



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Dr. Tahar Moulay -SAIDA-
Faculté des Sciences et Technologie
Département de Biologie

Université Abou- Bekr Belkaid -Tlemcen-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire présenté en vue de l'obtention du
diplôme MASTER II en Biologie

Spécialité : Ecologie Végétale et Environnement

Thème :

Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des
Pinèdes (*Pinus halepensis*) de la wilaya de Naâma

Présenté par :

ZADI Fatima Zohra

Soutenu le : 22 - 06 -2014.

Devant les membres du jury :

Président : Mr : HACHEM Kadda M.A.A, Université de Saïda.

Promoteur : Mr : BORSALI Amine. H M.C.B, Université de Saïda.

Examineur 1 : Mr : BENABDELLAH .Noureddine M.A.B, Université de Saïda.

Examineur 2 : Mr : HASNAOUI Okacha M.C.A, Université de Saïda.



Remerciements

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé durant toutes mes années d'étude et de m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour finaliser ce travail.

Mes remerciements vont d'abord à mon rapporteur monsieur BORSALI A., du département de biologie, pour avoir accepté de diriger ce travail tout le long de sa réalisation.

J'aimerais exprimer mon gratitude aux personnes qui m'ont fait l'honneur de participer au jury et avoir accepté d'évaluer ce mémoire :

A monsieur HACHEM K, qui m'a fait l'honneur de présider notre jury de mémoire. Mes respectueux hommages.

A monsieur BENABDALLAH N. et monsieur HASNAOUI O. pour m'avoir fait l'honneur de prendre part à mon jury de mémoire. Toute ma gratitude.

Un grand remerciement à Monsieur AOUIMER K, pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail.

A tous ceux qui m'ont aidé au niveau des directions de la wilaya, La conservation des forêts de la wilaya de Naâma (Spécialement à Monsieur AMARA et Monsieur ZAIR).



Merci



Dédicaces

*Je dédie ce travail à mon père ZADI Boualem et ma
mère qui m'ont toujours soutenu,*

Pour mes chers frères : Ahmed, Mohamed, Salah

*Pour mes chères sœur : Asma, Horia, Karima, Wahiba
et son fils LOAY abd nour Ben Mansour*

Pour mes très chers amis (Mokha, Malika, Sara, Halima)

*Je dédie ce travail à toute la Promotions de biologie
Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.*

Zadi Fatima zohra

Tima

Table de matière

Remerciements	
Dédicace	
Table de matière	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	02
Chapitre1 : Généralités sur les forêts des zones arides.	
1.1. Présentation des zones arides.....	03
1.1.1. Les zones arides Dans le monde.....	03
1.1.2. Les zones arides en Algérie.....	04
1.1.2.1. Situation géographique.....	05
1.1.2.2. Spécificité climatique.....	05
1.1.2.3. Spécificité de végétation.....	06
1.2. Les forets des zones arides.....	07
a- Les forêts.....	07
1.3. Les forets de la wilaya de Naâma.....	09
1.3.1. Couverture forestier.....	09
1.3.2. Espèces Végétales.....	10
1.3.3. Superficie.....	11

Chapitre 2 : la vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones arides

2.1. Présentation des sols arides.....	12
2.1.1. Les sols salés.....	12
2.1.1.1. Effet de la salinité sur le sol.....	12
2.1.2. Les sols gypseux.....	13
2.1.2.1. Effet du gypse sur le sol.....	13
2.1.3. Les sols calcaires.....	13
2.1.3.1. Effet du calcaire sur le sol et les végétaux.....	14
2.2. Dégradation des sols arides.....	14
2.3. Origine et diversité des sols arides.....	17
2.3.1. La diversité des paysages en zones arides.....	17
2.4. Le concept de qualité des sols.....	18
2.4.1. La qualité chimique.....	19
2.4.2. La qualité physique.....	19
2.5. Effet de la sécheresse sur les propriétés des sols.....	20
2.5.1. Effet de la sécheresse sur la matière organique.....	21
2.5.2. Effet de la sécheresse sur les propriétés physiques.....	21
2.5.3. Effet de la sécheresse sur les propriétés chimiques.....	22

2.6. Influence du climat sur les régions arides.....	23
--	----

Chapitre 3 : matériel et méthode.

3.1. La Zone d'étude.....	24
3.1.1. Situation géographique de la wilaya de Naâma.....	24
3.1.2. Spécificités de la wilaya de Naâma.....	24
3.1.3. Paysage morphologique.....	25
3.1.4. Aspects édaphiques.....	25
3.1.4.1. Le sol.....	25
3.2. Présentation des parcelles d'étude.....	26
3.2.1. Caractéristique floristique et échantillonnage.....	26
3.2.2. Situation géographique de la zone d'étude.....	30
3.3. Choix des stations et types d'échantillonnages.....	31
3.3.1. Géo localisation des stations.....	31
3.3.2. Type d'échantillonnage, de prélèvement du sol.....	31
3.4 Analyses effectués pour les placettes.....	32
3.4.1. Analyses physico-chimique et méthodologie.....	32
a. Granulométrie.....	33
b. Humidité du sol (hygroscopie).....	34
c. Matière organique.....	35
d. Capacité de rétention.....	36
e. pH (eau), pH (KCL) et la conductivité électrique.....	36
f. Couleur du sol.....	38

j. Perméabilité.....	39
g. Calcaire.....	40
h. Densité apparente.....	41
i. Densité réelle et Porosité.....	41
3.4.2. Méthodologies des analyses chimiques.....	42
3.4.2.1. Analyse par fluorescence X.....	42
3.4.2.2. Analyse d'azote (rapport C/N).....	43
3.4.2.3. Carbone organique.....	43
3.5. Traitement statistique.....	44

Chapitre 4 : résultats et discussion

4. 1.Résultats d'analyse du sol.....	45
4.1.1. Résultat des analyses chimique du sol.....	46
4.1.2. Résultat de L'apport d'azote et carbone du sol.....	46
4.2. Discussion.....	47
4.2.1. Matière organique.....	48
4.2.2. L'Humidité du sol.....	49
4.2.3. Capacité de rétention.....	50
4.2.4. pH eau distillé et pH KCL.....	52
4.2.5 .conductivité électrique.....	53
4.2.6. Perméabilité et porosité.....	54
4.2.7. Densité apparente et densité réelle.....	55
4.2.8. Stocks des éléments chimiques des sols.....	56

4.3. Vulnérabilité des sols arides par rapport des facteurs physico-chimiques.....59

Conclusion générale.....61

Références bibliographiques

Résumé

Liste Des Figures

Figure 01 : Carte des zones arides dans le monde.....	04
Figure 02 : évolution des principaux peuplements forestiers de la wilaya de Naâma...	11
Figure 03 : Les processus de dégradation des sols et les techniques de conservation....	15
Figure 04 :Schéma général montrant la place centrale du sol dans les problèmes d'environnement.....	16
Figure 05 : Effet de l'érosion éolienne et hydrique sur les sols steppiques.....	23
Figure 06 : Situation géographique de la wilaya de Naâma.....	24
Figure 07 : localisation des parcelles d'étude dans la carte de la wilaya de Naâma.....	26
Figure 08 : localisation de la station 1(Mekalis)	27
Figure 09 : localisation de la station 2(ceinture vert).....	27
Figure 10 : localisation de la station 3(Draa el Aoud).....	28
Figure 11 : localisation de la station 4(El biodh)	29
Figure 12 : localisation de la station 5(Ain ben khelil).....	29
Figure 13 : Tamis mécanique.....	33
Figure 14 : triangle de texture	34
Figure 15 : mesure de l'humidité.....	35
Figure 16 : mesure du pH (eau, KCL).....	37
Figure 17 : Mesure de la Conductivité électrique.....	38
Figure 18 : La détermination de la couleur (code Munsell).....	39
Figure 19 : mesure de perméabilité.....	40
Figure 20 : détermination de calcaire (effervescence au HCl).....	40
Figure 21 : Mesure de porosité.....	41
Figure 22 : Spectromètre RX.....	43
Figure 23 : Compresseur automatique.....	43
Figure 24 : le taux de la matière organique pour les cinq stations.....	48
Figure 25 : le taux d'humidité pour les cinq stations.....	49
Figure 26 : la capacité de rétention des cinq stations.....	50
Figure 27 : pH eau et pH KCL du sol dans les cinq stations.....	52
Figure 28 : la conductivité électrique dans les cinq stations.....	53
Figure 29 : perméabilité et porosité dans les cinq stations.....	54
Figure 30 : Densité apparente et densité réelle dans les cinq stations.....	55
Figure 31 : la teneur en éléments chimique dans la station n°1et n°2.....	56
Figure 32 : la teneur en éléments chimique dans la station n°3.....	56
Figure 33 : la teneur en éléments chimique dans la station n°4.....	57
Figure 34 : la teneur en éléments chimique dans la station n°5.....	57

Liste Des Tableaux

Tableau 01: Superficies des zones arides d'Algérie.....	05
Tableau 02: Répartition des terres forestières par commune.....	10
Tableau 03 : les caractéristiques générales de ces parcelles d'étude.....	30
Tableau 04 : Les coordonnées géographiques et les noms des forêts.....	31
Tableau 05: Résultats d'analyses physico-chimique du sol.....	45
Tableau 06 : Résultat des analyses chimique.....	46
Tableau 07 : Résultat de L'apport d'azote et carbone.....	46

Liste des Abréviations

°C: Degré Celsius

C O: carbone organique

CE : la conductivité électrique.

CFN : Conservation des forêts de Naâma

D.G.F: direction générale des forêts

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

H : hauteur

Ha : hectare

HCl : Acide chlorhydrique – Hydrochloric acide

INRA : Institut nationale de recherches agronomiques

KCl : Chlorure de potassium – Potassium chloride

MO : Matière Organique

N : azote

OSS : Observatoire du Sahara et du Sahel

pH : potentiel hydrique

Ps: Poids

S : station

SCIS : Société des Ciments de Saida, Spa d'El Hassasna

Introduction générale

*«On boit l'eau, on respire l'air mais on ne mange
Pas le sol. Il ne nous nourrit qu'indirectement.»*

Blum Winfried, 1997

Le sol, objet d'étude de la Pédologie, peut être défini comme étant la couche superficielle de l'écorce terrestre ("couverture pédologique") qui possède des caractéristiques morphologiques et minéralogiques ainsi que des propriétés physico-chimiques distinctes de celles du matériau originel dont il dérive (un substrat géologique ou tout autre matériau apparenté), du fait de sa position à la surface de la lithosphère et de l'influence des facteurs du milieu qui y agissent (Baize et Girard, 1992).

Les sols méditerranéens sont en général fragiles et vulnérables, et ce pour plusieurs raisons : les précipitations irrégulières et souvent violentes favorisent l'érosion ; l'importance des pentes aggrave le phénomène ; les températures élevées accélèrent la décomposition de la matière organique et les sécheresses ralentissent la production de nutriments ; la productivité végétale est souvent réduite à cause de la dureté du climat et de la récurrence des incendies (Guénon, 2010).

La dégradation d'un sol correspond à la perte ou à la réduction de ses fonctions (Blum, 1997) et se traduit principalement par une baisse de sa « qualité », se manifestant par une diminution de ses capacités productives et de ses capacités de régulation environnementale (Lal *et al.*, 1997), contribuant ainsi au dérèglement des cycles biologiques (PNUE, 2007). Un dérèglement de ces cycles peut altérer les cycles des nutriments générant ainsi une dégradation des écosystèmes et indirectement un impact sur le bien-être de l'homme (Millenium Ecosystème A., 2005).

Les sols sableux, à structure particulière, sont sensibles à l'érosion dès qu'ils sont en pente. Le manque d'argile et surtout d'humus, et l'absence d'une couverture végétale (mulch) pendant l'hiver sont responsables de cette érosion (Quzel et medail ,2003).

Introduction générale

Or la dégradation des terres dans ces écosystèmes déjà fragilisés par les conditions climatiques et édaphiques, nécessite surtout et avant toute intervention, des recherches approfondies en amont : répertorier l'ensemble des facteurs impliqués de façon directe ou indirecte dans le processus de dégradation du sol et surtout, chercher à savoir comment ces facteurs se conjuguent et interagissent dans le temps et dans l'espace.

Le présent travail rend compte des questions relatives à l'état des sols des forêts dans les zones arides.

Notre terrain se situe au niveau de cinq forêts de la wilaya de Naâma répartie comme suit : Naâma (Mekalis, ceinture vert), Mecherai, El Biodh, et Ain Ben khelil.

On a effectué plusieurs analyses physico-chimique des sols des différentes stations.

Pour chaque station on a prélevé 5 échantillons de sol.

Le présent mémoire s'articule en outre quatre chapitres :

1. Le premier chapitre un aperçu général sur les forêts des zones arides.
2. Le second sur la vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones arides.
3. Le troisième concerne la partie « matériel et méthodes » qui présente les caractères généraux de la zone d'étude et la méthodologie utilisées pour l'étude du sol.
4. Le quatrième sur : les résultats et discussions et enfin une conclusion générale.

Les résultats importants acquis au cours de ce mémoire ont été synthétisés et discutés. Enfin on a résumé des acquis et des limites de ce travail, qui nous ont amené à suggérer des perspectives de recherche et de gestion des écosystèmes méditerranéens.

1.1. Présentation des zones arides :

Les environnements arides sont extrêmement divers par leurs formes de terrain, leurs sols, leur faune, leur flore, leurs équilibres hydriques et les activités humaines qui s'y déroulent, Du fait de cette diversité, on ne peut pas donner de définition pratique des environnements arides. Cependant, l'élément commun à toutes les régions arides est l'aridité (FAO, 1992).

Généralement la zone aride est subdivisée en trois domaines comme suit (Emberger 1955 ; le Houerou, 1975) :

- Le domaine hyper aride dont la pluviométrie est inférieure a 100 mm.
- Le domaine aride proprement dit dont la pluviométrie est comprise entre 100 et 300- 400 mm.
- Le domaine semi- aride dont la pluviométrie est comprise entre 300- 400 mm et 600 mm. Selon certains écologistes, le terme désert vrai devrait être réservé de façon exclusive aux zones à climat hyper aride (Ramade, 2003).

1.1.1 Dans le monde :

Wri ,2002 vient de proposer pour classer la zone aride de considérer les valeurs du rapport ratio précipitation annuelle / évapotranspiration potentielle moyenne annuelle (fig. 1), le monde à été divisé en :

- La zone hyper aride couvrant environs 11 millions de Kilomètres carrés, soit 8% des terres totales et elle correspond principalement au désert du Sahara.
- Les zones arides, semi-arides et subhumides sèches couvrent près de 54 kilomètres carrés, se rencontrent surtout dans les continents, mais elles sont principalement concentrées en Asie et Afrique

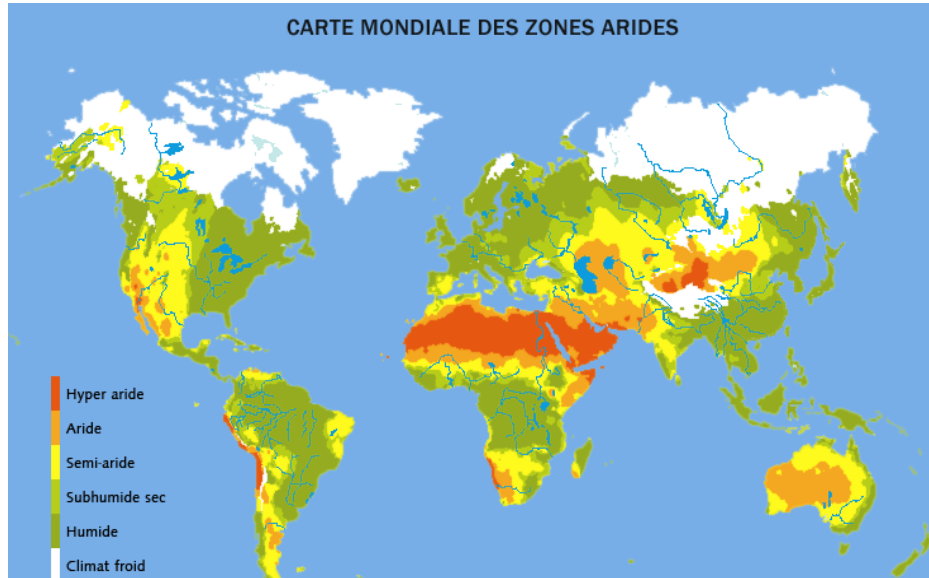


Figure 01 : Carte des zones arides dans le monde (wri, 2002).

1.1.2. En Algérie :

La classification bioclimatique d'Emberger et sauvage a été largement adoptée en régions méditerranéennes. Cinq étages du bioclimat méditerranéen ont été définis pour l'Algérie : Saharien, aride, semi aride, sub- humide et humide.

On distingue selon Nedjraoui (2003) :

- Le semi- aride : 300- 600 mm.
- L'aride : 300- 100 mm.
- Le Saharien < 100 mm qui occupe 89,5% de la superficie totale de l'Algérie. La superficie des zones arides en Algérie selon le Houerou (1995) est de 216000 Km², et 386000 Km² de zones hyper arides supérieur (tab. 1).

Tableau 01 : Superficies des zones arides d'Algérie en 103 Km²(Le Houerou, 1995, modifie)

Pluviosité moyenne	La superficie
Semi- aride à humide P> 400	181
Aride supérieur 400> P> 300	59
Aride moyenne 300> P> 200	70
Aride inférieur 200> P> 100	87
Zone aride total	216
Hyper aride supérieur	386

1.1.2.1. Situation géographique :

En algérie malgré l'absence de d'élimination exacte on estime la superficie steppique a 20 millions d'hectares ce qui représente une parte de prés de 8,5 km² du territoire nationale

la steppe algérienne présente une entité géographique bien différenciée en raison de l'aridité de son climat de son hydrologie de la nature de son sol de sa végétation de l'occupation des terres et de mode de vie de ses habitant c'est un ruban de 1000 km de long sur une largeur 300 km a l'ouest et au centre réduit a moins de 150 km de l'est (Halitim , 1988).

Elle se localise entre deux chaines de montagne en l'occurrence l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud.

1.1.2.2. Spécifité climatique :

La zone aride se caractérise par une chaleur excessive et une précipitation insuffisante et variable ; on y trouve cependant des contrastes climatiques. Ceux-ci résultent en général des différences de température, de saison des pluies et de degré d'aridité. Lorsqu'on décrit la zone aride, on distingue trois grands types de climats: le climat méditerranéen, le climat tropical et le climat continental.

Dans le climat méditerranéen, la saison des pluies se situe en automne et en hiver. Les étés sont chauds et secs; les températures hivernales sont douces. La « figure 1 » illustre le climat méditerranéen, avec une saison humide commençant en octobre et se terminant en avril ou mai, suivie de cinq mois de saison sèche (FAO, 1992).

1.1.2.3. Spécificité de végétation :

Les sels, au sens large du terme, constituent les traits caractéristiques des paysages arides d'Algérie, plus de 95% de ces régions sont en effet soit calcaires, soit gypseux, soit salsodiques (Halitim, 1988).

Ces différents composants ont un impact sur l'infiltration, le développement des plantes et la sensibilité du sol à l'érosion hydrique ou éolienne.

Dans les zones arides, le couvert végétal est rare. On peut néanmoins distinguer trois formes de plantes:

- annuelles éphémères;
- pérennes succulentes;
- pérennes non succulentes.

Les éphémères annuels, qui apparaissent après les pluies, accomplissent leur cycle de vie au cours d'une brève saison (+8 semaines). Leur croissance est limitée à une courte période humide. Les éphémères ne possèdent pas les caractéristiques xéromorphiques des pérennes. En général, elles sont de petite taille, ont des racines peu profondes et leur adaptation physiologique est constituée par une croissance active. Les éphémères survivent pendant la saison sèche, qui peut durer plusieurs années, sous forme de graines. Elles peuvent parfois former des peuplements denses et fournir du fourrage.

Les pérennes succulentes sont capables d'accumuler et de stocker de l'eau (qui peut être consommée pendant les périodes de sécheresse); ceci est dû à la prolifération du tissu parenchymal des tiges et des feuilles et aux faibles taux de transpiration qui les caractérisent. Les cactus sont des pérennes succulentes typiques.

Les pérennes non succulents constituent la majorité des plantes de la zone aride. Ce sont des plantes rustiques, qui comprennent les graminées, les petites plantes ligneuses, les buissons et les arbres qui supportent le stress de l'environnement des zones arides. Nombre de pérennes non succulents ont des graines "dures" qui ne germent pas facilement; ces graines doivent souvent être traitées (par trempage dans l'eau ou l'acide) avant de germer. On peut distinguer trois formes de croissance des pérennes non succulentes:

- persistantes - actives biologiquement pendant toute l'année;
- caduques en période de sécheresse - biologiquement dormante en saison sèche;
- caduques en période froide - biologiquement dormantes en saison froide (FAO, 1992).

1.2. Les forêts des zones arides :

a- Les forêts :

On est loin de penser immédiatement aux forêts lorsque l'on évoque les terres ou zones arides. Près de 50 pour cent du continent africain est couvert de terres arides, qui s'étendent sur la totalité ou sur une partie de la superficie de 15 pays d'Afrique occidentale et centrale, et de 15 pays d'Afrique orientale et australe. La distribution et la grande diversité de la végétation des zones arides dépendent, entre autres, du régime des précipitations et de la géomorphologie; depuis des siècles, l'Afrique est connue pour la diversité de ses ressources uniques en faune sauvage. Compte tenu de l'aridité qui caractérise une grande partie de l'Afrique, la contribution des forêts et des terres boisées est indispensable pour lutter contre la désertification, protéger les bassins versants et surtout, contribuer à la sécurité alimentaire sur le long terme.

Vu les multiples rôles qu'elles jouent, les forêts sont peut-être encore plus importantes en zones arides qu'ailleurs. En effet elles :

- Sont riches en une biodiversité qui s'est adaptée à des conditions écologiques extrêmes.
- Fournissent des biens et services éco-systémiques d'une importance vitale.

- Constituent un tampon contre la sécheresse et la désertification.
- Offrent un dispositif de sécurité contre la pauvreté.
- Représentent un capital naturel pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets.

Toutefois, l'importance de ces forêts est encore sous-estimée et, de ce fait, les activités de gestion durable et de conservation intéressant les forêts des zones arides n'attirent pas suffisamment de ressources techniques et d'investissements financiers.

Le changement climatique, un enjeu majeur: le changement climatique apparaît comme la force motrice des problèmes actuels liés aux ressources naturelles et risque d'accentuer les transformations et les problèmes importants qui touchent l'Afrique. Selon les prévisions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les températures moyennes annuelles de l'air en surface devraient augmenter et les précipitations diminuer dans les zones tropicales et subtropicales, depuis l'Afrique jusqu'à l'Indonésie, en particulier dans les régions subtropicales les plus arides. Les seules régions où les précipitations moyennes annuelles pourraient augmenter sont l'Afrique orientale, le Sahel, la côte de Guinée et le Sahara méridional, mais le degré d'incertitude est élevé (GIEC, 2007).

Les régions subtropicales contiennent certains des centres de diversité biologique les plus riches au monde; un large éventail de scénarios sur le changement climatique révèle que ces centres sont extrêmement vulnérables au changement climatique. Selon les projections, et même dans le cas des scénarios prévoyant un climat stable, 40 pour cent de la biodiversité forestière subtropicale pourrait être perdue (Fischlin *et al.*, 2009). De nombreuses essences forestières subtropicales se situent dans des environnements très fragmentés et sont donc les premières à être menacées d'extinction; si cela se produit, les moyens d'existence des populations tributaires de la forêt seront mis en danger. Les transformations induites par le changement climatique pourraient décaler l'aire de répartition des espèces et affaiblir la productivité des arbres; la pression exercée sur les écosystèmes forestiers s'accroîtrait davantage. Les conditions plus chaudes et plus sèches qui règnent dans la région du Kilimanjaro en Afrique orientale ont ainsi intensifié les incendies de forêt, dégradant l'environnement et contraignant les animaux et les espèces végétales à migrer vers l'aval (Agrawala *et al.*, 2005). Dans les régions où de

nombreuses populations sont tributaires de la forêt, ce qui est le cas de l'Afrique subsaharienne, la baisse des précipitations et l'augmentation de la gravité et de la fréquence des sécheresses devraient accentuer les pressions actuelles exercées pour exploiter les forêts et renforcer l'impact de l'extension de l'agriculture sur les terres forestières. Dans ces régions, les populations tributaires du bois de chauffe pour leurs besoins d'énergie domestique et des produits non ligneux pour survivre risquent de subir des pressions supplémentaires. La précarité de la production vivrière et de l'agriculture dans maints pays d'Afrique suscite de vives inquiétudes, et l'on craint, sur le plan humain, que les effets du changement climatique dans ces pays soient beaucoup plus marqués que dans les régions plus tempérées.

1.3. Les forêts de la wilaya de Naâma :

1.3.1. Couverture forestier :

Selon CFN, 2008 ; Le patrimoine forestier de la wilaya (tab. 2) s'étale sur une superficie de 138.000 ha, constituée principalement de 92 % de peuplements naturels (matorral) et 08 % de peuplement artificiels (bandes, ceintures, boisements de masse, fixation de dunes...)

Tableau 02: Répartition des terres forestières par commune (CFN, 2008).

Commune	couverture forestière (HA)			Terres à vocation forestière (*)
	Peuplements artificiels	Peuplements naturels	Superficie totale	
Naâma	2.161	2.800	4.961	6.644
Mecheria	2.113	6.800	8.913	3.295
Ain-Sefra	1794	29.200	30.994	5.056
Tiout	100	8.400	8.500	100
Sfissifa	0	22.800	22.800	200
Moghrar	0	0	0	500
Asla	0	0	0	650
Djenien Bourezg	0	14.800	14.800	400
Ain-Ben-Khelil	2.138	36.400	38.538	8.000
Mekmen B. Amar	250	0	250	1.400
Kasdir	100	0	100	300
El-Biodh	2.444	5.300	7.744	2.695
Total	11.100	126.500	137.600	29.240

1.3.2. Espèces Végétales :

Pin d'Alep- Genévrier de phoenicie -Genévrier Oxycèdre -Chêne vert-Cyprès-Casuarina- Eucalyptus- Tamarix-Rétam- Pistachier d'atlas «Bétoum».

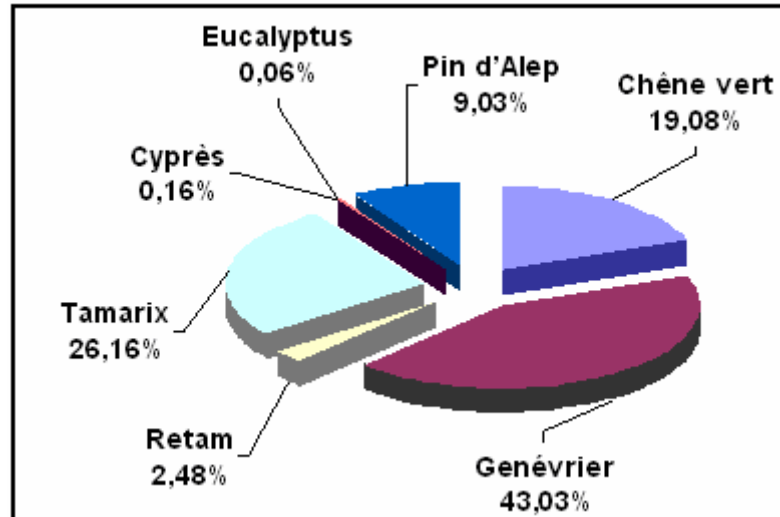


Figure 02: évolution des principaux peuplements forestiers de la wilaya de Naâma.

1.3.3. Superficie :

Selon Nedjraoui *et al.* (1999). Ils représentent 74 % de la surface totale de la wilaya, localisés en majeure partie au nord. On note 05 types de parcours :

- les parcours à *Lygium spartum* (sengha) : Occupant une superficie de 618.000 ha très affectés par la sécheresse ;
- les parcours à *Stipa tenacissima* (alfa) : Occupant une superficie de 436.250 ha dans un état très avancé de dégradation, localisée au nord du Chott El Gharbi ;
- les parcours à *Artemisia herba-alba* (armoise) : évaluées à 15.150 ha, en voie de disparition, localisés à l'ouest de Gaaloul ;
- les parcours à *Hamada Scoparia* (remth) : d'une superficie de 560.000 ha localisées principalement dans le sud de la wilaya et ont tendance à remonter vers le nord signe d'une avancée du désert ;
- les parcours hétérogènes : d'une superficie de 553.040 ha sont très dégradés.

2.1. Présentation des sols arides:

Dans les régions arides, les sols, d'une manière générale, posent d'énormes problèmes de mise en valeur. Ils présentent souvent des croûtes calcaires ou gypseuses et sont la plupart du temps salés et sujets à l'érosion et à une salinisation secondaire (Aubert, 1960).

Les sols seront classés en fonction du niveau des sels, selon Halitim (1988) on distingue les types de sols suivants :

- ✓ Les sols accumulation de sels (au sens très large du terme sels)
- ✓ Les sols calcaires.
- ✓ Les sols gypseux.
- ✓ Les sols calcaires et gypseux.
- ✓ Les sols salés.

2.1.1. Les sols salés : sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de forte quantités de sels solubles - plus solubles que le gypse- 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, qu'ils rendent diffuse. Ces deux caractères de ces sols modifient également et diminuent le développement de leur végétation et des cultures que l'on peut y faire.

On parlera en général de sol salé lorsque la concentration en sels des solutions dépasse 0.5 g/ l cette concentration est le plus souvent mesurée par la conductivité électrique (CE) de la solution du sol saturée (Robert, 1996).

2.1.1.1. Effet de la salinité sur le sol :

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 (Servant *et al.*, 1970).

2.1.2. Les sols gypseux :

Les sols gypseux (au sens large) sont largement répandus et apparaissent typiques des régions arides et semi- arides, Ils sont répandus dans les régions à régime hydrique xeric, ustic et aridic (Khademi et Mermut, 2003) : Tunisie, Syrie, Irak, sud de l'URSS et de l'Espagne, Mexique, Algérie, etc.

L'origine du gypse en qualité importante dans le sol est en relation avec la présence de roches sédimentaires gypseuses, la topographie et l'aridité du milieu (Bellanca et Neri, 1993).

Le gypse constitue la forme la plus répandue du sulfate de calcium dans le sol (Eswaran *et al.*, 1981).

2.1.2.1. Effet du gypse sur le sol :

La présence de gypse en grande quantité, dans le sol affecte les qualités physico-chimiques de ce dernier, baisse la fertilité et par conséquent la biomasse et la production végétale.

Comparé aux autres formations salines (sels solubles, calcaires), le gypse n'a pourtant pas fait l'objet d'analyses pédologique aussi approfondies (Halitim, 1988).

2.1.3. Les sols calcaires :

Le calcaire peut provenir de l'altération de la roche mère (Ruellan, 1976) ou de précipitation de carbonate de calcium secondaire (Ruellan, 1971 ; Duchauffour et Souchier, 1977).

Il peut se trouver sous trois formes principales : diffuses, en concentrations ou discontinues.

En Algérie, les sols calcaires, se distribuent sur l'ensemble du Nord de l'Algérie, particulièrement dans les étages bioclimatiques arides et semi- arides.

Un sol calcaire c'est un sol contenant du CaCO₃ libre en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible sous l'action d'HCl dilué à froid, le CaCO₃ est souvent accompagné de MgCO₃.

2.1.3.1. Effet du calcaire sur le sol et les végétaux :

Le calcaire fournit le calcium qui provoque la floculation des colloïdes minéraux et organique du sol, action nécessaire à l'établissement d'un état structural, et permet au sol de créer les réserves, en éléments nutritif (Eliard, 1979). On sait que l'humus calcique est le meilleur ciment des agrégats, le calcium est nécessaire aussi à l'édification de tissus de végétaux (Mathieu *et al.*, 2003).

Mais quand le calcaire se trouve dans le sol à la fois en quantité trop forte, les conséquences pour les plantes peuvent être fondamentales, ce qui explique que l'on distingue classiquement des plantes, cultivées ou spontanées, résistant au calcaire « calcaro- tolérantes » et des plantes souffrant, « plantes calcifuges ». Ces effets néfastes pour la plante peuvent être compensés par d'autres facteurs pédologiques : texture argileuse, bilan hydrique, etc (Baize et Girard, 1995).

En outre, le calcaire fin bloque certains éléments indispensables aux plantes comme le fer, B, Cu, Mn, Zn, en solubilisation de la calcite au niveau des racines dont le fonctionnement se trouve perturbé, obstacle à la minéralisation de la matière organique par effet d'enrobage (Morel, 1996).

2.2. Dégradation des sols arides :

La dégradation de l'état des sols partout dans le monde est un phénomène méconnu et non médiatisé, alors qu'elle peut avoir de graves répercussions sur le changement climatique, la biodiversité, l'eau et par voie de conséquence sur la vie humaine (Yvette Lazzeri *et al.*, 2013)

La dégradation des terres réduit ou détruit la capacité des terres à produire (agriculture, foresterie, pastoralisme). Elle résulte d'activités humaines excessives ou inadaptées (surpâturage, mauvaise gestion des terres, prélèvement excessif de bois de feu) entraînant l'érosion, la perte de fertilité et la salinisation des sols. La baisse de la

productivité des sols atteint 50 % dans certaines régions. Le stade ultime de la dégradation est irréversible : les sols deviennent alors stériles (Lacoste ,2011).

La difficulté provient du fait que nos connaissances sur les processus de dégradation des terres et sur les mécanismes des changements climatiques, sont encore bien incomplètes. Suite à la période de sécheresse prolongée qui a sévi en Afrique sahélienne, on constate que cette pluviosité moindre et sa variabilité plus grande. Cependant, l'impact de ces sécheresses est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. Pour l'ensemble des auteurs, l'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (Cornet, 2002).

L'érosion éolienne se manifeste surtout dans les zones arides et semi-arides, due à l'arrachement par le vent des particules fines de la surface du sol. La menace pour les sols est soit d'être recouverts par des sables ou des dunes apportées par le vent, soit d'être réduits à l'état de squelette après la disparition des éléments fins emportés par le vent (Montanarella ,1999).

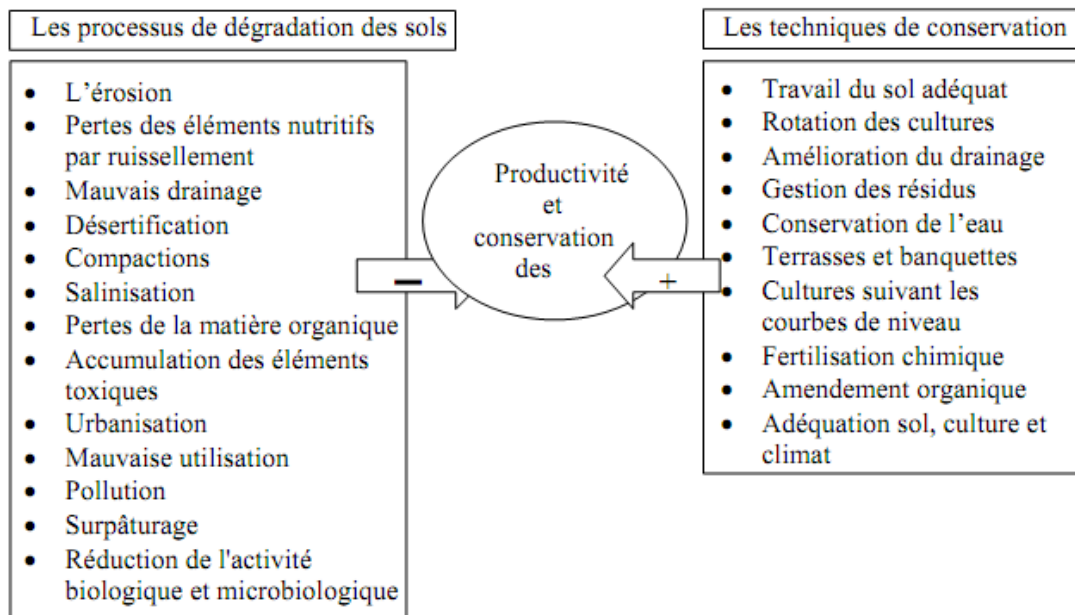


Figure 03 : Les processus de dégradation des sols et les techniques de conservation (Gaouas, 2003 in Abdelguerfi ,2003).

L'érosion hydrique a pour effet la diminution de la fertilité du sol par l'entraînement de l'humus ce qui rend la nutrition en éléments minéraux déficiente, les éléments fins disparaissent et le sol perd sa fertilité initiale. Du point de vue physique la perméabilité du sol décroît et l'eau ruisseler au lieu de pénétrer en profondeur et aucune réserve en eau dans ce cas ne se constitue pendant la saison sèche (Melalih, 2011).

La désertification désigne, en zone aride, la dégradation des terres résultant de différents facteurs, tels que les variations climatiques et les activités humaines. Lorsque la dégradation des terres touche les zones arides du monde, cela crée souvent des conditions désertiques. A l'échelle mondiale, 24% des terres sont en cours de détérioration. Environ 1,5 milliard d'individus dépendent directement de ces zones en phase de dégradation. Près de 20% des terres qui se dégradent sont des terres cultivées, et 20-25% sont des pâturages.

Les conditions climatiques, en particulier la température et la pluviométrie, jouent un rôle prépondérant sur le renouvellement des matières organiques des sols, l'humidité du sol favorise également la biodégradation des matières organiques, ainsi la propriété physico-chimique des sols telles que la texture et la minéralogie influencent également la dynamique des matières organique (Anonyme, 2008).

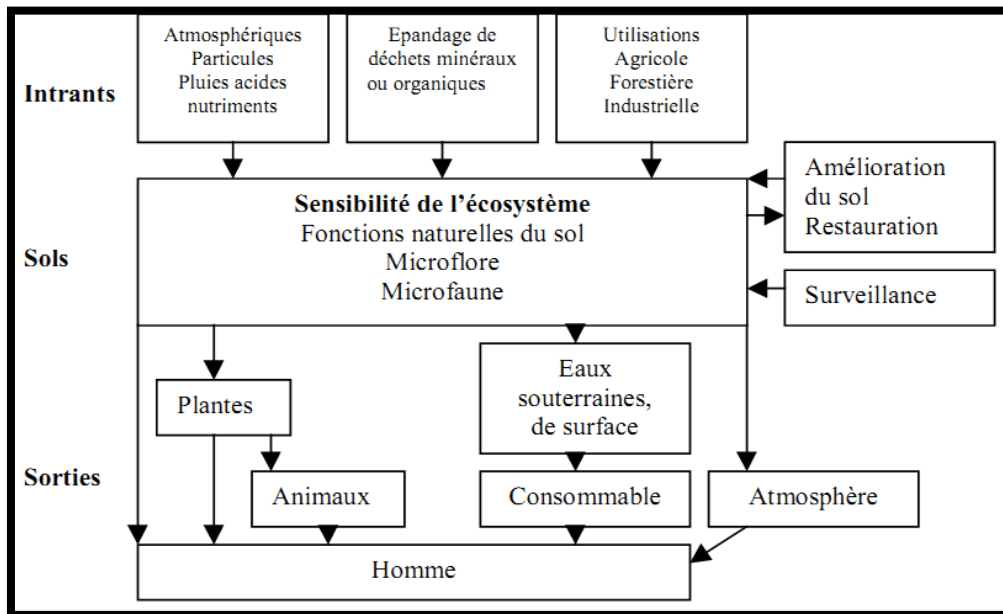


Figure 04 : Schéma général montrant la place centrale du sol dans les problèmes d'environnement (Mathieu, 1996).

2.3. Origine et diversité des sols arides :

Les sols se forment avec le temps à mesure que le climat et la végétation agissent sur le matériau de la roche mère. Les aspects importants de la formation des sols dans un climat aride sont les suivants:

- des changements journaliers importants de température, qui provoquent la désintégration mécanique ou physique des roches;
- les sables transportés par le vent qui abrasent les surfaces exposées des roches.

La désintégration physique des roches donne des fragments relativement gros; seule l'érosion chimique peut les décomposer en fragments plus petits. Le processus d'érosion chimique est lent dans les zones arides en raison du déficit hydrique caractéristique. D'autre part, les périodes prolongées d'insuffisance hydrique sont importantes dans l'élimination ou le lessivage des sels solubles dont l'accumulation est renforcée par la forte évaporation. Les brèves périodes de ruissellement de l'eau ne permettent pas une pénétration profonde des sels (qui ne sont transportés qu'à courte distance), d'où une accumulation de ceux-ci dans les dépressions fermées (FAO, 1992).

2.3.1. La diversité des paysages en zones arides :

La diversité paysagère en zone aride est marquée par deux points essentiels :

- La richesse des éléments constituant ce paysage notamment les formes géomorphologiques.
- Et leur évidente apparence aux yeux de l'observateur car non masquées par la végétation. Les formes paysagères les plus connues des régions arides de nos contrées sont : les ergs, les regs, les hamadas, les djebels, et enfin les oasis* qui est la variante humanisée des principaux paysages désertiques. A noter qu'il y'a une infinité de variété de paysages qui sont le résultat de la combinaison subtile des différents éléments paysagers (Benkheira, 2007).

2.4.Le concept de qualité des sols :

Le sol se trouve ainsi fortement exposé aux agressions anthropiques. Certaines de ces activités sont parfois non raisonnées et provoquent des détériorations pouvant être irréversibles. Les perturbations de ce milieu fragile peuvent alors affecter le fonctionnement des écosystèmes terrestres dans leur totalité. La constatation d'une dégradation permanente des sols a motivé une réflexion internationale sur la définition du concept de qualité des sols et sur les actions scientifiques concourant à la gestion durable de ce système écologique. Ce concept a été développé pour caractériser la valeur et le bon fonctionnement des sols. Les notions de fertilité, de productivité, de durabilité des ressources, et de qualité environnementale sont les principales bases des définitions actuelles de la qualité des sols. Le concept de qualité des sols est une notion subjective et très dynamique. Sa définition donne lieu à de nombreuses interprétations qui répondent toujours aux préoccupations sociales et scientifiques actuelles. En ce sens, les critères de qualité des sols peuvent évoluer selon les sociétés, de même que le niveau de qualité d'un sol défini peut évoluer dans le temps, sous l'influence de pratiques humaines ou de changements environnementaux. (Gros Raphaël, 2002).

Les notions de fertilité, de productivité, de durabilité des ressources, et de qualité environnementale sont les principales bases des définitions actuelles de la qualité des sols. (Winfried Blum ,1997).

Le terme y est défini comme "La capacité d'un sol fonctionner, dans les conditions naturelles ou sous culture de façon à maintenir la productivité des plantes et des animaux à préserver et à développer la qualité de l'eau et de l'air et à assurer les conditions sanitaires les plus favorables aux hommes et à leurs habitats (Armand, 2008).

Le sol qui assure l'ancrage et l'alimentation en eau et en éléments minéraux de l'arbre doit absolument être de qualité pour que les végétaux puissent s'installer et se développer. Le sol doit être profond, aéré et bien pourvu en éléments nutritifs sur un volume suffisant (Augustin Bonnardot, 2001).

2.4.1. La qualité chimique:

Le sol est avant tout le réservoir qui stocke et redistribue les nutriments sous forme d'ions indispensables à la vie des plantes. Un sol fonctionne comme un système chimique ouvert en recevant mais aussi en fournissant ces ions. Les sources d'apport de ces ions sont multiples (atmosphériques, hydriques, pratiques agricoles). La qualité chimique d'un sol est donc contrôlée par des facteurs externes (la situation géographique, le climat, les connections avec des écosystèmes voisins) mais également par facteurs internes (l'activité microbienne, relation entre les organismes) qui régulent la disponibilité de la ressource chimique (Tessier *et al.*, 1996). Le premier critère de qualité chimique d'un sol est donné par son niveau d'acidité. Il conditionne l'installation et le développement de certaines plantes ou de certaines cultures. L'acidification des sols est un phénomène naturel lié à la nature du substrat (granitique ou calcaire), à l'activité racinaire et aux pluies. Sous un pH trop acide, la vie du sol est ralentie : les bactéries du sol se développent mal et disparaissent, la matière organique se décompose mal, le taux de matière organique augmente par défaut de minéralisation, l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes, autres que celles spécifiquement adaptées, se fait mal. Une forte acidité favorise la toxicité de certains éléments chimiques (Alterre, 2012).

2.4.2. La qualité physique :

la qualité physique des sols est étroitement liée à la structure des sols, c'est-à-dire à la façon dont les constituants minéraux et organiques sont assemblés les uns par rapport aux autres. C'est en effet dans ces différents vides que l'eau et les gaz circulent ou sont stockés et que les êtres vivants peuvent se développer (Tessier *et al.*, 1996).

On peut penser à la structure du sol en termes "d'architecture" et de "stabilité". Sa qualité dépend en grande partie de la taille, de la forme et de la disposition des pores (vides) et des particules solides (mottes de sable, de limon et d'argile). Dans le sol, la matière organique et certains ciments minéraux sont les principaux liants dans la formation de mottes ou d'agrégats par les particules de sable, de limon et d'argile (Henin, 1958 ; Tisdall et Oades, 1982). Dans un sol bien structuré, l'air, l'eau et les éléments nutritifs peuvent traverser les vides contenus dans les agrégats et entre ceux-ci. En outre, l'assemblage des particules solides et des pores résiste bien aux diverses agressions

(travail cultural, moisson, impact des gouttes de pluie, etc.). C'est en effet dans les différentes catégories de vides ménagés par cet assemblage que l'eau, les solutés et les gaz circulent ou sont stockés et que les êtres vivants peuvent se développer.

Selon Bengough *et al.*, (1997) ont montré qu'une augmentation de contrainte mécanique, que l'on peut observer lorsque l'on passe d'un sol poreux à un sol plus compact, induit une augmentation de la longueur racinaire. La modification des propriétés structurales des sols peut également diminuer la perméabilité et donc perturber la circulation des flux de gaz et d'eau, affecter la diffusion des solutés et modifier les mouvements des microorganismes (Duchaufour, 1997). La microflore bactérienne et la faune du sol sont également très sensible aux modifications de leurs habitats. Les perturbations de l'hétérogénéité physico-chimique et structurale des sols peuvent influencer certaines propriétés biotiques et abiotiques directement impliquées dans la survie de ces organismes (Ranjard *et al.*, 1999, Lavelle et Spain, 2001).

La nature et la qualité du sol, ainsi que son degré de végétalisation contribuent à sa plus grande vulnérabilité ou résilience face aux phénomènes érosifs (Jean Pierre, 2010). La dégradation des sols contribue à la perte de la fertilité des sols, de carbone, d'azote et de biodiversité, à la diminution de la capacité de rétention de l'eau, à la perturbation des cycles des gaz et des nutriments et à la réduction de la dégradation des contaminants. La détérioration des sols influence ainsi directement la qualité de l'eau et de l'air, la biodiversité et le changement climatique (Montanarella, 1999).

2.5. Effet de la sécheresse sur les propriétés des sols :

La sécheresse contribue à la dégradation des ressources naturelles telles que la végétation, les parcours pastoraux et les sols, accentuant ainsi le processus d'érosion et de désertification. En effet, la sécheresse et la désertification sont des phénomènes très liés. Au cours du siècle précédent, l'Algérie a vécu plusieurs périodes de sécheresse dont les plus intenses ont été ressenties en 1910 et en 1940 et de manière plus persistante dans les années 1975-80 ainsi qu'au début du siècle, ce qui donne une idée de l'ampleur de cette sécheresse et de la dégradation climatique qui en est la cause (OSS, 2009).

2.5.1. Effet de la sécheresse sur la matière organique :

La végétation joue un rôle fondamental dans le processus de formation des sols en faisant éclater les particules de roche et en enrichissant le sol par des matières organiques provenant de ses parties aériennes et souterraines. Cependant, le rôle de la végétation est réduit dans les zones arides du fait de la faiblesse du couvert et du développement limité des parties aériennes. Cela dit, les systèmes racinaires présentent souvent un développement exceptionnel et ce sont eux qui ont le plus d'influence sur le sol (FAO, 1992).

Les températures élevées accélèrent la minéralisation de la matière organique ; le couvert végétal est souvent réduit à cause de la dureté du climat et des actions anthropiques, et, de ce fait, protège mal le sol ; dans les zones arides, l'érosion éolienne est souvent importante ; dans certaines plaines littorales ou alluviales, la présence d'une nappe salée peut amener la salinisation des sols (CIHEAM, 1993).

2.5.2. Effet de la sécheresse sur les propriétés physiques :

La capacité de rétention d'eau d'un sol dépend de ses caractéristiques physiques telles que texture, structure et profondeur. La texture est la répartition relative des particules (argile, sable et limon). En général, plus fine est la texture, plus grande est la rétention d'eau. La structure, arrangement interne des particules du sol, est influencée par la quantité de matière organique liant ces particules. Les sols sableux n'ont pas de structure; les sols argileux ont différentes formes de structure et les espaces entre les particules permettent la circulation de l'air et de l'eau. Plus importants sont ces espaces, plus grande est la perméabilité.

La profondeur du sol régit la quantité d'humidité du sol et le type de disposition des racines des arbres. En général, les sols colluviaux et alluviaux sont profonds; mais les sols résiduels sont d'une profondeur très variable selon le degré de la pente, la durée et l'intensité des intempéries et les influences biotiques (cultures, pâturage de bétail, etc.). Les sols des crêtes et du haut des pentes sont souvent peu profonds, tandis que ceux du milieu des pentes et des vallées sont de modérément profonds à très profonds. La profondeur des sols dans les régions arides est souvent limitée par un horizon

concrétionné. Cette croûte, composée de minerais de fer ou de graviers de latérite dans la zone tropicale et de calcite consolidée dans la région méditerranéenne, peut être plus ou moins continue et se situer entre 5 et 60 centimètres en dessous de la surface.

2.5.3. Effet de la sécheresse sur les propriétés chimiques :

Selon FAO, (1992) Le forestier s'intéresse généralement plus aux propriétés du sol importantes pour la croissance des arbres et arbustes qu'à l'évolution du profil du sol ou aux systèmes de classification régionale des sols. Le plus important pour les sols des zones arides est la capacité de rétention d'eau et l'aptitude à fournir des éléments nutritifs.

Du fait que dans les zones arides il y a peu d'accumulation de dépôts organiques, la teneur du sol en matières organiques est faible. Lorsqu'on les cultive, cette matière organique disparaît rapidement.

Les propriétés chimiques du sol commandent la disponibilité de nutriments. Les sols arides sont caractérisés par un lessivage significatif des nutriments et une érosion intensive des minéraux, encore que ces deux phénomènes soient ralentis lorsque les précipitations diminuent. La fertilité naturelle (qui dépend beaucoup de la teneur en matières organiques de la couche arable) est souvent faible.

Du fait de l'aridité du climat, les caractéristiques édaphiques qui réduisent les contraintes hydriques seront favorables à la plantation d'arbres ou de buissons. Certaines de ces caractéristiques sont les suivantes:

- présence d'une nappe phréatique à une profondeur que les racines peuvent atteindre;
- épaisseur du sol suffisante pour permettre une réserve d'eau;
- texture du sol retenant la quantité maximum d'eau.

Il ne faut pas oublier que la topographie du terrain peut aussi jouer un rôle important. Ainsi, les bas-fonds et les parties basses des dunes de sable peuvent accumuler une quantité considérable d'eau utilisable par une végétation adaptée.

2.6. Influence du climat sur les régions arides :

L'influence directe du Sahara confère à la steppe un climat sec et chaud, marqué par des fluctuations thermiques importantes. En dehors des lits d'oueds et des dayas, les sols y sont généralement pauvres en matières organiques. La sécheresse, de plus en plus sévère durant les trois dernières décennies (baisse en moyenne de 25 % de la pluviosité) augmente le niveau d'aridité et accroît plus que proportionnellement la sensibilité des sols à la dégradation, levier premier de la diminution de la couverture végétale. L'érosion éolienne, second facteur physique de dégradation des régions arides, est accélérée dans un milieu où la végétation est devenue plus éparse (Abdelguerfi, 2003). Son action contribue à l'appauvrissement des sols. Son action est renforcée par l'érosion hydrique provoquée par des pluies rares mais se présentant toujours sous forme d'orages violents.

« L'état actuel de dégradation atteint dans les zones arides représentant plus de 20 millions d'hectares est un problème majeur pour l'Algérie du 3ème millénaire » (Benabdeli, 1992).



Figure 05: Effet de l'érosion éolienne et hydrique sur les sols steppiques (Nedjraoui, 2011).

3.1. La Zone d'étude:

3.1.1. Situation géographique de la wilaya de Naâma :

Naâma, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc sur 250 km, est située dans la partie sud-ouest des hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien.

La wilaya de Naâma est limitée (fig.6) :

- Au Nord par les wilayates de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
- A l'Est par la wilaya d'El bayadh,
- Au Sud par la wilaya de Béchar,
- A l'Ouest par la frontière algéro-marocaine.

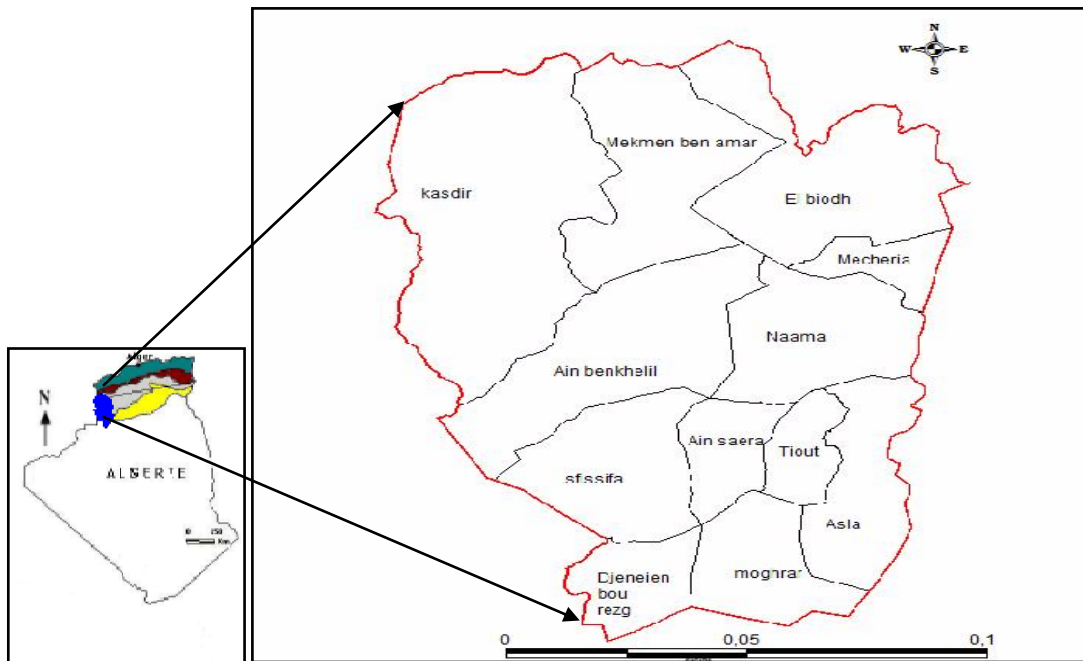


Figure 06: Situation géographique de la wilaya de Naâma (zadi. f, 2014)

3.1.2. Spécificités de la wilaya de Naâma :

- Territoire très vaste (3 millions d'hectares)
- Réserve d'eau souterraine et superficielle très importante.
- Existence des gisements (sel, argile, agrégats, grès, dallage)
- Existence de stations touristiques et éco-touristiques.
- Richesses faunistiques et floristiques diversifiées susceptibles d'être valorisées.

L'espace forestier, de par sa localisation, peut jouer un rôle primordial dans le développement de la wilaya sur le plan économique, écologique et socio-culturel et présente des opportunités d'investissement vu ses richesses multiples.

3.1.3. Paysage morphologique :

La wilaya de Naâma d'une superficie totale de 2 951 410 ha, se caractérise par trois grands espaces géographiques homogènes :

-*Une zone steppique* au nord occupant 74 % de la superficie de la wilaya soit 2 184 046 Ha

-*Une zone montagneuse* représentant 12% de la superficie du territoire de la wilaya soit 354 171 Ha.

-*Une zone présaharienne* au sud qui s'étend sur 14 % restant de la wilaya soit 413 197 Ha .L'agriculture est pratiquée principalement au niveau de cette zone, à travers les oasis - vallées et piémonts (Nedjraoui *et al.*, 1999).

3.1.4. Aspects édaphiques:

3.1.4.1. Le sol :

Les sols de la zone d'étude peuvent être regroupés comme suit :

-*Les sols minéraux bruts :*

-*Sols calcimagnésiques :* Cette classe renferme trois groupes de sols

- *Groupe des sols rendzine*
- *Groupe des sols bruns calcaires*

-*Sols peu évolués*, appartenant au groupe des sols d'apport alluvial, ils sont assez profonds, et sont pauvres en matière organique (Nedjraoui *et al.* , 1999).

3.2. Présentation des parcelles d'étude :

3.2.1. Caractéristique floristique et échantillonnage:

Cette carte est présenter les parcelles q 'on a choisi et répartie comme suite :

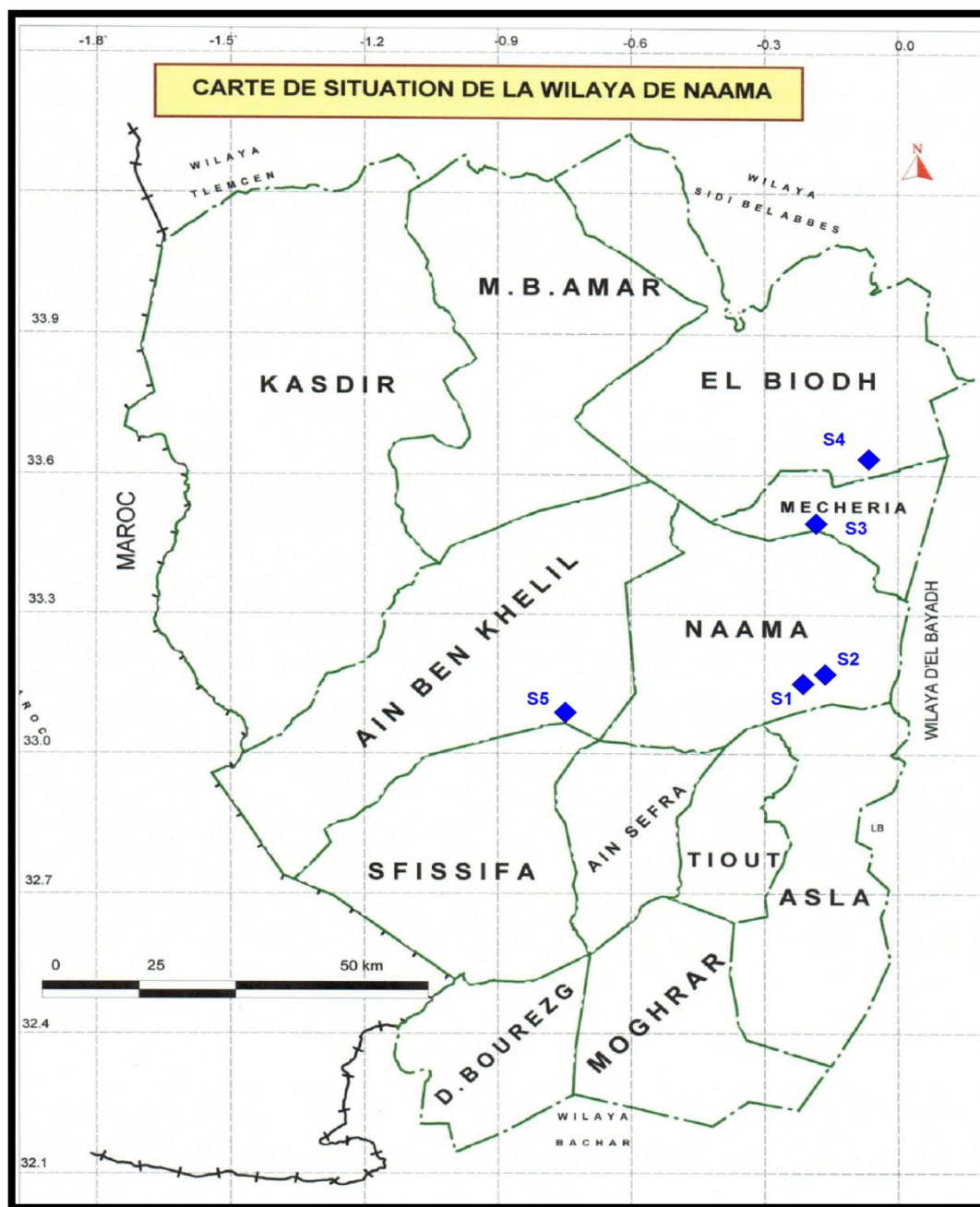


Figure 07 : localisation des parcelles d'étude dans la carte de la wilaya de Naâma

(L. Badaoui .C forêts Naâma, modifié).

Parcelles 01 et 02 : Les bandes forestières sont des plantations de forme linéaire installées le long des principaux axes routiers et conçues comme de véritables corridors forestiers. Ces bandes forestières constituent à l'âge adulte des points d'ombre recherchés par les usagers de la route. Elles permettent également de briser la monotonie due au manque de relief. Selon la DGF, ces plantations constituent un test d'acclimatation dans les parties asylvatiques telles que la zone steppique de Naâma, dans le but d'étudier le comportement des espèces introduites notamment le pin d'Alep.



Figure 08 : localisation de la station 1(Mekalis) le 18/02/2014 ; cliché (Zadi .f, 2014).



Figure 09: localisation de la station 2(ceinture vert) le 18/02/2014 ; cliché (Zadi .f, 2014).

Parcelle 03 : C'est une forme massive de reboisement réalisé dans la commune de Mecheria au niveau de 03 zones : zone de Draa el Aoud au nord de la ville de Mecheria - zone située entre Djebel Antar et la ville de Mecheria - zone piedmont de Djebel Anitar. Ce type de boisement est réalisé à base de Pin d'Alep en association quelque fois à l'Eucalyptus, il a pour objectif d'accroître la superficie forestière qui joue un rôle protecteur. Le boisement a été effectué sur de vastes étendues de terrains de parcours très dégradés.



Figure 10: localisation de la station 3 (Draa el Aoud) le 19/02/2014; cliché (Zadi .f, 2014).

Parcelle 04 : Outre les boisements de masse, l'administration des forêts a initié un programme de boisements dits pastoraux dont l'objet est de créer des forêts paysannes pour servir d'abri au cheptel notamment en période chaude. On doit distinguer entre boisement pastoral et plantation pastorale qui est réalisée à base d'espèces fourragères destinées à l'amélioration des parcours. Ces boisements sont localisés en totalité dans la commune d'El Biodh.



Figure 11: localisation de la station 4 (El biodh) le 19/02/2014 ; cliché (Zadi .f, 2014).

Parcelle 05 : Ce sont des plantations réalisées au tour des agglomérations. Elles ont été créées pour humaniser les centres de vie et fixer les sols aux alentours. Les principales ceintures vertes ont été réalisées au niveau d'El Biodh, Naâma, Mecheria, Ain Sefra et Ain Ben khelil avec une densité de 2500 plants/ha. Le pin d'Alep est l'essence principale utilisée, associée rarement à d'autres essences comme le cyprès. Ces plantations périurbaines qui étaient à une distance suffisante des agglomérations se trouvent aujourd'hui collées aux constructions et convoitées par l'urbanisation (Zair Mustapha, 2010).



Figure 12: localisation de la station 5(Ain ben khelil) le 20/02/2014; cliché (Zadi, f 2014).

3.2.2. Situation géographique de la zone d'étude :

La superficie totale des cinq forêts est de 60.156 ha, l'espèce dominat dans notre zone d'étude est le pin d'Alep avec une gamme d'altitude entre 1344 m et 1054 m, Tout les placettes contient des terrains plat, ces dernier ils sont séparant ente eux par les communes, notre zone d'étude se trouve dans la zone bioclimatique aride.

Climat : Les paramètres climatiques retenus sont ceux du poste météorologique de Méchéria (Algérie occidentale), situé dans la zone d'étude. Avec 200 mm de pluviométrie moyenne annuelle, le régime pluviométrique est de type APHE (automne, printemps, hiver, été), favorable à une activité végétative malgré la longueur de la période de sécheresse qui s'étale d'avril à octobre. Le quotient pluviothermique d'Emberger est de 20, ce qui permet de classer la zone d'étude dans l'étage bioclimatique aride inférieur frais (Alcaraz, 1969). D'après les fluctuations des paramètres climatiques interannuels, le climat varie de l'aride au semi-aride inférieur (Mederbal, 1992 ; Djellouli, 1981).

Tableau 03 : les caractéristiques générales de ces parcelles d'étude.

S	Localisation	Age	Type de plantation	Superficie (ha)	Essence
S1	Forets	35 ans	Ceinture verte	4.961	Pin d'Alep
S2	Forets	35 ans	Ceinture verte		Pin d'Alep
S3	Forets	34 ans	Boisement de masse	8.913	Pin d'Alep
S4	Forets	35 ans	Boisement pastoral	38.538	Pin d'Alep
S5	Forets	-	Bande forestière	7.744	Pin d'Alep

3.3. Choix des stations et types d'échantillonnages :

3.3.1. Géo localisation des stations:

Les stations ont été localisées sur le terrain par le GPS, le 18 février 2014.

Tableau 04 : Les coordonnées géographiques et les noms des forêts.

	Altitude (m)	Latitude X :	Longitude Y :	Exposition	Nom de la forêt
Station 1	1344 m	33°.03'43"97 N	0°-27'-05"-66 W	Nord	Mekalis (Naâma)
Station 2	1295 m	33°-11'-52" N	0°-21'-19"-12 W	Nord	ceinture vert (Naâma)
Station 3	1105 m	34°-36'-26" N	0°-13'-20"-50 W	Nord	Draa el Aoud (Mecheria)
Station 4	1054 m	33°-65'-35" N	0°-07'-23" W	Nord	El biodh
Station 5	1180 m	30°-17'-17" N	0°-45'-57" W	Nord	ceinture vert Ain ben khelil

3.3.2. Type d'échantillonnage, de prélèvement du sol :

Echantillonnage des sols : Sur chaque parcelle d'une superficie d'environ 400 m², cinq échantillons de sol ont été prélevés aléatoirement entre 0 et 15 cm de profondeur. Les 5 échantillons ont ensuite été mélangés pour obtenir un échantillon composite par parcelle. Les échantillons ont alors été tamisés sur le terrain à 2 mm (Guénon, 2010).

D'après Baize (1995), le mélange de plusieurs « prises » permet donc de créer un « échantillon moyen » représentatif.

4.1. Analyses effectués pour les placettes :

4.1.1. Analyses physico-chimique et méthodologie :

Ces analyses suivantes ont été effectuées au laboratoire de pédologie de l'université de Saïda (nouveau site) et elles comportent les déterminations suivantes :

- Analyse granulométrique
- Humidité au champ
- Matière organique
- Capacité de rétention
- pH (eau), pH (KCl)
- Conductivité électrique
- Couleur du sol
- Densité réelle
- Densité apparente
- porosité
- Perméabilité
- Le calcaire.
- L'azote
- Carbone organique
- Oligo-éléments (fluorescence X).

✓ Matériels utilisés :

Appareillages : tamis mécaniques, Ph mètre, agitateur magnétique, Becher, éprouvettes, Chronomètre, L'étuve, four à moufle, les capsules, conductimètre, balance de précision, pipettes, Boîte pétrie, Cylindre, papier de couleur (Mensell color), dessiccateur, pycnomètre, pince, pelle, pioche. Spectromètre R X, Compresseur automatique.

Matériel biologique : Sols prélevés dans les différentes stations.

Produits chimiques : HCL, KCl, eau distillé, benzène.

a. Granulométrie :

Son but est de déterminer la proportion des particules des différents diamètres constituant le sol (Gras, 1988). La texture du sol se rapporte au pourcentage relatif du sable, du limon et de l'argile. La taille des grains de sable modifie ensuite le nom de la texture (Donahue, 1958).



Figure 13 : Tamis mécanique.

Méthode :

- Peser 200 g de chacun des échantillons qui ont été séchés au préalable à l'air libre,
- Lancer le tamisage,
- Après une demi-heure de vibration, peser le contenu de chacun des tamis de la colonne, correspondant à leurs diamètres respectifs.
- Enfin, déterminer le type de sol selon le triangle de texture.

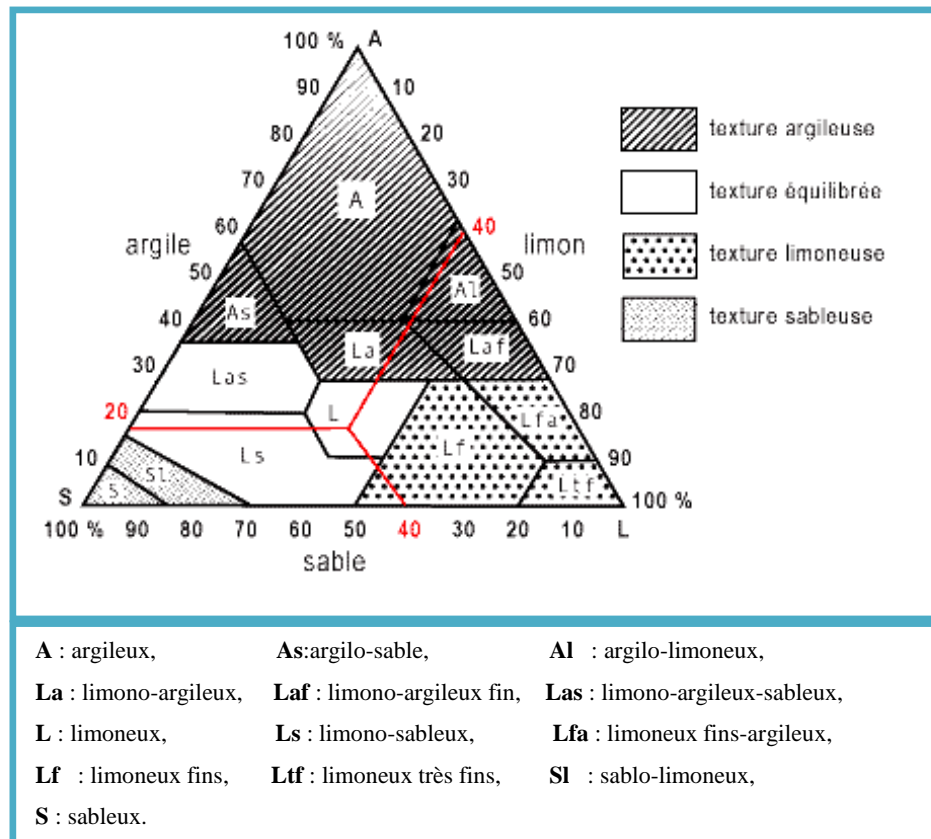


Figure 14: triangle de texture selon (Duchaufour, 1988).

b. Humidité du sol (hygroscopie) :

On détermine l’humidité du sol selon la méthode de (Mathieu ,1998) qui consiste à un séchage à l’étuve à 105°C.

Méthode :

- Peser avec précision dans un bécher, préalablement taré, 100 g de terre fine ;
- Mettre le Bécher à l’étuve à une température de 105 °C pendant 24 heures
- Retirer le Bécher de l’étuve et le laisser refroidir ;
- Peser le poids du bécher + la terre séchée.

Le pourcentage d'humidité sera déduit des pesées suivantes :

- P₁ : Bécher vide ;
- P₂ : Bécher + terre fraîche ;
- P₃ : Bécher + terre séchées à 105 °C.

La teneur en eau de la terre séchée à 105°C est calculée en pourcentage suivant la formule :

$$H (\%) = (P_2 - P_3 / P_3 - P_1) * 100$$



Figure 15: mesure de l'humidité

c. Matière organique :

Il n'est pas possible de donner une définition précise de la matière organique du sol. C'est toute substance organique, vivante ou morte, fraîche ou décomposée, simple ou complexe, à l'exclusion toutefois des animaux vivants dans le sol et des racines (Gras, 1988).

Méthode :

- Peser 50 g de sol, de chaque station qui a été déjà séché à 105 °C (p2).
- Peser la capsule vide (p1).
- mettre le (sol +capsule) (p3) dans le four à moufle à 600°C pendant 15 heure.
- Peser une autre fois le (sol +capsule) après le séchage (p4).

La teneur de la matière organique de la terre calcinée à 600 °C est exprimé en pourcentage suivant la formule :

$$MO (\%) = (P_3 - P_4 / P_3 - P_1) * 100$$

d. Capacité de rétention :

Elle correspond à la quantité d'eau contenue dans un sol après écoulement des eaux de gravité (Borsali, 2010).

Méthode :

- Peser un cylindre vide dont le fond contient des pores (p_1).
- Mettre de la terre jusqu'à la moitié du cylindre et poser le sur un plateau.
- Verser de l'eau distillée dans le plateau jusqu'à la moitié du cylindre et laisser le 2 heures jusqu'à saturation, peser ensuite (p_2).
- Transvaser tout le contenu dans un bécher et placer le dans une étuve à 105 °C durant 24 heures. et pèse (p_3).

La capacité de rétention du sol séché à 105 °C est calculée en pourcentage suivant la formule.

P_1 : cylindre vide.

P_2 : cylindre + terre + eau distillée.

P_3 : bécher + terre séchée à 105 °C.

$$\text{Capacité de rétention} = (P_2 - P_1) - (P_3 - P_1) / (P_3 - P_1) * 100$$

e. pH (eau), pH (KCL) et la conductivité électrique :

Le pH des sols est une autre propriété chimique essentielle qui détermine le comportement des éléments chimiques, également celui des êtres vivants (Robert, 2007).

La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions H_3O^+ à l'état dissocié dans le liquide surnageant (Bachir et Lakehale, 2007).



Figure 16 : mesure du pH (eau, KCL).

La salinité globale d'un échantillon peut donc être exprimée sous la forme de la conductivité électrique, ou bien sous la forme de la somme des ions de son extrait aqueux (Bachir et Lakehal, 2007).

Méthode :

- Peser dans un bécher, 20 g de terre fine séchée à l'air libre ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillée ;
- Placer le mélange sur un agitateur pendant quelques minutes ;
- Mesurer le pH et la conductivité après 2 heures de repos ;

La même opération est réalisée pour le pH (KCl) mais en remplaçant l'eau distillée par la solution de KCl. La température ambiante au laboratoire est de 22 °C.

NB : généralement le pH (KCL) est légèrement inférieur au pH (eau distillée).



Figure 17 : Mesure de la Conductivité électrique.

f. Couleur du sol :

Les couleurs sont déterminées par référence à un code, l'appréciation directe est à déconseiller. Le "Munsell soil color chart" comprend normalement 175 cartons colorés ou chips. Ces cartons sont groupés systématiquement d'après la notation "Munsell" sur des planches assemblées dans un carnet à feuilles mobiles.

La détermination à l'aide du code Munsell, suggère de ne pas juger des couleurs au soleil couchant ni à la lumière artificielle. Opérer de préférence à la lumière du jour, mais pas en plein soleil pour éviter l'éblouissement (Delaunois, 2006).

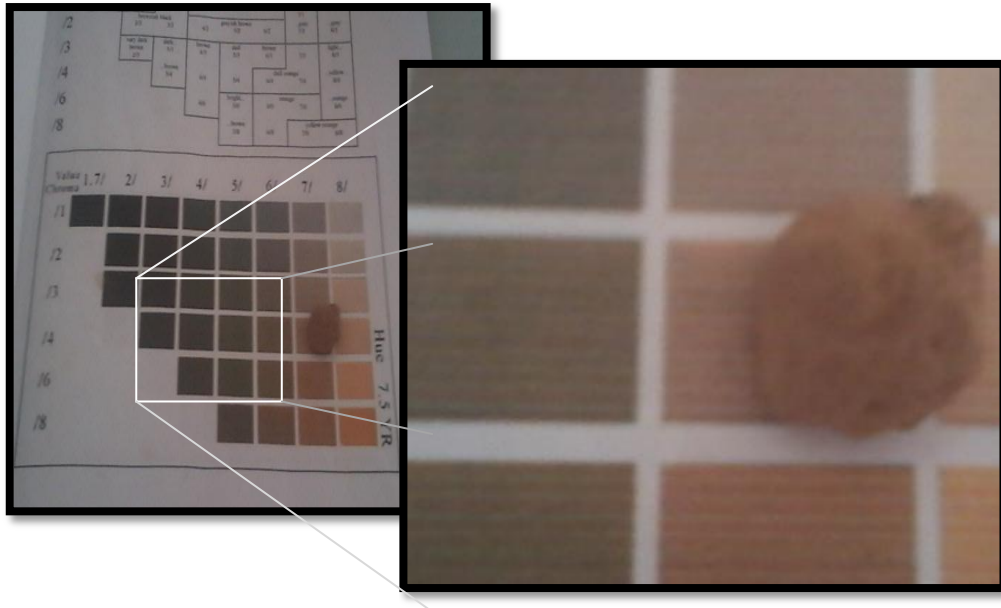


Figure 18 : La détermination de la couleur (code Munsell).

j. Perméabilité :

La perméabilité d'un sol est la hauteur d'eau évaluée par centimètre qui s'infiltré par unité de temps, dans le sol (Mathieu, 1998).

Méthode :

- Mettre un mélange de sol de l'ensemble des stations dans une éprouvette jusqu'au niveau de 100 ml.
- Compléter par de l'eau distillée jusqu'à 200 ml.
- mesurer la hauteur h (eau) de chaque éprouvette, après l'avoir laissé reposer 12 heures.

La perméabilité (K) est déterminée par la formule suivante :

$$K \text{ (cm/h)} = 0,857 * H \text{ (eau)}$$

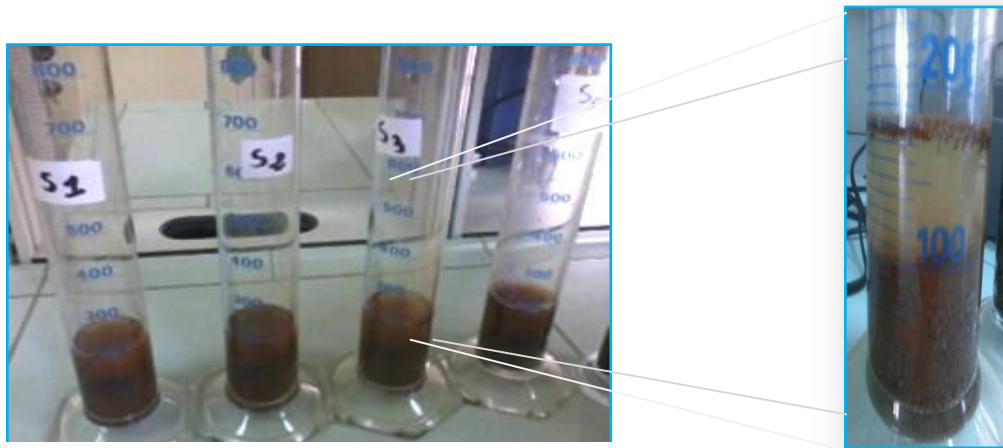


Figure 19 : mesure de perméabilité.

g. Calcaire :

Le calcaire est la source la plus fréquente de calcium, celui-ci étant fixé sous forme d'ions sur le complexe absorbant (Mathieu, 2003).

Méthode :

- Mélanger les échantillons de chacune des 5 stations.
- Ajouter quelques gouttes de HCl sur le sol.
- L'effervescence nous renseigne sur la présence ou l'absence de calcaire totale, et c'est en fonction de la puissance de l'effervescence qu'on peut supposer un fort ou bien un faible taux de calcaire.

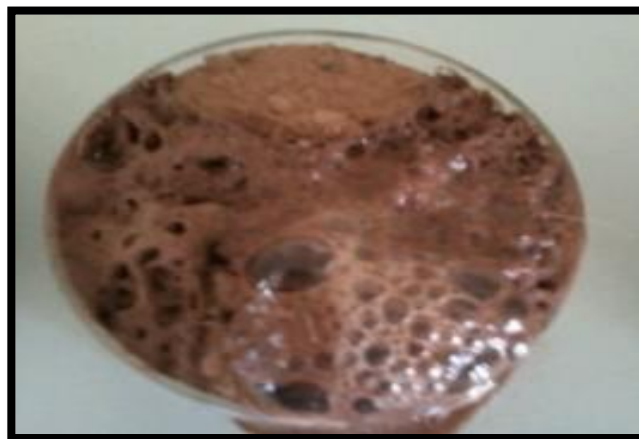


Figure 20 : détermination de calcaire (effervescence au HCl).

h. Densité apparente :

Elle est la densité du sol sec, concernant l'ensemble, fraction solide et pores (Duchaufour, 2001).

Elle se mesure à l'aide de cette méthode :

Peser 100 g de terre fine à l'état frais et le placer dans un bécher, la mettre dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures.

P1 : Becher vide.

P3 : Becher+sol sec à 105°C.

i. Densité réelle et Porosité:

La porosité, c'est-à-dire le volume des vides, exprimé en pourcentage du volume total (Duchaufour, 2001).

La densité réelle c'est la moyenne des densités de ses différents constituants (Mathieu, 1998).

Le calcul de la porosité à partir de masses volumiques apparente et réelle des échantillons terreux (Calvet, 2003).



Figure 21: Mesure de porosité.

Méthode :

- Remplir de benzène, le pycnomètre. Jusqu' au trait de jauge et peser p1.
- Peser avec précision 10g (p) de terre fine séchée à l'étuve à 105°C.
- Verser délicatement dans le pycnomètre qui doit être parfaitement propre.
- Remplir an 75 ml environ le pycnomètre avec du benzène.
- Porter le pycnomètre dans un dessiccateur, lorsque le dégagement d'air devient nul, sortir le pycnomètre du dessiccateur.
- Remplir le benzène le pycnomètre jusqu'au trait de jauge.
- Dès que le niveau du benzène ne varie plus et reste à la hauteur de jauge, porter le pycnomètre sur une balance de précision, le poids obtenu p2.

V : Le volume occupé par le poids.

d: densité de benzène.

4.1.2. Méthodologies des analyses chimiques :

Les analyses chimiques ont été effectuées au niveau de la cimenterie de la wilaya de Saida (HSASSNA).

4.1.2.1. Analyse par fluorescence X :

Ce mode opératoire est relatif à la méthode pratique instrumentale d'analyse élémentaire du ciment par spectrophotométrie de fluorescence suivant la norme NA 5044V2005 son domaine d'application est relatif à l'analyse chimique des ciments.

Les éléments : Si, Al, Fe, Ca, Mg, S, K et Na exprimés sous les formes oxydées : SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, SO₃, K₂O, Na₂O sont déterminés sur échantillon en solution Solides appelés également perles.

Méthode :

- Tamiser le ciment à travers un tamis de 50µm
- Peser 14g de ciment avec précision de 0.0001g

- Introduire la matière broyée dans une pastilleuse pendant 30s sous une force de 20 tonnes.
- Séché la pastille obtenue dans une étuve pendant 15mn.
- Récupérer la pastille ainsi séchée pour analyse par fluorescence X (SCIS SAIDA ,2005).



Figure 22 : Spectromètre RX



Figure 23 : Compresseur automatique

4.1.2.2. Analyse d'azote (rapport C/N) :

La Méthode Kjeldahl : Où on transforme l'azote des composés organiques en azote ammoniacal par l'acide sulfurique concentrés, à l'ébullition, qui agit comme oxydant et détruit la matière organique. Le carbone et l'hydrogène se dégagent à l'état de gaz carbonique et l'eau. L'azote transformé en ammoniacque est fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammonium. Puis l'ammoniacque est distillée dans une solution d'acide borique. On titre avec une solution d'acide sulfurique à 0.02 N (Aubert, 1978).

4.1.2.3. Carbone organique :

Le carbone organique (C.O) est dosé par la méthode Anne, dont le C.O est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès

de bichromates de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert (Aubert, 1978).

5.1. Traitement statistique :

Les différents paramètres physico-chimiques de sol ont été analysés à l'aide du logiciel Excel 2007 et à partir de ce dernier, on a tracé ensuite divers graphiques pour chaque paramètre. Les graphes a été s'effectue sur les valeurs moyennes des résultats analytiques.

4.1. Résultats des analyses du sol : Le sol étudié a une texture sableuse. Les résultats d'analyses physico-chimiques du sol sont présentés dans le (tab.5).

Tableau 05 : Résultats d'analyses physico-chimique du sol. (09/03/2014)

Placette analyse	Placette 1	Placette 2	Placette 3	Placette 4	Placette 5
Texture	sableuse	sableuse	sableuse	Limoneu- sableuse	Limoneu- sableuse
Couleur	Sec- Orange Humide orange	Sec- Orange Humide Orange	Sec- Orange humide Orange	Sec- Orange humide Orange	Sec- Orange Humide brun rougeâtre
Matière organique (%)	6,52	2,12	1 ,48	3,69	2,98
Capacité de Réention (%)	42,01	48,37	2,45	45,83	36,75
pH (eau distillée)	7,67	7,72	7,87	7,53	7,82
pH (KCl)	7,44	7,39	7,51	8,29	8,40
Conductivité électrique ms/cm	0,62	0,62	0,03	0,50	0,30
Humidité (%)	2,24	1,21	8,71	3,09	4,60
Perméabilité (cm/h)	27,24	17,99	21,42	20,56	31,70
Densité réelle	0,24	0,23	0,23	0,23	0,21
Densité apparente	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19
Porosité	20,83	17,39	21,73	17,39	9,52
Calcaire	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence

4.1.1. Résultat des analyses chimique du sol :

Tableau 06 : Résultat des analyses chimique (09/04/2014).

	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	SO3	Cl	k2O	CaO	Fe2O3
Station1	0,213	0,47	2,97	89,027	0,33	0	1,48	2,83	2,68
Station2	0,264	0,89	4,14	85	0,2	0	1,704	3,72	3,35
Station3	0,211	0,44	2,76	89,246	0,36	0	1,473	2,39	3,12
Station4	0,288	1,49	5,39	79,414	0,08	0	1,828	7,97	3,54
Station5	0,245	0,95	3,21	86,975	0,17	0	1,56	4,02	2,87

4.1.2. Résultat de L'apport d'azote et carbone du sol :

Tableau 07 : Résultat de L'apport d'azote et carbone.

Forêts	Poids (mg)	N %	C %	C/N
N1	56.6	0.010512847	0.458261132	43.5905852
N2	57.2	0.07755851	1.945681095	25.0866229
N3	58.1	0.096277222	3.683425426	38.2585346
N4	58.6	0.113064691	3.277029276	28.9836662
N5	59.6	0.098794907	2.235109568	22.6237326

4.2. Discussion :

Le carbone organique contenu dans les sols forestiers a donc été compris depuis longtemps comme un équilibre dynamique entre les apports des débris végétaux et la perte de CO₂ due à leur décomposition. Les sols ont ainsi été considérés comme l'une des principales sources naturelles de CO₂ vers l'atmosphère et l'un des principaux puits de carbone terrestre (Jenny, 1980). Post *et al.*, (1982) ont montré que les perturbations naturelles, le climat, dont la température et les précipitations, la texture du sol et la topographie étaient les principales variables contrôlant le carbone contenu dans les sols.

Ce rapport indique l'évolution de la matière organique, il intervient dans la mesure où il oriente la décomposition de la matière organique, soit vers la minéralisation (C/N) bas, soit vers l'humification (C/N) élevé (Duchaufour, 1988). Selon les normes d'interprétation du rapport (C/N). Ce qui signifie que la minéralisation est bonne. Ceci a favorisé la minéralisation globalement, pour la plupart des sols. Le rapport (C/N) aurait tendance à diminuer en profondeur (Pouget, 1980).

Les résultats d'analyses nous ont permis de constater que le sol d'étude est alcalin et très pauvre en matière organique ; sa perméabilité est forte et son taux d'humidité est assez faible, et présentent une forte effervescence à l'HCl se traduisant par la présence de calcaire. Naturellement, la réaction d'effervescence est grossièrement proportionnelle à la teneur en calcaire de l'échantillon testé (Delaunoy, 2006).

Selon Plan bleu (2003). La variété des climats rencontrés en région méditerranéenne, de l'hyperaride (P<100mm) jusqu'au per-humide (P>1200mm), un relief allant du niveau de la mer jusqu'à 3000 mètres d'altitude ont permis la formation de presque tous les types de sols.

Texture sableuse : sol bien aéré, facile à travailler, pauvre en réserves d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique et cationique (Duchaufour, 1988).

4.2.1. Matière organique :

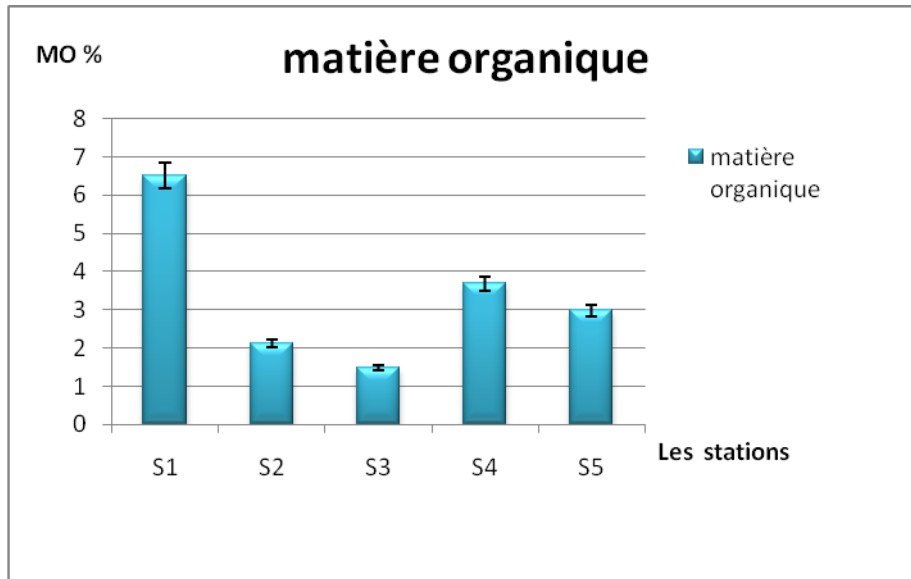


Figure 24: le taux de la matière organique pour les cinq stations.

La matière organique est une source importante d'éléments nutritifs pour les plantes et la connaissance de sa teneur totale dans le sol renseigne sur sa potentialité fertilisante. La matière organique a également un rôle important dans la « fabrication » des agrégats. Autrement dit sur l'élaboration de la structure du sol instable.

Les sols étudiés ont des teneurs variables en matière organique puisque le taux varie de 1,48 à 6,52%.

Selon les teneurs en matière organique, les sols étudiés sont classés en 04 classes :

- Classe 1 : horizon à très faible teneur en matière organique, représentée par la station n°3 avec le taux en matière organique est compris de 1,48%.
- Classe 2 : horizon à faible teneur en matière organique représentée par la station n°2 et n°5, où le taux de matière organique varie entre 2,12 et 2,98%.
- Classe 3 : horizon à teneur moyenne en matière organique représentée par la station n°4, où le taux de matière organique est 3,69%.

- Classe 4 : horizon à fort teneur en matière organique représentée par la station n° 1 du avec un taux de 6,52%.

Les conditions climatiques (hautes températures, faible humidité...) défavorisent l'accumulation de la matière organique, et le peu qui s'accumule est rapidement décomposé sous l'action unique des paramètres physiques et chimiques. Ce qui exclut dans la majorité des cas toute intervention microbienne dans le processus de décomposition de la matière organique (Birch, 1988).

Le type de sol constitue un paramètre essentiel qui régit l'humification. La texture du sol influe sur le pourcentage de matière organique présente dans le sol. Si les autres facteurs sont constants ; un sol sableux, par exemple contient moins d'humus qu'un sol argileux (Pouget, 1980). L'évolution de la matière organique est influencée souvent par la composition chimique des sols dans les zones arides.

4.2.2.L' Humidité du sol:

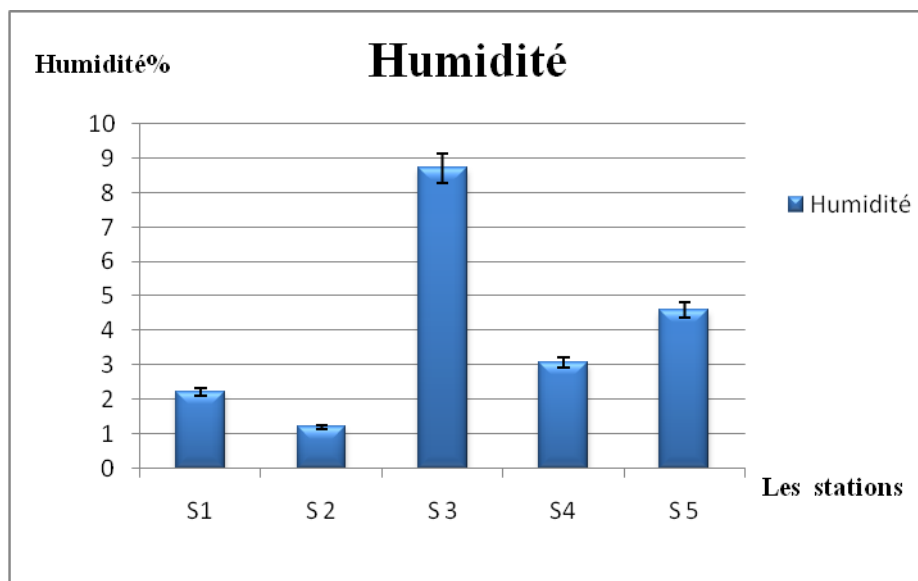


Figure 25 : le taux d'humidité pour les cinq stations.

D'après le graphe on remarque que le taux d'humidité le plus élevée se trouve dans les stations (S3) avec un pourcentage de 8,71%, on remarque les valeurs les plus faible dans les stations (S1, S2, S4, S5) correspondante aux moyennes des pourcentages suivantes : (2,24%, 1,21%, 3,09%, 4,60%) ceux qui explique que le sol de la station 3 ne

retenu pas l'eau dans les pores avec une capacité de rétention égale 2,45%, par contre dans les stations(S1, S2, S4, S5) Ces dernières stations retiennent plus l'eau dans les pores avec une capacité de rétention de (42,01% , 48,37% ,45,83% ,36,75%)

La profondeur du sol régit la quantité d'humidité du sol et le type de disposition des racines des arbres. En général, les sols colluviaux et alluviaux sont profonds ; mais les sols résiduels sont d'une profondeur très variable selon le degré de la pente, la durée et l'intensité des intempéries et les influences biotiques (cultures, pâturage de bétail, etc.). Les sols des crêtes et du haut des pentes sont souvent peu profonds, tandis que ceux du milieu des pentes et des vallées sont de modérément profonds à très profonds. La profondeur des sols dans les régions arides est souvent limitée par un horizon concrétionné. Cette croûte, composée de minéral de fer ou de graviers de latérite dans la zone tropicale et de calcite consolidée dans la région méditerranéenne, peut être plus ou moins continue et se situer entre 5 et 60 centimètres en dessous de la surface (FAO ,1992).

4.2.3. Capacité de rétention :

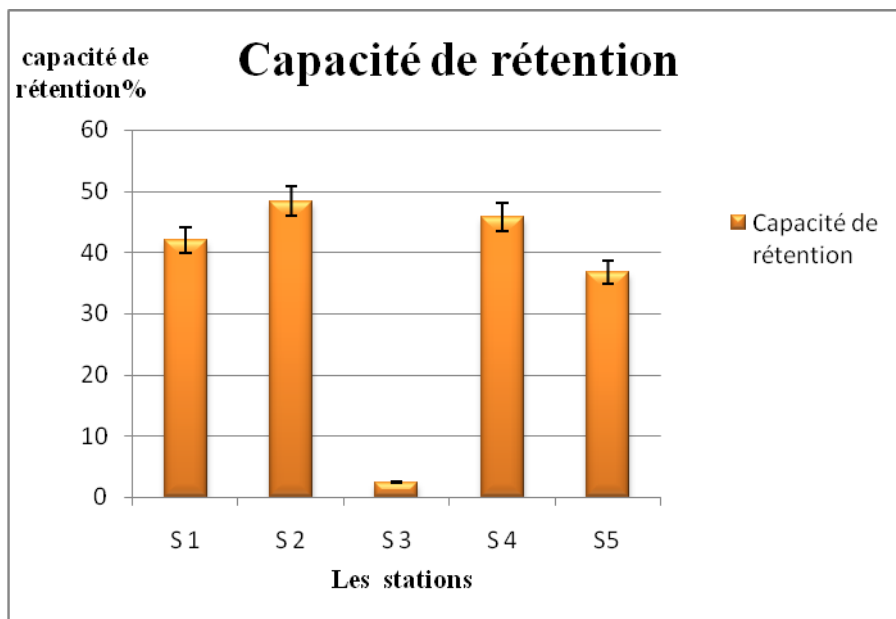


Figure 26 : la capacité de rétention des cinq stations.

La capacité de rétention du sol dans la station n°3 est très faible 2,45%, par rapport a la station n°2 est 48,37% Qui démontre L'élévation de la capacité de rétention du sol.

La capacité de stockage conditionne plutôt la quantité d'eau susceptible de percoler.

Des sols sensibles au ruissellement de l'eau ou à l'érosion, d'autres sensibles à la percolation de l'eau. Les sols à faible capacité d'infiltration de l'eau, tels que les sols battants (fermeture de la porosité de surface) ou engorgés en eau, sont sensibles au ruissellement et éventuellement à l'érosion. A l'inverse, l'eau percole plus rapidement dans les sols perméables tels que les sols à texture sableuse ou les sols présentant des fissures.

La capacité de stockage en eau des sols, et notamment sa partie accessible à la végétation appelée réservoir utilisable maximal, varie en fonction de la texture, de la structure et de la profondeur d'enracinement maximale des sols. A profondeurs utiles égales, les sols à texture sableuse ont un plus faible réservoir que les sols à texture limono-argileuse. Les sols à faible réservoir entraînent des contraintes sur les cultures (risque de déficit hydrique) mais permettent une recharge en eau plus importante des nappes (Bourennane, 2008).

L'aridité n'est pas due uniquement au climat, mais essentiellement à une action humaine (le déboisement, l'incendie, le pâturage intensif, etc.) : la dégradation anthropique du tapis végétal entraîne une augmentation des maximums des températures et celle du sol à pour effet de diminuer les capacités de stockage de l'eau : ce type de dégradation concluent (Stewart *et al.*, 1968) Conjuguent les effets pour renforcer l'aridité d'origine climatique.

4.2.4. pH eau distillé et pH KCL :

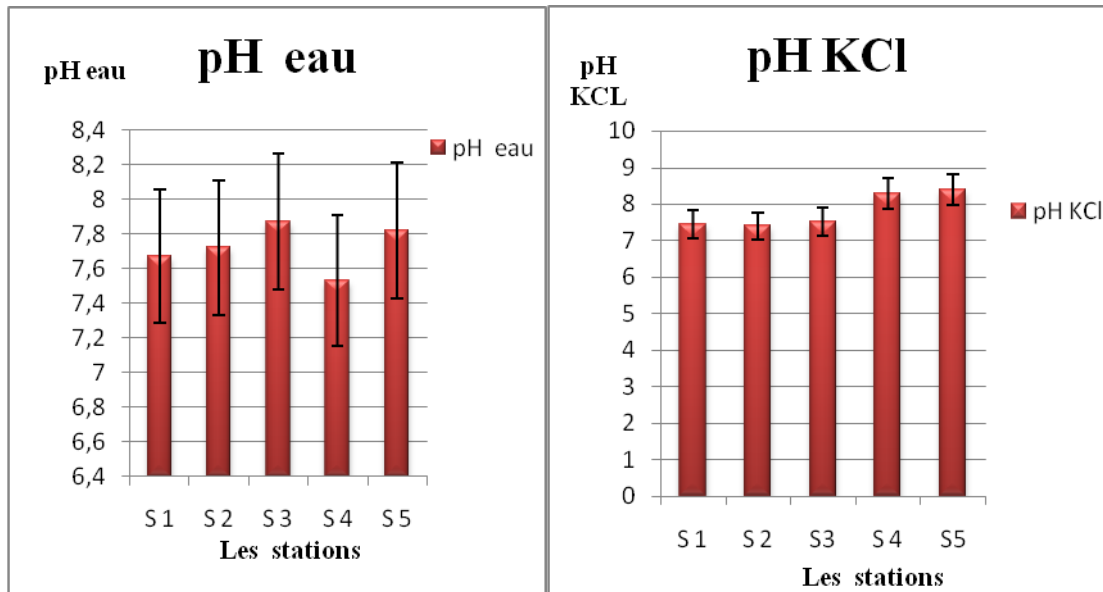


Figure 27 : pH eau et pH KCL du sol dans les cinq stations.

Le pH eau ou l'activité libre ou réelle est le premier indicateur de toute évolution physico-chimique des sols. Il s'agit d'un paramètre relativement facile à mesurer.

Le pH des sols étudiés varie de 7,67 à 7,87. Ceci est dû aux teneurs élevées en calcaire, la valeur minimale est enregistrée pour la station n°4, et la valeur maximale pour la station n°3.

Selon les normes d'interprétation du pH-eau du sol, cité in Mathieu *et al* , (2003). le pH des sols étudiés a généralement une alcalinité faible à modérée. C'est une fourchette des pH courants pour les sols en régions arides.

- Un pH compris entre 8 et 9 est retenue, généralement comme limite de la dégradation de la structure (Aubert, 1983 ; Bridges, 1978)

Ces valeurs sont en accord avec celles rapportées par (Daoud et Halitim ,1994), qui précisent que dans les régions arides, les sols sont généralement alcalins ($7,5 < \text{pH} < 8,5$).

pH : le pH est indicateur de la réaction du sol, les sols salés présentent des pH basiques.

(> 7) car les hydroxydes sont plus prépondérants que les hydrogènes.

✓ L'Echelle de pH :

$pH \leq 5$	$5 < pH \leq 6$	$6 < pH \leq 6,6$	$6,6 < pH \leq 7,4$	$7,4 < pH \leq 7,8$	$pH > 7,8$
fortement acide	franchement acide	légèrement acide	neutre	légèrement alcalin ou légèrement basique	alcalin ou basique

Source : (Quézel et médial, 2003).

4.2.5. conductivité électrique :

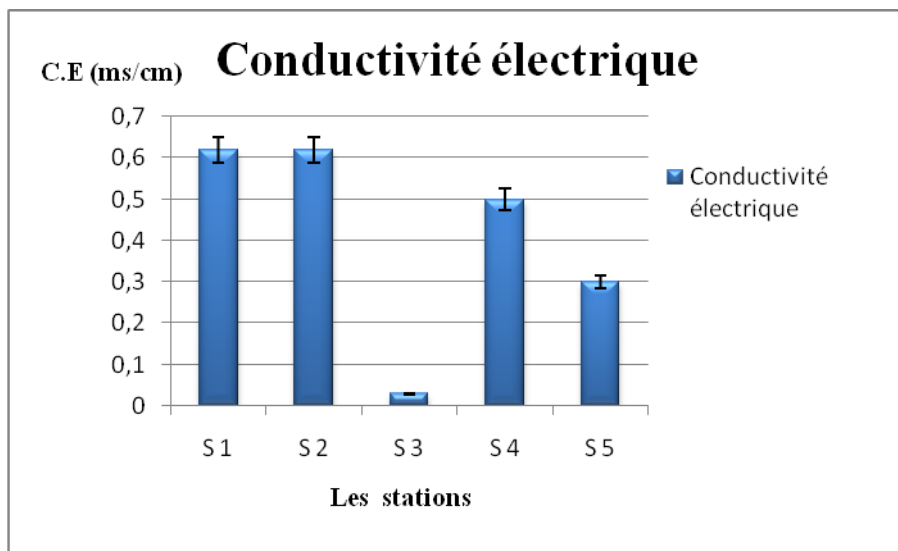


Figure 28 : la conductivité électrique dans les cinq stations

A la lumière des résultats de conductivités électriques de tous les échantillons et selon l'échelle de salinité des sols de l'extrait aqueux (1/5), cité in Mathieu *et al* , (2003) : on a 03 classes :

- Classe 1 : sols non salés, représentés par les stations n°3 et n°5, la CE varie entre 0,03 et 0,3 ms/cm
- Classe 2 : sols salés, représentés par la station n°4, la CE est 0,5 ms/cm
- Classe 3 : sols très salés représentés par les stations n°1 et n°2, la CE est 0,62 ms/cm

4.2.6. Perméabilité et porosité :

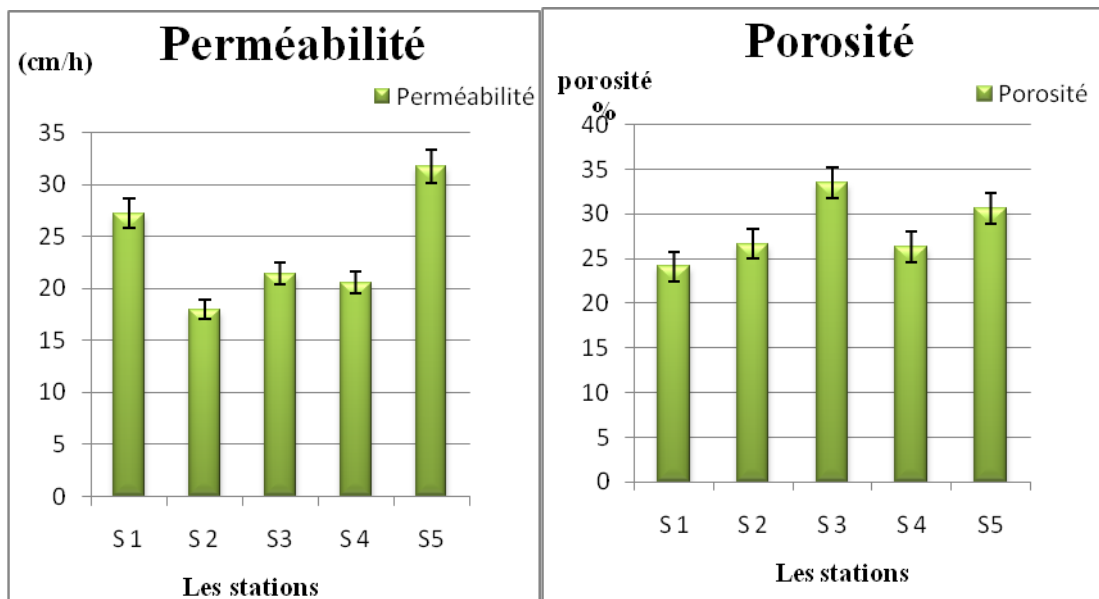


Figure 29 : perméabilité et porosité dans les cinq stations.

Concernant la perméabilité, elle est diminuée dans la station n°2, Le taux est passé de 17,99% et dans les quatre stations n°1, n°3, n°4, n°5 est 27,24%-21,42%- 20,56% 31,7%, ce qui implique une bonne infiltration d'eau. À cause de texture sableuse.

Les résultats de porosité ont démontré que dans la station n°3 est élevée (33,5%) par rapport les d'autre quatre stations.

La porosité d'un sol est très importante dans son fonctionnement car elle détermine la quantité d'eau et d'air en profondeur. Cela permet d'avoir des indications sur les propriétés physiques du sol. Effectivement, selon la nature des pores, on pourra estimer l'alimentation en eau d'une plante ainsi que la respiration de ses racines (Duchaufour, 2001). On pourra donc déterminer si notre sol est asphyxiant et imperméable ou au contraire si il est bien aéré et perméable. Selon le type de sol, il existe différentes formes de porosité. Il existe également une classification des pores selon leurs origines.

4.2.7. Densité apparente et densité réelle :

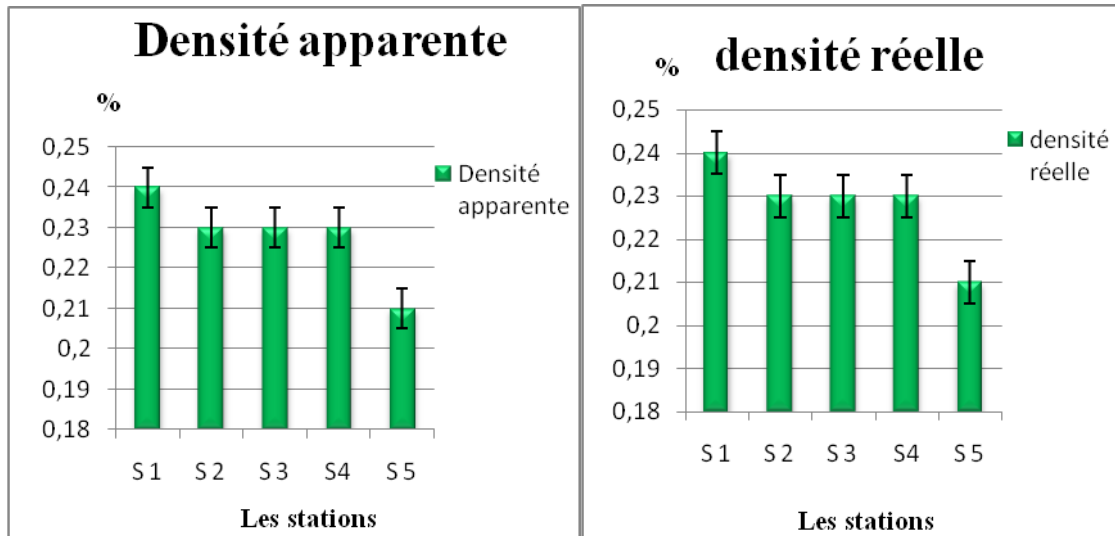


Figure 30 : Densité apparente et densité réelle dans les cinq stations.

D’après les résultats obtenus (fig.31). On observe de faibles taux de la densité réelle et de la densité apparente au niveau des cinq stations

Du point de vue fertilité, les sables grossiers ne renferment presque pas d’éléments nutritifs pour les plantes (Halitim, 1978). Selon Baize ,1988 Le sable n'ayant pas de particules colloïdales, ne peut jouer aucun rôle dans la formation d'agrégats stables dans le sol. Il s'agit défavorablement sur les propriétés du sol à savoir la porosité (Soltner, 2000, Pansu et Gautheyron, 2003).

4.2.8.Stocks des éléments chimiques des sols :

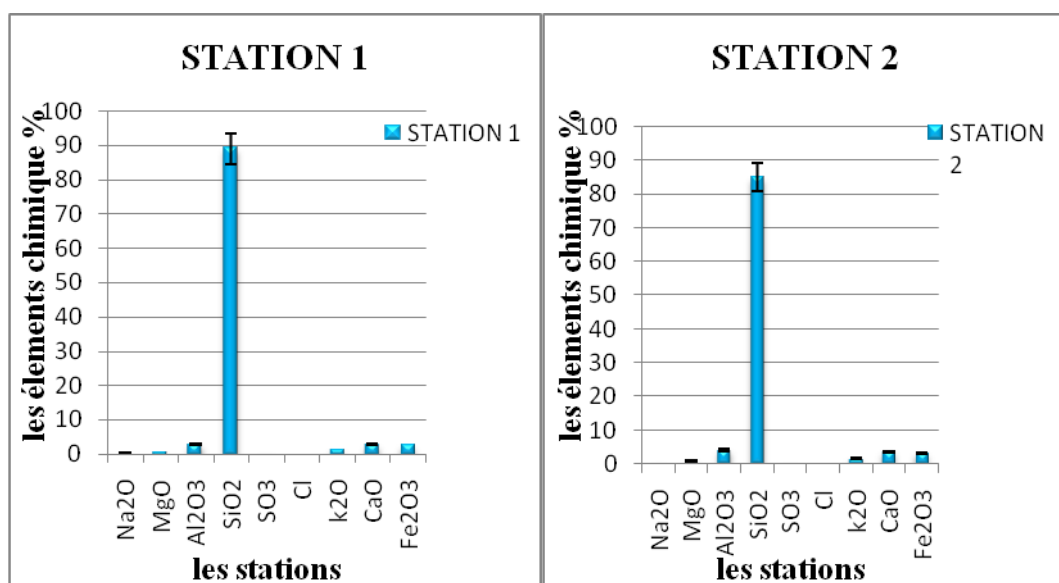


Figure 31 : la teneur en éléments chimique dans la station n°1 et n°2

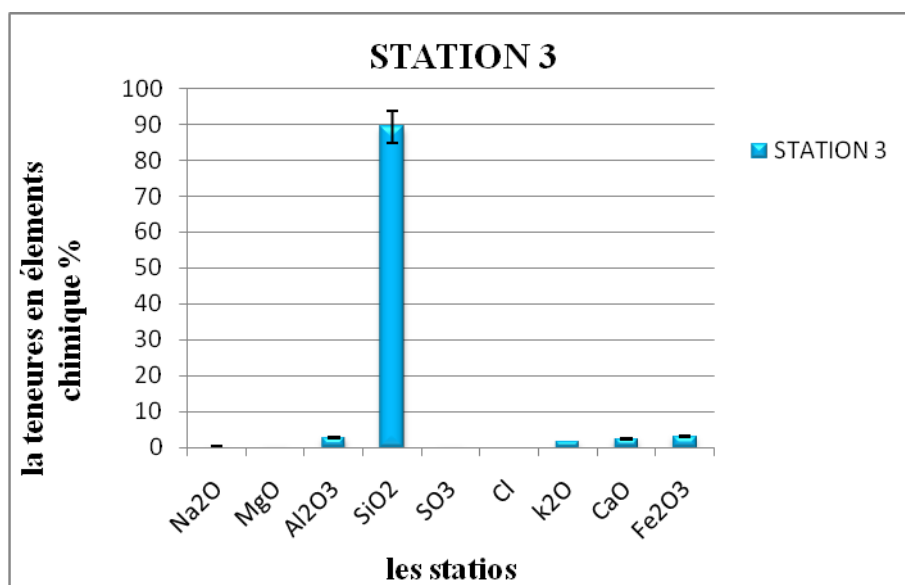


Figure 32 : la teneur en éléments chimique dans la station n°3

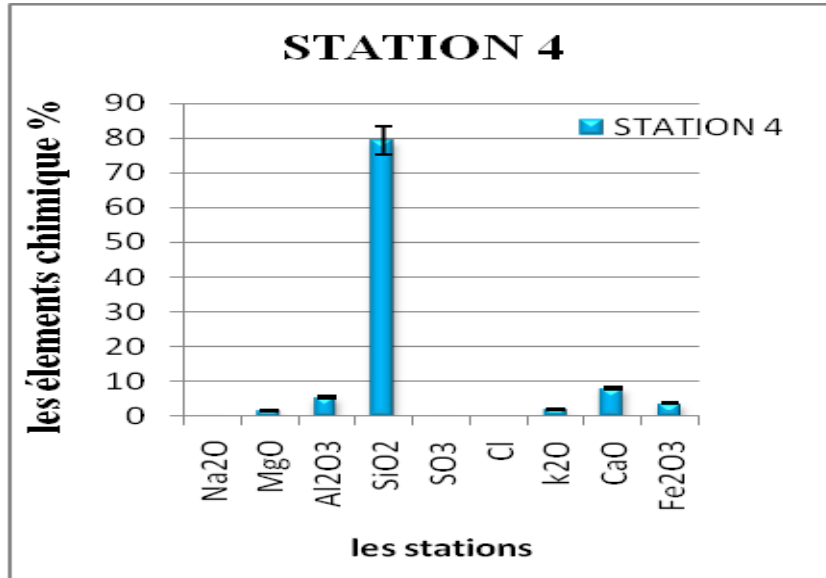


Figure 33 : la teneur en éléments chimique dans la station n°4

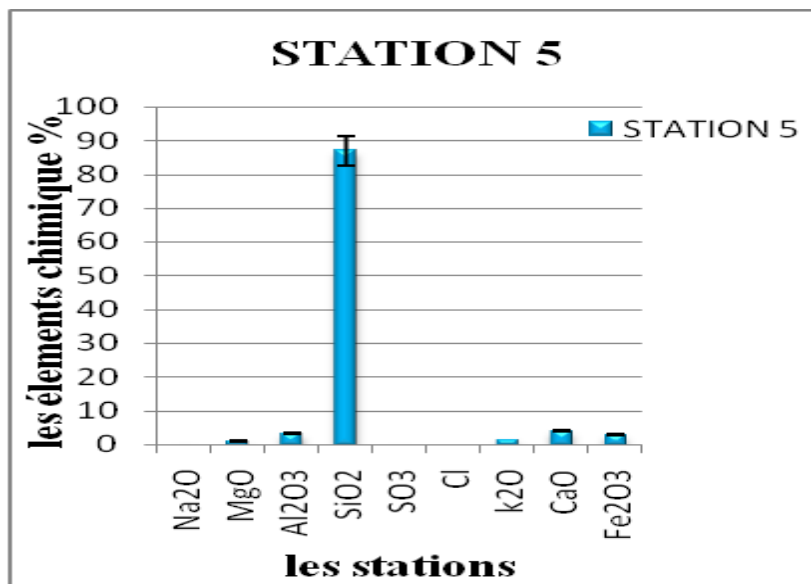


Figure 34 : la teneur en éléments chimique dans la station n°5

D’après les graphes en remarque que la station 1 avec une faible teneur en éléments chimique tel que Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, SO₃, K₂O, Na₂O avec une valeur très élevée de SiO₂ (89,027%), et en ce qui concerne le Cl pour les cinq stations est nulle

Et Aussi pour la station 2 Les analyses chimiques avec une quantité très faible de ces éléments chimique tel que Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, SO₃, K₂O, Na₂O avec des valeurs

très élevée de SiO₂ (85%).et pour les stations 3(SiO₂ 89,246%), 4(79,414%) ,5(86,975%).

Les propriétés chimiques du sol commandent la disponibilité de nutriments. Les sols arides sont caractérisés par un lessivage significatif des nutriments et une érosion intensive des minéraux, encore que ces deux phénomènes soient ralentis lorsque les précipitations diminuent. La fertilité naturelle (qui dépend beaucoup de la teneur en matières organiques de la couche arable) est souvent faible.

Les analyses de sol ont confirmé ce résultat à travers la faiblesse du taux de matière organique et la pauvreté en N, P et K (azote, phosphore et potassium).

La teneur des sols en potassium diffère d'après la composition minéralogique de la roche mère et l'intensité des pertes, par exportation, le lessivage et l'érosion (Halilat, 1993 et Halilat *et al.*, 2000).

Certains auteurs ont établi que l'accroissement du pH reflète la saturation du Na⁺ sur le complexe d'échange et l'état de la saturation du sol (Aubert, 1983 ; Bridges, 1978 ; Duchauffour, 1969)

Cette faible teneur en éléments nutritifs constaté dans toute les stations peut s'expliquer par les incendies qu'ont subit toutes ces forêts durant des années et l'érosion visible dans ces forêts.

En effet, la disponibilité des nutriments est affectée par le feu mais dans une moindre mesure et à plus court terme. Cette disponibilité dépend évidemment du type de nutriment (Ca, Mg, K,...), des espèces végétales qui ont brûlé, des propriétés du sol, des processus de lessivage (Kutiel et Shaviv, 1992) et de leur solubilité. (Khanna et Raison ,1986) montrent que les concentrations en Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ et SO₄²⁻ dans l'eau du sol augmentent immédiatement après incendie. Khanna *et al.* (1994) classent ces nutriments qui s'accumulent dans les cendres en fonction de leur solubilité :

Facilement soluble (K, S, B) avec une composante résiduelle non solubilisable (30%) ;

Relativement insoluble (Ca, Mg, Si, Fe) dépendamment de la dilution ;

Fortement insoluble (P).

La disponibilité des nutriments et leur perte principalement après incendies dans les couches supérieures sont contrôlées par les phénomènes d'érosion induits par le ruissellement de l'eau (Thomas *et al.*, 1999).

4.3. Vulnérabilité des sols arides par rapport des facteurs physico-chimiques :

Les agressions du milieu humain et de techniques de culture inadéquates les ont appauvris et fragilisés. Les sols deviennent vulnérables à l'érosion éolienne, très importante dans ces régions et à l'érosion hydrique qui est due en grande partie aux pluies torrentielles qui sous forme d'orages violents, désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité (Nedjraoui, 2011)

Les steppes algériennes sont très sensibles au processus de désertification. En effet, les différents facteurs de dégradation se conjuguent pour créer un déséquilibre écologique social et biologique. (Aronson *et al.*, 1995 in Nedjraoui, 2011). Les perturbations climatiques sont, une cause importante de la vulnérabilité de ces milieux déjà très sensibles. Elles provoquent des crises écologiques se répercutant sur l'ensemble de l'écosystème. La sécheresse aggrave la pression des populations sur les ressources et provoque une dégradation des sols et une diminution des réserves en eau du sol, entraînant par là même un processus de désertification, grande menace pour la gestion durable des ressources naturelles, et mettant en péril la sécurité alimentaire et les approvisionnements en eau.

Les perturbations de l'hétérogénéité physico-chimique et structurale des sols peuvent influencer certaines propriétés biotiques et abiotiques directement impliquées dans la survie de ces organismes (Ranjard *et al.*, 1999).

Conclusion générale :

« Le sol est une ressource non renouvelable essentielle à l'activité humaine et à la survie des écosystèmes ». Sa préservation nécessite une étude et un suivi basés notamment sur des indicateurs de sa qualité.

Les ressources naturelles (sol, végétation spontanée, eau), dans les zones arides, sont très limitées. Elles sont soumises depuis fort longtemps, à une forte et persistante dégradation (action climatique, anthropiques, etc.). Les conséquences sur les ressources naturelles et particulièrement sur le couvert végétal et le sol sont nombreuses.

Les parcelles sélectionnées présentent des caractéristiques très homogènes sur le plan des facteurs de l'environnement : Une zone d'étude de même direction au nord et des Forêts qui contiennent les mêmes espèces (pin d'Alep). Pour limiter l'influence d'autres paramètres sur la variabilité des propriétés physico-chimiques du sol entre les sites. Les sols des régions arides sont réputés pour être dans leur ensemble pauvres en matière organique. En effet, leurs caractéristiques aussi bien physiques que chimiques sont très particulières et posent des problèmes agronomiques (aptitude culturale faible par exemple) et environnementaux à savoir l'érosion et le ruissellement.

A travers les résultats obtenus dans ce travail on peut faire les constatations suivantes :

La texture des sols étudiés varie entre limoneuse et sablonneuse. Ces textures sont globalement défavorables à la vie des racines et micro-organismes, et s'agissent défavorablement sur les propriétés physiques des sols.

Du point de vue chimique, les sols étudiés sont pauvres en matière organique avec un taux faible : 1,48% dans la station n° 3 à surface (0 - 5cm), sauf (station n°1 et n°4) le taux de matière organique est remarquable et varie entre : 6,52 et 3,69% respectivement.

Le rapport (C/N) est en général démontré que cette valeur traduit une bonne minéralisation de la matière organique. Ceci est favorisé par la richesse des sols en calcium et un climat favorisant la minéralisation (climat aride).

La salinité varie du profil à l'autre, elle varie entre sol non salé jusqu'à sol très salé.

Conclusion générale

La dégradation des sols est définie comme étant une réduction de la qualité des sols causée par l'utilisation humaine. Cette dégradation comprend la dégradation chimique, physique et biologique comme la réduction de la fertilité, le déclin de la stabilité des agrégats, la salinité, la toxicité des produits chimiques et des polluants. La dégradation des sols est largement utilisée comme indicateur de non-durabilité et comme évidence visuelle de la dégradation de l'environnement et de la diminution de la diversité biologique. Parmi Les principales dégradations des sols du fait des activités humaines sont :

- * La baisse des taux de matières organiques, de l'activité biologique, de la biodiversité.
- * La déstructuration de la partie supérieure des sols, accompagnée d'une baisse de porosité (tassement).
- * L'appauvrissement en nutriments ;
- * L'appauvrissement en particules fines argileuses ;
- * La salinisation et l'alcalinisation ;
- * L'acidification ;
- * Les pollutions minérales, organiques, radioactives ;
- * L'érosion, la sédimentation, les glissements de terrain ;
- * L'enterrement, voire la destruction, par les constructions urbaines, industrielles, touristiques, routières...
- * Les inondations des basses terres côtières en conséquence des changements climatiques.

Enfin, les zones arides sont caractérisées par des écosystèmes extrêmement fragiles, à sols pauvres et à faible productivité. Une exploitation irrationnelle et excessive des terres arides conduit à une dégradation inévitable de la couverture végétale et expose les sols à l'érosion. Les activités humaines liées à l'exploitation des sols peuvent donc aggraver les effets du climat et mener à la désertification.

Les sols des zones arides étant vulnérables à la fois à l'érosion éolienne et à l'érosion hydrique, la fixation et la conservation du sol sont importantes.

Référence bibliographique

- ✓ **Abdelguerfi A. (2003)** - évaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie rapport de synthèse période 1985-2006). coordonnateur M. RAMDANE S.A ,p11 et p13.
- ✓ **Alcaraz C. (1969)**-Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell Oranais, Thèse de spécialité, Université de Montpellier, 183 p.
- ✓ **Alterre Bourgogne. (2012)** - Les sols : des fonctionnalités à mieux connaître pour une meilleure utilisation, Rapport technique ; p20, 35 pour une meilleure utilisation Rapport technique .Alterre est une association loi 1901, majoritairement financée par l'Etat, le Conseil régional de Bourgogne, l'ADEME et l'Europe, à travers le fonds FEDER. p14-19.
- ✓ **Anonyme. (2008)** -Revus le 04 décembre 2008 sur les matières organiques du sol : rôles, risques et enjeux. Colloque de restitution du programme.
- ✓ **Aubert G. (1983)** - Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cash. ORSTOM. ser. ped. Vol xxx n°1, pp = 73-78.
- ✓ **Aubert G. (1960)** : les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride, pp = 127- 150.
- ✓ **Aubert .G (1978)**-Méthodes d'analyses des sols. Edit.C.R.D.P.Marseille.189p.
- ✓ **Augustin Bonnardot Jac Boutaud. (2001)**- la préparation du sol avant plantation arbre en questions fiches conseils de l'arboriculture ornementale.
- ✓ **Bachir s. et Lakehal S. (2007)** - contribution à l'étude physico- chimique des sols des poiriers dans la wilaya de Tlemcen. Mém Ing. Etat en Agronomie, Univ. Tlemcen, p81
- ✓ **Baize D et Girard B(1995)** -Guide pour la description des sols. INRA. Paris, 375p.
- ✓ **Baize D. (1988)**-Guide des analyses courantes en pédologie, choix, expression, présentation, interprétation. INRA. Paris, 172 p.

Référence bibliographique

- ✓ **Baize et Girard. (1992)** -Référentiel pédologique des principaux sols d'Europe", édité par l'INRA. Pédologie BING-P 302.
- ✓ **Bellanca A et Neri. (1993)**-Dissolution and precipitation of gypsum and carbonate minerales in soils on evaporite deposits, central sicily: isotope geochemistry and microfabric analysis, geoderma. 59 .1/ 4, pp = 263-277
- ✓ **Benabdeli K. (1992)**- Aridité et production agricole. Journées scientifiques 1992 Institut des Sciences de la Nature, Université de Sidi Bel Abbés, Algérie.
- ✓ **Bengough AG, Croser C, Pritchard J. (1997)** - Les incendies de forêts autrefois. DATAR (M.I.P.A.E.N.M.), 1-251.
- ✓ **Benkheira Abdelkader. (2007)**- Coordinateur national du Projet, Kit pédagogique sur l'environnement dans les zones arides- Guide Educatif pour l'Enseignant
- ✓ **Birch H. (1988)** - The effect of soil drying on humus and nitrogen availability. Plant and soil, 10. p 9-32
- ✓ **Blum, W.E.H. (1997)** -Basic concepts: Dégradation, résilience and réhabilitation. Méthods for assessment of soil degradation. R. Lal, W.H. Blum, C. Valentine et B.A. Steward. Boca Raton, Florida, Advances in Soil Science. CRC Press: p. 1-17.
- ✓ **Borsali .A. (2010)** - TP d'éco pédologie 3ème année, chargé de module.
- ✓ **Bourennane Schnebelen N. et Fort J.L. Coord. (2008)**-Connâître les sols pour préserver la ressource en eau. Guide d'application à l'échelle d'un territoire. Gis Sol, groupe « Projets » IGCS, INRA Orléans, France, 84 p.
- ✓ **Calvet R. (2003)** - Le sol, propriété et fonction. Paris, t1, 455 p., 117 fig., 56 tab.
- ✓ **CIHEA M. (1993)** - Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens, Etude bibliographique Plan Bleu Centre d'activités régionales Les Cahiers du Plan Bleu 2 Sophia Antipolis, Mai 2003, p 13.

Référence bibliographique

- ✓ **Conservation des forêts. (2008)**- Séminaire : Opportunités d'Investissement dans la wilaya de NAAMA- Secteur des Forêts Naâma : 09 – 10 et 11 Avril 2008
- ✓ **Cornet. A (2002)**- La désertification à la croisée de l'environnement. Un problème qui nous concerne. Johannesburg. Sommet Mondial de Développement Durable. Quels enjeux, quelle contribution des scientifiques? Ministère des Affaires Etrangères, A DPF, Paris, p207.
- ✓ **Daoud Y. et Halitim A. (1994)**-Irrigation et Salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse. 3 (5), pp : 151- 160
- ✓ **Delaunois A. (2006)** - Guide simplifié pour la description des sols.18 fig.
- ✓ **Djellouli Y. (1981)**- Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux oranais (Wilaya de Saïda). Comportement des espèces vis-à-vis d'éléments du climat, Thèse de doctorat de 3e cycle, USTHB, Alger, 178 p.
- ✓ **Donahy R., 1958.** Nature des sols et croissance végétale. Ed. D'organisation. Paris. 312p.
- ✓ **Duchaufaur P. (1988)** - Pédologie : Application forestière et agricole école nationale des eaux et forêts, Nancy, p124-155.
- ✓ **Duchauffour ph. Souchier B. (1977)**- Pédologie 1, Pédogenèse et classification. Masson. Paris.
- ✓ **Duchaufour P. (1997)** -Abrégé de pédologie : sol, végétation, environnement. Masson, Paris, 5ème édition.
- ✓ **Duchaufour P. (2001)**-Introduction à la science du sol, végétation, environnement, 6^{eme} édit. 331 p., 116 fig., 10 tab.4 pl.
- ✓ **Eliard J.L. (1979)**- Manuel d'agriculture générale. ed. J.B. Baillière. Paris,344p
- ✓ **Emberger L. (1955)**-une classification biogéographique des climats. Trav. Ins. Bot. Montpellier. 7, pp : 3- 43.

Référence bibliographique

- ✓ **Eswaran H., Ilaiwin M., Osman A.(1981)**-Mineralogy and micro - morphology of aridisols. Proc. 3th Int . Soil classification workshop. ACSAD. Damascus.
- ✓ **FAO. (1992)**-Foresterie en zones arides - Guide à l'intention des techniciens de terrain... Produit par: Département des forêts.
<http://www.fao.org/docrept/t0122f/t0122f00.htm#contents>
- ✓ **Gras R. (1988)** - Physique du sol pour l'aménagement. Paris, 587 p.
- ✓ **Gros Raphaël. (2002)** -Fonctionnement et qualité des sols soumis à des perturbations physiques et chimiques d'origine anthropique : réponses du sol, de la flore et de la microflore bactérienne tellurique-Présentée en vue d'obtenir le grade de Docteur de l'Université de Savoie 'Spécialité : Biologie des populations et des écosystèmes, p 31.
- ✓ **Guénon R. (2010)** -Vulnérabilité des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de composts. Thèse Doct, Univ. Marseille, p41. 218 p., 134 fig., 60 tab.
- ✓ **Halilat M.T. (1993)**- Etude de la fertilisation azoté et potassique sur le blé dure (variété Aldura) on zones sahariennes (région de Ouargla). Mémoire. Magis. Batna. 130p
- ✓ **Halilat M.T., Dogar M.A. et Badraoui M. (2000)**-Effet de l'azote, du potassium et de leur interaction sur la nutrition du blé sur sol sableux du désert algérien. Revue. Homme, terre et eaux. Vol.30 (115). p 32-39.
- ✓ **Halitim A. (1978)**-cours de science du sol. pedalogie generale et agropedologie. tome 1. ina. alger.
- ✓ **Halitim A. (1988)**-Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p
- ✓ **Henin S, Monnier G, Combeau A. (1958)** - Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. Annales.
- ✓ **Jean Pierre Camuzard. (2010)**-Le sol, un milieu complexe au pouvoir épurateur limité.

Référence bibliographique

- ✓ **Khademi H., et Mermut A.R.(2003)**-micromorphology and classification of argids and associated gypsiferous aridisols from central Iran .science direct catena.pp :1-14
- ✓ **LAL, R., Blum, W.E.H., Valentin, C. and Stewart, B.A., eds.(1997)** - Methods for Assessment of Land Degradation. Boca Raton: CRC.
- ✓ **Lavelle P, Spain AV. (2001)** - Soil Ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- ✓ **Mathieu C et Pielain F. (2003)**-Analyse chimique des sols. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, 292 p.
- ✓ **Mathieu C. (1998)** - Analyse physique des sols .Paris ,275p, 86 fig ,26 tab.,09 ph.
- ✓ **Mathieu C. (2003)**-analyse chimique des sols .Paris, 387p.30 fig., 40 tab.
- ✓ **Mathieu, (1996)**- Fonctionnement et qualité des sols soumis à des perturbations physiques et chimiques d'origine anthropique : réponses du sol, de la flore et de la microflore bactérienne tellurique. Par Raphaël GROS Soutenu publiquement le 19 décembre 2002, p 17.
- ✓ **Mederbal K. (1992)**-Compréhension des mécanismes de transformation du tapis végétal : approches phytoécologiques par télédétection et dendroécologie de *Pinus halepensis* Mill. dans l'Ouest algérien, Thèse de doctorat d'Etat, Université d'Aix-Marseille III, 229 p.
- ✓ **Melalih Ahmed. (2011)**-Analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol dans la zone aride cas bassin versant d'AIN SEFRA. thèse de magister, p19.
- ✓ **Millenium ecosystem assessment. (2005)** - Ecosystems and Human Well being:.Washington,Covelo,London,Mylenium EcosystemAssementBoard, 918 p.
- ✓ **Montanarella Luca. (1999)**- Les sols, à l'interface de l'agriculture et de l'environnement, [www. ec.europa.eu/agriculture/envir](http://www.ec.europa.eu/agriculture/envir). (UE. Union européenne. CCR. Centre commun de recherche. Ispra. Italie)

Référence bibliographique

- ✓ **Nedjraoui D. (1999)**-Suivi diachronique des processus de désertification in situ et par télédétection des Hautes Plaines Steppiques du Sud-ouest Oranais. Rapport annuel 1999, P.28
- ✓ **Nedjraoui D. (2011)** -L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et Semi -arides du Maghreb 2011 p 41.45.46
- ✓ **Nedjraoui D. (2003)** - country pasture, forage resource profiles. ed. FAO. Grassland and pasture crops Algérie, pp: 1-29.
- ✓ **OSS. (2009)**- Vers un système d'alerte précoce à la sécheresse au Maghreb, Tunis, 2009.Observatoire du Sahara et du Sahel. p86 www.oss-online.org
- ✓ **Pansu M et Gautheyron J. (2003)** - l'analyse du sol, minéralogie, organique et minérale. ed. Springer - verlag. France, 993 p.
- ✓ **Lacoste Philippe. (2011)**-directeur adjoint des biens publique mondiaux-l'action extérieure de la France contre la dégradation des terres et la désertification p02
- ✓ **Plan Bleu. (2003)**-Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens, Les Cahiers du Plan Bleu 2
- ✓ **PNUE. (2007)** - GEO4 - L'environnement pour le développement. p574.
- ✓ **Poget M. (1980)**-Les relations sol végétation dans les steppes Sud-algéroises. O.R.S.T.O.M. Paris. 555p.
- ✓ **Quézel P. & Médail F., (2003)** - Ecologie et biogéographie des forêts du Bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, p24, 592
- ✓ **Ramade F. (2003)**- élément d'écologie. 3^{ème} édition. Dunod, 690 p.
- ✓ **Ranjard L. (1999)** -Réponse des communautés bactériennes telluriques à un apport de mercure inorganique: influence de la localisation des bactéries. Thèse Université Lyon 1, 170 p.
- ✓ **Robert M. (1996)**-le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement Ed. Masson. Paris ; 243 p.

Référence bibliographique

- ✓ **Robert. (2007)**- Triangle des textures Source : Dr Georges Siegenthaler vigneron-le sol de la vigne.
- ✓ **Ruellan A. (1971)**- Les sols de la base moulouya (Maroc oriental). Cah. ORSTOM. N° 54, 302 p.
- ✓ **Ruellan A. (1976)**- Morphologie et répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques, Ann. Agro. INA. Vol VI. N°1, pp 11-39
- ✓ **SCIS SAIDA. (2005)**-analyses chimiques; Code: M03/PS7, Révision: 1, Date: 07/10/2005 Société des Ciments de Saida, Spa d'El Hassasna.
- ✓ **Servant J.M.(1970)**- Etude expérimentale de l'influence des conditions salines sur la perméabilité des sols, conséquences pédologiques. Sci. Du sol.2, pp : 87-103.
- ✓ **Soltner D. (2000)**-Les bases de la production végétale Tome I. Le sol et son amélioration. 22^{ème} édition. Ed. Sciences et techniques agricoles, 407 p.
- ✓ **Stewart Ph. (1968)**-Quotient pluviométrique et dégradation bio sphérique : quelques réflexions. Bull. soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Alger. 59 (1-4), pp 23- 36.
- ✓ **Tessier, D.,Bruand, A., Le Bissonnais, Y., Dambrine, E.(1996)** - Qualité chimique et physique des sols: variabilité spatiale et évolution. Etude et Gestion des Sols numéro special 3/4, 229-244.
- ✓ **Tramblay-Boeuf V. (1995)**-Influences des contraintes mécaniques sur l'exsudation racinaire du maïs. Thèse doctorat 3ème cycle, INPL, Nancy, 138 pages.
- ✓ **Vana Alphen J.G., Rios Romero F. (1971)** –gypsi ferrous soils. Notes on their characteristics and management. Bulletin 12. International institute for land reclamation and improvement wageningen . The nether lands , 44 p .
- ✓ **Wri. (2002)**- World ressources institute.drylands,people,and ecosystem goods and services :aweb-based geospatial analysis.

Référence bibliographique

- ✓ **Yvette Lazzeri. (2013)**-(CERIC-Cnrs-Université d'Aix-Marseille) & Daniel Nahon (CEREGE-Université d'Aix-Marseille), - La conservation des sols : un enjeu pour les territoires méditerranéens.

- ✓ **ZAIR Mustapha. (2010)** -bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Naâma et perspectives d'avenir/mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère en foresterie. 2010 p 38 -40.

Résumé : Les zones arides sont des milieux très rudes et très contraignants liés aux pluviométries faibles et irrégulières accentué par des températures élevées.

Notre étude a pour but de connaître les caractères physico-chimiques des sols forestiers d'une zone des hauts plateaux algériens (Naâma).

Le résultat obtenu montre que les sols forestiers de Naâma sont caractériser par une texture sableuse et une couleur orange pour l'ensemble des forêts

Les cinq forêts de notre zone d'études caractériser par : taux faible de matière organique, la salinité varie entre sol salé et sol très salé, sa perméabilité est forte et sont humidité assez faible (pauvre en réserve d'eau et les éléments nutritifs) et le pH alcalin.

Donc le sol influencé par les facteurs qui dégradent les formations forestières sont la pauvreté de sol du coté des éléments nécessaires (matière organique, humidité, capacité de rétention, perméabilité, pH KCL, pH eau, conductivité électrique, C, N, les oligo-éléments).

Les sols de l'ensemble des forêts de notre zone d'étude sont caractérisé par une homogénéité physico-chimique.

Mots clé : sol forestiers dégradé, analyse physico-chimique, Naâma,

ملخص: المناطق الجافة هي مناطق صلبة مرتبطة بالأمطار القليلة و الغير المنتظمة الناتجة عن درجة الحرارة المرتفعة

دراستنا من اجل هدف معرفة الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة الغابية لمنطقة الهضاب العليا الجزائرية النعامة

النتائج المتحصل عليها بينت أن التربة الغابية للنعامة تمتاز بالبنية الرملية وذات لون برتقالي في كل الغابات المدروسة

الغابات الخمس تمتاز ب:

قلة نسبة المادة العضوية الملوحة المتغيرة بين تربة مالحة و تربة جد مالحة النفاذية كبيرة و الرطوبة والقدرة على الاحتفاظ بالماء قليلة و نسبة الأملاح ضعيفة جدا و التربة قاعدية

إذن التربة تتأثر بالعوامل التي تدهور المجمعات الغابية و المتمثلة في نقص المواد الضرورية (النفاذية . القدرة على الاحتفاظ بالماء الرطوبة المواد C.N.Ph.Ph KCl العضوية . الناقلية الكهربائية . الأملاح المعدنية .

التربة المدروسة لهذه الغابات متجانسة من حيث الخصائص الفيزيوكيميائية

الكلمات المفتاحية: تربة غابية متدهورة , تحليل فيزيائي-كيميائي, النعامة

Absract:

Drylands are very harsh and very binding associated with low and erratic rainfall exacerbated by high temperatures environments.

Our study aims to know the physico-chemical characteristics of forest soils in an area of high Algerian plateaus (Naâma) for.

The result shows that forest soils Naâma characterized by a sandy texture and orange for all drills

Five bits of our study area characterized by low organic matter, salinity varies between very salty soil and salty soil, permeability is strong and moisture are quite low (poor water supply and nutrients) and alkaline pH.

So the soil influenced by factors that degrade forest formations are poverty Soil side elements necessary (organic matter, moisture holding capacity, permeability, pH KCl, pH water, electrical conductivity, C, N, trace elements).

The soils of all our drills study area characterized by physicochemical homogeneity.

Keywords: Naâma, degraded forest, physico-chemical analysis, soil.

Keywords: degraded forest soil, physico-chemical analysis, Naâma,