

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



**Université BLIDA 1**  
**Département de la Biotechnologie**  
**Thèse pour l'obtention du diplôme de**  
**Master II**



Domaine: Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Science Forestière

**THEME**

*Dynamique de la Matière Organique dans quelque Sols  
de la région de Chréa (Blida)*

**Présenté par**

Imene BOUREDJA  
et  
Maliya ZIADA

Devant la commission du jury constituée par :

<b>Présidente:</b>	<b>Mme LEMITI S.</b>	<b>M.A.B Université de Blida</b>
<b>Promotrice :</b>	<b>Mme ZEMOURI S.</b>	<b>M.A.A Université de Blida</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mr OUELMOHOUB S.</b>	<b>M.A.A Université de Blida</b>

**Année Universitaire 2017 – 2018**

## Dédicaces

À Ma très chère mère Tamani, qui m'a toujours apportée son amour et son sacrifice.

À la mémoire de mon per Mahmoud, qui restera à jamais présent dans mon cœur.

À Mon mari d'être toujours à mes côtés pour me soutenir

À Mes très chers enfants

Akram, Abdel Allah et Mohamed

À Mes très chères sœurs et Mes très chers frères.

À ma promotrice Madame ZEMOURI Samia  
qui m'a toujours orienté et conseillé

À Mes camarades de la promo de la production végétale  
2015/2016 et la promo de la foresterie 2017/2018.

À tous ceux que j'aurais oublié de citer mais qui existent au  
fond de mon cœur et de ma pensée

À mon pays.

Je dédie ce travail

# REMERCIEMENTS

*En premier lieu, nous tenons à remercions chaleureusement notre promotrice, Madame **ZEMOURI**, d'avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup d'attention et de soin. Nous tenons à la remercier pour ses orientations, ses conseils pertinents, et pour la confiance qu'elle m'a accordé pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous adressons également mes remerciements à Madame **LEMITI**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider notre jury.*

*Que Monsieur **OUELMOUHOUB**, trouve ici l'expression de nos sincères remerciements pour nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Notre gratitude est destinée à Mr. **FELLAG**, qui nous a fait profiter de ses précieuses orientations.*

*Nous remercions cordialement Monsieur **BOULAHWECHÉ** le chef département de chimie à l'Université Saad Dahlab de Blida pour son aide.*

*Grand merci à Mr. **ZIOUANE RABAH** informaticien pour sa disponibilité. Il nous a bien aimablement aidés à finaliser notre travail.*

*Nous remercions Mlle **ACHOUR ABLA** et également toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce modeste travail.*

## **Résumé :**

Dans ce mémoire, nous avons tenté de connaître les propriétés physico-chimiques des sols forestiers d'une zone de le Nord Algérien dans le Parc National de Chréa .

Les résultats montrent que les sols forestiers de la région de Chréa sont caractérisés par une texture limono argileux sableux pour la station des quatre bancs et la station des châtaigniers. Le pH des sols étudiés est légèrement acide avec une conductivité électrique qui montre des sols non salé, et un taux de calcaire très faible.

On distingue que les sols de notre région contiennent des valeurs non négligeable de matière organique.

D'une manière générale la station de cèdre et la station des châtaigniers présentent une similarité des constitutions physico- chimique des sols.

**Les mots clé :** la matière organique, paramètres physico-chimique, sol, Parc National de Chréa, cèdre, châtaignier

## **Summary :**

In this thesis, we tried to know the physicochemical properties of the forest soils of an area of northern Algeria in the Chréa National Park.

The results show that the forest soils of the Chréa region are characterized by a sandy clay loam texture for the four-bank station and the chestnut station. The pH of the studied soils is slightly acidic with an electrical conductivity which shows unsalted soils, and a very low level of limestone.

We distinguish that the soils of our region contain significant values of organic matter.

In general, the cedar station and the chestnut station show a similarity of the physicochemical constitutions of the soils.

Key words: organic matter, physico-chemical parameters, soil, Chréa National Park, cedar, chestnut

---

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Localisation du étage bioclimatique subhumide et humide en l’Algérie.....	6
<b>Figure 2:</b> La capacité du sol d’infiltration et des stockages l’eau.....	16
<b>Figure 3 :</b> Localisation de <i>Cedrus atlantica</i> en Algérie.....	26.
<b>Figure 4 :</b> Le cèdre de l’Atlas dans le Parc National de Chr��a.....	27
<b>Figure 5 :</b> Vue générale de la châtaigneraie de Chr��a.....	30
<b>Figure 6:</b> Distribution géographique du Châtaignier <i>Castanea sativa</i> .....	31
<b>Figure 7 :</b> Variations mensuelles des températures moyennes de 2004 à 2013 dans le parc National de Chr��a.....	40
<b>Figure 8:</b> Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2004 à 2013 dans le Parc National de Chr��a.....	41
<b>Figure 9:</b> Variations annuelles des précipitations.....	42
<b>Figure 10 :</b> Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la station de Chr��a (2004-2013)....	44
<b>Figure 11 :</b> Projection de Chr��a dans le climagramme d’Emberger.....	45
<b>Figure 12 :</b> Phases de l’approche méthodologique .....	47
<b>Figure 13 :</b> Photo des stations étudier.....	48
<b>Figure 14:</b> Variation de potentiel hydrique ( pHeau) du sol de la station des quatre bancs.....	56
<b>Figure 15:</b> Variation de la conductivité électrique du sol de la station des quatre bancs.....	57
<b>Figure 16 :</b> Variation de calcaire total des sols de cèdre .....	58
<b>Figure 17 :</b> Variation de taux de matière organique des sols de la station des quatre bancs.....	59
<b>Figure18 :</b> Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols de la station des quatre bancs .....	59
<b>Figure 19 :</b> Classification des sols étudiés dans la station des quatre bancs selon le triangle textural Américain .....	60
<b>Figure 20:</b> Variation de potentiel hydrique ( pH eau) des sols étudiés de la station des châtaigniers.....	61
<b>Figure 21:</b> Variation de la conductivité électrique (CE) des sols étudiés de la station des châtaigniers.....	62
<b>Figure 22 :</b> Variation de taux de matière organique (MO) des sols de la station des châtaigniers.....	62
<b>Figure23 :</b> Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols de la station des châtaigniers.....	63
<b>Figure 24 :</b> Classification des sols étudiés dans la station des châtaigniers selon le triangle	

Liste des figures

---

textural Américain .....	64
<b>Figure 25 :</b> Relation entre la matière organique et le PH des sols étudiés des deux stations...	64
<b>Figure 26 :</b> Relation entre la matière organique et la CE des sols étudiés des deux stations....	65.
<b>Figure 27 :</b> Relation entre la matière organique et le calcaire des sols étudiés des deux stations.....	65
<b>Figure 28:</b> Relation entre la matière organique et le limon des sols étudiés des deux stations.....	66.
<b>Figure 29:</b> Relation entre la matière organique et le sable des sols étudiés des deux stations.....	66.
<b>Figure 30:</b> Relation entre la matière organique et l'argile des sols étudiés des deux stations.....	67

**Liste des tableaux**

**Tableau 1:** Sensibilités des sols à la dégradation.....12

**Tableau 2 :** L'origine des principaux constituants du sol.....13

**Tableau 3:** Moyennes mensuelles des températures corrigées pour la période 2004-2013.....39

**Tableau4:** Moyennes mensuelles des précipitations corrigées pour la période 2004-2013.....41

**Tableau 5:** Caractéristiques physico-chimiques des profils de sol de la station des quatre bans.....55

**Tableau6 :** Caractéristiques physico-chimiques des profils de sol de la station des Châtaigniers.....61

## Liste des abréviations

**A:** Argile

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

**Caco3 :** calcaire total

**CE :** Conductivité électrique

**Cm :** centi mètre

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

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

**g :** gramme

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

**Ha :** Hectare

**Hcl :** acide chlorhydrique

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

**Kg:** kilogramme

**L:** Limon

**m:** metre

**MO :** Matière organique

**ONM :** Office National Météorologique

**P.N.C :** Le Parc National de Chréa

**pH :** potentielle Hydrogène

**S:** Sable

**% :** pourcentage



---

**TABLE DES MATIERES**

**Dédicace**

**Remerciement**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Abréviation**

**Table des matières**

**Introduction générale.....1**

**Chapitre I : Synthèse bibliographique**

**I. Généralité sur les forêts des zones subhumides et humides**

Introduction.....4

1 .Présentation des zones subhumides et humides .....4

1.1. En Méditerranée.....4

1.1.1. Les forêts subhumides et humides dans le bassin méditerranéen.....4

1.2. En Algérie .....5

1.2.1. L'étage bioclimatique subhumide et humide.....5

1.2.2 .Les forêts des zones subhumides et humides en Algérie.....6

**II. Vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones subhumides et humides**

Introduction.....9

1. Les trois fractions du sol.....10

1.1. La fraction solide .....10

1.2. La fraction liquide.....10

1.3. La fraction gazeuse.....10

2. Présentation des sols subhumide et humide.....11

3. Dégradation des sols subhumide et humide.....11

3.1. Sensibilités des sols à la dégradation.....12

4. Origine et diversité des sols subhumides et humides.....12

5. Concept de qualité du sol subhumide et humide .....13

5.1. Qualité physique .....13

5.2. Qualité chimique.....13

5.3. La qualité de la matière organique.....14

6. Influence de la végétation Sur le sol.....14

## TABLE DES MATIERES

---

7. Effet de la température sur le carbone organique.....	14
8. Effet de climat sur les propriétés physique (structure) .....	15
8.1. L'effet de l'alternance de sécheresse et d'humidité.....	15
8. I.2.L'impact de goutte d'eau.....	15
9. Influence des sols sur le peuplement forestier.....	15
10 .Le sol à un rôle essentiel dans le cycle d'eau.....	16
<b>III : Peuplement forestiers et matières organiques des sols.....</b>	<b>17</b>
Introduction.....	18
1. Typologie des matières organique.....	19
1.1. Les Matières Organiques Vivantes.....	19
1.2. Les débris d'origine végétale.....	19
1.3. des composés organiques stabilisés.....	19
2. Les différents types de matières organiques.....	19
3. Evolution de la matière organique (M.O) .....	19
4. Processus de la transformation de la matière organique.....	20
a. La minéralisation primaire (M1) .....	20
b. Humification (H).....	20
c. La minéralisation secondaire (M 2).....	20
5. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol.....	21
a- Actions sur les propriétés physiques du sol.....	21
b- Actions sur les propriétés chimiques du sol.....	21
c- Actions sur les propriétés biologiques du sol.....	22
<b>IV : Les essences forestières.....</b>	<b>24</b>
1 : Synthèse des données sur le cèdre de l'atlas, <i>Cedrus atlantica</i> .....	25
1.1. Position taxonomique.....	25
1.2. Aire de répartition.....	25
1.3. Caractères botaniques et dendrométriques.....	26
1.4 Régénération du cèdre.....	27
1.5. Ecologie du cèdre de l'Atlas.....	28
2. Synthèse des données sur le châtaignier <i>Castanea sativa</i> .....	29
2.2. Taxonomie.....	29
2.3. Espèces et variétés.....	29
2.4. Ecologie du châtaignier.....	29
2.5. Distribution géographique.....	30

## TABLE DES MATIERES

---

2.5.1. Dans le monde .....	30
2.5.2. En Algérie.....	31
2.6. Importance économique.....	31
<b>Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>33</b>
1. Historique et statut juridique du Parc National de Chr�a.....	34
2. Limites géographiques du P.N.C.....	34
2.1. Situation administrative.....	35
3. Cadre abiotique.....	35
3.1. Géologie.....	36
3.2. Pédologie.....	37
3.3. Hydrographie.....	37
4. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....	38
4.1. Les températures.....	38
4.2. Les précipitations .....	40
4.2.1. La neige.....	42
4.2.2. Le brouillard.....	43
4.2.3 Gelée et grêle.....	43
5. Synthèse climatique.....	43
5.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien.....	43
5.2. Le climagramme d'Emberger.....	44
Conclusion.....	45
<b>Chapitre III : Matériel et méthode.....</b>	<b>46</b>
Approche méthodologique.....	47
I. Etude pédologique .....	48
I.1.Réalisation de profil pédologique.....	48
I.2.Analyses physico-chimiques du sol.....	49
I.2.1.pH eau.....	50
I.2.2. Conductivité �lectrique (CE).....	50
I.2.3. Calcaire total.....	50
I.2.4. Matière organique (MO).....	51
I.2.5. Analyse granulométrique (texture).....	52
II : Les produits chimiques et Matériels utilisés.....	52
III. Traitement statistique.....	53

## TABLE DES MATIERES

---

<b>Chapitre IV : Résultats et discussion.....</b>	<b>54</b>
I. Résultats des analyses physico-chimiques du sol .....	55
I.1.Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques du sol de la station des quatre bancs .....	55
I.2 .Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques du sol de la station des châtaigniers.....	61
II. La relation entre la matière organique et les différent paramètre physicochimique du sol étudier.....	64
<b>Discussion.....</b>	<b>68</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>73</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

# **Introduction générale**

## **Introduction**

Les sols méditerranéens présentent une grande diversité en raison de la grande variabilité des facteurs naturels (climat, végétation, physiographie, géologie et lithologie) qui conditionnent leur formation et leur répartition.

Le couvert forestier global en Algérie est de 4,1 millions d'hectares (**DGF in Khallef ; 2004**) soit un taux de boisement de 16,4 % pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Néanmoins, seuls 1,3 millions d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. A l'instar des pays du pourtour méditerranéen l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier. (**Ferka, 2006**).

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

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

Dans ce mémoire on a choisi deux stations dans le Parc Nationale de Chréa à Blida pour chaque station on a étudié les caractères physiques et chimiques du sol. On a voulu connaître à travers cette étude les indicateurs de la qualité des sols Dans cette optique, l'objectif de notre étude est d'améliorer les connaissances relatives aux caractéristiques physiques et chimiques de quelques sols de cette région

A cet effet le travail présenté dans ce manuscrit est développés en deux parties:  
Première partie : Réalisation des profils pédologique dans les stations d'étude choisis  
Deuxième partie : Les analyses physico-chimiques au laboratoire et l'interprétation des résultats

**CHAPITRE I**

**Synthèse bibliographique**

## Introduction

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

Ce climat, ses conséquences sur les milieux naturels et leurs évolutions historiques sont aujourd'hui relativement bien connues grâce aux nombreux travaux menés depuis le milieu du XX<sup>ème</sup> siècle. L'ensemble de ces études montre à la fois une unité liée aux spécificités climatiques (notamment la sécheresse estivale) mais aussi une grande diversité en raison de la fragmentation des milieux, de l'impact de l'homme et des variantes climatiques. Les climatologues définissent en effet différents bioclimats méditerranéens à l'aide d'indices climatiques tels que la moyenne des minima du mois le plus froid (m), la pluviométrie totale annuelle (P), le quotient pluviothermique (ou indice d'Emberger : Q2) ou encore l'indice xéothermique (X). A chacun de ces bioclimats correspond un type de végétation potentielle, et donc un type de forêt avec ses espèces emblématiques et représentatives. La forêt méditerranéenne se présente ainsi comme une forêt plurielle, unique et diversifiée (**Djelaili ; 2014**).



## **I. Généralité sur les forêts des zones subhumides et humides**

### **1 .Présentation des zones subhumide et humide :**

#### **1.1. En Méditerranée :**

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

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

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

#### **1.2. En Algérie :**

##### **1.2.1. L'étage bioclimatique subhumide et humide :**

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

- **L'étage bioclimatique humide :**

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

- **L'étage bioclimatique subhumide :**

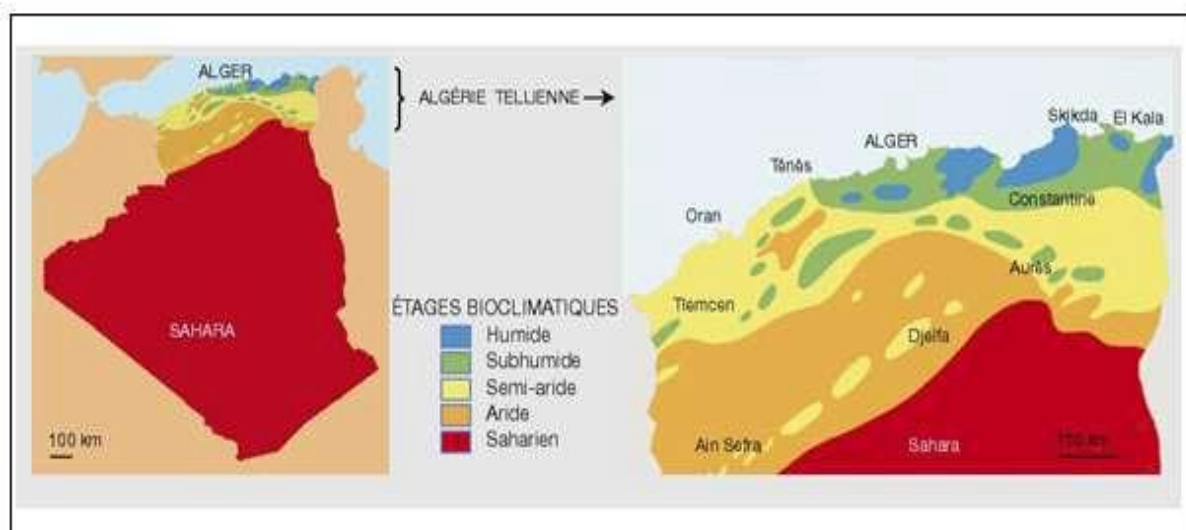
L'étage bioclimatique subhumide Comme nous l'avons souligné, l'étage subhumide est divisé en trois sous étages :

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

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

### 3. Le sous-étage moyen et supérieur doux.

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



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

#### I.2.2 .Les forêts des zones humide et subhumide en Algérie :

- **La forêt du céderai :**

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

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

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

- **Forêt de subeaie:**

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

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

dans les régions de Tlemcen et de Mascara. En général, elle colonise l'étage bioclimatique humide et subhumide. Fortement représentée à l'Est du pays, rare et dispersée à l'Ouest, la subéraie s'étale sur une bande de 450 km d'Alger au Cap Roux (Est d'El Kala), dont la

largeur ne dépassant pas 60 à 70 km. Cette bande côtière se prolonge sur une longueur de 1 50 Km jusqu'à Bizerte en Tunisie.

- **L'association olivier et lentisque (*Oleolenticetum*) :**

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

## **II. Vulnérabilité et dégradation des sols forestiers des zones subhumides et humides**

### **Introduction**

La formation des sols est le résultat de processus biogéochimiques complexes dans lesquels interviennent de nombreux facteurs abiotiques et biotiques qui agissent de façon concomitante (**Ramade, 1993**). Cette formation nécessite l'action initiale des facteurs climatiques qui vont dégrader et dissoudre la roche mère; c'est le phénomène d'érosion. La dissolution, l'oxydation et l'hydratation des minéraux conduisent à la formation de toute une gamme de minéraux (argiles, oxydes de fer, etc.) dont les proportions respectives vont définir le type de sol.

A la différence de la roche, le sol est un milieu vivant, dynamique, très réactif et en constante évolution (**Robert, 1996; Lavelle et Spain, 2001**). Représentant un réservoir de matières organiques et minérales, il sert de support mécanique et nutritif aux êtres vivants, et notamment, pour les végétaux autotrophes qui élaborent la production primaire (**Gobat et al, 1998**). C'est l'endroit où les organismes décomposeurs prennent en charge la dégradation de toutes les matières organiques produites dans l'écosystème (**Vannier, 1979**). Le sol est également le support des activités humaines. C'est le lieu de production agricole et forestière, l'endroit de stockage de matières primaires et de déchets (**Robert, 1996; Gobat et al. 1998**).

Le sol étant un milieu poreux, perméable et le siège de phénomènes de transports (**Bruckler, 1998**), cette pollution peut gagner par des phénomènes d'absorption, de lessivage, etc. d'autres compartiments comme les plantes puis, par l'intermédiaire des chaînes alimentaires, les animaux (**Riviere, 1998**).

Le sol est non seulement un réservoir d'activité, mais également un réservoir d'espèces (**Jocteur monrozier, 2006**). C'est un milieu complexe, organisé et hétérogène.

## 1. Les trois fractions du sol:

Il est un mélange complexe de fragments de roches de granulométries variées, d'organismes et d'humus (ensemble complexe de résidus de matière organique partiellement décomposée et transformée) Pour mieux l'appréhender, on peut le décomposer en plusieurs fractions (**Soltner, 1992**) :

**1.1. La fraction solide :** elle est constituée de deux types d'éléments distincts :

- Les éléments minéraux, ou « constituants mécaniques », qui proviennent essentiellement de l'altération mécanique et chimique de la roche mère. Ils se présentent sous la forme de pierres, de graviers, de sables grossiers ou fins, de limons, d'argiles, de calcaire ou encore d'oxyde de fer. Cette fraction minérale est très dominante sur le plan quantitatif (de 80 à 99% en masse) et relativement stable en composition.
- Les éléments organiques, ou la matière organique du sol (**MOS**). Cette fraction de compositions très variables au cours du temps, peut être plus ou moins abondante dans le sol (de 0% dans les déserts à sols minéraux à plus de 95% dans les tourbières). (**Mustin 1987**)

**1.2. La fraction liquide :** ou la « solution du sol », représente l'eau contenue dans le sol et dans laquelle sont dissoutes les substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des **MOS** et des apports extérieurs tels que les fertilisants et pesticides. Cette fraction est le lieu des réactions chimiques permanentes indispensables à l'évolution de la matière organique et à la croissance des végétaux. Il y a trois types de solutions (**Mustin 1987**) :

- liquide libre qui s'écoule à travers le sol et qui percole par gravité.
  - liquide utilisable par les végétaux qui est retenu plus ou moins fortement par les particules du sol, il occupe les petites lacunes et imbibe les particules par capillarité.
  - liquide inutilisable par les végétaux qui est très fortement lié aux particules solides du sol.

**1.3. La fraction gazeuse :** ou l'« atmosphère du sol », est composée de mêmes gaz que l'air

auxquels s'ajoutent certains gaz provenant de la décomposition des **MOS** (méthane et ammoniac)

## 2. Présentation des sols subhumides et humides :

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

- à tous les histosols car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ; Ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H.
- à tous les reductisols car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol ; Ces sols correspondent aux classes VI
- aux autres sols caractérisés par : des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V (a, b, c, d) ou des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits rédoxiques paraissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur. Ces sols correspondent à la classe IV.

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

## 3. Dégradation des sols subhumides et humides:

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

- La minéralisation des matières organiques du sol (d'autant plus active que le climat est chaud et humide) qui va entraîner la baisse de l'activité de la microfaune et de la mésofaune, responsables de la macroporosité.
- La squelettisation ou l'enrichissement en sable des horizons de surface par érosion sélective des particules fines, des matières organiques ou des nutriments, suite à la battance des pluies qui tasse le sol, casse les mottes, arrache au passage des

particules qui vont former alentour des pellicules de battance et des croûtes de sédimentation favorisant le ruissellement.

### 3.1. Sensibilités des sols à la dégradation

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

**Tableau 1:** Sensibilités des sols à la dégradation.

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

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

- Le tassement touche les sols à textures équilibrées qui ont une toux de limons plus de 25 %
- L'érosion et lessivage menassent les sols à textures limoneuse ou sableuse et déficit d'argiles qui ont moins de 10 % d'argiles

### 4. Origine et diversité des sols subhumides et humides:

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

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

**Tableau 2** : l'origine des principaux constituants du sol.

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

Source : (Gobat et al, 1995).

- La désagrégation physique et l'altération biochimique des roches c'est l'origine des constituants solides de type minéral et la décomposition des êtres vivants représente l'origine des constituants solides de type organiques
- L'origine des constituants liquides représente par la précipitation, nappes et le ruissellement
- L'origine des constituants gazeux sont Air hors sol, matières en composition et la respiration

## 5. Concept de qualité du sol subhumide et humide :

### 5.1. Qualité physique :

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

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

### 5.2. Qualité chimique :

Il est d'abord important de préciser que le sol fonctionne avant tout comme un



système chimique ouvert. De fait de seul processus naturel le sol perd progressivement une partie de stocks en bases notamment les métaux alcaline (K, Na) et alcalino-terreux (Ca, Mg).

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

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

### **5.3.La qualité de la matière organique :**

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

### **6. Influence de la végétation Sur le sol :**

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

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

## **7. Effet de la température sur le carbone organique :**

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

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

## **8. Effet de climat sur les propriétés physique (structure) :**

### **8.1. L'effet de l'alternance de sécheresse et d'humidité :**

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

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

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

### **8.2. L'impact de goutte d'eau :**

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

- L'impact de goutte de la pluie sur l'agrégat ;
- La brise d'agrégat ;
- Eclaboussement ou rejaillissement des particules
- Le transport de débris par l'eau de ruissellements. Massenet (2012).

## **9. Influence des sols sur le peuplement forestier :**

D'après Ferry et al (2003), l'influence du sol sur les arbres est parfaitement identifiable à l'échelle de l'individu (encore faudrait-il aborder les questions de dynamique

d'accroissement et de longévité). Se traduit-elle par des variations à l'échelle du peuplement forestier, en termes de structure dendrométrique (densité, surface terrière, distribution des diamètres...), d'architecture, de dynamique sylvigénétique et de composition floristique?

Le sol (stabilité mécanique, profondeur de l'enracinement, engorgement...) en interaction avec d'autres facteurs (caractéristiques des espèces, vent et pluviosité) influence le cycle sylvigénétique et infine la structure dendrométrique et la composition floristique du peuplement forestier. Dans la gamme de sols étudiés, plus les conditions édaphiques sont contraignantes, plus le peuplement forestier est dense et plus les arbres sont de petite taille, en diamètre et en hauteur (**Belloula ;2011**).

#### **10 .Le sol à un rôle essentiel dans le cycle d'eau :**

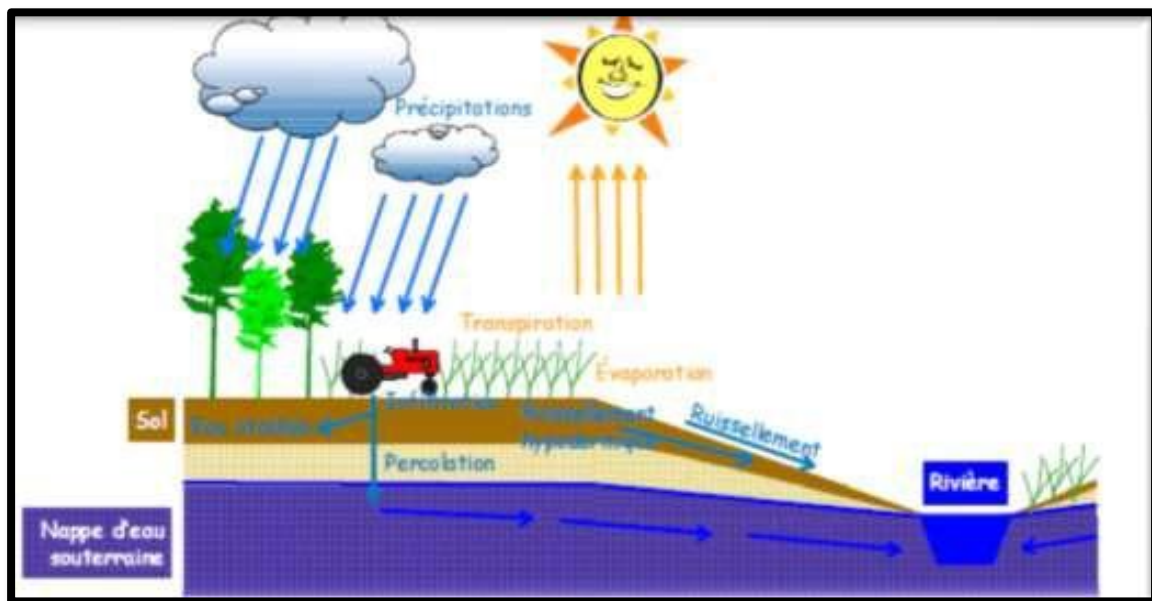
Le sol est un passage obligé pour les eaux qui alimentant les nappes souterraines. Pour les végétaux, le sol n'est pas seulement ce lieu de passage pour l'eau mais aussi le milieu dans lequel les plantes vont puiser l'essentiel de l'eau et des ions nécessaires à leur développement. L'eau effectivement disponible pour les plantes dépend en premier lieu d'énergie avec laquelle elle est retenue. En effet, le sol est un milieu poreux à l'intérieur duquel l'eau est liée (par capillarité) d'autant plus fortement que la taille des vides est la plus petite (**Djelaili ; 2014**).

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

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

- la capacité d'infiltration intervient essentiellement sur la répartition de l'eau de pluie entre la fraction qui ruisselle et la fraction qui s'infiltré ;
- la capacité de stockage conditionne plutôt la quantité d'eau susceptible de percoler.

Des sols sensibles au ruissellement de l'eau ou à l'érosion, d'autres sensibles à la percolation de l'eau.



**Figure 2:** la capacité du sol d'infiltration et des stockages l'eau (G.I.S.S, 2008).

### III. Peuplement forestiers et matières organiques des sols

#### Introduction

Selon **Maignien(1980)** La matière organique est un composant essentiel du sol. Elle influence de nombreuses propriétés édaphiques comme la couleur, la structure, la consistance, etc.

Le terme «matières organiques du sol» regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol. Elles représentent en général 1 à 10 % de la masse des sols.

On désigne sous le terme de M.O un ensemble de substances organiques de nature et de propriétés variées (**Chamayou et Legros, 1987**).

La matière organique (M.O) est définie comme la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (**Mustin, 1987**).

Elle provient de l'activité de tout organisme présent à la surface ou à l'intérieur du sol. Une partie de cette M.O est produite par les organismes vivants: déjections animales, exsudats racinaires, litière végétale et polysaccharides microbiens. Le reste est constitué par les débris des végétaux morts, les cadavres d'animaux et les cellules microbiennes lysées (**Davet, 1996**).

On appelle également matière organique l'ensemble des composés organiques susceptibles d'être incorporés au sol.

### **1. Typologie des matières organique:**

Elles se répartissent en trois groupes :

**1.1. Les Matières Organiques Vivantes (MOV)**, animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microflore du sol...).

**1.2. Les débris d'origine végétale** (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés «**Matières Organiques fraîches** ». Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables.

**1.3. Des composés organiques stabilisés** (« *MO stable* »), les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes. La partie humus représente 70 à 90 % du total (**Duprarque et Rigalle, 2011**).

### **2. Les différents types de matières organiques:**

La matière organique du sol est constituée de deux groupes de substances:

- \_ Les substances humiques qui sont l'acide fulvique, l'acide humique et l'humine (**Morrill et al, 1982, Gary et al, 1994**). Ces substances nouvelles reconstruites à partir de certaines M.O transitoires et certaines matières minérales (**Soltner, 2003**).
- \_ Les composés biochimiques tels que les acides organiques, sucres, lipides et polysaccharides (**Morrill et al, 1982, Gary et al, 1994**).

### **3. Evolution de la matière organique (M.O) :**

La décomposition de la matière organique est définie comme étant le processus de séparation de matériaux organiques dans le sol de leurs constituants de base (**Abiven, 2004**).

D'après **Duchaufour (1995)**, l'évolution de la matière organique fraîche (**M.O.F**) engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaires qui donnent naissance à l'argile.

Les molécules complexes de la matière organique fraîche subissent une décomposition

microbienne qui libère des composés simples le plus souvent solubles.

Une partie subit le processus de minéralisation, c'est-à-dire la transformation en composés minéraux solubles ou gazeux: " c'est la minéralisation primaire". Certains de ces composés peuvent d'ailleurs se réorganiser au cours de l'humification.

Une partie échappe à la minéralisation et sert de matériau à l'édification de molécules nouvelles, de plus en plus complexe, dont l'ensemble constitue l'humus: c'est " l'humification". Ces composés humiques contractent des liens plus ou moins étroits avec les composés minéraux (argiles et oxydes) puis ils se minéralisent à leur tour, mais plus lentement que la matière organique fraîche " minéralisation secondaire".

#### **4. Processus de la transformation de la matière organique:**

##### **a. La minéralisation primaire (M1) :**

C'est la dégradation de la M.O.F, en particulier les composants peu résistants comme les glucides, les protéines et les acides aminés, ainsi que les lipides et les acides nucléiques. Si elle est totale, les produits de la transformation sont des cations, des anions et des molécules simples.

##### **b. Humification (H)**

Sous le terme général d'humification se cachent trois voies de synthèse de matière organique stabilisée, formant l'humus :

- l'humification par héritage (H1), qui donne l'humine résiduelle ou héritée.
- L'humification par polycondensation (H2), qui fournit l'humine d'in- solubilisation.
- L'humification par néo synthèse bactérienne (H3), qui fournit l'humine microbienne.
- L'ensemble de ces trois humines (résiduelle, d'insolubilisation et de néosynthèse bactérienne) forme la partie la plus insoluble et la plus stable de l'humus l'humine.

##### **c. La minéralisation secondaire (M 2):**

C'est la plus lente (1 à 3 %) de la matière humifiée par an mais aboutissant au même résultat que la minéralisation primaire et concernant les molécules organiques préalablement synthétisées par l'humification. Ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la

dégradation (Gobat *et al*, 1998).

## **5. Actions de la matière organique sur les propriétés du sol:**

Les M.O ont de multiples propriétés qui leur confèrent des fonctions primordiales dans les agro-écosystèmes et les écosystèmes forestiers et en font une composante de la fertilité. Les fonctions des M.O participent de façon générale à l'aptitude des sols à la production végétale par l'amélioration de ces propriétés physiques, chimiques et biologiques.

### **a- Actions sur les propriétés physiques du sol:**

La M.O grossière, à la surface du sol, atténue le choc des gouttes des pluies et permet à l'eau pure de s'infiltrer lentement dans le sol ; l'écoulement en surface et l'érosion sont ainsi réduits (Donahy, 1958).

Les M.O assurent la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribuent à la structuration du sol et à la stabilité de la structure. Ceci est dû au grand nombre de liaisons électrostatiques et surtout de liaisons faibles que les M.O peuvent assurer (Balesdent, 1996). Dans les terres manquant de colloïdes minéraux et où l'absence de phénomènes de gonflement « limons ou sables » l'élévation du taux d'humus coïncide avec une certaine tendance à l'agrégation (Duthil, 1973)

La teinte foncée des terres riches en M.O favorise l'absorption de l'énergie solaire. Ceci se traduit par un réchauffement plus rapide des sols nus (Duthil, 1973).

La capacité de rétention du sol pour l'eau est en effet liée à la teneur en M.O en raison de l'hydrophilie extrêmement accusée des colloïdes qui la composent (Duthil, 1973). Cette matière retient d'autant mieux l'eau qu'elle est humifiée, elle régularise le bilan de l'eau dans le sol.

Selon Monnier et Gras (1965) et Hillel (1974) son affinité pour l'eau se manifeste par :

- une force de succion élevée.
- Des phénomènes de contraction et d'expansions des sols, au cours de leur dessiccation-humectation. La quantité d'eau retenue dans le sol est en fonction de la nature du sol et surtout de la teneur en M.O et son degré d'humification.



### **b- Actions sur les propriétés chimiques du sol:**

Les M.O contribuent classiquement à la fertilité chimique des sols. Elles sont une réserve d'éléments nutritifs, principalement pour l'azote, le phosphore et le soufre (**Balesdent, 1996**). Elles sont dans leur ensemble par leur minéralisation, une source d'aliments de certains éléments nutritifs et la facilité de leur utilisation suite à la libération par oxydation de l'humus et de gaz carbonique (**Grissa et Ben kheder, 2000**).

Selon **Duthil (1973)**, cette décomposition progressive est doublement intéressante :

D'une part, elle s'étale sur la quasi-totalité de la période de végétation, ce qui correspond bien à une alimentation régulière et continue et évite des pertes par lessivage ou par insolubilisation.

D'autre part, elle apparaît « complète » que la destruction microbienne des débris végétaux enfuis libères aussi bien N, P, K, Ca, S que d'autre élément moins connus ou moins évidents Mg, Zn, B, Cu, Fe, Al, Si,.. Etc.

Les colloïdes humiques augmentent la capacité d'échange du sol dont un gramme fixe environ 5 fois plus de cations qu'un gramme d'argile (**Soltner, 2003**). Cette propriété rend la M.O dans certains milieux comme les sols sableux, la principale réserve des bases disponibles ( $K^+$  et  $Ca^{++}$ ) (**Balesdent, 1996**).

### **c- Actions sur les propriétés biologiques du sol:**

Les apports organiques facilement fermentescibles permettent d'améliorer l'activité biologique (**Parr, 1973**).

Les M.O représentent un véritable substrat énergétique pour les micro-organismes pour synthétiser leurs propres protéines ainsi que pour former des métabolites (**Ribiero et al, 1976**).

Les matières organiques sont l'aliment des vers de terre et des arthropodes (insectes, acariens...) (**Soltner, 2003**).

Les matières organiques jeunes apportent les sucres et les matières azotées nécessaires aux micro-organismes (**Soltner, 2003**).

Les matières organiques, en améliorant la structure et l'aération du sol, favorisent le développement des bactéries aérobies, indispensables à la minéralisation et aux échanges dans la

rhizosphère (**Soltner, 2003**)

Par son rôle capital dans la fourniture des éléments majeurs et des oligo-éléments. Les M.O favorisant la croissance et la résistance des plantes aux parasitismes (**Soltner, 2003**).

Au contact du substrat minéral, elles ont une grande valeur comme amendement humique, comme « ensemencement microbien » et comme générateur d'enzymes, à ces points de vue, elles sont irremplaçables (**Lasnier-lachaise, 1973**).

#### IV. Les essences forestières

##### 1 : Synthèse des données sur le cèdre de l'atlas, *Cedrus atlantica*

###### 1.1. Position taxonomique

Les espèces de cèdre ont été décrites du point de vue systématique et morphologique par **Boudy (1950)**. La valeur taxinomique exacte de ces populations a été controversée et c'est ainsi que **Maire (1952)** ; **Quezel (1980)** les intègrent dans une seule espèce *Cedrus libanotica* LINK.

Cependant, la plupart des auteurs : **Bariteau et Ferrandes (1992)** classent les espèces de cèdres en quatre espèces différentes. Essentiellement montagnardes, ces espèces se répartissent en quatre zones géographiques différentes (**Nejahi ; 1988**).

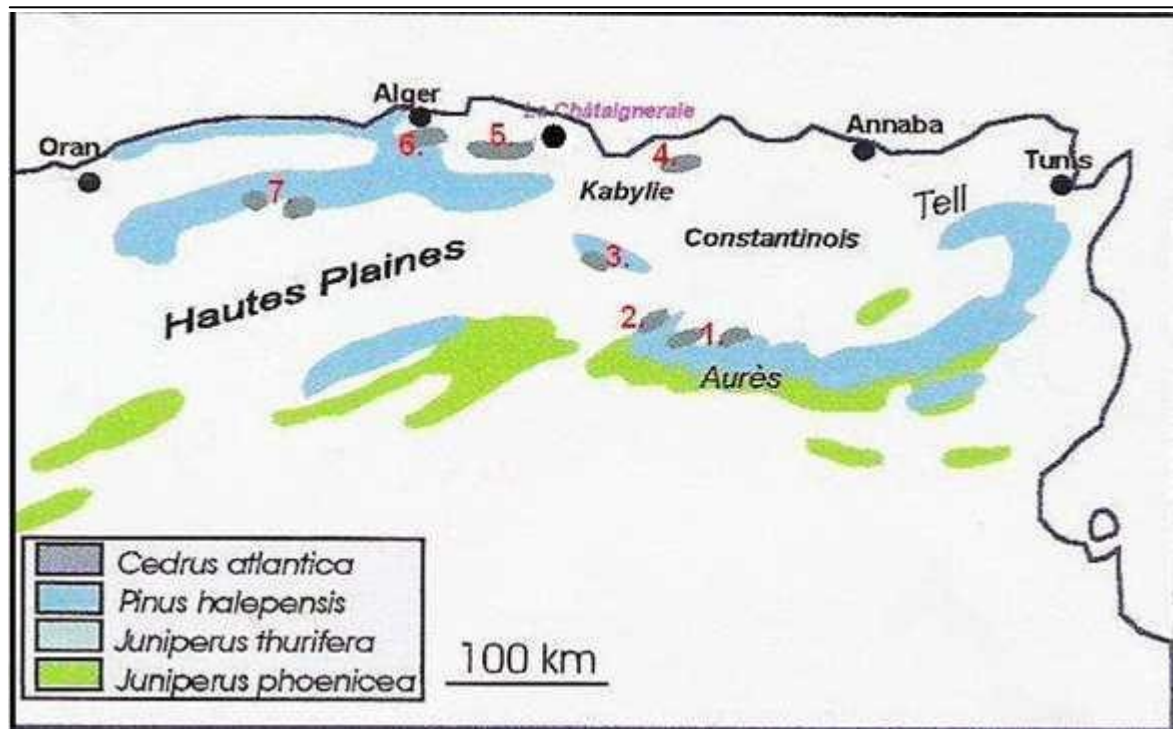
- *Cedrus atlantica* Manetti (Algérie, Maroc)
- *Cedrus libani* Barrel (Liban, Syrie, Turquie)
- *Cedrus deodora* Loudon (Himalaya, Afghanistan)
- *Cedrus brevifolia* Henry (Chypre)

Les études taxonomiques et phylogénétiques récentes basant sur des marqueurs génétiques, ont démontré que le genre *Cedrus* comprend trois espèces, *Cedrus atlantica*, *Cedrus deodara* et *Cedrus libani*, qui lui-même englobe trois sous espèces : *Cedrus libani* spp.*libani* (Liban), *Cedrus libani* spp.*stenocoma* (Turquie) et *Cedrus libani* spp.*brevifolia* (Chypre) (**Sabatier et al ; 2003**).

###### 1.2. Aire de repartition:

L'aire naturelle du cèdre de l'Atlas est très disjointe. Il occupe les montagnes de l'Afrique du Nord et plus précisément celles du Maroc et de l'Algérie (**Boudy p. 1950, Panetsos et a1994, M'herit .1982**)

En Algérie, l'aire du cèdre est très morcelée ; ce morcellement s'explique par les grands changements climatiques survenus durant le quaternaire récent. Les peuplements les plus importants se rencontrent dans les Aurès, mais d'autres cédraies colonisent les massifs montagneux de l'Ouarsenis, de l'Atlas Blideen, des babor et du Hodna. (**Abdessemed, 1981. Derridj ,1990. Benabid, 1993. M'herit, 1994**).



**Figure 3 :** Localisation de *Cedrus atlantica* en Algérie (ROCHE, 2006)

1. Massif de l'Aurès, 2. Monts de Belezma , 3. Monts du Hodna, 4. Les Babors,
5. Massif du Djurdjura, 6. Monts de Blida, 7. Massif de l'Ouarsenis

### 1.3. Caractères botaniques et dendrométriques :

Le cèdre de l'Atlas, est un arbre de grande taille, sa hauteur moyenne est de 40 m mais peut dépasser 50 m, et sa circonférence peut atteindre de 2 à 3 m (M'hirit, 2006). Il possède un port droit, une ramure horizontale.

Les branches ne sont pas étagées en verticilles comme chez le sapin : elles naissent isolement sur le tronc et portent une multitude de petits rameaux. La cime est trapue et prend une forme tabulaire à un âge avancé (Boudy, 1952). Le fût puissant se termine par une flèche très souple qui se recourbe et cède à la moindre brise. L'écorce est de couleur grise, formée de petites écailles lisses qui deviennent crevassées avec l'âge (Toth, 1981).

Les feuilles, en aiguilles, sont réunies en petits bouquets aux sommets de courts rameaux, elles ont de 1 à 2 cm de long. Elles sont vertes ou glauques et vivent généralement 3 ans (Boudy, 1952). Le cône est cylindrique de 5 à 8 cm de long, vert bleuâtre avant maturité puis brun (Toth, 1982); (Nejahi., 1988). Il mûrit en 2 ans (Boudy, 1952). Il se désarticule au contact de l'humidité (Boudy, 1950).



**Figure 4** : Le cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Chr a

#### **1.4 Régénération du cèdre :**

La régénération du cèdre repose sur une série de processus écophysiologiques complexes faisant intervenir plusieurs facteurs du milieu au cours des différentes phases de son développement. **Lepoutre (1954 ; 1961 ; 1963) ; Lepoutre et Pujos (1963) ; Toth (1978 ; 1884), (Derridj, 1990) ;( Malki, 1992) et (Till ,1985)** ont montré l'influence des facteurs climatiques, écologiques et édaphiques ainsi que leurs interactions sur la régénération naturelle.

Le rôle du substrat sur la régénération du cèdre est prépondérant. Le dynamisme de la régénération et le taux de réussite sont fortement liés au type du sol. La régénération s'opère avec une grande vigueur sur les sols meubles et suffisamment profonds, pour être capables de retenir l'eau en saison sèche (**Boudy, 1952**).

#### **1.5. Ecologie du cèdre de l'Atlas :**

C'est une essence à temp rument montagnard et continental. Le cèdre est robuste dans les conditions optimales. Il supporte à la fois l'ombre et la lumière. Il peut rester longtemps sous le couvert du chêne-vert pour se repartir vigoureusement dès qu'il est dégagé. Il est sensible à l'insolation dans son premier âge (**M'hirit, 2006**).

Situé essentiellement à l'étage montagnard méditerranéen, (**Pujos, 1964**) distingue trois types de cédraies selon l'altitude :

- Les cédraies basses : inférieures à 1900m
- Les cédraies moyennes : comprises entre 1900 et 2100m
- Les cédraies hautes : supérieures à 2100 m

Le cèdre s'installe sur divers types de substrats (**Quezel, 1976**) ;( **Benabid, 1982**). (**Quezel, 1980**) souligne que les Cédraies sont en général localisées sur substrats calcaires mais précise que cette prédominance n'est due qu'à la rareté des autres substrats sur les hautes montagnes méditerranéennes. La constitution physique du sol a un rôle plus déterminant. Le cèdre a une prédilection marquée pour les sols meubles ou caillouteux .Il redoute le terrain mouilleux et les cuvettes argileuses mal drainées.

## 2. Synthèse des données sur le châtaignier (*Castanea sativa*) :

### 2.2. Taxonomie

Selon **Khellaf (2015)** Le châtaignier *Castanea sativa* est une dicotylédone à feuilles caduques qui comprend environ 900 espèces décrites. Cette essence forestière appartient à la division *Magnoliophyta*, à classe des *Magnoliopsida*, à l'ordre des *Fagales*, la famille *Fagaceae* et au genre *Castanea* et à la Section des *Eucastanon* qui comprend une douzaine d'espèces. Cette essence a reçu plusieurs synonymies spécifiques ; dont les principales sont *Castanea vesca* Gaertn. et *Castanea vulgaris* Lam.

### 2.3. Espèces et variétés

Les Fagacées sont des angiospermes dicotylédones monoclamydées regroupant des arbres et arbustes à feuilles simples, à fleurs unisexuées, monoïque, groupées en chatons. La pollinisation est anémogame et les fruits sont des akènes. Cette famille domine les forêts tempérées, les régions sèches de l'hémisphère Nord avec un centre de diversité (nombre d'espèce présentes très élevées) dans la zone tropicale du sud-est de l'Asie. Les Fagacées comptent plus de 1 000 espèces, dont pour les plus connues dans les régions tempérées, le châtaignier (*Castanea*), le hêtre (*Fagus*), et le chêne (*Quercus*). Cette famille regroupe 9 genres (**Manos et al, 2001**): *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Chrysolepis*, *Colombobalanus*, *Formanodendron*, *Lithocarpus*, *Trigonobalanus*.

Les Fagacées sont apparues à la transition entre l'ère secondaire et tertiaire. Les séparations entre les différents genres ont eu lieu au milieu de l'ère tertiaire. Les espèces auraient divergé vers la fin de l'ère tertiaire. Le châtaignier appartient au genre *Castanea* qui regroupe 7 espèces décrites dont 4 sont des espèces cultivées : *C. sativa* ou châtaignier européen, *C. crenata* ou châtaignier américain, *C. mollissima* ou châtaignier chinois et *C. crenata* ou châtaignier japonais. Le temps de divergence minimum entre ces deux genres a été évalué à environ 60 millions d'années (**Crepet, 1989**).

### 2.4. Ecologie du châtaignier

Le châtaignier est un arbre majestueux de 25 à 35 m, pouvant mesurer 4 mètres de circonférence à cime large bien branchue et à grandes feuilles caduques (**Desouhant, 1997**). Le fruit est un akène, cloisonné ne s'ouvrant pas à maturité. Sa graine comporte deux cotylédons solides et recouverts d'une pellicule brun clair (**Pratella 1994**). L'enveloppe extérieure et brillante du fruit (péricarpe) adhère à la graine, mais n'est pas soudée à elle. Une

bogue épineuse (cupule) protège les fruits du châtaignier. Le hile relie les châtaignes à la bogue. A maturité, l'enveloppe s'ouvre et le fruit est libéré au niveau du hile (**Conedera et al. 2004**).

Cet arbre monoïque à croissance rapide fleurit au cours de la période estivale, Cette essence a une longévité variable de 500 à 1500 ans. (**Solignat et Chapa, 1975**). Malgré la présence des fleurs mâles et femelles sur le même pied, la pollinisation est du type croisé et est assurée par le vent et les insectes (**Solignat et al. 1975**).

Généralement, la bogue chute après les châtaignes mais cela dépend des variétés. Les conditions climatiques particulièrement le vent et les pluies diluviennes accélèrent la chute des bogues non ouvertes (**Desouhant, 1997**).



**Figure 5** : Vue générale de la châtaigneraie de Chréa

## **2.5. Distribution géographique**

### **2.5.1. Dans le monde**

Les espèces du genre *Castanea*, semble qu'ils sont présentes dans toute l'Europe depuis 60 millions d'années, et qu'à cette époque il a colonisé l'Amérique avant sa séparation de l'Europe. Les deux genres *Quercus* et *Castanea* sont présents au sein des 3 mêmes continents, Amérique, Europe et Asie. Le châtaigner est une espèce importante économiquement pour le bois et la nourriture. Il présente comme tous les arbres un



intérêt écologique certain (Durand, 2009).

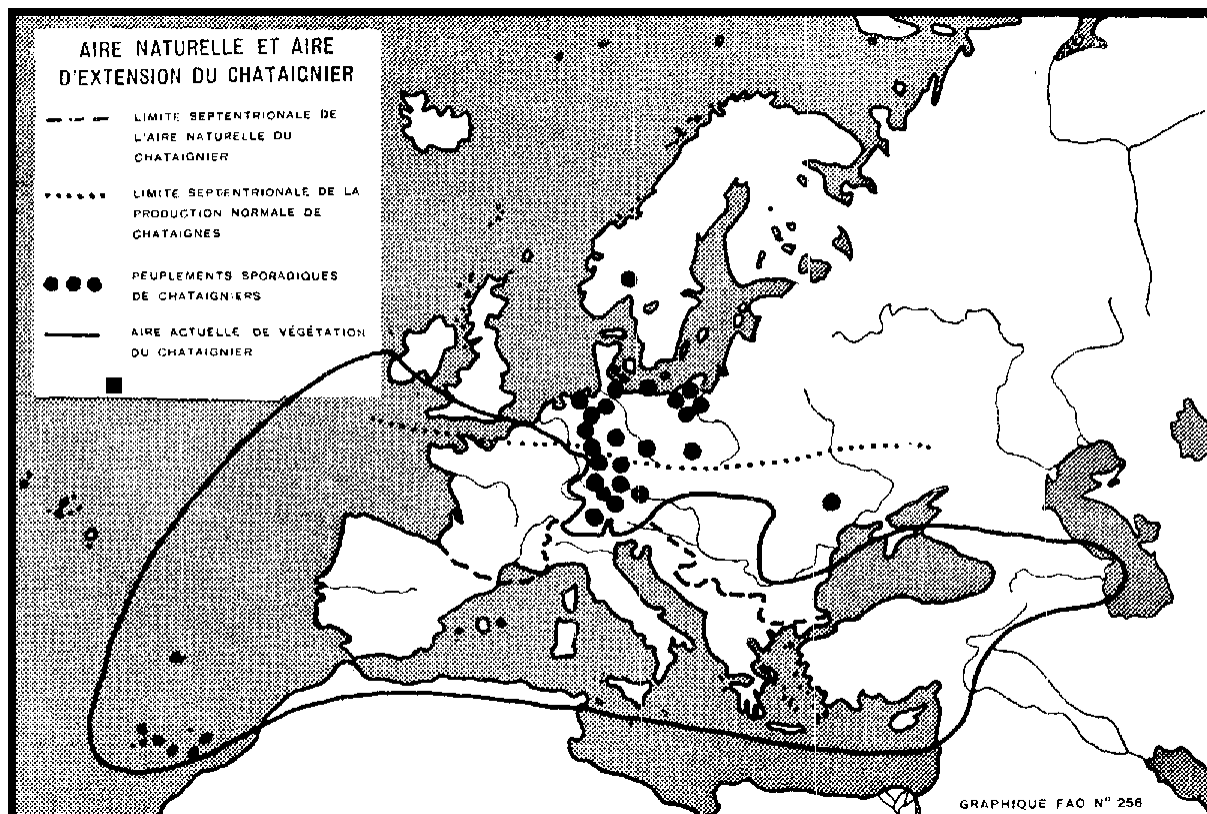


Figure 6: Distribution géographique du Châtaignier *Castanea sativa* (FAO)

### 2.5.2. En Algérie

Le châtaignier existe en Algérie par pieds isolés ou en peuplements très restreints d'Est en Ouest, le châtaignier se localise à El-Kala à 800 mètres d'altitude, à Sidi Ali Bounab (à 18 kilomètres de la ville de Tizi Ouzou) à 800 mètres d'altitude. Au niveau du Parc national de Chréa, il existe une formation plus ou moins importante sur les hauteurs de Blida à une altitude de l'ordre de 1000 mètres (Dekoumi, 1978).

### 2.6. Importance économique :

Le châtaignier est l'un des plus beaux arbres à croissance rapide. Par la beauté de couronne, comme par son développement rapide, le châtaignier est un excellent arbre d'alignement et de bordure. De même il est considéré comme un arbre de pare-feux d'une efficacité extrême, faisant une ombre épaisse et étendue. (Camus, 1929 in khellaf, 2015).

Les fruits du châtaignier ont une haute valeur nutritive et une richesse en vitamine et en matière grasse. (Tricaud, 1913 in khellaf, 2015).

Le bois de châtaignier est également utilisé de façon importante dans l'industrie du tannage, comme combustible, ainsi que pour la construction et la fabrication de meubles. Les châtaigniers croissent surtout dans les régions montagneuses dont ils couvrent les versants, protégeant le sol contre l'érosion. (**Künsch *et al.* 1998**).

## **Chapitre II : Présentation de la zone d'étude**

## **1. Historique et statut juridique du Parc National de Chr a**

Le Parc National de Chr a (**P.N.C**) constitue le cadre physique et biotique de notre région d'étude et pour lequel nous allons présenter les principaux éléments qui le caractérisent.

Après l'indépendance, en 1983, et en application du décret 83-461 du 23 juillet 1983, le **P.N.C** a vu le jour avec ses limites actuelles, sur une surface de 26 587 ha, sur une longueur de 40 km d'Est en Ouest et une largeur de 7 à 14 km du Nord au Sud. En plus de la cédraie de Chr a, le parc englobe également plusieurs massifs forestiers d'une valeur patrimoniale remarquable. Nous pouvons citer les forêts du djebel Mouzaïa à l'Ouest où se développent des formations sylvatiques uniques dans la région ( rabli re, zeenaie), la chênaie verte du djebel Ferroukha à l'Est et la pineraie de Takitoun au sud (**Meddour, 1994**).

## **2. Limites géographiques du P.N.C :**

Situé à 50 km au Sud Ouest d'Alger, le **P.N.C** est localisé sur le massif de l'Atlas blidéen, qui lui même constitue la partie centrale de l'Atlas tellien, compris entre les latitudes N 36  19' et 36  30' et les longitudes E 2  38' - 3  02'.

Vers le nord, il domine l'avant pays septentrional formé de l'opulente et vaste plaine de la Mitidja, la conurbation du grand Alger, les collines du Sahel et le mont Ch noua, cette limite débute par la lisière de la forêt de Yesmeth Ksa mia, atteint le djebel Tamesguida puis se prolonge par la ligne de crête de Mouzaïa, culminant à 1603 m au pic de Mouzaïa. Cette limite passe près de Tamarzit pour atteindre la RN1 au point dit "Rocher blanc", puis elle la remonte pour la traverser au niveau de la confluence des oueds Dedach et Chiffa - Sidi Brahim. Le reste de cette limite est constitué par la courbe de points successifs suivants: Douar Beni Meriem, Koudiat Sidi Messaoud, Douar Beni Ali et enfin la maison forestière de Tisraouine.

Du coté Ouest, la vue s'étend sur la terminaison orientale du massif du Dahra, il est limité par la lisière de la forêt Yesmeth Ksa mia jusqu'à la crête du djebel Tamesguida.

La limite orientale débute au niveau de Koudiat Essardj, passe par le point d'intersection de l'oued Magt a Lazrag et le CW61 et atteint l'oued Bouma ne. A l'Est, la vue s'étend sur le massif du Djurdjura.

La limite méridionale est matérialisée par la crête de Kala  Beni-Moussa et Kef Bou Douela d'une part et par une partie de l'oued Bouma ne, l'oued Beni-Messaoud et l'oued

Mouzaïa. Au niveau de cette limite méridionale, le parc domine au premier plan le plateau de Médéa, et par temps visible il découvre les profondeurs du Titteri

### **2.1. Situation administrative:**

Le **P.N.C** chevauche sur le territoire de 3 wilayas: Blida au Nord Est (17 857 ha soit 67,7% de la surface totale), Médéa au Sud (8 650 ha soit 32,6 %) et Aïn Defla à l'Ouest (80 ha soit 0,30 %), et regroupe au total 12 communes. Seule celle de Chréa est entièrement intégrée dans son territoire.

### **3. Cadre abiotique :**

L'étude du cadre abiotique revient à identifier les principaux facteurs écologiques régissant le fonctionnement de l'écosystème que l'on se propose d'étudier. La caractérisation de ce cadre constitue une étape indispensable pour la compréhension du comportement et des réactions propres aux organismes, aux populations et aux communautés dans les biotopes auxquels ils sont inféodés (**Towsend et al. 2000**).

De plus, quelque soit le niveau de l'organisation auquel on se place, ces facteurs n'agissent jamais isolément car les êtres vivants sont toujours exposés de façon simultanée à l'action conjuguée d'un grand nombre de facteurs écologiques dont beaucoup présentent des variations spatio-temporelles. Par ailleurs, l'action d'un, deux ou trois facteurs fixent le cadre des contraintes qui contrôlent la présence des espèces et la structure des communautés végétales et animales (**Levêque, 2001**).

Aussi, pour la présente étude nous avons retenu un ensemble de facteurs écologiques considérés comme discriminants, et pour lesquels nous présentons ci-dessous leurs principales caractéristiques.

#### **3.1.Géologie:**

D'après **Faurel (1947) in Kadik (2005)**, l'Atlas blidéen a été le théâtre de violents mouvements orogéniques de la fin du Tertiaire, lui donnant surtout dans sa partie centrale un aspect très mouvementé.

**Meddour (1994)**, observe deux vastes anticlinaux de direction Nord-EstUSud-Ouest; le plus septentrional, celui de Blida, s'étend sur plus de 25 km de long entre le djebel Mouzaïa (1603 m) et Koudiat Arbain Ouali (1392 m). L'anticlinal de Takitoun, le plus méridional, s'étire sur plus de 15 km entre le djebel Sidi Mohamed (1407 m) et l'oued Boumaâne. Ces deux anticlinaux sont séparés par une zone synclinale, située entre le col de Talakat et Koudiat Alloue (1313 m).

Ces massifs sont lithologiquement très homogènes, constitués essentiellement de schistes d'âge Crétacé inférieur, plus ou moins argileux par endroits, sans fossiles, d'éboulis de pentes de même origine, et pauvres en éléments minéraux (**Faurel, 1947 in Meddour, 1994**). La quasi - totalité des versants septentrionaux est formée par ces schistes plus ou moins argileux par endroits et rarement fossilifères.

**Bles et al. (1972) in Hamimeche(2007)**, ont donné une description détaillée de la série stratigraphique et de ses caractéristiques d'âge essentiellement secondaire et tertiaire. Nous donnerons ici un bref aperçu des différentes formations décrites :

- Calcaire de l'oued El Kebir et de djebel Marmoucha: calcaire massif cristallin, gréseux ou dolomitiques (Jurassique supérieur) ;
  - Schistes, grés et calcaires de la Chiffa (Néocomien et Aptien, Crétacé inférieur) ;
  - Argiles de Takitoun, une formation de type flysch (Albien inférieur et moyen, Crétacé inférieur) ;
  - Alternance de calcaires argileux et marnes du djebel Sidi Mohamed (Albien supérieur, crétacé moyen) ;
  - Marnes, dans lesquelles s'intercalent de petits bancs de calcaires argileux; du Douar El Hadjar (Cénomaniens et Turono-Sénonien, Crétacé moyen et supérieur) ;
  - Argiles noires et calcaires à silex d'El-Hadjerat Msannou (Paléocène et Eocène inférieur): à la base des nappes telliennes.

### **3.2.Pédologie:**

La nature du sol et l'épaisseur des horizons sont étroitement liés à la nature de la végétation et au type de roche mère. Selon **Killian (1957) in P.N.C. (1999)** les sols du massif de Chréa sont toujours décalcifiés même si la roche mère est calcaire.

Les sols ont une texture à tendance siliceuse, pauvres en calcaires (lessivage) et la matière organique se minéralise lentement (basses températures).

Les pentes érodées et les sommets présentent des sols minéraux bruts ou des sols peu évolués constitués de schistes feuilletés qui se délitent en formant une fine pellicule d'argile. Ces sols sont d'autant plus squelettiques que la pente et l'action anthropique sont fortes.

### **3.3.Hydrographie:**

Le **P.N.C** se présente comme une barrière rocheuse à topographie très tourmentée, accentuée par de profonds ravinements faisant apparaître une multitude de bas-fonds et thalwegs. De plus, l'importance de la déclivité (50 - 70 %) et la nature de la roche (Schistes) sont deux facteurs favorisant l'installation d'un réseau hydrographique creusé profondément (**Abdou et Oukhlaf, 2002**). Sur les versants septentrionaux, on distingue une série d'oueds d'orientation générale Sud-Ouest et Nord-Est qui déversent leurs eaux dans une artère de drainage collective du bassin versant de l'oued Mazafran. Parmi ces oueds on peut citer: l'oued El Kebir au nord et l'oued de la Chiffa au sud. Le parc renferme plusieurs points d'eau (81 sources) dont certains sont permanents (**P.N.C, 1999**).

### **4. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude :**

Les paramètres climatiques sont les principaux facteurs écologiques qui influencent l'écosystème en général et la diversité floristique et faunistique dans son milieu naturel. Les populations d'insectes phytophages sont très sensibles aux variations et aux changements climatiques dans leur milieu. Il s'agit d'une double influence, à la fois directe et indirecte, car le climat conditionne déjà le développement des arbres qui servent de biotopes de sélections vis-à-vis des insectes (**Chararas, 1979**). Les variations climatiques du climat en général déterminent pour une grande part la distribution, l'occupation, le développement, l'activité et les pullulations des bioagresseurs (**Hmimina, 1986**). **Villemant (2006)** souligne que les étés chauds raccourcissent la durée du développement de diverses espèces d'insectes et ce qui favorise l'explosion des populations en général.

Pour une analyse plus fiable des variations climatiques de la zone d'étude du Parc National de Chréa, nous avons considéré et corrigé les données climatiques fournies par l'Office National Météorologique de Dar El-Beida. Suite à l'absence de station météorologique dans le massif forestier du Parc National de Chréa nous avons pris en considération les données de la station de Médéa la plus proche et qui se localise à une altitude de 1030 mètres. La station prospectée se trouve à 1025 mètres. Les valeurs relatives aux différentes variables climatiques ont été corrigées afin d'évaluer la différence d'altitude entre la zone d'étude et l'emplacement de la station de référence. Les corrections ont été effectuées selon les relations proposées par **Seltzer (1946in khellaf, 2015)**. La correction des gradients, pluviométrique et thermique a été effectuée

par extrapolation. Pour 100 m d'altitude, les températures maxima (M) et (minima(m) diminuent respectivement de 0,7°C et de 0,4 °C et la pluviométrie augmente de 40 mm en exposition Nord pour la même tranche altitudinale.

#### 4.1. Les températures

La température représente un facteur limitant de première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, et conditionne la répartition et l'occupation de la totalité des espèces, et des communautés d'êtres vivants de la biosphère (**Ramade, 2003**). La température agit sur le comportement et peut intervenir comme facteur de mortalité. **Chararas (1979)** note que la température exerce son influence de façon constante sur tous les écophases évolutives de l'insecte.

Afin de tirer plus de renseignements, nous avons considéré les températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la période allant de 2004 à 2013. Les valeurs corrigées sont enregistrées dans le tableau 1.

**Tableau 3:** Moyennes mensuelles des températures corrigées pour la période 2004- 2013

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
<b>2004</b>	6,57	9,42	9,72	8,62	12,27	23,32	26,22	26,87	20,87	19,12	9,72	6,37
<b>2005</b>	5,17	3,07	10,12	12,67	20,17	23,97	27,52	24,72	20,22	17,32	10,22	6,02
<b>2006</b>	4,42	5,67	11,02	15,62	19,97	23,52	27,27	24,37	21,21	20,17	13,32	7,37
<b>2007</b>	9,22	8,52	7,97	11,52	16,67	21,92	26,92	25,72	21,82	15,57	9,82	6,77
<b>2008</b>	8,07	8,97	9,07	13,27	15,77	21,07	26,82	27,07	21,72	18,82	8,57	15,12
<b>2009</b>	5,32	6,22	9,87	9,47	18,22	24,17	28,57	26,07	19,42	17,77	16,77	9,32
<b>2010</b>	6,87	8,12	10,07	13,32	14,67	20,77	27,72	26,37	21,22	16,12	9,67	8,32
<b>2011</b>	7,47	6,12	9,47	15,42	16,77	21,37	25,87	27,62	22,72	16,57	10,97	15,67
<b>2012</b>	10,15	7,86	13,15	15,38	18,66	25,05	25,92	28,23	23,8	21,08	16,42	12,26
<b>2013</b>	11,45	10,46	14,45	14,85	17,18	20,37	24,53	25,29	24,03	23,1	14,48	11,29
<b>Moyenne</b>	<b>7,47</b>	<b>7,44</b>	<b>10,49</b>	<b>13,01</b>	<b>17,04</b>	<b>22,55</b>	<b>26,74</b>	<b>26,23</b>	<b>21,70</b>	<b>18,56</b>	<b>12,00</b>	<b>9,85</b>
<b>E-TYPE</b>	<b>2,28</b>	<b>2,18</b>	<b>1,94</b>	<b>2,49</b>	<b>2,42</b>	<b>1,64</b>	<b>1,15</b>	<b>1,25</b>	<b>1,47</b>	<b>2,38</b>	<b>3,01</b>	<b>3,57</b>

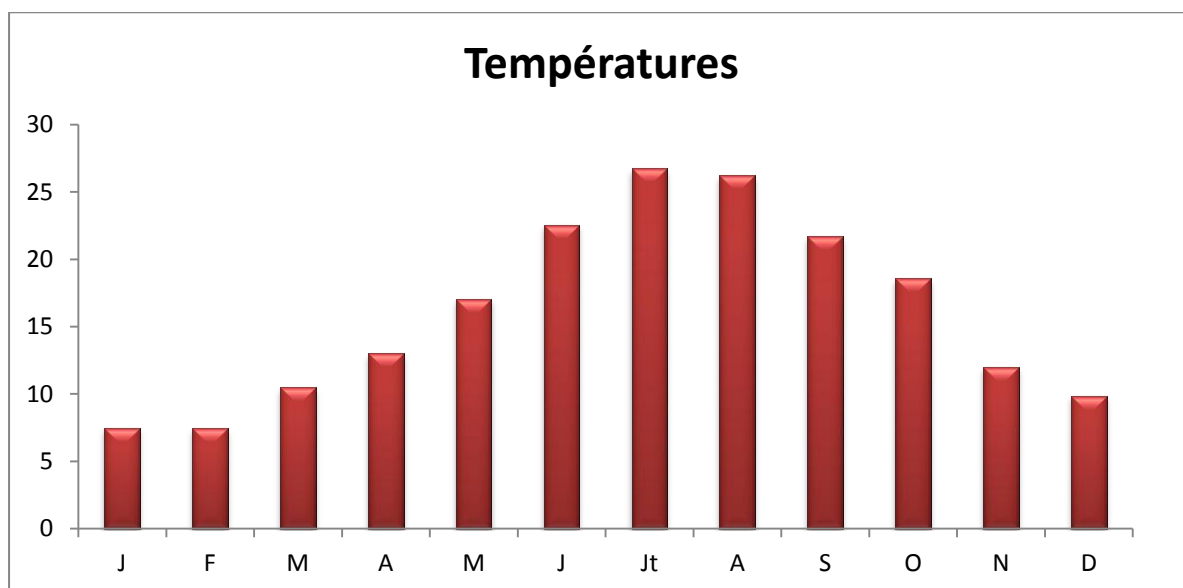
(ONM 2014modifié)

Les moyennes mensuelles des températures corrigées de la zone d'étude entre 2004 et 2014 varient en fonction de la saison, durant la période hivernale, les températures moyennes varient de 7°C à 10°C. Pendant la période estivale, les valeurs moyennes sont comprises entre 21,70°C et 26,74°C.

Les valeurs des écarts types calculées sont plus conséquentes en hiver avec des valeurs de 2,28 à 3,57, respectivement pour les mois de janvier et de décembre, ce qui peut influencer sur la diversité dans son environnement. L'histogramme de la



figure.7 explique davantage les variations thermiques notées au cours des années considérées.



**Figure 7 :** Variations mensuelles des températures moyennes de 2004 à 2013 dans le parc National de Chréa

#### 4.2. Les précipitations

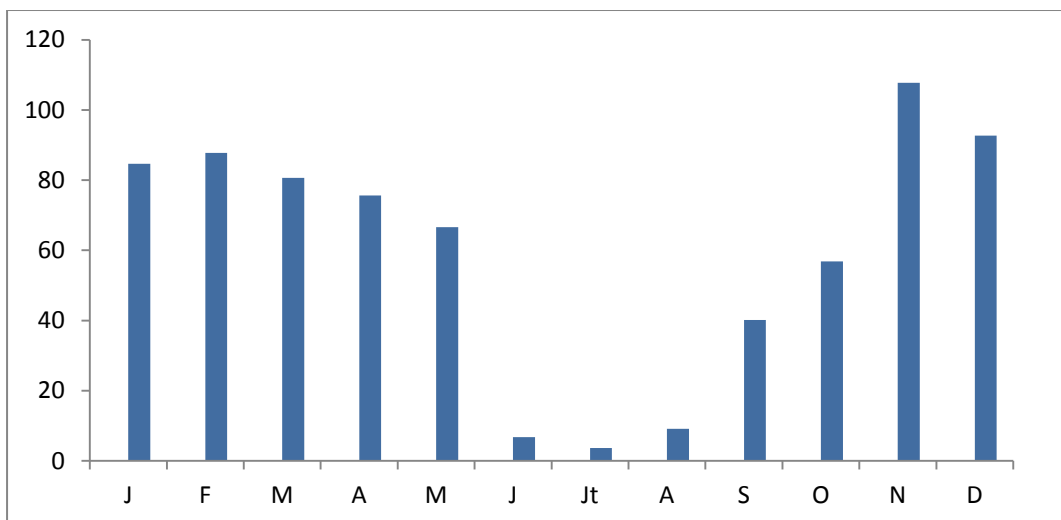
Les précipitations constituent un facteur écologique d'une importance fondamentale dans l'environnement. La répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (**Ramade, 2003**). L'eau représente de 70 à 90 % des tissus de la majorité des espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent un problème écologique et physiologique fondamental (**Dajoz, 1996**). La pluviométrie a une influence sur la biologie des espèces animales, par conséquent elle agit sur la vitesse de développement des animaux, sur leur longévité et même sur leur fécondité (**Dajoz, 1971**). Les données recueillies sur les variations pluviométriques des dix dernières années sont consignées dans le tableau.

**Tableau4:** Moyennes mensuelles des précipitations corrigées pour la période 2004-2013

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moyenne
<b>2004</b>	69	53	70	59	96	7	3	4	28	38	108	139	56,17
<b>2005</b>	83	99	33	17	3	0	0	0	34	105	61	107	45,17
<b>2006</b>	138	97	42	18	115	4	4	4	56	5	20	151	54,50
<b>2007</b>	23	84	206	166	32	3	17	10	65	80	182	78	78,83
<b>2008</b>	36	17	85	15	53	14	5	0	54	87	120	124	50,83
<b>2009</b>	181	24	77	125	45	0	6	5	85	5	20	91	55,33
<b>2010</b>	80	146	83	34	56	7	0	20	23	105	128	77	63,25
<b>2011</b>	92	164	70	67	122	24	2	6	2	56	151	64	68,33
<b>2012</b>	45,5	95	77,6	175,9	24,3	1,7	0	39,8	25,2	83,7	90,4	46,7	58,82
<b>2013</b>	99,2	98,4	62,5	79,7	119,4	7	0	3	29,3	3,5	196,8	49,6	62,37
<b>Moyenne</b>	<b>84,67</b>	<b>87,74</b>	<b>80,61</b>	<b>75,66</b>	<b>66,57</b>	<b>6,77</b>	<b>3,70</b>	<b>9,18</b>	<b>40,15</b>	<b>56,82</b>	<b>107,72</b>	<b>92,73</b>	<b>59,36</b>
<b>E-TYPE</b>	<b>47,57</b>	<b>46,99</b>	<b>47,23</b>	<b>60,73</b>	<b>43,28</b>	<b>7,37</b>	<b>5,19</b>	<b>12,22</b>	<b>24,38</b>	<b>41,34</b>	<b>61,25</b>	<b>36,50</b>	

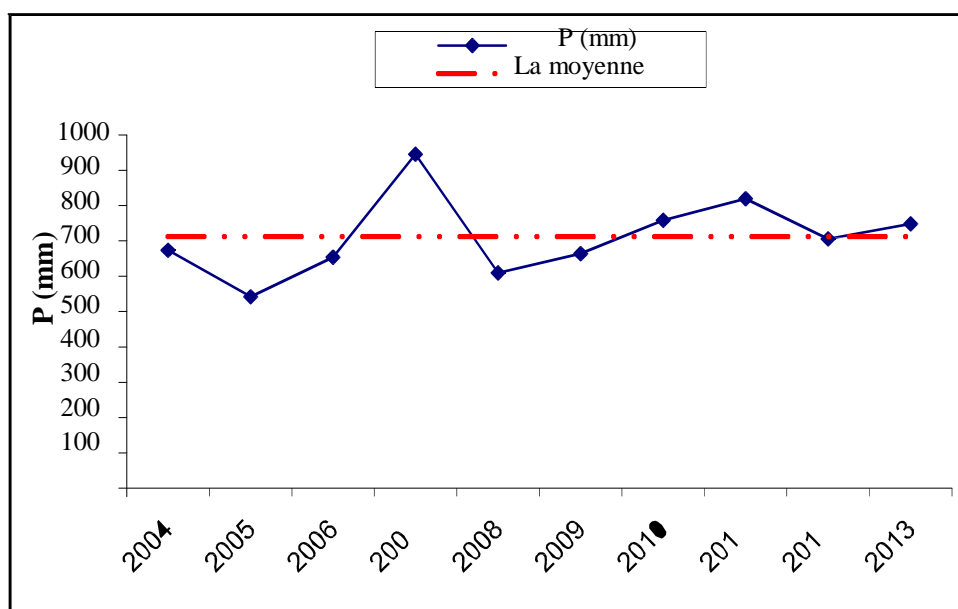
(ONM, 2014 modifié)

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations montrent une variation inter mensuelle des pluies. Cette variation traduit une forte irrégularité entre les différents mois de l'année au cours de cette période, où le mois de novembre demeure le plus pluvieux (107,72mm), par opposition à la période estivale, le mois de juillet est le plus sec avec seulement 3,70mm. Une variabilité mensuelle est également notée. L'année 2011 cumule les quantités de pluie les plus importantes au cours de la période considérée. La figure représente davantage les variations des moyennes mensuelles des quantités de pluie dans la zone d'étude.



**Figure 8:** Variations moyennes des précipitations mensuelles de 2004 2013 dans le Parc National de Chréa

La figure 9, illustre les variations des valeurs des précipitations totales annuelles par rapport à la moyenne qui atteint au niveau de la station d'étude 712 mm sur une période de 10 ans.



**Figure 9:** Variations annuelles des précipitations.

Les fluctuations observées sur courbes par rapport à la moyenne nous indiquent les années excédentaires et les années déficitaires. L'année est d'autant excédentaire que la précipitation moyenne annuelle est supérieure à la moyenne arithmétique des précipitations de la période étudié et si inférieure à la moyenne l'année est dite déficitaire. Sur les années considérées, on note un déficit pluviométrique de 5 années (2004 à 2006, de 2008 et 2009). Le déficit le plus conséquent est noté au cours de l'année 2006. L'année 2007 reste la plus arrosée.

#### 4.2.1. La neige :

Sur l'Atlas Blidéen, le nombre de jours de neige est presque égal au nombre de jours d'enneigement, ce qui prouve que la neige ne persiste pas. L'enneigement est maximum en altitude (Chrèa 1550 m) où la neige atteint 50 cm (**Halimi, 1980**). Cela constitue une réserve hydrique supplémentaire permettant le maintien de formations forestières denses.

#### **4.2.2 Le brouillard :**

Relativement fréquent sur les hauteurs du parc qui sont ainsi souvent plongées dans les nuages. Le brouillard s'étale sur toute l'année avec un maximum de 21 jours en janvier et un minimum de 4 jours en juillet.

#### **4.2.3 Gelée et grêle :**

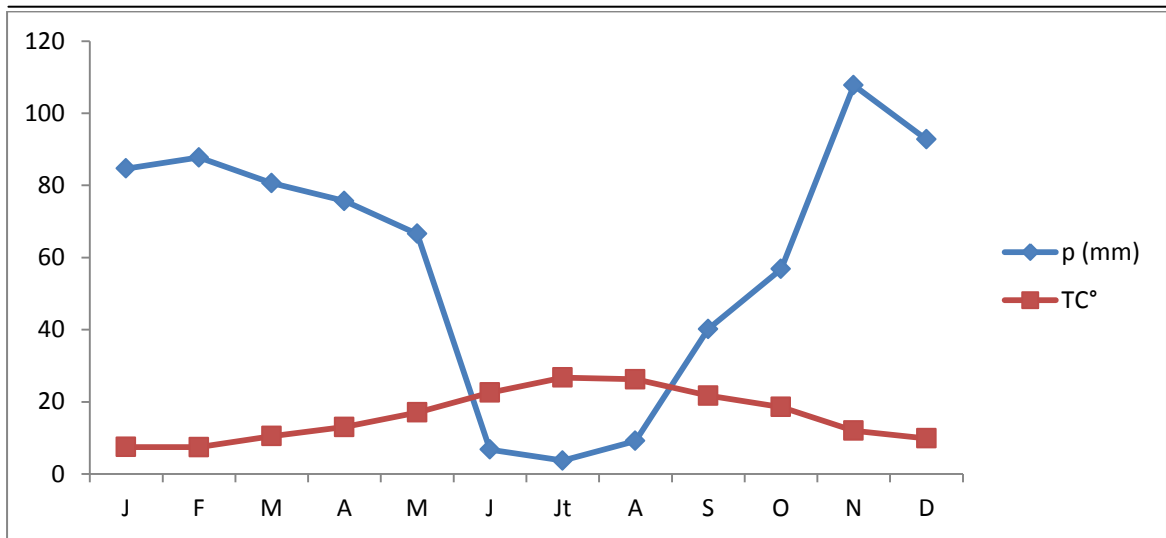
Ces deux facteurs ont une influence néfaste sur la croissance des végétaux. Au Parc, les gelées et la grêle apparaissent au mois d'octobre et disparaissent au début du printemps (**Halimi, 1980**). Selon **Hopkins (1999)**, beaucoup de plantes, en particulier celles originaires de régions à climat chaud, sont endommagées par une exposition à des températures basses au dessous de 0°C. Les signes de lésions externes peuvent revêtir plusieurs formes (flétrissement, chloroses ou nécroses), qui dépendent de l'espèce et de son âge, ainsi que de la durée de l'exposition au froid. Ainsi même les plantes les plus résistantes peuvent subir des dommages importants ou mourir, lorsqu'elles sont exposées à des températures de 0°C ou situées juste en dessous, lors de période de croissance active.

### **5. Synthèse climatique :**

Les principaux facteurs climatiques qui caractérisent les milieux continentaux sont la température et les précipitations. La plupart des formules synthétiques proposées par divers auteurs combinent les facteurs température et pluviométrie pour l'élaboration de diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le climagramme d'Emberger, permettant d'analyser respectivement la période sèche et déterminer l'étage bioclimatique du biotope considéré.

#### **5.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson**

**Bagnouls et Gausson (1953)** considèrent qu'un mois est sec lorsque le total des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius. L'examen de diagramme ombrothermique de la station d'étude indique la présence d'une période sèche qui débute à partir de la deuxième quinzaine du mois de mai et se prolonge jusqu'à la fin du mois d'août, soit trois mois et demi. Quant à la période humide, elle s'étale du mois de septembre jusqu'à la première quinzaine du mois de mai (Fig. 10).



**Figure 10** : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la station de Chréa (2004-2013)

## 5.2. Le climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique établi par Emberger, permet de mettre en valeur les rapports thermiques et pluviométriques d'une région. Il est présenté par la relation simplifiée de **Stewart (1969)** :

$$Q = 3.43 \times P / (M - m)$$

Où :

Q : Quotient pluviothermique d'Emberger

M: Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en Kelvin

m: Moyenne des températures minima du mois le plus froid en Kelvin

P: Moyenne des précipitations annuelles en mm.

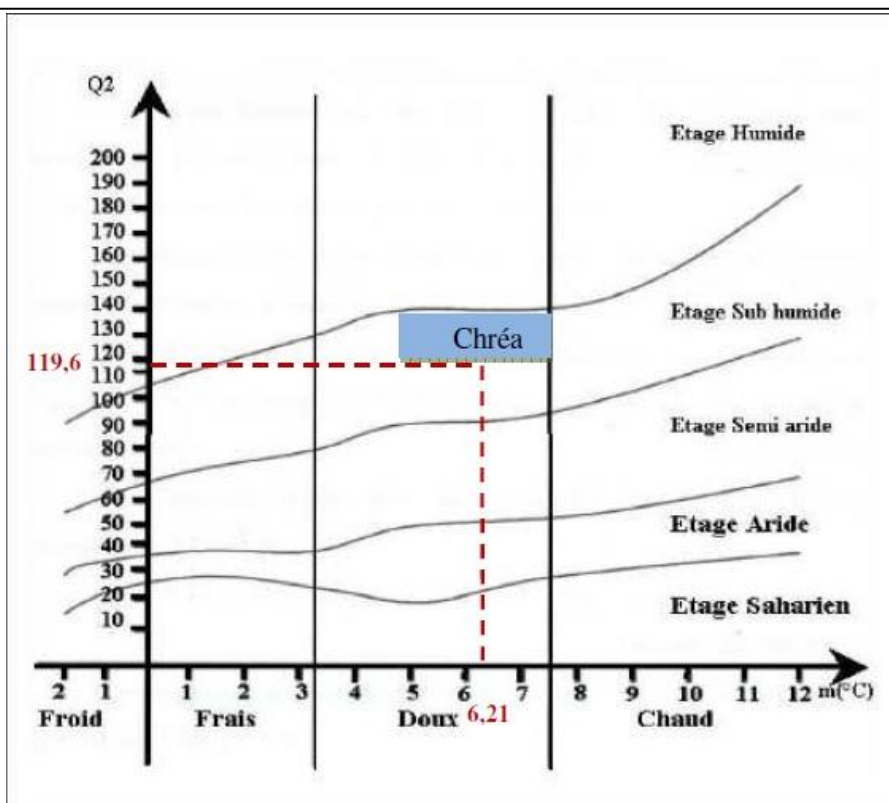


Figure 11: Position de la station de Chréa dans le climagramme d'Emberger

### Conclusion

Selon la synthèse climatique le climat est Sub humide ce qui aura une influence sur caractéristiques physico chimiques du sol e l'évolution saisonnière de la biodégradation de la matière organique au niveau du site d'étude.

## **Chapitre III : Matériel et méthode**

### 1. Approche méthodologique

L'approche méthodologique suivie dans cette étude, consiste à prélever des échantillons de sols de peuplements de châtaignier, cèdre et de pin noire, au niveau du massif de Chéra et d'analyser les caractéristiques physicochimique de sols et d'analyser résultats. Au départ, et en accord avec les forestiers, trois stations ont été retenue, à savoir la station des Quatre bancs ; station des Châtaigniers; et la Station de la Foret Noire.

Cependant, en raison des mauvaises conditions climatiques et des conditions de sécurité, la station de la Foret Noire n'a finalement pas été retenue.

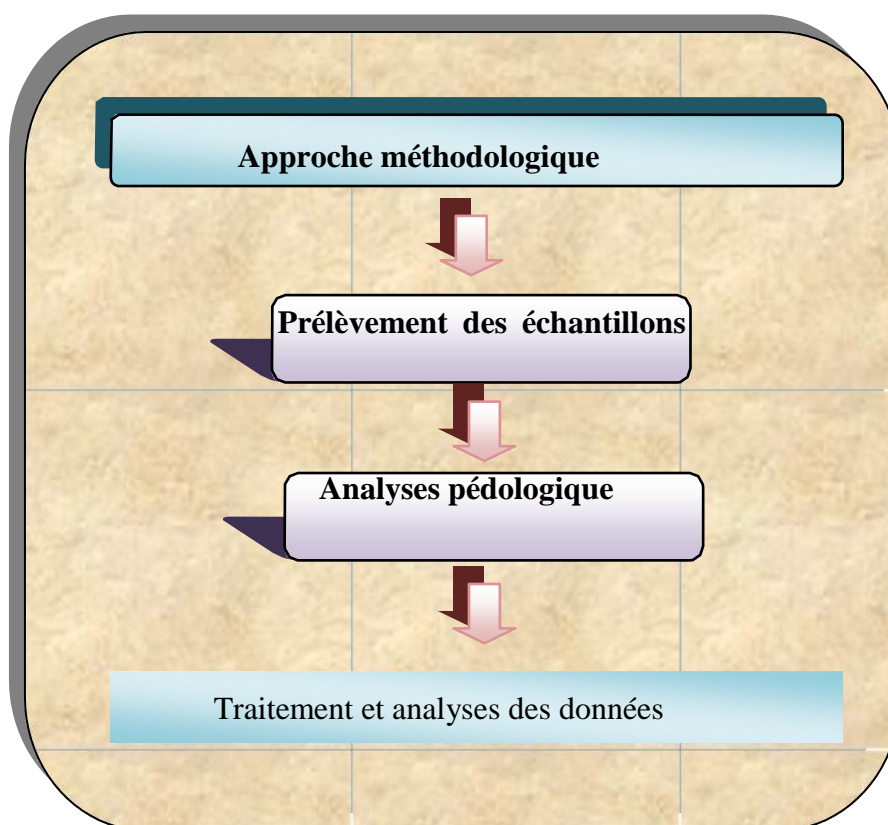


Figure 12 : Phases de l'approche méthodologique

### 2. Le choix de sites

#### Les stations étudiées :

- **Station des Châtaigniers** : se situe à 1000m d'altitude, entre 36°26' 50" N et 002°52' 18" E. Elle est caractérisée par un mélange de peuplement formé de châtaigner, de chêne vert et de cèdre mais à dominance Chêne vert.
- **Station des quatre bancs** : se situe à 1450m d'altitude, entre 36°26' 3,5"N et 002°53'20,6"E. Cette station correspond à la cédraie pure.





**Figure 13** : Photo des stations étudiées

### **3. Etude pédologique :**

Le travail a été divisé en deux parties :

- Etude de terrains : réalisation de profil pédologique
- Travail de laboratoire : analyses physico-chimiques

#### **3.1. Réalisation de profil pédologique :**

Toute étude approfondie de sol commence par une étude spatiale du terrain dirigée par un pédologue ou un agro-pédologue qui va localiser les sites des fosses pédologiques et la détermination des horizons.

Les horizons se différencient les uns des autres par leur couleur, texture, structure, la teneur et la nature de la matière organique. Il est parfois difficile de déceler les différentes limites entre les horizons car ces derniers peuvent être nets ou diffus, rectilignes ou sinueuses.

Les outils utilisés pour réaliser nos objectifs sont :

- Pelle, pelle-pioche voire pioche : pour creuser un profil
- Mètre pliant de couleur claire ou ruban de couturière: pour évaluer l'épaisseur du profil et des différents horizons
- Petit matériel : truelle, spatule(s), couteaux (couteau de cuisine à dent et couteau à pain), sécateur
- Flacon de HCl : pour déterminer si les horizons sont carbonatés
- Un carnet de terrain avec crayons
- Sacs de congélation en plastique et système de fermeture
- Feutres indélébiles
- Etiquettes et stylo à bille ou crayon gras

### ❖ Echantillonnage

Notre travail consiste à creuser quatre profils dans chaque station, chaque profil est composé de deux horizons ; le premier horizon de 0 à 10 cm et le deuxième de 10 à 20 cm.

- L'identification de la station (lieu-dit, coordonnées)
- Le relief et la topographie (altitude, exposition, pente, microtopographie)
- La date du prélèvement
- La profondeur du profil dépend de l'épaisseur du sol
- Nous avons pris les échantillons du bas vers le haut du profil, pour éviter des contaminations dues aux horizons supérieurs.
- Chaque échantillon doit peser environ 1kg
- Nous avons ensachés les échantillons et rempli l'étiquette
- Nous avons rempli la fiche d'échantillonnage pour l'envoi au laboratoire
- Les échantillons obtenus sont dits échantillons de sol frais

Ils subissent alors un séchage, un broyage et un tamisage à 2 mm destiné à retirer les corps indésirables (racines, vers de terre, etc.) et à obtenir un échantillon moyen parfaitement homogène, après séchage. Les analyses de terre classiques sont effectuées sur une aliquote de sol séché par le Laboratoire d'Analyse des Sols de l'université de Blida I

### 3.2. Analyses physico-chimiques du sol :

Les caractéristiques physicochimiques ont porté sur les propriétés suivantes : La granulométrie <Texture> : argile (A), limon (L) et sable (S), Matière organique (MO), Calcaire total, la conductivité électrique (CE), et le pH eau

#### 3.2.1. pH eau

La détermination des valeurs du pH des sols est donnée selon la norme AFNOR., 1998. Il dépend de la concentration en ions  $[H_3O^+]$  de la solution :  $pH = -\log [H_3O^+]$ . Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre. L'appréciation des valeurs mesurées du pH est réalisée selon le tableau 23. La prise d'essai est de 20g de sol tamisé à 2mm.

La mesure de PH permet de caractériser la réaction du sol. La réaction du sol traduit l'état d'acidité ou d'alcalinité du sol. Quand on détermine la réaction du sol en mesurant le PH de la solution, c'est l'acidité que l'on détermine. Selon que la valeur de l'acidité sera forte ou faible, la réaction du sol sera acide ou alcaline.

---

Selon **Coineau, (1974)** le degré de l'acidité est l'un des facteurs abiotiques qui influe sur la faune du sol.

#### **Mode opératoire:**

- Peser 20g de terre tamisée à 2mm et les introduire dans un bêcher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter la suspension à l'agitateur pendant 30 minutes, filtrer le mélange et mesurer le PH en plongeant l'électrode dans la suspension.
- Lire la valeur quand la lecture s'est stabilisée.

Remarque : après chaque mesure, l'électrode doit être rincée à l'eau distillée.

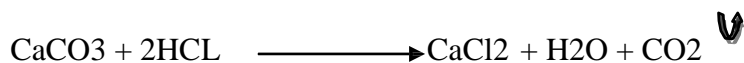
#### **3.2.2. Conductivité électrique (CE):**

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans se sol, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité. Elle a été déterminé par la méthode ISO – 11265 (**ISO, 1994**).

Les mesures ont été réalisé à l'aide d'un conductimètre en plongeant l'électrode dans le surnageant. Les résultats sont exprimée en (dS/m<sup>-1</sup>) et appréciés en classes de salinité

#### **3.2.3. Calcaire total:**

Le principe de dosage du calcaire est basé sur la mesure de CO<sub>2</sub> dégagé du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) se trouvant dans 0.5g de terre neutralisée par l'acide chlorhydrique (HCL). Le dispositif réactionnel est appelé calcimètre de Bernard ou procédé gazométrique, il est composé d'une burette pour la mesure du volume du CO<sub>2</sub> dégagé, d'un tube à essai pour le HCL et d'un erlenmeyer contenant le sol.



Le taux du calcaire est donné par la formule suivante :

$$\% \text{CACO}_3 = 0.3 \times v \times 100 / V \times P$$

V : Volume en ml de CO<sub>2</sub> dégagé par 0.3g de CACO<sub>3</sub> pur

v: Volume moyen en ml de CO<sub>2</sub> dégagé par l'échantillon

P : Prise d'essai en g

### 3.2.4. Matière organique (MO):

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants : le carbone organique. Le carbone organique (CO) est estimé à 58% de la matière organique (MO) d'où :

La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acide sulfurique selon la méthode de Walkley et Black (**Duchaufour, 1991**).

#### Mode opératoire:

- Peser 0.2g de terre séchée (dans le cas des échantillons riches en matière organique, contenant plus de 2.5% de carbone, réduire la prise de terre à 0.1g).
- Introduire la prise d'essai dans un ballon à col large de 500ml.
- Ajouter 10ml de la solution de bichromate de potassium. Préparer un témoin (sans échantillon de terre pour valider la normalité de la solution de sulfate de fer).
- Ajouter 15ml d'acide sulfurique mesuré à l'aide d'une éprouvette ; agiter le ballon et le mettre dans une plaque chauffante jusqu'à ébullition, ensuite on compte à partir de la première goutte de condensation. Laisser refroidir.
- Transférer la solution dans une fiole de 200ml en ajoutant 150 ml d'eau distillée.
- Prélever à l'aide d'une éprouvette 20ml de contenu et le traverser dans un erlenmeyer de 250ml.
- Diluer avec 150ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de solution de fluorure de sodium e et 3 à 4 gouttes de diphenylamine.
- Titrer avec la solution de Mohr 0.2N. Lorsque la couleur commence à changer du brun vers le bleu-verdatre, ralentir la titration. Le virage est obtenu lorsque la couleur vire vers le vert.

➤ La teneur en carbone du sol s'obtient ainsi :

$$\%C.O = (N-n) \times 0.615/p$$

N : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de témoin

n : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de l'échantillon

p : Le poids de l'échantillon en gramme

$$\%MO = \% \text{ de CO} \times 1.72$$

### **3.2.5. Analyse granulométrique (texture) :**

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 norme **Afnor nf X 31- 107 (2003)**.

La fraction totale des sables est séparée par tamisage du contenu du flacon suivi par un séchage pour ainsi obtenir les différentes fractions du sable total (grossier et fin), tandis que les limons et les argiles sont séparés par sédimentation selon la méthode de la pipette Robinson (dans des conditions bien déterminées de température et de temps).

Les trois fractions ainsi déterminées permettent, avec l'utilisation du triangle textural Américain système USDA (**SSDS, 1993**). (Anexe6)

## **4 : Les produits chimiques et Matériels utilisés**

- **Matériels utilisés:** tamis, Ph mètre, agitateur, Becher, éprouvettes, Chronomètre, L'étuve, les capsules, conductimètre, balance de précision, pipetes, pince, pelle, pioche. Broyeur, Calcimètre, papier filtre, entonnoire, erlenmeyere.
- **Matériel biologique :** Sols prélevés dans les différentes stations.
- **Produits chimiques et solution :** KCL, eau distillé, Solution de K<sub>2</sub> Cr O<sub>7</sub> a8%, NaF en poudre, solution de diphénylamine. Solution de Mohr a 0,2 N, le HNP, CaCO<sub>3</sub>.

## **5. Analyse de donne:**

Les différents paramètres physico-chimiques de sol ont été analysés à l'aide du logiciel Excel 2007 et à partir de ce dernier, on a tracé ensuite divers graphiques pour chaque paramètre.

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

## 1. Résultat des analyses physico-chimiques du sol

L'exploitation des résultats des analyses pédologiques nous a permis de caractériser les paramètres physicochimiques du sol dans les deux stations. Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux n° 5 ; 6.

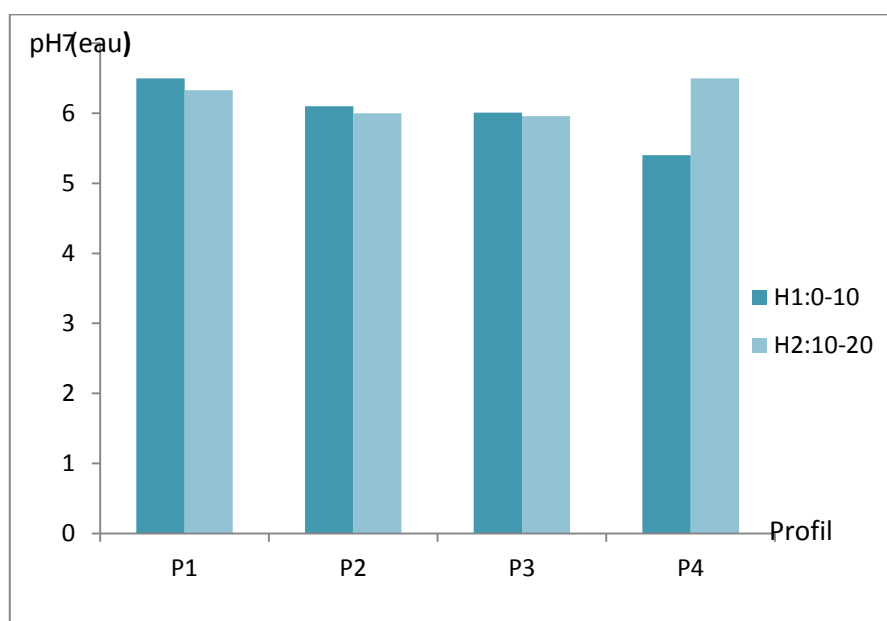
### 1.1. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques du sol de la station des quatre bancs

**Tableau 5:** Caractéristiques physico-chimiques des profils de sol de la station des quatre bancs

Horizon	Profil 1		Profil 2		Profil 3		Profil 4		
	H1 :	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
pH eau	6,5	6,33	6,1	6,00	6,01	5,96	5,4	6,5	
CE (dS/m <sup>-1</sup> )	0,71	0,48	0,66	0,55	0,74	0,79	0,64	0,51	
CaCo3 total (%)	0,75	0,79	0,3	0,45	0,05	0,07	0,26	0,3	
CaCo3 actif (%)	/	/	/	/	/	/	/	/	
MO (%)	4,23	3,17	6,34	3,17	4,23	4,23	2,11	2,11	
Granulométrie	L%	44,1	41,7	45,2	52,3	50,37	48,6	44,5	40,7
	S%	14,1	18,01	9,47	19,18	15,93	15,59	27,15	29,03
	A%	41,1	35,1	55,3	38,23	33,7	35,81	28,35	30,27

Source (Donné personnel)

#### 1.1.1. Le potentiel hydrique pH (eau)

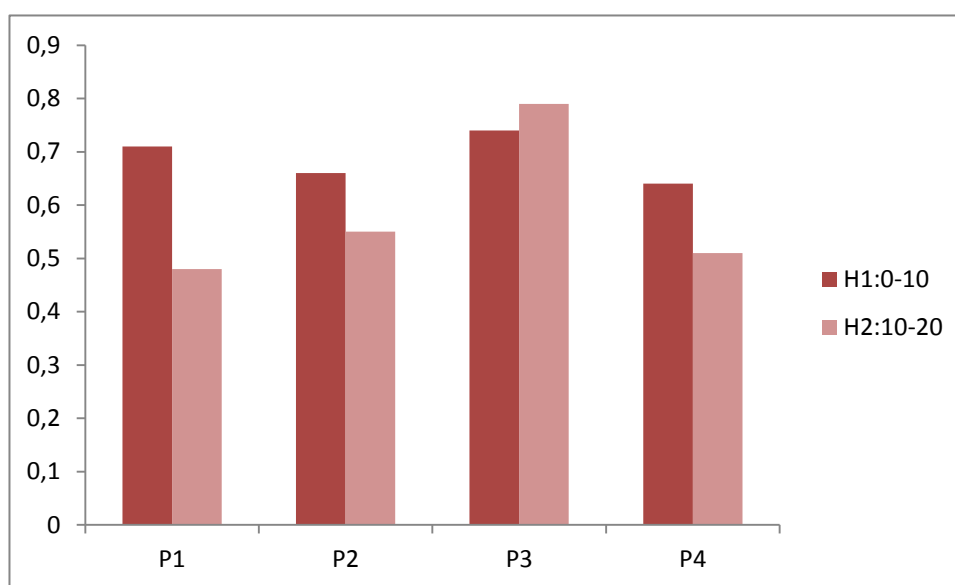


**Figure 14:** Variation de potentiel hydrique pH (eau) du sol de la station des quatre bancs

La mesure du pH d'une suspension d'un échantillon de sol dans l'eau (pH eau) prend en compte la concentration en ions  $H_3O^+$  à l'état dissocié dans le liquide surnageant. Ces ions sont en équilibre avec ceux présents à l'état non dissocié, fixés sur certains composants solides du sol tels que les minéraux argileux, les matières organiques.

Selon le tableau 5 le pH des sols étudiés dans la station des quatre bancs est de 5.4 à 6.5 pour les premiers horizons et de 5.96 à 6.5 pour les deuxièmes horizons. Donc on peut dire que le sol de cette station est un sol légèrement acide (Annexe 1).

### 1.1.2. La conductivité électrique (CE)

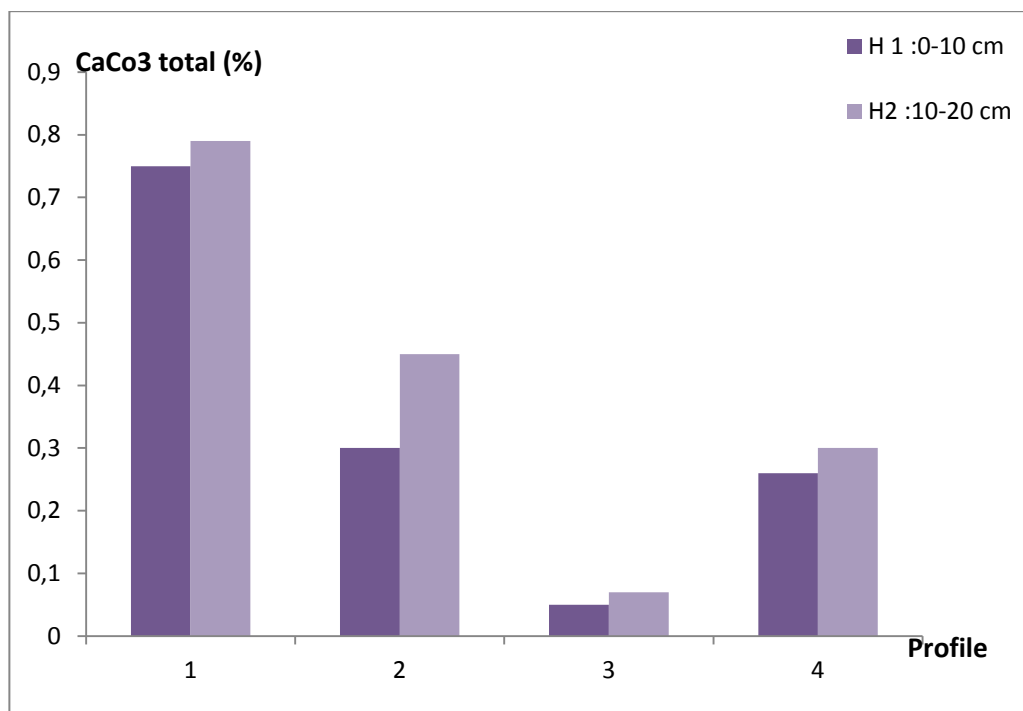


**Figure 15:** Variation de la conductivité électrique (CE) des sols de la station des quatre bancs

Les résultats des analyses de la conductivité électrique montrent que les valeurs s'échelonnent de 0.64 à 0.74 dS.m-1 pour l'horizon 1 et 0.48 à 0.79 dS.m-1 pour l'horizon 2 dans tous les différents profils étudiés. Selon **SSDS (1993)**, les sols des stations d'étude sont non salins. (Annexe 2)



### 1.1.3. Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)

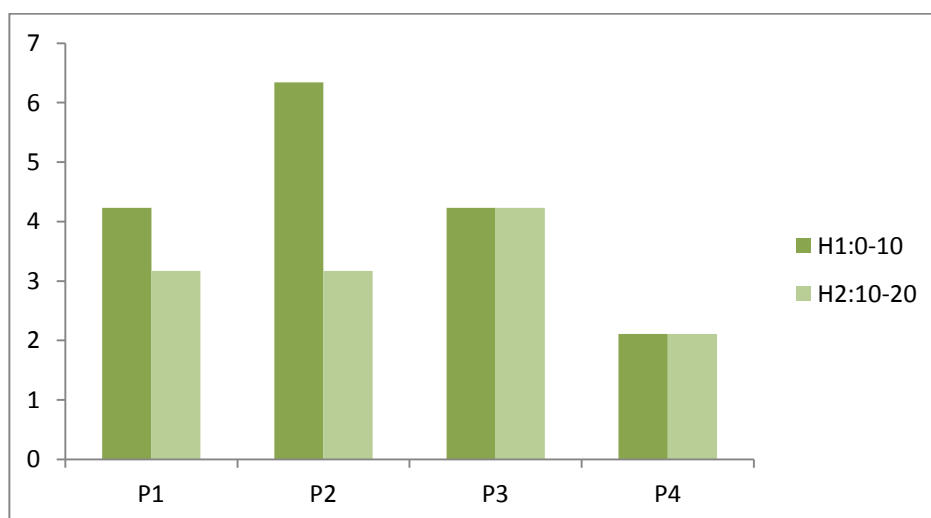


**Figure 16.** Variation de calcaire total des sols de cèdre

Tous les profils pédologiques montrent des teneurs très faibles de calcaire, le taux varie entre un minimum de 0% et un maximum de 0.79% pour tous les profondeurs (H1, H2) dans les deux stations étudiées. Selon (Baize, 1988 in TOUABA, 2018) le sol étudié est classé comme un sol non calcaire. (Annexe3)

D'après les résultats du calcaire total, les profils étudiés présentent un taux de calcaire actif nul.

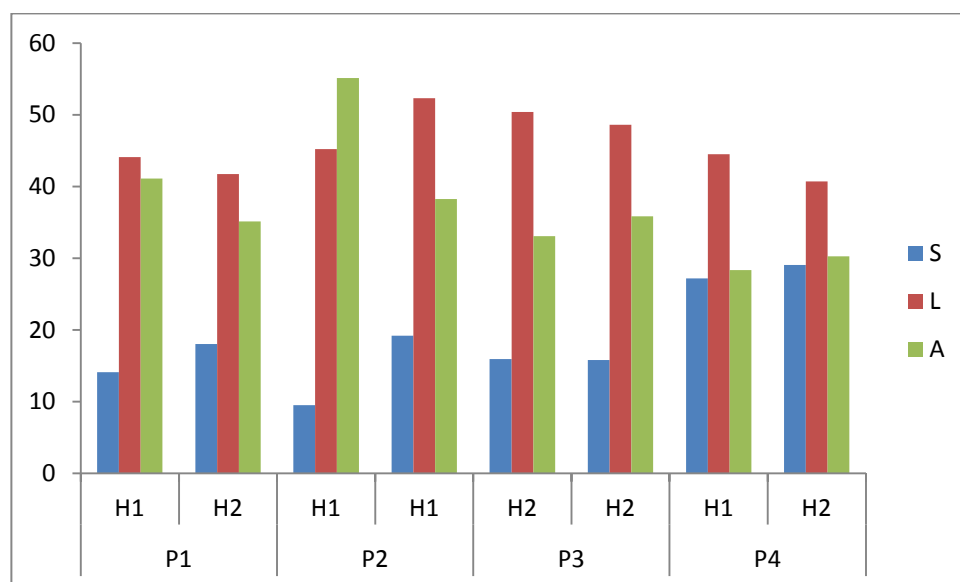
### 1.1.4. La matière organique (MO)



**Figure 17.** Variation de taux de matière organique (MO) des sols de la station des quatre bancs (Classes de la MO selon Hazelton et Murphy, 2007)

Les sols dans la station des quatre bancs présentent un pourcentage maximal de la matière organique dans les premiers horizons plus élevé que les deuxièmes horizons. Avec un pourcentage des premiers horizons et des deuxièmes horizons respectivement (6,34% ; 4,23%) dans le premier et le deuxième profile (p1, p2) par contre le pourcentage dans le troisième et le quatrième profile est le même dans les différent horizons.

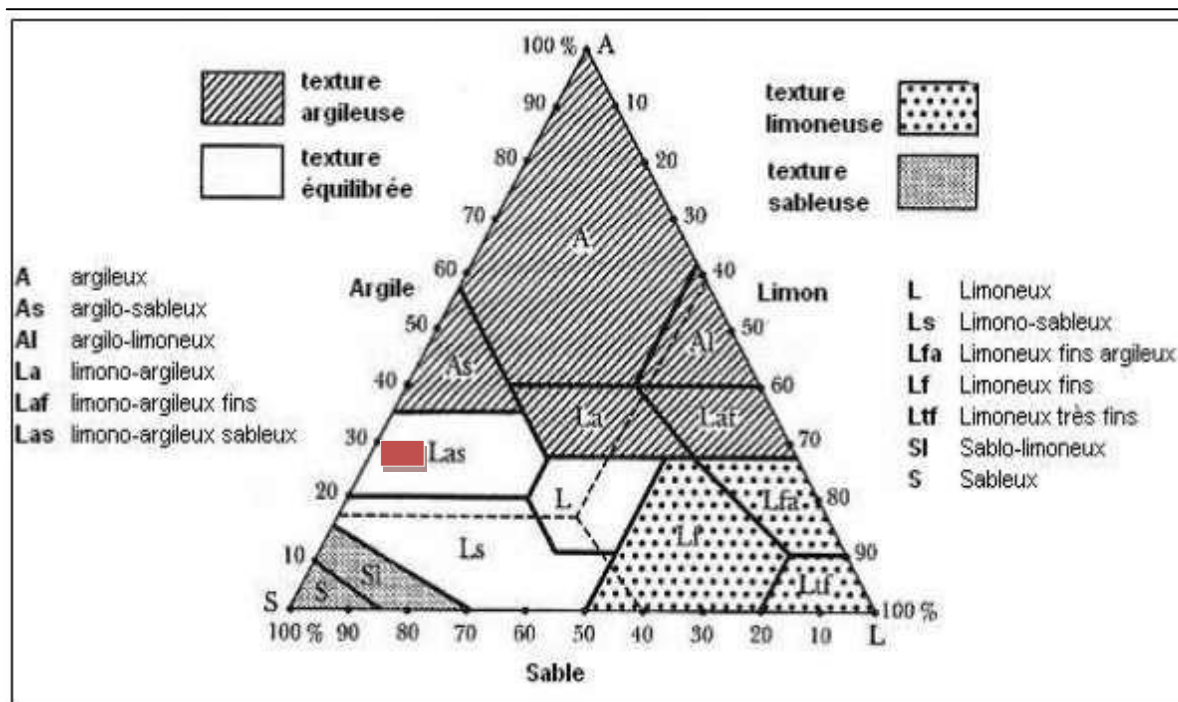
### 1.1.5. La texture



**Figure18 :** Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols de la station des quatre bancs

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

D'après les résultats d'analyse et Triangle textural (Annexe 6) la texture des sols étudiés est concentrée dans les classes de texture **Limono-argileux sableux**



**Figure 19** : Classification des sols étudiés dans la station des quatre bancs selon le triangle textural Américain (SSDS, 1993)

■ : Situation des sols étudiés

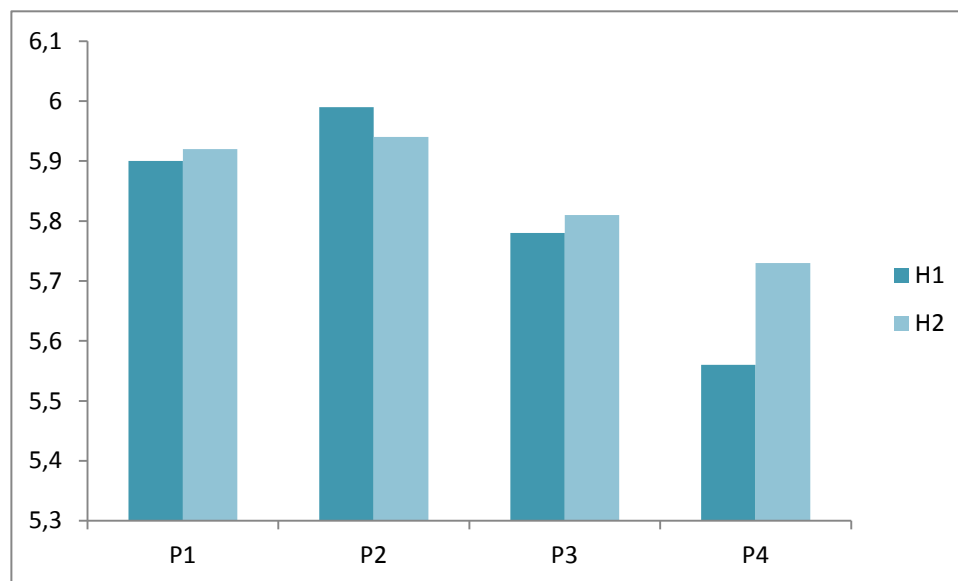
## 1.2. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques du sol de la station des Châtaigniers

**Tableau 6:** Caractéristiques physico-chimiques des profils de sol de la station des Châtaigniers

Horizon	Profil 1		Profil 2		Profil 3		Profil 4		
	H1 :	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
pH eau	5,9	5,92	5,99	5,94	5,78	5,81	5,56	5,73	
CE (dS/m <sup>-1</sup> )	0,74	0,62	0,71	0,73	0,71	0,74	0,74	0,8	
CaCo3 total (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	
CaCo3 actif (%)	/	/	/	/	/	/	/	/	
MO (%)	8,56	5,28	11,83	8,46	5,28	4,23	8,46	2,11	
Granulométrie	L%	56,7	52,02	57,4	53,24	35,9	57,00	45,3	54,61
	S%	8,00	13,2	7,1	9,56	12,17	16,7	8,38	5,79
	A%	35,3	32,9	35,5	37,2	47,4	26,3	46,32	39,6

Source (Données personnelles)

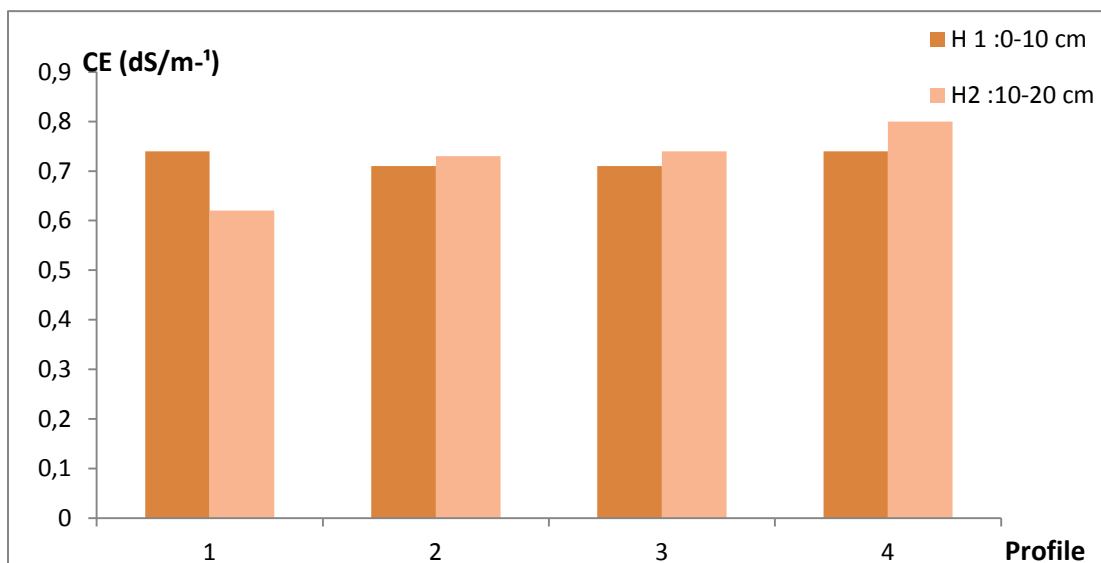
### 1.2.1. Le potentiel hydrique pH (eau)



**Figure 20:** Variation de potentiel hydrique pH (eau) (PH) des sols étudiés de la station des châtaigniers

Selon le tableau 06 les valeurs de PH est de 5.56 à 5.99 pour les premiers horizons et de 5.73 à 5.94 pour les deuxièmes horizons ce qui montre que ce sol est acide.

### 1.2.2. La conductivité électrique (CE)



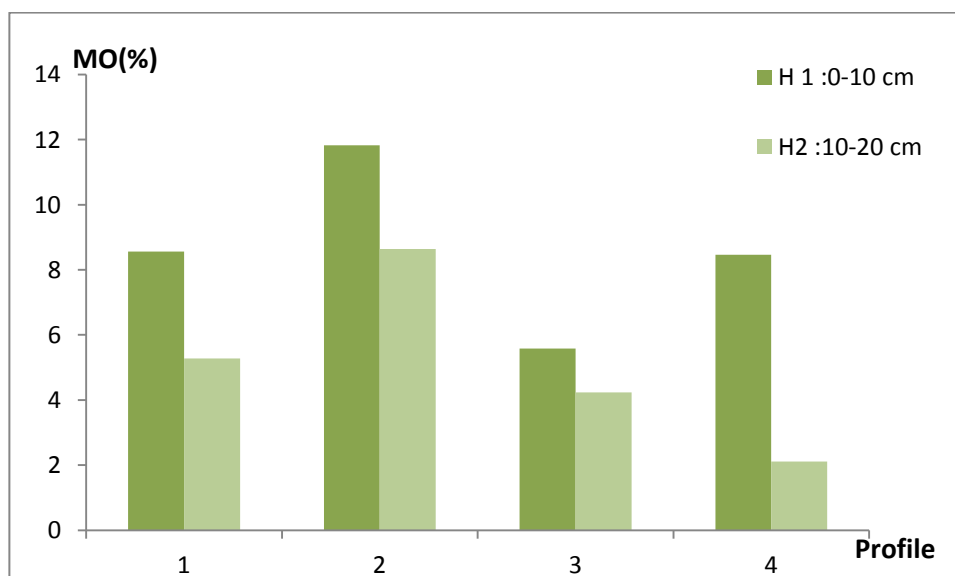
**Figure 21:** Variation de la conductivité électrique (CE) des sols étudiés de la station des châtaigniers

Les valeurs obtenues de la CE sont de 0,62 à 0,8 (dS/m<sup>-1</sup>) donc selon **SSDS (1993)**, les sols des stations d'étude sont non salins. (Annexe 2)

### 1.2.3. Le calcaire total (CaCO<sub>3</sub>)

D'après les résultats du calcaire total qui est nul, le sol de la station des châtaigniers est classé comme un sol non salin.

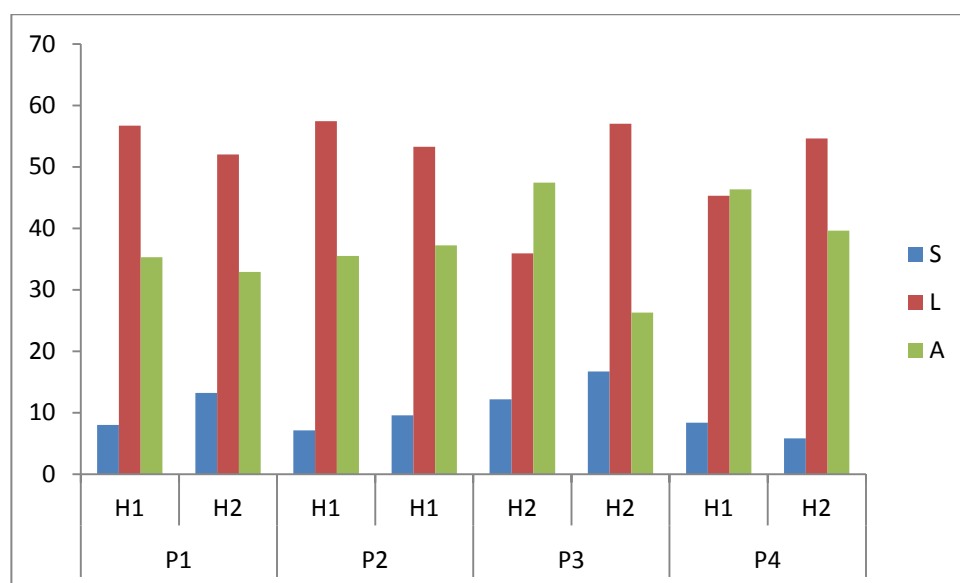
### 1.2.4. La matière organique (MO)



**Figure 22.** Variation de taux de matière organique (MO) des sols de la châtaigneraie (**Classes de la MO selon Hazelton et Murphy, 2007**)

Selon le tableau 06 et les 23 figures le sol de la station des châtaigniers contient des quantités de matière organique très élevés (11 ,83%) avec une diminution de ces quantités dans horizon 2

### 1.2.5. La texture



**Figure23 :** Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols de la station des châtaigniers

D'après les résultats d'analyse et Triangle textural (Annexe 6) la texture des sols étudiés est concentrée dans les classes de texture **Limono-argileux sableux**

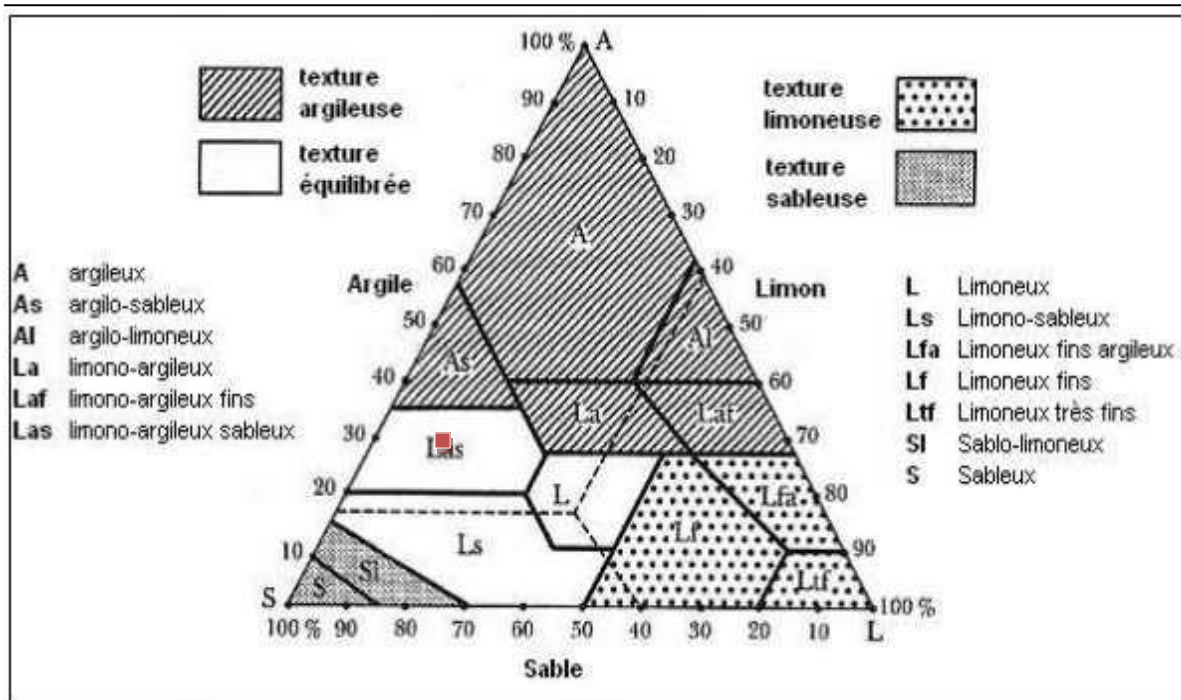


Figure 24 : Triangle textural Américain (SSDS, 1993)

## 2. La relation entre la matière organique et les différent paramètre physicochimique du sol étudiier

Le coefficient de corrélation entre le PH de chaque horizon et le pourcentage de la matière organique a été calculé sur chaque profil des deux stations. Les résultats montrent de la figure 25 que Cette corrélation est très faible ; dans la cédraie ( $r = 0,02$ ) et dans la châtaigneraie ( $r = 0,13$ ) donc elle est non significative.

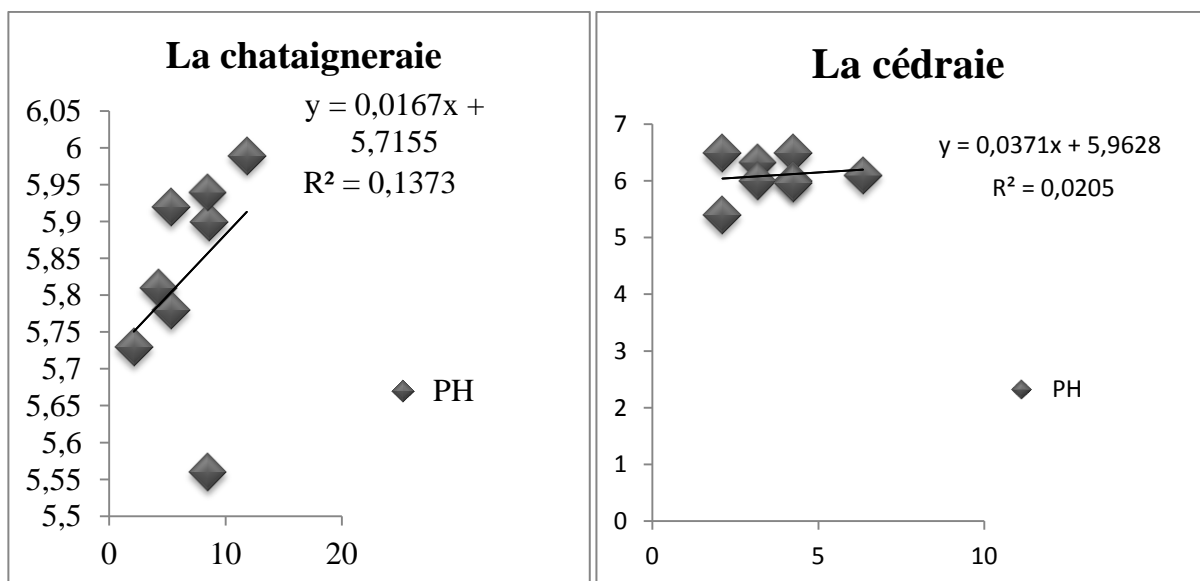
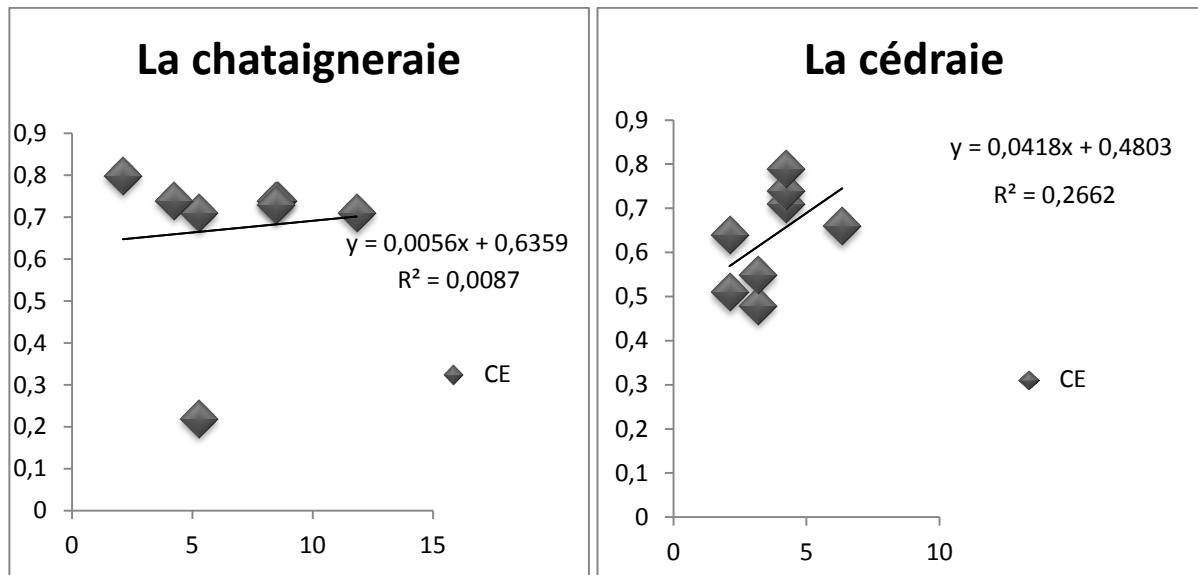


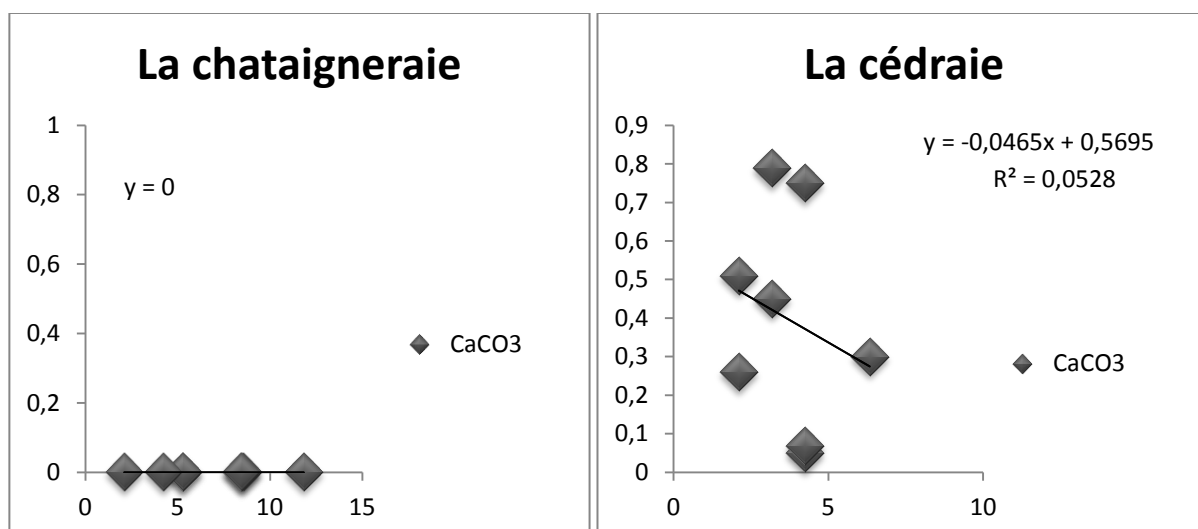
Figure 25 : Relation entre la matière organique et le PH des sols étudiés des deux stations.

Le coefficient de corrélation entre le PH de chaque horizon et le pourcentage de la matière organique a été calculé sur chaque profil des deux stations. Les résultats montrent de la figure 26 que cette corrélation est très faible ; dans la cédraie ( $r=0,26$ ) et très faible dans la châtaigneraie ( $r=0,008$ ) donc elle est non significative



**Figure 26 :** Relation entre la matière organique et la CE des sols étudiés des deux stations.

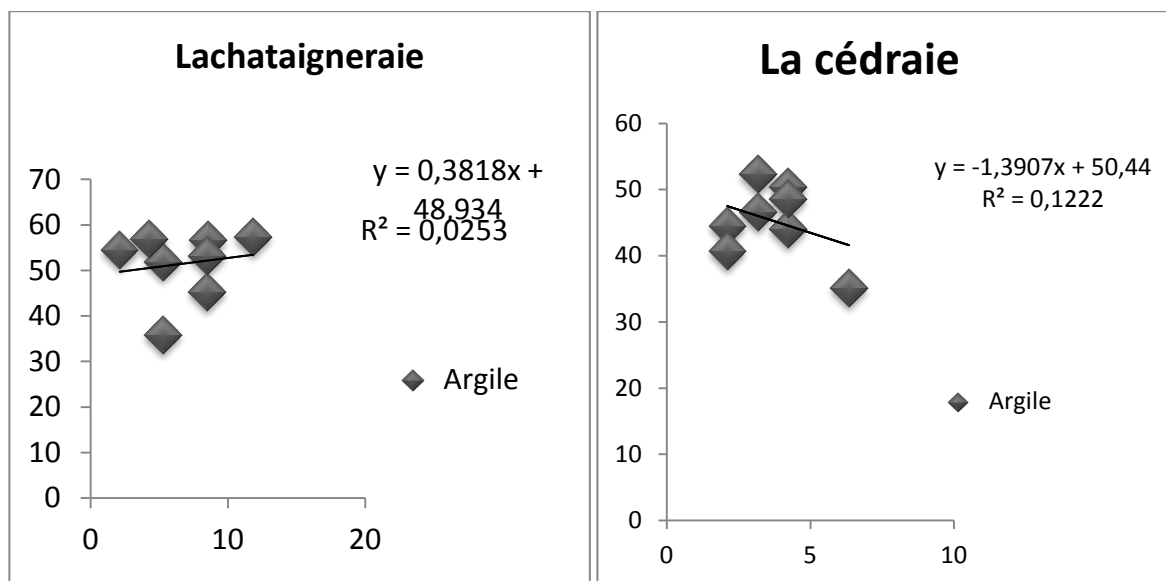
La figure 27 montre que la matière organique et la CE représentant un coefficient de corrélation très faible dans la châtaigneraie ( $r=0$ ) et la cédraie ( $r=0,052$ ) donc la corrélation est non significative



**Figure 27 :** Relation entre la matière organique et le calcaire des sols étudiés des deux stations

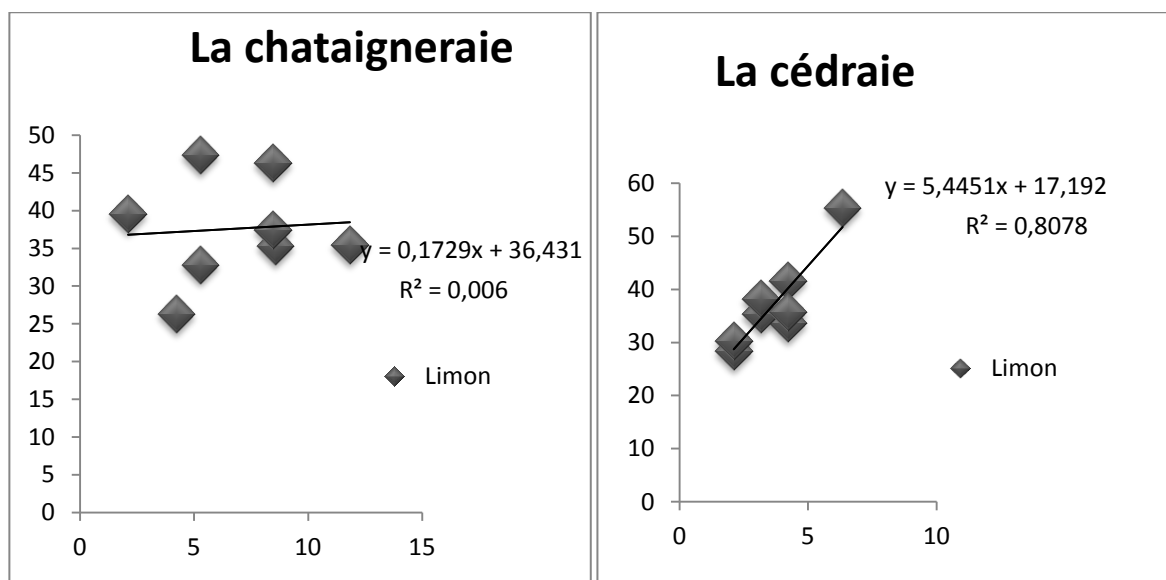


D'après la figure 28 la matière organique l'argile la corrélation est très faible car le coefficient de corrélation est  $r=0,122$  dans la céderai et  $r=0,025$  dans la châtaigneraie



**Figure 28:** Relation entre la matière organique et le limon des sols étudiés des deux stations.

Le coefficient de corrélation entre la matière organique et le limon dans la céderai est  $r=0,8$  donc on peut dire que la corrélation est très significative par contre dans la châtaigneraie est non significative ( $r=0,006$ )



**Figure 29:** Relation entre la matière organique et l'argile dans le sol étudié.

Le coefficient de corrélation entre la matière organique et le sable dans la cédraie est  $r=0,87$  donc on peut dire que la corrélation est très significative par contre dans la châtaigneraie est non significative ( $r=0,118$ )

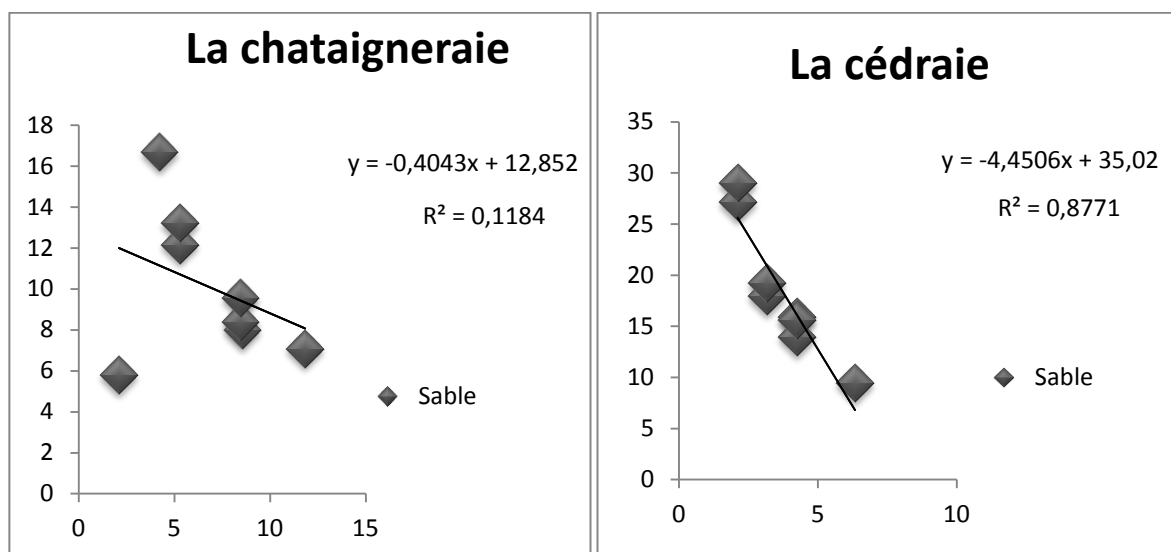


Figure 30 : Relation entre la matière organique et le sable dans le sol étudié.

### **Discussion**

Le pH est un paramètre très important de la dynamique du sol car le degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments dans le sol. Il a une influence sur trois processus importants dans le sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale. La variation du pH dépend des variations saisonnières et du pouvoir tampon du sol (le nombre d'ions en réserve dans le complexe argilo-humique), de l'état hydrique du sol, de sa température et de la présence ou non d'une culture en période de croissance active (**Baize, 2000**).

Le pH de l'horizon superficiel du sol varie significativement en fonction de l'essence. L'impact des essences est surtout significatif dans les dix premiers centimètres du sol (**Ovington, 1953 in Augusto 1999**). Ceci est dû à la proximité de ce volume de sol avec de nombreux facteurs dépendants de l'essence tels que la composition de la litière et des pluviolésivats. Le pH de l'horizon superficiel du sol varie significativement en fonction de l'essence.

Les valeurs de PH obtenue montre que le pH, des sols étudiés sont neutres à légèrement acide (**Annexe 1**).

La conductivité électrique permet aussi de déterminer le degré de la salinité du sol. Elle 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**).

Ce paramètre est en relation avec les cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Na}^{+}$  dus principalement à l'altération des roches sous l'influence des facteurs physiques (**Girard et al. 2005**).

La valeur extrême de la conductivité électrique de sol étudié est de 0,74 dans l'horizon 1 est de 0,80 pour le deuxième horizon.

L'analyse de la conductivité électrique (CE) montre qu'elle est très faible, indiquant que notre sol est non salin (**Annexe 2**) pour les différentes profondeurs des profils étudiés dans les deux stations.

Le calcaire total représente une réserve lentement mobilisable de calcium. Ce dernier possède un pouvoir flocculant par rapport aux argiles et aux composés humiques, d'où la formation du complexe argilo-humique (**Baize, 2000**). Il contribue ainsi à l'organisation de la structure et à la stabilité de cette structure. En plus, le calcaire total conditionne la réaction du sol. Ainsi, les faibles teneurs en calcaire sont liées au caractère

acide tandis que les fortes teneurs dénotent un milieu basique.

Dès un sol ou un horizon est calcaire, de façon généralisée et même faiblement, le pédologue et l'agronome seront sûrs d'être dans une ambiance physico-chimique bien particulière, caractérisée par la surabondance de l'ion  $\text{Ca}^{++}$ , un pH élevé, une saturation du complexe d'échange.

A partir des résultats du calcaire total, les valeurs pour tous nos sols étudiés dans les deux stations est variées entre 0 à 0.79 on peut dire que ce sol est non calcaire (**Annexe3**), donc présentent un taux de calcaire actif nul; Ces résultats obtenus concordent avec ceux de **Oussalah (2016)** et de **Chahboub et al (2016)**. Ces auteurs ont enregistré des taux de calcaire nul dans les différentes profondeurs étudiées de la station des quatre bans de la région de Chréa. L'absence totale de cette fraction (le  $\text{Ca}^{++}$  de la station des châtaigniers) influence sur le taux de saturation du complexe adsorbant en  $\text{Ca}^{++}$  qui est un élément fréquent dans la fluctuation des colloïdes (**Duthil, 1973**).

D'après **Ruellan (1999)**, la fraction grossière de calcaire présente dans le profil (sous forme de concrétion, ou de croute) est une particularité très commune des sols des régions arides et semi aride, lorsque la roche mère sous-jacente présente une prédominance de formations calcaire.

La matière organique (MO) du sol joue un rôle très important dans la stabilité du sol, l'augmentation de la capacité de rétention en eau du sol et la fixation des éléments minéraux. Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat, le drainage et les pratiques culturales (**Drouet, 2010**). Elle représente ainsi un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols.

Dans les échantillons de sol non calcaires, tout le carbone est celui engagé dans les molécules, de toutes dimensions, des matières organiques. Cette dernière représente un réservoir important dans le cycle du carbone. Des études récentes ont démontrées l'importance de la séquestration du  $\text{CO}_2$  atmosphérique dans ce réservoir : le carbone est d'abord immobilisé dans le tissu des végétaux avant d'être soit partiellement minéralisé, soit partiellement stabilisé dans le sol sous forme d'humus (**Van Wesemael, 2006**).

Les résultats obtenus montrent que les valeurs les plus élevées de la matière organique sont observés au niveau de premier horizon pour les deux stations étudiées. et généralement le taux de la matière organique est très élevé dans la station des

châtaignier en comparant avec la station des quatre bancs cette différence due à la défiance de la végétation (le cèdre est un arbre à feuille sempervirente et le châtaignier et un arbre à feuille caduque). Ceux-ci confirment que la teneur de Matière organique dans les sols est liée à la production de biomasse. Donc le facteur qui influencent le taux de matières organiques dans le sol sont à la fois naturel et anthropique, les facteurs naturels les plus importants sont : le climat, le type de roches mères, la couverture végétale, le type de végétation, et la topographie. (**Van Wesemael, 2006**).

D'après **Duthil (1973)**, le taux de matière organique est normal lorsqu'il est inférieur à 4%, ce qui est le cas des sols de la station des quatre bancs. Les sols dépassant un taux de 4%, sont considérés comme humifères par le même auteur. Ce qui est le cas pour les horizons de la deuxième station (châtaignier).

Des études récentes ont montré que l'occupation ancienne d'une parcelle à des fins agricoles pouvait avoir une influence "positive" significative sur le fonctionnement actuel du sol (**Koerner et al, 1997**). L'impact des essences est surtout significatif dans les dix premiers centimètres du sol (**Ovington, 1953 in Augusto 1999**). Ceci est dû à la proximité de ce volume de sol avec de nombreux facteurs dépendants de l'essence tels que la composition de la litière et des pluviollessivats.

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

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

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

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

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

**Conclusion générale**

## Conclusion

Cette étude a été menée afin d'évaluer la quantité de la matière organique de sol des essences forestières résineuse d'intérêt écologique et économique certain, endémique des massifs forestiers de Chréa, à savoir, le Cèdre de l'atlas *et* une essence feuillue tel que le Châtaignier. Nous sommes partis de l'hypothèse que le manque des apports biologiques (résidus organiques et exudats racinaire) qui augmentent la richesse des sols en matière organique serait responsable de cette quantité. Tout changement dans la couverture forestière peut conduire à des modifications profondes dans la quantité MOS.

Les objectifs de ce travail a été d'identifier les fractions de la matière organique du sol qui seraient les plus affectées par le changement du couvert végétal et pourraient éventuellement être utilisées comme un indicateur précoce de l'évolution de la qualité MO dans les sols forestiers.

Les analyses de sols effectuées dans cette étude donnent une vision générale des principaux paramètres physico-chimique des sols forestiers de la zone de Chréa dans la station des quatre bans et la station des châtaigniers cet qui montre une classes de texture argilo limoneux-sableuse pour les deux stations ; un pH neutres à légèrement acide ;des valeurs de CE montre que le sol étudié est non salin ;un taux de calcaire très faible et des valeurs de taux de la matière organique très élevé ce qui permet de dire que le sol de la cédraie la Chataigneraie de Chréa est un sol sain. La santé des sols se répercute inévitablement sur la santé des écosystèmes forestiers et sur la productivité de nos forêts. **(Boileau, 2007)**.

En effet, le changement d'occupation des sols d'un état de forêt de résineux à Cèdre de l'atlas à un état de forêt dominée par des feuillues tel que le Châtaignier provoque, en général, une augmentation de la quantité de la matière organique du sol.

Plusieurs perspectives pourraient être envisagées pour la poursuite de cette étude. Tout d'abord la validation expérimentale devra être poursuivie en prenant en compte des paramètres hydrologiques et édaphiques. Ce qui impose l'élargissement du champ d'investigation à d'autres cédraies

En fin les résultats fournis par cette simulation pourront servir de base de modélisation d'autres phénomènes ayant un impact sur l'évolution de la qualité et donc sur la fertilité des sols forestiers. On peut envisager, par exemple, de récupérer la répartition de la matière organique

du sol entre plusieurs pools pour estimer réellement la durée de vie de chaque fraction, notamment dans les sols des écosystèmes forestiers.



Références bibliographiques

---

Références bibliographiques

## Références bibliographiques

---

**A.D.C.S. (2009)**- Réduction du taux de matière Organique. Fiche technique n°.

3: 53-49p.

**A.D.T. (2012)**- Rôles des Matières Organiques dans le sol. Fiche

N°2. 21-30p.

**ABDESSEMEDK.,** 1981-Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif des Aurès et de Belezma : étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. *Thèse doct. Ing.*, Fac.St. Jérôme, Marseille.199p.

**ABDOU G. ET OUKHLAF N.,** 2002 – Etude phytoécologique des formations végétales de la partie centrale du Parc National de Chréa et proposition de réhabilitation par l'étude de quelques espèces "rustiques". *Mém. Ing. Eco-Env.*, U.S.T.H.B., Alger, 43 p.

**ABIVEN S.,** 2004. Relation entre caractéristiques des matières organiques apportées, dynamique de leur décomposition et l'évolution de la stabilité structurale du sol. *L'agro compagne*. Rennes. INRA. 262p.

**AFNOR.(2003).** Qualité du sol –Détermination de la distribution granulométrique des particules du sol – Méthode à la pipette. NFX 31-107. Paris (France).

**ALATOU DJ, BENDERRADJI, TIR** (1999) les interférences entre le climat et la végétation dans l'extrême nord-est Algérien Essais d'expression cartographique au 1/200.000.55-59p.

**ANONYME 1.** (2006)-secteur etsous-secteur biogéographi que de l'Algérie Tellienne.20p

**AUBERT.** (1970)-Influence de la végétation sur le sol, Influence de la végétation sur les processus de la pédogenèse.12p.

**AUGUSTO .,**1999. Etude de l'impact de quelques essences forestières

sur le fonctionnement biogéochimique et la végétation de sols acides. These de Doct en Sciences de la Terre. Université Nancy-1.72p.

**BAGNOULS., GAUSSEN.,** 1953-Saisons sèche set indice xero thermique. Document Pour les cartes de production végétale.Toulouse. Série généralités.T3.1953.Vol1 Art8.

**BAIZE. D. (1988).** Guide des Analyses Courantes en Pédologie. INRA. (France), 172 p. ISBN: 2-7380- 0075-4.

**BAIZE.D. (2000).** Teneurs totales en «métauxlourds» dans les sols français: résultats généraux du programme ASPITET. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, 40: 39–54.

**BALESDENT J., 1996.** UN point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France. Etude et gestion des sols. INRA. (Afes). Vol 3 N°4. Paris. Pp 245-260.

**BANVILLE . (2009)**-Caractérisation des stocks de carbone de 5 types de formations végétales dans un secteur du bassin versant de la rivière eastmain, baie james. Univ du Québec à Montréal. 158p., 16 Tab., 23 fig.

**BANVILLE. (2009)**-Caractérisation des stocks de carbone de 5types de formations végétales dans un secteur du bassin versant de la rivière eastmain,baiejames.Univ du Québec à Montréal. 158p, 16 Tab., 23fig.

**BARITEAUM., FERRANDÈSP.,** 1992-Les Cèdres. In: Amélioration des espèces végétales cultivées, chap .8 : les espèces forestières /A.Gallais, H.Bannerot, Eds...-1992.-pp.733-743.

**BELLOULA ., 2011.**Etude experimentale de l infliance de la typologie des Cedraies sur la distribution des formes d Azote dans certains sols du massif forestier du CHELIA ( DE KHENCHLA).Mem.Mag en sciences agro.Universite de Batna .140p.

**BENABID A.,** 1993-Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de

## Références bibliographiques

---

l'atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). Silva Méditerranéenne Actes du séminaire International sur le cèdre de l'Atlas. Ifran (Maroc). 7-11 juin 1993. Pp: 62-69.

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

**BOIZARD, DUPARQUE, LABREUCHE (2013)**- Les sols ont une capacité naturelle à se restructurer.19- 21p.

**BOUDY P., 1950**-*Economie forestière Nord Africaine: Monographie et traitements des essences forestières. Éd. Larose, T2(II), Paris, Pp:529-619 ; 878p.*

**BOUDY P., 1952**-Guide du forestier en Afrique du Nord. Les essences Forestières. *Edition la maison rustique, 505p.*

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

**BRUAND, DAMBRINE, LE BISSONNAIS, TESSIER. (1996)**-Qualité chimique et physique des sols: variation spatiale et évolution. 229-244p méditerrané

**BRUCKLER, L. (1998)**.Les transferts dans le sol. In *Sol: interface fragile* (ed.Stengel, P.et Gelin, S.), Paris. pp. 29-40.

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

**CAMUS A., 1929**.Les châtaigniers. Ed. Chevalier.Paris.120p.

**CHABOUB et al., 2016**.Etude de l'enoculation ectomycorrhizienne e pepiniere sur la croissance et la nutrition s plant du cedre de l Atlas en Algerie.*Bois et foret des tropiue*,2016,N 330 (4) 58p.

## Références bibliographiques

---

**CHAMAYOU H. ET LEGROS J.P., 1987.** Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol. Technique vivante. Presses universitaires de France. Paris. Pp 212-213.

**CHARARAS C., 1979.** Ecophysiologie des insectes parasites des forêts. Ed. Chararas, Paris, 297p.

**COINEAU Y., (1974)** – Eléments pour une monographie morphologique, écologique et biologique des Caeculidae (Acariens). *Mém.Mus.Nat.Hist.Nat, Paris, SérieA, 71,1–299.*

**CONEDERA, M., JERMINI, M., SASSELLA, A., & SIEBER, T. N., 2004.** Récolte, traitement et conservation des châtaignes. *Notice pour le praticien, WSL, Birmensdorf, 38, 1-12.*

**CREPET W.L., 1989:** History and implications of the early North American fossil record of *Fagaceae*. Crane, P.R., Blackmore, S. Evolution, systematic, and fossil history of the Hamamelidae 2:45-66

**CTIFL. (2012)**-le Point sur Fertilité des sols.N° 33. 1-10p

**D.G.A.L.N. (2013)**-Guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides. 63p.

**DAJOZ R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.

**DAJOZ R., 1996.** Précis d'écologie, Ed. Dunod, Paris, 551p.

**DAVET P., 1996.** Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. 383p.

**DAVIDSON E.A. ET JANSSENS I.A. (2006)** -Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change». *Nature*, vol 440, no. 9, p. 165-17

**DEKOUMI B., 1978.** Etude des possibilités d'extension du châtaignier *Castanea sativa* en

## Références bibliographiques

---

Algérie. Thèse Mag, ElHarrach. Alger, 81p.

**DERRIDJ A.**, 1990 -Etude des populations de *Cedrus atlantica*. Manettien Algérie. Thèse Doct. Université de Toulouse. 282p.

**DESOUHANT E.**, 1997. Stratégies de ponte et traits d'histoire de vie chez les insectes. Exemple du balanin de la châtaigne, *Curculioelephas* (Coléoptère, Curculionidae), en conditions naturelles. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard-Lyon I-

**DJELAILI .**, 2014. Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des pinèdes (*Pinus halepensis*) de la wilaya de Tlemcen. Mem Master II e en écologie végétale et environnement. Université de Saida .58p.

**DONAHY R.**, 1958. Nature des sols et croissance végétale. Ed. D'organisation. Paris. 312p.

**DROUET E.** (2010). Impact de la température sur la carbonatation des matériaux cimentaires: prise en compte des transferts hydriques. Thèse de Doctorat, École Normale Supérieure de Cachan (France). 260p.

**DUCHAUFOR PH.**, 1995. Abrégés pédologie: sol, végétation, environnement. 4<sup>ème</sup> Ed. Masson. Paris. 324p.

**DUCHAUFOR P.** (1991). Pédologie, Sol, Végétation, Environnement. Ed. Masson, Paris (France). 289p. ISBN: 2-225-82421-5.

**DUPRARQUE A, RIGALLE P, 2011** : *Composition des MO et turn over ; Rôles et fonctions des MO*, actes du colloque « Gestion de l'état organique des sols », 27 janvier 2011, Agrotransfert.

**DURAND J.** 2009. Contribution à la cartographie génétique chez les Fagacées. Thèse de doctorat. Bordeaux 1.

**DUTHIL J.**, 1973. Elément d'écologie et d'agronomie. Tome II. Exploitation et

## Références bibliographiques

---

amélioration du milieu. Ed.J.B. Baillière. Paris. 265p.

**DUTHIL.J. (1973).** Eléments d'écologie et d'agronomie, T III., Edition JB Baillière, Parais. 656 p.

**F.A.O. (1994)**-Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols. 12p.

**FAURELL., (1947)** –Aperçu Schématique sur les sols de Cédraies de l'Afrique du Nord. Comptereendu des conférences de pédologie médit Alger-Montpellier.

**FERKA ZAZOU. (2006)**-Impact de l'occupation spatio-temporelle des Espaces sur la conservation de l'écosystème Forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi bel Abbas, Algérie. Mém. Magi. En Gestion et Conservation des Ecosystèmes. Univ.Tlemcen.112P., 36Tab., 17Fig.

**FERRY, FREYCON, PAGET, SABATIER. (2003)**- Description et dynamique des milieux forestiers, influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise: état des connaissances. 61-73p.

**FESQUET. (1998)**-Diversityin tropicalrain forests and coralreefs. Science199, 1302-1310.

**FOX. (2000)**- Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire? Forest Ecology and Management 257 P.

**G.I.S.S. (2008)**-connaître les sols pour préserver la ressource en eau. 96 P., 23 Tab, 25fig.

**GAOUAR.(1980)**-hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans larégion de Tlemcen (Algérie).131-146p.

**GARY M., ZENSHI P., THAMAS SIMS-GEORGE J. ET VANCE F., 1994.**Soil and environmental quality. CRC. Press. 313p.

**GIRARD. JF., LEGCHENKO. A., BOUCHER. M. (2005).** Stability of MRS signal and estimation of data quality. *Near Surface Geophysics*, 3: 187–194. DOI: 10.3997/1873-0604.2005013.

**GOBAT J.M., M. ARAGNO, W. MATTHEY (1998)** Le Sol vivant. Bases de pédologie biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. Pp : 519.

**GOBAT, ARAGNO, MATTHEY. (1995)** le sol vivant, bases de pédologie, biologie des sols. 2<sup>ème</sup> édition. France. 571P, 299fig, 237Tab.

**GRISSA H. ET BEN KHEDHER M., 2000.** Culture Maraîchère. Principes de base en agriculture biologique. Centre Technique de l'agriculture biologique. 33p.

**GUENON. (2010)** Vulnérabilité des sols méditerranéens saux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de composts. Thèse Doct, Univ. Marseille, 218 p., 134fig, 60 tab.

**GUESSOUM. A. (2001).** L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la region de Saada- Biskra. Thèse ing, Agro. Université Batna. 50p.

**HALIMI A., 1980.** L'Atlas blidéen, climat et étages végétaux. Ed. Office des Publications Nationales, Alger, 523p.

**HAMIMECHE., 2007.** Relation végétation-avifaune dans le secteur Est (Hamman Melouane) du Parc National de Chréa (Wilaya de Blida). Mem de Mag en sciences agro. INA Alg. 115p

**HAZELTON. RA., MURPHY. BW. (2007).** Interpreting Soil Test Results: What Do All the Numbers Mean CSIRO Publishing, Collingwood (Australia). 152 p. ISBN-13: 978-0-64309-225-9.



## Références bibliographiques

---

**HMIMINAM.**, 1986-Stratégies d'occupation des cultures et d'hivernation chez *Helicouerpaarmigera* HB (Lep., Noctuidae): essai de modélisation prévisionnelle. *Thèse de Doctorat Sciences*. Université de Marseille (StJérôme) ,184p.

**HOPKINS W. G.**, 1999 – Introduction to plant physiology . John Wiley et Sons, Inc. Trad.Fr.

**RAMBOUR S.**, 2003 – Physiologie végétale. Ed. De Boek et Larcier s.a. Bruxelles, pp.: 459 – 460.

**I.N.R.A. (2006)**- Maintien de la qualité des sols des écosystèmes forestiers : Utilisation d'indicateurs de gestion durable dans le massif forestier des Landes de Gascogne .1-19p.

**I.N.R.A. (2013)**- Notions sur les propriétés chimiques du sol et la nutrition des plantes. 35P. 3Tab. 8 Fig.

interspecific variations of polycyclism in young trees of *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière and *Cedrus libani* A.Rich (Pinaceae). *Ann. For.Sci.*, 60: 19-29.

**ISO (1994)**.Soil quality Determination of the specific electrical conductivity. N°11265.ISO. , Geneva (Switzerland), 4p.

**JOCTEUR,MONROZIER;2006** : Effet des Pratiques culturales sur la biodiversité»- Animatrice: L.Journées d'échanges et de prospective 21&22 novembre (Univ. Lyon

**KADIK – ACHOUBI L.**, 2005 – Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Th. Doc., U.S.T.H.B., Fac. Sc. Biol., Alger, 341 p.

**KHELLAF., 2015.** Diversité et structure entomologique en châtaigneraie du Parc National de Chréa(Blida-Algérie). Thèse. Doct En Sciences Agro ENSA Alg.92p.

**KILLIAN CH. ET MARTIN M.**, 1957 – Erosion, humification, respiration des sols dans

le massif de Chréa. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 48 (5-6), pp.: 385 – 402.

**KOEMER W., 1997** Impacts des anciennes utilisations agricoles sur la fertilité du milieu forestier actuel, Ph.D thesis, Univ. Paris VII.,

**KÜNSCH, U.; SCHÄRER, H.; PATRIAN, B.; HURTER, J.; CONEDERA, M.; SASSELLA, A.; JERMINI, M.; JELMINI, G., 1998.** Qualitätsanalysen an Tessiner Kastanien. Agrarforschung 5: 485–488.

**LASNIER-LACHAISE L., 1973.** Agronomie nouvelle. Flammarion. Paris. 284p.

**LAVELLE, P., SPAIN, A.V. (2001).** Soil ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 654.

**LEPOUTREB., 1954-**Premier essai de système sur le mécanisme de régénération du cèdre dans le moyen Atlas marocain. *Ann. Rech.For. AuMaroc.TomeVII.Pp* :157-163.

**LEPOUTREB., 1961-** Recherche sur les nconditions édaphiques de la régénération des cédraies marocaines. *Ann.Rech. For.Maroc, T.6Fasc.2.Rabat:21p.*

**LEPOUTREB., 1963-**Premier essai de synthèse sur le mécanisme de régénération du cèdre dans le moyen Atlas Marocain.O.R.S.T.O.MColl. *Ref11063.*

**LEPOUTREB., PUJOSA., 1963-**Facteurs climatiques déterminants les conditions de germination et installation des plantules de cèdre. *Ann.Rech. For.Maroc.T7Rap62-63120p.*

**LEVEQUE ch., 2001 –** ecologie. De l'écosystème à la biosphère. Ed. DUNOD, Paris, 502 p.

**LOUNI. (1994)-**Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne. t. XVn°1. 59-63. *M.A.B. 2 UNESCO. Paris.Pp9-34.*

## Références bibliographiques

---

**M'HIRIT O., (1982)**-Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain: Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. *Ann. Rech. For. Maroc*2(1).499p

**M'HIRIT O.,** 1994-Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances através le réseau Silva Mediterranea "leCèdre". *Ann. Rech. For. Maroc. T(27):* 3-21.

**M'HIRIT O.,** 2006-*Le cèdre de l'Atlas: Mémoire du temps.* Éd. MARDAGA.288p.

**MAIRE R.,** 1952-Floredel'Afrique du Nord.15vol., *Lechevalier, Paris.*

**MALKIH.,** 1992-Contribution à l'étude de l'influence de l'Atlas dans les monts de Belezma (Algérie). *Thèse Doct.* Université de Paris sorbonne.

**MANOS.S.,ZHOUZ.K,CANNONC.H,** 2001.Systematics of *Fagaceae*: phylogenetic tests of reproductive trait evolution. *International Journal of Plant Sciences*162:1361-1379

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

**MEDDOUR R.,** 1994 – Contribution phytosociologique de la portion centro-orientale du Parc National de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. *Mém. Mag. Agr., I.N.A., Alger,* 329 p.

**MAIGNIEN(1980)** Manuel de description des sols sur terrain O.R.S.T.O.N Paris 112p.

**MONNIERS ,GRAS 1965.** Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols. *Ann. Agron.* 16 (4 et 5). Pp 327-534.

**MORRIL L.G., MAHILUM B.C. ET MOHIUDDIN S.H., 1982.**Organic compounds

## Références bibliographiques

---

in soils: sorption, degradation and persistence. Science. Publisher. 326p.

**MUSTIN M., 1987.** Le composte, gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc. Paris. 954p.

**NEJAHIA., 1988-***La cédraie de Chréa (Atlas Blideen) phénologie, Productivité Régénération.* Thèse Doct. Université de Nancy spécialité Biol .Véget flore p173.

**OUSSALAH ., 2016.** Etude de la faune acarologique, fongique et bactérienne dans une cédraie du Parc national du Chrea (Blida). these. Mag en Sciences Agro ENSA Alg. 97p.

**OVINGTON J.D., 1953.** Quantitative ecology and the woodland ecoconcept, Adv. Ecol. Res. 103-192.

**P.N.C., 1999** – Plan de gestion du Parc National de Chréa. Parc National de Chréa, 233p.

**PANETSOSK.S, SCALTSOYIANNESA, TSAKTSIRAM., 1994-** Genetic variation in Allozymes of *Cedrus libani* A . Rich. And *Cedrus atlantica* Mannetti.). *Ann. Rech. For.*, T (27): 419-434.

**PARR J.F., 1973.** Nature and significance of inorganic transformation in tile drained soil. Soil and fertilizers. N°32. Pp 411-415.

**PRATELLA G.C., 1994.** Note di biopatologia et ecnicadella conservazione e trasporto: marrone castagne. *Rivista di Frutticoltura* 56,4:75–77.

**PUJOS A., 1964-** Le milieu de la cédraie marocaine. *Ann. Rech. For. Maroc* Tome 8. p198.

**QUEZEL P., 1980-** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. In PESSON: *Actualités d'écologie forestières*. Paris, Bordas. 205-256.

**QUEZEL., 1976-** Les forêts du pourtour méditerranéen, *Notes techniques*

**RAMADE F., (2003)**-Eléments d'écologie-écologie fondamentale.Ed.Dunod, Paris, 690p.

**RAMADE, F. (1993)**.Dictionnaire en cyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, Edisciences édition, Paris, pp. 822.

**RIBIERO R.M., Moureaux C. et Novicoff A., 1976.** Etude comparative de l'altération microbienne des différents minéraux constituant d'une diabase. Cah. O.R.S.T.O.M.Vol XIV. N°2. Pp 161-168.

**RIVIERE, J.-L. (1998)**.Evaluation du risque écologique des sols pollués, La voisier Tec&Docédition. AssociationRecord, Paris, pp. 230.

**ROBERT, M. (1996)**.Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Masson, Paris, pp. 244.

**Robert. (1996)**-modified cross-polarization magic angle spinning <sup>13</sup>C NMR procedure for the study of humic materials. Analytical Chemistry p- 68.

**ROCHEE., 2006**-Palynologie de la région méditerranéenne. Université de Liège. *Notes decours*, inédit.

**RUELLAN A. (1999)**. The main rules of soil distribution in the mediterranean world. In: Bech. J. Extended Abstracts volume. 31-32 pp.

**S.A.S.C. (2009)**- L'agriculture durable et la conservation des sols Processus de dégradation des sols, Réduction du taux de matière organique. 2p.

**SABATIER S., BARADAT P.,BARTHELEMY D., 2003** - Intra- and

**SELTZER. P. (1946)**. Le climat de l'Algérie. Inst.Météor.et de Phys. Du Globe. Alger. 219p.

**SOLIGNAT G. &CHAPA J. (1975)**. Biologie florale du châtaignier. In:*Châtaignes et*

## Références bibliographiques

---

*Marrons* INVUFLEC, Nîmes, 148p.

**SOLIGNAT G., CHAPAJ. & VERLHACA.** (1975). Principales variétés fruitières

**SOLTNER D.** (1992) Les bases de la production végétale. Tome 1: le sol. Collection Sciences et Techniques Agricoles, 19<sup>e</sup> édition, Sainte Gemmes sur Loire.

**SOLTNER D., 2003.** Les bases de la production végétale. Tome I. Le sol et son amélioration. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 23<sup>ème</sup>. Ed. Paris. 472p.

**SSDS. (Soil Survey Division Staff). (1993).** Soil Survey Manual. USDA Handbk, n°18 (Department of Agriculture). Printing Office, Washington (USA), 437 p.

**TILL C., 1985-**Recherches dendrochronologiques sur le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl; carrière) au Maroc. *Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain*, 231 pages, inédit.

**TOTH J., 1978-**Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le sud de la France *Thèse. Doct. Ing. Fac. Sci. St Jérôme, Marseille*, 196p.

**TOTH J., 1981-**Contribution à l'étude monographique du cèdre méditerranéen, ed. *INRA. Station d'Avignon*. 25p.

**TOTH J., 1982-**Analyse de la croissance juvénile sur trois essences résineuses – cèdre pin noir et pin de Salzmann dans le reboisement de Belbezet (GARA). *Forêt méditerranéenne* 4(2):143-146.

**TOTH J., 1984-**La prévision des disponibilités de récoltes de cônes de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). *Bull. Tech.* 15. O.N.F:39-51.

**TOUABA., 2018.** Valorisation du Pin pignon (*Pinus pinea* L.) dans la région de Djebel Ouahch – Constantine. Thèse de Doct. Gestion Durable des Écosystèmes et Protection de L'environnement. Université Constantine. 219p.

## Références bibliographiques

---

**TOWSEND C. R., HARPER J. L. ET BEGON M., 2000** – Essentials of ecology.  
Blackwell Science, 552 p.

**TRICAUD P., 1913.** *Le châtaignier culture et utilisation.* Ed.Maison rustique.Paris.138p

**VANNIE R, G.(1979).**Relations trophiques entre la micro faune et la microflore du sol;  
aspects qualitatifs et quantitatifs.*Bolletino di Zoologia*, 46, p 343-361.

**VANWESEMAEL. B. (2006).**Application de la décision 1/19 de la première réunion de la  
conférence des parties sur les directives techniques pour la gestion écologiquement  
rationnelle des déchets dangereux visées par la convention de Bâle. Rapport de secrétariat,  
215p.

**VILLEMANT C., 2006.** Bilan de la situation de *Lymantria dispar* dans l'ouest du bassin  
méditerranéen. Act.Congrès.Internat.Entom.Némat.Inst.Agro.ElHarrach.Alger.pp:101-111

Annexe

---

## **Annexe**



Annexe

**Annexe 1 :** Grille d'évaluation des valeurs du pH du sol (SSDS :Soil Survey Division Staff, 1993)

<b>pH eau</b>	<b>Classe</b>
< 5	Fortement acide
5 – 6	Acide
6 – 6.6	Légèrement acide
6.6 –7.4	Neutre
7.4 – 7.8	Légèrement alcalin
>7.8	Alcalin

**Annexe 2:** Grille d'appréciation de la salinité des sols en fonction de la CE (SSDS, 1993)

<b>CE (dS.m<sup>-1</sup>)</b>	<b>Classe</b>
0 - 2	Non salin
2 – 4	Salinité très faible
4 – 8	Salinité faible
8 –16	Salinité modérée
>16	Salinité élevée

**Annexe3 :** Grille d'appréciation de calcaire total du sol (Proposées par GEPPA in Baize, 1988)

<b>Calcaire total (%)</b>	<b>Classe</b>
<1%	Non calcaire
1 – 5%	Peu calcaire
5 – 25%	Modérément calcaire
25 – 50%	Fortement calcaire
50 – 80%	Très fortement calcaire
>80%	Excessivement calcaire

**Annexe4 :** Grille d'appréciation de Matière organique dans sol (Hazelton et Murphy, 2007)

<b>MO (%)</b>	<b>Classe</b>
< 0.4	Extrêmement faible
0.4 – 0.6	Très faible
0.6 - 1	Faible
1 – 1.8	Modéré
1.8 - 3	Elevé
>3	Très élevée

Annexe

**Annexe 5 :** Grille d'appréciation des unités granulométriques du sol (Duchaufour, 1991)

Classer granulométriquement	Dimension (µm)
<b>Argile</b>	< 2
<b>Limon fin</b>	2 – 20
<b>Limon grossier</b>	20 – 50
<b>Sable fin</b>	50 – 200
<b>Sable grossier</b>	200 – 2000

**Annexe 6 :** Triangle textural Américain système USDA (SSDS, 1993)

