



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



Université Dr. Tahar Moulay -Saïda-
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 par :

Melle: *DJELAILIA Zoubida*

Pour l'Obtention du Diplôme de :

Master en écologie végétale et environnement

Filière: *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 Tlemcen.*

Soutenu le : 22 - 06 -2014.

Devant les membres du jury :

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

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

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

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

Année universitaire : 2013 - 2014

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect à : Mes chers parents symbole d'amour et de tendresse, qui est tant privée pour me satisfaire, pour leurs sacrifices.

Mes sœurs : Kheira, Amina, Mebarka et Zahra.

A mes frères : Mimoun et Nasraddine.

A tous les famille : Djelailia et Chamkha.

Atout mes professeurs.

A tous mes amis

Sans oublier ma promo de biologie Master II2014.

Merci

Zoubida

Remerciements

Nous remercions le DIEU, le tout puissant de nous avoir accordé la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail, La première personne que nous tenons à remercier est notre encadreur Monsieur « BOURSAÏ AMINE HABIÏB » Professeur au département de biologie, université de Saida, pour avoir bien accepté de diriger mon travail, pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury :

Monsieur le président « HACHEM KADDA » qui nous a fait l'honneur de présider notre jury de thèse Monsieur « BENABDELLAH NOUREDDINE » et Monsieur « HASNAOUI OKKACHA » pour nous avoir fait l'honneur de prendre part de notre jury de thèse.

Nous exprimons mes profonds remerciements à tous ceux que j'ai côtoyés tout au long de mon séjour au laboratoire du département de biologies, Génie Civil de l'université de Saida et laboratoire de la cimenter el hassassna, en particulier.

- ❖ *Monsieur : « BOGNINA » responsable de laboratoire de Génie Civil*
- ❖ *Monsieur : « BEN HMIÏDA NESRODDINE » responsable de laboratoire pédologie*
- ❖ *Monsieur : « BEN MEHAMED AHMED » responsable de laboratoire chimie.*
 - ❖ *Monsieur : « DIAB » responsable de laboratoire de la cimenter et Monsieur : « MANADE » administrateur au la cimenter de el hassassna.*

Ainsi Nous adressons nos chaleureux remerciements :
 - ❖ *Monsieur « KERRACHE GHAOUTI » pour sa disponibilité et son aide.*

Tout le personnel de la conservation des forêts à leur tête :
- ❖ *Monsieur « L'OURFI AHMED » Chef de Circonscription d'Ain El Hadjar wilaya Saida.*
 - ❖ *Monsieur « DAHMANI SOFIANE » chef de service de la protection de ressources forestières, circonscription d'Ouled Mimoun wilaya de Tlemcen.*
 - ❖ *Monsieur « ZAYRE ABDELKADER » chef de district d'Ouled Mimoun.*
 - ❖ *Monsieur « KALAI SAMIR » : Chef secteur de l'Est du Parc national de Tlemcen.*

Monsieur « DJAMEL ABDELHAK » chef secteur de l'Ouest du Parc national de Tlemcen et ses adjoints « MR : BOUZIANI BOUALLEM et Mr : THRAOUI ALARBI » et Monsieur « BEN AÏSSA HOCINE »

A la fin, on présente nos remerciements à tous les personnes qui ont rendu possible la présente étude qui ont contribué à son élaboration sous quelque forme que ce soit.

Liste de figure

Figure 1: Localisation de l'étage bioclimatique subhumide et humide en l'Algérie....	7
Figure 2: Répartition des terres forestières au niveau de la wilaya de Tlemcen.....	9
Figure 3: La répartition de la superficie des formations de Pin d'Alep purs.....	9
Figure 4: la répartition de la superficie des formations de Chêne Liège.....	10
Figure 5: la capacité du sol d'infiltration et des stockages l'eau.....	20
Figure 6: Carte de situation	23
Figure 7: Aspect générale de la Forêt domaniale Ifri et Forêt de zarifet.....	25
Figure 8: Aspect générale de la Forêt domaniale Slissen et Forêt domaniale Zardeb...	26
Figure 9: Aspect générale de la Forêt domaniale chouly.....	26
Figure 10: Emplacement des cinq échantillons dans les parcelles.....	27
Figure 11: L'échelle internationale de la classification de sol.....	28
Figure 12: Classes de texture des sols en relation avec les proportions de particules argileuses, limoneuses et sableuses.	29
Figure 13 : la pèse de pycnomètre après le remplir par le benzène.....	30
Figure 14: Essai de perméabilité.....	32
Figure 15: Echelle de salure des sols.....	34
Figure 16: le retiré des capsules après 15 heures.....	34
Figure 17: Calcimètre.....	36
Figure 18: A : pastille et B : presse de pastillage	41
Figure 19: le broyeur.....	41
Figure 20: analyseur par fluorescence X.....	41
Figure 21: Histogramme d'humidité moyen.....	46
Figure 22: histogramme de la capacité de rétention moyenne.....	46

Figure 23: histogramme de la densité réelle et densité apparente moyenne.....	47
Figure 24: histogramme de la porosité et de perméabilité moyenne.....	47
Figure 25: L'estimation de la teneur en sels dans la zone d'étude.....	48
Figure 26: histogramme de pH eau distillé, KCl.et la conductivité moyenne.....	49
Figure 27: histogramme de la matière organique moyenne.....	50
Figure 28: Histogramme de la teneur en carbonate.....	51
Figure 29: histogramme de la teneur en azote.....	52
Figure 30: histogramme de la teneur en carbone.....	52
Figure 31: histogramme du rapport C/N.....	52
Figure 32 : histogramme de la teneur en élément chimique.....	54
Figure 33 : La détermination de couleur d'un sol à partir code international Munsell:	

Hue, Value, Chroma.

Liste des tableaux

Tableau 1: Sensibilités des sols à la dégradation.....	14
Tableau 2: l'origine Les principaux constituants du sol.....	15
Tableau 3: Structure de la végétation de la zone d'étude.....	22
Tableau 4: Géolocalisation des stations.....	25
Tableau 5: l'ensemble des analyses des sols.....	28
Tableau 6: Masse d'une prise d'essai en fonction de la teneur présumée en carbonate.....	35
Tableau 7: Résultats des analyses physico-chimiques du sol.....	44
Tableau 8: Classification des matériaux en fonction du pourcentage massique carbonate.	

TABLE DES MATIÈRES

Dédicace

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Abréviation

Introduction générale..... 2

Chapitre I : Généralités sur les forêts des zones subhumide et humide

Introduction..... 5

1. Présentation des zones subhumide et humide..... 5

1.1. En méditerrané..... 5

1.1.2. Les forêts humide et subhumide au méditerranée 5

1.2. En Algérie..... 6

1.2.1. L'étage bioclimatique subhumide et humide..... 6

1.2.2. Les forêts des zones subhumide et humide en Algérie..... 7

1.3. Les forêts de la wilaya Tlemcen..... 8

1.3.1. Importance des terres forestières..... 8

1.3.2. Localisation..... 9

1.3.3. Types de peuplements 9

1.3.4. Les parcours à pin d'Alep dans la région de Tlemcen..... 10

1.3.5. Les parcours à thuya et genévrier rouge..... 10

1.3.6. Structure des peuplements de chêne-liège..... 11

1.4. L'étage bioclimatique subhumide et humide dans la wilaya de Tlemcen..... 11

1.4.1. L'étage bioclimatique subhumide..... 11

Chapitre II : Vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones subhumide et humide

Introduction	13
1. Présentation des sols subhumide et humide	13
2. Dégradation des sols subhumide et humide.....	13
2.1. Sensibilités des sols à la dégradation	14
3. Origine et diversité des sols subhumide et humide.....	14
4. Concept de qualité des sols subhumide et humide.....	15
4.1. Qualité physique.....	15
4.2. Qualité chimique.....	16
4.2.1. La qualité de la matière organique.....	16
5. Influence de la végétation Sur le sol.....	16
6. Effet de la température sur le carbone organique	17
7.Effet de climat sur les propriétés physique (structure).....	17
7.1. L'effet de l'alternance de sécheresse et d'humidité	17
7.2. L'impact de goutte d'eau	17
8. Influence des sols sur le peuplement forestier.....	18
9. Le sol a un rôle essentiel dans le cycle d'eau.....	18
Conclusion	20

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	22
1.1. Situation géographique des zones d'études.....	22
1.2. Climat de la zone d'étude.....	22

1.3. La végétation de la zone d'étude.....	22
1.4. Aperçu pédologique de la zone d'étude.....	24
1.4.1. Sols fersialitiques (sols rouges méditerranéens)	24
1.4.2. Sols lessivés et podzoliques.....	24
1.5. Présentation des parcelles d'étude	24
1.5.1. Caractéristique générale et échantillonnage.....	24
1.6. Méthodologie de prélèvement de sol dans les cinq parcelles.....	27
2. Analyse des sols.....	27
2.1. Analyses physico-chimique.....	28
2.1.1. Analyse granulométrie.....	28
2.1.2. Humidité au champ.....	29
2.1.3. La densité réelle, densité apparente et Porosité.....	30
2.1.4. Capacité de rétention.....	31
2.1.5. Perméabilité.....	31
2.1.6. Couleur du sol.....	32
2.1.7. pH (eau), pH (KCL) et la conductivité électrique.....	33
2.1.8. Matière organique.....	34
2.1.9. Le calcaire total et calcaire actif.....	35
2.1.10. Dosage de l'azote total (méthode Kjeldah).....	36
2.1.11. Dosage du carbone (méthode Anne).....	38
2.1.12. les stocks en éléments chimique déterminé par analyse de florescence X.....	40
2.1.13. Les produit chimique et Matériels utilisés.....	41
3. Traitement statistique.....	42

Chapitre IV: Résultats et discussion

1. Résultat des analyses pédologiques.....	44
--	----

2. Discussion	45
2.1. Les caractères physiques des sols.....	45
2.1.1. Texture, couleur du sol.....	45
2.1.2. Humidité au champ.....	46
2.1.3. La capacité de rétention.....	46
2.1.4. Densité réelle, densité apparente, porosité et perméabilité.....	47
2.1.5. pH eau distillé et pH KCl et conductivité électrique.....	48
2.1.6. Matière organique.....	50
2.1.8. La teneur en carbone et en azote avec le rapport C/N.....	52
2.1.9. Stocks des éléments chimiques des sols.....	54
3. La vulnérabilité des sols par rapport les facteurs physico-chimiques.....	55
Conclusion générale.....	58

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Abréviation

A.D.T. : Agriculture de territoire.

A.D.C.S. : L'agriculture durable et la conservation des sols

B.N.E.D.R. : Bureau National des Etudes de Développement Rural

C.A.G. : Chambre d'agriculture Gironde.

C.E.M.A.G.R.E.F. : Centre d'Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts.

D.G.A.L.N. : Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature.

D.G.F. : Direction Générale des Forêts

D.P.A.T. : Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Tlemcen.

F : Futaie.

F.A.O. : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

G : Gaulis

G.I.S.S. : Groupement d'Intérêt Scientifique sur Sol

I.N.R.A. : Institut National de la Recherche Agronomique.

Ha : Hectare.

HP : Haut Perchis.

JF : Jeune Futaie.

N.n.M : Non mentionnée.

O.T.E.D.D : Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable.

P : Perchis.

R.N.S.L.T.E.F. Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers.

S.P.V : Syndicat des pépiniéristes viticulteurs.

VF : Veuille Futaie.

U.N.I.F.A. : l'Union des Industries de la Fertilisation.

Introduction générale

Introduction :

Les sols méditerranéens présentent une grande diversité en raison de la grande variabilité des facteurs naturels (climat, végétation, physiographie, géologie et lithologie) qui conditionnent leur formation et leur répartition. Parmi la large gamme de types de sols rencontrés, l'un est spécifique de la région méditerranéenne : les sols rouges méditerranéens ou sols fersiallitiques dont fait partie la terra rosa rencontrée en zone karstique. Ces sols fersiallitiques sont de bons sols agricoles ou forestiers, à la condition qu'ils soient protégés de l'érosion. Ils sont en effet particulièrement sensibles à l'érosion éolienne ou hydrique, surtout dans la situation de découverte végétale dans laquelle ils se retrouvent après un incendie ou la suite du surpâturage. L'érosion réduit ces sols à des sols squelettiques autour de croûtes calcaires stériles. Globalement, les sols méditerranéens sont souvent fragiles, soumis à des actions anthropiques importantes et rajeunis par l'érosion.

Ils sont alors peu profonds, peu différenciés et pauvres en matière organique. Ils ont une capacité de réserve en eau faible, ce qui est un lourd handicap pour des régions où les précipitations sont très insuffisantes pour assurer la croissance des plantes. Néanmoins, il existe aussi, dans ces régions, des sols profonds, bien structurés, souvent plats ou peu pentus et retenant bien l'eau, notamment dans les plaines où domine l'agriculture. S'explique souvent aussi par le seul mécanisme de l'érosion.

Actuellement le couvert forestier global en Algérie est de 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 16,4 % pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Néanmoins, seuls 1,3 millions d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. A l'instar des pays du pourtour méditerranéen l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier. (Ferka, 2006). Cette superficie globale se constitue de sol pauvre en matière organique, sol rocailleux, sol dégradé par l'érosion hydrique et éolienne, en plus des ravages causés par les incendies répétés durant la période estivale. On peut citer aussi : les ravages causés par les insectes (chenille processionnelle), maladies, surpâturage illicite (bovins et caprins).

Les sols forestiers constituent un enjeu vital dans la conservation des forêts. Dans ce contexte, il est important de pouvoir suivre la qualité des sols sur le court et le moyen Terme (INRA, 2006). Toutefois, il est assez largement admis qu'il n'existe pas d'indicateur unique et universel de la qualité d'un sol forestier (Fox, 2000),

Dans ce mémoire on a choisi cinq forêts de la région de Tlemcen (Zarifet, Ifri, Chouly, Slissen, Zerdeb) pour chaque station on a étudié les caractères physiques et chimiques du sol. On a voulu connaître à travers cette étude les indicateurs de la qualité des sols d'une zone

situer dans le subhumide et voir quels sont les facteurs qui interviennent dans la dégradation et la perte de fertilité de ces sols.

Il ressort de ce travail que le premier facteur qui dégrade ces sols est le feu et l'érosion sous la pression de l'action anthropiques.

CHAPITRE I

Généralité sur les forêts des zones subhumide et humide

Introduction :

Le climat, premier facteur d'unité et de diversité des écosystèmes forestiers méditerranéens, Braudel (1985), l'affirme, « l'unité essentielle de la Méditerranée, c'est le climat, un climat très particulier, semblable d'un bout à l'autre de la mer, unificateur des paysages et des genres de vie ».

Ce climat, ses conséquences sur les milieux naturels et leurs évolutions historiques sont aujourd'hui relativement bien connues grâce aux nombreux travaux menés depuis le milieu du XXème siècle. L'ensemble de ces études montre à la fois une unité liée aux spécificités climatiques (notamment la sécheresse estivale) mais aussi une grande diversité en raison de la fragmentation des milieux, de l'impact de l'homme et des variantes climatiques. Les climatologues définissent en effet différents bioclimats méditerranéens à l'aide d'indices climatiques tels que la moyenne des minima du mois le plus froid (m), la pluviométrie totale annuelle (P), le quotient pluviothermique (ou indice d'Emberger : Q2) ou encore l'indice xéothermique (X). A chacun de ces bioclimats correspond un type de végétation potentielle, et donc un type de forêt avec ses espèces emblématiques et représentatives. La forêt méditerranéenne se présente ainsi comme une forêt plurielle, unique et diversifiée.

Deux grandes thématiques mobilisent aujourd'hui des chercheurs et les forestiers autour de la forêt méditerranéenne : les impacts du changement climatique et l'intégration de la forêt dans les politiques territoriales.

Le changement climatique mobilise la communauté scientifique depuis moins longtemps que l'incendie mais cette mobilisation est large comme en témoigne l'étendue des thèmes retenus par les appels à propositions de recherche (APR) du programme Gestion et impacts du changement climatique (GICC), lancé en 1999 par le ministère chargé de l'écologie et piloté par le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (MEDDTL).

1. Présentation des zones subhumide et humide :

1.1. En Méditerranée :

1.1.1. Les forêts subhumide et humides dans le bassin méditerranéen :

Les spécificités de ces milieux sont bien connues et étudiées depuis le début du XIXème siècle (Fesquet, 1998). Climatiquement, la région méditerranéenne est caractérisée essentiellement par l'existence d'une sécheresse estivale et de précipitations très irrégulières. En matière de relief et de sols, elle oppose des montagnes et collines aux pentes souvent fortes, et aux sols fréquemment superficiels et sensibles à l'érosion, à des plaines parfois marécageuses.

La flore, herbacée, arbustive et arborescente, est très riche et variée, et adaptée à ces conditions spécifiques.

-Les Subéraies (*Quercus suber*) au Maroc :

Le chêne-liège est une essence forestière qui se situe exclusivement dans la partie occidentale du bassin méditerranéen. Si on exclut les quelques îlots répartis le long du Haut Atlas et les Subéraies du Moyen Atlas oriental, on peut dire qu'au Maroc le chêne-liège ne se cantonne essentiellement que dans la partie septentrionale occidentale de ce pays. Ce qui correspond aux zones bioclimatiques subhumide, humide et per humide chaudes, tempérées et fraîches, exceptionnellement semi-aride chaude et tempérée. Cependant le climat de ces zones restent fortement marqué par une influence océanique qui compense le déficit des précipitations du dernier cas (Benabid A, 1985).

-Chênaie verte (*Quercus rotundifolia*)

Quercus rotundifolia est l'une des trois espèces de chêne vert du bassin méditerranéen. Si les deux autres se limitent dans leur répartition biogéographique à la partie centrale (*Quercus ilex*) et orientale (*Quercus calliprinos*), la première quant à elle s'étend dans la partie occidentale essentiellement méridionale (Afrique du Nord-ouest, et Espagne méridionale) de la zone méditerranéenne.

-Au Maroc, les formations à *Quercus rotundifolia* occupent plus du quart de la superficie forestière. Elles s'étendent sur toutes les régions du Maroc où les conditions écologiques leurs sont favorables. La plasticité et la résistance du chêne vert lui permettent de coloniser tous les types de substrats géologiques, et de se situer dans les zones bioclimatiques semi-aride, subhumide, humide et per humide tempérées à extrêmement froides. (Benabid, 1985).

1.2. En Algérie :

1.2.1. L'étage bioclimatique subhumide et humide :

Alatou (1999), montre que L'étage climatique correspond à l'étage de végétation donc Les groupements végétaux appartenant à un même étage forment un ensemble écologique, bien que les genres d'une même famille constituent une unité systématique".

-L'étage bioclimatique humide :

L'étage bioclimatique humide est divisé en deux sous-étages l'un inférieur, l'autre, moyen, marqué par la présence de la série du chêne zeen est marquée par l'abondance des aérohygrophiles en liaison avec les condensations des brouillards orogéniques; fougères, mousses et lichens.

-L'étage bioclimatique subhumide :

L'étage bioclimatique subhumide Comme nous l'avons souligné, l'étage subhumide est divisé en cinq sous étages ;

-Les sous-étages inférieur et moyen chaud : Il présente les séries de végétation suivantes: La série du Genévrier de phoenicie, La série du chêne kermès (*Quercetum cocciferae*).

-Le sous-étage inférieur doux : Les séries caractérisant ce sous étage sont: La série du chêne liège (*Quercetum suberis*), La série a Oleo-lentisque (l'Oleo-lenticetum),

Le sous-étage moyen et supérieur doux.

La figure 1 montre la répartition des étages bioclimatiques dans l'Algérie :

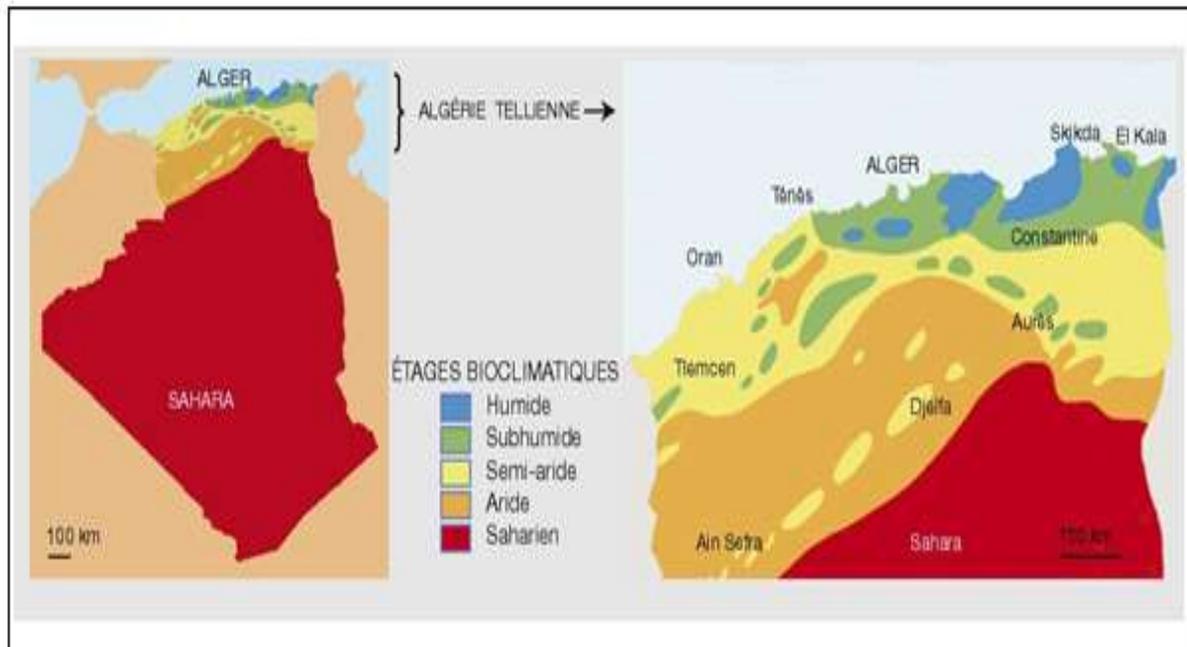


Figure 1 : localisation du étage bioclimatique subhumide et humide en l'Algérie
(Anonyme1,2006).

1.2.2. Les forêts des zones subhumide et humide en Algérie :

-La forêt du cèdre de l'atlas :

Le cèdre de l'Atlas: Essentiellement montagnard dont l'aire s'étend à partir de 1400 à 2800 m d'altitude et se développant à l'étage humide et froid.

D'un charme incontestable, son architecture fait de lui un des plus bel arbre d'Afrique du Nord. Le cèdre se retrouve au niveau des Aurès, du Djurdjura, de l'Atlas bliéen ainsi qu'à Teniet El Haad.

Conservé au niveau des Parcs nationaux, la régénération capricieuse de cet arbre fait que des reboisements sont déployés pour l'extension de son air. (Louni , 1994)

-Forêt de Chêne liège :

Les forêts de chêne liège occupent une place de premier ordre dans l'économie forestière algérienne. La subéraie produit annuellement 200.000 Quintaux de liège qui sont exportés après transformation par les industries locales.

Localisée à l'Est du pays entre le littoral et une ligne passant approximativement par Tizi-Ouzou, Kherrata, Guelma, Souk Ahras. La subéraie est représentée à l'ouest dans les

régions de Tlemcen et de Mascara. En général, elle colonise l'étage bioclimatique humide et subhumide. Fortement représentée à l'Est du pays, rare et dispersée à l'Ouest, la subéraie s'étale sur une bande de 450 km d'Alger au Cap Roux (Est d'El Kala), dont la largeur ne dépassant pas 60 à 70 km. Cette bande côtière se prolonge sur une longueur de 1 50 Km jusqu'à Bizerte en Tunisie.

-L'association olivier et lentisque (Oleo-lenticetum) :

C'est une formation sublittoral, l'association d'oleolentisque est xérophile et thermophile, assez indifférente à la nature du sol. Sur les deux coupes de végétation réalisée, l'Oleo-lenticetum apparait dans l'étage subhumide inférieur doux. Les précipitations abondantes ne lui sont pas défavorables. Cette association s'élevé du niveau de la mer jusqu'à 1000 m. Sur les terrains meubles non calcaire, au niveau des piémonts dégradés, elle est en concurrence avec le Quercetum suberis.

1.3. Les forêts de la wilaya Tlemcen:

1.3.1. Importance des terres forestières :

Selon le B.N.E.D.R (2008), les formations forestières couvrent une superficie de 238 820Ha, soit un taux de boisement de la wilaya estimé à 26%.

La strate arborescente qui correspond aux forêts naturelles et aux reboisements occupe une superficie de 28 856 Ha soit 12% des superficies boisées de la wilaya : Forêts naturelles : 9 027 Ha (4%).Reboisements : 19 829 Ha (8%).

La strate arbustive formée de maquis et de maquis arborés est prédominante, elle couvre une superficie de 209 964 Ha soit (88 %) de la superficie totale des formations forestières cartographiées dont : Maquis : 120 668 Ha 51%, Maquis arborés : 89 296 Ha 37%(Figure 2).

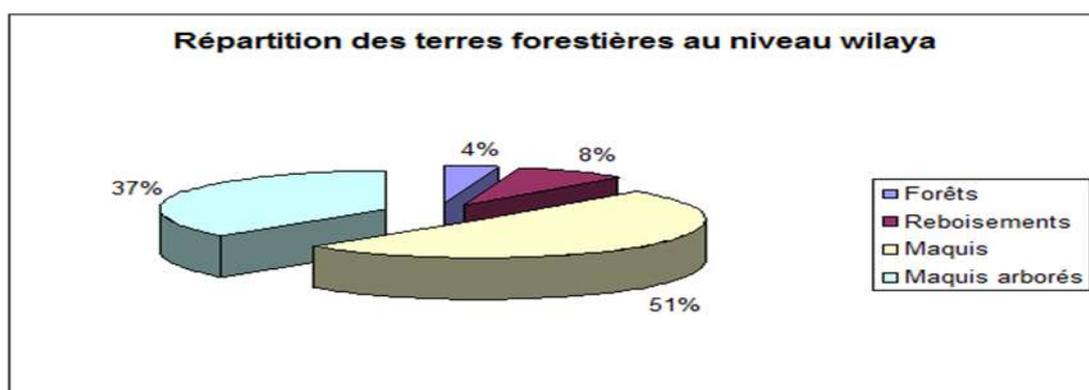


Figure 2: Répartition des terres forestières au niveau de la wilaya de Tlemcen.

1.3.2. Localisation :

Les formations forestières sont pour l'essentiel situées à l'intérieur des deux (02) sous zones à typologie forestière citées ci-dessous qui renferment la quasi-totalité (99%) des superficies forestières de la wilaya. Il s'agit des : Monts de Tlemcen, Monts de Traras.

1.3.3. Types de peuplements :

Les formations de Pin d'Alep purs qui occupent une superficie de 22 311 Ha sont généralement jeunes. Ils sont structurés comme le montre la figure 3 :

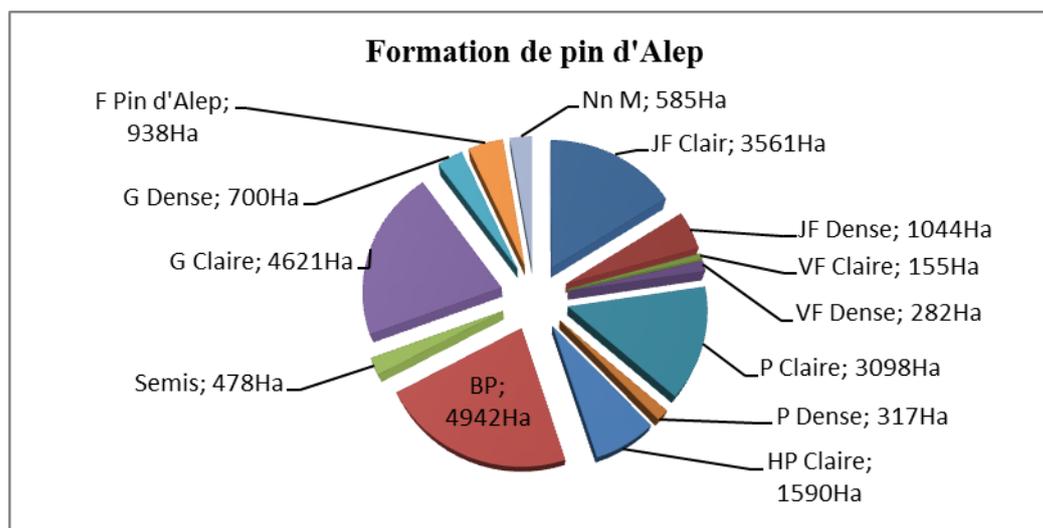


Figure 3: la répartition de la superficie des formations de Pin d'Alep purs.

Les forêts de Chêne liège occupent une superficie de 1 380 Ha. Elles se présentent en peuplements purs ou mélangés généralement denses répartis comme suit (Figure 4) :

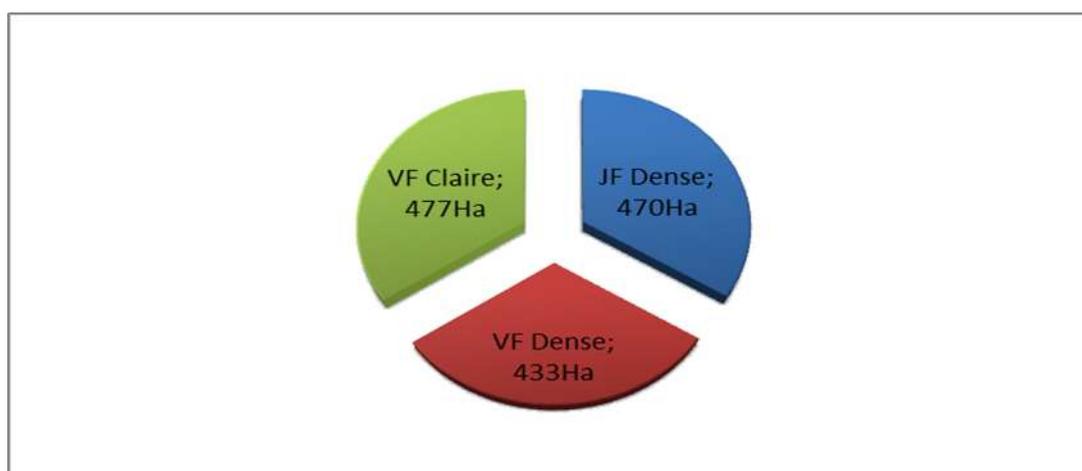


Figure 4: la répartition de la superficie des formations de Chêne Liège.

Les forêts de d'eucalyptus (issues de reboisements) occupent une superficie de 1596 Ha. Elles sont formées de jeunes peuplements denses dont plus de la moitié se présentent sous forme de taillis répartis comme suit :

Jeunes futaies claires : 569 Ha, Perchis clairs : 24 Ha, Perchis dense : 1 003 Ha.

1.3.4. Les parcours à pin d'Alep dans la région de Tlemcen :

Selon Ayache *et al.* (2008), Le pin d'Alep ne doit sa présence dans la région de Tlemcen qu'aux reboisements. Il prend de l'ampleur dans les monts des Traras où il occupe actuellement une surface très importante dans l'aire du genévrier et du thuya ; associé à quelque reboisement très restreints de pin pignon, de pin maritime et de cyprès. Cette espèce ne prend son plein épanouissement que sur les versants sud des monts de Tlemcen, au-delà de 1000m.

Bien que plus xérophiiles et plus claires que les feuillus, qui constituent une source importante d'affouragement pour le bétail, les forêts à pin d'Alep forment avec leurs matorrals des parcours très fréquentés par le bétail. La production pastorale des pinèdes à pin d'Alep varie en fonction de l'étage bioclimatique. D'après El Hamrouni (1978), elle prend des valeurs comprises entre 120 et 270 UF/ha et cela en fonction des étages bioclimatiques (de subhumide inférieur jusqu'au l'aride supérieur) (Ayache F et al, 2008).

1.3.5. Les parcours à thuya et genévrier rouge :

Dans la région de Tlemcen, le thuya réapparaît entre la mer et le grand massif de chêne vert de Sebdou où il ne forme plus que des boisements isolés et presque toujours sous formes de matorrals très dégradés. Par ailleurs, C'est juste près de la mer qu'apparaît le genévrier rouge qui occupe les dunes maritimes et les substrats gréseux. Espèces thermophiles, le thuya et le genévrier rouge forment des matorrals dégradés parcourus toute l'année par de nombreux troupeaux de bovins, d'ovins et surtout de caprins. Hormis les jeunes rejets et les semis de Thuya qui sont très appréciés par le bétail, l'arbre adulte n'est apprécié que rarement (périodes de disette) et ses peuplements offrent un cortège floristique très riche en espèces pastoral (Ayache *et al.*, 2008).

1.3.6. Structure des peuplements de chêne-liège:

A la forêt de Hafir, les peuplements comprennent toutes les classes de diamètre. Le chêne-liège, dont la densité moyenne est de l'ordre 4000 pieds/ha, est essentiellement représenté par des perchis et des petits bois, avec des effectifs plus faibles dans les gaulis (300 pieds /ha) et en moyens bois (590 pieds/ha) ; les gros bois sont très lâches (30 pieds/ha). Le chêne zéen, beaucoup moins dense (710 pieds/ha), est représenté essentiellement par des perchis, des petits bois et moyens bois.

A la forêt de Zariffet, la densité moyenne du chêne liège est de 1800 pieds à l'hectare, alors que celle du zéen est très faible (20 pieds/ha). On constate, à la suite de l'incendie, la raréfaction des chênes- lièges appartenant aux classes de diamètre gaulis et gros bois. Les peuplements les plus âgés et les plus jeunes ont été les plus touchés, du fait de leur faible pouvoir de résistance au feu, ce sont les peuplements les plus fragiles du point de vue physiologique (Benabdeli K, *et al.*, 2009).

1.4. L'étage bioclimatique sub humide et humide dms la wilaya de Tlemcen

Gaouar (1980), montre que l'étage bioclimatique humide : Celui- ci n'existe que dans quelques stations éparses et couvre de petites surfaces dans la wilaya.

1.4.1. Le subhumide :

-Le subhumide froid à frais :

Il englobe la région de Khemis, Beni-Bahdel et Tlemcen. La région est surtout dominée par *Tetraclinis articulata* (Thuya de Berbérie) au Sud-Ouest, *Pinush alepensis* (Pin d'Alep) au Centre et au Nord -Est par chêne vert, chêne Kermès. *Juniperus oxycedrus* (géné-vrier occidèdres) puis *Quercus ilex* et *Quercus suber*(chêne liège) en interpénétration seulement au Nord-Ouest et au Sud-est, bien entendu le chêne liège est l'essence dominante du milieu.

-Le sus-humide frais : présenté dans :

- La cuvette de Sebdou transformée par l'homme dans le semi-aride à hivers froids ;
- La montagne au Sud avec oxycèdre et chêne vert, dans le sub-humide froid ;

CHAPITRE II

Vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones subhumide et humide

Introduction :

Les sols constituent une ressource naturelle et le support de l'ensemble des activités économiques. La dégradation des ressources en sol résulte des effets synergiques du climat, de l'agressivité de certaines conditions naturelles, et surtout des activités humaines exercées sur des sols généralement fragiles et peu fertiles. Toute activité agricole, forestière et pastorale doit contribuer, afin d'assurer un développement durable, au maintien de ce capital naturel, à l'amélioration de sa productivité et à la préservation de l'environnement (Anonyme, 2000)

1. Présentation des sols subhumide et humide :

Selon D.G.A.L.N (2013), les sols des zones humides correspondent :

- à tous les histosols car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ; Ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H.

- À tous les reductisols car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol ; Ces sols correspondent aux classes VI

- aux autres sols caractérisés par : des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V (a, b, c, d) ou des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur. Ces sols correspondent à la classe IV.

Sols Bruns-rouges Ferrallitiques Lessivés En zone du subhumide, ils sont Très souvent présents, mais jamais Dans leur stade climacique. Si on les Désigne par brun-rouges, ils sont en Réalité rouge, car l'horizon organique est absente. (Gaouar, 1980).

2. Dégradation des sols subhumide et humide:

F.A.O. (1994), La dégradation des sols peut aussi avoir diverses origines: salinisation, engorgement, compaction par la motorisation, minéralisation des matières organiques et squelettisation par érosion sélective. En zone humide, alors que l'érosion comprend trois phases (arrachement, transport et sédimentation), la dégradation des terres ne concerne que la déstabilisation de la structure et de la macroporosité du sol sans transport de particules à longue distance. Elle provient essentiellement de deux processus:

-La minéralisation des matières organiques du sol (d'autant plus active que le climat est chaud et humide) qui va entraîné la baisse de l'activité de la microfaune et de la mésofaune, responsables de la macroporosité.

-La squelettisation ou l'enrichissement en sable des horizons de surface par érosion sélective des particules fines, des matières organiques ou des nutriments, suite à la battance des pluies qui tasse le sol, casse les mottes, arrache au passage des particules qui vont former alentour des pellicules de battance et des croûtes de sédimentation favorisant le ruissellement.

2.1. Sensibilités des sols à la dégradation :

La sensibilité des sols aux phénomènes de dégradation, tels la battance, le tassement, l'érosion ou le lessivage, dépend en grande partie de leurs propriétés physico-chimiques et, plus particulièrement, de leurs caractéristiques texturales (tableau 1). L'hydromorphie, la pente et les déficits en matière organique et/ou en calcium (sols à tendance acide) sont autant de facteurs qui accentuent encore ces risques de dégradation des sols (C.A.G. *et al*, 2012).

Tableau 1: Sensibilités des sols à la dégradation.

Phénomène de dégradation	Caractères pédologiques associés	Texture les plus sensibles
Tassement	Textures équilibrées, dites "moyennes"	plus de 25 % de limons ET 15 à 30 % d'argiles
érosion et lessivage	Textures dominant limoneuse ou sableuse et déficit d'argiles	moins de 10 % d'argiles

Source:(C.A.G. *et al*, 2012).

3. Origineet diversité des sols subhumide et humide:

Depuis des millénaires, les interactions multiples entre les processus naturels de pédogénèse et les activités humaines ont conduit à la formation des sols,Les sols se forment à partir de l'altération de la roche mère (succession primaire). La nature géochimique va influencer la formation des sols au cours de la succession secondaire avec le type de végétation qui va se développer dessusLes strates végétales portent d'ailleurs leur nom en fonction du type de roche mère(Guénon, 2010).

Le tableau 2 présenté l'origine de constitution de sol.

Tableau 2 : l'origine Les principaux constituants du sol.

	Constituants solides		Constituants liquides (solution du sol)	Constituants gazeux (atmosphère du sol)
	Minéraux	Organiques		
Origine	Désagrégation physique et altération biochimique des roches	Décomposition des êtres vivants	précipitation, nappes, ruissellement	Air hors sol, matières en composition, respiration

Source : (Gobat et al, 1995).

4. Concept de qualité du sol subhumide et humide :

4.3. Qualité physique :

Selon Ctifl (2012), Au regard du fonctionnement physique du sol, la structure est une caractéristique fondamentale et, évolutive, contrairement à la texture. Elle définit le mode de liaison des constituants du sol et caractérise ainsi la notion de porosité.

Un sol ayant une bonne structure, formé d'agrégats stables, aura la capacité de générer de la porosité, permettant une circulation aisée de l'eau et de l'air, et ainsi une croissance des racines sans entrave. Cette propriété lui permettra aussi de résister aux dégradations physiques (ravines, tassement). Au contraire, un sol à la structure détruite, sera plus compact et avec des échanges réduits (eau et air). La sensibilité de la structure est conditionnée par le climat, la texture, mais aussi par le pH, la matière organique et le fonctionnement biologique.

4.2. Qualité chimique :

Il est d'abord important de préciser que le sol fonctionne avant tout comme un système chimique ouvert. De fait de seul processus naturel le sol perd progressivement une partie de stocks en bases notamment les métaux alcaline (K, Na) et alcalino-terreux (Ca, Mg).

Le sol devient de ce fait acide, lorsque l'acidité devient suffisamment forte les constituants minéraux du sol peuvent être partiellement dissous et aluminium libre peut être présent dans le sol et l'eau.

Un indicateur très précis de l'évolution chimique des sol consiste en la mesure de leur taux de saturation en cation (Ca, Mg, K, Na) par rapport à la capacité d'échange total du sol. (Bruand *et al*, 1996).

4.2.1. La qualité de la matière organique :

La composition chimique de la matière organique (MO) des sols influence la dynamique du carbone et des nutriments par la rapidité avec laquelle se dégradent les substances qui la composent, La MO provient principalement des apports de la végétation et par conséquent, la qualité varie selon les espèces. La composition végétale est donc la principale responsable de la différenciation des propriétés chimiques de la matière organique contenue dans les sols Une MO de bonne qualité est plus rapidement éliminée par les micro-organismes et à un taux de décomposition plus élevé. La concentration en lignine, le ratio lignine/azote ainsi que le ratio carbone/azote sont considérés comme d'importants indicateurs du taux de décomposition et sont utilisés pour déterminer la qualité de la matière organique.(Banville ,2009).

5. Influence de la végétation Sur le sol :

D'après Aubert(1970), Une végétation suffisamment dense réduit considérablement la radiation totale atteignant le sol. Il s'ensuit une réduction de la température plus encore, sous forêt, par rapport au sol nu. Cette influence joue sur la valeur des températures maxima et de l'amplitude thermique journalière à la surface du sol, La température du sol nu variant de 50° à 54°C celle du sol voisin sous végétation herbacée était de 34°C et sous forêt de 25° seulement.

En fonction du type de végétation, l'amplitude thermique varie Également à l'intérieur du sol. En sol ferrallitique, à 20 cm de la surface, sous tapis graminéen, l'amplitude thermique journalière fut, un jour, de 13° ; elle s'abaissa le même jour à 10°, sous la forêt voisine.

6. Effet de la température sur le carbone organique :

Une augmentation de la température augmente l'activité des organismes du sol et incidemment le taux de décomposition et la minéralisation du carbone.

L'effet de la température sur l'activité microbienne et la minéralisation du carbone et de l'azote des sols est principalement défini le taux de décomposition de la matière organique des sols a tendance à doubler pour chaque augmentation de température de 10°C (Davidson et Janssens, 2006).

7. Effet de climat sur les propriétés physique (structure) :

7.1. L'effet de l'alternance de sécheresse et d'humidité :

Massenet J-Y(2012), La dessiccation d'un sol s'accompagne de phénomènes de retrait amenant un fendillement de la masse et un renforcement des liens au sein des agrégats.

L'humidification provoque des gonflements accompagnés de compression et de rupture : l'éclatement des agrégats tend à se produire lorsque l'eau les imbibes : sous l'effet d'une humectation rapide, l'eau comprime l'air dans les pores des agrégats, les faisant éclater, ce mécanisme est d'autant plus efficace.

-que le ciment argilo-humique est moins flocculé donc moins solide.

-que l'humectation est plus brutale ; Que le sol est plus mouillable : l'humus par ses propriétés anti-mouillantes, ralentit donc cet effet dégradant l'eau.

7.2. L'impact de goutte d'eau :

Les gouttes d'eau de pluies ont pour effet de détruire les agrégats à la surface du sol. Cette destruction des agrégats en surface peut être responsable de l'érosion des sols, celle-ci comporte alors plusieurs phases se succédant rapidement :

-L'impact de goutte de la pluie sur l'agrégat ;

-La brise d'agrégat ;

-Eclaboussement ou rejaillissement des particules (Splash)

-Le transport de débris par l'eau de ruissellements. Massenet (2012),

8. Influence des sols sur le peuplement forestier :

D'après Ferry (2013), l'influence du sol sur les arbres est parfaitement identifiable à l'échelle de l'individu (encore faudrait-il aborder les questions de dynamique d'accroissement et de longévité). Se traduit-elle par des variations à l'échelle du peuplement forestier, en termes de structure dendrométrique (densité, surface terrière, distribution des diamètres...), d'architecture, de dynamique sylvigénétique et de composition floristique?

Au sein d'une communauté, les plantes sont individuellement en compétition pour trois ressources essentielles : la lumière, l'eau, et certains éléments minéraux.

La compétition entre individus pour l'alimentation minérale est d'autant plus perceptible que les sols sont chimiquement pauvres. Elle est plus faible sur sol ferrallitique que sur podzol et quasi absente sur des sols riches (CEC élevée).

Le sol (stabilité mécanique, profondeur de l'enracinement, engorgement...) en interaction avec d'autres facteurs (caractéristiques des espèces, vent et pluviosité) influence le cycle sylvigénétique et infine la structure dendrométrique et la composition floristique du peuplement forestier. Dans la gamme de sols étudiés, plus les conditions édaphiques

sont contraignantes, plus le peuplement forestier est dense et plus les arbres sont de petite taille, en diamètre et en hauteur ».

9. Le sol a un rôle essentiel dans le cycle d'eau :

Le sol est un passage obligé pour les eaux qui alimentent les nappes souterraines. Pour les végétaux, le sol n'est pas seulement ce lieu de passage pour l'eau mais aussi le milieu dans lequel les plantes vont puiser l'essentiel de l'eau et des ions nécessaires à leur développement. L'eau effectivement disponible pour les plantes dépend en premier lieu d'énergie avec laquelle elle est retenue. En effet, le sol est un milieu poreux à l'intérieur duquel l'eau est liée (par capillarité) d'autant plus fortement que la taille des vides est plus petite.

La quantité d'eau retenue dépend notamment des dimensions du réservoir en eau qu'est le sol c'est-à-dire à la fois de sa porosité et sa profondeur. L'extension du système racinaire des végétaux et la demande déterminée par le climat (évapotranspiration) (Bruand *et al.*, 1996).

Lorsqu'une pluie arrive une partie est interceptée par les végétaux et peut être évaporée directement dans l'atmosphère. La part d'eau qui arrive dans le sol peut soit s'infiltrer si la perméabilité du sol est suffisante, soit encore ruisseler à la surface du sol. La part relative d'infiltration et de ruissellement dépend à la fois de la structure du sol en surface et du type de précipitation (Bruand *et al.*, 1996).

D'après G.I.S.S. (2008), Les sols, déterminants de la dynamique de l'eau, Les caractéristiques des sols déterminent en grande partie la part des eaux de pluie qui ruisselle à la surface du sol et rejoint les eaux superficielles, et la part qui s'infiltrer dans le sol (figure 5). Cette dernière est en partie stockée dans le sol ; L'excédent percole et recharge les nappes d'eau souterraines. L'eau infiltrée peut aussi s'écouler latéralement par ruissellement hypodermique.

Deux propriétés des sols interviennent dans ces différents processus : leur capacité d'infiltration et leur capacité de stockage de l'eau :

- la capacité d'infiltration intervient essentiellement sur la répartition de l'eau de pluie entre la fraction qui ruisselle et la fraction qui s'infiltrer ;
- 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. Des sols pouvant stocker plus ou moins d'eau ; La capacité de stockage en eau des sols, et notamment sa partie accessible à la végétation appelée réservoir utilisable maximal (RUM), 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.

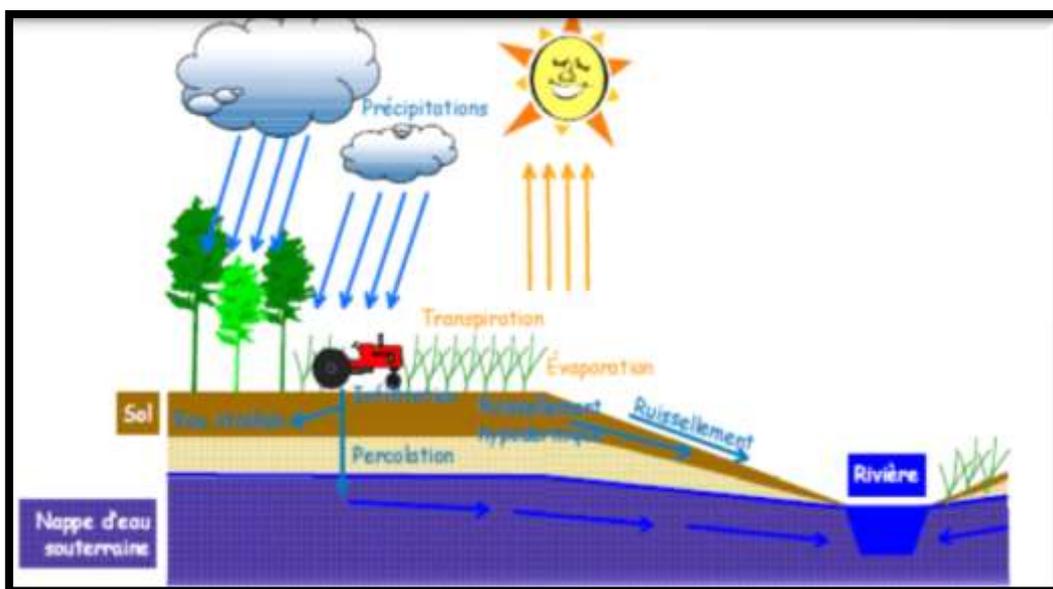


Figure 5: la capacité du sol d'infiltration et des stockages l'eau (G.I.S.S, 2008).

Conclusion :

Les sols forestiers sont une ressource fragile peu renouvelable, dont il convient avant tout de protéger la qualité, car leur restauration est difficile, incertaine, partielle, non durable et coûteuse. Leur gestion durable doit prendre en compte leurs multiples fonctions : Capacité à produire, réservoir de biodiversité, système épurateur (Ranger , 2006).

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude :

1.1. Situation géographique des zones d'études :

La zone d'étude s'étend sur une superficie forestière de 37189 ha, située à l'Est de la wilaya de Tlemcen et relevant du domaine de compétence de la circonscription d'Oued Mimoun et Parc national de Tlemcen elle se répartit dans les communes de Beni Smiel, Ouled Mimoun, Oued Lakhdar, Mansourah, Ain Fazza, Ain Tellout, Terny (figure 6).

1.2. Climat de la zone d'étude :

Sous la circonscription d'Ouled Mimoun (2009,2013) notre zone d'étude est marquée par des moyennes de précipitations annuelles variant entre 250 à 688,6 mm, et d'une température annuelle moyenne maximale (38°C) et minimale (02°C). Les vents dominants qui circulent dans la région sont humides, avec la direction généralement Ouest et Nord-Ouest. Notre zone d'étude se trouve dans une ambiance bioclimatique semi-aride vers subhumide.

1.3. La végétation de la zone d'étude :

La végétation rencontrée dans la zone d'étude est représentée essentiellement dans le tableau 3

Tableau 3: Structure de la végétation de la zone d'étude.

	Structure de végétation	Espèce dominante (state arbustive, herbacée)
Forêt Zarifet	Pin d'Alep, Chêne liège, Chêne vert.	Chêne kermès, lentisque, lentisque, filaire, olivier sauvage, palmier nain, romarin, globulaire Calycotome, ciste.
Forêt Ifri	pin d'Alep	Chêne kermès, lentisque, lentisque, filaire, olivier sauvage, palmier nain, romarin, globulaire Calycotome, ciste.
Forêt Chouly	pin d'Alep, Chênevert,	lentisque, cistes, filaria
Forêt Slissen	pin d'Alep, Chênevert, Thuya	Chêne kermès, lentisque, lentisque, filaire, olivier sauvage, palmier nain, romarin, globulaire Calycotome, ciste
Forêt Zerdeb	pin d'Alep, Chênevert	lentisque, cistes, filaria

Source : (Parc national de Tlemcen, 2010 et circonscription d'Ouled Mimoun, 2009).

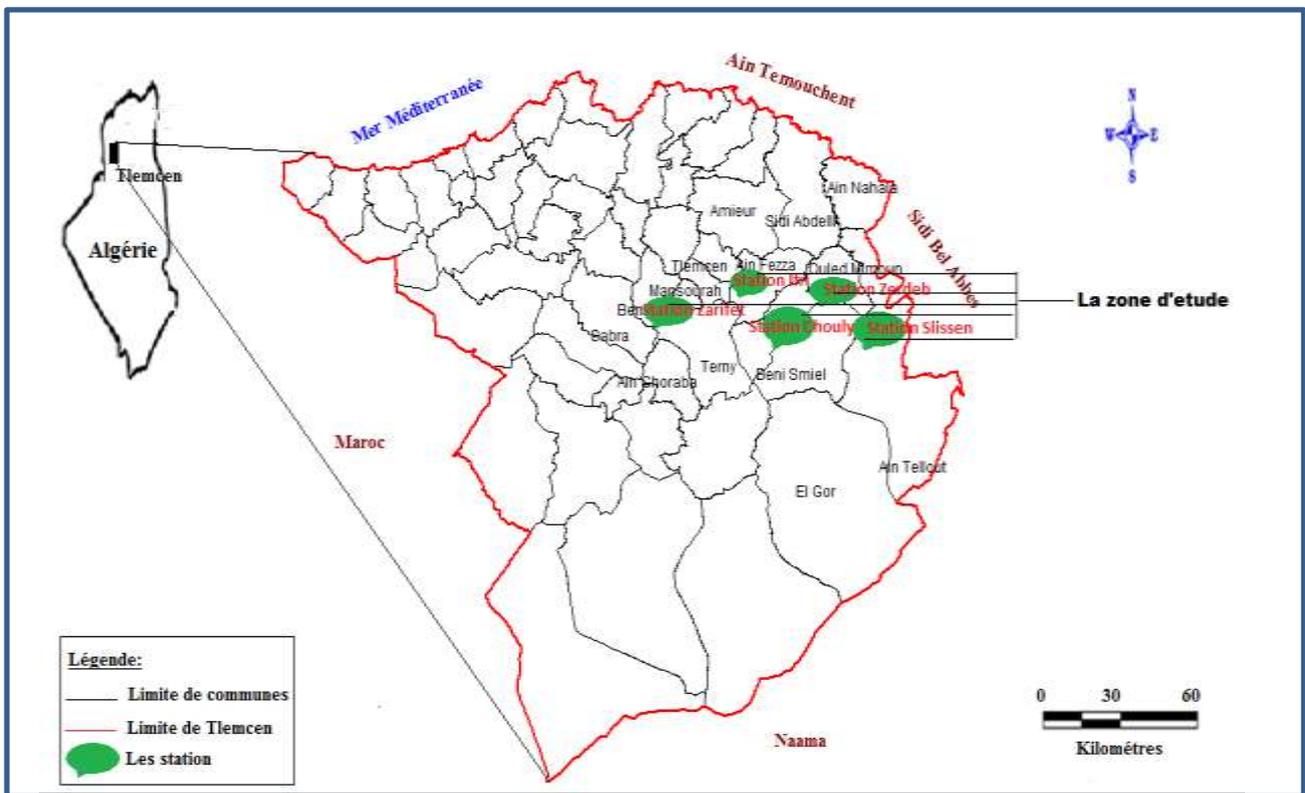


Figure 6 : carte de situation.

1.4. Aperçu pédologique de la zone d'étude :

1.4.1. Sols fersialitiques (sols rouges méditerranéens) :

Ce sont des sols riches en fer et en silice. Ils sont considérés comme anciens et dont l'évolution est accomplie sous forêt caducifolié en condition fraîche et humide. Leur rubéfaction correspond à une phase plus chaude à végétation sclérophylle et donne des sols rouges fersialitiques ou terra rosa. Ce type de sols apparaît lié à la présence de la roche - mère calcaire ou dolomitique dure et compacte (Belhacini, 2011).

1.4.2. Sols lessivés et podzoliques :

Ils sont caractérisés par une faible profondeur et un lessivage assez accentué C'est principalement la perméabilité de la roche -mère et la présence d'un humus acide qui ont favorisé la formation de ce type de sols selon Mesli-Bestaoui (2009). Aïnad- Tabet (1996) ajoute : « quant aux sols marrons, ils sont fréquemment localisés dans des zones de piémont relativement sèches et à pluviométrie faible, au pied de montagnes calcaires fortement érodées

1.5. Présentation des parcelles d'étude :

1.4.1. Caractéristique générale et échantillonnage :

On a effectuée des prélèvements de sol au niveau des (05) Cinq forêts de la région de Tlemcen concernant les forêts qui se trouve dans le domaine de compétence de la

circonscription d'Oued Mimoun (forêt domaniale de Zerdeb, Chouly et Slissen) et le Parc national de Tlemcen (Forêt domaniale de Zarifet et Ifri)(figure 7, 8,9), dans chaque forêt on a choisi une parcelle avec altitude d'enviro de 800m a 1000m de même exposition et les prélèvement de sols réalisée sous des pied de Pin d'Alep, les parcelle de chois géo-localisée comme le montre le tableau 4 suivant

Tableau4 :Géo localisation des stations.

Station	Altitude(m)	Latitude X	Longitude Y	Exposition	Pente
Station1:Zarifet (contonZarifet)	994	34°851 573	1°.355 101	Nord	3
Station2:Ifri(Conton Cascade)	846	34°229 97	1°15 28.610	Nord	6
Station3:Chouly(contonSidiHamza)	1000	152,92m	177,571.00m	Nord-Est	9
Station4:Slissen(contonBahloula)	904	170,203.03m	177,427.02m	Nord	2
Station5:Zerdeb(cotonZerdeb nod)	921	158,197.64m	181,833.90m	Nord	3



Figure 7: Aspect générale de la Forêt domaniale Ifri et forêt domaniale Zarifet.



Figure 8: Aspect générale de la Forêt domaniale Slissen et Forêt domaniale Zerdeb.



Figure 9 : Aspect générale de la Forêt domaniale Chouly.

1.6. Méthodologie de prélèvement de sol dans les cinq parcelles :

Dans chaque parcelle, On a pris une placette d'une superficie de 400 m², cinq échantillons de sol sont installés de façon aléatoire au sein de la placette pour creuser en profondeur jusqu'à 15 cm (Guénon, 2010). Ensuite on a mélangés les 05 échantillons pour

obtenir un échantillon composite par placette. Le mélange de plusieurs « prises » permet donc de créer un « échantillon moyen » représentatif solen (Figure 10).

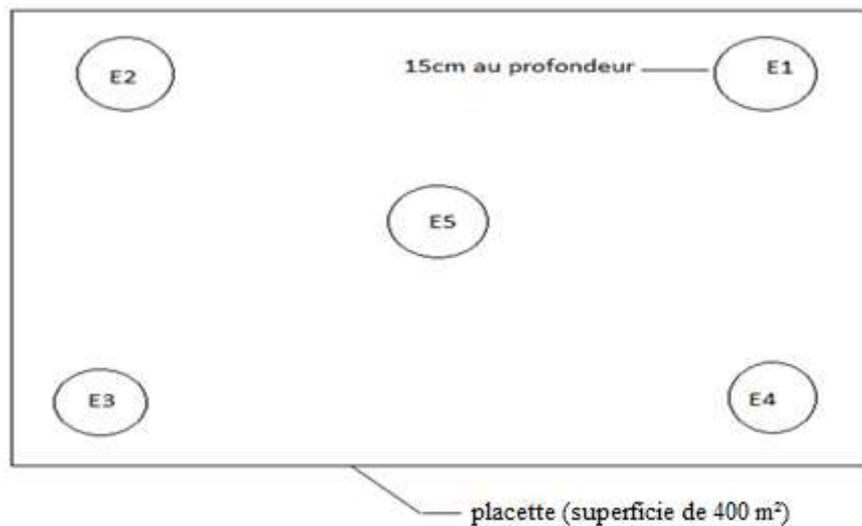


Figure 10: Emplacement des cinq échantillons dans les placettes.

2. Analyse des sols :

Il est nécessaire de prélever des échantillons de sol pour l'analyse physico-chimique. Aussitôt après le prélèvement, les sols sont placés dans des sacs en plastique fermés de façon non hermétique pour conserver un état d'aérobiose et transportés au Laboratoire. Ils subissent alors un tamisage à 2 mm destiné à retirer les corps indésirables (racines, vers de terre, etc.) et à obtenir un échantillon moyen parfaitement homogène, après avoir déterminé l'humidité. Les analyses de terre classiques sont effectuées sur une aliquote de sol séché par le Laboratoire d'Analyse des Sols de l'université de Saida et pour le calcaire total et calcaire actifs effectuée dans le laboratoire de Génie Civil de l'université de Saida et analyse élémentaire (l'inflorescence de rayonnement X) et la teneur en azote et carbone au niveau du laboratoire de la cimenterie de El Hassassena wilaya de Saida.

Le tableau 5 présente l'ensemble des analyses qui ont été réalisées dans cette étude :

Tableau 5: l'ensemble des analyses des sols.

Analyses physiques	Analyses chimiques
Analyse granulométrique	-Matière organique
Humidité au champ	-pH (eau), pH (KCL)
Porosité	-Conductivité électrique
Densité réelle	-Le calcaire total et calcaire actif
Densité apparente	-Dosage de l'azote total
Capacité de rétention	Dosage du carbone organique
Perméabilité	-Analyses par fluorescence X:
Couleur du sol	Na ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , SO ₃ , Cl, K ₂ O, Fe ₂ O ₃ ,

2.1. Analyses physico-chimique :

2.1.1. Analyse granulométrie :

D'après (Union Européenne – FEDER 2012) La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées. Ces particules sont triées selon leur taille et classées en 3 classes : sables, limons ou argile selon les critères suivants (Figure 11).

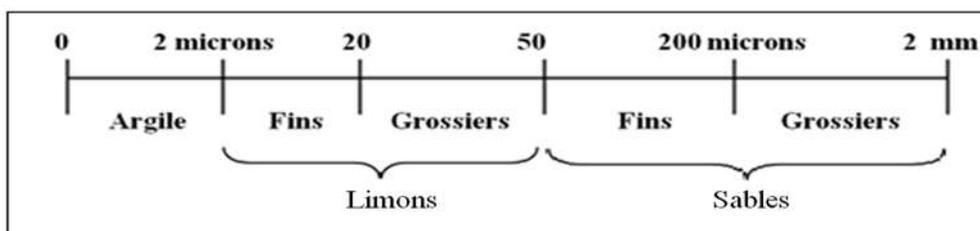


Figure 11: L'échelle internationale de la classification de sol (Mathieu C et Pieltain F, 1998).

De la texture dépendent la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient, et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol.

-Méthode :

L'analyse de la granulométrie est réalisée, sur 05 d'échantillons de terre représentatifs d'une 05 parcelle. On prend 200 g de chaque échantillon séché à l'air.

Les pourcentages des différentes fractions (argile, limons fins et grossiers, sables fins et grossiers) sont mesurés de façon précise par des tests de tamisage puis une pesée de chaque quantité de sol selon le diamètre des différentes tamis. Cette détermination coûte une quinzaine d'heures. Les proportions de 03 fractions (% d'argile, de limon et de sable) peuvent être ensuite

reportées sur le triangle de texture de la région concernée pour déterminer la texture du sol (figure 12).

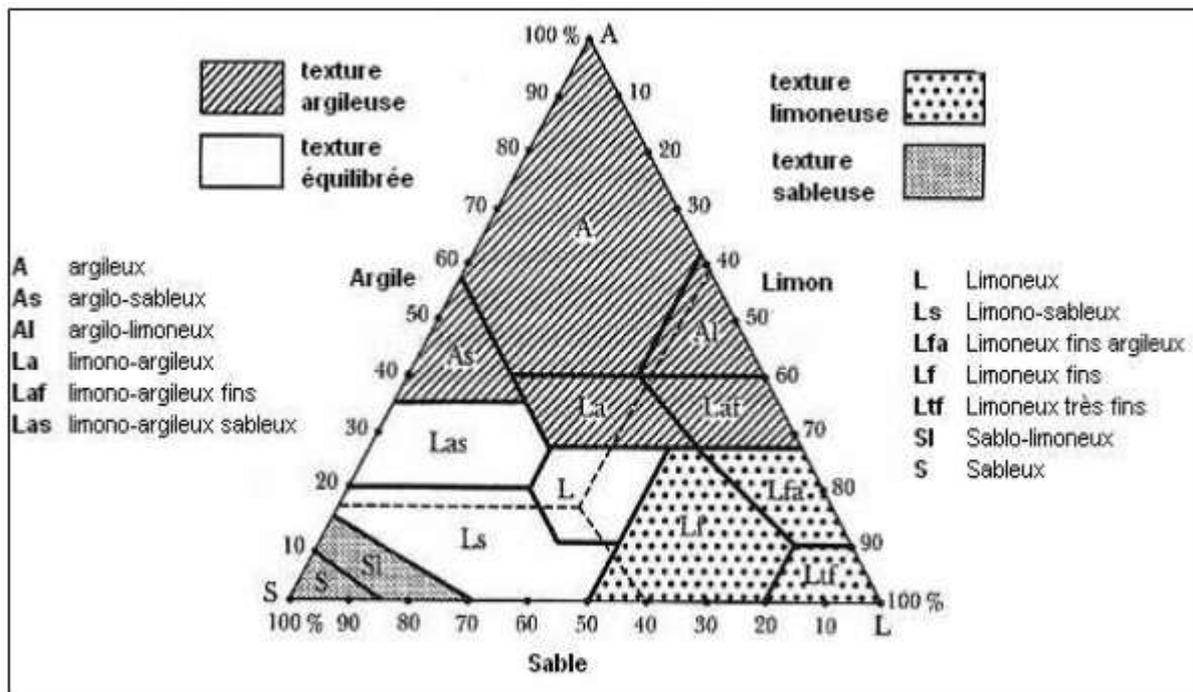


Figure 12: Classes de texture des sols en relation avec les proportions de particules argileuses, limoneuses et sableuses. (IFE J-C Masson, 2012).

Pour utiliser le diagramme, il faut porter sur les trois axes les pourcentages d'argile, de limons et de sables. Pour chacun des points ainsi trouvés, il conviendra ensuite de mener une parallèle à l'axe précédent : l'intersection de ces trois parallèles désigne la classe du sol (IFE J-C Masson, 2012).

2.1.2. Humidité au champ :

A partir de la méthode de Mathieu, (1998) chaque échantillon de sol tamisé à 2 mm (100 g) sera placé dans un bécher numéroté (soit P1 le poids d'un bécher vide et P2 le poids d'un bécher + terre frais).

- Porter le bécher et son contenu dans une étuve à dissociation dont la température devra être maintenue à 105°C.

- laisser sécher durant 24 heures.

- Peser de nouveau chaque bécher (P3 le poids d'un bécher + terre à 105°C.)

La détermination de l'humidité au champ effectuée selon la formule suivante :

$$eau\% = \frac{(p2 - p3)}{(p3 - p1)} \times 100$$

2.1.3. La densité réelle, densité apparente et Porosité :

D'après Calvet . (2003), la porosité est une grandeur physique qui exprime le rapport entre deux volumes, le volume occupé par des pores dans un milieu donné et le volume totale

de ce milieu. La porosité peut être déterminée à partir de la densité réelle et la densité apparente d'un sol.

2.1.3.1. Détermination de densité réelle :

-Mode opératoire :

La densité réelle sera obtenue de la manière suivante :

-Utiliser un liquide organique tel que le benzène, déterminée la densité « d » du liquide utilisé à la température du laboratoire.

-Remplir de benzène, le pycnomètre. Jusqu' au trait de jauge et peser p1.

-Peser avec précision 10 g (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 (figure 13).

v : correspond au poids du volume de benzène, égale à celui de la prise d'essai de terre

On déduit le volume V occupé par le poids « p »de terre.

$$V = \frac{(p1 + p) - p2}{d}$$

Le rapport $D_r = \frac{P}{V}$ (densité réelle).



Figure 13: la pèse de pycnomètre après le remplir par le benzène.

2.1.3.2. Détermination de densité apparente :

On met dans un bécher 100g sol frais.

-Séché ce sol à 105°C dans une étuve pendant 24 heure. Soit P1 : bécher vide, P3 : bécher + sol séché à 105°C.

-P1, P3 sont exprimés en g.

La valeur de la densité apparente est exprimée par la formule suivante : $Da = \frac{(P3 - P1)}{250}$

A partir de Da et Dr on obtient alors la porosité totale égale à : $(Dr - Da)/Dr \times 100$.

2.1.4. Capacité de rétention :

La capacité de rétention de l'eau varie dans les sols beaucoup en fonction de leur porosité. Cette humidité des sols se mesure généralement en pourcentage de l'eau contenue dans le sol par rapport au volume total de terre (Ramade, 2003).

Mode opératoire :

- On pèse un cylindre en fond contient des pores ($p1$)
- On met le sol jusqu'à la moitié de cylindre et pose dans un plateau.
- Verser l'eau distillée dans le plateau à la moitié de cylindre et en laisse 02 heures jusqu'à la saturation, pèse ($p2$).
- Transporter tout le contenu dans un bécher et placer le dans un étuve à 105.
- Laisser le cylindre séché 12 heures

$$\text{Capacité de rétention} = \frac{[(P2 - P1) - (P3 - P1)]}{(p3 - P1) \times 100}$$

2.1.5. Perméabilité :

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

Mode opératoire :

- On met sol mélangé de chaque station dans une éprouvettes jusqu'au le trait de 100 ml (figure 14).
- On complète par l'eau distillé jusqu'à 200 ml.
- On laisse reposé 12 heure et après on mesure la hauteur (h eau) de chaque éprouvette.
- On détermine la perméabilité par la formule suivante : $K \text{ perméabilités} = 0,857 \times h \text{ eau (mm/h)}$.

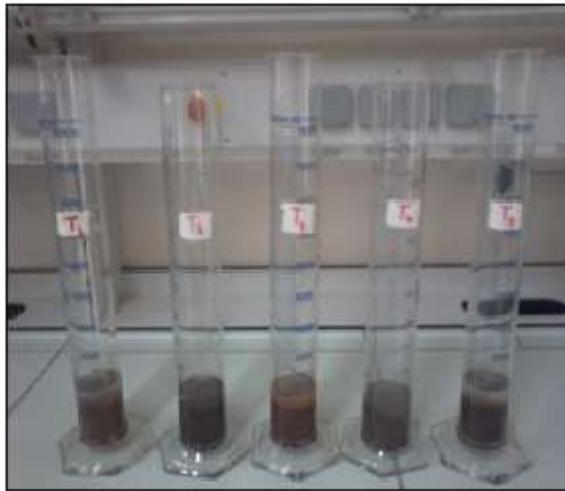


Figure 14 : Essai de perméabilité.

2.1.6. Couleur du sol :

La couleur est un caractère physique qui peut révéler certaine conditione pédogénèse et parfois les vocations possible du sol considéré (Aubert, 1978).La couleur du sol varie notablement selon, d'une part la teneur en eau et d'autre part l'éclairage. D'où la nécessité de déterminer ce caractère toujours dans les mêmes conditions. Aussi il est recommandé de noter surtout la couleur de l'échantillon a l'état sec et sous un bon éclairage ; cette dernière condition est nécessaire pour distinguer plus aisément les différentes teintes (Aubert,1978).

Les couleurs sont déterminées par référence à un code, de préférence Le code Internationale Munsell(voire Annexes 1)., comprend normalement 175 cartons colorés ou chips. Ces cartons sont groupés systématiquement d'après leur notation Munsell sur des planches assemblées dans un carnet à feuilles mobiles (Delaunois, 2006).

Selon Aubert(1978), Les couleurs du code de Munsell sont définies par la combinaison de trois variables appelées :

Hue, value, et chroma.

-La hue correspond à la couleur spectrale dominante, l'intensité est exprimé par un nombre compris entre 0 et 10 la tonalité varie dans un système orthogonales.

-La value exprime le passage de la couleur spectrale dominante depuis sa teinte la plus sombre.

-La chroma (échelle de 0 à 20) qui traduit l'effacement de la composante gris au profit de la couleur.

La couleur de sol est noté par un ensemble de chiffres et de Lettres exprimant successivement : la hue, la value, et la chroma.

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

Le pH est défini comme le logarithme décimal de la concentration d'une solution en ions $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$, le pH varie entre 0 et 14 et le $\text{pH} = 7$ lorsque $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$.

L'ion H^+ occupe donc une place importante dans la catégorie des ions échangeables puisqu'il détermine le pH des sols. C'est la propriété chimique du sol qui est la plus mesurée. Le pH des sols acides se situe généralement entre 4 et 7 tandis que le pH des sols alcalins se situe habituellement entre 7 et 10.

-Mesure et détermination du pH, pH (KCL) et la conductivité électrique :

-La mesure de pH s'effectue sur une suspension de terre fine. Le pH doit être pris d'abord dans de l'eau distillée bouillie, puis dans une solution normale de KCl, en utilisant la méthode électrométrique à électrode de verre (Aubert, 1978).

-La mesure du pH du sol est une mesure empirique au cours de laquelle on mélange dans un bécher un 20 g de terre fine sécher à l'air libre de sol avec un volume de 50 ml d'eau distillée soit dans 50 ml de KCl.

-On Passe le mélange dans l'agitateur pendant quelque munit.

-On laisse 02 heures au repos et on mesure le pH (l'eau distillé, KCl) et la conductivité.

- On insère ensuite des électrodes dans cette suspension. Lorsque les Électrodes sont plongées dans les suspensions du sol, l'électrode de pH engendre par rapport à l'électrode de référence une différence de potentiel en fonction de l'activité de l'ion hydrogène en solution. Il faut noter que les électrodes de pH mesurent l'activité de l'ion en solution plutôt que la concentration de cet ion. Le travail a été dans une température environ de 22°C.

L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols (figure15).

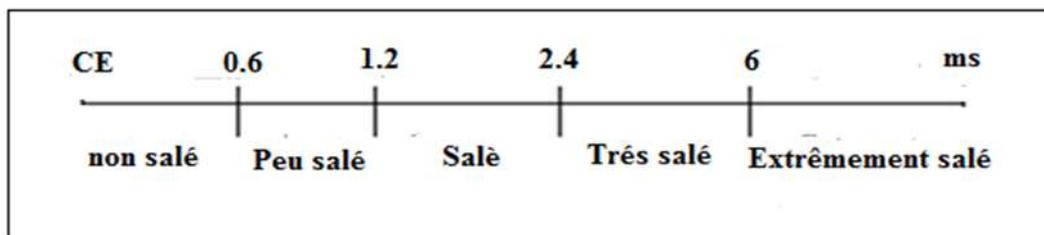


Figure 15: Echelle de salure des sols (Aubert, 1978).

2.1.8. Matière organique :

Il s'agit de la matière carbonée provenant de la décomposition et de l'évolution des êtres vivants (végétaux, macro et microfaune). Cette matière composée de carbone, d'oxygène, d'azote et d'éléments minéraux, évolue sans cesse (Ctifl, 2012)

-Méthode :

-On prend les 05 échantillons de chaque station.

-On pèse 50 g de sol sec à 105 °C de chaque station (p2).

-On pèse la capsule en vide (p1).

-On met le sol (sol + capsule) (p3) dans le four à moufle à 600 °C pendant 15 heures

-On pèse le sol (sol + capsule) (p4) après les retire a four a mofle (figure16).

-On détermine le taux de matière organique suivant la formule :

% de matière organique = E – F.



Figure 16 : le retiré des capsules après 15 heures.

2.1.9. Le calcaire total et calcaire actif :

-Mode opératoire :

- Préparation de l'échantillon :

A.F.NOR. (1996), montre que après un séchage préalable, le matériau est broyé dans le mortier afin d'obtenir passant en totalité a un tamis d'ouverture de maille inférieure ou égale 400 µm. le séchage du matériau est poursuivi, a une température de 105°C jusqu'à ce que sa masse ne varie entre deux pesées successives, espacées de 1 h.

Prélever les deux prises d'essai de masse identique conformes au tableau 6 :

Tableau 6: Masse d'une prise d'essai en fonction de la teneur présumée en carbonate.

Teneur en carbonate présumée en pour cent(%)	<4	4 à 9	10 à 19	20 à 39	40 à 79	≥80
Masse de la prise d'essai de matériau sec en grammes (g)	10	5	2.5	1	0.5	0.25

Source :(A.F.NOR, 1996).

• Déroulement de l'essai :

-Suivant la teneur présumée en carbonate de calcium, poser de 0,25 à 10g de terres finement broyée « m ».

-Introduire la prise d'essai de poids P dans la fiole et placer dans ce dernier un tube essai remplie d'environ 10 Cm³ d'acide chlorhydrique concentrée

-Fermer la fiole en la raccordant au Calcimètre(figure 17).

-Avant de fermer le robinet du Calcimètre, régler le niveau du flacon sur le zéro. au fur et à mesure que le dégagement gazeux exerce une pression sur l'eau de burette, faire coïncider en déplaçant le flacon, le niveau dans le flacon et la burette.

-Agiter le flacon jusqu'à ce que le niveau d'eau ne varie plus.

-Lire le volume « Vb » de gaz carbonique dégagé a la pression atmosphérique et à la température du moment de l'expérience.

-Renouveler l'essai sur la deuxième prise d'essai.

• Etalonnage de l'appareil :

-Connaissant le volume « Vb », procéder immédiatement a un étalonnage de l'appareil afin d'éviter les corrections de température et de pression.

-Prendre un poids « mt » de CaCO₃ pur et anhydre, tel provoque un dégagement gazeux dont le volume « Vt » dont le volume « Vb » sera voisin de « Vb ».

-Pour la prise d'essai de CaCO₃, opérer de la même manière que précédemment.

La teneur en carbonate de calcium est exprimée en pourcentage(%). Et obtenue à partir de la formule suivante :

$$CaCO_3 \% = \frac{m_t \cdot V_b \cdot (\theta_b + 273)}{m \cdot V_t \cdot (\theta + 273)} \cdot 100$$

-Simultanément à la lecture du volume de gaz dégagé : noté la température (θ_b soit θ_t) de laboratoire d'essai.



Figure 17 : Calcimètre.

2.1.10. Dosage de l'azote total (méthode Kjeldah) :

L'azote total d'un sol constitue, le réservoir global d'azote contenu dans l'humus, réserve dont la rapidité de mobilisation (par minéralisation) est très variable suivant le type d'humus (mull, mor, moder). La teneur en azote total est bon indice de fertilité, à condition d'être interprétée en fonction du rapport C/N(Mathieu C et Pieltain F, 2003).

• Mode opératoire :

Selon Aubert (1978), le déroulement d'essai comme suit :

-Introduire dans un matras Kjeldahl de 750 ml :

5g de terre fine, 20 ml de H_2SO_4 concentrée, 5g de $CuSO_4$ anhydre, 5g de K_2SO_4 , 0,25g de sélénium.

-Porter le matras sur la rampe d'attaque placée sous une hotte.

-Chauffer d'abord doucement, puis augmenter progressivement l'intensité du chauffage jusqu'à ce que le contenu du matras soit porté à ébullition.

- Lorsque le mélange se décolore et prend une teinte légèrement verdâtre, noter l'heure et poursuivre l'attaque à ébullition durant une heure.

-Laisser ensuite refroidir progressivement le matras.

-Lorsque la température du mélange est voisine de celle du laboratoire, verser de temps en temps par petite quantité et en prenant des précautions, de l'eau déminéralisée pour diluer la suspension

Contenue dans le matras.

-Attendre la fin du refroidissement du matras qui s'est réchauffé au moment de la dilution.

-Transvaser le contenu du matras dans un tube à centrifuger de 100 ml. Rincer le matras avec de l'eau déminéralisée.

-Centrifuger durant 5 à 10 minutes à 2500 ou 3000 tours-minute de façon à obtenir un surnageant limpide.

-Récupérer le surnageant dans une fiole jaugée de 100 ml.

-Compléter au trait de jauge avec de l'eau déminéralisée.

-Jeter le culot du tube à centrifugé.

-Homogénéiser par retournement le contenu de la fiole de 100 ml.

-S'assurer que le niveau du liquide est en face du trait de jauge.

-A l'aide d'une pipette de 20 ml, prélever 20 ml de solution contenue dans la fiole. Verser ce prélèvement dans un matras de 100 ml.

-Ajouter dans le matras de 100ml, 12 g de soude en pastilles ou 20 ml de soude à 60%.

-Après le versement de la soude, raccorder immédiatement le matras à l'appareil de bouat.

-Chauffer fortement le matras, les vapeurs d'ammoniac et d'eau se condensent.

-L'ammoniaque est recueillie dans un vase à doser.

-Le dosage s'effectue à l'aide d'acide sulfurique à $\frac{N}{70}$, soit « X » le nombre de ml de H₂ So₄ nécessaire pour neutraliser l'ammoniaque.

-Effectue un témoin sans terre.

-Siot « Y » le nombre de ml d'H₂ So₄ nécessaire pour neutraliser les éventuelle traces d'azote dans les produits utilisés.

• **Les calculs :**

-1ml de H₂ So₄ à $\frac{N}{70}$ correspond à 0,2 mg d'azote.

-Le poids d'azote total de la prise de terre est égal à :

$(X-Y) \times 0,2 \times 5$

$(X-Y)$ mg d'azote.

-Le résultat peut s'exprimer en %, pour cela, calculer le nombre de mg d'azote contenu dans

$$1\text{g de terre :N\%} = \frac{(X-Y)}{5}$$

2.1.11. Dosage du carbone (méthode Anne) :

Selon Aubert (1978), la démarche de l'essai s'effectue :

A. Horizons pauvres en matière organique :

-Suivant la teneur en matière organique, peser 0,25g à 1g de terre fine. La prise d'essai ne doit pas contenir plus de 30mg de carbone organique.

-Placer la prise d'essai dans un ballon en verre pyrex de 150 ou 250 ml, à col rodé adaptable sur une colonne réfrigérante.

-Ajouter :

10ml de solution aqueuse de bichromate de potassium à 8%, 15 ml de H₂SO₄ concentré pur.

-Porter le ballon sur une chauffe ballon électrique, le raccorder au réfrigérant ascendant.

-Obtenir une ébullition modérée. Poursuivre l'ébullition durant 5 minutes après la chute du premier en goutte de condensation.

-Laisser refroidir lentement.

-Si le contenu du ballon est passé durant l'ébullition à la couleur verte, il s'avère que l'excès de bichromate était insuffisant. Dans ce cas, recommencer en réduisant la prise d'essai de moitié.

Transvaser le contenu du ballon dans une fiole jaugée de 100 ml.

-Ajuster à 100ml avec de l'eau de rinçage du ballon (attention à l'addition d'eau sur l'acide).

-Après refroidissement de la fiole, ajuster de nouveau à 100 ml autant de fois qu'il est nécessaire.

-Homogénéiser le contenu de la fiole (température 20°C).

-Prélever à l'aide d'une pipette, 20 ml de contenu de la fiole et les verser dans un bécher de 400 ml. et ajouter 200 ml d'eau distillée, 1,5g de NaF.

-Placer le bécher sur un agitateur magnétique surmonté d'une burette graduée au 1/20 de ml.

-Agiter, et doser l'excès de bichromate.

Soit « X » le nombre de ml de solution de Mohr versée.

-Pour chaque série d'analyse, procéder à un témoin sans sable calciné, soit « Y » le nombre de ml de solution de Mohr versée.

b- horizons riches en matière organique :

La marche à suivre est la même que précédemment, mises à part les modifications suivantes :

La prise d'essai doit être de 0,250 à 0,5g.

-Dans le ballon d'attaque verser :

- 20 ml d'eau distillée
- 3,2 g de bichromate de potassium en poudre.
- 30 ml de SO₄H₂ concentrée pur.

-Opérateur ensuit comme pour la méthode habituelle, ne prendre que 10 ml de solution pour le dosage.

• **Les calculs :**

-1 ml de solution de bichromate a 0,2 N oxyde

$$\frac{3 \times 0,2}{100} = 0,6 \text{ mg de carbone.}$$

-Le carbone n'est oxydé qu'à 98% donc : 1 ml de solution de bichromate :

$$0,6 \times \frac{100}{98} = 0,615 \text{ mg de carbone.}$$

-(X-Y) × 0,615 permet d'obtenir le poids de carbone en mg (dans les 20 ou 10ml) de solution dosée.

-Le poids de carbone (contenue dans la prise d'essai) égal a (X-Y) × 0,615 × (5 ou 10) =mg.

-Rapport C/N :

Anonymes 2 (2006), montre que, le rapport C/N est souvent utilisé pour prédire la stabilité d'une matière organique simple dans le sol. Une matière à faible C/N (4 à 12) va être rapidement minéralisée en fournissant beaucoup d'azote minéral. La dégradation d'une matière à fort C/N (15 à 20) va à l'inverse provoquer l'immobilisation de l'azote du sol par les microorganismes.

Le ratio carbone azote d'un sol est déterminé comme le rapport pondéral entre la quantité de carbone organique et d'azote (Gobat *et al*, 2003).

2.1.12. Les stocks en élément chimique déterminé par Analyse de fluorescence X :

• **Détail du mode opératoire :**

Solen G.I.C ERCO et SICS Saida (2005), Ce mode opératoire est relatif à la méthode pratique instrumentale d'analyse Élémentaire du sol par spectrophotométrie de fluorescence. 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 pastille (figure) Leur confection se fait comme suit :

• **Mode d'opératoire :**

-Séché le sol dans un étuve à 105° durant 24 heure.

-Peser 100g de sol séché.

-Mettre cette matière dans le broyeur (figure19).

-Broyer la matière pendant un temps précis (4mn)

-Introduire 1 g de la matière broyée dans une presse de pastillage (figure18) pour former une pastille.

-Séché la pastille obtenue dans une étuve pendant 15mn.

-Posée la pastille séchée dans analyseur par fluorescence X (figure20).

Le résultat a été affiché sur l'écran de l'ordinateur qui combinée avec analyseur par fluorescence X.

-Pour confirmer les résultats obtenue par analyseur par fluorescence X il faut déterminer le PAF.

• Détermination de la Perte Au Feu : (PAF)

-Peser dans un creuset préalablement calciné et taré 1g de l'échantillon P1.

-Placer le creuset dans le four dont la température est stabilisée à 1000°C et laisser dans le four pendant 10min.

-Refroidit le creuset dans le dessiccateur à la température ambiante, pesé P2. On a déterminé le PAF par la formule suivant : $PAF = (P1 - P2) \times 100$.

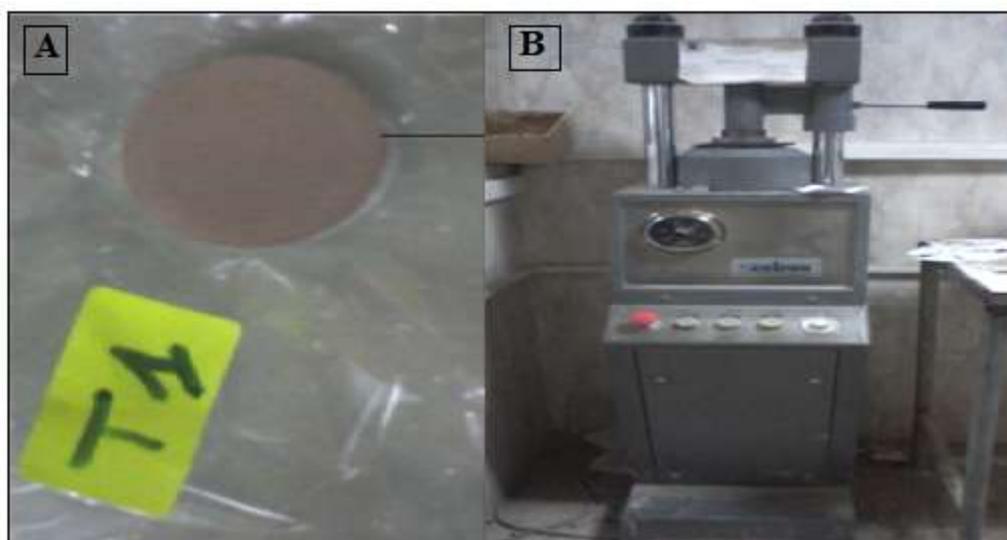


Figure 18: A : pastille et B : presse de pastillage.



Figure19: le broyeur.

Figure 20:analyseur par fluorescence X.

2.1.13. Les produit chimique et Matériels utilisés :

Matériels utilisés: tamis mécaniques, Ph mètre, agitateur magnétique, Becher, éprouvettes, Chronomètre, L'étuve, four à moufle, les capsules, conductimètre, balance de précision, pipetes, , Cylindre, papier de couleur (Munsellcolor), dessiccateur, pycnomètre, pince, pelle, pioche. Broyeur, presse de pastille, analyseur par fluorescence X, appareil de Bouat, appareil pour oxydation du carbone organique, Calcimètre.

- **Matériel biologique** : Sols prélevés dans les différentes stations.

- **Produits chimiques et solution** : KCL, eau distillé, benzène. H₂SO₄ concenter, K₂ So₄, Cu So₄, selenium. Solution de K₂ Cr O₇ a8%, H₂ SO concenter pur, NaF en poudre, solution de diphénylamine. Solution de Mohr a 0,2 N.

3. 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.

CHAPITRE IV

Résultats et discussions

1. Résultat des analyses pédologiques :

Tableau 7: Résultats des analyses physico-chimiques du sol.

Station Analyse	T1 : Station Zarifet.	T2 : Station Ifri	T3 : Station Chouly	T4 : Station Slissen	T5 : Station Zerdeb
Texture	Sables argilo- limoneux	sables argilo- limoneux	sables argilo- limoneux	Argiles très sableuses	argiles très sableuses
Couleur	orang	Marron très foncé	orang	Rougeâtre marron	rouge
Humidité (%)	5,26	4,17	2,04	4,17	2,04
Capacité de rétention (%)	48	82	53	68	69
Densité apparente	0,38	0,39	0,385	0,39	0,39
Densité réel	0,21	0,23	0,22	0,23	0,22
Porosité(%)	81%	69%	75%	69%	77%
Perméabilité (cm/h)	2,57	1,71	2,05	1,88	2,57
Matière organique (%)	3,92	11,99	5,98	7,89	5,98
Conductivité électrique (ms)	0,13	0,15	0,08	0,11	0,09
pH eau distillé	8,02	8	8,01	8,17	7,93
pH KCl	7,21	7,56	7,34	7,72	7,54
Teneur en calcaire (%)	5,87	4,18	0,24	43,93	0,97
Teneur en azote(%)	0,13	0,32	0,13	0,25	0,15
Teneur en carbone(%)	2,40	5,47	1,87	10,15	2,09
Rapport C/N (%)	18,46	17,09	14,83	40,6	13,93
Teneur en Na ₂ O(%)	0,273	0,276	0,3	0,258	0,298
Teneur MgO(%)	0,74	1,03	0,87	0,97	0,79
Teneur en SO ₃ (%)	0	0	0,02	0	0
Teneur en Al ₂ O ₃ (%)	7,33	8,63	13,82	6,15	7,54
Teneur en SiO ₂ (%)	58,28	72,78	70,48	19,35	82,71
Teneur en K ₂ O(%)	1,749	1,938	1,926	2,16	1,78
Teneur en Fe ₂ O ₃	2,98	3,4	7,38	2,48	3,24

2. Discussion :

2.1. Les caractères physiques des sols :

2.1.1. Texture, couleur du sol :

La texture est déterminée par l'importance relative et la taille des particules d'argile, de limon et de sable dans les sédiments minéraux (Banville, 2009).

Les résultats d'analyse (tableau 7) montre que la texture des sols étudiés est concentrée dans les classes de texture sables argilo-limoneux pour les stations (T1), (T2), (T3) et argiles très sableuses présenté dans les deux forêts Slissen, (T4), Zerdeb (T5) avec moyenne générale de particules sableuses, limon, argile respectivement (S 35,14%, L : 40,37%, A : 24,50%) (Texture sables argilo-limoneux), (S : 49,52%, L : 12,12%, A : 38,36%) (Texture argiles très sableuses).

D'après le tableau 7 les sols des stations (T1), (T3) possède une couleur orange tandis que les reste présente : une couleur Marron très foncé (T2), Rougeâtre marron (T4), rouge (T5) Ce qui indique que la couleur la plus foncée est généralement due à la matière organique. La surface des agrégats peut-être plus foncée que la masse du sol suite à une diffusion en profondeur des matières organiques. Les couleurs plus blanches sont souvent associées au calcaire et le brun à la brunification (formation d'hydroxyde de fer). La couleur rouge est due à l'oxydation du fer (Delaunois, 2006).

2.1.2. Humidité au champ :

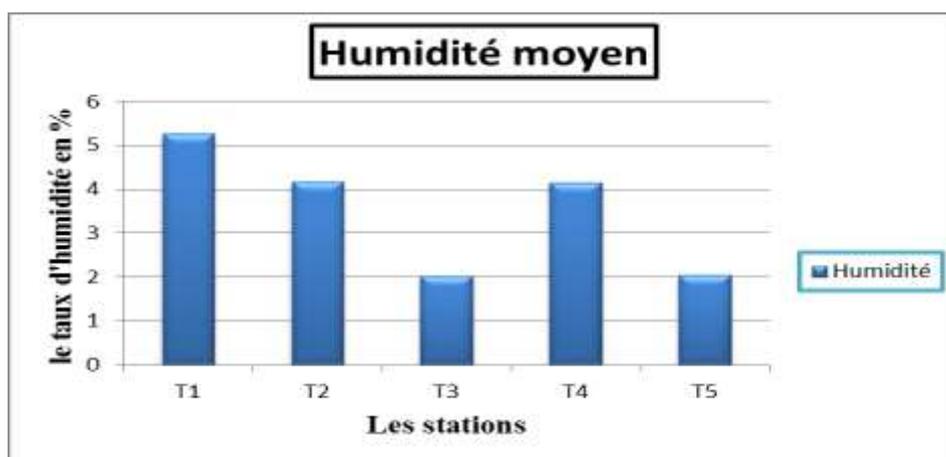


Figure 21 : Histogramme d'humidité moyen.

D'après la figure 21 on remarque que le taux d'humidité le plus élevée se trouve dans les stations (T1, T2, T4) correspondant aux valeurs des pourcentages suivantes : (5,26%, 4,17%, 4,15%) et on remarque les valeurs les plus faible dans les stations (T5, T3) correspondante aux moyennes des pourcentages suivantes (2,04%, 2,03%) ceux qui explique

que le sol des deux dernières stations retiennent plus l'eau dans les pores avec une capacité de rétention de (T5 :69%, T3 :53%). Il y a lieu de signaler que les variations de texture permettent d'expliquer la variation de caractéristiques hydriques. Il existe une corrélation significative entre le taux d'humidité d'un sol et sa teneur en argile (Cornet, 1980).

2.1.3. La capacité de rétention :

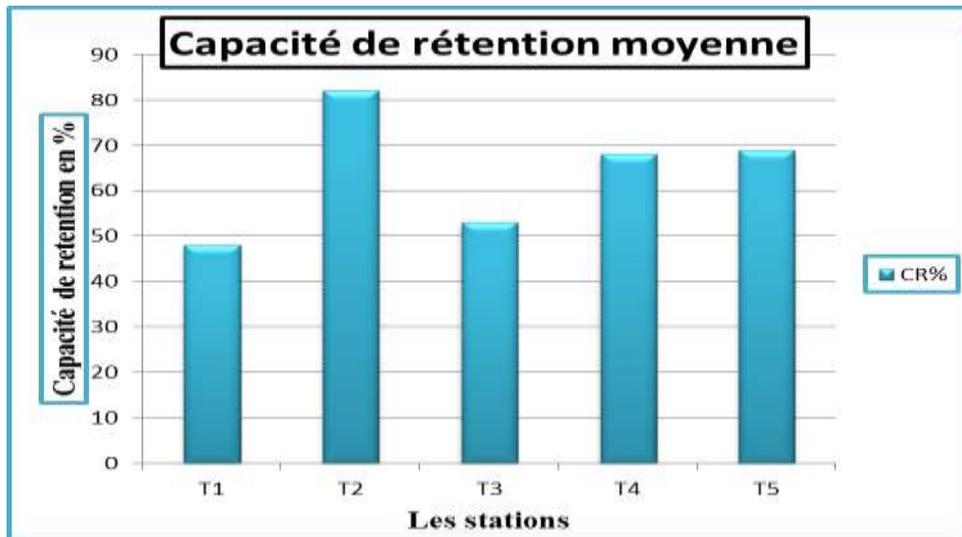


Figure 22 : histogramme de la capacité de rétention moyenne.

Les résultats de l'expérimentation indiquent que le taux de la capacité de rétention du sol est plus important dans la forêt Ifri (T2) que dans l'autre station par une moyenne de 82%. Ensuite, on trouve les forêts (T4), (T5), (T3), (T1) avec un taux de 68%, 69%, 53%, 48% successivement (figure 22). Sa variation est expliquée en grande partie par la teneur en éléments fins du sol et par la teneur en matière organique (Cornet, 1980).

2.1.4. Densité réelle, densité apparente, porosité et perméabilité :

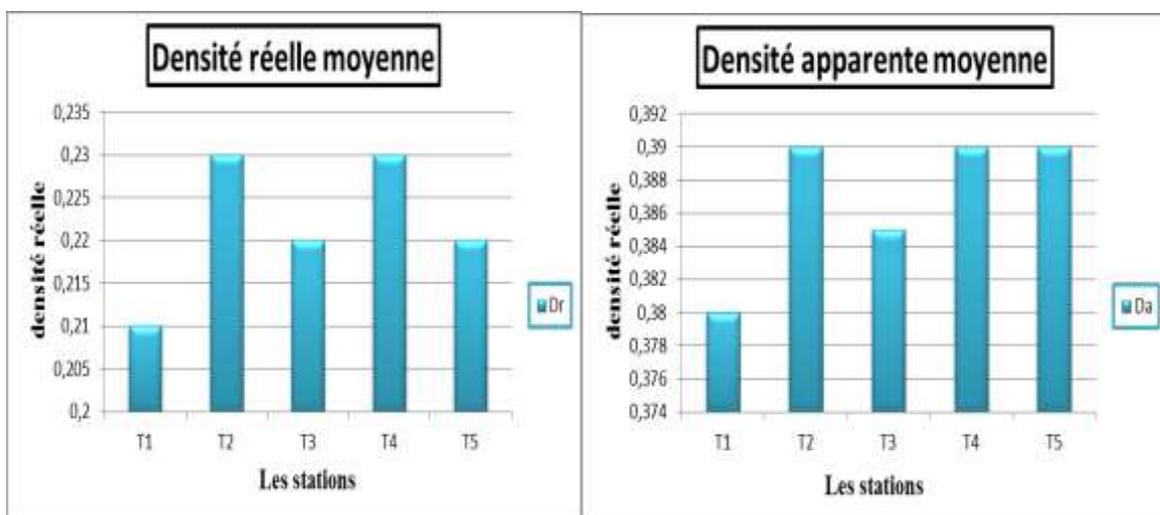


Figure 23 : histogramme de la densité réelle et densité apparente moyenne

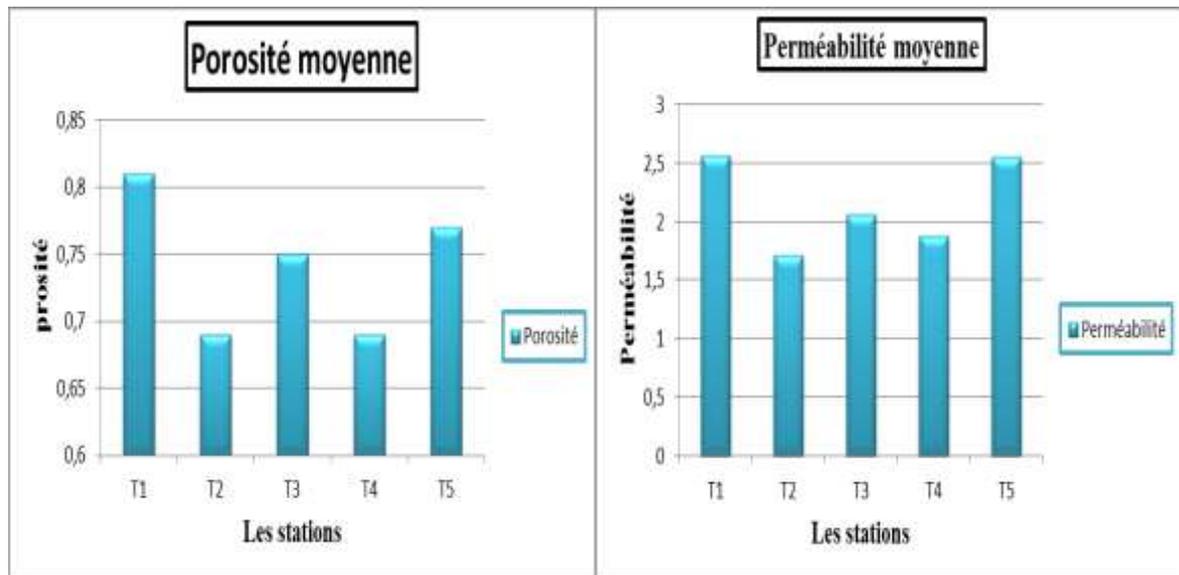


Figure 24 : histogramme de la porosité et de perméabilité moyenne.

A partir les figure (23, 24) Les résultats d'analyses effectués sur la densité réelle, densité apparente, porosité ont démontré que la densité réel, densité apparent et porosité ne variaient pas de manière significative.

Les stations (T2, T4) présentent une moyenne de densité réelle(0,23) Par contre une légère différence entre les 02 stations (T3:0,22, T5 :0,22) soit une valeur faible marqué dans (T1 :0,21). Mais concernant la densité apparent on trouve des valeurs plus proche ente les stations (T2 :0,39, T4 : 0,39, T5 :0,39) et des valeurs moyenne pour(T1 :0,38, T3 : 0,385)la relation entre la densité apparent et la densité réel devient par la formule suivant : $(D_r - D_a)/D_r \times 100$ peut être attribuable au fait que la porosité a une variation léger entre les unités du sol de différente station cette variation comprise entre (0,69% à 0,81%). Les valeurs de la perméabilité des sols se répartissent de façon inégale sur les 05 stations soit des pourcentages montrés comme suit : T1 :2,57, T2 :1.71, T3 :2,06, T4 :1.88, T5 :2,5.

On doit noter que La taille des pores du sol a beaucoup d'importance en ce qui concerne le taux d'infiltration (pénétration de l'eau dans le sol) et le taux de percolation (déplacement de l'eau à l'intérieur du sol). La taille et le nombre des pores dépend étroitement de la texture et de la structure du sol et influent également sur sa perméabilité. Plus la texture du sol est fine, plus la perméabilité est faible (F.A.O, 2012).

Un sol bien structuré, fin, possèdera une porosité importante avec des pores larges (macroporosité) et des pores fins (microporosité) ou l'eau est retenue : sa densité apparente sera plus faible comparée à celle du même sol compact. . Si un sol pouvait être tellement compact qu'aucun pore du sol pourrait exister, la densité apparente serait égale à la porosité réelle. (Laborier, 2006).

2.1.5. pH eau distillé et pH KCl et conductivité électrique :



Figure 25: L'estimation de la teneur en sels dans la zone d'étude.

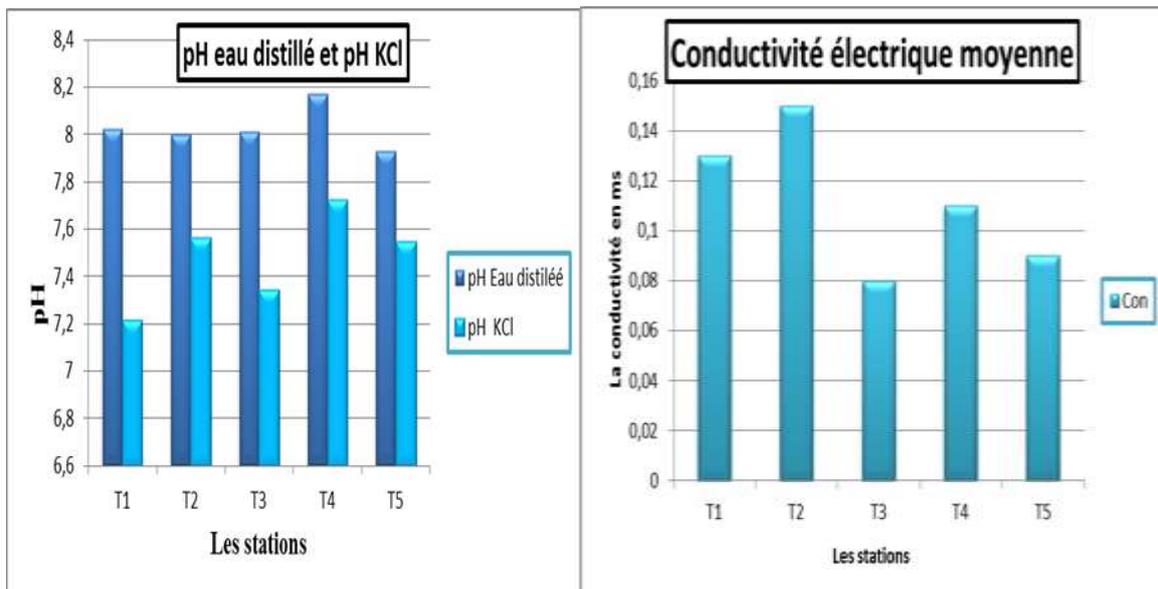


Figure 26: histogramme de pH eau distillé et KCl. Et de la conductivité moyenne.

D'après la figure 26 La valeur moyenne du pH (eau distillé et KCl) mesurée dans le sol (T5) légèrement inférieure (pH eau= 7,93) à celle mesure dans les sols des autres stations et une valeur maximal enregistré dans la station (T4) (pH eau =8,17).

Les mesures de pH (eau distillé et KCl) ont permis de mettre en évidence la différence négligeable et une tendance à l'alcalinité du sol pour l'ensemble des stations. Lorsqu'ils contiennent beaucoup de carbonates, oxydes et hydroxydes neutralisant les ions H⁺ le pH devient alcalin (pH 8 et au-delà) (Ctifl, 2012), donc il existe une étroite liaison entre la teneur en calcaire et le degré d'acidité d'un sol, lesquels varient en sens inverse (Ramade F, 2003). Le pH KCl donne des valeurs plus basses, mais moins fluctuantes selon les périodes de l'année, que le pH eau (U.N.I.F.A, 2009).

D'après l'échelle de de salure (figure 24) on constate que les sols de cinq stations sont classés dans la catégorie non salé pour (T3et T5) et peu salé concernant les stationsT1, T2 T4. (Figure 26) cela s'explique que les faibles valeurs de conductivité électrique doivent être attribuées principalement à la faible teneur en eau. Elles ne correspondent pas à la salinité de

l'échantillon. Par contre, la diminution de CEG après la première extraction est due à la variation du stock en sels. Dans tous les cas, la méthode électrique est sensible aux variations des pourcentages en eau et en sels des sols (El Oumri et al, 1983).

2.1.6. Matière organique :

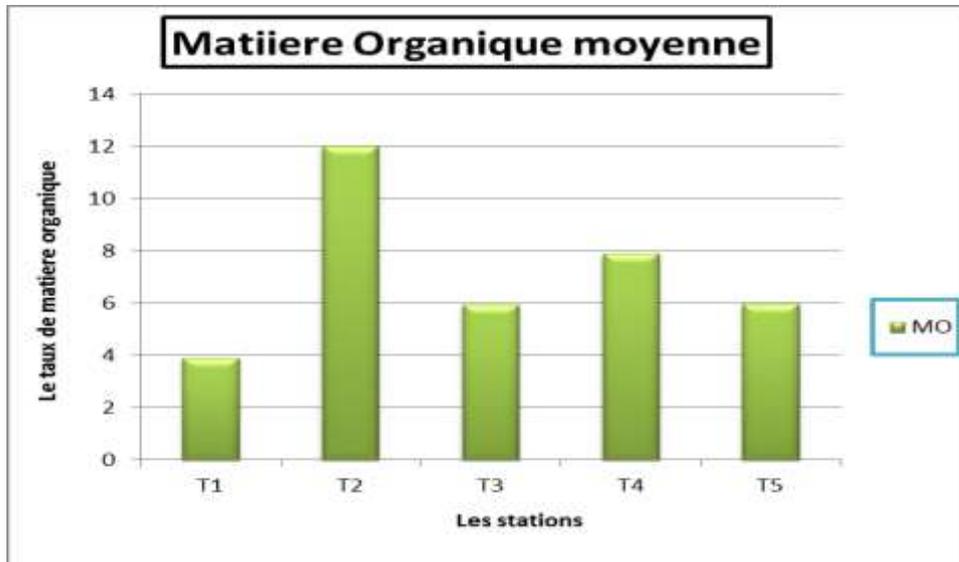


Figure 27: histogramme de la matière organique moyenne.

Solen la figure 27 Le sol qui contient les quantités de matière organique les plus élevés (11 ,99%) sont localisée essentiellement dans la station (T2), suivi des sols dans les stations (T3), (T5) qui présentent des pourcentages estimée à 5.98% et 5.95%. Par contre le faible taux de matière organique se trouve dans les sols de la station (T1) avec un pourcentage de 3,92%. Ceux-ci confirment que la teneur de Matières organique dans les sols est liée à la production de biomasse. Donc le facteur qui influencent le taux de matières organique dans le sol sont à la fois naturel et anthropique, les facteurs naturels les plus important sont : le climat, le type de roches mère, la couverture végétale, le type de végétation, et la topographie. (Wesemael , 2006).

Une réduction de la teneur en matière organique est provoquée par une baisse du nombre d'organismes en décomposition, ou une augmentation de la vitesse de décomposition découlant de modifications de facteurs naturels ou anthropogènes. La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La matière organique se décompose plus rapidement à des températures plus élevées, si bien que les sols des climats plus chauds tendent à contenir moins de matière organique que ceux des climats plus frais (S.A.S.C, 2009).

2.1.7. La Description du teneur en calcaire :

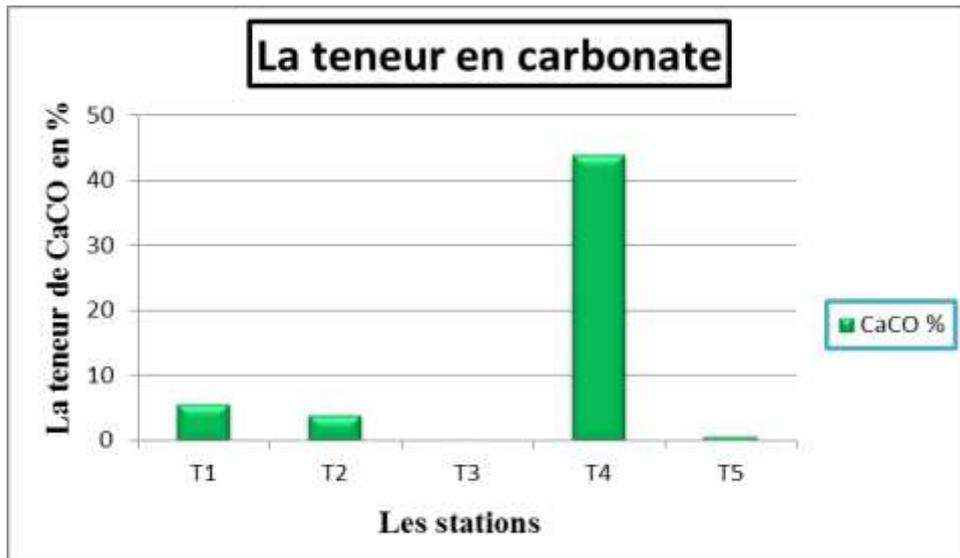


Figure 28: Histogramme de la teneur en carbonate.

Il existe des différences importantes de la teneur en calcaire total entre les stations : T1 (5,87%) et T2 (4,18), on remarque une faible teneur en CaCO₃ dans la station T3 (0,24%) et la station T5 (0,97%). A l'inverse on remarque que le taux de CaCO₃ est très élevé dans la station T4 avec une valeur maximale 43,93% (figure 28), cela s'explique par le fait que le taux de calcaire provient du matériau parental (roche mère).

D'après l'annexe(1) on a classé correctement les sols des stations (T1), (T2), (T3), (T5) ont un sol non calcaire et station (T4) a un sol Moyennement calcaire.

2.1.8. La teneur en carbone et en azote avec le rapport C/N :

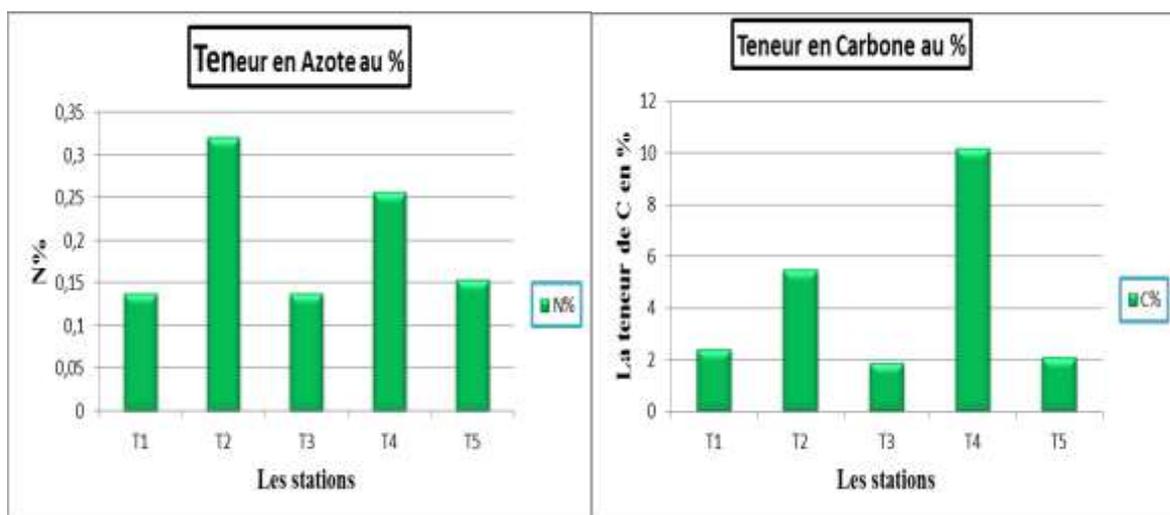


Figure 29: histogramme de la teneur en azote Figure 30: histogramme de la teneur en carbone

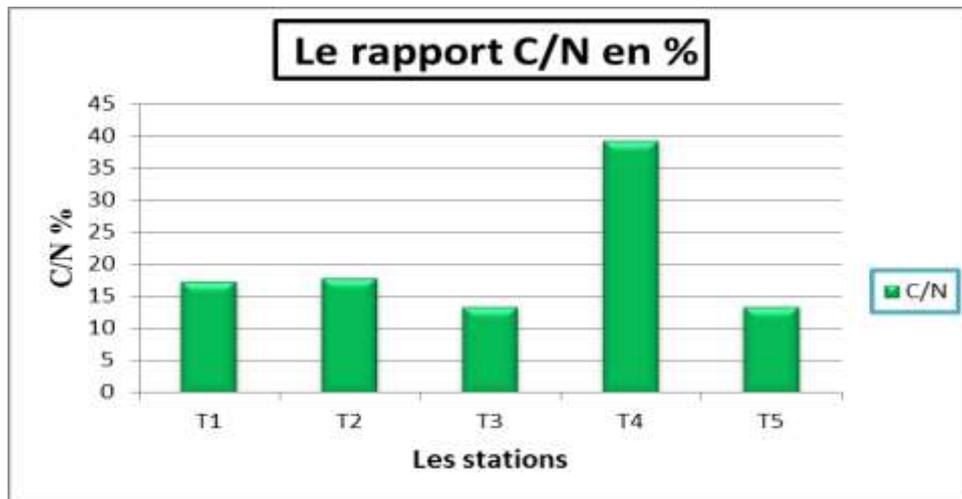


Figure 31: histogramme du rapport C/N.

Comme indiqué sur les figure(29, 30) le pourcentage des teneurs en carbone et en azote totaux dans le sol pour les 05 échantillons est maximale dans l'unité de sol (T4) estimée par (10.5% C) et (0,25% N), vient ensuite les 04 stations successivement : T2 (5.47%C, 0.32% N), T5 (2.09C, 0.15% N), T1 (2.4 %C, 0.15% N) et T3 (1.87% C, 0.13% N).

Le rapport carbone/azote s'élève entre 13% à 17% dans les 04 stations d'une part et d'autre part, Il est dans la station T4 de l'ordre de 39% (Figure 31). L'ensemble de ces données montre que dans le sol (T4) le rapport C/N est le plus élevée que les autres stations. Cela indique que la teneur en carbone est proportionnelle à la quantité totale de matière organique, de sorte que le rapport Carbone/Azote est d'autant plus faible que la matière organique est plus riche en azote. Or, si les microorganismes du sol ont leur activité ralentie par un excès de carbone dans l'humus, celle-ci est au contraire accélérée par un taux d'azote élevé.

Les stocks de carbone organique dans la couche minérale (T4) sont importants et ceux en azote sont moyens (0.25%) (Figure 29) Cela entraîne une perturbation du rapport Carbone sur azote ($C/N > 20$) et débouche sur une activité biologique et une minéralisation de l'azote Réduite (R.N.S.L.T.E.F, 2000).

(Banville J-L, 2009) montre que un rapport C/N fort représente un faible taux de décomposition du carbone puisque les organismes décomposeurs utilisent l'azote qui devient rapidement limitant. Un rapport C/N faible indique une concentration élevée en azote et un fort degré de décomposition, et (Duchaufour, 2009) indique que Tout abaissement du rapport C/N de l'humus signifie recrudescence de l'activité biologique dans le sol. Toute élévation au contraire de ce rapport trahit une décroissance de cette activité. Donc une baisse du rapport C/N et une décomposition rapide de l'humus.

Influence des Essences végétales est considérable en raison de la grande variété des débris végétaux qui peuvent être fournis au sol. Les débris très ligneux constitués par des

tissus âgés ont évidemment initialement un rapport C/N très élevé; ils donnent peu de prise à l'activité bactérienne, le rapport C/N ne s'abaisse que très lentement et de façon réduite au cours de la décomposition (Duchaufour, 2009).

La valeur de ce rapport est en relation étroite avec le type d'humus et le degré de décomposition de la litière. Ainsi, la majorité des sols avec un humus de type mull et moder mulleux (c'est à-dire bien décomposé) sont caractérisés par un rapport C/N inférieur à 20, ce qui témoigne de conditions optimales pour la minéralisation de la matière organique. La plupart des sols à moders et à mors présentent, quant à eux, un rapport C/N supérieur à 20.(Andre *et al*, 2007).Il permet l'évaluation de la qualité de la matière organique ainsi que l'estimation des processus d'humification et de minéralisation agissant dans les sols (Lafond *et al*. 1992).

2.1.9. Stocks des éléments chimiques des sols :

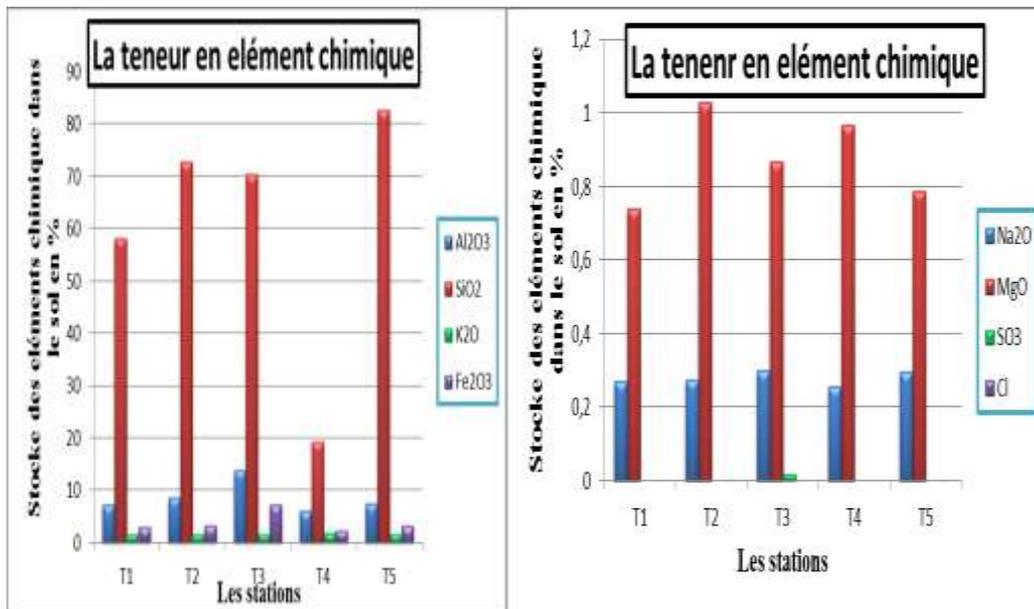


Figure 32 : histogramme de la teneur en élément chimique.

D'après la figure 32 Les stocks en nutriments des sols dépendent bien entendu de l'élément considéré. Les différentes stations étudiés exhibent des différences significatives de stocks pour tous les éléments étudiés (valeurs pour 15 cm de sol, sans litière) Les cinq stations présentent des différences nettes pour tous les éléments chimiques de sol, la quantité importante de la teneur SiO₂ sont remarquable dans tous les stations en pourcentage entre 19% à 82% marquée par des valeurs maximal dans le sol du T5 (82.71%), T2 (72,78%), T3 (70,48%) cela confirme que les sols de ces trois stations contient une portions importante de sable.

A l'inverse on trouve de faibles teneurs en SO₃ et K₂O dans le sol T3 (0.02 %) et devenue nul dans les autres stations pour la teneur en SO₃. La teneur en K₂O compris entre

(1.74% à 2.16%) tandis que la quantité de Cl exprimés en zéro dans tous les unités de sol étudié. Les autres éléments varient entre des valeurs comprises successivement : Fe₂O₃ (2,48% à 7,38%), MgO(0,74% à 1,03%), Na₂O(0.25% à 0,3%) dans toute les stations. Cela s'explique que les sols des 05 stations possèdent donc des potentialités limitées de leur charge en éléments nutritives.

Cette faible teneur en éléments nutritifs constaté dans toute les stations peut s'expliquer par les incendies qu'on 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).

3. La vulnérabilité des sols par rapport les caractères physico-chimique :

D'après A.D.C.S. (2009), La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La perte de matière organique du sol réduit la capacité d'infiltration de l'eau dans ce sol, ce qui augmente le ruissellement et l'érosion. L'érosion à son tour réduit la teneur en matière organique en lessivant la couche arable du sol, fertile. Une réduction de la teneur en carbone organique signifie aussi une réduction de la nourriture à disposition pour les organismes vivants présents dans le sol, et donc une réduction de la biodiversité du sol.

La propriété intéressante des sols sableux est leur porosité élevée. Par contre ils ne retiennent pas du tout l'eau. Dans ces sols, ce sont les matières organiques qui vont permettre de retenir l'eau, en jouant le rôle d'éponge. (A.D.T. 2012)

Un sol peut se restructurer naturellement grâce au climat, c'est-à-dire l'alternance de gel/dégel ou la dessiccation, et l'activité biologique via l'enracinement des végétaux ou à l'activité des organismes du sol. La restructuration est d'autant plus rapide que le sol est riche en argile.

La fissuration des sols se produit sous l'effet du climat. Elle est effective pour les sols comportant au moins 15 % d'argiles et forte dès que ce taux dépasse 20 %. C'est le retrait des argiles lors de leur dessèchement qui laisse apparaître les larges fissures. Lors de leur réhumectation, elles gonflent à nouveau, refermant le réseau des fissures tout en permettant de parfaire l'action de fissuration naturelle des zones compactées. Ce phénomène est moins marqué au climat humide. Quelques exceptions existent, comme certains sols contenant des argiles peu gonflantes. Quant aux sols les plus battants, ils ont un faible niveau de fissuration. Leur capacité à se restructurer naturellement est donc plus lente. (Boizard *et al*, 2013).

Conclusion générale

Conclusion :

Le sol est une ressource fondamentale qui supporte la croissance des plantes et assure ainsi la production primaire dont dépend directement la population humaine. Le sol est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques. Il est à ce titre une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes (Robert, 1996).

A l'instar des sols méditerranéens, les sols d'Algérie sont généralement caractérisés par leur faible taux de la M.O, conséquence du type de climat qui règne dans nos régions et des systèmes culturaux pratiqués qui ne sont pas favorables à la constitution d'une réserve organique dans le sol.

Les analyses de sols effectuées dans cette étude donnent une vision générale des principaux paramètres physico-chimique des sols forestiers de la zone de Tlemcen elles montrent une variabilité des caractères pédologiques des sols des différentes stations.

Les échantillons de sol analysés présentent un pourcentage des quantité d'argile et limon non négligeable cela traduit la dominance de la texture sables argilo-limoneux dans les unité de sol du forêts : Zarifet, Ifri, Chouly et une tendance de la texture argiles très sableuses pour les deux forêts : Slissen et Zerdeb. la couleur des cinq forets sont classé entre : orang, Marron très foncé, Rougeâtre marron, rouge

Par ailleurs, les sols de la zone d'étude sont légèrement alcaline (pH) Oscille entre (7.93 et 8.17) ; la salinité est très faible d'une conductivité électrique est comprise entre (0.08 et 0.15) ms et peu saturés en éléments chimique (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , K_2O , Na_2O) que le teneur en SiO_2 qui conduit a une proportion importante de sable.

La Teneur en carbonates totaux présents une faible quantité dans les sols mais par excellence dans le sol de la forêt de Slissen soit une concentrations en azote faibles pour tous les stations tandis que Les concentrations en carbone plus élevé dans la forêts Slissen que les autre forêt, ces deux dernier élément chimique conduit à le ration C/N d'une valeur maximal dans la forets Slissen par rapport autres forêts de la zone d'étude cette valeur permet d'évaluée un rapport C/N fort représente un faible taux de décomposition du carbone puisque les organismes décomposeurs utilisent l'azote qui devient rapidement limitant.

La moyenne de matière organique présenté du pourcentage proche entre l'unité de sols de la zone d'étude que le taux de matière organique dans le sol des forêts d'Ifri enregistrer la valeur maximal (11.99%).

La santé des sols se répercute inévitablement sur la santé des écosystèmes forestiers et sur la productivité de nos forêts. (Boileau , 2007).

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- A.D.C.S.** (2009)- Réduction du taux de matière Organique. Fiche technique n°. 3: 53-49p.
- A.D.T.** (2012)- Rôles des Matières Organiques dans le sol. Fiche N°2. 21-30p.
- A.F.N.O.R.** (1996)-Sols : reconnaissance et essais, détermination de la teneur en carbonate méthode du calcimètre.7p.
- Aïnad-Tabet .** (1996) - Analyse éco-floristiques des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen. Thèse Magistère. Univ Abou -Bakr Belkaïd Tlemcen.169p.
- Alatou DJ, Benderradji , Tir** (1999)- les interférences entre le climat et la végétation dans l'extrême nord-est Algérien Essais d'expression cartographique au 1/200.000.55-59p.
- Andre . Bock Brahy . Colinet . Genot . Maes .** (2007)- le sol- chapitre 11 les sols et l'environnement terrestre.p451-467.
- Anonyme.** (2000)- Rapport sur l'Etat de l'Environnement du Maroc 146 p 76 fig.
- Anonyme.** (2005)-Evaluation de la vulnérabilité, des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation en Tunisie P36., 22Tab., 13 Fig.
- Anonyme 2.** (2006)-Analyses agronomiques.53-60p.
- Anonyme 1.** (2006)- secteur et sous-secteur biogéographique de l'Algérie Tellienne.20p.
- Anonyme.** (2009)-caractéristiques et propriétés biologiques des sols. 35P., 30 Fig.
- Anonyme.** (2010)-Caractéristiques et propriétés chimiques du sol 38p., 5 fig
- Aubert .** (1970)- Influence de la végétation sur le sol, Influence de la végétation sur les processus de la pédogenèse. 12p.
- Ayache , Bouazza** (2008)-Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives, Le pâturage en forêt dans la région de Tlemcen (cas des forêts à résineux), Univ de Tlemcen.2P.
- Banville .** (2009)-Caractérisation des stocks de carbone de 5 types de formations végétales dans un secteur du bassin versant de la rivière eastmain, baie james. Univ du Québec à Montréal. 158p., 16 Tab., 23 fig.

Benabdeli , Letreuch-Belarouci , Medjahdi et Medjahdi Letreuch-Belarouci . (2009)- Impact des incendies sur la structure des peuplements de chêne-liège et sur le liège :le cas de la subéraie de Tlemcen (Algérie). Forêt méditerranéenne t. XXX, n° 3. 231-238p.

Benabdeli . (1996)-Aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale), Thèse doct d'état en écologie appliquée, Univ d' Aix-Marseille III,179P.

Belhacini . (2011)-Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Thèse Magistère. Univ Abou -Bakr Belkaïd Tlemcen.128p., 8 pho., 31fig., 31 tab.

Benabid , (1985)-les écosystèmes forestiers pré forestiers et pré steppiques du Maroc diversité, répartition biogéographique e et problème posés par leur aménagement.53-64p

B.N.E.D.R. (2008) - Rapport sur la caractérisation des formations forestières de la wilaya de Tlemcen. 19P., 2Tab., 6 Fig.

Boizard , Duparque , Labreuche (2013)- Les sols ont une capacité naturelle à se restructurer.19-21p.

Boumaza. (2012)- Vers une gestion durable des ressources en eau du parc nation de Tlemcen. Thèse. Doct. En Mobilisation et protection des ressources en eau. Univ. Tlemcen P135., 24 Tab, 45 Fig.

Boileau . (2007)-Diminuer les dommages au sol, Une question de productivité forestière.30-31tab.

Braudel (1985), Fire adaptations in the Canary Islands pine (*Pinus canariensis*). Plant Ecology 171, 185-196 P.

Brazzaville. (1996)- Les écosystèmes de forêts denses et Humides d'Afrique centrale. 176P

Bruand , Dambrine ,Le Bissonnais ,Tessier .(1996)-Qualité chimique et physique des sols : variation spatiale et évolution. 229-244p méditerrané

C.A.G. et S.P.V. (2012)- Préparer ses plantations. 12p., 17 fig.,1 tab.

Calvet . (2003) - Le sol, propriété et fonction. Paris, t1, 455 p., 117 fig., 56 tab.

C.E.M.A.G.R.E.F. (2011)- Biodiversité du sol, indicateur de santé des écosystèmes forestiers. 1p.

-Circonscription D'Ouled Mimoun. (2009)-Rapport de présentation des forêts du district d'Ouled Mimoun. 7P., 5Tab.

Circonscription d'Ouled Mimoun. (2013) - Fiche technique de la Forêt de Slissen. 4P., 1Tab.

Claude , Ducruc , Lafond, (1992). Pédologie forestière, Mont-Royal (Québec): Modulo, 146 p.

- Cornet .** (1980)- Observations sur la capacité de rétention, ses relations avec les valeurs de potentiel et la texture des sols sableux du Nord Sénégal. Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Biol.. n°42 p53-59
- Ctifl.** (2012)- le Point sur Fertilité des sols. N° 33. 1-10p
- Davidson E.A. ET Janssens I.A.** (2006) - Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change ». Nature, vot 440, no. 9, p. 165-17
- Delaunois .** (2006) - Guide simplifié pour la description des sols. 37p., 18 fig., 6 tab.
- D.G.A.L.N.** (2013)- Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides.63p.
- D.G.F.** (2007)-Politique forestière nationale et stratégie d'aménagement et de développement durable des ressources forestières et alfatières.32P.
- D.P.A.T.** (2011) - Monographie de la wilaya de Tlemcen.148 P., 151 Tab.,05 Fig
- El Oumri etVieillefon .** (1983)- Étude expérimentale de la conductivité électrique globale des sols, Application à l'estimation de leur salinité. Vol. XX, no 2, P 91-108.
- F.A.O.** (1994)- Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. 12p.
- F.A.O.** (2012)- perméabilité du sol.20p.
- Ferka Zazou .** (2006)-Impact de l'occupation spatio-temporelle des Espaces sur la conservation de l'écosystème Forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi bel Abbes, Algérie. Mém. Magi. En Gestion et Conservation des Ecosystèmes. Univ.Tlemcen.112P., 36Tab., 17Fig.
- Ferry , Freycon , Paget , Sabatier .** (2003)- Description et dynamique des milieux forestiers, influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise : état des connaissances. 61-73p.
- Fesquet.** (1998)-Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199, 1302-1310.
- Fox.** (2000)- Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire? Forest Ecology and Management 257 P.
- Gaouar .** (1980)- hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie).131-146p.
- G.I.C E.R.C.O et S.I.C.S Saida.** (2005)- Analyses chimiques.16P.
- G.I.S.S.** (2008)-connaître les sols pour préserver la ressource en eau. 96 P., 23Tab., 25fig.
- Gobat, M. Aragno et Matthey.**(2003)-Le Sol vivant. 2eme édition. rev. et augm. Coll. «Gérer l'environnement», Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 568p.
- Gobat , Aragno , Matthey .**(1995)-le sol vivant ,bases de pédologie, biologie des sols.2émé édition. France. 571P., 299 fig., 237 Tab.

Guénon . (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, 218 p., 134 fig., 60 tab.

IFE J-C Masson(2012)-Comprendre la formation et la fertilité des sols. 5P.7 fig., 3 T.

I.N.R.A. (2006)- Maintien de la qualité des sols des écosystèmes forestiers : Utilisation d'indicateurs de gestion durable dans le massif forestier des Landes de Gascogne .1-19p. **I.N.R.A.** (2013)- Notions sur les propriétés chimiques du sol et la nutrition des plantes. 35P., 3Tab., 8 Fig.

Josse . et Husson . (2007) - Variabilité des dimensions en ACP : cas complet et incomplet, Laboratoire de mathématiques appliquées, Agro campus Ouest 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex. P. 1-6.

Kadik . (1987) - Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie, écologie, dendrométrie morphologie. 580 p., 116 Tab., 19 Fig., 45 Fiche.

Khanna. (1994)-The Population Consequences of Life History Phenomena. The Quarterly Review of Biology 29, 103-137p.

Laborier . (2006)-N'oublions pas les caractéristiques physiques du sol.2p.

Louni . (1994)- Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne. t. XV n° 1. P.59- 63.

Lvano et Simon . (2002)- Les mycorhizes Une fascinante biocénose en forêt. Notice pour le praticien n° 35.

Massenet . (2012)- propriétés physiques du sol.2-54p.

Mathieu et Pieltain . (2003) - Analyse chimique des sols. Paris, 387 p., 30 fig., 40 ta.

Mathieu et Pieltain (1998) - Analyse physique des sols. Paris, 275 p., 86 fig., 29 tab., 09 ph.

Mesli-Bestaoui . (2009) - Contribution à une étude écologique et dynamique de la végétation des monts de Tlemcen par une approche cartographique. Thèse Doct. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. p6-29.

O.T.E.D.D. (2005)-Guide forêts durables.20P.

Ozenda . (1964)- Biogéographie végétale.Paris, 374 p.

Parc National De Tlemcen. (2010)- Plan de gestion II 108P., Tab 42.,13 Fig.

Ramade . (2003)-éléments d'écologie, écologie fondamentale.2ème édition. 689P., 445 fig.,73 tab, 6 Planche.

- Ranger .** (2006)-Effets des substitutions d'essence sur la durabilité des sols forestiers.30p
- R.N.S.L.T.E.F.** (2000)- La placette d'observation renecofor en forêt de l'Aigoual (HET 30).6p.
- Robert .** (1996)-modified cross-polarization magic angle spinning 13 C NMR procedure for the study of humic materials. Analytical Chemistry p- 68.
- S.A.S.C.** (2009)- L'agriculture durable et la conservation des sols Processus de dégradation des sols, Réduction du taux de matière organique. 2p.
- U.N.I.F.A.** (2009)-la fertilisation. 7édition. 27fig., 20tab.78p.
- Union Européenne – FEDER.** (2012)- Protégeons nos sols, Déterminer la texture d'un sol. Théorie A2. 1-2p.
- Wesemael .** (2006)-les teneurs en matière organique dans les sols en région Wallonne.15p.

Annexes

Annexe 1

Tableau 8: Classification des matériaux en fonction du pourcentage massique carbonate.

Teneur en carbonate	Classification
<10	Non calcaire
10 à 29	Peu calcaire
30 à 69	Moyennement calcaire
70 à 89	Fortement calcaire
≥ 90	calcaire

Source :(A.F.NOR. 1996).

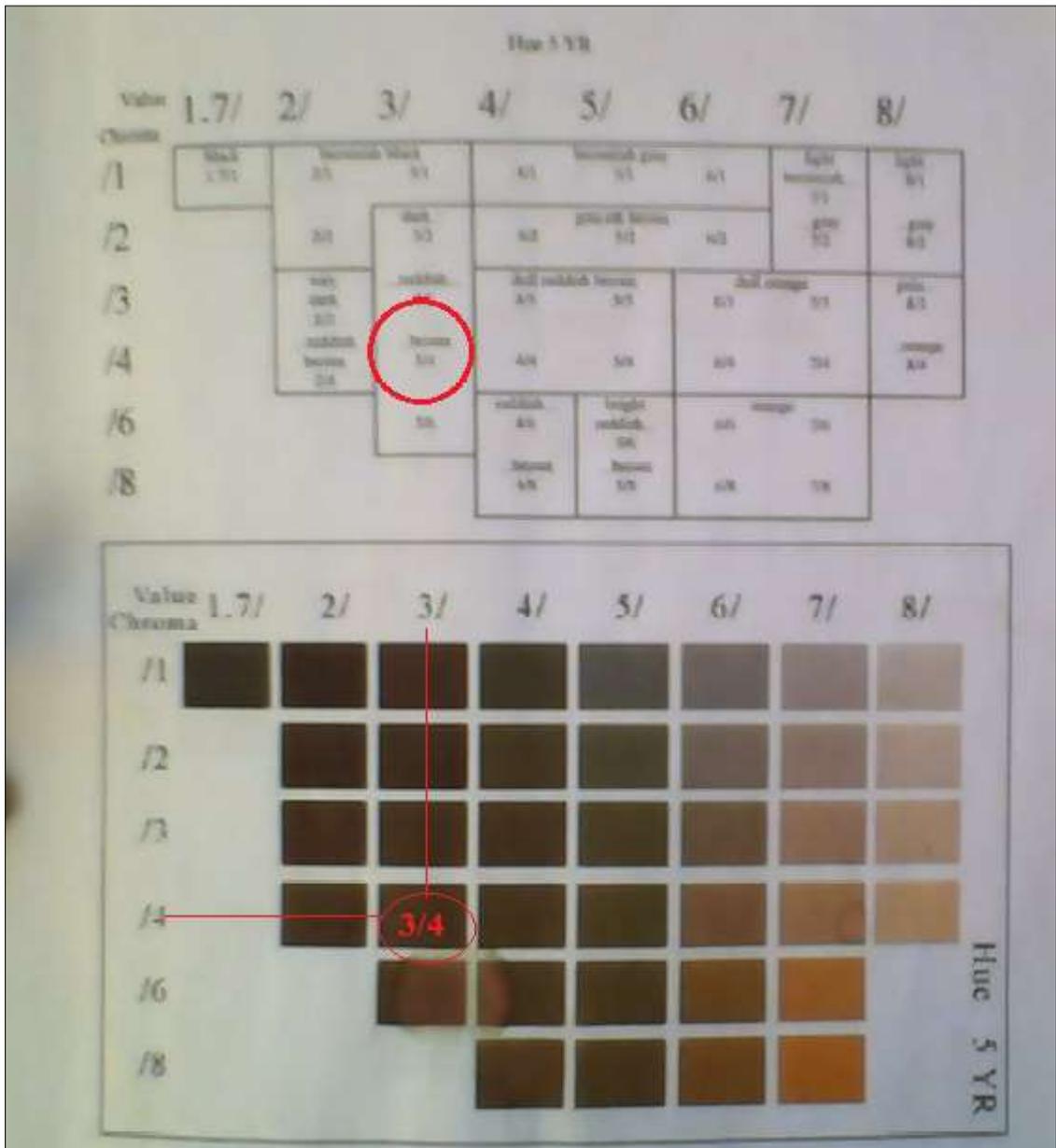


Figure 33: La détermination de couleur d'un sol à partir code international Munsell: Hue, Value, Chroma.

الملخص:

من خلال هذه الدراسة نريد معرفة الخصائص الفيزيوكيميائية لتربة الغابية لمنطقة الغرب الجزائري. النتائج اظهرت ان التربة الغابية لمنطقة تلمسان لها بنية رملية -غضارية غرائية نحو بنية غضارية رملية كما تتميز بلون احمر الي البرتقالي البني الغامق و المحمر. التربة اساسية مع ناقلية التي بينت ان التربة قليلة الملوحة الي غير مالحة. من اجل مجموعة الخصائص الفيزيوكيميائية:الرطوبة , قدرة علي الاحتفاظ بالماء ,الكثافة, النفاذية, لا تتغير بصفة معنوية ما بين الغابات. تميز تربة منطقة تلمسان بقيم متقاربة فيما يخص المادة العضوية بحيث نجد اختلاف كبير فيما يخص قيمة الكربونات لمختلف الغابات. كما نجد القيمة القصوى بغابة سليسن((43%)لذي صنفت علي انها تربة جيرية. بصفة عامة الغابات تلمسان تتشابه في مكوناتها الفيزيوكيميائية. المفتاح : الخصائص, الفيزيوكيميائية, التربة, الغابات تلمسان.

Résumé :

Dans ce mémoire, nous avons tenté de connaître les propriétés physico-chimiques des sols forestiers d'une zone de l'ouest Algérien.

Les résultats montrent que les sols forestiers de la région de Tlemcen sont caractérisés par une texture sableuse et argilo-limoneux qui tend vers une texture argileuse très sableuses pour l'ensemble des forêts et avec une couleur qui varie du rouge, l'orange, Marron très foncé et Rougeâtre marron. Le pH des sols étudiés est alcalin avec une conductivité électrique qui montre des sols peu salé et non salé.

L'ensemble des paramètres physiques étudiés : l'humidité, la capacité de rétention, la densité réelle et apparente et la perméabilité ne variaient pas de manière significative entre les cinq forêts et montre des sols pauvre en eau. On distingue que les sols de notre région contiennent des valeurs proches de matière organique et une différence importante de la teneur en carbonate entre les différentes forêts marqué par une valeur maximal dans la forêts de Slissen(43.9%) qui montre que c'est des sols calcaire dans l'ensemble.

D'une manière générale les forêts de Tlemcen présentent une similarité des constitutions physico-chimique des sols.

Les mots clé : paramètres physico-chimique, sol, les forêts de Tlemcen

Summary:

In this memory, we tried to know the physic-chemical properties of forest soils in an area of western Algeria. The results show that forest soils of the Tlemcen region are characterized by a sandy clay loam texture and tend to a very sandy clay texture for all forests and with a color ranging from red, orange, brown very dark and reddish brown. Soil pH is alkaline studied with electrical conductivity shows little salty soils and unsalted.

All the physical parameters studied: moisture retention capacity, real and bulk density and permeability did not vary significantly between the five forests and shows poor soil water. We distinguish soils of our region contain values close to organic matter and a significant difference in carbonate content between different forests marked by a maximum value in the forests Slissen (43.9%), which shows that it is soil limestone throughout.

Generally forests have a similarity of Tlemcen.

The key words: physic-chemical parameters, soil, forests Tlemcen.