération culturelle et technique.

environnement ; ENSAM INRA ; 2p

Essington M.E. 2004: *Soil and water chemistry, an integrative approach.* CRC Press, USA.

François R. 2000 : *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité,* Edition DUNOD, Paris, 1152 pages.

Gobat J.M., Arno M., Matthey W., 1998 : 1 Le sol vivant, base de pédologie biologie de sol ; 519p.

Gratzfeld J. 2004 : Industries extractives dans les zones arides et semi-arides : planification et gestion de l'environnement, Royaume-Uni, UICN. 112p.

Halitim A., Robert N., Tessier d., Prost R., 1984 : Influence des cations échangeable (Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) et la concentration saline sur le comportement physique (rétention en eau, conductivité hydraulique)

Heller R., 1981 : physiologie végétale ; tome 1 nutrition ; Ed. Masson et Cie ; Paris ; 332 p

Hillel D., 2000. Salinity Management for Sustainable Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.

Jaillard D.2001 : flux de protons dans la rhizosphère et acidification des sols ; sol et

Kafkai U., 1991: Root growth under stress. In: Waisel Y., Eshel A. & Kafkafi U., eds. Plant roots: the hidden half. New York, USA: Marcel Dekker, 375-391.

Kaouthar S., Drevenj j., Chedi Y A., 2001 : nodulation et croissance nodulaire chez l'haricot sous contrainte saline ; An international journal agriculture and environnement ; Ed. INRA. Sep-nov 2001;pp 227-234.

Katerji N., Van hoorn J.W. ,Hamdy A. et Mastrorili M., Karam f.,1998: salinity and drought. À comparaison of their effects on the relationship between yield and evapotranspiration ;agric.Water Manage;36;pp45-54.

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

Khdri M., Pliego I., Soussi M., Iluch C. ,Ocana A., 2001 : ammonium assimilation and urademetadolum in commun bean nodulinder salt stress; an international journal , agriculture and environnement ; Ed. INRA. Sep-nov 2001.

Kutuk C., Caycal G . , Hengli.k., 2006: effect of increasing salinity and N-labbed urea levels on growth, N up take and water use efficiency of young tomato plants; Australian journal of soil Reseach 42(3);pp345-351

Lamari A., 2003: effet de l'interaction salinité _ phosphore sur la nutrition minérale du sorgo (Surghun vulgar var Rocket) ; thèse Ing. ; INA EL8harrach ; 60p.

Levigneron A., Félice L., Gérard V., Pierre B., Pierre F. and Francine C.D., 1995 : Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures 1995 ; 4: 263-73.324p

Levigneron A., Félice L., Gérard V., Pierre B., Pierre F. and Francine C.D., 1995 : Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures 1995 ; 4: 263-73.

Levitt J. 1980: *Response of plants to environmental stresses*. Volume II. Water, radiation, salt and other stresses. 2nd edn. Academic Press, London, UK.

Luttge U., Kluge M., Bauer G., 1992 : botanique ; Ed. Tec. Et Doc.lavoisier ; Paris ; 574p.

Melgarejo P., 1993. Selección y tipificación varietal de granado (*Punicagranatum L.*) [Ph.D. thesis]. Valencia. Spain: Univ. Politecnica de Valencia (UPV).

Melgarejo P., Salazar D.M.S., 2003. Tratado De Fruticultura Para Zonas Áridas Y Semiáridas. Vol. 2: Algarr. 416p.

Melgarejo P., Salazar, D.M.S., 2003. Tratado De Fruticultura Para Zonas Aridas

Mengel K., Breiniger M.t., Bubl W., 1984: bicarbonate, the moste important factor inducing iron chlorosis in viver grapes on calcarous soil plant; soil 81; pp333-334

-Mermut A.R., and Arshad M.A., 1987: Significance of sulfide oxidation in soil salinization in southern Saskatchewan, Canada. SoilSci. Amer. J. 51:247-251.

Mhiri A., 2002 : Le potassium dans les sols de Tunisie. atelier sur la gestion de la fertilisation

Munns R., 2002: Comparative physiology of salt and water stress; Plant, Cell and Environment 25, 239-25

Munns R., 2008: Sodium excluding genes from durum wheat and sea barleygrass improve sodium exclusion of bread wheat. 2nd International Salinity Forum Salinity, water and society-global issues, local action.

NASERI M.Y. (2001), *Characterization of salt-affected soils for modelling sustainable land management in semiarid environment: A case study in the Gorgan region, northeast Iran.* ITC dissertation 52, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, the Netherlands

P.U. France, 190 p.

potassique, acquis et perspectives de la recherche. Institut national agronomique de Tunisie

Pousset J. , 2002 : engrais verts et fertilité des sols, Ed. Agridécisions, Paris. 303p.

Quemener J., 1976 : Analyse du potassium dans les sols. Au service de l'agriculture, dossier K2O n° 1, 26 pages.

Rognon P. 1994 : les conséquences de la sécheresse sur la pédogenèse. Sécheresse 3(5).PP/1736184 **Morel R., 1989 :** les sols cultivés .Ed. Lavoisier, paris. 373p

Servant J., 1975 : *Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphes. Exemple des sols salés du sud et de sud-ouest de la France.* Thèse doc. Es sciences Naturelles, ENSA Montpellier, France

Slama F., 1991 : transport de Na⁺ dans les feuille et sensibilité des plantes à NaCl évaluation d'un effet piéger au niveau des tiges ; Agro.11, Elsevier ; INRA. Paris ;pp 251-275

Stengel p.,Gelin S.,1988 :Sol interface fragile; ed.INRA;Paris;213p.

SZABOLCS I. (1994),*Soils and salinisation. In 'Handbook of Plant and Crop Stress.* (ed. M. Pessarakli), pp 3-11. first edition, Marcel Dekker, New York.

Torres c.b., Bingham f .T. 1973 : salt tolerance of mesewen wheat, effect of NO₃⁻ and NaCl on miniral nutrition, growthand grain production of fowwheats; soil science, society of American tuoc;vol37 n 5 pp711-715.

TurpaeultM.P.,Ultramontain C.,Bonnaud P.,2001 : Dynamique saisonnière des propriété physico-chimique et minéralogique de sol rhizososphérique et global dans un écosystème foresteries acide ;INRA ;pp59-78.

Y Semiaridas. Vol. 2: Algarr. 416 p.

Zaffran J.,1998 : Initiation a biologie végétale ;ed.Marklting S.A ;Paris 160p.

Zuang H., Barret P., Beau C. 1988. Nouvelles espèces fruitières. CTIFL, Paris, pp. 152-156p.

Annexes

Annexe 1

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 °C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe I	0 à 500	Non salé	Négligeable
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe III	1000 à 2000	Salé	Diminution des rendements de la plus part des cultures
Classe IV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe V	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

Résumé

L'objectif de ce travail est d'étudier les caractéristiques physiques et chimiques d'un sol sous grenadier dans une steppe dégradée mise en défens sous climat aride. L'échantillonnage des sols a été fait sous douze arbres pris sur une diagonale, au sein d'un jeune verger de grenadier, dans la région de Melaga. Le sol est un aridosol avec une texture limono-sableuse humide en surface. La conductivité électrique nous a permis de déduire que le sol n'est pas salin, faiblement calcaire avec un pH moyennement à fortement alcalin de la surface vers la profondeur. Le dosage des éléments nutritifs a révélé des teneurs faibles en matière organique, un taux élevé en potassium assimilable et des faibles teneurs en phosphore assimilable.

Mots clé : sol -grenadier -aridité- salinité – mise en défens

Summary

The objective of this work is to study the physical and chemical characteristics of ground under grounds in a degraded steppe defended under arid climate. Soil sampling was done under twelve trees taken on a diagonal, within a young grounds orchard in the Melaga area. The soil is an aridosol with a sandy loamy texture on the surface. The electrical conductivity allowed us to deduce that the soil is not saline, weakly calcareous with a moderate to strongly alkaline pH from the surface to the depth. Determination of nutrients revealed low levels of organic matter, high assimilable potassium content and low levels of available phosphorus.

Key words: soil - grenadier - salinity – defense