

**Ministère de l'Enseignement Supérieur  
Et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun de Tiaret  
Faculté des Sciences de la nature et de la vie  
Département des Sciences Biologiques**



**Mémoire de fin d'études  
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique**

**Filière : science Biologique  
Spécialité : pathologie des écosystèmes**

**THÈME :**

**Impact du couvert forestier sur la dynamique de la  
matière organique du sol parc national de ThenietElhad –  
Wilaya de Tissemsilt**

**Membres de jury:**

**Président : M<sup>me</sup>. OULBACHIR Karima  
Promoteur : M<sup>r</sup>. BENAHMED Mohamed  
Examineur : M<sup>r</sup>. OUADHAH Sahraoui**

**Présenter par:**

**- HACINI Warida  
- KHATTOUF Mohamed Amine  
- HAFSAOUI Ibrahim**

**Année universitaire : 2016 -2017**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A mes très chers parents.*

*A mes frères et sœurs.*

*A mes chers amis.*

*A tous mes collègues de la promotion.*

*Warida*

# Remerciements

*« Celui qui ne remercie pas les agents, ne remercie pas le Dieu »*

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.*

*MR. BENAHMED Mohamed, pour avoir suivi attentivement la progression de notre travail, par ces précieux conseils et sa patience, à notre égard.*

*Mme. OULBACHIR Karima, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir présider le jury.*

*Mr. OUADAH Sahraoui, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail.*

*Nos sincères remerciements vont également à l'équipe de laboratoire de Léau et sol du département Sciences de La Nature et de la Vie sur tout Samira et Saida et Nadia. Pour leur précieux aide et collaboration.*

*Sans oublier l'équipe de parc national de Thniet El Had*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à toute les amies.*

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure N°01</b> : Différents constituants du sol.....	4
<b>Figure N°02</b> : Constituants des matières organiques du sol.....	14
<b>Figure N°03</b> : Décomposition de la MO humification et minéralisation.....	15
<b>Figure N°04</b> : minéralisation de la matière organique.....	16
<b>Figure N°05</b> : Les stocks du Carbone (C).....	18
<b>Figure N°06</b> : photo ; Disposition de la maison du Parc National du Theniet El Had.....	25
<b>Figure N°07</b> : Carte de localisation du Parc National de Theniet El Had.....	27
<b>Figure N°08</b> : Carte des différents types des sols dans le Parc National au 1/50.000.....	29
<b>Figure N°09</b> : Cèdre de l'Atlas.....	32
<b>Figure N°10</b> : Préparation des échantillons ; séchés ; conservés et tamisés.....	33
<b>Figure N°11</b> : Titrage par le sel de Mohr.....	36
<b>Figure N°12</b> : texture du sol étudié.....	38
<b>Figure N°13</b> : Variation de l'Humidité dans le sol étudié.....	40
<b>Figure N°14</b> : Variation du pH dans le sol étudié.....	41
<b>Figure N°15</b> : la densité apparente dans le sol étudié.....	42
<b>Figure N°116</b> : La conductivité électrique du sol étudié.....	44
<b>Figure N°17</b> :La teneur en calcaire total dans le sol étudié.....	45
<b>Figure N°18</b> : Teneur en carbone organique des sols étudié.....	47
<b>Figure N°19</b> : Teneur en matière organique des sols étudiés.....	46

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau N°01</b> : Les trois Fractions du sol.....	4
<b>Tableau N°02</b> : différents types de textures d'après Morel(1996).....	6
<b>Tableau N°03</b> : L'histoire de la forêt de Cèdres (Baroud, 2013).....	26
<b>Tableau N°04</b> : Moyennes des températures maximales (M), minimales (m) et moyennes mensuelles extrapolées pour Theniet El Had à partir de Tissemsilt (période 1976-2004).....	30
<b>Tableau N°05</b> : Valeurs moyennes pluviométriques extrapolées pour Theniet El Had à partir de Tissemsilt (période 1976-2006).....	31
<b>Tableau N°06</b> : Classification des sols selon le taux de calcaire.....	36
<b>Tableau N°07</b> : Matière organique dans le sol.....	37
<b>Tableaux N°8</b> : Analyse granulométrique des échantillons étudiés.....	38
<b>Tableau N° 9</b> : Valeurs d'Humidité des sols étudiés.....	39
<b>Tableau N°10</b> : Valeurs de pHeau des sols étudiés.....	40
<b>Tableau N°11</b> : variations de la densité apparente des sol.....	42
<b>Tableau N°12</b> : La conductivité électrique du sol étudié.....	43
<b>Tableau N°13</b> : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5.....	44
<b>Tableau N°14</b> : Teneur en calcaire total des sols étudiés.....	44
<b>Tableau N°15</b> : La teneur en carbone organique des sols étudiés.....	46
<b>Tableau N°16</b> :Teneur en matière organique des sols étudiés.....	46

## LISTE DES ABREVIATIONS

**%** : Pourcentage.

**°C** : Degrés Celsius

**C** : carbone

**C** : Carbone de la matière organique ou du CO<sub>2</sub>

**CE** : Conductivité électrique

**CELL**: Fraction cellulose

**CF** : couvert forestier

**Cm** : centimètre

**dS/m** : Déci siemens par mètre

**H** : Humidité

**Ha** : Hectare.

**HEMI**: Fraction hémicellulose

**ISB** : Indice de stabilité biologique

**LIGN** : Fraction lignine

**m** : Mètre

**m/s** : Mètre par seconde

**m<sup>2</sup>** : mètre carrée

**m<sup>3</sup>**: mètre cube

**mm** : Millimètre

**ml** : millilitre

**mg** : milligramme

**MO** : Matière organique

**MOP** : matière organique particulaire

**MOS** : matière organique stable ou matière organique du sol

**mS/cm** : Milli siemens par centimètre

**N** : azote

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**PNTHEH** : parc national de thniet el had

**V** : Volume

**μm** : Micromètre

# **SOMMAIRE**

## SOMMAIRE

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	01

### Première Partie : Synthèse Bibliographique

#### Chapitre I : Le Sol

I.1. Définitions.....	02
I.1.1.Aspect agronomique .....	02
I.1.2.Aspect pédologique.....	02
I.1.3.Aspect écologique.....	03
I.2. Fractions du sol.....	04
I.3. La texture.....	04
I.3.1. L'étude granulométrique .....	05
I.3.2. Classification des textures.....	05
I.3.2.1. Texture sableuse.....	05
I.3.2.2. Texture limoneuse .....	05
I.3.2.3. Texture argileuse.....	05
I.3.2.4. Texture équilibrée (ou franche).....	05
I.4. La Structure.....	06
I.4.1. Les types de structure.....	06
I.4.2. Stabilité de la structure.....	07
I.4.3. Les principales caractéristiques liées à la structure du sol .....	07
I.4.3.1.La densité réelle et la densité apparente du sol.....	07
I.4.3.2.La porosité totale .....	07
I.4.3.3.Influence de la texture du sol sur sa porosité.....	08
I.4.3.4.Influence de la matière organique sur la porosité.....	08
I.4.3.5.Conductivité hydraulique .....	09
I.4.3.6.La compacité.....	09
I.4.3.7.La capacité de rétention du sol en eau .....	09
I.5. Les différents horizons d'un sol.....	09
I.6. Le sol forestier.....	10

## SOMMAIRE

### Chapitre II : Dynamique de la matière organique du sol

II.1. La matière organique du sol.....	11
II.1.1. Généralités.....	11
II.1.2. Définition.....	11
II.1.3.Composition.....	11
II.2.Les familles biochimiques de composés organiques .....	12
II.2.1.Les glucides .....	12
II.2.2.Les lipides .....	12
II.2.3.Les protéines .....	12
II.2.4.Les lignines .....	12
II.3.Les méthodes d'identification des composés organiques.....	13
II.4.Typologie des MO selon le stade d'évolution.....	14
II.5. Evolution des matières organiques dans les sols.....	15
II.5.1. La minéralisation.....	15
II.5.2. L'humification .....	15
II.6.La minéralisation de la matière organique.....	16
II.6.1.Les facteurs de la minéralisation de la matière organique.....	17
II.7. L'humification de la matière organique.....	19
II.8. Phénomènes de stabilisation de la matière organique.....	19
II.8.1. Définition de "matière organique stable".....	20
II.8.2.Les mesures du carbone stable .....	20
II.9. Rôle de la matière organique dans le sol.....	21
II.9.1.Action de la matière organique sur les propriétés physique du sol.....	21
A) Effets favorables .....	21
B) Effets défavorables .....	21
II.9.2.Action de la matière organique sur les propriétés physico chimiques du sol	22
II.10.Bilan organique du sol.....	22

### Deuxième Partie : Matériel &Méthodes

I. Objectifs du travail.....	25
II. Présentation de la zone d'étude.....	25
II.1. La maison du Parc National de Theniet El Had.....	25
II.2. Le Parc National de Theniet El Had.....	26

## SOMMAIRE

II.2.1. Historique .....	26
II.2.2. Situation géographique.....	27
II.2.3. Caractéristiques physiques.....	28
II.2.3.1. Le Relief.....	28
II.2.3.2. Géologie.....	28
II.2.3.3. Pédologie.....	28
II.2.3.4. Hydrographie.....	29
I.2.4. Richesse floristique.....	31
II. Origine des échantillons du sol.....	33
III.1.Echantillonnage.....	32
III.1.2.Techniques d'échantillonnage du sol .....	32
IV. Analyses physico-chimiques du sol .....	33
IV.1. Humidité résiduelle du sol .....	33
IV.2. Le pHeau.....	33
IV.3. La conductivité électrique (CE).....	33
IV.4. Analyse granulométrique.....	34
IV.5. La densité apparente.....	34
IV.6. Calcaire total (CaCO <sub>3</sub> ) .....	35
IV.7. Matières organique (Carbone organique) .....	36

### Troisième Partie : Résultats & Discussion

I.1.Analyse granulométrique.....	38
I.2. L'humidité H (%).....	39
I.3. Le pH.....	40
I.4.La densité apparente.....	42
I.5.La conductivité électrique (CE) .....	43
I.6.Le calcaire Total .....	44
I.7. La matière organique .....	45
I.7.1.La teneur en carbone organique .....	46
I.7.2.La teneur en matière organique .....	47

### Conclusion générale

### Références bibliographiques

### Annexes

### Résumé

# **Introduction Générale**

## **Introduction Générale**

Les écosystèmes forestiers demeurent une composante fondamentale de vie sur terre. Divers rôles sont attribués aux forêts dans leur large gamme de diversité structurelle. Elles restent un maillon central dans les équilibres naturels. Actuellement, la superficie globale du couvert forestier en Algérie est de 4.1 millions hectares dont 1.3 millions hectares représentent la forêt naturelle, le reste représente les maquis, les matorrals, les reboisements et les terres improductives (FAO, 2001).

Les forêts et les sols forestiers assurent des fonctions essentielles, complexes et interactives au sein de l'environnement. Depuis des millions d'années, les sols servent de support aux arbres et aux forêts. Les sols constituent un élément majeur des forêts et des écosystèmes boisés car ils contribuent à réguler d'importants processus écosystémiques, tels que l'absorption des nutriments, la décomposition de la matière organique et la disponibilité de l'eau. Les sols fournissent aux arbres un ancrage, de l'eau et des nutriments. (FAO, 2015). Notre étude concerne une essence forestière noble de l'Afrique du nord et de grande valeur esthétique. Il s'agit du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Thniet El Had. Le sol contient un faible pourcentage massique de matière organique, généralement compris entre 1 et 5%.

Cette petite quantité de matière organique, dont le carbone organique constitue à peu près la moitié, est très importante pour le fonctionnement du sol et de l'écosystème tout entier. En effet, la matière organique du sol joue de multiples rôles dans les processus écologiques. Donc quelle est l'impact du couvert forestier sur la dynamique de la matière organique du sol dans le parc national de Thniet El Had.

Notre travail est scindé sur 03 chapitres : en premier lieu partie bibliographique divisée en 2 chapitres : le premier sur le sol et le deuxième sur la dynamique de la matière organique du sol. En deuxième lieu partie expérimentale consacrée à la présentation de la zone d'étude et la méthodologie de travail. La troisième partie est consacrée aux résultats et discussion.

**Première Partie**  
**Synthèse Bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Le Sol**

## **I. Le Sol**

### **I.1. Définitions**

Sol fait partie intégrante des écosystèmes terrestres et constitue l'interface entre la surface de la terre et le socle rocheux. Il se subdivise en couches horizontales successives aux caractéristiques physiques, chimiques et biologiques spécifiques. Il a également différentes fonctions. Du point de vue de l'histoire et de l'utilisation des sols ainsi que d'une perspective écologique et environnementale, le concept de sols embrasse également les roches poreuses sédimentaires, les autres matériaux perméables, en plus de l'eau qu'ils contiennent et des réserves d'eau souterraine.

#### **I.1.1.Aspect agronomique**

Support de la végétation et des cultures Le sol est le support des plantes, cultivées ou non. C'est la zone exploitée par les racines. Il englobe le domaine de la rhizosphère zone d'échanges d'ions, de compétition pour l'eau, l'oxygène où l'activité microbienne est stimulée par la libération de composés organiques. Principal objet d'étude des agronomes le sol, en tant que zone travaillée par les instruments aratoires, est le support des cultures. Son potentiel de production se traduit par la notion de fertilité, variable en fonction de ses caractéristiques intrinsèques mais aussi des apports extérieurs (fertilisation, amendements minéraux ou organiques, traitements phytosanitaires), des améliorations foncières (drainage, irrigation, sous-solage) ou des techniques culturales appropriées aux modes de cultures envisagés (labours, et façons aratoires diverses dont les récentes « techniques culturales simplifiées » (Girard M.-C., Schvartz C., Jabiol B., 2011).

#### **I.1.2.Aspect pédologique**

Le sol est une zone mince formant la partie superficielle de l'écorce terrestre affectée par les différents processus de l'altération physique ou mécanique, (désagrégation) ou ceux de l'altération chimique (décomposition). Les premiers, gel, lumière, humidification, dessiccation, déterminent des dilatations, des contractions qui engendrent la fissuration des roches et à terme leur fragmentation. Les seconds, dissolution (lixiviation), hydratation, hydrolyse, oxydation, réduction, déterminent des changements de composition chimique, de structure, de porosité de couleurs et des entraînements (lessivage) susceptibles de transformer le substrat et de le différencier en horizons. Le rôle de la biosphère en général et de la végétation en particulier en tant que principal facteur de la pédogenèse, est déterminant, même si cette dernière est induite par l'homme. Il en résulte une très grande diversité des sols,

dans leur composition et leur différenciation en horizons. Leur distribution à l'échelle de la Terre comme à l'échelle locale, obéit à des principes utiles à la compréhension de la dynamique physique des paysages (Girard M.-C., Schwartz C., Jabiol B., 2011).

### **I.1.3.Aspect écologique**

Milieu triphasique au carrefour de la biosphère et de la lithosphère Ecologiquement le sol est un milieu triphasique avec une phase solide, minérale et organique, comprenant les éléments constituant « l'architecture » ou structure du sol, une phase liquide avec éléments dissous constituant la solution du sol et en fin une phase gazeuse remplissant les pores non remplis par la phase précédente. Ce milieu, poreux, hautement réactif vis à vis de la phase liquide, intégrant des fractions présentant les propriétés des substances colloïdales est un lieu d'échanges fonctionnant comme un réacteur chimique. Grâce au pouvoir adsorbant du sol et de ses capacités d'échanges le sol constitue le milieu nutritif essentiel des écosystèmes terrestres. Il demeure également le lieu privilégié des fonctions bio transformatrices des écosystèmes, au regard du stockage et de la dynamique des flux du carbone et de l'azote mais aussi au regard de l'altération des minéraux donc des processus initiateurs de la pédogenèse, grâce à l'activité des microorganismes (Girard M.-C., Schwartz C., Jabiol B., 2011).

### **I.2. Fractions du sol**

Il existe dans le sol trois grands groupes de composants que l'on peut distinguer:

**a)** Une fraction solide : qui contient deux parties bien distinctes, des éléments organiques et des éléments minéraux. Les premiers sont l'ensemble de la matière organique morte ou vivante du sol. Celle-ci est quantitativement minoritaire par rapport aux éléments minéraux qui représentent la majeure partie de la masse du sol.

**b)** Une fraction liquide: plus souvent appelée solution du sol, qui comprend de l'eau contenant des substances dissoutes provenant de l'altération des roches, des phénomènes de pédogenèse ou des apports extérieurs, par exemple des engrais solubles.

**c)** Une fraction gazeuse : l'atmosphère des sols dont la composition quantitative se distingue de celle de l'air ambiant pour certains composants (Raoul Calvet., 2003).

Tableau n°01 : Les trois Fractions du sol.

CONSTITUANTS SOLIDES		CONSTITUANTS LIQUIDES	CONSTITUANTS GAZEUX
Constituants minéraux	Constituants organiques	= Solution du sol	= air du sol
Terre fine du sol : Argiles, limons fins, limons grossiers, sable fins, sables Grossiers	Matière organique fraîche : constituants des tissus végétaux cellulose, hémicellulose, tanins,.. déjections animales et animaux morts	Eau du sol Eléments solubles dissous : substances organiques (acides organiques, sucres,...) ions dans l'eau du sol : Ca <sup>++</sup> , Mg <sup>++</sup> , K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ,...	Constituants de l'air : O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> Gaz issus de l'activité des animaux du sol et des processus de décomposition : CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> ,...
Eléments grossiers : Graviers, Cailloux, Pierres, Blocs	Matières humiques : matières organiques transformées		

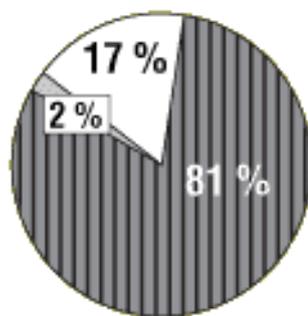
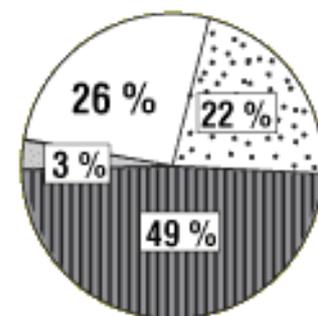
Répartition  
des éléments en poidsRépartition  
des éléments en volume

Figure N°01 : Différents constituants du sol (www.pédolsol.com).

### I.3.La texture

La texture est définie par les proportions relatives (%) de particules argileuses, limoneuses et sableuses qui constituent la terre fine de l'horizon. (Angers Deniset al, 1995).

La notion de texture est plus facilement applicable aux propriétés physiques des sols, elle inclut ce pendant aussi leur comportement physico-chimique (Vilain, 1987).

Nous pouvons avoir une idée de la texture d'un sol sur le terrain en frottement entre le pouce et les autres doigts un peu de terre on peut détecter les éléments qui font plus de 0.1mm ils grattent entre les doigts. Si l'on n'a pas cette impression de grattage c'est que la terre

contient du limon ou de l'argile, il est possible de distinguer les deux. Il suffit de rouler un petit peu de terre humide entre les deux mains pour obtenir quelque chose qui a la forme d'une baguette de pain. Si ce morceau de terre a tendance à s'effriter c'est qu'il s'agit de limon.

Mais il est rare de trouver un terrain qui ne soit constitué que d'un seul élément. Généralement on retrouve les différentes particules dans des proportions très variables.

### **I.3.1. L'étude granulométrique**

L'analyse granulométrique consiste à différencier par la taille, les éléments minéraux du sol et à quantifier leur répartition pondérale dans de diamètres prédéfinis (moyen et inférieure à 2mm) ces analyses s'effectuent au laboratoire sur des échantillons du sol après destruction de la matière organique qu'ils contiennent le principe de l'opération repose sur la séparation des particules selon leur dimensions par la méthode internationale de Robinson, Kohn. (Musy et Soutter, 1991).

### **I.3.2. Classification des textures**

#### **I.3.2.1. Texture sableuse**

Sol bien aéré, facile a travaillé, pauvre en réserves d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique cationique. (Duchaufour, PH, 1988).

#### **I.3.2.2. Texture limoneuse**

Selon Duchaufour PH (1995), ce type de texture est caractérisé par la dominance de limon (SILT) et l'insuffisance d'argile, ceci peut provoquer la formation de structure massive accompagnée de mauvaises propriétés physiques. Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et calcium.

#### **I.3.2.3. Texture argileuse**

Sol chimiquement riche, mais a mauvaises propriétés physiques, milieu imperméable et mal aéré, formant obstacle à la pénétration des racines, travail du sol difficile, en raison de la forte plasticité (état humide), ou de la compacité (état sec).

#### **I.3.2.4. Texture équilibrée (ou franche)**

Elle correspond à l'optimum dans la mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types précédents, sans en avoir les défauts, exemple de granulométrie favorable à la culture; 25% d'argile 30 à 35% de limon et 40 à 45 de sable.

Tableau n°02 : Différents types de textures d'après Morel (1996).

Types de textures	Type de sol	Travail de sol
Texture argileuse	Sols lourds	Difficiles à travailler
Texture Sableuse	Sols légers, souvent secs	Faciles à travailler
Texture équilibrée	Sols limon –argile-sableux	Faciles à Travailler
Texture Limoneux	Sols riches en limons	Sols peu perméable et mal aéré

#### I.4.La Structure

La structure est un état du sol, variant à court terme, par exemple selon les saisons. Elle dépend directement de la texture (l'inverse n'est pas vrai) mais aussi de l'état des colloïdes, du taux d'humidité ou de matière organique et dans une large mesure de l'activité de la faune on l'observe aux échelles macroscopique-structure proprement dit ou microscopique; on parle dans ce cas de microstructure. La solidité de la structure, sa résistance aux agents de dégradation, est évaluée par des tests de stabilité structurale.

Selon leur taille, les structures agrégées se divisent en quatre types, reflétant des propriétés physiques ou chimiques différentes.

✚ Micro agrégats de 2 à 20 $\mu\text{m}$ , très stables, formés de matière organique fortement aromatique liée aux argiles et aux limons fins, et de polysaccharides bactériens. Micro agrégats de 20 à 250  $\mu\text{m}$ , contenant des limons grossiers et des sables, agrégés par des polysaccharides bactériens.

✚ Macro agrégat de 250 à 2000 $\mu\text{m}$ , formés des précédents et de sables grossiers reliés par des polysaccharides des cellules bactériennes et du mycélium.

✚ Macro agrégats supérieur à 2000  $\mu\text{m}$ , composés des précédents associés à des particules de matière organique libre, des racines et du mycélium, ces dernières consolidant le tout (Michel GobatJ et al, 1995).

##### I.4.1. Les types de structure

Les facteurs de structuration permettent d'élaborer une classification génétique des structures:

- ✚ Structure particulaire (sans agglomération).
- ✚ Structure due à des facteurs chimique (massive ou précipitée ou petits agrégats).
- ✚ Structures à des facteurs biologiques (structures construites).

✚ Structures dues à des facteurs physiques (structures par fragmentations).

Le glossaire de pédologie ne reconnaît que trois grandes classes fondées sur la morphologie : particulaire, massive, fragmentaire.

**Structure particulaire:** éléments non associés entre eux parce qu'il y a peu de colloïdes ou des colloïdes non floculés. La structure particulaire est cohérente lorsqu'il y a une certaine quantité d'éléments colloïdaux qui lie les particules grossières.

**Structure massive:** le sol, sur une certaine épaisseur, forme un bloc sans fissures. La structure massive est fragile lorsqu'elle peut être rompue assez aisément pour donner des fragments.

**Structure fragmentaire:** les constituants du sol sont unis en agrégats de dimensions et formes variées (feuillet, prismes, polyèdres) qui peuvent être facilement séparés les uns des autres (GathierJ, 1991).

#### **I.4.2. Stabilité de la structure**

Les structures ne sont pas nécessairement permanentes, elles peuvent se modifier en fonction des circonstances (météorologie, mode de mise en valeur...etc.); à certaines périodes, elles peuvent devenir moins favorables, se dégrader.

Mais il est également possible qu'elles se reconstituent, si les conditions redeviennent favorables (DuchaufourPh, 1988).

#### **I.4.3. Les principales caractéristiques liées à la structure du sol**

##### **I.4.3.1. La densité réelle et la densité apparente du sol**

La porosimétrie d'un sol est en relation avec deux valeurs caractéristiques, la densité réelle de la fraction solide, indépendante des vides, elle varie entre 2.4 à 2.6 ; la densité apparente du sol sec, la densité apparente varie de la 2.

##### **I.4.3.2. La porosité totale**

La porosité c'est-à-dire le volume des vides, exprimé en % volume total divisé lui-même en deux parties ; capacité en air et en eau (DuchaufourPH, 1995).

La porosité donne une bonne idée de l'état structural avec, avantage certaine, la possibilité de mesure comparative. Selon la taille des pores, celle se subdivise en macroporosité (vides > 50Um, pouvant être remplis par l'eau de gravité rapidement drainée et souvent colonisés par les racines moyennes). En microporosité ou porosité capillaire,

constituée des vides de 0,2 à 50 $\mu$ m retenant l'eau utile aux plantes ; et en microporosité, dont les vides inférieure à 0,2 $\mu$ m retiennent l'eau inutilisable (GobatJ.U, AragnoM, MatthyW, 1995).

D'après Musy et Soutter (1991). Le système poral peut être décomposé en plusieurs classes, on parle de porosité résiduelle pour la partie du système poral constituée des pores obstrués, dépourvu de communication avec l'extérieur, les pores communiquant formant alors la porosité effective. On distingue ainsi la porosité texturale présentant le volume des vides inter-agrégats.

#### **I.4.3.3.Influence de la texture du sol sur sa porosité**

Selon DuchaufourPH, (1995), pour les sols à granulométrie fine, les pores grossiers sont présents dans les sols à structure construite ou à structure fragmentaire (porosité fissuration).

Dans les sols riches en argile la teneur eau influe fortement sur la répartition des pores, car elle gouverne la formation ou la fermeture des fissures, la microporosité est une valeur relativement stable, car elle est directement fonction de la granulométrie et qu'au contraire la macroporosité peut varier fortement selon l'état structural, en particulier sous l'influence des traitements culturaux (Vanwambreke, 1974 in Kenadi 2003).

#### **I.4.3.4.Influence de la matière organique sur la porosité**

Morel et Quantin(1974) in Kenadi 2003.Ont confirmé que les amendements organiques particulièrement les fumiers de ferme permettent une amélioration durable de la macroporosité (la microporosité reste stable).

#### **I.4.3.5.Conductivité hydraulique**

D'après Musy et Soutter (1991), la perméabilité intrinsèque d'un sol est le pouvoir de résistance à l'écoulement que manifeste un sol à n'importe quel fluide, les facteurs régissant sur la perméabilité intrinsèque et par suit conductivité hydraulique du sol révèle de sa texture aussi bien que de sa structure. En effet, au niveau textural, la granulométrie détermine la surface spécifique du sol et ainsi l'intensité des forces d'adsorption. Au niveau structural, le mode d'arrangement des particules du sol en définissent l'espace détermine la vitesse de cet écoulement (plus le diamètre des pores est élevée et plus la résistance moyenne du sol est faible).

#### **I.4.3.6. La compacité**

La compacité s'exprime en pourcentage de la densité apparente par rapport à la densité réelle (Humble, 1974).

Le comportement au compactage des couches du sol labouré fait intervenir les propriétés mécaniques des éléments structuraux des contacts de frottements entre ces derniers (mottes, agrégats, terre fine) constitutif de la couche du sol (Guerif, 1988).

#### **I.4.3.7. La capacité de rétention du sol en eau**

Le sol joue en quelque sorte le rôle d'un réservoir des apports discontinus d'eau (pluie, irrigation) qui seront restitué à la plante de façon quasi continue la capacité de rétention d'eau d'un sol est la quantité d'eau que peut retenir un volume donnée du sol, elle est exprimée en « g » par 100g de terre.

### **I.5. Les différents horizons d'un sol**

Les différentes couches correspondent aux horizons dont l'ensemble constitue le profil du sol. Ces horizons peuvent être déclinés en différents sous horizons en fonction du type de sols rencontrés.

On distingue quatre horizons majeurs:

✚ L'horizon A est un horizon majeur occupant la partie supérieure du profil (0-30 cm) et présentant une quantité importante de matière organique et une faible quantité en argile, fer et aluminium. Cette matière organique provient des plantes en phase de décomposition, c'est une matière organique jeune d'origine biologique.

✚ L'horizon S situé au-dessous de A (50-90 cm) est le lieu d'altération des minéraux primaires, de libération d'oxyhydroxydes de fer, de décarbonatation, etc.

✚ L'horizon B est situé au-dessous de S (90-150 cm), il est caractérisé par des teneurs en argile, fer et humus plus élevées que les horizons A, S et C. Cet enrichissement peut être du soit à des transformations des minéraux préexistants, soit à des apports illuviaux. La matière organique présente dans cet horizon est plus âgée et provient de l'horizon supérieur (A). Elle est adsorbée sur les argiles et les oxydes de fer et d'aluminium.

✚ Enfin l'horizon C situé au-dessous de B (en dessous de 150 cm) est un horizon minéral avec une faible teneur en matière organique (Baize et Jabiol, 1995).

### **1.6. Le sol forestier**

Les sols forestier sont nettement plus acides, plus désaturés, beaucoup plus riches en matières organique et présentent une capacité d'échange cationique plus faible quand ils sont acides et plus élevée, quand ils sont basiques. Les sols forestiers sont originellement peu différents des sols agricoles.

Les sols forestiers sont en grande partie des sols qui n'ont jamais été cultivés ou ont été abandonnés par l'agriculture et présentent donc des propriétés physique ou chimique peu favorables. Beaucoup d'entre eux ont été en outre appauvris par le pâturage en forêt ou par le soutrage (ramassage de litière ou de végétation des tinées à l'amendement des terres agricoles).

Du point de vue physique, le sol meuble est constitué par des éléments plus ou moins fins : cailloux, graviers, limon, argile, qui se solidarisent en agrégats de dimensions variable suivant les conditions et entre les quels circulent l'air et l'eau.

Au-dessous de ce sol meuble, se trouve la roche qui lui a donné naissance et qui restée inaltérée, est plus ou moins pénétrable aux racines.

Les propriétés physique essentielles pour la forêt sont la profondeur, la porosité, la capacité calorifique.

Pour le forestier, les propriétés chimiques du sol ont une moindre importance, d'une parte parce que la récolte de produits ligneux suffisamment âgés n'exporte qu'une très faible quantité de substances minérales et, d'autre part, parce que, grâce à la puissance de leur enracinement, la plupart des arbres sont capable d'aller extraire du sous-sol les éléments minéraux dont la terre meuble peut être démunie (Huchon H; 1956).

# **Chapitre II**

## **Dynamique de la matière organique dans le sol**

## II. Dynamique de la matière organique dans le sol

### II.1. La matière organique du sol

#### II.1.1. Généralités

La matière organique du sol (MOS) désigne une large gamme de composés allant des Organismes vivants à la matière organique morte de degrés de dégradation, de composition et De complexité variables. La taille de ce compartiment résulte d'un équilibre entre les entrées (Chute de litière, exsudats racinaires, racines et animaux morts, fixation photosynthétique par Des micro-algues et des cyanobactéries...) et les sorties (minéralisation par les microorganismes, Pertes par lixiviation ou lessivage...) de matières organiques. (Lefevre R, 2015).

#### II.1.2. Définition

Les matières organiques des sols rassemblent tout ce qui vit ou a été vivant dans les sols, c'est-à-dire des résidus végétaux et animaux à divers stades de décomposition, la faune et la flore du sol ainsi quelques racines (Gregorich EG. *et al*, 2003).

Elles comprennent également toutes les substances sécrétées par les racines, telles que des petites molécules, des sucres, des acides organiques exsudés ou excrétés, du mucilage et des cellules. C'est la rhizo déposition, qui est une source majeure de matières organiques dans les sols, car elle se poursuit pendant toute la croissance des plantes. Une fois bien décomposée, les matières organiques forment l'humus, un matériau brun foncé, poreux et spongieux qui dégage une agréable odeur terreuse.

#### II.1.3. Composition

Le climat, la végétation, la roche mère, la topographie, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles sont tous des facteurs qui influent sur la composition des matières organiques du sol. On utilise souvent de façon indifférenciée les expressions « matières organiques du sol » ou « carbone organique du sol », car le carbone est la principale composante de ces matières organiques. En effet, le carbone constitue 40 % des matières organiques végétales sèches et non décomposées ou 50 % des matières organiques du sol, lesquelles contiennent également 40 % d'oxygène, 5 % d'hydrogène, 4 % d'azote et 1 % de soufre. Elles contiennent aussi des éléments secondaires tels que P, K, Ca ou Mg (Gregorich EG. *et al*, 2003).

## **II.2. Les familles biochimiques de composés organiques**

### **II.2.1. Les glucides**

Ils sont séparés en trois classes principales: les monosaccharides, dont les formules sont habituellement des multiples de  $\text{CH}_2\text{O}$  (exemple : le glucose  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Le nombre d'atomes de carbone varie entre 3 et 7. Les disaccharides se composent de deux monosaccharides unis par une liaison covalente, appelée liaison glycosidique (exemple : le saccharose). Enfin, les polysaccharides sont des macromolécules, composées de quelques centaines à quelques milliers de monosaccharides, unis par des liaisons glycosidiques. Ils peuvent avoir des fonctions de réserve, c'est le cas de l'amidon par exemple, ou des fonctions de structure, comme la cellulose (Grosbellt.C, 2008).

### **II.2.2. Les lipides**

Les lipides sont des substances organiques insolubles dans l'eau mais solubles dans les Solvants organiques (chloroforme, hexane, diéthyl éther ou benzène). Les lipides présents dans les sols peuvent être classés en deux fractions : les lipides simples ou libres et les lipides complexes ou macromoléculaires (Estournel-Pelardy.C, 2011).

### **II.2.3. Les protéines**

Le terme protéine exprime en lui-même l'importance de ces molécules : il vient du grec "prôtos", qui signifie "le premier". Elles représentent plus de 50% de la matière sèche de la plupart des cellules, et interviennent dans presque toutes les fonctions cellulaires. Elles soutiennent les tissus, emmagasinent et transportent des substances, sont impliquées dans la communication intra et intercellulaire (Grosbellt.C, 2008). Dans le cytoplasme, elles sont hydrolysées par des protéases et des polypeptidases sécrétées par la cellule elle-même au cours de sa sénescence autolyse » (Beauchamp, J, 2001).

### **II.2.4. Les lignines**

Substances ternaires polymérisées de haut poids moléculaire, très stables, à base de motifs phénylpropane ( $\text{C}_6\text{-C}_3$ ); elles peuvent constituer jusqu'à 40% de la matière humique. Les lignines incrustent et cimentent les fibres cellulosiques du bois et de nombreuses autres plantes (pailles). Sa dégradation est lente; elle libère des noyaux phénoliques. La ligninolyse est effectuée par des bactéries et de nombreux champignon Polypores, Agarics. (Beauchamp, J, 2001).

### II.3. Les méthodes d'identification des composés organiques

Qu'elle soit apportée ou résiduaire, on peut globalement distinguer deux compartiments de matière organique dans le sol : une partie est sous forme particulaire (MOP) et une partie sous forme soluble. La MOP peut être libre, ou incluse dans des structures comme les agrégats. Elle peut être qualifiée de matière organique "légère", de densité inférieure à 1. La matière organique soluble circule avec la solution du sol.

En aucun cas, ces compartiments ne permettent de définir une unité biochimique des composés, de même qu'ils ne permettent pas de mettre en évidence une unité dans les vitesses de dégradation de ces composés. Leur seule caractéristique commune est d'être présente dans le même compartiment au moment où l'analyse est réalisée. Différentes méthodes de séparation chimique ont été mises au point, dans le but de caractériser la matière organique du sol par une approche de ses constituants (Grosbellet C ; 2008).

Les méthodes chimiques permettent, par l'emploi de réactifs alcalins (pyrophosphate de sodium, soude diluée), d'extraire une partie des composés humiques : depuis très longtemps, ont été définis les deux composés ainsi extraits : acides fulviques (AF), non précipitables par les acides après extraction, et acides humiques (AH), précipitables en flocons bruns par les acides (DuchauffourPH, 1983).

D'autres méthodes analytiques reposent sur une "digestion séquentielle" des composés. C'est par exemple le cas de la méthode van Soest où les composés sont solubilisés dans des solvants d'acidité croissante, et permettent ainsi d'obtenir quatre fractions : la fraction soluble est obtenue après une extraction dans un détergent neutre, puis on obtient successivement une fraction hémicellulose, cellulose, et lignine, dans des réactifs d'acidité croissante. La fraction soluble comprend entre autre des protéines, de l'amidon, des lipides, alors que les trois autres compartiments sont relativement homogènes du point de vue de leur composition. Cette méthode peut être critiquée car les entités chimiques extraites ne sont pas parfaitement pures.

Plus récemment, on s'intéresse à la caractérisation chimique des composés. Ex : spectroscopie infrarouge, pyrolyse, couplée à de la spectrométrie de masse, chromatographie, Ces méthodes permettent d'identifier une grande variété de molécules organiques, et de faire le lien avec le matériel d'origine (Grosbellet C ; 2008).

#### II.4. Typologie des MO selon le stade d'évolution

Les matières organiques se répartissent en 4 groupes :

**a-** les matières organiques vivantes, végétales et animales, qui englobent la totalité de la biomasse en activité,

**b-** les débris d'origine végétale (résidus de végétaux ou exsudats) et animale (déjections, cadavres) regroupés sous le nom de « matières organiques fraîches »,

**c-** des composés organiques intermédiaires, appelés matières organiques transitoires, provenant de l'évolution des matières organiques fraîches,

**d-** des composés organiques stabilisés, les matières humiques, provenant de l'évolution des matières précédentes : les matières organiques stables (Beauchamp J., 2003).

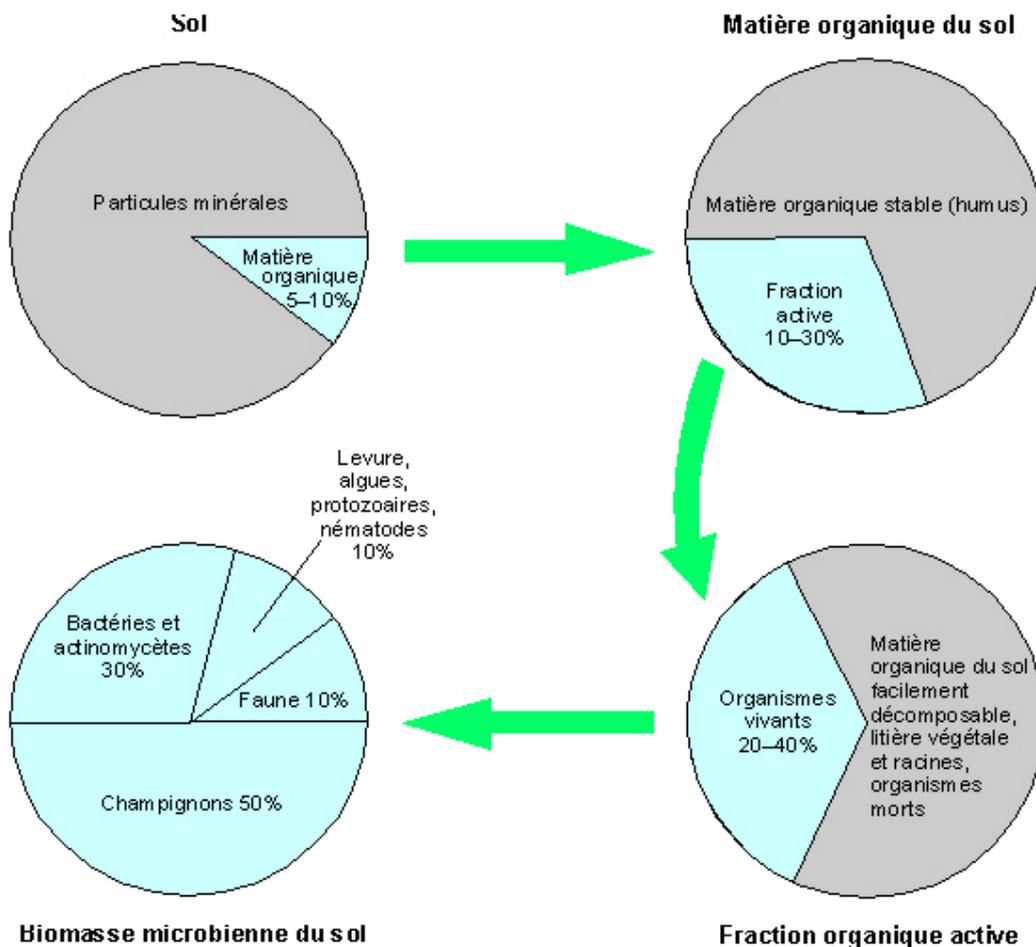


Figure N°02 : Constituants des matières organiques du sol

## II.5. Evolution des matières organiques dans les sols

La végétation fournit des débris végétaux qui constituent une litière sur la surface du sol, ces débris végétaux correspondent aux résidus de culture, qui sont les parties non exportées lors de la récolte et laissées sur place. Ils sont plus ou moins importants.

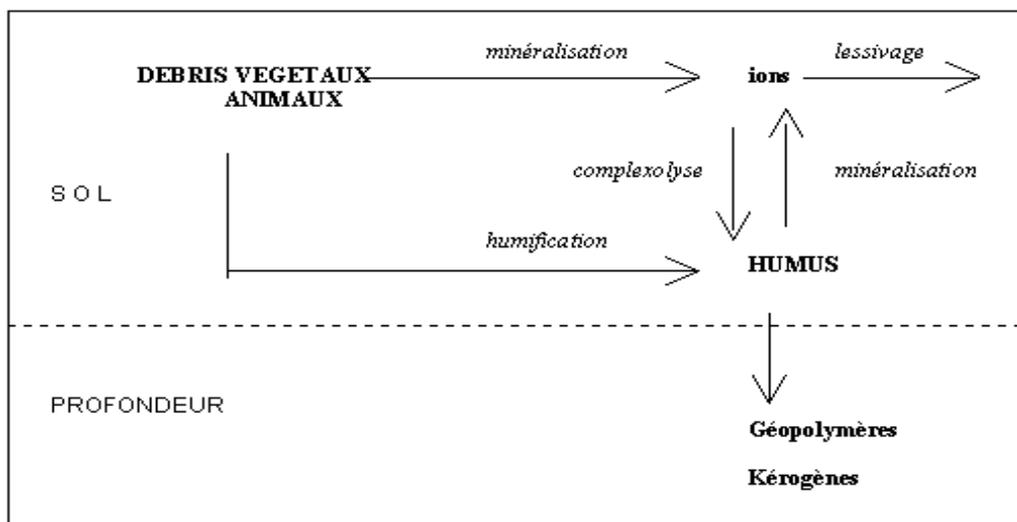
La litière est dégradée sous l'action de la faune (lombriciens, insectes,...) et de la microflore du sol (bactéries et champignons). Les matières organiques sont d'abord dépolymérisées par voie enzymatique. Les monomères résultant de ce processus peuvent suivre deux voies :

### II.5.1. La minéralisation

Qui produit des composés minéraux comme le  $\text{CO}_2$ , le  $\text{NH}_3$ , les nitrates, les carbonates, les phosphates, les sulfates,...

### II.5.2. L'humification

Qui est une dépolymérisation en composés organiques amorphes qui se lient aux argiles. Cet humus peut être ensuite minéralisé dans une étape ultérieure.



**Figure N°03 : Décomposition de la MO humification et minéralisation**

La vitesse de biodégradation des matières organiques dans le sol dépend de leur nature chimique, des conditions physico-chimiques (température, aération, humidité) et du type de sol. La quantité des microorganismes décomposeurs est rarement un facteur limitant de la biodégradation pour les matières organiques naturelles (Chenu C., Balabane M., 2001).

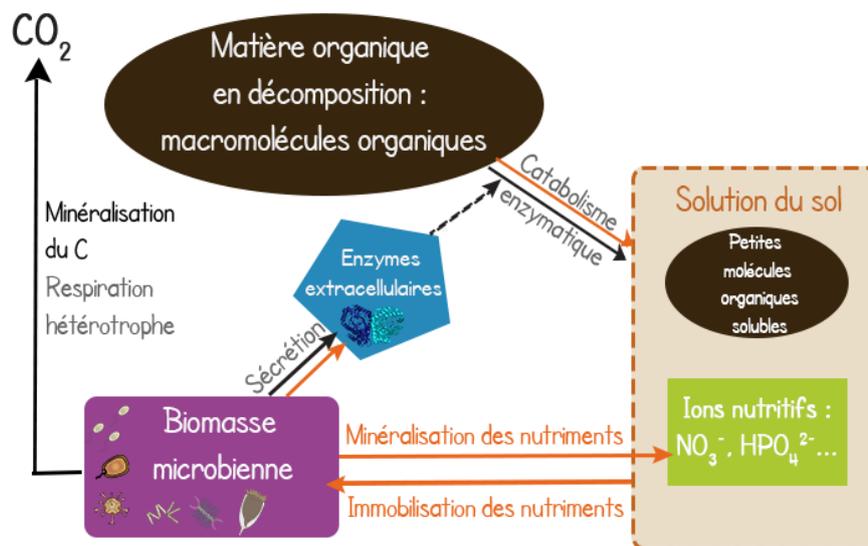
## II.6. La minéralisation de la matière organique

Lors de la décomposition des matières organiques, la dégradation des molécules organiques conduit à la libération de molécules inorganiques, c'est la minéralisation.

La dégradation de grosses molécules contenant de l'azote, comme les protéines issues des tissus végétaux, animaux ou microbiens, ou comme les biomolécules complexes des substances humiques, produit de petites molécules de chaînes carbonées et d'acides aminés. L'hydrolyse de ces acides aminés produira des ions inorganiques  $\text{NH}_4^+$ , qui se retrouvent alors dans la solution du sol.

Ces réactions de minéralisation ont lieu grâce à des enzymes extracellulaires spécifiques produites par les microorganismes du sol : différentes protéases et désaminases par exemple.

De la même manière, certains microorganismes produisent des enzymes spécialisées dans l'hydrolyse de composés organiques phosphatés, comme les enzymes « phytase » qui libèrent du phosphore inorganique à partir de molécules de phytate, composé complexe organique présent dans les graines des végétaux et qui s'accumule dans le sol.



**Figure N°04: Minéralisation de la matière organique**

Une fois qu'un ion nutritif est dans la solution de sol, il peut lui arriver différentes choses :

✚ S'il se trouve à proximité d'une racine active, il peut être absorbé par la plante, qui en a besoin pour fabriquer sa biomasse (cas du N, P, S) ou pour faire fonctionner ces cellules et tissus (cas du K).

✚ Il peut être absorbé par un microorganisme en activité qui se trouverait à proximité (qui peut être la cellule à l'origine de l'enzyme qui a libéré l'élément nutritif, ou une autre cellule), et qui a aussi besoin de nutriments pour fabriquer de la biomasse microbienne : c'est l'immobilisation.

✚ Il peut s'adsorber plus ou moins fortement sur le complexe d'échange ou à la surface des particules minérales et organiques du sol.

✚ Il peut être entraîné sous forme dissoute avec l'eau qui draine à travers le profil de sol et rejoindre ainsi les nappes phréatiques ou les eaux de surface : c'est la lixiviation.

✚ Il peut subir une autre transformation chimique sous l'effet de nouvelles enzymes. Par exemple, l'ammonium est rapidement transformé en nitrate par l'action des microorganismes nitrifiants, qui tirent leur énergie de cette réaction (Claire, Marsden, 2014).

### II.6.1. Les facteurs de la minéralisation de la matière organique

La minéralisation est réalisée par les micro-organismes lorsque les conditions du milieu sont favorables à une bonne activité microbienne.

Les facteurs généraux de l'activité microbienne et ceux spécifiques de la minéralisation sont :

✚ La texture : lorsque le taux d'argile est trop élevé, les molécules organiques y sont fixées et se minéralisent donc plus difficilement ;

✚ L'oxygène : la minéralisation est beaucoup plus lente en anaérobiose (la microflore et le métabolisme microbien sont modifiés) ;

✚ la température et l'humidité : la minéralisation est maximale au printemps en régions tempérées ;

✚ l'alternance dessiccation-humectation : favorise les processus de minéralisation ;

✚ Le pH : la minéralisation est plus lente en milieu acide que dans les sols neutres (l'activité de nombreux microbes est réduite à des pH faibles) ;

✚ La nature des substances organiques : les composés organiques végétaux (sauf lignine) et microbiens se minéralisent assez rapidement contrairement à la lignine et aux substances humiques très stables ;

✚ La présence de matière organique fraîche : récemment incorporée stimule la minéralisation ;

✚ Le rapport C/N : caractérise la biodégradabilité d'une substance : les besoins des micro-organismes correspondent à un C/N compris entre 15 et 30. Si  $C/N > 30$ , il y a

humification, si  $C/N < 15$ , il a minéralisation. Le rapport  $C/N$  est mesuré lors de l'analyse physique du sol (Lucie P, 2004).

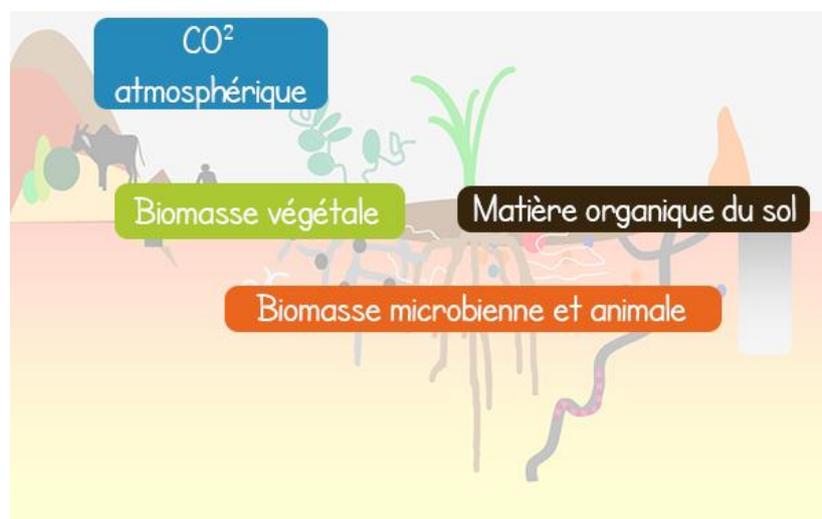
✚ Le  $CO_2$  atmosphérique : Le carbone de la matière végétale provient de l'atmosphère: les plantes fixent le  $CO_2$  atmosphérique grâce à la photosynthèse, pour produire les composés organiques dont elles sont constitués ou qu'elles consomment pour assurer leur métabolisme.

Dans le sol, ces différents composés carbonés composent la matière organique du sol, qui joue des rôles très importants dans l'écosystème. Au cours du temps, ces matières sont transformées et recyclées, en subissant ce qu'on appelle la décomposition.

Au final, le carbone quittera le sol :

✚ Soit vers l'hydrosphère, sous forme de particules arrachées avec l'érosion ou sous forme de Carbone Organique Dissous dans l'eau qui percole à travers le sol : il s'agit alors de lixiviation,

✚ Soit pour retourner dans l'atmosphère, sous forme de  $CO_2$ , après la minéralisation des matières organiques par les organismes hétérotrophes du sol, c'est le devenir majoritaire ; on appelle ce flux de carbone la respiration hétérotrophe (Claire M, 2014).



**Figure N°05: Les stocks du Carbone (C).**

✚ La force ionique : Une solution idéale est une solution où les ions interagissent entre eux de façon identique, de la même façon que l'on définit un gaz parfait comme un gaz dans lequel il n'existe pas d'interactions entre molécules.

Les électrolytes réels ne suivent qu'imparfaitement les relations établies pour les solutions idéales et ce d'autant moins que les concentrations sont élevées. Cet écart à l'idéalité

est lié aux interactions d'origine électrique entre les ions. La force ionique d'une solution pourrait aussi avoir un effet sur la quantité et la qualité de la matière organique dissoute. En laboratoire, (Vance et *al.* (1989), in LavaudA, 2010) ont montré que lorsque la force ionique d'une solution d'eau naturelle augmente, il y a une diminution du MO. On peut tout de même remarquer qu'étant donné que l'acidité est un paramètre qui affecte la force ionique, il est difficile de savoir quel est le paramètre qui est réellement responsable de la variation de la quantité de MO.

### **II.7. L'humification de la matière organique**

La formation des produits stables « formation de l'humus, ou humification, consiste en des recombinaisons et polymérisations de molécules organiques plus ou moins complexes. La nature biochimique des MO apportées au sol détermine le processus d'humification.

Une des caractéristiques importantes de ce processus est l'incorporation d'azote (N) dans les macromolécules humiques, conduisant à un stockage de l'azote sous forme organique dans le sol.

Tout en partant des mêmes éléments précurseurs, la qualité des humus produits dépendra des conditions physico-chimiques qui règnent dans le sol. Le pH, la teneur en oxygène, la teneur en bases échangeables, en cations seront déterminants. Par exemple, en sol très peu aéré (tassement, hydromorphie), les MO s'humifient très peu, conduisant à des phénomènes de gleyfication dans un premier temps. Sans mesures rectificatives, cela peut aboutir, dans un deuxième temps, à la formation de tourbe (DuchaufourPh., 1984).

### **II.8. Phénomènes de stabilisation de la matière organique**

Aux différentes étapes de la décomposition, les matières organiques peuvent être stabilisées, c'est-à-dire que leur minéralisation peut être freinée. Cette stabilisation peut être liée en partie à leur composition chimique (riche en biomolécules complexes, et/ou pauvre en nutriments...), qui peut les rendre difficiles à hydrolyser (ou « récalcitrantes »).

D'autre part, certaines molécules s'adsorbent sur les minéraux du sol (notamment ceux de la fraction fine argileuse), et une fois adsorbées elles sont moins sensibles à la dégradation enzymatique. Enfin, les MOP et les composés d'origine microbienne peuvent être piégés à l'intérieur d'agrégats par des gangues de particules minérales : on parle alors de stabilisation physique ou de stabilisation par la structure du sol.

Ces matières organiques piégées dans les agrégats se retrouvent généralement dans des conditions peu propices à la minéralisation, pauvres en oxygène par exemple, et surtout elles peuvent être inaccessibles aux microorganismes et à leurs enzymes et donc protégées de la décomposition. Tant que les agrégats protecteurs persistent, ces matières organiques piégées ne seront pas minéralisées et resteront dans le sol : elles ont donc un temps de résidence plus important que les matières organiques libres. On les appelle «matière organique stable», «matière organique liée» (car liée par adsorption aux argiles et limons fins), «matière organique humifiée» ou parfois simplement «humus».

En somme, la dégradation microbienne de la matière organique fraîche produit des composés organiques d'origine microbienne qui favorisent la création d'agrégats stables dans lesquels des matières organiques sont piégées ; et la stabilité de ces agrégats protège de la minéralisation ces matières organiques piégées (Grosbellt C, 2008).

### **II.8.1. Définition de "matière organique stable"**

La matière organique stable est la fraction de la MOS qui se décompose le plus lentement. Il est important de préciser que la proportion de matière organique stable d'un sol dépend avant tout de la définition et du temps de résidence que l'on associe à la notion de carbone stable (Falloon et *al.* 1998).

### **II.8.2. Les mesures du carbone stable**

Dans le cadre de la lutte contre l'émission de gaz à effet de serre, notamment le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub>, il est intéressant de savoir quelle quantité de carbone pourrait être stockée sous forme de matière organique dans un sol. Les sols constituent en effet le deuxième réservoir de carbone de la planète. Il est alors évident de supposer que cette matière organique sera stockée d'autant plus longtemps qu'elle se minéralise lentement. Des méthodes d'estimation du carbone stable ont été mises au point, ainsi que des indicateurs (Grosbellt C, 2008).

Parmi les indicateurs servant à caractériser la matière organique, l'un des plus utilisés est le rapport C/N, mais il est inapte à prévoir la quantité de carbone stable d'un produit organique, bien que l'on ait mis en évidence des tendances évolutives de ce ratio : on constate que le C/N diminue au cours d'un processus de compostage par exemple ont défini un Indice de Stabilité Biologique (ISB) des produits organiques. Cette méthode se base sur la composition biochimique des matériaux, explicitée par des fractionnements van Soest (van Soest & Wine, 1967 ; van Soest & Wine, 1968 in Grosbellt.C, 2008) et Weende. L'ISB varie sur

une échelle de 0 à 1 et il correspond à la fraction de matière organique stable contenue dans un produit organique.

$$ISB = a - b \cdot SOL - c \cdot HEM - d \cdot CEW + e \cdot LIGN$$

Avec : SOL, HEM, LIGN : fractions biochimiques issues du fractionnement Van Soest  
CEW: Cellulose brute issue du fractionnement Weende.

## II.9. Rôle de la matière organique dans le sol

La matière organique joue dans les sols un rôle majeur :

✚ Dans la formation d'agrégats grâce, en particulier, à ses propriétés électrochimiques permettant la création de complexe argilo humique.

✚ Comme réserve en éléments minéraux et particulièrement en azote ; ces éléments qui font partie de la structure biochimique de la matière organique sont restitués au sol, sous forme disponible pour les plantes, à une vitesse très variable ; c'est la minéralisation (D. Baize, B. Jabirot, 1995).

### II.9.1. Action de la matière organique sur les propriétés physique du sol

#### A) Effets favorables

❖ La matière organique est d'un rôle principal dans l'amélioration des propriétés physiques du sol (Gaucher, 1981).

❖ Elle joue un rôle bénéfique sur l'aération du sol et l'infiltration de l'eau et dans l'augmentation de la porosité (Duchaufour, 1979).

❖ Elle favorise en suite le maintien de l'humidité grâce à son pouvoir d'imbibition élevée et tend à réduire l'évapotranspiration, elle agit donc comme un régulateur de l'humidité du sol.

❖ Elle augmente la résistance du sol au processus d'érosion (Gaucher, 1981).

#### B) Effets défavorables

❖ Bien que les potentialités d'action de la matière organique s'avèrent principalement positives, les conditions du milieu. (Tassement, excès d'eau) risquent de provoquer des effets défavorables.

❖ Le mode d'enfouissement et la hauteur de décomposition des produits organiques peuvent créer des obstacles et limiter le développement des racines gêner la circulation de

l'eau et engendre des irrégularités dans le semis. Des effets dépressifs tels que le blocage de l'azote, peuvent se manifester au premier stade de l'humification.

❖ Des substances organiques toxiques peuvent être libérées quand les conditions sont réductrices ou l'activité microbienne est faible (Saunier, 1970, in Soufague, 1995).

❖ Dans un milieu réducteur humide, les matières organiques contribuent à la dispersion du complexe argilo humique.

❖ Dans les sols ayant une structure fragile la matière organique provoque la formation des pseudogleys, qui limitent l'enracinement des végétaux et entraînent l'asphyxie et la nécrose des racines, la conjugaison de ces deux phénomènes induit des diminutions de rendements qui peuvent aller jusqu'à 40%.

En fin, il a été observé que l'activité des herbicides diminue quant à la teneur en matière organique augmente (Sebliote, 1989).

### **II.9.2.Action de la matière organique sur les propriétés physico chimiques du sol**

Les matières organiques jouent un rôle essentiel dans la fertilité du sol. Par leur caractère poly anionique, les composés organiques fixent 4 à 5 fois plus des cations que les composés argileux. Leur capacité d'échange varie de 100 à 400mg/100g et augmente avec le degré d'humification (Schnizeret Khan, 1978, in bouazza.Y, 1995).

### **II.10.Bilan organique du sol**

Nous venons de voir que les transformations que subissent les matières organiques (MO) dans le sol sont multiples. Que ce soit par minéralisation primaire ou secondaire, elles finissent toutes par être oxydées après un laps de temps plus ou moins long (quelques jours à plusieurs milliers d'années).

Il existe une série de modèles<sup>6</sup> qui tente de schématiser ces Processus. Leur objectif est d'estimer la quantité de MO qui sera conservée dans le sol (Vanongeval et al, 1995).

Hénin et Dupuis ont proposé en 1945 un modèle du bilan organique du sol (équation 1, LeVillio et al, 2001 : p53) qui est très régulièrement cité. Il permet de calculer la concentration en matière organique stable d'un sol en tenant compte des gains (matière fraîche se transformant en humus) et pertes (par minéralisation).

Équation 1 : Formule de Hénin et Dupuis

$$Y_t = \frac{K_1 x}{K_2} (1 - e^{-K_2 t}) + Y_0 e^{-K_2 t}$$

$y_t$  = quantité d'humus au temps  $t$  :  $y_0$  à  $t = 0$

$x$  = apport annuel de matière organique

( $y_t, y_0$  Et  $x$  sont exprimés dans la même unité)

$K_1$  = coefficient isohumique

$K_2$  = coefficient de minéralisation

Le coefficient isohumique  $K_1$  définit le rendement en MOS d'une matière organique puisqu'il représente « le rapport de l'accroissement du pourcentage de matière organique contenue dans le sol à la quantité de matière sèche apportée, exprimée en % de terre sèche » (Hénin et Dupuis, in Frisque M, 2007).

En d'autres termes, il correspond au rapport entre la quantité des matières organiques apportées qui contribue à l'augmentation du taux de MOS (équivalent à la quantité de MO stable) et la quantité de matière organique totale apportée.

Les produits qui se décomposent très facilement ont un coefficient isohumique faible. Ce coefficient varie généralement de 15% pour la paille à 70% pour certains composts.

Le coefficient de minéralisation  $K_2$  définit quant à lui le taux annuel de destruction du stock organique du sol (minéralisation secondaire). Souvent estimé à 2%, il dépend en réalité des conditions pédoclimatiques (caractéristiques du sol et climat) comme le montre le tableau (Frisque M, 2007). En outre, le niveau de restitutions organiques exerce aussi une influence sur  $K_2$  : plus elles augmentent, plus le  $K_2$  est important.

# **Deuxième Partie**

## **Matériel & Méthodes**

## **I. Objectifs du travail**

L'objectif principal de ce travail est d'étudier l'impact du couvert forestier (Cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica Manetti*) sur la dynamique de la matière organique dans le sol du parc national de Thniet El had (Wilaya de Tissemsilt), Le sol nu a été retenu à titre comparatif, comme témoin.

## **II. Présentation de la zone d'étude**

### **II.1. La maison du Parc National de Theniet El Had**

Le Parc National de Theniet El Had va installer en septembre 2007 au niveau du canton Pépinière. Assise sur une superficie totale de 10836m<sup>2</sup> (Département de la conservation et promotion des ressources naturelles, P.N.T.E.H.); elle comprendra :

- La salle de conférences d'une capacité de 240 places avec ses équipements.
- La médiathèque avec ses 12 postes non encore opérationnelle.
- Le laboratoire d'initiation avec ses équipements.
- Le centre d'éducation à l'environnement avec 03 salles (salle d'exposition, salle des cours, salle des travaux manuelles pour les enfants).
- Le pavillon administratif avec ses bureaux, salle de réunions de 24 places.
- La bibliothèque, environ 200 titres.
- La cafétéria avec ses équipements.
- L'atelier mécanique avec ses équipements.
- Les ateliers et garage.

La maison du Parc permettra aux visiteurs de « rencontrer » plus facilement et agréablement le Parc de lui donner une identité qui ne soit pas seulement celle d'une administration. Elle peut développer particulièrement les thèmes s'apportant à la protection de la cédraie, à la diversité écologique, à l'éducation à l'environnement. La maison du Parc constituera un nouveau pôle d'attraction aux confins de l'Ouarsenis.



**Figure N°06 : Photo ; Disposition de la maison du Parc National du Theniet El Had.**

## **II.2. Le Parc National de Theniet El Had**

### **II.2.1. Historique**

La forêt des Cèdres de Theniet El Had est une forêt qu'on dirait née par une magie superbe du créateur, qui a charmé historiens, explorateurs, militaires et saints de toutes les époques. Malgré une histoire tumultueuse résultant de toutes les invasions que le pays a connues, cette région est restée féerique avec une des rares cédraies d'Algérie (PNTEH, 2006). Le Parc National décréta le 03 Août 1923 par le consulat général d'Algérie, sur une superficie de 1563 ha (Zemmouri, 2006). Le 23 juillet 1983, la forêt fut recrée comme Parc National par décret présidentiel N°83-459.

Tableau n°03 : L'histoire de la forêt de Cèdres (Ali Ahmed W, 2012).

DATE	EVENEMENT
1843	Installation du fort de Theniet El Had Exploitation abusive de la cédraie.
1851	Coupes de cèdre pour la reconnaissance de la valeur de l'utilisation de son bois.
1862	Débardage d'envergure dans la cédraie.
1867	Exploitation importante par la main d'œuvre militaire.
1870	Exploitation importante du service forestier portant sur du bois à vendre par adjudication.
1894	Plusieurs sujets de cèdre jonchaient par terre.
1902	Environ 400 ha chêne liège incendié au versant sud de la cédraie.
1903	Environ 155 ha de chêne liège incendié au versant sud de la forêt.
1905	Environ 130 ha de chêne liège incendié toujours au versant sud.
03.08.1923	Création du Parc naturel par arrêté gouvernemental sur une superficie de 1.563 ha.
1940-1947	51 futs de cèdre confectionnés en poteaux pour ligne téléphonique.
1949-1957	Bonne régénération naturelle de chêne liège aux cantons Ourtene et Sidi Abdoun. Régénération de chêne liège dans le canton de Fersiouane.
1957-1961	Bombardement de la cédraie au napalm
1962-1970	La cédraie est dévastée par le surpâturage et les abus de coupe Exploitation de 500mètre cube de bois d'œuvre. Manifestation du fléau du dépérissement du cèdre de l'atlas.
23.07.1983	Création du Parc National des cèdres de THENIET EL HAD sous le N°83/459 par décret présidentiel.
1984	Coupe d'assainissement du cèdre dépéri (volume).
1986-1987	Clôture du Parc en zimmerman sur un pourtour de 20 Km
1992-1993	Coupe d'assainissement des cèdres dépéris sur 400 ha.
1993-1997	Destruction quasi-totale de la clôture. Destruction de l'infrastructure du parc (maison forestières, cafétéria, volières, fourrière, pépinière de montagne, etc).
2001-2002	Importante attaque des cèdres par la chenille processionnaire du Pin sur environ une superficie de 550 ha (clairière ; peuplement moins dense ; périphérie)
2004-2005 Et 2006	Importante fréquentation du parc par des visiteurs locaux ; étrangers.
2007	Occupation du nouveau siège de la direction (maison du parc).

**II.2.2. Situation géographique**

La cédraie de Theniet El Had, dépendant administrativement de la wilaya de Tissemsilt et de la daïra de Theniet El Had. Sur le plan forestier, elle est rattachée au Parc National de Theniet El Had depuis 1983, d’une superficie de 3.424 ha. La cédraie occupe près de 1/3 de la superficie totale du Parc (Sarmoum, 2008).

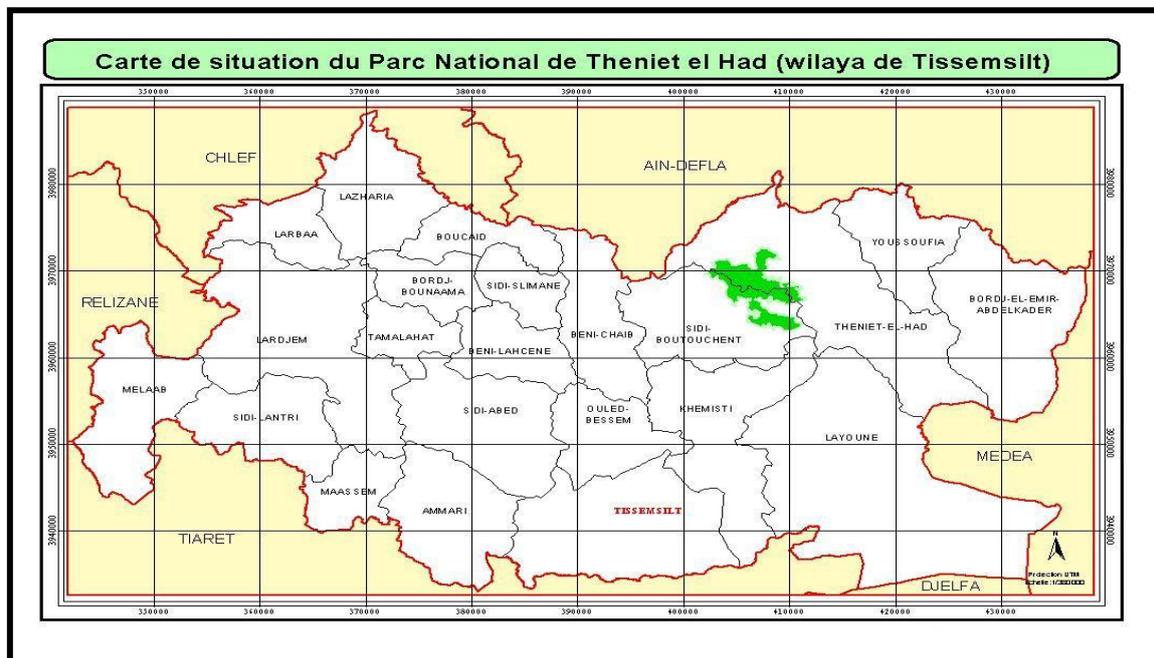
Elle s’étale sur le Djebel El Meddad (dénomination locale du cèdre). Ce chaînon est situé dans la partie méridionale de l’Atlas Tellien dans le prolongement Est du massif de l’Ouarsenis, qui constitue une transition entre la plaine de Chélif et le plateau de Sersou (Sari, 1977 ; Sarmoum, 2008).

Les coordonnées géographiques correspondantes à la limite de la cédraie sont suivantes:

Latitude : 35°51’56’’ et 35°53’04’’ Nord.

Longitude : 01°55’30’’ et 02°01’30’’ Est.

<b>A l’Est</b>	<b>X1 = 2° 18</b>	<b>A l’Est</b>	<b>X2 = 1° 5245</b>
<b>Au Nord</b>	<b>Y1 = 35° 4941</b>	<b>Au Nord</b>	<b>Y2 = 35° 5444</b>



**Figure N°07 : Carte de localisation du Parc National de Theniet El Had (Source : Parc National de Theniet El Had).**

### **II.2.3. Caractéristiques physiques**

#### **II.2.3.1. Le Relief**

Le Djebel El Meddad est constitué par plusieurs reliefs, d'une orientation NW-SE, avec l'existence de plusieurs talwegs et formations rocheuses, ce qui traduit un relief extrêmement accidenté, notamment dans le versant Nord où la pente peut dépasser 50%.

L'altitude varie entre 854m et 1786m. Malgré les grandes pentes, la manifestation des processus d'érosion est minimale. Elle se limite aux périphéries Ouest et Est là où les peuplements sont très claires (Zedak, 1993 ; Sarmoum, 2008).

Les pentes les plus abruptes sont celles du versant Nord avec en moyenne 40 %, au niveau du versant Sud, on trouve des pentes moyennant 25% (Senouci ; 2006).

#### **II.2.3.2. Géologie**

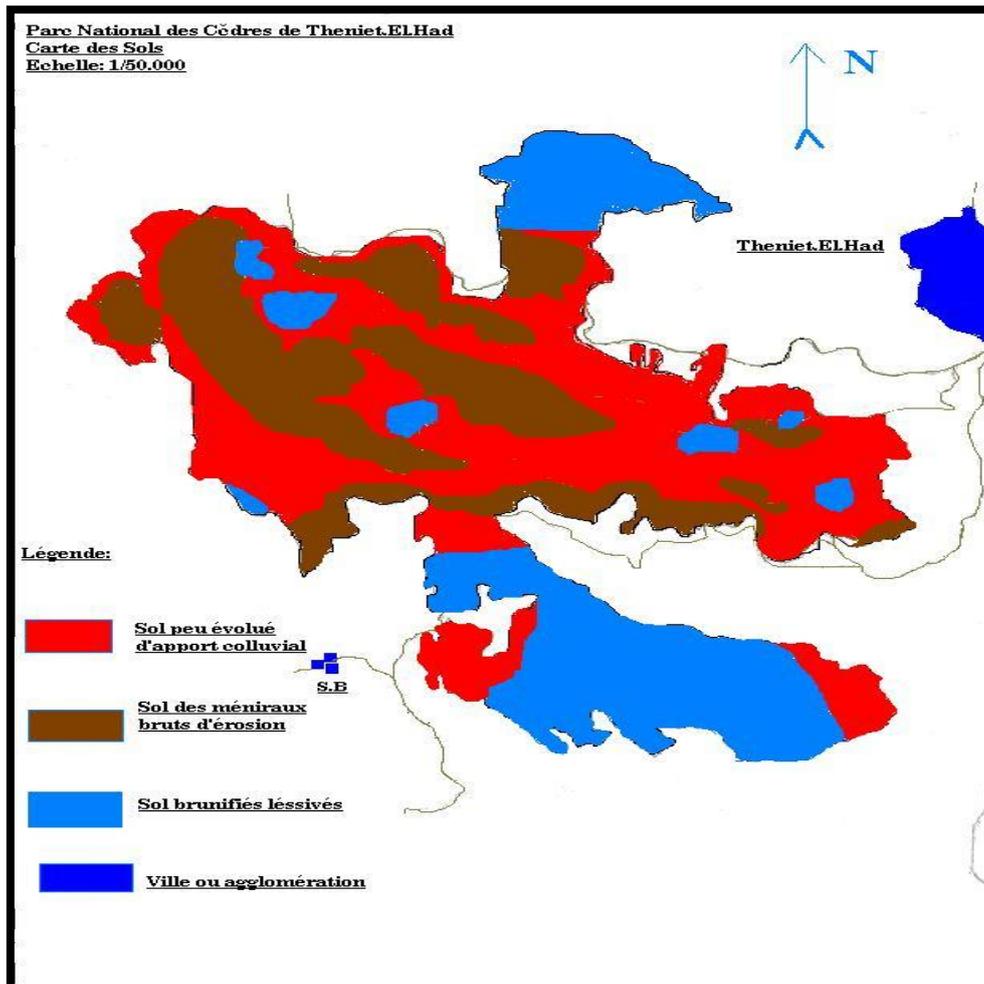
Les sédiments oligocènes sont à la base de la structure du massif, ils sont développés en faciès numidien (Sarmoum ; 2008). C'est une épaisse série (500 à 600m) de grès superposé sur des fines couches d'argile et de marnes. Les formations calcaires sont rare (Mattauer, 1958 ; Sarmoum, 2008).

#### **II.2.3.3. Pédologie**

En générale le sol du parc national repose sur des grès numidiens, les différents substrats recombinaés dans la région sont essentiellement à base de calcaire, de marnes, de schistes dans les basses altitudes (Belkaid, 1988 ; Ali Ahmed, 2012).

Les principaux types de sols rencontrés dans la zone d'études sont au nombre de trois :

- Sol peu évolué, groupe d'apport colluvial.
- Sol de la classe des minéraux bruts d'érosion, les lithosols y prédominent sur des grès.
- Sols brunifiés, groupe lessivé, riches en matière organique et en azote.



**Figure N°08 : Carte des différents types des sols dans le Parc National au 1/50.000 (Source: Parc National de Theniet El Had).**

#### II.2.3.4. Hydrographie

Le Parc National de Theniet El Had renferme de 56 sources dont une grande partie est ferrugineuse (Berbara,2008 ;Ali Ahmed, 2012). Telles que :

- Source d'Ain Harhar dans le canton Rondpoint.
- Source d'Ain Touile dans le canton sidi Abboune.
- Source d'Ain Djadje el Ma dans le canton Ouaten.
- Source d'Ain Schéraga dans le canton Guerouaou.
- Source d'Ain Kinia dans le canton Fersiouane.
- Source d'Ouartane dans le canton Ouartane.
- Source de Toursout dans le canton Pré-Benchohra.

Au niveau du Parc, il y'a plusieurs oueds et chaabats, parmi lesquels nous citerons les 03 grands : oued El Ghoul (au sud), oued Mouilha (au nord) ; oued Ourten.

#### ❖ Climat

Le climat est un facteur important dans la vie et l'évolution d'un écosystème, il joue un rôle essentiel dans la répartition de la flore et la faune.

Ces différentes composantes climatiques agissent à tous les stades du développement de l'oiseau en limitant son habitat.

#### ❖ La Température

Facteur écologique d'importance fondamentale, conditionne la répartition et le développement des essences végétales. Les valeurs des températures corrigées sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau n°04 : Moyennes des températures maximales (M), minimales (m) et moyennes mensuelles extrapolées pour Theniet El Had à partir de Tissemsilt (période 1976-2004).**

Mois	Jan	Fév.	Mar.	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moy Ann
<b>Tm (°C)</b>	0,10	0,31	1,59	3,11	6,14	10,21	13,33	13,36	10,37	7,22	3,32	0,94	5,83
<b>TM (°C)</b>	7,57	9,21	11,87	14,27	18,76	24,64	28,57	28,00	22,98	17,80	12,21	8,44	17,02
<b>T moy (°C)</b>	3,83	4,76	6,73	8,69	12,45	17,42	20,95	20,68	16,68	12,51	7,76	4,69	11,43

Source : (Ali Ahmed, 2012).

La température moyenne annuelle est de 11.43°C. L'étude des variations des températures minimales montre que Janvier et Février sont les mois les plus froids avec des températures minimales respectives de 0.10°C et 0.31°C. Alors que les mois les plus chauds sont Juillet et Aout avec des valeurs supérieures à 28.57°C au mois de juillet et 28°C au mois d'Août.

#### ❖ La précipitation

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie la distribution des biomes continentaux (Ramade, 2003 ; Ali Ahmed, 2012).

Les données pluviométriques extrapolées pour Theniet El Had sont présentées dans le tableau 05.

**Tableau n°05 : Valeurs moyennes pluviométriques extrapolées pour Theniet El Had à partir de Tissemsilt (période 1976-2006).**

Mois	Jan	Fév.	Mar.	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Ann
MoyP (mm)	70,84	73,01	49,3	48,49	47	17,88	10,33	10,73	37,52	50,39	45,24	62,17	522,7

Source: (Ali Ahmed, 2012)

La quantité annuelle de précipitations moyennes est de 522.7mm. Dont le maximum pluviométrique est pendant l'hiver avec 73.01mm, en Février et le minimum 10.33 mm en Juillet.

#### ❖ La neige :

Vu l'existence de la zone dans les hautes altitudes, la chute de neige est très intense surtout dans la période hivernale, ainsi on constate que ce phénomène est remarqué entre la ville et la forêt. La neige persiste jusqu'à l'arrivée du printemps.

#### I.2.4. Richesse floristique

Le Parc National de Theniet El Had renferme une diversité floristique impressionnante allant de la strate arborée jusqu'au tapis herbacé. La répartition des espèces végétales avec 556 espèces entre phanérogames et cryptogames composées essentiellement de :

- ✚ 483 Végétaux supérieurs (60 espèces protégées).
- ✚ 37 espèces de Champignons.
- ✚ 24 espèces de Lichens (09 espèces protégées).
- ✚ 12 espèces de Mousses.

Elle représentée par plusieurs essences forestières dont :

- ✚ *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas).
- ✚ *Quercus faginea* (chêne zeen).
- ✚ *Quercus suber* (chêne liège).
- ✚ *Quercus ilex* (chêne vert).
- ✚ *Pinus halepensis* (pin d'Alep).



**Figure N°09 : Cèdre de l'Atlas.**

### **III. Origine des échantillons du sol**

Les échantillons prélevés et qui ont fait l'objet de nos analyses proviennent du périmètre situé au Parc National de Theniet El Had.

#### **III.1.Echantillonnage**

##### **III.1.2.Techniques d'échantillonnage du sol**

Le sol a été prélevé selon un protocole d'échantillonnage aléatoire. Les sols analysés sont prélevés dans des parcelles sous couvert forestier et nues (témoin). Au niveau de chaque parcelle cinq (5) prélèvements ont été effectués en surface (0-30 cm) , (le 20/02/2017). Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière pédologique avant et après irrigation. Ces échantillons correctement étiquetés ont été acheminés vers le laboratoire où ils ont été étalés et séchés à l'air libre, puis tamisés à 2 mm et conservés.



**Figure N°10 :Préparation des échantillons ; séchés ; conservés et tamisés**

#### **IV. Analyses physico-chimiques du sol**

Avant de procéder à l'analyse, les échantillons doivent subir impérativement un traitement préalable. Ce prétraitement consiste à laisser sécher les échantillons à l'air libre pendant une nuit. Les échantillons sont ensuite tamisés par un tamis dont la maille est de 2 mm afin d'obtenir une terre fine d'une part et de se débarrasser de toute matière grossière d'autre part.

##### **IV.1. Humidité résiduelle du sol**

L'humidité du sol est déterminée par une différence des pesées avant et après séchage d'un échantillon du sol dans une étuve à 105 °C pendant 24h. Le résultat de l'humidité obtenu est exprimé en pourcentage.

L'humidité résiduelle H est exprimée en pourcentage massique et elle est calculée par la relation suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = (\text{Poids humide} - \text{Poids sec} / \text{Poids sec}) * 100$$

Poids humide : étant la masse initiale d'échantillon et poids sec sa masse finale, après séchage à 105 °C et refroidissement.

##### **IV.2. Le pHeau**

L'activité chimique des ions hydrogènes ( $H^+$ ) doit être déterminée, afin d'avoir une idée sur l'acidité ou l'alcalinité du sol. On la détermine souvent par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre. Il est déterminé dans une suspension sol/eau distillée suivant un rapport 1/5.

##### **IV.3. La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre comme dans le cas des eaux mais avec un protocole différent. Cette conductivité (mS/cm) exprime la capacité

d'un sol mis en solution à se faire traverser par un courant électrique. La mesure de ce paramètre nécessite une petite préparation décrite ci-dessous :

- On pèse 10 g de terre qu'on met dans un flacon, puis on ajoute 50 ml d'eau distillée (rapport de 1/5), l'ensemble est mélangé à l'aide d'un agitateur mécanique pendant 20 min.

- Après 20 min d'agitation, on mesure la conductivité à l'aide d'un conductimètre en prenant en considération la température du mélange eau-sol.

#### **IV.4. Analyse granulométrique**

L'analyse granulométrique consiste à séparer la partie minérale du sol en fractions selon les dimensions des particules et à déterminer, en poids, les proportions relatives de ces fractions.

La détermination des différentes fractions granulométriques est faite, selon la méthode AFNOR (1994). Après destruction de la matière organique, par attaque à l'eau oxygénée, on procède à la dispersion des particules minérales par ajout d'un agent défloculant tel que l'hexamétaphosphate. Néanmoins, elle diffère des autres méthodes internationales, dites à la pipette de Robinson, par le fait que 30g de sol sont d'abord attaqués à l'eau oxygénée puis 20g en sont prélevés (après séchage du sol) et traités à l'hexamétaphosphate, pour subir alors les prélèvements des argiles et des limons. Dans le cas de notre étude la décarbonation à l'acide chlorhydrique n'a pas été faite.

La fraction totale des sables est séparée par tamisage du contenu du flacon suivi par un séchage puis un tamisage pour ainsi obtenir les différentes fractions du sable total (gros et fin), tandis que les limons et les argiles sont séparés par sédimentation.

Le prélèvement des particules fines inférieures à 50 $\mu$ m (limons et argile), basé sur la loi de Stocks, se fait à la pipette Robinson (dans des conditions bien déterminées de température et de temps).

Les trois fractions ainsi déterminées permettent, avec l'utilisation du triangle texturale Américain (FAO, 1968) de connaître la texture du sol.

#### **IV.5. La densité apparente**

L'analyse de la densité apparente a été effectuée par la méthode du cylindre au niveau du premier horizon (0-25 cm).

- on pèse et mesure les dimensions des cylindres afin de déterminer ses poids et ses volumes (V en cm<sup>3</sup>).

- Le cylindre métallique de poids et volume connu est enfoncé verticalement et lentement dans le sol.
- Toute autour du cylindre on dégage la terre, on glisse à sa base une raclette pour éviter que la terre s'écoule du cylindre afin d'avoir un résultat plus précis.
- On met chaque échantillon séparément dans un sac en papier avec le numéro de parcelle et le système d'irrigation.
- On pèse l'échantillon (cylindre + sol) puis on retire l'échantillon du cylindre, le poids du sol est égale le poids de l'échantillon moins le poids du cylindre.
- Une fois l'échantillon extrait du cylindre, il est pesé après séchage à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures (P en g).
- Connaissant le poids de l'échantillon à l'état sec et le volume du cylindre, on calcule la densité apparente (Da) par la formule :

$$Da(g/cm^3) = \frac{P}{V}$$

#### **IV.6. Calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)**

L'objectif est de déterminer à l'aide d'un acide fort (HCl), le volume de CO<sub>2</sub> dégagé, ce dernier est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium. (CaCO<sub>3</sub>) contenu dans le sol. Ces carbonates sont déterminés selon le mode opératoire suivant :

- ✓ On pèse 1g de terre qu'on met dans un erlenmeyer.
- ✓ On verse 5 ml de HCl(50%) dans un flacon en polyéthylène qu'on met dans l'erlenmeyer, on raccorde l'erlenmeyer au calcimètre Bernard puis on agite.
- ✓ Tout en agitant, le volume d'eau coloré contenu dans le calcimètre baisse, une fois stabilisé on note sa valeur.

La valeur lue sur le tube gradué du calcimètre est remportée sur un tableau qui représente la quantité de CaCO<sub>3</sub> contenu dans le sol en fonction du CO<sub>2</sub> dégagé au cours de l'expérience et pour ce faire on doit obligatoirement prendre en considération la température.

$$\text{Calcul : } CaCO_3\% = \frac{PT.V1}{V.P} \times 100$$

Ou :

PT : Poids de CaCO<sub>3</sub> pur.

P : Poids de sol.

V1 : Volume de CO<sub>2</sub> produit par le sol.

V : Volume de CO<sub>2</sub> produit par le CaCO<sub>3</sub> pur.

Tableau n°06 : Classification des sols selon le taux de calcaire.

Taux de CaCO <sub>3</sub> total	Qualification du sol
CaCO <sub>3</sub> ≤ 5%	Sol non calcaire
5 < CaCO <sub>3</sub> ≤ 12,5%	Sol faiblement calcaire
12,5 < CaCO <sub>3</sub> ≤ 25%	Sol modérément calcaire
25 < CaCO <sub>3</sub> ≤ 50%	Sol fortement calcaire
CaCO <sub>3</sub> > 50%	Sol très fortement calcaire

#### IV.7. Matières organique (Carbone organique)

La détermination de la teneur en matière organique a été obtenue par le dosage du carbone et le taux de la matière organique :

Selon la méthode ANNE (1945), le carbone est oxydé par le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. L'excès de bichromate est titré par le sel de MOHR en présence de diphénylamine et le fluorure de sodium.

Les bichromates vont être fixés avec les molécules de carbone, ce qui reste des bichromates va être oxydé par le sel de Mohr :  $C\% = (Y-X) \times 0.615$

**Y** : la quantité du sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'essai à blanc.

**X** : la quantité de sel de Mohr qui a oxydé tous les bichromates dans l'échantillon du sol.



Figure N°11 : Titrage par le sel de Mohr.

La teneur en carbone organique est liée à la matière organique par la relation suivante :  
 $MO\% = C\% \times 1.72.$

Ou : MO%: Matière Organique.

C%: Carbone organique.

**Tableau n°07 : Matière organique dans le sol**

<b>MO (%)</b>	<b>Qualification du sol</b>
0.5	Très pauvres en M.O
0.5 à 1.5	Pauvre en M.O
1.5 à 2.5	Moyennement pauvre en M.O
2.5 à 6.0	Riche en M.O
6.0 à 15	Très riche en M.O

# **Troisième Partie**

## **Résultats & Discussion**

## I. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques

Suite aux analyses physiques et chimiques des cinq échantillons de sol ; on fait ressortir les tableaux suivants :

### I.1. Analyse granulométrique

Tableaux n°8 : Analyse granulométrique des échantillons étudiés.

Fraction gran Echantillon	Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Texture
Echantillon 1 Sol Sous CF	11.5	16.5	6.25	25.45	36.27	Limono- Sableuse
Echantillon 2 Sol Nu	5.5	26.75	2.5	52.9	7.61	Limono- Sableuse

D'après le tableau N°8 et le triangle de texture du sol on remarque que la texture des sols pris en considération est à dominance de la fraction sableuse et limoneuse. Cette texture est caractérisée par sa perméabilité et sa faible rétention en eau, plutôt léger qui se réchauffe rapidement, mais qui contient moins d'éléments nutritifs. Ceci est un facteur limitant quand il est conjugué à de longues périodes de sécheresse.

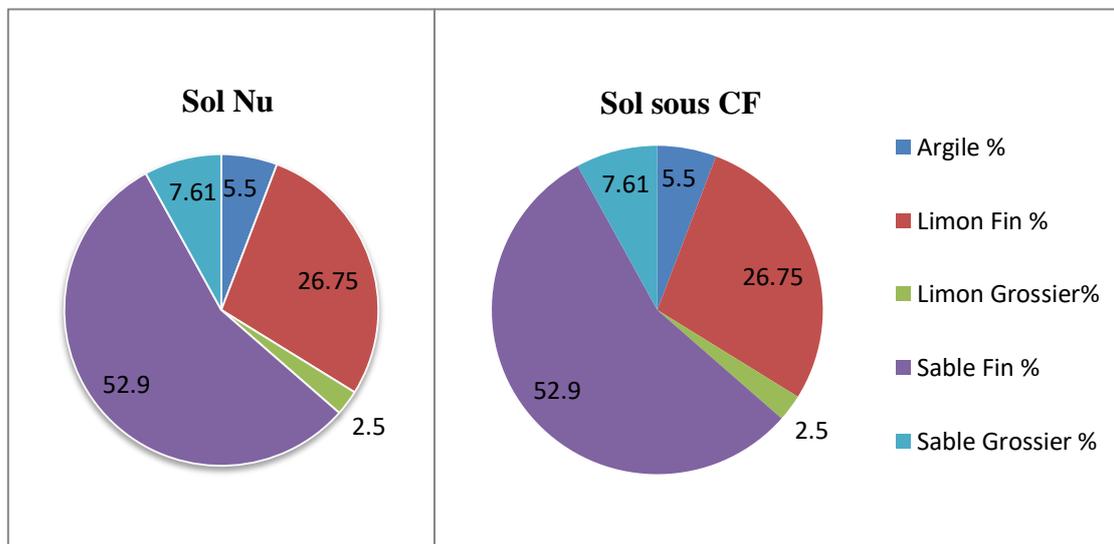


Figure N°12 : Texture des sols étudiés.

Selon les résultats obtenus (figure 12), le sol étudié présente une texture légère Sablo-limoneuse. Cette texture favorise le lessivage des éléments nutritifs en présence de teneurs faibles en argiles et influe sur les propriétés physico-chimiques des sols.

## I.2. L'humidité

Selon Lassen et *al.* (1955), l'infiltration représente le mouvement de l'eau près de la surface du sol. L'eau pénètre dans le sol par les pores, les fissures, les orifices pratiqués par les vers ou occasionnés par la pourriture des racines ainsi par les cavités résultants des labours ou de la préparation du sol pour la plantation (Avila, 1980).

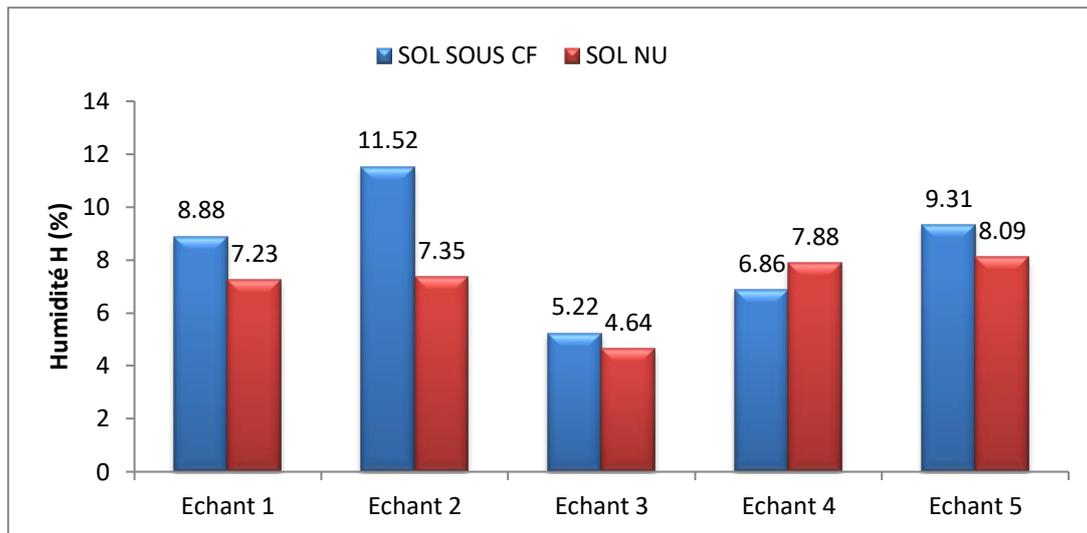
**Tableau N° 9 : L'humidité des sols étudiés.**

Echantillons	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
<b>H (%) Sol Sous CF</b>	8.88	11.52	5.22	6.86	9.31
<b>H (%) Sol Nu</b>	7.23	7.35	4.64	7.88	8.09

D'après les résultats obtenus dans le tableau N°9 et la figure N°13 on remarque que les valeurs de l'humidité du sol sous couvert forestier varient entre 6.86 % et 11.52 %, tandis que dans les échantillons du sol nu ces valeurs varient entre 4.64 % et 8.09 %.

Les valeurs de l'humidité enregistrées dans le sol sous couvert forestier sont supérieures par rapport le sol nu ce qui confirme l'effet du couvert forestier sur la capacité de rétention en eau du sol par son système racinaire et la matière organique.

Le couvert de la surface de sol est de loin la principale protection du sol contre l'érosion. Le couvert arbustif et le couvert forestier ne protègent pas le sol directement mais indirectement par la chute de matière organique qui forme la litière protectrice (Wiersum, 1985). Le sol nu présente une faible teneur en eau à cause de la texture légère qui favorise l'infiltration des eaux et affaiblit le pouvoir de rétention qui rend les filtrants reflétant une porosité et une perméabilité relativement appréciable.



**Figure N°13 : Variation de l'Humidité des sols étudiés.**

### I.3. Le pH

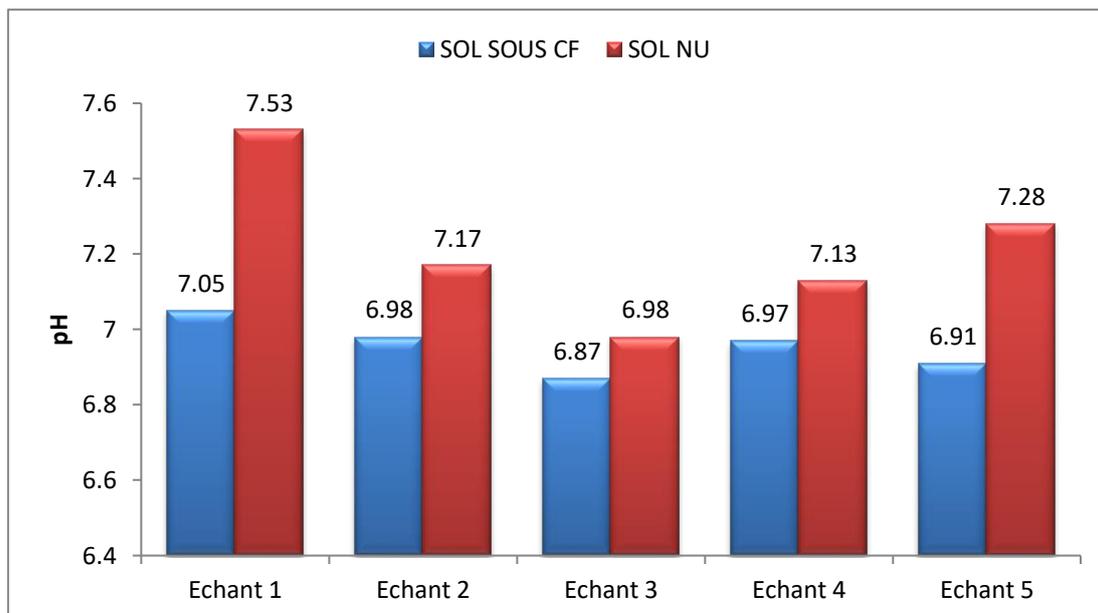
Djili K (2000) a montré que dans le contexte des sols du Nord de l'Algérie, une augmentation des taux de calcaire entre 0 et 2,5% provoque une augmentation du pH jusqu'à une valeur maximale de 7,82. Au-delà du seuil de 2,5% de  $\text{CaCO}_3$ , les particules de carbonate de calcium auront essentiellement un effet stérique sur les propriétés des sols.

D'après le tableau N°10, nous remarquons que le pH du sol témoin (sol nu) présente des valeurs inférieures par rapport au pH du sol sous couvert forestier. Ces résultats pourraient notamment expliqués par l'influence de quelques paramètres tels que la teneur en matière organique et le calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Tableaux n°10 : Valeurs de pH<sub>eau</sub> des sols étudiés.**

Echantillons	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
pHeau Sol Sous CF	7,05	6.98	6.87	6.97	6.91
pHeau Sol Nu	7.53	7.17	6.98	7.13	7.28

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



**Figure N°14 : Variation du pH des sols étudiés.**

D'après le tableau N°10 et la figure N°14 on remarque que le  $pH_{\text{eau}}$  du sol sous couvert forestier varie entre 6.87 et 7.01, le pH est très légèrement acide à neutre ceci est dû à la présence de la matière organique (litière), mais équilibré par un bon cortège floristique de feuillus. L'effet acidifiant dû à la nature de la roche mère n'est pas accentué car la litière des cédraies enrichie les sols sans les acidifier (Andre, 1979).

Dans le sol nu (témoin), le  $pH_{\text{eau}}$  et varie entre 6.98 et 7.53, est très légèrement acide en absence de litière du cèdre. Selon Anonyme (1990), l'appréciation du Ph des sols se fait comme suit :

Nature du sol	Valeur de pH
Très alcalin .....	Supérieur à 8
Moyennement alcalin,.....	8 ,5 à 8
Légèrement alcalin .....	8 à 7,5
Très légèrement alcalin .....	7,5 à 7
Très légèrement acide .....	7 à 6,5
Légèrement acide,.....	6,5 à 6
Moyennement acide .....	6 à 5 ,5
Fortement acide .....	5,5 à 5
Très fortement acide .....	Inferieur de 5

#### I.4. La densité apparente

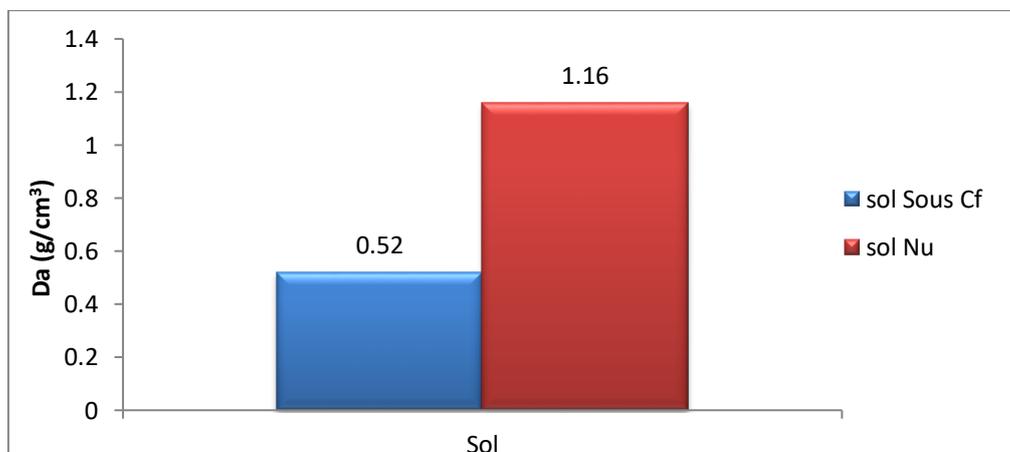
La densité apparente ( $D_a$ ) du sol est un paramètre important pour la description de la qualité du sol et de ses fonctions écologiques. Elle est une des variables la plus importante dans les études portant sur la structure du sol et ; est en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chauvel, 1977).

Les résultats analytiques illustrés dans le (tableau N°11) montrent que la densité apparente du sol varie entre  $0,52\text{g/cm}^3$  pour le sol sous couvert forestier et  $1,16\text{g/cm}^3$  pour le sol nu (témoin).

**Tableau n°11 : La densité apparente des sols étudiés.**

Sol	Sous CF	Nu
$D_a$ (g /cm <sup>3</sup> )	0.52	1.16

La présence de litière ou de matière organique incorporée dans la couche supérieure du sol réduit le compactage par la battance de la pluie et, de ce fait, réduit le colmatage des macropores permettant la pénétration rapide de l'eau dans le sol.



**Figure N°15 : La densité apparente des sols étudiés.**

D'après les résultats obtenus (figure N° 15), on observe généralement que la présence du couvert forestier se traduit par une tendance relative à la réduction de ce paramètre (Figure N°15). Sous cette action, l'humidité de l'horizon de surface augmente par rapport à l'infiltration, ce qui provoque un tassement du sol avec une valeur des particules solides du sol importante.

Les horizons humifères des sols tropicaux, relativement structurés (De Boissezon, 1965) se caractérisent par des densités apparentes plus faibles que celles des horizons minéraux sous-jacents à structure massive (Kouakou, 1981 ; Yoro, 1983).

### I.5. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (Guessoum, 2001). Les résultats obtenus (tableau N°13), montrent selon ce dernier auteur que le sol étudié est non salé au niveau des deux sols (CE < 400mS/cm).

Dans le sol sous couvert forestier, les valeurs de la densité apparente sont comprises entre 0,39 g/cm<sup>3</sup> et 0,73 g/cm<sup>3</sup>. Dans le sol nu (témoin), la densité apparente varie entre 0,28 g/cm<sup>3</sup> et 0,5 g/cm<sup>3</sup> (Tableau N°13).

**Tableau N°12 : La conductivité électrique des sols étudiés.**

Echantillon	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
<b>CE (dS/m) Sol Sous CF</b>	0.45	0.39	0.5	0.43	0.73
<b>CE (dS/m) Sol Nu</b>	0.46	0.5	0.28	0.3	0.37

La figure N°16 montre que la conductivité électrique est en augmentation incessante au niveau de la parcelle du sol sous couvert forestier, ce qui fait sortir l'effet du cèdre sur ce paramètre. La conductivité électrique définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol, elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (Guessoum, 2001). Un sol est considéré salé, lorsque la conductivité électrique de l'extrait saturé est supérieure à 4 dS/ m (400 mS/cm) à 25°C (Durand, 1983).

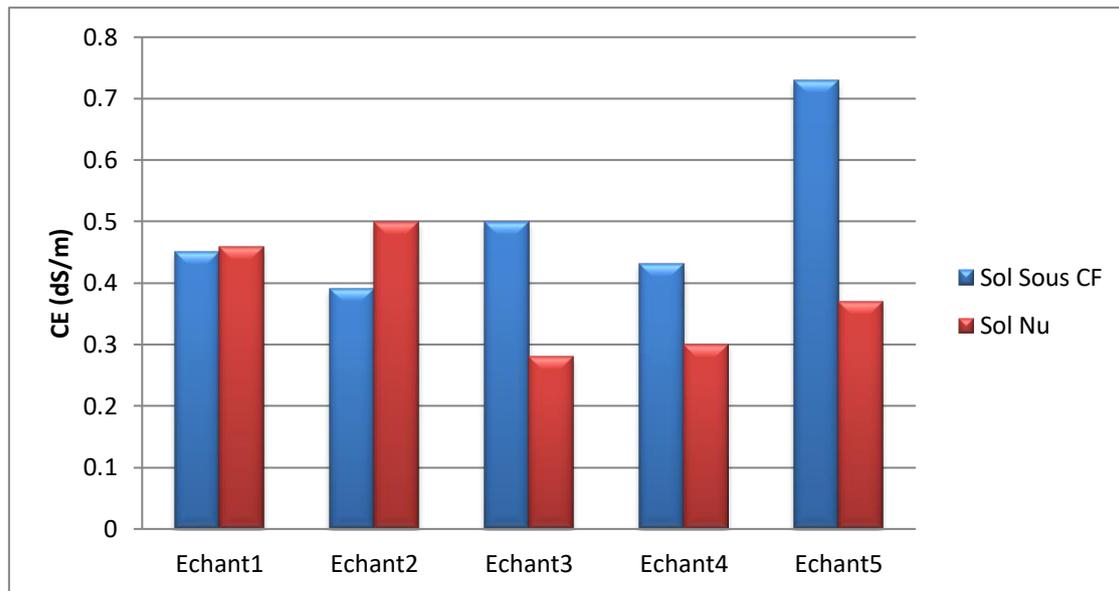


Figure N°16: La conductivité électrique des sols étudiés.

Tableau N°13 : Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique

CE (dS/m) à 25°C	Degré de salinité
$\leq 0.6$	Sol non salé
$0.6 < CE \leq 2$	Sol peu salé
$2 < CE \leq 2.4$	Sol salé
$2.4 < CE \leq 6$	Sol très salé
$> 6$	Sol extrêmement salé

### I.6. Le calcaire Total

Le calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ) se trouve en faible quantité dans le sol témoin (sol nu) et varie entre 1,74% et 2,6%, ce qui explique la basicité des sols étudiés. Cette quantité du carbonate augmente sous l'effet du couvert forestier et varie entre 2,35% et 2,9%.

Tableau N°14 : Teneur en calcaire total des sols étudiés.

Echantillon	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
$\text{CaCO}_3$ T (%) Sol Sous CF	2.8	2.35	2.9	2.6	2.6
$\text{CaCO}_3$ T (%) Sol Nu	1.74	2.05	2.4	2.5	2.6

Selon les résultats obtenus (Tableau N°14 et Figure N°17), on remarque clairement une diminution de la teneur en calcaire total dans le sol de la parcelle témoin (sol nu). D'après la

comparaison de ces résultats avec celles du sol sous couvert forestier, on remarque que le couvert forestier a un effet positif sur l'accumulation du calcaire dans le sol. L'eau est susceptible de dissoudre le calcaire, en faible quantité, mais son pouvoir dissolvant est renforcé par la présence de  $\text{CO}_2$  dissous qui accroît l'acidité.

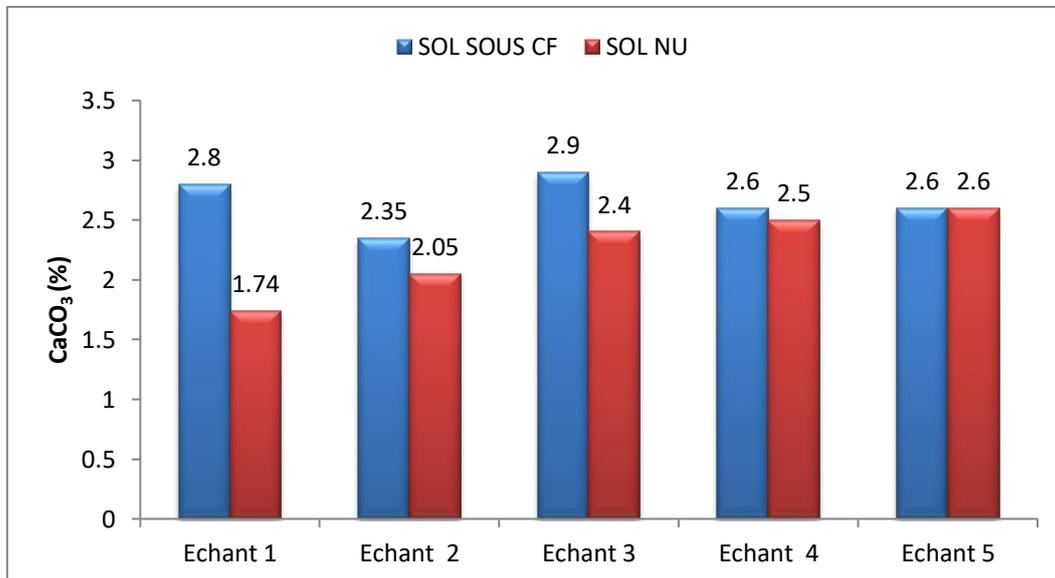


Figure N°17 : La teneur en calcaire total des sols étudiés.

## I.7. La matière organique

La matière organique constitue une réserve en éléments minéraux qu'elle libère au fur et à mesure de sa minéralisation sous forme disponible pour les plantes à une vitesse très variable (Baize; 1988).

### I.7.1. La teneur en carbone organique

D'après les résultats obtenus dans le tableau N°15, la teneur en carbone organique semble relativement élevée au niveau du sol sous couvert forestier qu'est une bonne source de matière organique (1,8 % et 2,67 %) à cause de la présence du couvert forestier. Tandis qu'au niveau du sol nu (témoin) cette varie entre 1.28% et 1.82%, la teneur en carbone organique est faible récurrent à l'absence de la végétation. Le carbone organique est influencé aussi par quelques paramètres tels que le taux d'argile et la densité apparente du sol.

Tableau N°15 : La teneur en carbone organique des sols étudiés.

Echantillon	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
<b>C (%) Sol sous CF</b>	1.8	2.47	2.67	2.37	2.42
<b>C (%) Sol Nu</b>	1.33	1.82	1.28	1.65	1.46

Monnier G (1965) et Hillel D (1974) ont indiqué que la matière organique retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée. Selon Vanghan et Malcolm (1985), elle dépend de la présence des groupements fonctionnels spécialement carboxyles où les molécules d'eaux entourent les atomes d'hydrogènes.

Tableau n°16 : Teneur en matière organique des sols étudiés.

Echantillon	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4	Echantillon 5
<b>MO (%) Sol Sous CF</b>	3.09	4.25	4.59	4.07	4.16
<b>MO (%) Sol Nu</b>	2.28	3.13	2.20	2.83	2.52

La matière organique est indissociable des sols et indispensable à leur bon fonctionnement. Elle correspond aux organismes vivants et morts et aux matières en voie de décomposition. Elle s'accumule en surface, dans les 30 premiers centimètres du sol.

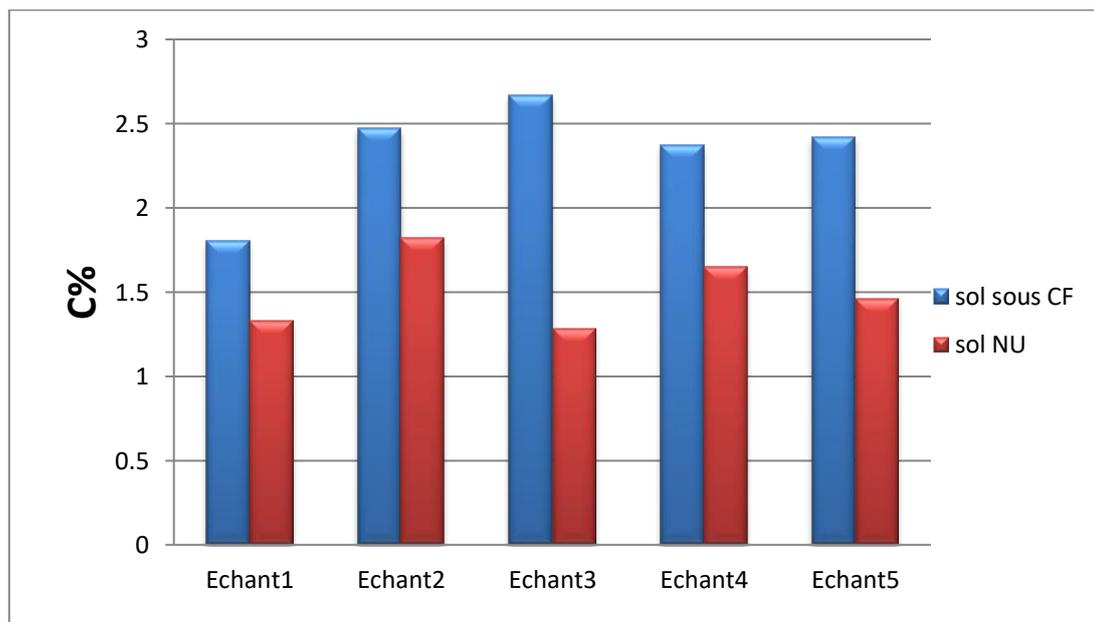
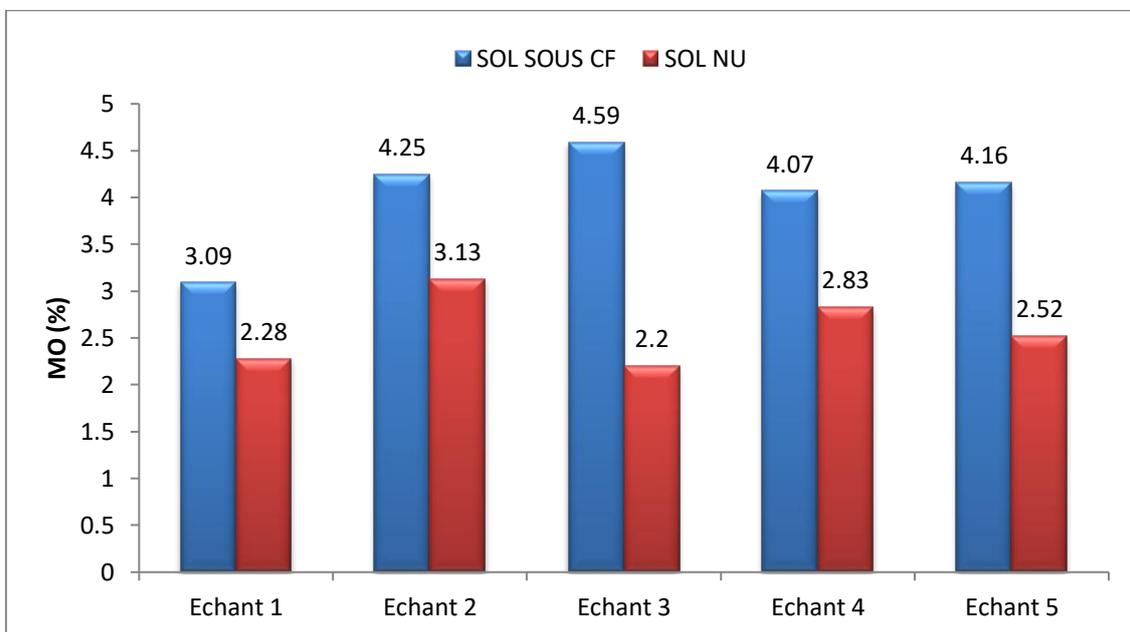


Figure N°18 : Teneur en carbone organique des sols étudiés.

Dans notre cas d'étude le taux du carbone organique dans le sol au niveau de la parcelle témoin (sol nu) montre des valeurs inférieures par rapport au sol sous couvert forestier (Figure N°19), cette diminution due aux plusieurs facteurs tels que l'activité biologique, la minéralisation en absence du couvert forestier.

En se décomposant sous l'action de la microfaune et des champignons, les végétaux libèrent en quelques mois une partie des minéraux contenus dans la matière organique, comme l'azote, le phosphore, ou la potasse, sous la forme d'éléments directement assimilables par les plantes. On parle de minéralisation. (Culot, M. 2005). Le résidu de cette transformation donne naissance à l'humus, une matière noire et légère à l'odeur caractéristique de sous-bois et de champignons. On parle d'humification.



**Figure N°19 : Teneur en matière organique des sols étudiés.**

La matière organique issue de la décomposition de tous les végétaux comme le bois, l'herbe et les feuilles mortes. Il est présent en plus ou moins grande quantité dans les sols des forêts de manière écologique (Vanwesemael, B. 2006).

# **Conclusion Générale**

## Conclusion générale

Les matières organiques jouent un rôle central dans le maintien des fonctions clés du sol et sont essentielles notamment pour la résistance à l'érosion et les composantes de la fertilité du sol. Elles assurent également le pouvoir fixateur et tampon du sol, contribuant à limiter la diffusion d'éléments potentiellement polluants vers les nappes d'eaux souterraines ou superficielles.

Pour des raisons naturelles et anthropiques, les sols forestiers ont des réserves totales limitées en éléments nutritifs, et par conséquent des flux faibles de libération d'éléments par altération, aptes à remplacer les éléments exportés.

Notre essai porte sur l'étude d'impact du couvert forestier (Cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica Manetti*) sur la dynamique de la matière organique dans le sol dans le parc national de Thniet El Had (Tissemsilt).

Les résultats obtenus lors de ce travail de mémoire permettent de comprendre l'évolution de la matière organique du sol sous l'effet du couvert forestier. Selon les résultats obtenus nous déduisons que la teneur en carbone organique semble relativement élevée au niveau du sol sous couvert forestier (1,8 % et 2,67 %), nous notons également à une augmentation de la teneur en matière organique de la matière organique dans le sol sous la végétation par rapport au sol nu (1.28% et 1.82%). On conclut que le couvert forestier joue un rôle très important sur la dynamique et la richesse de la matière organique du sol. On en déduit que ces résultats vérifient l'influence du couvert forestier sur les propriétés physico-chimiques du sol et la minéralisation de la matière organique.

Au terme de cette étude, la comparaison que nous avons faite concernant les deux sols dit que le couvert forestier influe sur la matière organique du sol et ces propriétés physico-chimiques.

# **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

- Ali Ahmed W, 2012.** Écologie de l'avifaune nicheuse du Parc National de Theniet El had (wilaya de Tissemsilt). Ins. Nat. Agr d'El Harrach, Alger, 10.56 p.
- Andre, 1979.** Détermination de l'état physiologique des plantes forestières. Rev. Forest. France n°6, pp 445-472.
- Aurielin Lavaud, 2010.** Extraction et caractérisation de la matière organique soluble des horizons profonds d'un sol arable GAY LUSSAC.
- Avila H., 1980.** Cité par Plamondon A., 2009. Bassins versants et érosion : application en forêt tropicale humide, Notes de cours, 3ème Graduat Foresterie, Faculté de Foresterie, de Géomatique et de Géographie, Université Laval, Québec, 287p.
- Baize D. et Jabiol B., 1995.** Guide pour la description des sols, Collection techniques et pratiques, INRA, Paris.
- Baize D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. Ed. INRA, Paris., 171 P.
- Beauchamp J., 2003.** Propriétés des sols, Université de Picardie Jules Verne.
- Belkaid B., 1988.** Etude phytoécologique et possibilité d'amélioration de cédraie de Théniet El -Had .Mém. Ing. Agro. ITA, Mostaganem, 46P.
- Berbara F.Z., 2008.** Contribution à la caractérisation des ressources hydrique du Parc National de Théniet el had. Mém. Ing. Agro., Tiaret, 46p.
- Boissezon P. de, 196).** Les sols de savane des plateaux Batéké. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. III, n° 4 : 291-304.
- Bouazza. Y, 1995.** Caractérisation physique et chimique des sols de la ferme expérimentale du centre universitaire Tiaret.
- Celine Estournel, 2011.** Etude de la structure moléculaire de la matière organique des sols. Nouvelles stratégies de la dégradation chimique GAY LUSSAC.
- Chauvel A., 1977.** Recherches sur la transformation des sols ferralitiques dans la zone tropicale à saisons contrastés. Evolution et réorganisation des sols rouge de moyenne Casamance. Thèse, Université de Strasbourg. ORSTOM, Paris. Coll. Trav. Et Doc., n°62, 532pp.
- Chenu C., Balabane M., 2001.** Matières organiques et activités biologiques des sols ; Une approche des matières organiques par leurs fonctions, Perspectives, n°272, p. 42-45.
- Claire Glosbellet, 2008.** Evaluation et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grand quantité. pp 33-44, Angers, France.
- Claire Marsden. [www.supargo.fr](http://www.supargo.fr)**
- Djili K., 2000.** Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Thèse doctorat. INA, Alger, 243 p.
- Duchaufour. PH, 1977.** Pédologie Tome I : Pédogenèse et classification Edt, Masson, Paris.
- Duchaufour. PH, 1988.** Abrégés de pédologie, 2eme Edition, Masson, Milum, Barcelone, Mexico, Paris.

## Références bibliographiques

- Duchaufour. PH, 1995.** Pédologie, sol, Végétation et environnement, 4eme Edition, MASSON.
- Durand J. B., 1983.** Les sols irrigables étude pédologique., Ed Presse universitaire de France, Paris. France. 339p.
- Falloon, P., Smith, P., Coleman, K., Marshall, S.1998.**Estimating the size of the inert organic matter pool from total soil organic carbon content for use in the Rotcarbon model.*Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 30, 8/9, 1207-1211.
- FAO, 2001.** L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA).
- FAO, 2015.** Année internationale des sols 2015.
- Felix I., 2006.** Nature, dynamique et rôle des matières organiques du sol.
- Francou, C. 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat de l'INA-PG. 288p.
- Gaucher. G. 1981.** Traité de pédologie agricole, pédogenèse et classification, Edt. Paris.
- Gauthier.J, 1991.** Notion d'agriculture ; le sol, les cultures, les élevages, l'économie et le gestion, Edt, LAUOISIER.
- Girard M.-C., Schwartz C., Jabiol B., 2011.**Étude des sols. Description, cartographie, utilisation. Dunod éd., Paris.
- Gregorich EG. Et al. 2003.** Modification de la matière organique du sol, paris [http://res2.agr.ca/publications/hs/chap05\\_f.htm](http://res2.agr.ca/publications/hs/chap05_f.htm)
- Guerif, 1988.**Résistance en traction des agrégats terreux, influence de la texture, de la matière organique et de la teneur en eau, agronomie ; p25.
- Guessoum A., 2001.**L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la région de Saada - Biskra., Thèse ing, Agro,Univ Batna., 50 P.
- Hillal D., 1974.** L'eau et le sol : principes et processus physiques. Poly Académie. Press. Neuyourk.357p.
- Huchon H; 1956 :** Connaissance de la foret ,6eme edition, paris, p46-48.
- Humbel. F, 1974.** L'espace poral des sols ferrallitiques du sud du Cameroun, caractéristiques et comportement en relation avec les régions hydrique et les bioclimats.
- Jacques Beauchamp, 2001.**Les molécules humiques, université de PICARDIE JULES VERNE.
- Jobbagy, E.G., Jackson, R.B ; 2000 :** La répartition verticale du carbone organique du sol et sa relation avec le climat et la végétation. Applications écologiques,p 10, 423–436.
- Kenadi. A, 2003.** L'état physique des terres du parcours en zone steppique(Ksar- Chelalla).
- Kouakou K., 1981.**Etude de la dynamique actuelle d'un sol ferrallitique sous jachère de trois ans, sous jachère de vingt ans et sous forêt en basse côte d'Ivoire. Rapport de stage (ENSA d'Abidjan). ORSTOM, Adiopodoumé, 16pp.,multigr.

## Références bibliographiques

- Lassen et al., 1955. Cités par Plamondon A., 2009.** Bassins versants et érosion : application en forêt tropicale humide, Notes de cours, 3ème Graduat Foresterie, Faculté de Foresterie, de Géomatique et de Géographie, Université Laval, Québec, 287p.
- Le Villio M., D. Arrouays, W. Deslais, J. Daroussin, Y. Le Bissonais et D. Clergeot, 2001.** Estimation des quantités de matière organique exogène nécessaire pour restaurer et entretenir les sols limoneux français à un niveau organique donné" in Etude et Gestion des Sols, Volume 8, 1, 2001, pp 47-63.
- Lefevre Romain, 2015.** Matière organique stable du sol : dynamique de (dé) stabilisation. Université PIERRE et MARIE CURIE. Paris.
- Mattauer M., 1958.** Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger Bulletin N° 17, 550p.
- Michel. J, Aragno. M, Matthey, 1995.** Le sol vivant, 2eme Edition, Paris.
- Monnier G., 1965.** Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. Ann. Agron. 16 (4 et 5). pp 327-534.
- Morel. M, 1996.** Les sols cultivées, 2eme Edition, INRA, Paris.
- Muril Frisque, 2007.** Gestion des matières organique dans les sols cultivés en région Wallonne : avantages agronomiques avantages environnementaux et séquestration du carbone. Bruxelles.
- Musy et Soutter, 1991.** Physique du sol. Ed paris ; 190p.
- P.N.T.E.H, 2006.** Atlas des Parcs Nationaux algériens. 94p.
- Ramade F. 2003.** Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. Dunod, paris, 690p.
- Raoul Calvet., 2003.** Le sol: propriétés et fonction. France Agricole Editions, 2003 p45.
- Sari Dj., 1977.** L'Homme et l'érosion dans l'Ouarsenis. Edi SNED, Alger, 628p.
- Sarmoum M, 2008.** Impact du climat sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*). Diagnostic dendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet El Had (Wilaya de Tissemsilt). Thèse de Magister. Université des sciences et de la technologie de Houari Boumediene. Alger. 98p.
- Sebliote, 1989.** Fertilité et système de production, INRA, Paris.
- Van Soest, P.J. & Wine, R.H. 1968.** Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. Journal of Association of Official Analytical Chemists, 51 : 780-785.
- Vanghan D. et Malcolm R.E., 1985.** Soil organic matter and biological activity. Development in plant and soil sciences. Martinus Nijhoff. Vol. 16. 469p.
- Vanongeval L., G. Hendrickx et M. Geypens, 1995.** "Etat organique des terres agricoles en Belgique" in Comité de Recherche sur la Matière Organique du Sol (1995), op cit. pp 9-17.
- Vilain, 1987.** La production végétale, voll, les composantes de la production, Edition. J.B. Baillere.

## Références bibliographiques

**Wiersum L., 1985.** Cité par Plamondon A., 2009. Bassins versants et érosion : application en forêt tropicale humide, Notes de cours, 3ème Graduat Foresterie, Faculté de Foresterie, de Géomatique et de Géographie, Université Laval, Québec, 287p.

**Yoro G., 1983.** Contribution à l'étude de caractérisation de la structure. Identification et évolution des paramètres structuraux de deux types du sol du Nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Incidences agronomiques. Thèse doct. Ingénieur, faculté de science, Université Abidjan, 279p.

**Zedek M., 1993.** Contribution à l'étude de la productivité du Cèdre de l'Atlas (*CedrusatlanticaManetti*) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse de Magister. Ins. Nat. Agr d'El Harrach, Alger, 175p.

**Zemmouri A ; 2006.**Contribution au diagnostic du dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*CedrusatlanticaManetti*) par l'analyse des lichens, dans le parc national deThéniet El Had (Wilaya de Tissemsilt). .Mém. Ing.Agro. 78p.

# **Annexes**

## ANNEXES

### Triangle des textures

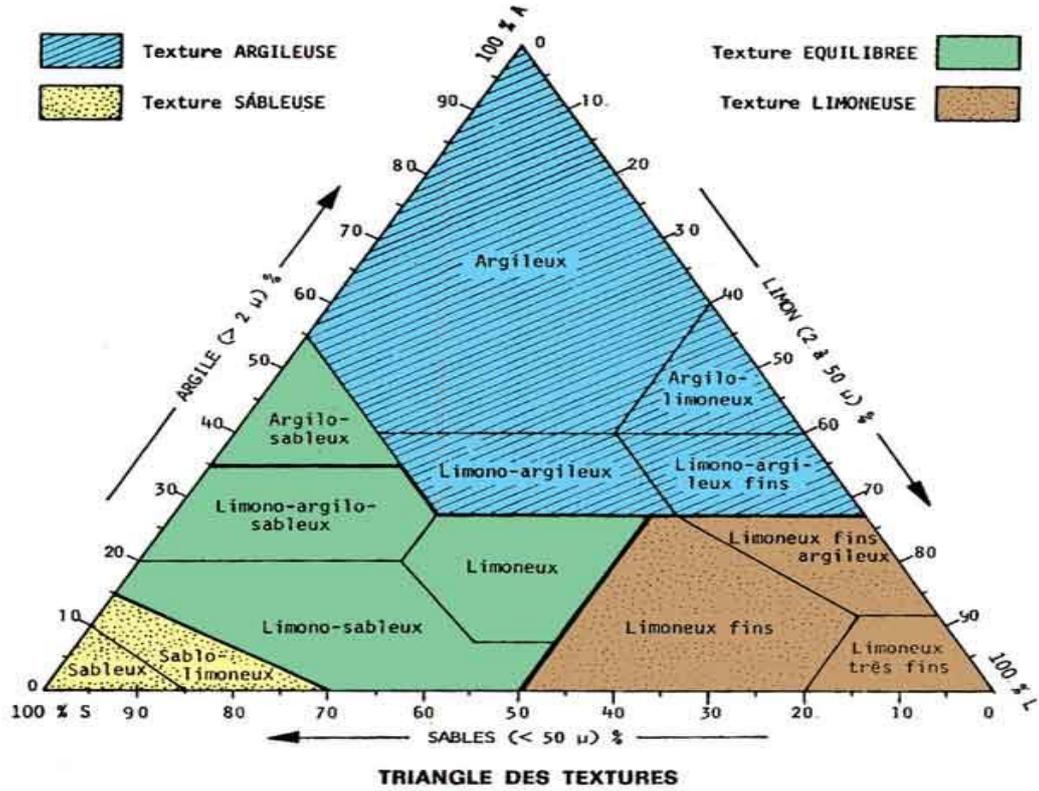


Figure 1 : Triangle des textures



Photo 1 : Tarière pédologique. Photo 2 : Balance analytique. Photo 3 : pH mètre.

**ANNEXES**



**Photo 4: Conductimètre.**



**Photo 5: Calcimètre de Bernard.**



**Photo 6 :Pipette à piston.**



**Photo 7 : Bain de sable.**



**Photo 8 :Agitateur.**



**Photo 9 : Pipette de Robinson.**

## Résumé :

Le sol est le support de la vie terrestre. Ce travail est consacré à voir l'impact du couvert forestier sur la dynamique de la matière organique du sol. A cet effet, nous avons étudié les principaux paramètres du sol (humidité, pH, matière organique, calcaire, granulométrie) dans la forêt du cèdre dans le parc national de Thniet El had. Pour pouvoir suivre cette dynamique, des échantillons de sol sont analysés, cinq dans sol sous couvert forestier et cinq dans sol nu pris comme témoin. Ces échantillons ont été prélevés au niveau de chaque parcelle avant à une profondeur 0-30cm. Pour étudier la relation entre le couvert forestier et la matière organique du sol des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur les échantillons de sol. Les résultats obtenus montrent que les sols étudiés sont influencés par le couvert végétal qui favorise la capacité de rétention en eau et améliore le pH par la présence de la litière et entraîne une accélération de la dégradation et la minéralisation de la matière organique dans le sol.

**Mots clés :** Matière organique, dynamique, cèdre de l'Atlas, propriété physico-chimique, Thniet El Had.

## ملخص:

التربة هي دعامة الحياة على الارض. خصص هذا العمل لمعرفة تأثير الغطاء الغابي على قيمة المادة العضوية للتربة

قمنا بدراسة أهم خصائص التربة (الرطوبة، درجة الحموضة، المواد العضوية، الكلس، قوام التربة) في غابة الارز في الحظيرة الوطنية لثنية الحد. لهذا الغرض سحبنا عينات تربة من أجل التحليل 5 عينات تحت الغطاء الغابي و5 في تربة عارية مأخوذة كشاهد وقد اخذت العينات على عمق 0-30 سم لدراسة العلاقة بين الغطاء الغابي والمواد العضوية.

أظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية تأثر التربة بالغطاء النباتي الذي يعزز قدرة الاحتفاظ بالماء ويحسن درجة الحموضة من خلال وجود القمامة ويؤدي الى تسارع تحلل وتمعدن المادة العضوية في التربة

**الكلمات المفتاحية:** المواد العضوية، حركة، الأرز الأطلسي، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، الحظيرة الوطنية لثنية الحد.