

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Larbi Tebessi –Tébessa  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Etres vivants  
MEMOIRE présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

**Domaine:** science de la nature et de la vie

**Filière:** Sciences biologiques

**Option:** biotechnologie végétale

**Thème:**

**Contribution à l'étude de L'effet de pin d'Alep  
sur la nature du sol dans la région de Tébessa**

**Présenté par:**

Azri Ikram

Belgacem Imen

2

<b>Boudjabi Sonia</b>	M.C. B	Tébessa	Président
<b>Ghedabnia Karima</b>	M.A.A	Tébessa	Rapporteur
<b>Mihi Ali</b>	M .A.A	Tébessa	Examineur

**Date de soutenance:** 30/05/2018

**Note :..... Mention .....**



## **Dédicace**

**Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de mon rêve et de mon Bonheur.**

**Je dédie ce modeste mémoire:**

**A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon Bonheur et ma réussite, ma mère**

**A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre Durant toutes les années de mes études et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me soutenir et à me protéger**

**Que Dieu les garde et les protège**

**A mon cher grand père maternel Ahmed à qui je souhaite une longue vie**

**A ma chère grand mère maternelle Bournia à qui je souhaite une longue et heureuse vie**

**A ma grand mère paternelle Hnia, puisse Dieu lui accorder le repos éternel**

**A mes adorable sœurs Raihana , Insaf, Hanine**

**A mon seul et unique frère Mouhamed Hamza**

**A mes tantes**

**A mes oncles**

**A tous ceux qui m'aiment**

**A tous ceux que j'aime**

**A tous ceux qui me sont chers**

**A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.**

***JKRAM***

## ***Remerciement***

A l'issu de ce modeste travail, nous tenons à remercier tout d'abord  
notre bon dieu tout

Puissant, de m'avoir procuré patience, volonté et pour son aide  
miséricordieuse

Durant toute ma vie et nos années d'étude.

Egalement, nous somme particulièrement agréable de remercier  
vivement :

Notre promotrice Mlle **Ghedabnia Karima**. Pour avoir accepté de nos'  
encadrer et de

Diriger ce travail d'une manière exemplaire et pour le temps qu'elle  
nous a consacré.

**Mme Boujabi Sonia**. Pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

**Mr Mihi Ali**. Pour l'honneur qu'il nos fait d'accepter de faire examiner  
ce

Travail.

Ainsi toutes les personnes qui nos 'ont procuré main forte pour les  
moments difficiles.

## Résumé

Cette étude a été entreprise afin de comparer quelques paramètres pédologiques entre une parcelle plantée par le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et un autre non planté (témoin), dans la région de Tébessa (station Bekkaria), zone semi-aride de l'Est algérien. Pour ce faire, 3 échantillons du sol ont été prélevés dans les deux parcelles.

Les résultats des analyses physicochimiques du sol ont révélé que la texture du sol du pin d'Alep est argilo-limoneuse, Le pH, la conductivité électrique et le taux du calcaire actif ont diminué dans le sol du pin d'Alep par rapport le témoin. Le pin d'Alep peut améliorer la fertilité du sol par l'augmentation de la teneur en matière organique et du phosphore assimilable.

**Mots clés:** Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), sol, Bekkaria, Tébessa, analyses physico- chimiques

## **Abstract**

This study was carried out in order to compare the characteristics of a piece of land planted with Aleppo pine and another planted in the area of Tebessa Bakkaria forest in order to take three samples of both pieces.

Results of physiological analysis of the soil showed that the soil texture of pine halepensis that the results of soil acidity, electric conductivity and active lime ratio was low in the plots planted with Aleppo pine compared to the witness.

Pine has an effect on soil fertility by increasing the amount of organic matter and absorbable phosphorus

**Keywords:** *Pinus halepensis* , Soil, Tebessa, Bakkaria – Physico-chimique

## ملخص

لقد أجريت هذه الدراسة من اجل مقارنة خصائص التربة بين قطعة ارض مزروعة بالصنوبر الحلبي وأخرى غير مزروعة في منطقة تبسة بغابة بكارية من اجل ذلك تم اخذ 3 عينات التربة كلا القطعتين.

نتائج التحليل الفيزيوكيميائية للتربة أظهرت أن نسيج تربة الصنوبر الحلبي طيني سلتى , نتائج حموضة التربة , الناقلية الكهربائية و نسبة الكلس النشط كانت منخفضة في القطعة المزروعة بالصنوبر مقارنة بالشاهد.

الصنوبر له تأثير ايجابي على خصوبة التربة من خلال الزيادة في كمية المادة العضوية و الفوسفور القابل للامتصاص

**الكلمات المفتاحية :** الصنوبر الحلبي , تربة , بكارية , تبسة , التحاليل الفيزيوكيميائية

## TABLE DES matières

<b>Dédicace</b> .....	<b><i>i</i></b>
<b>Remerciement</b> .....	<b><i>ii</i></b>
<b>Résumé</b> .....	<b><i>iii</i></b>
<b>Abstract</b> .....	<b><i>iv</i></b>
<b>ملخص</b> .....	<b><i>v</i></b>
<b>Sommaire</b> .....	<b><i>viii</i></b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b><i>ix</i></b>
<b>Liste des tableaux et des annexes</b> .....	<b><i>x</i></b>
<b>Introduction</b> .....	<b><i>1</i></b>

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Pin d'Alep.....	
1.1. Taxonomie.....	
1.2. Classification.....	
1.3. Description.....	
1.4. Repartition et distribution.....	
1.4.1. Dans le monde.....	
1.4.2. En Algérie.....	
1.5. Association.....	
1.6. Exigences écologiques.....	
1.6.1. Exigences climatiques .....	
1.6.2. Exigences édaphiques.....	

1.6.3. Exigences écologiques.....	
2. le sol.....	
2.1. Définition.....	
2.2. La formation de sol	
2. 3. Constituants de sol .....	
2.4. Les horizons de sol.....	
2.5. Propriété physique du sol.....	
2.5.1. Texture.....	
2.5.2. Structure.....	
2.5.3. La porosité	
2.6. Propriété chimique de sol.....	
2.6.1. Le pH du sol.....	
2.6.2. Les matières organiques dans le sol.....	
2.6.3. Le phosphore.....	
2.6.6 L'azote.....	
2 .7. Les sols en Algérie.....	
2.8. Les types de sol dans les zones à pin d'Alep.....	

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

1. Présentation de la zone d'étude .....	
1.1. Localisation géographique de Tébessa.....	
1.2. Le site d'étude .....	
1.3. Présentation du zone d'étude «dejbél Bouromane » .....	
1.4. La végétation.....	
1.5. Le sol.....	
2. Echantillonnage.....	

- 3. Analyses physicochimiques du sol.....
- 3.1. pH.....
- 4.2. Conductivité électrique.....
- 4.3. Texture.....
- 4.4. Phosphore assimilable .....
- 4.5. Calcair total.....
- 4.6. Calcair actif.....
- 4.7. Matière Organique.....
- 5. Traitement statistique.....

**Chapitre III: Résultats**

- 1. Texture
- 2. Effet de pin d'Alep sur le pH de sol.....
- 3. Effet de pin d'Alep sur la conductivité électrique du sol.....
- 4. Effet de pin d'Alep sur le calcaire total du sol .....
- 5. Effet de pin d'Alep sur le calcaire actif du sol.....
- 6. Effet de pin d'Alep sur le taux du phosphore assimilable du sol.....
- 7. Effet de pin d'Alep sur la matière organique du sol.....

**Chapitre VI: Discussion générale et conclusion**

- Discussion général et conclusion.....
- Références bibliographiques.....
- Annexe.....

## Listes des figures

figure N°	Titre	page
<b>01</b>	Le Pin d'Alep <i>Pinus halepensis</i>	
<b>02</b>	les feuilles de pin d'Alep	
<b>03</b>	l'écorce de pin d'Alep	
<b>04</b>	le cône de pin d'Alep	
<b>05</b>	Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne	
<b>06</b>	Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie	
<b>07</b>	la formation du sol	
<b>08</b>	les horizons du sol	
<b>09</b>	Les constituants de sol	
<b>10</b>	Triangle des textures	
<b>11</b>	Localisation de la région d'étude	
<b>12</b>	localisation de la station d'étude	
<b>13</b>	le diagramme ombrothermique de la région de Tébessa (1978 -2016).	
<b>14</b>	Le Sol de la parcelle forestière	
<b>15</b>	Le sol témoin	
<b>16</b>	Effet de pin d'Alep sur le pH du sol	
<b>17</b>	Effet de pin d'Alep sur le CE du sol	
<b>18</b>	Effet de pin d'Alep sur le CT du sol	
<b>19</b>	Effet de pin d'Alep sur le CA du sol	
<b>20</b>	Effet de pin d'Alep sur la matière organique du sol	
<b>21</b>	Effet de pin d'Alep sur le PA du sol	
<b>22</b>	Gamme détalonnage de phosphore assimilable	

### Liste des tableaux

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	Variation du taux d'humidité selon les parcelles d'étude	
<b>02</b>	Echelle granulométrique de la texture du sol	

### Liste des annexes

<b>Annexes N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page N°</b>
<b>Annexe01</b>	<b>Les données climatiques de la région du Tébessa</b>	
<b>Annexe 02</b>	<b>Texture</b>	
<b>Annexe 03</b>	<b>Ph</b>	
<b>Annexe 04</b>	<b>Conductivité</b>	
<b>Annexe 05</b>	<b>Calcaire</b>	
<b>Annexe 06</b>	<b>Matière organique</b>	
<b>Annexe 07</b>	<b>Phosphore assimilable</b>	
<b>Annexe 08</b>	<b>Gamme détalonnage de phosphore assimilable</b>	
<b>Annexe 09</b>	<b>Analyse statistique</b>	

# *Introduction*

## INTRODUCTION

Le pin d'Alep *Pinus halepensis* est une espèce rustique, caractéristique de la Méditerranéenne. L'aire de répartition du pin d'Alep ainsi que ses limites s'expliquent par une très grande résistance à la sécheresse et par une forte sensibilité aux températures basses (**Antoni et al, 2004**). Cette aire, qui s'étend sur 3,5 millions d'hectares, occupe presque tout le pourtour de la Méditerranée. le pin d'Alep est la première essence en Algérie ; avec 800 000 ha, couvre près de 40% des surfaces forestières de notre pays (**Daoui et al, 2007**).

Le reboisement avec *Pinus halepensis* a été la méthode la plus fréquemment utilisée pour restaurer des terres supposées dégradées dans les zones semi-arides méditerranéennes, dont l'objectif principal est d'améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol, qui à son tour, à un effet de rétroaction positive sur la végétation.

Le pin d'Alep contribue à réguler le débit des cours d'eau et à réduire les effets des inondations et des érosions des sols et les apports réguliers en place de litière assurent en grande partie la fertilité et par l'humus qui en résulte conditionnent les processus pédogénétiques.

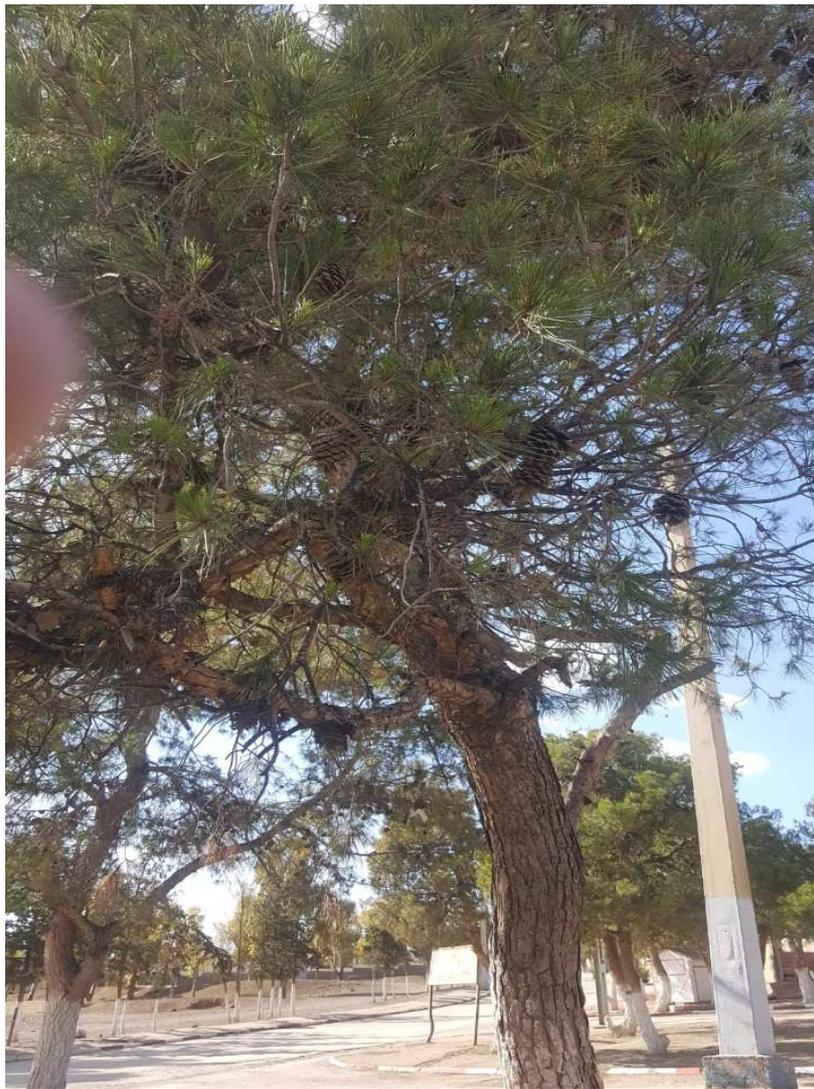
L'objectif de ce travail était de comparer entre un site planté par le Pin d'Alep (pinède de Bekkaria), et une parcelle non plantée (témoin) Cette comparaison a été faite sur la base de quelques paramètres pédologiques en ayant pour hypothèse que le Pin d'Alep pourrait améliorer qualitativement le sol. Parmi ces paramètres : le pH, la CE, texture, le taux de matière organique, la teneur en phosphore assimilable, le teneur en calcaire actif et total.

Ce mémoire comporte une introduction générale, le premier chapitre c'est la partie bibliographique qui présente des généralités sur le Pin d'Alep et le sol, puis le chapitre « Matériel Et méthode qui décrit les zones d'étude et les protocoles utilisés. Et les derniers chapitres présentent les résultats obtenus et leurs discussions.

***Chapitre I :***  
***Synthèse bibliographique***

### 1. Le Pin d'Alep

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est l'un des arbres les plus communs dans la partie ouest du bassin méditerranéen, où il occupe environ 3,5 millions d'hectares (Houerou, 2005). Il est l'essence la plus largement utilisée dans les reboisements pour la protection des sols. C'est une essence qui résiste la sécheresse et peu tolérante aux autres facteurs savoir les sols peu fertiles, climat aride, etc. Il colonise pratiquement la plupart des zones subhumides et semi-arides. **Bonnier (1990) . Figure 01**



**Figure 01 : Le Pin d'Alep *Pinus halepensis* (Azri et Belgacem, 2018).**

## 1.2. Classification

La position taxonomique du pin d'Alep établie par (Farjon 1996 ; Nahel, 1986) se résume comme suit:

### ➤ Classification classique

Règne: *Plantae*

Embranchement: *Spermatophyta*

Sous-embranchement: *Gymnospermae*

Classe: *Pinopsida*

Ordre: *Abietales*

Famille: *Pinaceae (Abietaceae)*

Sous-famille: *Pinoideae*

Genre: *Pinus*

Sous-genre: *Eupinus*

Espèce: *Pinus halepensis Mill*

### ➤ Classification phylogénétique

Règne: *Archéplastides*

Clade: *Gymnospermes*

Ordre: *Pinales*

Famille: *Pinacées*

Genre: *Pinus*

Espèce: *Halepesis*

## 1.3. Description botanique

C'est un arbre toujours vert, vivace, résineux, de deuxième grandeur qui peut, parfois atteindre les 30 mètres de hauteur dans les conditions écologiques les plus favorables, mais dans les situations moyennes, il ne dépasse pas les 20 mètres (Baker et al, 1982).

### 1.3.1. Feuilles

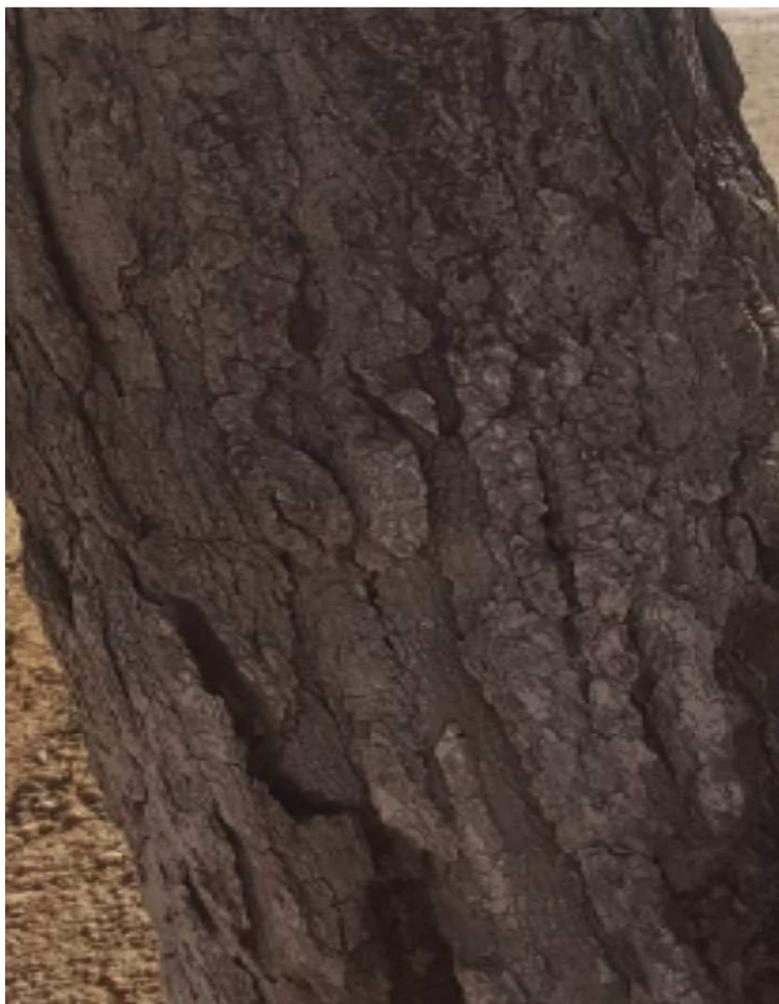
Les feuilles ou aiguilles sont fines et souples groupées par deux. Elles mesurent de 5 à 10 cm de long (**Julve, 1999**)



**Figure 02.** Les feuilles du pin d'Alep (**Azri et Belgacem, 2018**).

### 1.3.2. L'écorce

L'écorce et le bois contiennent des canaux ou il existe à l'intérieur une substance visqueuse et collante appelée la résine avec une proportion de 3 kg /arbre /an (**Venet, 1986**). Il a une écorce lisse de couleur gris argent au début (d'où son nom de pin blanc), puis épaisse et crevassée tournant au rouge brun avec l'âge.



**Figure 03.** L'écorce d'arbre du pin d'Alep (**Azri et Belgacem, 2018**)

### 1.3.3. Fleure

C'est une Plante à fleurs males et femelles séparées (monoïques) situées sur les mêmes individus; elles sont groupées en épis. La floraison a lieu en avril-mai Les fruits sont des cônes que portent un pédoncule assez court et courbé, sont oblongs atténués en pointe et peuvent avoir 11 cm de longueur. Les écailles montrent un écusson presque plat, muni d'une carène transversale et d'un petit mamelon au centre. Ces cônes persistent plusieurs années sur les rameaux (**Gaston, 1990**).



**Figure 04.** Les cônes du Pin d'Alep (Azri et Belgacem, 2018).

#### **1.3.4. Les graines**

Les graines abondantes, longues d'environ 5 à 7mm possèdent une grande aile persistante qui permet une dissémination rapide, (kadik, 1987)

### 1.4. Répartition du pin d'Alep

#### 1.4.1 Dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alep est limitée au bassin méditerranéen **figure 05** et occupe plus de 3,5 millions d'hectares (**Quezel, 1980 et 1986**). Cette espèce est surtout cantonnée dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement (**Parde, 1957; Quezel *et al*, 1992**)



**Figure 05.** Aire de répartition du Pin d'Alep en région méditerranéenne (**Fady *et al.* 2003**)

#### 1.4.2. En Algérie

En l'Algérie, D'après (**Kadik, 1987**) Le *Pinus halepensis* couvre 35% de couverture, Il occupe la première place de la surface forestière de l'Algérie. Il existe dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride. Il est présent partout, d'Est en Ouest, allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de l'Atlas saharien (**Figure 06**).

D'après (**Kadik, 1987**) Le *Pinus halepensis* qu'il occupe de vastes peuplements en Oranie (Sidi-Bel-Abbès, Saida, Mascara Tlemcen, Tiaret, Ouarsenis) sur le Tell algérois (Médéa, Bibans), sur l'Atlas saharien (Monts des Ouleds Nails). Dans le Constantinois, il est surtout localisé dans les Aurès et les Monts de Tébessa où il rejoint la Tunisie par la dorsale.

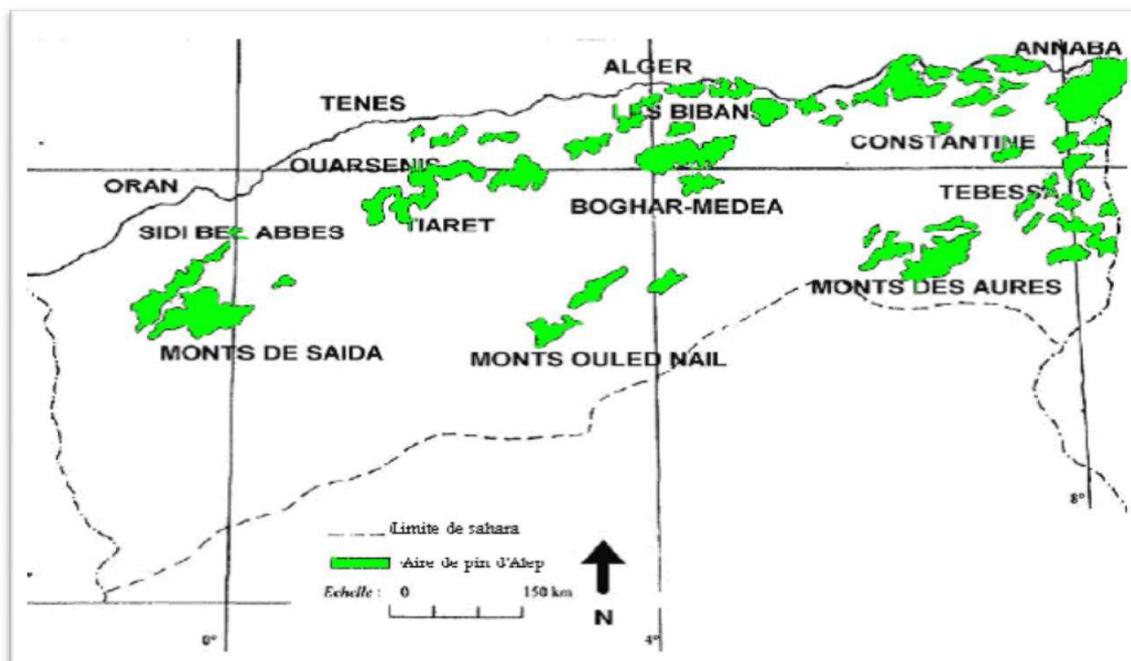


Figure 06 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Seigue ,1985)

#### 1.4. Association de pin d'Alep

Selon **Boudy (1950)**, le cortège floristique du pin d'Alep est caractérisé par les espèces suivantes : *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Asparagus acutifolius*, *Clematis cirhosa*, *Calycotome spinosa*, *Erica multiflora*, *Ampelodesma mauritanica*, *Genista tricuspidata*, *Lavandula stoechas*.

L'étude de **Kadik(1984)**, en Algérie a permis de reconnaître trois régions principales de pin d'Alep.

**a. Littorale et sublittoral** : une association des *pineraies* avec, *Quercetea ilicis*, *Quercus coccifera*, *Helianthemum lavandulaefolium*, *Osyris quadripartita*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus oxycedrus ssp rufescens*, *Colutea arborescens*

**b. Le tell** : présente l'existence de : *Juniperus oxycedrus ssp rufescens*, *Tetraclinis articulata*, et *pineraie* à *Quercus rotundifolia*.

**c. Subsaharien** : la composition floristique des *pineraies* laisse apparaître une diminution des espèces : *Quercetea ilicis*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus ssp rufescens*, *Olea europea*, *Jasminum fruticans*. Selon **Quezel et Medail (2003)**, Le *Pin d'Alep* est très souvent associé au chêne vert sauf dans la variante froide. Il est associé également à *Juniperus phoenicea* et à *Stippa tenacissima*, son optimum de

développement étant enregistré avec l'association *Rosmarinus officinalis*, *Cistus libanotis*, *Fumaria thymifolia* et *Fumaria ericoïdes*.

### 1.6. Les Exigences de *pin d'Alep*

#### 1.6.1. Exigences climatiques

Le pin d'Alep se rencontre dans les étages bioclimatiques méditerranéens : arides supérieurs, semi-arides, subhumides et humides, il reste néanmoins une essence de l'étage semi-aride (Nahal, 1986). C'est une espèce héliophile (supportant de forts éclaircissements) et Xérophile (supportant de longues périodes de sécheresse).

#### 1.6.2. Exigences édaphiques

Le pin d'Alep pousse sur des substrats tels que la marne, le calcaire, les schistes ou les micaschistes ; on ne le trouve par contre pas sur les granites ou les gneiss. En fait, le pin d'Alep semble indifférent à la nature de la roche-mère, mais semble s'installer préférentiellement sur les substrats meubles ou friables (Loise 1976 ; Quézel, 1986).

#### 1.6.3. Exigences écologiques

Le pin d'Alep se caractérise par une plasticité exceptionnelle (Quézel, 1986). Il est considéré comme l'un des pins les plus tolérants à la température et la sécheresse prononcées (Scarascia ; Mugnozza, 1986).

## 2. le sol

### 2.1. Définition

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère (calvet, 2000). Le sol se situe à l'interface entre la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère, La formation du sol ou *pédogenèse* est la résultante de plusieurs processus, qui interviennent sur des milliers d'années (Delecour, 1981).

### 2.2. La formation de sol

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est l'altération des roches mères. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont la roche mère, le climat, la topographie, l'activité biologique et le temps (Calvet, 2003), figure 07.

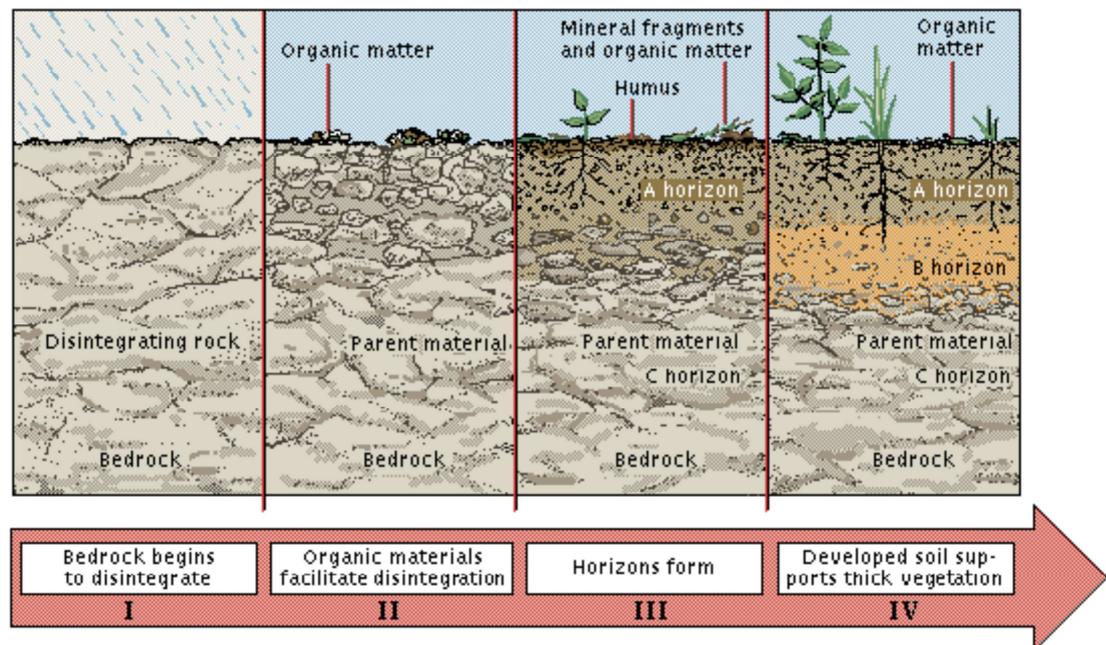
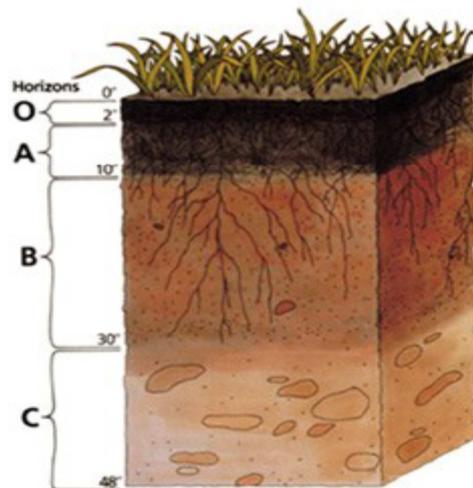


Figure 07 : la formation du sol (Calvet, 2003.)

### 2 .3. Les horizons des sols

De la surface vers la profondeur, le sol S'organise en couches appelées *horizons*, différenciées par la couleur, la structure, La teneur en matière organique, la texture, la quantité de cailloux, etc. (Calvet, 2003).



**Figure 08:** les horizons du sol (Ramade, 2011)

O: litière, MO

A: gradients décroissants de MO

B: zone d'accumulation. Les éléments lessivés de A(MO, Fe, Ca) se concentrent en B.

C: zone de transition vers la roche-mère. Pas de MO

#### **2.4. Composition du sol**

Selon **Boulaine(2003)** le sol est un système à phase ou à composantes multiples, il est un mélange à proportions égales de constituants minéraux, organiques, de l'eau et de l'air. Le sol est constitué théoriquement de presque de 45% de matière minérale, 5% de matière organique, 25% de l'air. la phase solide est constitué de minéraux et de matières organiques. Les constituants organiques comprennent les résidus végétaux à décompositions et des animaux à des stades variés de composition mais aussi de l'humus.

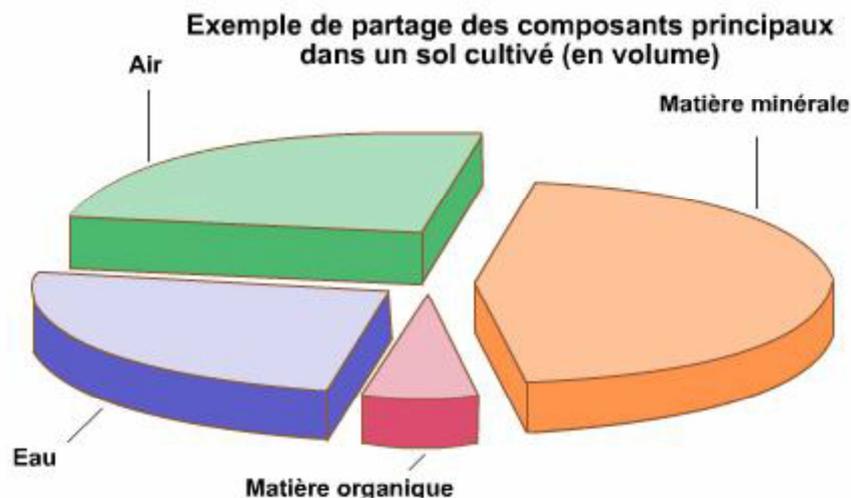


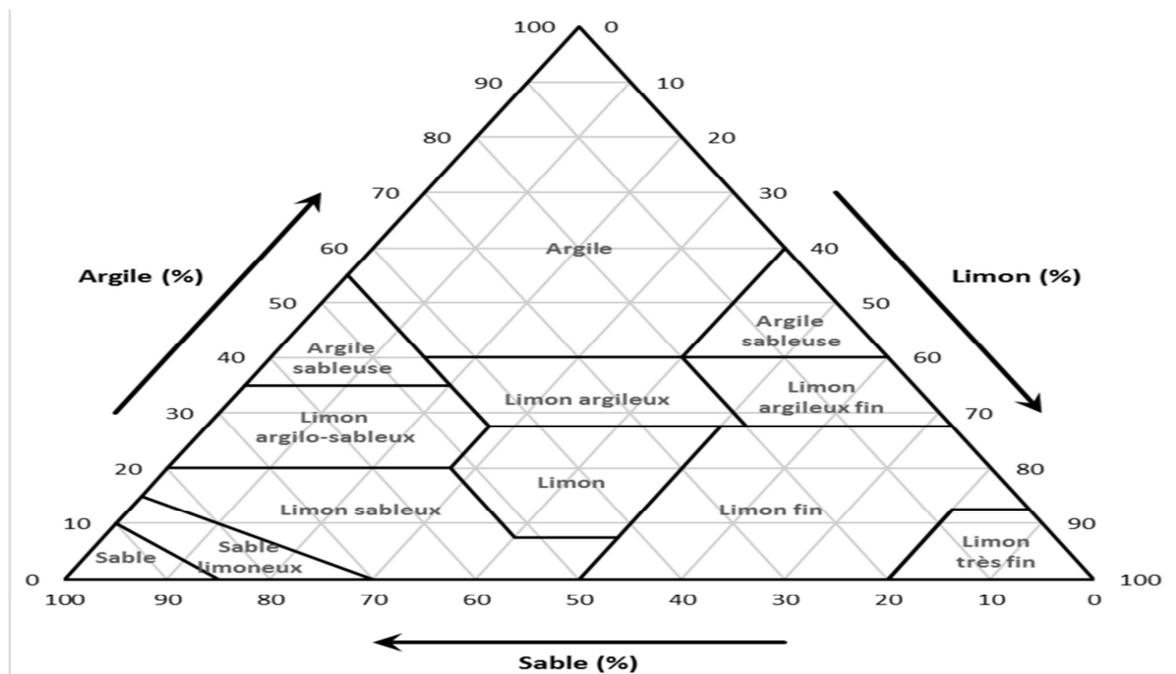
Figure 09 : les constituants de sol (Baize et Jabiol, 1995).

## 2.5. Propriétés physique du sol

### 2.5.1 Texture de sol

On appelle texture la résultante du mélange de terres fines et grossières dont les pourcentages varient d'un sol à l'autre. (Ramade, 2009).

La texture est la composition granulométrique du sol figure 10. Les constituants minéraux se trouvent dans les sols sous forme de particules de taille très variée, allant de la fraction du micromètre à plusieurs centimètres. (Baize et Jabiol, 1995).



Figur10: Triangle des textures ( Soltner ,1996)

### 2.5.2. Structure du sol

La structure du sol correspond à la façon dont les argiles et la Matière Organique (MO) et plus particulièrement l’humus sont imbriqués dans le sol (Delecour, 1981).

La structure d'un sol évolue continuellement, alternant les phases de formation, de stabilisation et de dégradation. La formation de la structure du sol résulte principalement de perturbations physiques d'origine anthropique ou climatique (Oades, 1993 ; El Titi, 2003).

La structure d’un sol non travaillé est plus homogène et présente souvent une structure plus massive composée de macro-pores d’origine biologique. Les fissures et les vides sont en général moins importants dans les sols non travaillés (Delecour, 1981).

Selon Ramade (2009), il existe 3 types de structure :

- ✓ **Structure fragmentaire**

Les agrégats permettent à la fois une rétention de l’eau et des échanges chimiques avec la solution du sol et les racines. C’est la structure la plus intéressante pour l’agriculture.

### ✓ Structure particulière

Les particules de terre sont trop grandes et il n'y a pas d'agrégation entre elles (la plage de sable). Sa capacité d'infiltration est très élevée mais sa capacité de rétention très réduite, le sol est donc incultivable.

### ✓ Structure compacte

À l'opposé de la structure particulière, les particules sont très fines (grande proportion d'argiles) et s'agglomèrent, elle limite fortement l'infiltration de l'eau dans le sol qui s'engorge, on le dit saturé en eau. Ce sol s'appauvrit en oxygène et devient difficilement pénétrable par les racines.

### 2.5.3. La porosité

La porosité totale représente le volume des espaces lacunaires remplis d'air ou d'eau exprimé en pourcentage du volume de terre (**Soltner ,1996**). Elle assure à la plante son alimentation en eau et la respiration de ses racines (**Duchaufour, 2001**). Selon **Baize (2000)**, il ya quatre (4) type de pores:

- ✓ Les pores grossiers: diamètre 2:50 um ; sont normalement occupés par l'air après Ressuage rapide des pluies.
- ✓ Les pores moyens: diamètre de 50 à 10 um ; se ressuient de façon très progressives et sont Dont occupés l'air et l'eau suivant les conditions météorologiques.
- ✓ Les pores fins: diamètre de 15 à 0.2 um, retiennent l'eau capillaire absorbable par les Racines.
- ✓ Les pores très fins: diamètre <0.2 um, sont normalement occupés par l'eau liée non Absorbable par les racines.

## 2.6. Propriétés chimiques

### 2.6.1. Le pH du sol

Le pH des sols, qui traduit l'acidité des sols s'échelonne de 1 à 14, il nous renseigne sur la nature des roches sur lesquelles s'est formé le sol. Les micro-organismes affectionnent un sol dont le pH est neutre, c'est à dire proche de 7. Le pH (abréviation de "potentiel Hydrogène") indique un degré d'acidité (de 0 à 6,5) ou d'alcalinité (de 7,5 à 14) d'une solution, 7 indiquant la neutralité.

La grande majorité de plantes préfèrent des terres neutres, excepté les plantes acidophiles ou calcifuges (pH de 4 ou 5) ou au contraire les plantes calcicoles (ph de 8). (**Mathieu et Pieltain, 2003**).

### 2.6.2. La matière organique

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique. Dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique (**Mathieu et Pieltain, 2009**).

Sa présence est importante dans la « fabrication » des agrégats, grâce, en particulier, à ses propriétés électrochimiques permettant la création de complexes argilo-humiques, rendant le sol plus stable (**Baize et Jabiol, 2011**).

La matière organique du sol (MOS) a une composition très complexe et hétérogène et elle est le plus souvent mélangée ou associée aux constituants minéraux du sol. (**Balesdent, 1996**). Elle est le principal déterminant de l'activité biologique. La quantité, la diversité et l'activité de la faune et des microorganismes sont en relation directe avec sa présence (**FAO, 2002**). La fraction solide de terre fine comprend généralement 1 à 5% de matière organique et 95 à 99% de matière minérale.

### 2.6 .3. Le phosphore

Le phosphore joue des rôles primordiaux dans le fonctionnement biologique des plantes puisqu'il participe à de nombreux processus physico-chimiques, biologiques et enzymatiques. Il est l'un des principaux constituants des acides nucléiques en joignant les nucléotides (**Schachtman et al, 1998 ; Balemi, 2009**).

#### a. Le phosphore total

C'est l'ensemble de toutes les formes de phosphore présentes dans un échantillon du sol, Qu'elles soient minérales ou organiques.

#### b. Le phosphore assimilable

C'est l'ensemble du phosphore d'un système sol -solution qui peut rejoindre la solution sous forme d'ions phosphate pendant un temps compatible avec les possibilités de prélèvement du végétal en croissance (**Mathiew et Pielain,2003**).

### 2.6.4. L'azote

La principale source d'azote est l'atmosphère où on le rencontre sous sa forme diatomique ( $N_2$ ). La fixation biologique, symbiotique ou non, est à l'origine de l'enrichissement du sol en produits organiques azotés. La majorité de l'azote du sol est formée d'azote organique qui ne sera disponible pour les plantes que par minéralisation, la matière organique constitue la principale réserve d'azote du sol. (**Soltner, 1996**). Les formes de l'azote dans le sol sont :

#### a. L'azote organique

L'azote organique compose la majorité de l'azote présent dans le sol puisqu'il constitue 85 à 95% de l'azote total (**Söderlund et Svensson, 1976 ; Scheiner ; 2005**).

### **b. L'azote inorganique**

L'azote inorganique du sol constitue la fraction disponible pour les cultures. Le sol contient rarement plus de 10% d'azote inorganique total. C'est sous la forme de nitrate ( $\text{NO}^3$ ) qu'il est principalement absorbé par les cultures. (Scheiner, 2005).

### **2.7. Les types des sols en Algérie**

**Selon Durand (1955) il existe plusieurs types des sols en Algérie**

#### ➤ **Les sols des régions sahariennes**

La formation de cette région est entièrement dominée par les conditions climatiques ou le vent joue un rôle prépondérant. D'où formation de deux grand types de sol éoliens :

- Sols éoliens d'ablation sans terre fine et dont le caractère essentiel, l'absence de terre fine ne dépend pas de la roche mère. L'enlèvement de toutes les parties de roche suffisamment fines pour être entraînées ne laisse sur place que des cailloux plus ou moins grossiers
- Sols éoliens d'accumulation formés par les particules entraînées par le vent qui s'accumulent dans la zone abritées formant des dépôts de sable plus ou moins développées (la régions d'Ain-Sefra, de Beni-Ounif, de Laghouat).la roche mère n'intervient ici que pour la différencier le sable accumulé.

#### ➤ **Les sols des régions semi-arides**

Il n'existe pas de définition nette de la semi-aridité. On peut dire pour la pédologie qu'on passe de la zone aride à la zone semi-aride lorsque la végétation, entretenue par une pluviométrie encore faible de 200 à 500 mm par an, est cependant suffisante pour freiner l'action du vent dont le rôle devient dès lors secondaire dans la pédogénèse. Et l'on passe de la zone semi-aride au présent dans la fraction sableuse.

#### ➤ **Les sols des régions telliennes humides**

Les sols des ces régions humides peuvent se définir par leur mode de formation original : entrainement de substances en profondeur sous l'action des eaux d'infiltration .mais cette migration est conditionnée par la nature de la roche mère, très variable dans tell algérien du fait de sa structure plissée .d'où une grande variété de sols dont le seul caractère commun est un lessivage plus ou moins poussé.

### **2.8. Les types de sol dans les zones à pin d'Alep**

Selon (Calvet, 2003) les types du sol dans les zones à pin d'Alep sont :

### ➤ les sols du littoral et du sublittoral algérois

Les pinèdes à pin d'Alep rencontrées sur le littoral et sublittoral algérois se localisent sur des sols appartenant aux groupes suivants :

#### ➤ Les sols peu évolués :

Ces sols sont épais, l'horizon de surface est décarbonaté, ils sont pauvre de matière organique, celles n'a pas subit une forte évolution, leur texture est sablonneuse, leur structure particulière est due à leur faible taux en humus et en argile .la somme des bases échangeables est comprise entre 20 et 30méq pour 100 g de sol. La plantation de pin d'Alep atteint les démentions convenables puisque a hauteur dépasse 16m.

#### ➤ Les sols du Tell

Sur la zone du tell, le substrat est du type calcaire, gréseux, marno-calcaire et calcaire-marneux.

Le plus forte concentration des peuplements de pin d'Alep se fait sur les sols calcimagnésiques .

#### ➤ les sols sous les pinèdes de pin d'Alep de l'Atlas Saharien

La présence de deux grandes catégories de roche carbonatées, roche calcaire dur et roche calcaires tendres permettent de distinguer deus grand ensembles de sols : sur calcaire durs plus ou moins dolomitiques, les sols ont une teneur fine à moyenne et sont peu épais ; sur les grés siliceux faiblement calcaire, l'abondance que quartz résiduel, contribue à la formation de sol de texture plus grossière et perméable.

#### ➤ les sols des Aurès Némemcha

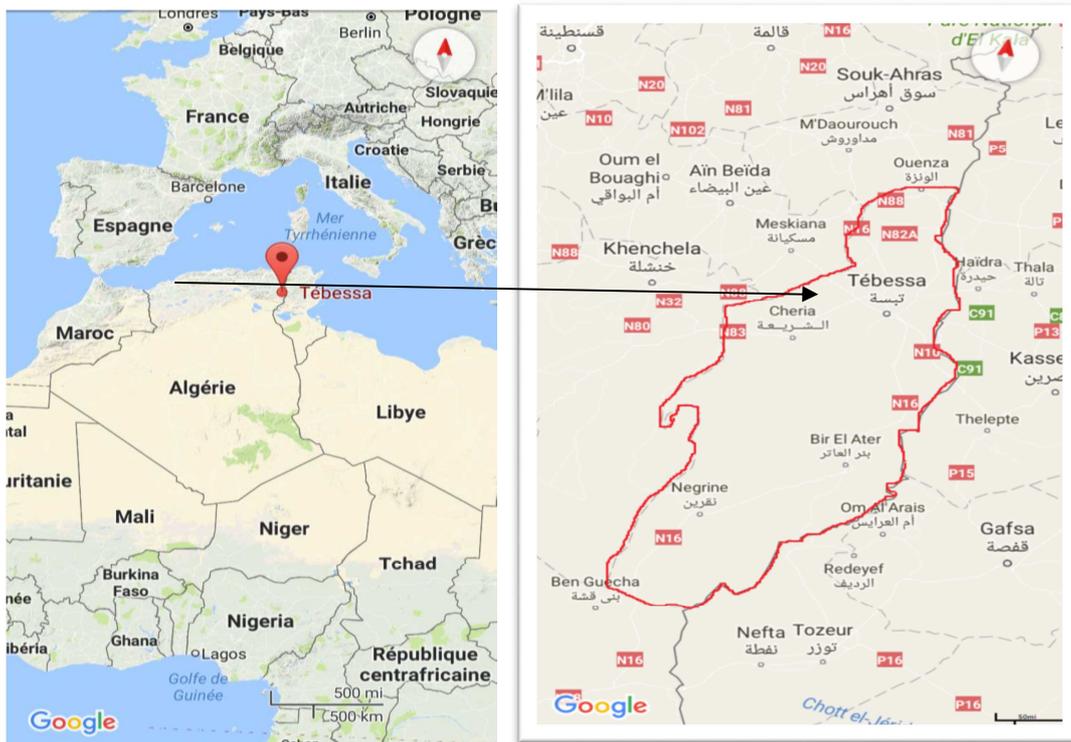
Les types de sols rencontrés dans grand ensemble ne diffèrent pas beaucoup de ceux de l'Atlas saharien.

*Chapitre II :*  
***Matériel et méthodes***

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Localisation géographique de Tébessa

L'étude a été effectuée dans la wilaya de Tébessa, située à l'extrême est de l'Algérie, elle partage une frontière de 28 km avec la Tunisie à une superficie de 13878 km<sup>2</sup> **figure 11** elle est limitée au nord par la wilaya de Souk-Ahras, au sud par la wilaya d'El-oued ; à l'est par la Tunisie et à l'ouest par la wilaya d'Oum el Bougi et Khenchela.



**Figure 11 : localisation de la région d'étude (conservation de forêt Tébessa).**

### 1.2. Le site d'étude

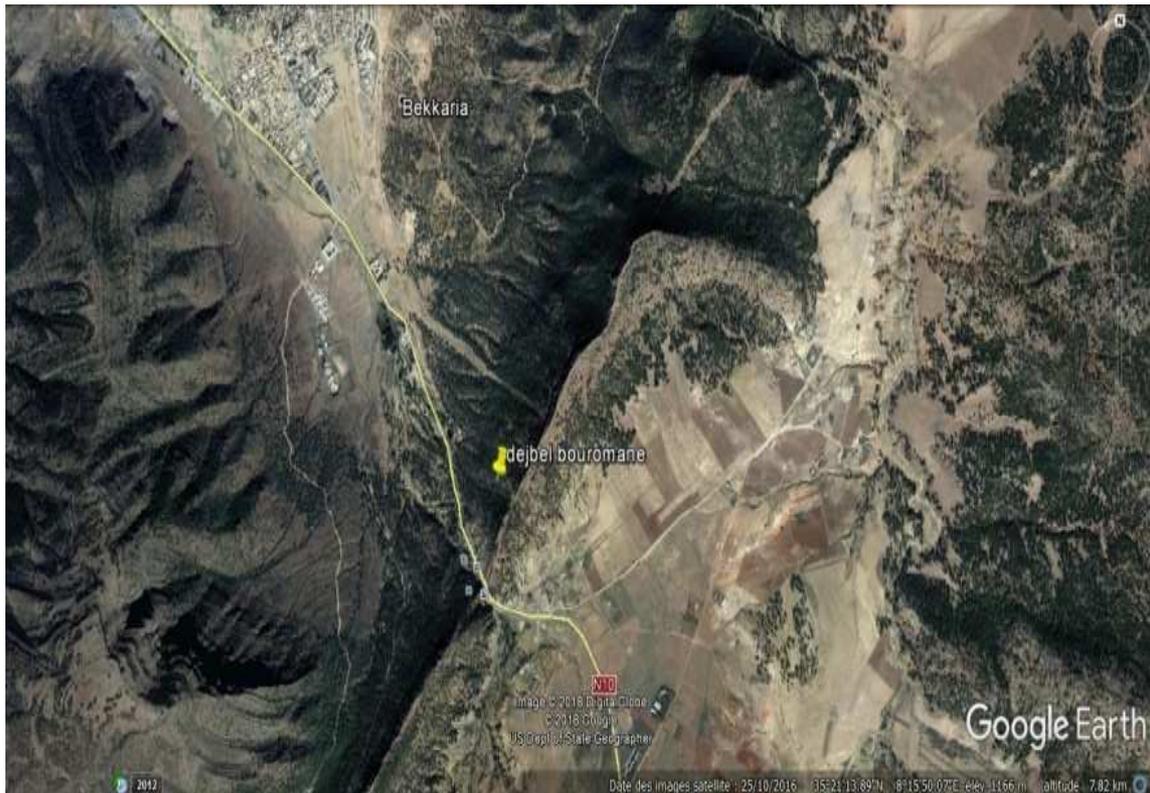
La station de **Bekkaria** est liée à la wilaya de Tébessa par la route nationale N=°10, Ses limites approximatives sont :

- Au nord, le fossé d'effondrement de Tébessa.
- Au sud, le bassin d'El-Ma Labiod.
- A l'est, bled ben Feliat (Frontière Tunisienne).
- A l'ouest, Djebel Tella et djebel Ozmor (Bendabka. 2000).

Le site d'étude est Djebel Bouromane qui se caractérise par :

- Altitude entre 1070 et 1150

- Climat de la région semi aride
- Type de sol calcaire et marne
- Age de la forêt 89ans
- L'hauteur des arbres entre 4 et 8 mètre
- La surface 2335h
- Les coordonnées géographiques de site d'étude sont : une altitude de 35°21'13.89"N 8 1550.07°E (**figure 12**).



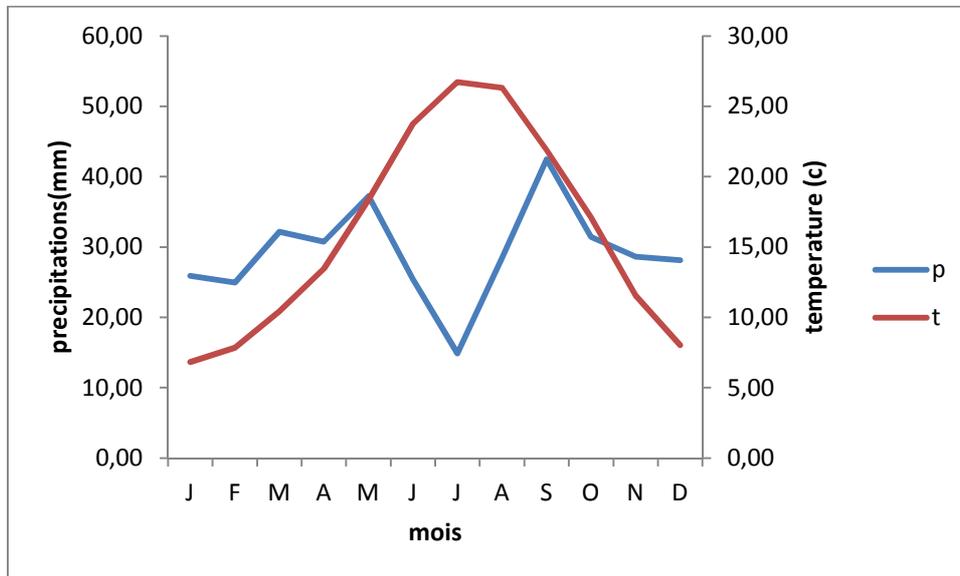
**Figure12** : localisation de la station d'étude (**Google EARTH 2018**)

### 1.3.La végétation

La végétation de la pinède de Bekkaria se caractérise par des espèces qui s'adaptent aux conditions pédoclimatiques de la région. Les espèces principales qui la composent correspondent à l'étage semi-aride. On y trouve le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea.*), le genévrier oxycedre (*Juniperus oxycedrus*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et l'alfa (*Stipa tenacissima.*) l'armoise (*Artemisia herba-alba*). (**Conservation des forêts Tébessa**).

### 1.4. Le climat

La caractérisation climatique de notre station d'étude a été faite sur les bases des données climatiques fournies par le centre météorologiques de Tébessa sur une période s'étendant sur 38 ans de 1978 à 2016 pour les précipitations et les températures.



**Figure 13.** Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1978-2016)

D'après l'analyse climatique sur une période de 38 ans (1978-2016), la région de Tébessa possède un climat typiquement semi-aride de type continental (Hiver froid et été chaud) avec des températures moyennes annuelles de 15,82°C avec un maximum au mois de juillet avec 27,27°C et un minimum au mois de janvier avec 6,47°C. Les précipitations moyennes annuelles sont estimées à 345 mm, avec un maximum de 43,33 mm pour le mois de septembre et un minimum pour le mois de juillet avec une moyenne de 14,36 mm. (**Station météorologie de Tébessa**)

### 2. Echantillonnage :

On a choisi Deux parcelles situées l'une à côté de l'autre:

- une parcelle forestière plantée par les arbres de pin d'Alep (pinède de Bekkaria) (**figure14**).
- Une parcelle non plantée est une surface sans pin d'Alep (témoin) les coordonnées géographiques sont altitude longitude latitude (**figure15**).

Les échantillons du sol sont (10 échantillon)p prélevés aléatoirement à l'aide d'une pioche, Le séchage du sol a été fait à l'ombre pendant une durée de 15jours puis a été tamisé à l'aide d'un tamis de 2mm.



Figure 14: Sol de la parcelle forestière



figure 15: sol témoin

### 3. Analyses physicochimiques du sol

Sur la fraction broyée du sol, on a effectuée les analyses suivantes avec trois répétitions pour chaque parcelle :

#### 3.1. Texture de sol

##### a. Principe

La texture est basée sur la composition granulométriques qui influe les propriétés du sol.

Si les particules du sol sont petites, la rétention est plus élevée.

##### b. protocole

On détermine la texture par la méthode de saturation qui consiste à prendre 10 g de sol, puis on ajoute l'eau goutte à goutte et on mélange jusqu'à l'obtention d'une pâte luisante et on pèse (P2), on passe l'échantillon à l'étuve (105 °C) pendant (24 h) et on prend le poids (P3).

##### c-Calcul

- Le taux de texture est donné de la formule suivante :

$X1 : P2 - P1$  (poids d'humidité).

-  $P1$  : poids de la capsule vide

$X2 : P3 - P1$  (poids du sol).

$X1 \rightarrow X2$

$Y \rightarrow 100$  g du sol sec

### 3.2. pH

#### ➤ Test du pH

La mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau rend compte de la concentration en ions H<sup>+</sup> à l'état dissocié dans le liquide surnageant. (**Baize, 2000**). Ainsi, une prise de 5 g de sol additionnée de 12,5 ml d'eau distillée du jour a été agitée pendant 30 minutes. La lecture du pH<sub>eau</sub> de la suspension de sol a été faite à l'aide d'un pH-mètre. Le pH a été déterminé à l'aide du pH-mètre (**Annexe 03**) dans une suspension de terre fine. Dans l'eau distillée avec un rapport sol/eau=1/5.

### 3.3. Conductivité

#### a. Principe

la conductivité permet de déterminer la salinité avec une grande précision, si la quantité des sels est grande dans une solution du sol, la conductivité est élevée

#### b. protocole

La mesure de la teneur en sels dans le sol est effectuée sur l'extrait au 1/5 avec un Conductimètre de type WTW/ LF330 (**Mathiew et Pieltain, 2003**). Elle est exprimée en décisiemens/mètre (dS/m), anciennement en mmho/cm dont 1mmhos/cm=1dS/m.

### 3.4. Dosage du calcaire total

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire de sol représenté sous toutes dimensions (toutes les tailles). Sa quantité dans le sol peut être déterminée après sa dissolution par un acide moyennement concentré (test d'effervescence).

#### a. Principe

On attaque le carbonate de calcium qui se présente au niveau du sol par l'**HCl**. Ce dosage est basé sur la réaction acide-base avec l'**HCl** dilué au 1/3. Le volume de **CO<sub>2</sub>** dégagé permet de déterminer la quantité de **CaCO<sub>3</sub>**.



#### b. protocole

On pèse 2g de terre fine et on ajoute 10ml de l'**HCl** dilué (1/3), on agite, on laisse reposer, et on pèse. Le volume de **CO<sub>2</sub>** dégagé permet de déterminer la quantité de **CaCO<sub>3</sub>**.

#### c. Calcul

% de **CaCO<sub>3</sub>** = Poids du **CO<sub>2</sub>** dégagé × 2,274 × 100 / Poids du sol (**Baize et Jabiol, 1995**).

**3.5. Calcair actif****a. Principe**

Le calcaire actif correspond au calcaire  $\text{CaCO}_3$  fin facilement solubilisé. Au contact

D'une solution d'oxalate d'ammonium. Ce calcaire fin se transforme en oxalate insoluble. Le reliquat ou le reste de solution d'oxalate d'ammonium non utilisé est dosé par une solution de permanganate de potassium. (Soltner, 2003).

**b. protocole**

On Introduit 2.5g de sol dans un Erlenmayer de 500ml. On Ajouter à l'aide d'une fiole jaugée 250ml d'oxalate d'ammonium ; Agiter pendant 2heures ; on Filtrer le contenu de l'Erlenmayer (le filtrat doit être parfaitement limpide). Prélever une prise de 10ml de filtrat, on verser dans un bêcher de 100ml. On Ajouter 10ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et 10ml d'eau distillée (avec une éprouvette) ; Chauffer légèrement le bêcher sur un agitateur magnétique chauffant pour amorcer la réaction et Titrer l'oxalate d'ammonium en excès par de permanganate de potassium jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante, soit V ml le volume versé. Titrer de la même façon 10ml de la solution d'oxalate d'extraction, soit V' ml le volume versé.

**c. Calcul**

Soit :

-P = poids de la terre 2.5g.

-V = volume de  $\text{KMnO}_4$  versé pour 10ml de la solution après contact avec le sol.

-V' = volume de  $\text{KMnO}_4$  versé pour 10ml de la solution d'oxalate d'ammonium.

1 ml de  $\text{KMnO}_4$  0.1 N= 5 mg de  $\text{CaCO}_3$ .

$\text{CaCO}_3\% = (V'-V) * 250 * 100 * 5 / 2.5 * 10 * 1000.$

$\text{CaCO}_3\% = (V'-V) * 5$

**3.6. La matière organique****a. Principe**

La teneur en matière organique est obtenue par calcul de la fraction perdue par calcination ou perte au feu (Aubert ,1978).

**a. Protocole**

Selon Moreno *et al* (2001), cette méthode est utilisée pour faire la détermination de la matière organique par incinération (perte au feu ou perte par calcination). La perte au feu permet de mesurer directement la matière organique dans le sol. On place les échantillons pendant une nuit (16 heures) dans un four à moufle à 375 °C. La perte de poids, après calcination, nous donne la matière organique.

**c. calcul**

Les résultats de l'échantillon sont calculés à partir de l'équation suivante :

$$\text{M.O \%} = (\text{Poids sol sec (g)} - \text{Poids sol incinéré (g)}) / \text{Poids sol sec (g)} * 100$$

$$\text{M.O \%} = (P1 - P0) - (P2 - P0) / (P1 - P0) * 100$$

Où

M. O. : Matière Organique.

P: poids du creuset vide.

P0 poids final.

P1 poids du creuset contenant les cendres.

**3.7. Dosage du phosphore assimilable****a. Principe**

Le phosphore est extrait par agitation avec solution d'hydrogénocarbonate de solution à PH =8 ,5 .la solution alcaline d'hydrogénocarbonate peut abaisser la concentration des ions calcium par précipitation sous forme de carbonate de calcium et celle des ions aluminium et ferriques par précipitation sous forme d'hydroxydes.la concentration des ions phosphate augmente en

conséquence et le phosphore assimilable peut être extrait de l'échantillon de terre par la solution d'hydrogénocarbonate de sodium et filtration (Dewis *et al.* 1984).

### **b. protocole**

On mélange 5g de sol tamisé avec 100ml de bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0,5N.

Après l'agitation (30minutes) et la filtration, on prélève 5ml du filtrat et on ajoute 5ml de molybdate d'ammonium, on dilue avec l'eau distillée jusqu'à 24ml. On effectue la lecture au spectrophotomètre à 660 nm après l'ajout d'un ml de chlorure d'étain dilué.

La gamme d'étalonnage est réalisée à base de phosphate monopotassique.

La droite de régression :  $Y = 0,061x + 0.553$  avec  $R^2 = 0,956$  (Mathiew et Pieltain, 2003).

### **4. Les analyses statistiques**

Les paramètres du sol dans les parcelles d'étude ont été testés par une analyse de la variance (ANOVA) au niveau de  $\alpha = 0,05$ . Le logiciel utilisé est le MINITAB.

# **Chapitre III : Résultats**

### 1. Texture

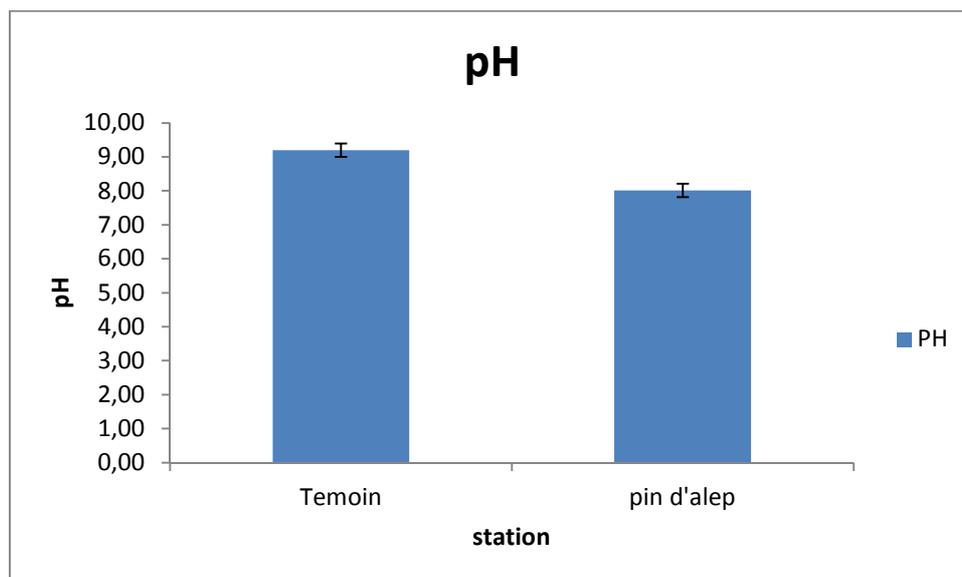
D'après les valeurs obtenues (**tableau 01**) le taux de l'humidité est compris entre 31 ,40 % ce qui correspond à la texture limono-sableuse chez la parcelle non plantée, alors que le taux de l'humidité chez la parcelle forestière est de 34 ,09% ce qui correspond à la texture limono-argileuse (**Annexe 02**).

**Tableau 01** : Variation du taux d'humidité selon les parcelles d'étude

Station	Sol témoin	Sol forestier
Taux d'humidité (%)	31,40	34 ,09

### 2 .pH

La **figure 16** montre la variation du pH selon les parcelles d'étude ; Le pH du sol témoin a enregistré une valeur moyenne de 9 ,20. Alors que le sol forestier a révélé une valeur de 8,01

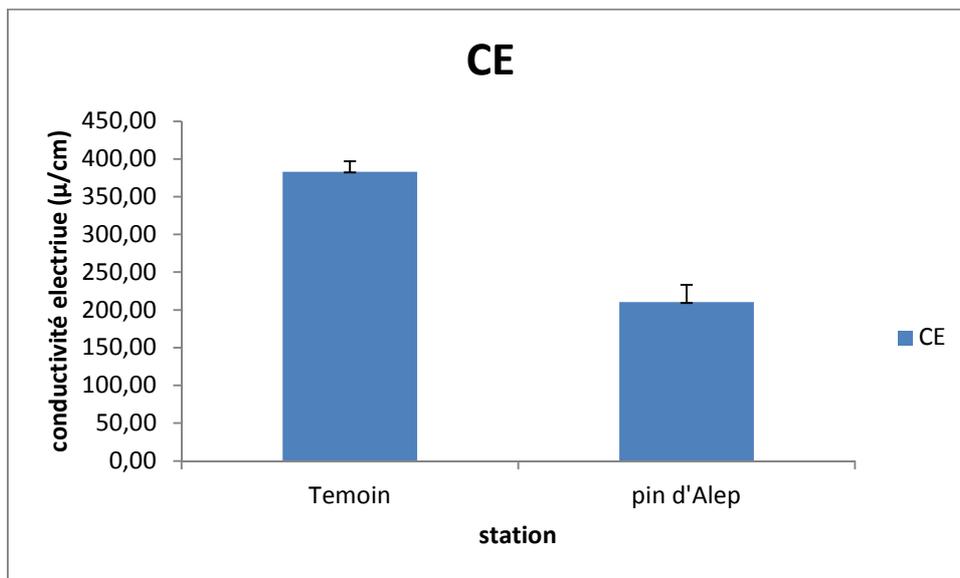


**Figure 16:** Effet de pin d'Alep sur le pH du sol

Les résultats statistiques (**Annexe 09**) ont révélé des effets très Hautement significatif sur la variation du Ph.

## 2. Conductivité électrique

Les résultats analytiques illustrés dans la **figure 17** montrent que la conductivité électrique du sol Témoin est de  $383\mu\text{S}/\text{cm}$ , et la conductivité électrique du sol de pin d'Alep est de  $210,33\mu\text{S}/\text{cm}$

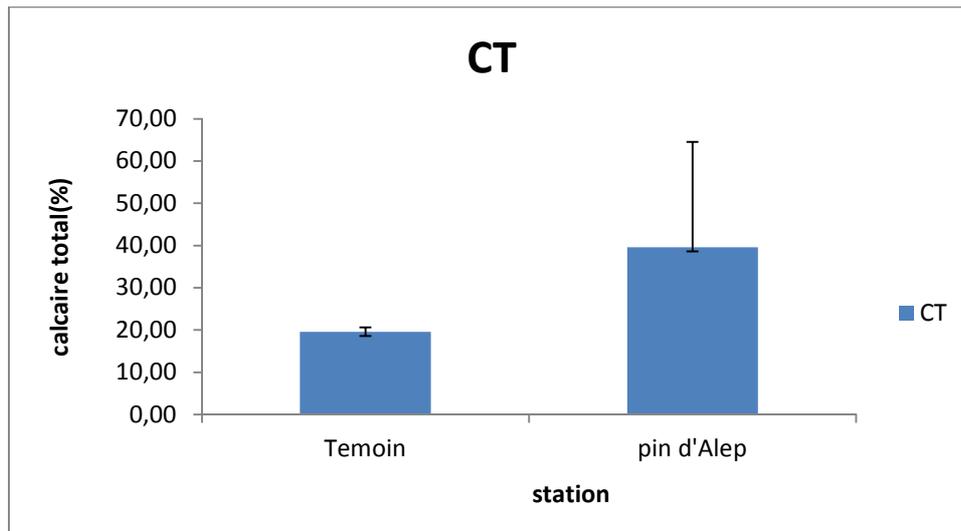


**Figure 17** : Effet de pin d'Alep sur la conductivité électrique du sol

Les résultats statistiques (**Annexe 09**) ont révélé des effets Hautement significatifs sur la variation de la Conductivité électrique.

## 3. Calcair total

La variation de la valeur du calcaire total est présentée par la **figure 18**. Le calcaire total du sol témoin a enregistré une valeur moyenne de  $19,58\%$ . Il augmente dans le sol de pin d'Alep à une valeur moyenne de  $39,62\%$ .

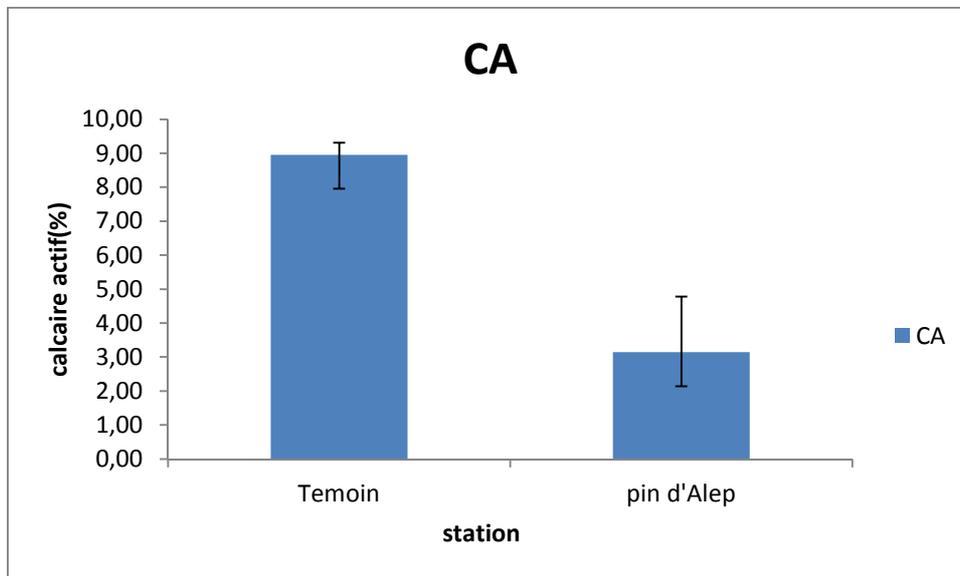


**Figure18** : Effet de pin d'Alep sur le calcaire total du sol

Les résultats statistiques (**Annexe 09**) ont révélé des effets non significatifs sur la variation de la Calcaire total.

### 5. Calcair actif

La **figure 19** montre la variation du calcair actif selon les parcelles étudiées. Ce paramètre a atteint une valeur moyenne de 8,96% dans sol témoin. Cette valeur diminue dans le sol de pin d'Alep avec une valeur moyenne de 3,14%.

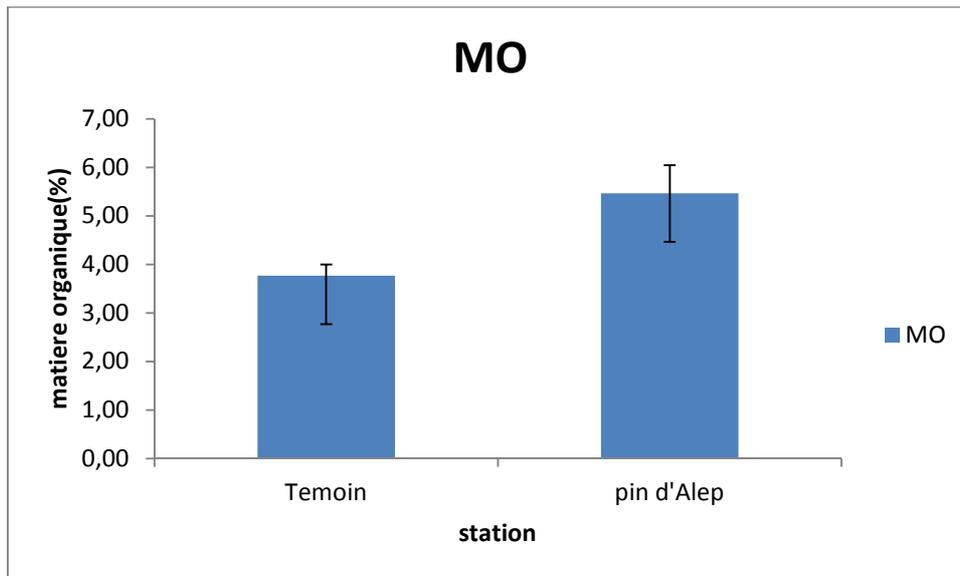


**Figure 19** : Effet de pin d'Alep sur le calcaire actif du sol

Les résultats statistiques (**Annexe 09**) ont révélé des effets significatifs sur la variation du calcaire actif.

### 4. Matière organique

Les résultats analytiques illustrés dans la **figure 20** montrent les variations du taux de la matière organique dans le sol. Ce paramètre a atteint une valeur moyenne de 03,77% dans sol témoin. Cette valeur augmente dans le sol de pin d'Alep avec une valeur moyenne de 05,47%.

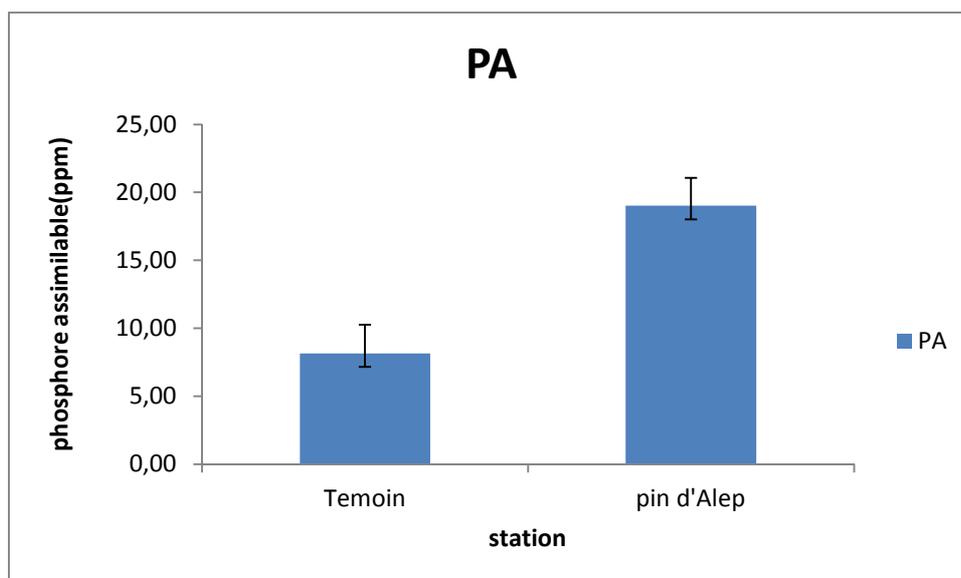


**Figure20** : Effet de pin d'Alep sur la matière organique du sol

Les résultats statistiques (**Annexe09**) ont révélé des effets significatifs sur la variation de la Matière organique.

### 7. Le phosphore assimilable

D'après La **figure 21** l'effet du pin d'Alep sur le taux du phosphore assimilable est bien marqué, le sol témoin a enregistré une valeur moyenne de 8,15 ppm. Alors que la parcelle forestière a révélé une valeur moyenne de 19,01ppm.



**Figure 21** : Effet de pin d'Alep sur le taux du phosphore assimilable du sol

Les résultats statistiques (**Annexe 09**) ont révélé des effets significatifs sur la variation de la Phosphore assimilable.

*Chapitre iv :*  
*Discussion générale et*  
*Conclusion*

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet du *Pinus halepensis* sur les propriétés physicochimiques du sol dans la région de Tébéssa station (Bekkaria); sur la base des résultats obtenus on peut avancer la discussion suivante :

- **La texture du sol**

La texture du sol est limono-sableuse chez le site témoin et limono -argileuse chez le site pin d'Alep. Le taux de l'humidité est élevé dans la parcelle de pin d'Alep par rapport le sol non planté. L'humidité du sol dans les sites de pin était significativement plus élevée que dans les sites ouverts (**Maestre et al, 2003**). Cette différence pourrait avoir été médiatisée par les processus de l'eau de la couronne du pin ou par une évaporation réduite causée par l'ombre (**Maestre et al, 2003**). Par contre **Maestre et Cortina (2004)** ont signalé que Les plantations de *Pinus halepensis* dans les zones semi-arides présentent généralement une teneur en humidité du sol inférieure à celle des autres communautés végétales. L'effet de *P. halepensis* sur l'humidité du sol peut résulter de l'interception des pluies et de l'absorption d'eau par les pins et les espèces associées (**Bellot et al, 2004**).

- **pH**

Selon le référentiel pédologique **Baize et Jabiole (1995 )** le pH du sol témoin est supérieur à 8,7 révélant un sol très basique, alors que le pH de la parcelle plantée est compris entre 7,5 et 8,7 révélant un sol basique.

- **La conductivité électrique**

Les valeurs observées dans les deux parcelles ne dépassent pas 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  traduisant un sol non salé (**Mathieu et Pietain 2003**) (**annexe 03**).

- **Calcaire**

Selon **Baize et Jabiol (1995)** (**Annexe 05**) la nature du sol dans la parcelle plantée est hyper calcaire et dans la parcelle témoin est moyennement calcaire ce qui indique que le sol est riche en calcaire actif qui La nature de la roche mère (roche mère calcaire) de la région de Bekkaria traduit les teneurs élevées du calcaires dans les parcelles d'étude. Selon **Al Omary(2011)**. L'alcalinité du sol peut être attribuée à la présence de carbonates. Des études similaires ont montré que les sols ayant des valeurs de pH élevé ont des teneurs élevées en

carbonates, ainsi que l'ensemble des modes de fixation des métaux. Présente un taux élevé dans la parcelle témoin par rapport la parcelle du pin d'Alep.

Le pH et la CE font partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols. La diminution de pH, de la conductivité (CE) et de la concentration de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) sous le sol de plantation de pins d'Alep est en accord avec l'étude d'**Al Omary (2011)**, qui confirme que pH, Conductivité (CE) et  $\text{CaCO}_3$  ont été significativement réduits par les plantations de pins d'Alep par rapport aux zones non plantées. En réalité, l'alcanité du sol peut largement être attribuée à la matière mère calcaire dominée dans la zone d'étude. En outre, la litière sous la pinède d'Alep contient de nombreux terpénoïdes, composés phénoliques et acides gras, ce qui favorise la réduction de la concentration en pH, CE et  $\text{CaCO}_3$  (**Fernandez et al, 2012**).

- **La matière organique**

Le sol de la pinède de Bekkaria est très riche en matière organique dépassant les 4% (**Baize et Jabiol**) tandis que son taux chez le sol témoin est moyen (**annexe 06**). D'après (**Maestre et al, 2003**) La teneur en carbone organique et en azote total du sol était plus élevée sous les arbres de *Pinus halepensis* est capable d'augmenter la matière organique du sol sous-jacente. Nos résultats concordent avec d'autres études décrivant une augmentation de l'accumulation de matière organique du sol avec la croissance des plantes sur le boisement (**Romanyà et al, 2000**). Une autre raison de la présence de nutriments élevés dans le sol sous les feuillus est l'accumulation de MO pendant 54 ans avec un faible taux de décomposition dans les conditions de sécheresse prévalant dans le bassin méditerranéen (**Al Omary, 2011**). Ces résultats peuvent être expliqués par les effets de la litière d'entrée des plantations via MO (**AL Omary, 2011**). Selon **Romanyà et al. (2003)**, **Maestre et Cortina, (2004)** la matière organique du sol a été significativement améliorée par les plantations de pins Alep par rapport aux zones non plantées.

- **Phosphore assimilable**

Selon **mathieu et pieltin (2003)**, la quantité du phosphore assimilable dans le sol du pin d'Alep est moyenne 19,01 ppm par contre le sol témoin 8,15 ppm est pauvre en phosphore assimilable (**annexe 07**). D'après **Al Omary(2011)** Les concentrations de N, P, K, Zn et Cu sous les plantations de pins d'Alep étaient plus élevées et significativement différentes de celles en dehors des plantations. L'augmentation de la sécheresse diminue la disponibilité du

phosphore dans une forêt méditerranéenne à feuilles persistantes (Sardans et Peñuelas, 2004).

En conclusion, les résultats obtenus ont révélé que

- Le sol du pin d'Alep est un sol limon- argileux, non salé, alcalin, hyper calcaire et riche en matière organique et phosphore assimilable
- Le sol de la parcelle témoin est un sol limono-sableux, fortement basique, non salé, très riche en calcaire actif avec une quantité moyenne de la matière organique et pauvre en phosphore assimilable.
- La présence du pin d'Alep semble avoir un effet statiquement significatif sur les paramètres étudiés, il contribue à l'amélioration de la texture du sol, de la fertilité (matière organique et phosphore assimilable), et un effet sur la diminution du taux de calcaire actif.
- La méthode de dosage de la matière organique n'est pas précise, les résultats doivent être confirmés par l'utilisation de la méthode d'Anne .

*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

### A

**AUBERT G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols, Ed, C.R.D.P, Marseille, 189p.

### B

**Baize, D. & Jabiol, B. 1995.** Guide pour la description des sols : techniques et pratiques. INRA. Paris, 375 p.

**Baize.D.2000.**Guide des analyses en pédologie. 2éme édition. P 89-92.

**Balesdent J., 1996.** Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols de France. *Etude et Gestion des sols*, 3(4) : 245-260.

**Baize.D, Jabiol, B ,2011.-** Guid pour la description des soles. Ed : INRA, Paris P : 375.

**Boyer J., 1982.** Les sols ferrallitiques. Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Tome X. Paris, Orstom, N° 52. 384 p.

**Boudy P., 1950 .**Economie forestières Nord-africaine, Tome II : Monographies et traitements des essences forestières, Fasc II. Paris, Edi : Larose, 638 p.

**Bounnier, 1990.** gaston.la flore en couleurs de Gaston Bonnier.4tomes. Paris. édition belin.1401p.

**Benabdeli K, (2010) –** 50 Connaissances pour préserver l'environnement, 51p.

**Bendabka. 2000.** L'hydrogeologie du sous bassin d'effondrement de Bekkaria DEA en hydrologie.univ.tebessa. Pb: 14.

### C

**Calvet.R.2003.** Le sol, propriétés et fonctions.Ed : France Agricole, Dunod.P : 375.

**Cheuib A., 2006.** Effets de la limitation croisée en phosphore et en lumière sur la croissance et la morphogenèse aérienne et racinaire de jeunes plants de pin maritime. Thèse de Doctorat. Spécialité : Biogéochimie de l'Environnement. Université Bordeaux 1. 177 p

**Czeczot H. 1954.** The present distribution of *Pinus halepensis* Mill, and *Pinus brutia* TenC. .R. Cong. Bot. Paris, Vol. sections, 2-6, pp. 196-197

**Campbell C.A., 1978.**Soil organic carbon, nitrogen and fertility.Dans: Schnitzer M., Khan S.U. (eds.) *Soil organic matter*: 173 - 271.

### D

**Delcour.F.1981.**initiation à la pédologie, service de la science du sol, faculté des sciences agronomiques de l'état, gembloux. Doc,Paris, 387p.

## Références bibliographiques

---

**Duchauffour .P .2001.**Pédologie.Pédogenèse et classification.Ed.Masson Paris.Tome1. P:477.

### F

**Fao, 2002.** La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres. Rapport sur les ressources en sols du monde. 59 p.

**Farjon A.K., 1996.** Biodiversity of Pinus (Pinaceae) in Mexico : Speciation and palaeoendemism. Bot. J. Linn. Soc. (London) 121(4) : 365-384.

### G

**Ghanmi S., M. L. Bouazizi Et N. Bouhaddi. 2005.** Optimisation multiobjectifs en mécanique des structures : Approche basée sur les surfaces de réponse adaptative, 7ème colloque national en calcul des structures, Giens, France.

### H

**Hinsinger P., 2001.** Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. *Plant and Soil*, 237: 173-195.

### J

**Johnston A.E., Steén I., 2000.** Understanding phosphorus and its use in Agriculture. European Fertilizer Manufacturers Association.38 p.

**J ,H Durand,1955.**les sols d'Algérie. p 56-58

### K

**Kadik B. 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires(Alger). 585 p.

**Kadik B., 1984.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (pinus halepensis Mill) en Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. Alger : Ed Office des publications universitaires.580 p

### L

**l'homme. Ed :** Tec&Doc, lavoisier. P : 271

**Lerot B., 2006.** Les éléments minéraux. 34 p

**Loisel R. 1976.** Place et rôle des espèces du genre Pinus dans la végétation du sud-est méditerranéen Français. *Ecologia Mediterranea* 2 : 131-152.

**Le Houerou H.N. - Atlas de la répartition de 250 espèces-clés dans le bassin méditerranéen. Le Houerou ed., Montpellier (2005) 220 p.**

## Références bibliographiques

---

### M

**Mathieu, C. & Pieltain, F. 2003.** Analyse chimique de sol : méthodes choisies. Tec & Doc, Paris, 388 p.

**Mathieu, C. & Pieltain, F. 2009.** Analyses chimiques des sols : méthodes choisies. Tec

**Mathieu, C. & Pieltain, F. 2003.** Analyse chimique de sol : méthodes choisies. Tec & Doc, Paris, 388 p.

**Mirov N.T. 1955.** Relationships between *Pinus halepensis* and other insigne pines of the Mediterranean region. Bull. Res. Counc. Israel SD.: 65–72.

**MORENO M et al. 2001.** Comparaison entre la détermination du matière organique des sols par la méthode de Walkler-Blak et la méthode de perte au feu, agro sol, volume 12, p49-58.

### N

**Nahal I (1962).** Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Ann. Ecole eaux et forêts. Sta. Rech. Exp. 19(4), 208p

**Nahal I. 1962.** Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales E.N.E.F., Nancy, 19: 475–686.

**Nahal I (1986).** Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis*. Série Etude CIHEAM 86/1, pp. 1-9.

### O

**Odasso, M. & Rota, A. 1992.** Effetti del trattamento di fertilizzanti e ammendante su di un pascolo alpino. Informatore Agrario, 48 p : 35- 38.

### P

**Pardé J., 1957.** La productivité des forêts de Pin d'Alep en France. Annales de l'école nationale des eaux et forêts, T. XV, Fasc. 2 : 365-414.

**Pavinato P.S., Dao T.H., Rosolem C.A., 2010.** Tillage and phosphorus management effects on enzyme-labile bioactive phosphorus availability in Cerrado Oxisols. *Geoderma*, 156: 207-215.

**Pousset, J. 2002.** Engrais verts et Fertilité des sols .2e édition. Agridécisions, 303p

### Q

**Quezel P., 1986 :** Les Pins du groupe «*halepensis*»: Écologie, Végétation, Écophysologie. Options Méditerranéennes. Série Étude CIHEAM 86/1 : 11-24.

## Références bibliographiques

---

- Quzel P., 1980.** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen, actualités d'écologie forestière. Paris : Ed Gautier-villars. 255 p.
- Quezel P., Medail F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, Edit: Lavoisier, 576 p.
- Quézel P (2000).** Taxonomy and biogeography of Mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *Pinus brutia*). In: Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. Brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Eds., Néeman G., Trabauds L., Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1-12.
- Quézel, P. et Santa, S., 1962.** "Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales", C.N.R.S., Paris, 2 vol., 1170 p.

### R

- Ramade.F, 2009.** Eléments d'écologie. Ed : Dunod. P : 144.
- Ramade.F, 2011.** Introduction à l'écochimie, les substances chimique de l'écosphère
- Razafimbelo T., 2005.** Stockage et protection du carbone dans un sol ferrallitique sous système en semis direct avec couverture végétale des Hautes Terres Malgaches. Thèse de Doctorat en science du sol. École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier p 123 .
- Robert M., 1996.** Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Dunod/Masson, Paris. 240 p.

### S

- Sanchez P.A., Shepherd K.D., Soule M.J., Place F.M., Buresh R.J., Izac A.M.N., Mokwunye A.U., Kwesiga F.R., Ndiritu C.G., Woomer P.L., 1997.** Soil Fertility replenishment in Africa : An Investment in Natural Resource Capital. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A., Calhoun, F. (Eds.), Replenishing soil fertility in Africa. SSSA Special Publication. pp.1-46.
- SánchezChávez E., Muñoz E., Anchondo Á., Ruiz J.M., Romero L., 2009.** Nitrogen impact on nutritional status of Phosphorus and its main bioindicator: response in the roots and leaves of green bean plants. *RevistaChapingo. Seriehorticultura*, 15(2): 177-182.
- Scheiner J.D., 2005.** Spéciation du Carbone, de l'Azote et du Phosphore de différentes boues de stations d'épuration au cours de leurs incubations contrôlées dans deux types de sol. Thèse de Doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. 218 p.
- Söderlund R., Svensson B.H., 1976.** The global nitrogen cycle. *Ecological Bulletins*, 22 : 23-73

## Références bibliographiques

---

**Soltner.D, 1996.** Les bases de la production végétale, Tome 1 : Le sol, collection 151 « Sciences et techniques agricoles ».Ed : France agricole. P: 83-90.

**Seigue A. 1985.** La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larousse. Paris. 502 p

**Scarascia-Mugnozza G., 1986.** Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill. (Research on the ecophysiology of *Pinus halepensis* Mill.). Options Méditerranéennes, 1: 89-97.

**Serre, f. 1973.** Contribution. L'étude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France, 236 p.

**Soltner D., 2003.** Les bases de production végétales, Tome 1, Le sol et son amélioration, collection sciences et techniques agricoles, 23<sup>ème</sup> édition, Imprimerie Prouteau, Paris, 472p.

# Les annexes

## Les annexes

### Annexe 01 : Les données climatiques de la région de Tébessa

**Tableaux 02.** Présentée les donnais climatique (température (C°)) de Tébessa.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
1980	5,7	7,3	9	10,2	14,9	22,6	25,7	25,6	21,4	14,1	11	4,5
1981	3,9	6,2	12,4	15,2	19	23,4	23,7	24	20,7	17,2	9,1	9,3
1982	9,7	7,4	9,2	11,9	14	24,2	27,9	25,9	21,5	15,8	8	10,6
1983	4,8	6,4	9,3	15,3	18,9	22,4	27,1	25,9	21,5	15	12,1	7,2
1984	6,3	5,9	8,5	12,9	16,9	23,2	25,8	25	20,5	14,4	11,9	6,3
1985	5,3	10,8	8,2	14,1	16,9	25	27,6	25,5	20,3	15,6	12,9	8,3
1986	6,2	8,1	9,4	13,6	19,8	22	24,9	26,7	21	16,5	10,1	6,3
1987	6,3	7,7	8,8	14,2	16,6	24,2	26,6	27,8	23,5	19,3	10,7	10,4
1988	8,1	7,4	9,9	14,7	20,5	33,4	28	26,7	20,5	18,1	11,6	5,7
1989	5,4	7,2	11,5	13,7	18,1	20,9	25,5	26,1	22,5	15,4	12,7	12,3
1990	8,3	12,5	10,5	10,5	19,1	23,3	23,9		24,3	19,2	11,6	6,2
1991	6,3	6,5	10,5	10,6	13,1	19,9	25,1	26,1	23,5	18,1	12,1	6,5
1992	6,1	7,7	10,1	11,7	10,4	19,5	22,7	24,9	23	18,4	13,6	7,9
1993	5,2	5,6	8,7	13,9	19,2	24,8	27	27	22,3	19	11	7,7
1994	7,5	8,9	11,9	11,8	21,9	24,2	27	28,6	23,6	17	13	8,1
1995	5,7	10,3	9,2	12,7	20,1	22,9	27	24,6	21,1	16	11	9,1
1996	9	6,3	10,1	12,4	18,2	20,8	25,9	26,6	20,3	15	12,4	10,2
1997	8,7	9,3	9,3	1,2	20,4	26,6	28	25,2	20,5	17	12	8,5
1998	7,2	8,2	9,8	15,1	17,7	24,6	28	25,7	23,2	15	10	6,3
1999	7,1	5,8	10,2	14,9	22,1	25,8	26	28,9	23,6	19	11	7,1
2000	4,5	8,4	11,8	16,4	20,1	22,6	27	26,9	22,6	16,3	13,3	10,4
2001	8,5	8,1	16,1	13,7	18,7	24,1	28,5	26,9	23,1	21,4	12,2	7,3
2002	6,8	9,2	12,6	14,7	21,4	25,3	25,8	25,6	21,7	18,2	12,6	9,2
2003	7,2	6	10,3	14,8	19,1	24,9	29	27,4	23,2	20,1	12,8	7,3
2004	7,5	10,1	12,1	13,1	16,2	22,4	26,3	27,8	21,4	20,9	10,8	8,7
2005	5,2	5,5	11,5	14,2	21,2	24	28,5	26,4	22,1	18,7	12,6	6,6
2006	5,2	5,5	11,5	14,2	21,2	24	28,5	26,4	22,1	18,7	12,6	6,6
2007	5,2	7,6	12,1	17,1	21,4	24,7	26,6	26	21,6	19,6	12,6	8,4
2008	7,6	8,8	11,4	15,6	19,5	23,4	28,8	27,6	25,1	0	10,5	6,6
2009	7,6	7	10	11,8	18	23,8	28,4	26,7	21,5	16,1	13,1	11,1
2010	8,7	10,1	12,9	16,3	17,4	23,8	27	27	21,8	17,5	12,2	10,1
2011	8,2	7	9,7	14,7	17,9	22,3	27,5	27	23,5	16,1	12,5	8,1
2012	6,4	4,5	9,7	14,3	19,3	26,8	28,7	28,5	22,8	19,6	14,8	8,4
2013	7,4	7,5	13,8	15,6	18,8	22,6	26,9	25,6	23,1	21,7	12,4	7,5
2014	8,4	10,1	8,9	14,9	18,6	23,3	27,3	28,1	24,8	19,2	14,5	8,4
2015	7,1	6,1	9,8	15,1	20,2	22,6	26,5	26,3	22,7	18,3	11,8	8,3
2016	9	10,4	10,9	17,4	19,5	24,2	26,4	25,2	21,4	19,6	12,4	9,1
2017	5,5	9,8	12,2	12,2								

## Les annexes

**Tableaux 03.** Présentée les donnais climatique (précipitation (mm)) de Tébessa.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
1980	33,7	29,8	76,8	28,1	41	4,3	0,2	3,4	65,8	3,7	24,1	47,5
1981	13,4	18,8	24,1	11,7	35,8	72,4	3,6	4,1	37,3	23	1,9	15,3
1982	21,8	45,6	12,4	56,2	80,1	8,5	3,7	15,5	12	58,5	50,3	24,7
1983	2,8	7,3	18,1	5,7	30,4	42,7	0,7	31,5	3,9	31,7	17,9	12,2
1984	18,9	92,4	24	24,1	4,3	6,8	0,2	15,4	27,2	26,2	19,1	51
1985	25,7	11,3	54,5	26,4	65,2	27,2	2,4	6	50,8	23,1	3,5	13,5
1986	31,1	14,3	83,1	2,5	35,8	15,2	51	13,1	24,4	28,7	44,7	20,7
1987	10,2	27,4	62,6	13,2	25,1	4,2	33,7	5	15,5	18,7	33,8	9,2
1988	23,7	4,2	35,8	31,6	55,6	62,1	8,3	6,5	21,4	20,6	35,1	35,4
1989	18,3	17,4	14	16,3	8,4	57,3	8,7	99,3	44,6	12	10,8	8,7
1990	83	0,2	34,8	43,1	66,9	17,1	15,2	136,6	53,3	22,4	99,8	64,9
1991	30,3	12,8	54	43	67,8	14,4	6,4	65,6	74,7	34,4	44,3	14,2
1992	34	29,9	24,3	43,6	82	23,2	13,4	4,5	51,2	28,4	61,6	48,4
1993	9,3	27,9	21,4	2,6	31,1	12,8	20,1	1,8	22,7	3,8	16,8	28,7
1994	31	23,9	19,4	23,3	41	2,4	4,5	11	7,2	66,8	0,6	6,8
1995	24,7	3	32,3	22,1	7,4	37,9	1,7	44,1	149,7	39,7	26,6	18,2
1996	24,9	72,9	56,3	49,8	30,2	38,9	13,2	30	12,4	4,1	1,2	15
1997	31,6	7,1	18,9	46,8	16,1	10,3	20,2	23,7	64	72,5	45,2	21,5
1998	22,3	10,2	28,7	29,2	16,7	31	0	15,1	78,6	36,2	55,1	14,5
1999	56,4	11,7	45,6	15,4	30,9	16,9	18,9	33,7	22,1	81,5	64,6	34,5
2000	3,7	4,1	10	14,7	86,5	76,4	21,6	18,8	51	18,3	17	13,7
2001	27,1	15,8	15,1	2,7	49,3	2,4	7,6	1,4	55	10,7	23,3	7,1
2002	17	11,8	5,2	29	40,6	13,3	58	84,7	36,5	38	76,4	30,3
2003	100,4	38,9	18	97,8	29,2	9,5	2,8	12,1	70,2	45,5	17,5	168,4
2004	20,6	3,2	72,6	29,4	39,4	91,6	16,4	44	19	26	117	66,9
2005	29,2	34	24	20,4	1,2	31,5	1,4	46,6	33,3	94,1	31,6	77,3
2006	34,9	14,4	5,5	43,6	37,6	26,9	8,4	26	6,4	12	3,7	63,2
2007	5,2	11	61	59,1	13,8	38,8	30,2	54,4	49,7	15,4	9,3	28,7
2008	6,1	7	36,4	28	67,4	12,9	4,3	18,7	84,5	52	12,8	47,1
2009	76,9	11,6	26,7	111,9	65,9	0	23	12,7	96,7	2	2	7
2010	38,7	3,1	13,1	79,3	35	25,9	20,2	2,4	77	17	55,1	5,5
2011	26,5	66,7	60,6	43,4	47,2	28,4	54,2	10,2	3	86,1	3,4	8,9
2012	46,4	57,2	39,4	24,1	27,8	2,1	3,5	35,5	41	51,9	13,2	2,6
2013	20,1	8,6	25	33,4	9	0,7	14,8	26,5	46,8	38,7	40	28,4
2014	38,7	48,4	27,9	2,3	19,9	29	22,5	8,7	49,3	7,1	43,2	49,5
2015	30,4	66,7	42,7	1	5	16,5	19,5	10	7,6	5	13,8	
2016	2,8	2	5,6	4,5	6,8	3		13	4,8	9,8	3,4	7,2
2017	2,1	2,3	9	7,8								

## Les annexes

---

### Annexe 02 : texture

**Tableau n°04** : Echelle granulométrique de la texture du sol (**Ramade , 2011**)

Terre fine	Terre grossière					
Argiles	Limons fins	Limon grossiers	Sables fines	Sable grossiers	graviers	Cailloux
<2 $\mu$ m	2-20 $\mu$ m	20-50 $\mu$ m	50-200 $\mu$ m	0.2-2mm	2-20mm	>20mm

### Annexe 03 : pH

**Référentiel pédologique (Baize&Jabiol,1995)**

pH	Classe
<3.3	Hyper acide
3.5-4.2	Très acide
4.2-5	Acide
5-6.5	Faiblement acide
6.5-7.5	Neutre
7.5-8.7	Basique
>8.7	Très Basique

## Les annexes

### Annexe 04. Conductivité

#### Classification selon (Mathieux&Pielain,2003)

Conductivité (mmhos/cm)	0.6	1	2	3	4
CE(1/5)	Non salé	Légerement salé	Salé	Très sale	Extremement sale

### Annexe 05 : dosage de calcaire (Baise, 2000)

CaCO <sub>3</sub> (%)	Sol
CaCO <sub>3</sub> <1	Non calcaire
<1CaCO <sub>3</sub> <5	Peu calcaire
5<CaCO <sub>3</sub> <25	Modérément calcaire
25<CaCO <sub>3</sub> <50	Fortement calcaire
50<CaCO <sub>3</sub> <80	Très fortement calcaire
CaCO <sub>3</sub> >80	Excessivement calcaire

### Annexe 06. Dosage de matière organique :

#### Classification (Soltner, 1981inGouasmi,2012)

Taux de matière Organique(%)	Terre
<1	Très pauvre
1-2	Pauvre
2-4	Moyenne
>4	Riche

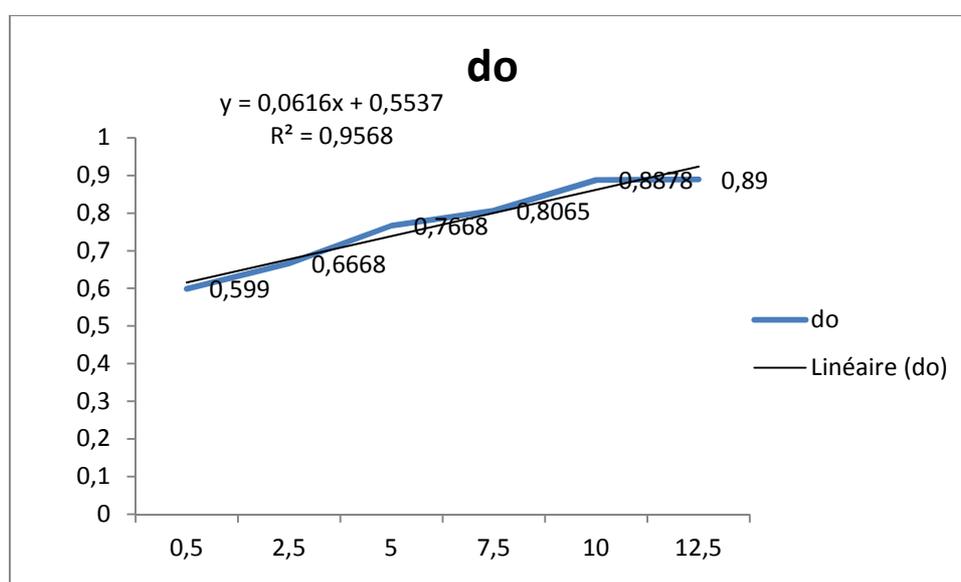
## Les annexes

### Annexe 07 : Dosage du phosphore assimilable

#### Classification (Olsen, 1954)

Teneur(ppm)	Classe
<10	Terre pauvre
10-20	Terre moyenne

### Annexe 08 : gamme détalonnage de phosphore assimilable



**Figure22** : Gamme détalonnage de phosphore assimilable

### Annexe 09: Les analyses statistiques :

#### pH

Analyse de la variance pour PH, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	2,1004	2,1004	2,1004	586,16	0,000
Erreur	4	0,0143	0,0143	0,0036		
Total	5	2,1148				

## Les annexes

---

### CE

Analyse de la variance pour CE, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	44721	44721	44721	123,65	0,000
Erreur	4	1447	1447	362		
Total	5	46167				

### CT

Analyse de la variance pour CT, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	602,4	602,4	602,4	1,94	0,236
Erreur	4	1241,9	1241,9	310,5		
Total	5	1844,3				

### CA

Analyse de la variance pour CA, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	50,692	50,692	50,692	36,28	0,004
Erreur	4	5,590	5,590	1,397		
Total	5	56,282				

### MO

Analyse de la variance pour MO, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	177,13	177,13	177,13	40,70	0,003
Erreur	4	17,41	17,41	4,35		
Total	5	194,53				

## Les annexes

---

### PA

Analyse de la variance pour PA, en utilisant la SC ajustée pour les tests

Source	DL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
STATION	1	4,3350	4,3350	4,3350	22,42	0,009
Erreur	4	0,7733	0,7733	0,1933		
Total	5	5,1083				