

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Jijel
Faculté des sciences exactes
et des sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie
Animale et Végétale

جامعة جيجل
كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة
والحياة
قسم : البيولوجيا الحيوانية و النباتية



CO 104M

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Biologie

~~Animale et Végétale~~
Ecosystèmes Forestiers

Thème

*L'impact de la végétation forestière sur la
modification physico-chimique des sols
forestiers.*

Jury:

- **President:** M^{eme} Ben Abd-el-Kader M.
- **Examineur:** Mr Roula S.
- **Encadreur:** Mr Hamimeche M.

Présenté par:

- Houfani Imane
- Houfani Wafa.

دعاء

اللهم يا مؤنس كل وحيد، يا قريب غير بعيد، يا شاهد

غير مغلوب يا حي يا قيوم، يا بديع السموات والأرض، يا ذا الجلال

والإكرام، أسألك باسمك بسم اله الرحمن الرحيم، الذي

عنيت له الوجود وخشعت له الأبصار ووجلته له القلوب، أن تصلي

على محمد وآله، وأن تعطيني النجاح والفلاح

اللهم اختتم بالخير عملنا وحقق بالرجاء أملنا وسهل بلوغ سبيلنا

في بلوغ رضاك، وفي جميع الأحوال أعمالنا، وجعله اللهم في

ميزان حسناتنا ولا تكتبه علينا سيئة، وجعله لنا نقطة انطلاقنا

وبسر لنا طريقنا

أمين ————— يا رب العالمين

إهداء

أجد الكلمات قاصرة عن احتواء ما نشعر به في هذه اللحظات لكننا سنحاول إخراج بعض مما يسكن دواخلنا في هذه العبارات وكلنا اعتذار عن قصورها : بداية نحمد الله ونشكر فضله أن وفقنا إلى هذا وما كنا لنبلغه لولا رحمته بنا وفضله الكبير علينا وما توفيقنا إلا به عليه توكلنا وإليه ننيب .. وبعد فإننا نهدي ثمرة جهدنا واجتهادنا إلى: تبعا الحنان الصافي..رمزا العطاء والتضحية والحب..إلى اللذان سهرا وربا وتحملا لأجلنا كل الصعاب؛ إلى من علمانا وجاهدا لأجلنا..ومنحانا كل الدعم والرعاية إلى الوالدين الكريمين...الغالية أمي و العزيز أبي...و إلى من ساندنا في هذه الحياة إخواننا : فوزي, هارون, أيمن.وإلى منارة دربنا أختنا: المدللة فاطمة الزهراء..و إلى البراءة التي تغمر قلبنا فراحا وبهجة....شمعة البيت: انس وأمه أمينة وإلى أعمامنا:باديس, محي الدين, سمير و إلى كل أفراد عائلة " حوفاني " أينما كانوا وحيث ما وجدوا و إلى رفقاء الدرب :مليكة, وردة زينب, سارة, أمينة, دليلة, خليدة و الصديقة الغالية أمينة... و إلى جميع الزملاء والزميلات في الدراسة الجامعية: نجوى, حياة نجوى, مريم, سارة, سامية...و أخيرا أهدي هذا العمل إلى زوجي الذي وقف بجاني و ساندني:عزالدين (وفاء), أما أنا فاهدي هذه المدكرة الى خطيبي الذي وقف الى جاني و ساندني بلال (إيمان).

والى كل من عرف و أحب وفاء و ايمان.

رجاص في : 2011/07/03

Remerciements

*Avant tout, nous remercions ALLAH Le tout puissant
Qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier M^R Hamimeche M. Qui nous a permis de
découvrir un domaine passionnant de L'écologie. Nous la remercions
vivement d'avoir proposé ce sujet et de nous encadré pendant toute cette
année.*

*Aussi, nous ne pourrions oublier de remercier vivement Mr. Akdim A. ;
chercheur à l'université de Béjaïa, de nous avoir co-encadré, pour sa
disponibilité, ses conseils et ses orientations.*

*Nos sincères remerciements avec plein de respect, s'adressent également
aux personnes qui ont accepté de juger et d'évaluer ce travail en tant
que président : M^{eme} Ben Abd-el-Kader M, et examinateur :*

Mr Roula S

*Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont entourés durant ces cinq ans,
au sein de la promotion 2011.*

*Enfin nous exprimons notre profonde reconnaissances à tous les
Enseignants qui ont contribué à notre formation.*

Wafa & Imane

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le sol 3

I.1. Définition..... 3

I.2. Les types des sols forestiers 3

I.3. Les caractéristiques des sols forestiers 3

I.4. Impact des végétaux sur le sol forestier 4

I.4.1. Impact des systèmes racinaires sur le sol 5

I.4.1.1. Modifications physiques..... 5

I.4.1.2. Modifications chimiques 6

I.4.1.3. Modifications biologiques 6

I.4.2. L’impact des litières forestières sur le sol 7

I.4.2.1. Définition de la litière 7

I.4.2.2. Structure et composition chimique des litières 7

I.4.2.3. Types de litières 8

I.4.2.3.1. Les litières acidifiantes 8

I.4.2.3.2. Les litières améliorantes 8

I.4.2.3.3. Les litières indifférentes 8

I.4.2.4. Retombées de litière 9

I.4.2.4.1. Les retombés de feuilles et de débris végétaux en forêt 9

I.4.2.4.2. Retombées du pluviollessivats 10

I.4.2.5. Dynamique de la litière 11

| | |
|--|----|
| I.4.2.5.1. Décomposition | 11 |
| I.4.2.5.2. La minéralisation des litières | 11 |
| a. Minéralisation primaire..... | 12 |
| b. Minéralisation secondaire..... | 12 |
| I.4.2.5.3. Humification des litières..... | 13 |
| I.4.2.6. L'effet de la litière sur le sol..... | 13 |
| I.5. La matière organique du sol | 14 |
| I.5.1. L'origine de la matière organique du sol | 14 |
| I.5.2. Nature physique de la matière organique du sol | 15 |
| I.5.3. Nature chimique de la matière organique (substances humiques) du sol..... | 15 |
| I.5.4. Dynamique de la matière organique..... | 16 |
| I.5.5. L'influence de la matière organique..... | 17 |
| I.6. Forêt et érosion du sol | 17 |

Chapitre II : Zone d'étude

| | |
|--|----|
| II. Présentation de la zone d'étude..... | 19 |
| II.1. Le cadre régional..... | 19 |
| II.1.1. Situation géographique de la wilaya de Jijel..... | 19 |
| II.1.2. Climat et écologie de la wilaya de Jijel..... | 19 |
| II.1.3. Géologie et géomorphologie de la wilaya de Jijel | 20 |
| II.2. Le cadre local | 21 |
| II.2.1. Situation géographique de la commune de Ziama Mansouriah | 21 |
| II.2.2. Climat et écologie de la commune de Ziama Mansouriah..... | 21 |
| II.2.3. Géologie et géomorphologie de la commune de Ziama Mansouriah | 22 |
| II.3. Etude climatique..... | 22 |
| II.3.1. Températures et précipitations | 22 |

| | |
|--|----|
| II.3.2. L'humidité..... | 23 |
| II.3.3. Le vent..... | 24 |
| II.4. Synthèse climatique | 24 |
| II.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен..... | 25 |
| II.4.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger | 25 |

Chapitre III : Matériel et Méthode

| | |
|--|----|
| III. Matériel et Méthode..... | 27 |
| III.1. choix des stations..... | 27 |
| III.2. Echantillonnage | 27 |
| III.3. Analyses des propriétés physiques et chimiques du sol | 28 |
| III.3.1.les propriétés physiques | 28 |
| III.3.1.1.La texture | 28 |
| III.3.1.2.La porosité | 29 |
| III.3.1.3. Densité apparente..... | 29 |
| III.3.1.4.Densité réelle | 30 |
| III.3.1.5.La perméabilité | 31 |
| III.2. Analyse chimiques..... | 31 |
| III.2.1. Mesure de pH..... | 31 |
| III.2.2. Dosage de La matière organique (méthode de walkly-blak modifiée)..... | 32 |
| III.2.3. Dosage du calcaire total..... | 32 |

Chapitre IV : Résultat et discussion

| | |
|--|----|
| IV.1. Description morphologique des profils | 33 |
| IV.1.1. Description morphologique du profil n°1..... | 33 |
| IV.1.2. Description morphologique du profil n°2..... | 34 |
| IV.1.3. Description morphologique du profil n°3..... | 35 |

| | |
|--|-----------|
| IV.1.4. Description morphologique du profil n°4..... | 36 |
| IV.1.5. Description morphologique du profil concernant le profil témoin..... | 37 |
| IV.2. Données analytiques des profils | 38 |
| IV.3. Dynamique des propriétés physiques et chimiques des profils | 43 |
| IV.3.1. Dynamique des propriétés physiques | 43 |
| IV.3.1.1. La texture | 43 |
| IV.3.1.2. Densité apparente | 44 |
| IV.3.1.3. Densité réelle | 45 |
| IV.3.1.4. La porosité | 46 |
| IV.3.1.5. La perméabilité | 47 |
| IV.3.2. Dynamique des propriétés chimiques..... | 49 |
| IV.3.2.1. Le pH | 49 |
| IV.3.2.2. La matière organique | 50 |
| IV.3.2.3. Le calcaire total | 51 |
| Conclusion..... | 53 |

Références bibliographique

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau I : Températures et pluviométries moyennes et mensuelles de la région de Jijel ; Station de l'aéroport (1988-2007) | 22 |
| Tableau II : Moyenne mensuelle de l'humidité relative dans la région de Jijel 2004-2008..... | 23 |
| Tableau III : Principales descriptions morphologique du profil n°1 | 33 |
| Tableau IV : Principales descriptions morphologique du profil n°2..... | 34 |
| Tableau V : Principales descriptions morphologique du profil n°3 | 35 |
| Tableau VI : Principales descriptions morphologique du profil n°4..... | 36 |
| Tableau VII : Principales descriptions morphologique du profil témoin | 37 |
| Tableau VIII : Données analytique du profil n°1 | 38 |
| Tableau IX : Données analytique du profil n°2..... | 39 |
| Tableau X : Données analytique du profil n°3 | 40 |
| Tableau XI : Données analytique du profil n°4..... | 41 |
| Tableau XII: Données analytique du profil témoin | 42 |
| Tableau XIII : Résultat de l'analyse granulométrique..... | 43 |

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Localisation géographique de la wilaya de Jijel (échelle 1/120 000).....19

Figure 02 : Localisation géographique de la commune de Ziama Mansouriah (vue aérienne)
.....21

Figure 03 : Rose des vents.....24

Figure 04 : Diagramme ombrothermique de la région de Jijel (période 1988-2007).....25

Figure 05 : Situation de Jijel dans le climagramme d’Emberger (1988-2007).....26

Figure n°06 : Photo du profil 01.....33

Figure n°07 : Photo du profil 02.....34

Figure n°08 : Photo du profil 03.....35

Figure n°09 : Photo du profil 04.....36

Figure n°10 : Photo du profil témoin.....37

Figure n°11 : Histogramme de la Densité apparente « Da ».....44

Figure n°12 : Histogramme de la Densité réelle « Dr ».....45

Figure n°13 : Histogramme de la porosité (%).....46

Figure n°14 : Histogramme de la perméabilité.....47

Figure n°15 : Histogramme des mesures du pH.....49

Figure n°16 : Histogramme de la matière organique (%).....50

Figure n°17 : Histogramme des mesures du calcaire total (%).....51



Introduction.

Le sol est la couche la plus externe ; marquée par les êtres vivants, de la croûte terrestre, il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. Le sol en tant que partie de l'écosystème, occupe une position clé dans les cycles globaux des matières (Gobat et al., 2003). C'est un substrat d'ancrage, un réservoir d'eau et des sels minéraux pour le végétal, un lieu des micro-organismes (Meyer, 2004).

Le sol subit de profondes modifications physiques et chimiques au contact des systèmes racinaires des plantes supérieures et de leur cortège de microorganisme. Les microorganismes associés aux systèmes racinaires, profondément influencés par la plante, jouent un rôle fondamental dans l'altération des minéraux (Anonyme, 2000).

En milieu forestier, les processus fondamentaux d'altération des minéraux et d'humification sont étroitement liés, à la végétation, au substratum géologique, au climat, et à la topographie.

La végétation est un des paramètres majeurs, à l'origine de la différenciation des humus, et les litières qu'elles produisent constituent la principale source de matière organique des sols (Toutain, 1987; Duchaufour, 1983).

La forêt, par la couverture morte ou litière, joue un rôle indispensable dans la fertilité des sols et la nutrition minérale des végétaux. Dans la lutte contre l'érosion, cette litière en décomposition retient l'eau, l'empêche de ruisseler et agit comme un filtre ; en outre, pour l'humus qu'elle fournit après sa décomposition elle améliore la structure du sol augmente sa porosité et le rend par conséquent plus perméable à l'eau (Nahal 1975 in Boukerker, 1997). Donc l'interaction sol et végétation apporte des modifications considérables aux propriétés du sol.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence l'influence du couvert végétal sur les propriétés physico-chimiques du sol. La question qui se pose : quelle est l'influence du couvert végétal sur les propriétés du sol ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons réalisé des profils pédologiques à proximité du système racinaire d'un certain nombre d'espèces forestières ligneuses.

Notre mémoire, va se répartir en quatre (04) chapitres. Tout d'abords, nous essayerons au premier chapitre de faire une synthèse bibliographique concernant notre thématique de recherche. Par la suite, nous allons donner une présentation de notre zone d'étude. Le 3^{ème} chapitre sera

consacré à la présentation de la méthodologie utilisée dans notre travail. Enfin, au niveau du dernier chapitre, seront présentés les résultats de cette étude ainsi que la discussion de ces derniers, et on conclura avec une conclusion générale.



*Synthèse
bibliographique.*

I. Généralités sur le sol

I.1. Définition

Le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent » (Aubert et Boulaine, 1980 *in* Gobat et *al.*, 2003).

Le sol forestier proprement dit est un mélange de terre nivéal et d'humus reposant sur la roche mère (Boudy, 1952).

I.2. Les types des sols forestiers

Suivant leur nature, les roches sous jacentes donnent naissance à un sol forestier ou domine la silice, le calcaire ou l'argile qui sont souvent en mélange (Boudy, 1952) :

- ❖ **les sols siliceux:** formés de sable plus ou moins fins, sont très perméable à l'eau et généralement profonds, ils sont presque toujours pauvres et les espèces végétales qu'on y trouve peu nombreuses ;
- ❖ **les sols calcaires:** (c'est -à-dire riche en chaux), le plus souvent pierreux et sans profondeur, ils sont perméables, s'échauffent vite et sont plus riches en éléments utilisable pour la nourriture des plantes que les siliceux, leur flore est également plus variée ;
- ❖ **les sols argileux :** sont imperméables et froids. En Afrique du Nord ils se dessèchent très vite, deviennent durs et crevassés et par suite peu favorables aux essences forestières dont les racines se déchirent en été.

I.3. Les caractéristiques des sols forestiers

Les sols forestiers sont en moyenne nettement plus acides (1,5 unité de moins sur la médiane), plus désaturés, plus riches en matière organique et présentent une capacité d'échange cationique plus faible quand ils sont acides et plus élevée quand ils sont basiques.

De par leur origine, les sols forestiers ne sont pas très différents des sols agricoles, puisqu'entre 70 et 80 % de la surface du territoire était boisée à l'origine (De Monza, 1991).

Les sols forestiers ont servi dans de nombreux cas de source d'éléments nutritifs, se traduisant dans les pratiques telles que l'essartage (récolte du sous-bois), le soutrage (récolte des litières, voire des humus) et le pâturage en forêt, par un transfert de fertilité des forêts vers les sols agricoles (Koerner et *al.*, 1997).

Les sols forestiers ne sont pas ou peu travaillés, ce qui se traduit par une accumulation de matière organique dans les horizons superficiels. La distribution des éléments grossiers dans le solum résulte des processus naturels. Ils sont donc plus hétérogènes que les sols agricoles constamment homogénéisés par le travail du sol et rééquilibrés au plan chimique.

Les sols forestiers se développent sur des cycles longs à plusieurs composantes : d'une part, un cycle « naturel » lié à l'évolution lente du sol sous l'effet des contraintes physiques ou biologiques et, d'autre part, un cycle lié au développement des peuplements et aux successions végétales (phases initiales avec fixateurs d'azote atmosphérique, puis phases où la nutrition azotée dépend essentiellement de la production d'azote minéral du sol) (Lévy et Lefèvre, 2001).

Dans les sols argileux où la densité du matériau est très élevée, les racines ne pénètrent que dans les fissures ou dans les traces d'anciennes racines en voie de décomposition (Ruark et *al.*, 1982). A l'inverse, en sol sableux et drainé, le système racinaire est développé en surface avec des pivots profonds (Gilman, 1990).

Lorsqu'une racine est déviée à la rencontre d'un obstacle, on observe une diminution de sa vitesse de croissance qui se traduit par un affaiblissement du contrôle qu'exerce la racine sur ses formations latérales. Il y a alors stimulation de la ramification. Lorsqu'un pivot est ainsi soumis à une succession d'obstacles, cela peut favoriser la multiplicité des racines verticales (Amin, 1988).

Les racines poussant dans des zones compactées sont plus courtes et plus épaisses qu'en sol non compacté. La compaction peut contraindre les pivots à pousser à l'horizontale (Hunt et *al.*, 1991).

I.4. Impact des végétaux sur le sol forestier

Les végétaux influencent le sol à la fois en profondeur par leurs racines et au-dessus par leurs organes aériens, autant par les processus actifs de leurs parties vivantes que par les effets passifs de leur nécrosasse et de leur litière. Avec lui, ils échangent en permanence de l'eau et des substances dissoutes, absorbées ou évacuées par sécrétion et excrétion (Gobat et *al.*, 2003).

I.4.1 Impact des systèmes racinaires sur le sol

La morphologie de l'enracinement est caractérisée par le type d'enracinement, fasciculé ou pivotant ou par le nombre d'ordre et l'importance des ramifications (Callot et *al.*, 1982).

La racine change considérablement les propriétés physiques et chimiques du sol avec lequel elle entre en contact, et par conséquent la biocénose de ce sol. En retour, les organismes modifient, eux, aussi les conditions de l'environnement racinaire (Gobat et *al.*, 2003).

I.4.1.1. Modifications physiques

La rhizosphère des plantes supérieures assure les fonctions majeures dans les modifications physiques des sols (Anonyme, 2000). La prospection du sol par les racines s'accompagne d'une amélioration des qualités structurales, facilitant notamment la circulation des gaz (aération) et la perméabilité à l'eau (Robert, 1996).

Les essences à enracinement puissant enfoncent parfois leurs racines pivotantes dans des horizons argileux ou limoneux compacts et relativement pauvres en oxygène. Lorsque des racines de chêne pourrissent dans un sol argileux, elles laissent des canaux où circulent l'eau et l'air, et que peuvent emprunter pour un temps les racines d'arbres normalement inaptes à coloniser des sols lourds et mal aérés, tel l'épicéa. Un sol est d'autant mieux accessible à l'enracinement qu'il comporte un réseau dense d'anciens canaux racinaires (Hans-Jürgen, 1998).

La racine modifie son environnement immédiat au cours de sa croissance, par simple perturbation mécanique mais aussi par émission d'excrétas racinaires, par succion de l'eau et des éléments minéraux et par libération de CO₂ (respiration racinaire) (Callot et *al.*, 1982).

L'absorption de l'eau permet de compenser l'évapotranspiration par les parties aériennes et alimente la plante. Il en résulte un drainage de l'eau du sol, qui se traduit par une augmentation de sa perméabilité à l'air. Ce drainage est facilité par la présence, sur la surface racinaire, d'une gaine mucilagineuse, le mucigel, qui maintient une humidité favorable tout en évitant les vides qui isoleraient du sol les surfaces d'absorption (Gobat et *al.*, 2003).

Les racines interviennent largement dans la structuration du sol, leur cortège micro-floristique contribue à la formation et à la stabilisation des agrégats (Morel, 1996).

I.4.1.2. Modifications chimiques

L'importance des racines des arbres et arbustes dans la constitution et le fonctionnement du sol ne saurait donc être sous-estimée. Non seulement elles abandonnent, lors de leur mort, de la matière organique qui se décomposera dans le sol minéral, mais elles intensifient immédiatement ou à plus long terme l'altération des minéraux et des roches, soit en libérant des substances par décomposition organique, soit en permettant aux micro-organismes de vivre en contact plus étroit

avec la substance minérale. Les racines sécrètent des hydrocarbonées, des vitamines et des acides aminés qui stimulent l'activité bactérienne (Hans-Jürgen, 1998).

Les éléments minéraux sont prélevés par les plantes sous forme d'ions (K^+ , Ca^{+2} , NO_3^- , NH_4^+ , $H_2PO_4^-$). Une plante qui prélève plus de cations que d'anions libère des protons (H^+), et tend donc à acidifier sa rhizosphère. A l'inverse, une plante qui prélève plus d'anions que de cations libère des hydroxydes (OH^-) et tend donc à alcaliniser sa rhizosphère (Girard *et al.*, 2005).

L'absorption des ions par la racine peut aussi avoir un effet sur le pH, en raison de la pompe à protons. Chez les Dicotylédones, la tendance à absorber plus de cations que d'anions entraîne une acidification, alors que chez les Monocotylédones les quantités d'anions et de cations absorbées sont à peu près équivalentes (Raimbault, 2003). La forme dominante de l'azote absorbé par la plante a un effet marqué sur le pH. L'absorption de nitrate tend à l'élever, celle de l'ammonium à l'abaisser (Gobat *et al.*, 2003).

I.4.1.3. Modifications biologiques

La grande diversité des populations et les capacités métaboliques des microorganismes du sol, leur fait jouer un rôle absolument capital dans le transfert d'énergie. Ils sont des facteurs de formation ou de dégradation (Duchauffour *et al.*, 1994).

Le pourrissement des vieilles souches d'arbres et des racines est d'un grand intérêt pour la faune et la flore du sol. Les décomposeurs, profitant d'une aération suffisante et d'un réchauffement du sol forestier, progressent davantage en profondeur, qu'il s'agisse d'animaux ou de champignons. Lors d'une campagne d'épandage d'un amendement calcique destiné à corriger l'hyperacidité des sols consécutive à la pollution atmosphérique, les relevés portant sur la flore et la faune du sol ont montré que les vers de terre recolonisaient le sol forestier en partant apparemment de refuges situés sous de vieilles souches d'arbres (Hans-Jürgen, 1998). Jasper *et al.* (1989), ont constaté que les champignons mycorhiziens peuvent garder leur pouvoir infectieux quand le sol devient sec. L'infection mycorhizienne permet aux arbres de lutter contre certains facteurs adverses de l'environnement tel que les sols très alcalins, la salinité et la présence de pathogènes (Duchesne, 1993). On observe souvent dans la rhizosphère une quantité de microorganisme au moins mille fois plus importante que dans le sol global non influencé par les racines (Raimbault, 2003).

I.4.2. L'impact des litières forestières sur le sol

Le couvert végétal, selon sa nature et sa structure, intervient d'une manière directe ou indirecte sur le façonnement des caractéristiques physiques et chimiques des profils pédologiques (épaisseur de la litière, taux et nature de la matière organique, structure, ...) (Duchauffour, 1977).

I.4.2.1. Définition de la litière

La litière a été définie par Toutain et *al.* (1987) comme étant l'ensemble des débris végétaux tombant au sol et s'accumulant dans les forêts. Elle se dégrade d'une manière différente par rapport à la composition chimique initiale de ses constituants et par rapport aux fluctuations des différents facteurs biotiques et abiotiques. La qualité et la quantité d'une litière donnée sont ainsi liées à la production primaire, et par conséquent à la richesse en minéraux et nutriment du sol. De manière réciproque, un turn-over efficace de la matière organique d'une litière est un processus essentiel pour la conservation de la qualité d'un sol.

I.4.2.2. Structure et composition chimique des litières

Dans un profil pédologique, la litière correspond aux horizons organiques « O ». La structure des litières est caractérisée par une stratification horizontale dans laquelle se distinguent des niveaux de litières récentes et anciennes (Babel, 1971). Les processus d'altération, d'humification et de différenciation aboutissent à l'apparition de couches superposées, plus ou moins distinctes, et différentes l'une de l'autre par un ou plusieurs caractères : appauvrissement ou enrichissement en certaines substances, texture, structure, etc.

Différentes sous-couches sont ainsi définies selon le degré de transformation des débris végétaux (Babel, 1971) :

- Sous-couche OL composée des feuilles plus ou moins transformées et reconnaissables ;
- Sous-couche OF composée d'éléments foliaires et de matière organique fine correspondant aux boulettes fécales des enchytréides et des microarthropodes (10 à 70% du volume total) ;
- Sous-couche OH composée en majorité de matière organique fine (+70 % du volume total), de boulettes fécales et de micro débris non identifiables à l'œil nu.

Les proportions des différents constituants chimiques et organiques des litières sont variables, les plus importants étant respectivement la cellulose, les hémicelluloses, la lignine et les cires (Satchell, 1974) ainsi que d'autres polymères en quantités moins importantes tels que la pectine et la cutine.

I.4.2.3. Types de litières

L'évolution annuelle des litières sur le sol, peut engendrer la libération de nombreuses substances hydrosolubles organiques et minérales (Rapp, 1967 ; Lossaint, 1959 *in* Ghoul, 1992). Le type de litière arrivant au sol est conditionné par les facteurs climatiques, et par conséquent les types d'humus engendré.

I.4.2.3.1. Les litières acidifiantes

Les résineux (Pin, Epicéa,...etc.) sont des espèces dont les litières sont acidifiantes, qui grâce à leur composition, provoquent un ralentissement de la biodégradation donc de l'humification, des humus de type Moder ou Mor caractérisés par une forte teneur en lignine et en lipides avec C/N supérieur à 50, sont ainsi formés sous les litières acidifiantes, pauvres en azote (Duchauffour, 1980).

I.4.2.3.2. Les litières améliorantes

Le type de litière améliorante est le produit de feuillus sous climats tempérés (Aulne,...etc.), dont les feuilles sont peu lignifiées riche en composés hydrosoluble avec C/N avoisinant 25, Leur teneur en lipide et en lignine sont remarquablement faible. Elles exercent une influence sur l'activité biologique de sorte que l'on assiste à une bonne décomposition et à une humification rapide de la matière organique. Les humus de type Mull sont engendrés sous les litières améliorantes (Duchauffour, 1983 ; Toutain, 1981).

I.4.2.3.3. Les litières indifférentes

Les litières indifférentes sont caractéristiques de certains types d'espèces végétales telles que par exemple le Chêne et le Hêtre. Ce type de litière intermédiaires entre les litières acidifiantes et les litières améliorantes, donnent des humus soit de type Moder ou Mor ; soit un Mull, cela est en fonction de la richesse des litières en azote, de la composition en quantité et en qualité des hydrosolubles et des conditions de la station (Duchauffour, 1977 ; Mangenot et Toutain, 1980 ; Toutain, 1987 ; Aissi, 1989).

I.4.2.4. Retombées de litière

Les apports de la matière organique vivant au sol sous forêt proviennent pour la majeure partie des parties aériennes des arbres, arbustes et de la strate herbacée (Mangenot et Toutain, 1980). Il existe deux types d'apport : les pluviollessivats correspondants aux apports de matière soluble ou de résidus de petite taille et les apports de feuilles et des débris au sol (Chaupman, 1970).

I.4.2.4.1. Les retombés de feuilles et de débris végétaux en forêt

Les retombées de feuilles et de débris végétaux sont liées à l'activité photosynthétique de la plante, et donc à l'énergie solaire et à l'ensemble des conditions chimique, qui règnent dans la station.

Les feuilles représentent la plus grande partie des retombées de litière (70 % en moyenne pour l'ensemble de toutes les valeurs citées par Mangenot et Toutain, (1980)).

D'après Blawdin (1982) *in* Temagoult (2005), la composition spécifique locale de la végétation, les conditions climatiques (en particulier la précipitation) sont les facteurs qui déterminent la quantité des retombées.

Selon Elward (1957) *in* Boukerker (1997), on constate que pour un même type de végétation la masse globale des retombées dépend de la classe de fertilité du sol.

Martian (1996), en travaillant sur la production de litières et la restitution au sol de bioélément dans une chênaie (*Quercus rotundifolia*) en Espagne, avait trouvé que la production moyenne de la litière, est de 1.97 ha/an et que les inflorescences sont les organes qui possèdent les plus fortes teneurs en éléments ; mais les plus grands retours potentiel des éléments chimiques se fait par l'intermédiaire des feuilles. Ainsi Gallardo et *al.* (1998), montrèrent que les feuilles du Châtaignier dans la Sierra (Espagne), présentent une plus grande concentration en bioéléments que celles de Chêne, et leur retour potentiel est contrôlé par les feuilles, car celles-ci représentent environ 80% de la production aérienne de la biomasse totale.

Temagoult, 2005, a montré que la chute de la litière représente un important moyen de transfert d'élément des végétaux au sol.

I.4.2.4.2. Retombées du pluviollessivats

Ils correspondent à des apports des matières organiques et des éléments minéraux, ainsi qu'une partie importante de la microflore phyllosphérique (bactéries, levures, champignons filamenteux) entraînée par l'eau de pluie (Diem, 1973 *in* Manganot et Toutain, 1980).

Rapp (1971), distingue deux hypothèses concernant l'origine des substances contenues dans les pluviollessivats :

1. Il s'agirait d'une libération d'éléments minéraux et de produits organiques des substances contenues dans les pluviollessivats ;
2. Il y'avait un dépôt de poussière atmosphérique sur la végétation suivi d'un entrainement au moment de la pluie.

Cependant, Dommergues (1970), montre qu'une portion de la matière organique du sol (8%) provient d'apports par les pluviollessivats.

La composition chimique de ces derniers révèle une présence d'acides aliphatiques et phénoliques, des glucides et des composés polymérisés (Manganot et Toutain, 1980). Les concentrations en éléments solubles peuvent augmenter par suite :

- De l'évaporation de l'eau interceptée ;
- Du lavage des dépôts secs solubles laissés par l'atmosphère sur les feuilles ;
- Du lessivage des nutriments excrétés par la canopée.

La composition chimique des eaux de pluie étudiée avant et après passage à travers la frondaison de deux peuplements forestiers (Chêne vert et le Chêne pubescent avec sous bois de Pin d'Alep) démontre l'enrichissement des pluies sous couvert de 99, 47, 30, et 40Kg/ha-/an, respectivement des éléments (Na, K, Ca et Mg) et que les éléments les plus dominants sont les alcalins et alcalino-terreux (Rapp, 1969), puis Gloguen et Touffet 1980 *in* Chelihi (2003), constatèrent que la qualité et la nature des éléments biogènes sont extrêmement variables et conditionnées par les paramètres suivants :

- ❖ Nature des peuplements ;
- ❖ La période de l'année ;
- ❖ L'espèce végétale considérée ;
- ❖ Structure des peuplements végétaux ;
- ❖ L'intensité et la durée des précipitations.

Les substances retrouvées dans les pluviollessivats sont des sulfates, des nitrates, des chlorures ainsi que du phosphore, de l'ammoniaque du sodium et du calcium.

I.4.2.5. Dynamique de la litière

I.4.2.5.1. Décomposition

La décomposition de la litière signifie d'après Duchauffour (1983), sa disparition plus ou moins rapide. Le plus souvent, celle-ci est divisée mécaniquement voire enfouie dans les horizons minéraux par les animaux (lombrics), et puis elle est livrée aux décomposeurs que sont des microorganismes telluriques (bactéries, champignons).

Les microorganismes jouent un rôle capital dans le processus de la dégradation de la matière organique, de minéralisation et d'aération des sols en un mot dans leur auto-fertilisation (Anonyme, 1973).

Selon Temagault, 2005, la décomposition de tous ces types de débris constituerait la principale source de nutriments pour la croissance des végétaux dans les écosystèmes forestiers.

A la mort de la plante, les tissus sont envahis par les champignons saprophytes qui pénètrent soit par les stomates, soit par les blessures provoquées par les parasites, ou encore ou plus rarement en perforant l'épiderme. A ce stade il y a cohabitation possible avec les espèces parasites (Boukerker, 1997).

I.4.2.5.2. La minéralisation des litières

La minéralisation des humus et des litières est un processus fondamental dans la dynamique des éléments minéraux d'un écosystème. Sous l'influence des micro-organismes du sol, il se produit une minéralisation primaire et une autre dite secondaire (Duchauffour, 1983).

Selon Soltner (2005), les matières organiques subissent, au contact du sol, une série de transformations rapides (si toute fois le milieu est suffisamment aéré, neutre, chaud et humide). D'après Boukerker (1997), c'est un processus qui aboutit à la disparition complète de la matière organique du sol, donc c'est un processus qui s'oppose à l'humification et engendre la formation des composés minéraux, en générale, soluble (phosphates, sulfates, nitrates, etc.) ou gazeux (CO₂ et NH₃), sous l'influence des microorganismes. Si les conditions sont favorables, la minéralisation se fait en deux étapes :

a. Minéralisation primaire

La minéralisation primaire est une désagrégation, une simplification des constituants des matières organiques fraîches. Cette étape essentiellement biologique, est amorcée par le travail de division et de brassage de la microfaune du sol. Elle s'effectue en deux phases :

- Une phase de prolifération microbienne ;
- Une phase de décroissance microbienne et de libération de substance nutritives (Soltner., 2005).

Aussi il s'agit dans un premier temps de la formation de composés minéraux solubles ou gazeux, à partir de la décomposition microbienne des molécules complexes de la matière organique fraîche transformée en composées simples (Temagoult, 2005).

Dans les milieux mal aérés, la minéralisation primaire de la matière organique fraîche est freinée par le manque d'oxygène ; le cas de tourbe formée par une épaisse couche de matière organique granuleux ou fibreux qui s'accumule à la surface de sol minéral (Boukerker, 1997).

b. Minéralisation secondaire

Ce processus de décomposition est appelé minéralisation secondaire parce qu'il affecte la matière organique non fraîche mais humifère. C'est un processus long parce qu'il s'agit de macromolécule de type condensait de nature phénolique et lié aux minéraux du sol ; ce processus peut être considéré comme favorable puisqu'il permet la recharge de la réserve en éléments chimique, mais il a l'inconvénient d'entraîner une dégradation des propriétés physique, chimique, et biologique du sol car il est reconnu que l'humus est le facteur essentiel de la fertilité (Messadia, 1984).

La minéralisation des composés humiques ayant contractés des liaisons avec les composés minéraux se déroule avec lenteur, le contexte minéral (nature des liens organominéraux) et la quantité de la matière organique du sol, définissent le rythme et la vitesse de minéralisation (Duchauffour, 1983). Cependant Dommergues et Mangenot (1970) cités par Choul (1993), concluent qu'une source énergétique facilement métabolisable (tel que le glucose pour les bactéries) peut favoriser la déshumidification (minéralisation secondaire).

C'est un processus de minéralisation plus lent qui affecte les composés humiques ayant contracté des liaisons avec les composés minéraux, ce qui ralenti, en effet la minéralisation.

I.4.2.5.3. Humification des litières

Selon Chelihi (2003), l'humification peut être définie comme l'ensemble des processus microbiens par les quels les biomolécules simples (composé mono-phénolique, acides aminés, quelques composés polymérisés de haut poids moléculaire difficilement dégradable). L'humification est un ensemble de synthèses, de reconstructions, aboutissant à l'édification de molécules complexes : l'ensemble des composés humique, ou humus stable.

Cette étape, à la fois biologique et physicochimique intervient sitôt la phase de prolifération. Il n'existe donc pas de séparation nette entre décomposition et humification : les deux sont simultanées (Soltner, 2005).

D'après Jeun-Clade (1996), l'humification pour les pédologues, est la transformation de l'humus libre en humus lié. Pour les biochimistes, c'est un phénomène de polycondensation oxydative conduisant à des substances brunes, présentes aussi bien dans l'humus libre que l'humus lié.

I.4.2.6. L'effet de la litière sur le sol

Selon Dommergues et *al.* (1970), la végétation contrôle l'activité microbienne du sol à la fois par l'effet rhizosphère et par l'effet litière.

Samba (1999), constate que l'augmentation de la dose des litières dans le sol de la culture, modifie la concentration de chacun des éléments du sol ainsi que les rapports entre ces éléments. Il cite encore que la quantité de litière foliaire de *Cordyla pinnata* dans le sol, modifie la teneur en potassium et le rapport Ca/K des feuilles d'arachide mais encore plus la teneur en éléments des grains de mil, ce qui peut avoir une incidence sur la qualité des produits pour la nutrition humaine et animale.

L'amélioration de la structure facilite la pénétration du sol par les racines et assure leur apport en oxygène, alors que la microflore joue un rôle important pour le recyclage des éléments nutritifs, et par conséquent, pour la nutrition des plantes (Soltner, 2005).

Le même auteur constate que les transformations bio-physico-chimiques contribuent à augmenter la stabilité des agrégats du sol face aux agressions physiques de la pluie ou de l'arrosage. De plus, puisque l'humus agit en quelque sorte comme une éponge, l'apport régulier de fumier améliore également la capacité de rétention en eau du sol. Cette stabilité structurale est une condition essentielle de la lutte contre l'érosion des sols.

Plusieurs auteurs, entre autre Lowdermilk (1930) et Snyder (1980), ont noté l'effet bénéfique de la litière et du taux de matière organique sur l'infiltration et la percolation de l'eau dans le sol. Cependant, Young (1989) note que l'effet de la litière sur le comportement hydrologique du sol est plus important que celui des voûtes et cimes des arbres. Il signale aussi que la capacité de la litière à maintenir la matière organique du sol améliore la perméabilité et la stabilité structurale du sol.

1.5. La matière organique du sol

Le terme, matière organique désigne toutes les substances de nature et de propriété variées, entrant dans les chaînes des réactions biochimique jalonnant la décomposition des débris végétaux et animaux dans le sol (Chamayou, 1984).

Roger et Garcia (1993) *in* Temagoult (2005), ont défini trois grandes classes de matière organique présentes dans le sol, dont la quantité et la nature déterminent, pour une large part les caractéristiques.

L'humus au sens strict, constitue ce que l'on appelle la matière organique propre du sol avec cependant les substances étrangères incomplètement ou non transformées, qui lui sont simplement mélangées. Une forte concentration des fractions non unifiées dans un sol, indique souvent une activité biologique réduite, pouvant conduire à la constitution d'un stock d'éléments nutritifs inutilisé et l'apparition des substances agressives, dégradant par conséquent le sol.

1.5.1. L'origine de la matière organique du sol

La litière est donc constituée par l'ensemble des retombées, celle-ci constitue à la surface du sol un horizon que l'on désigne aussi sous le nom d'horizon A₀₀ ou l'horizon L. Aussi longtemps que les résidus végétaux qui constituent les retombées restent identifiables, on considère qu'ils font partie de l'horizon litière (Dommergues, 1971 *in* Pesson, 1971).

Losin et Niogret (1982) *in* Temagoult (2005), ont subdivisé les origines de la matière organique en six catégories principales :

- Débris végétaux : feuilles mortes, brindilles, fruits, grains ;
- Résidus de culture ;
- Biofaune du sol ;
- Pluvioléssivats ;
- Exsudats racinaires ;
- Apport de matière organique par l'homme (fumier, engrais, compost, etc.).

Cependant, Diehl (1975), aurait insisté sur la dominance de la fraction d'origine animale, tandis que, Duchauffour (1977) et Boullard (1978), avaient complètement écarté la contribution de la matière animale, dans la constitution de la matière organique totale.

I.5.2. Nature physique de la matière organique du sol

La caractérisation de la matière organique du sol a souvent nécessité un fractionnement physique, permettant ainsi d'identifier les pools labiles et stables associés aux différentes fractions (Andreux et *al.*, 1980 ; Feller et Beare, 1997 ; Stemmer et *al.*, 1999 ; Christensen, 2001 ; Leifeld et Kögel-Knabner, 2005). On distingue :

- **La fraction grossière** : de la taille des sables, cette fraction concentre la matière organique figurée, pauvre en azote et peu humifiée (Andreux et *al.*, 1980 ; Balesdent et *al.*, 1998 ; Leifeld et Kögel-Knabner, 2005) ;
- **Les Fractions fines** : de la taille des limons et des argiles, ces fractions concentrent l'essentiel de la matière organique humifiée et riche en azote (Andreux et *al.*, 1980 ; Feller et Beare, 1997 ; Stemmer et *al.*, 1998).

Aussi bien les fractions grossières que celles fines (>50 μm), contiennent en proportion variable, de la matière organique dite particulaire (POM). Elle est obtenue après mise en suspension puis décantation dans de l'eau, des agrégats du sol (Balesdent et *al.*, 1998 ; Puget et *al.*, 2000 ; Lehmann et *al.*, 2001 ; Rovira et *al.*, 2002).

I.5.3. Nature chimique de la matière organique (substances humiques) du sol

Les méthodes classiques mises en œuvre pour la caractérisation chimique des substances humiques, permettent de distinguer trois types de composés à savoir l'humine, les acides humiques et les acides fulviques (Buffle, 1977, Stevenson, 1982, 1985 ; Andreux et Munier-Lamy, 1994 ; Berthelin et *al.*, 1999).

- **L'humine** : c'est l'essentielle des substances humiques insolubles en milieu alcalin. Ce groupe comprend trois sous groupes :
 - *L'humine héritée* : elle est constituée des restes animaux et végétaux incomplètement décomposés et faiblement liés à la fraction minérale (lignine, tannins condensés,...) ;
 - *L'humine microbienne* : elle est constituée de corps microbiens ;

- *L'humine d'insolubilisation* : constituée de matière organique étroitement liée aux constituants minéraux. Elle est formée par insolubilisation et polycondensation des composés humiques.

Les humines héritées et microbiennes sont des humines jeunes alors que l'humine d'insolubilisation est plus évoluée et plus stable.

- **Les acides humiques** : ce sont des composés humiques extraits en milieu alcalin et reprécipités par acidification ($\text{pH} < 2$). Ces molécules sont de grande taille (Encombrement moléculaire), elles ont en outre, une réactivité chimique moindre, eu égard, à leur pauvreté relative en groupements fonctionnels oxygénés ;
- **Les acides fulviques** : ce sont des composés humiques non floculés par acidification du milieu d'extraction, et solubles à tout pH. Ils sont de plus petite taille (Encombrement moléculaire) que les acides humiques, et aussi plus riches en groupements fonctionnels $-\text{COOH}$ (carboxyliques) et OH (phénoliques), ce qui leur confèrent une plus forte réactivité chimique.

I.5.4. Dynamique de la matière organique

La matière organique fraîche retourne au sol sous forme de litière, une fraction se minéralise (Minéralisation dite primaire) et une autre partie se transforme (humification) en composés humiques. Si les conditions du milieu le permettent, ceux-ci contractent des liaisons stables avec la fraction minérale (argiles) et forment le complexe argilo-humique. La matière organique humifiée, plus stable, se minéralise plus lentement que la matière organique fraîche (minéralisation dite secondaire). Les éléments minéraux libérés par la minéralisation peuvent ensuite être réutilisés par les plantes supérieures (Bonneau et Souchier, 1994 ; Duchauffour, 1997 ; Gobat et *al.*, 1998).

La rapidité de transformation de la matière organique fraîche est fonction (1) du climat, (2) des propriétés physico-chimiques du sol, (3) de la qualité de la litière et (4) des interactions biologiques entre les organismes décomposeurs au sein de l'episolum humifère. L'ensemble de ces compartiments est organisé de manière hiérarchique selon le modèle de Lavelle et *al.* (1993). Les différentes étapes de dégradation de la matière organique font intervenir une multitude d'invertébrés détritivores de la macro, méso et microfaune. Quant aux décomposeurs ; bactéries et champignons, ce sont les principaux acteurs de la minéralisation et de l'humification (Berthelin et *al.*, 1994).

Les organismes des réseaux de décomposition, localisés au sein de l'episolium humifère, sont donc fondamentaux dans la transformation et le recyclage de la matière organique, notamment dans les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote (Bonneau et Souchier, 1994). Ils interviennent directement dans la vitesse de renouvellement ou turn-over de la matière organique du sol qui est communément considérée comme un élément clé de la fertilité des sols.

I.5.5. L'influence de la matière organique

A la mort des végétaux ou des animaux qui se sont nourris de ceux-ci, leurs tissus retournent dans le sol. Ils évoluent alors en suivant deux processus plus ou moins simultanés (minéralisation et humification). Contrairement à la fraction minérale du sol, la fraction organique n'est pas constituée de particules élémentaires dissociables selon leur dimension, mais d'un ensemble de substances, essentiellement caractérisées de manière qualitative par leur nature chimique.

La matière organique augmente considérablement la rétention hydrique du sol du fait de ses propriétés de mouillabilité et d'hydrophile qui modifient la tension superficielle de la solution du sol. Au final, Duchaufour (1983), constate que la matière organique a un triple rôle dans l'évolution et la fertilité du sol :

1. Humification conditionnant l'activité biologique et en grande partie le pH et le cycle des nutriments, qui jouent un grand rôle dans la fertilité du sol ;
2. L'altération des substrats minéraux ;
3. Les mouvements des éléments chimiques au sein du profil sont hors profil (perte par drainage).

I.6. Forêt et érosion du sol

L'érosion est une des formes les plus graves de dégradation des sols : elle présente deux aspects selon qu'elle est provoquée par la pluie (érosion pluviale) ou par le vent (érosion éolienne) (Duchaufour, 1983).

La forêt constitue le plus efficace des obstacles à l'érosion, notamment par sa fonction de régulation du régime hydrique.

Les différentes strates d'une forêt -canopée, strates buissonnante et herbacée, mousses-repartissent la pluie, la fragmentent en gouttelettes et diminuent ainsi sa battance. Les couvertures de mousses et d'humus jouent un rôle d'éponge.

La percolation dans le sol minéral s'effectue lentement, de manière différée. Les racines des arbres ne se contentent pas de s'ancrer au sol, elles contribuent aussi à le maintenir en place. Dans bien des pays, après la destruction des forêts, l'érosion des sols apparaît comme un problème majeur de la civilisation (Hans-Jürgen, 1998).



Zone d'étude.

II. Présentation de la zone d'étude

II.1. Le cadre régional

II.1.1. Situation géographique de la wilaya de Jijel

La wilaya de Jijel a été promu wilaya en 1974, elle est située au Nord Est de l'Algérie, distante de 317 km du chef lieu de la capitale Alger, ville côtière. Elle s'étend sur 2 398.69 Km² de superficie, 05°47'E de longitude et 36°49'N de latitude et d'une altitude variant de 6m à 400m.

Elle est limitée au nord par la mer méditerranéenne, sur une bande de 105 Km, au sud par les wilayas de Sétif et Mila, à l'ouest par la wilaya de Béjaïa et à l'est par la wilaya de Skikda (Figure 01).

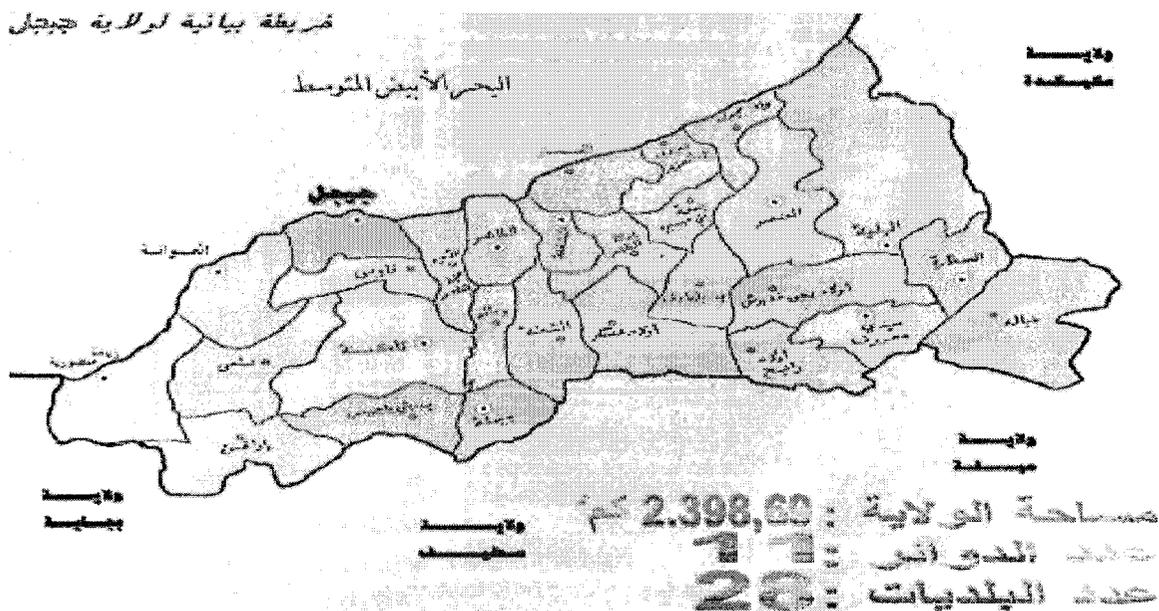


Figure 01 : Localisation géographique de la wilaya de Jijel (échelle 1/120 000)

II.1.2. Climat et écologie de la wilaya de Jijel

Dans sa totalité, la wilaya de Jijel compte 11 daïra et 28 communes, présentant des aspects climatiques et écologiques très variés. Or, le couvert végétal dominant est représenté par une série de Chêne liège mélangée aux Oliviers, Chêne vert, Chêne zéen et afarès, l'Orme et le Frêne. Si non en se rapprochant des zones côtières le Pin maritime domine les autres espèces.

Selon l'office nationale de météorologie (ONM), la température annuelle moyenne de la wilaya de Jijel est de 18.30°C avec 30.20°C en moyenne des maxima des températures et 08.30°C

en moyenne des minima des températures, la pluviométrie est de 1204 mm par années, le nombre de jours de pluies par an peut atteindre les 111 jours, quand à l'humidité, elle est de 71%.

La région de Jijel, communément appelée port de petite Kabylie, est très ouverte sur la mer par le nord, faisant apparaître deux linéaire côtiers à l'ouest et à l'est de la ville jusqu'aux frontières des wilayas limitrophes. Si non le sud est marqué par la dominance du relief montagneux très accidenté.

Toutes ces informations confirment l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique humide chaud et à la zone biogéographique du domaine mauritanien-méditerranéen, secteur numidien.

II.1.3. Géologie et géomorphologie de la wilaya de Jijel

Les montagnes dans la wilaya de Jijel occupent 82% de la superficie totale, dont plusieurs sommets dépassent les 1500m d'altitude, scindées principalement en Chaîne numidique au sud et les massifs anciens de la petite Kabylie au nord (Duplan, 1952 in Akdim, 2009).

La chaîne numidique d'orientation WSW-ENE, présente des massifs calcaires jurassiques tel que Djebels M'sid Aïcha (1352m d'altitude) et Sidi Driss (1364m d'altitude), et des massifs gréseux oligocènes, le cas de Djebels Bouafroun (1352m d'altitude) et Tamesguida (1620m d'altitude). Ces reliefs forment une barrière rocheuse qui sépare la petite Kabylie des hauts plateaux, les plus hauts sommets de la wilaya de Jijel sont : Tamesguida 1620m, Tababour 1990m, Bouazza 1660m, El Korn 1200m et Seddat.

Les massifs anciens de la petite Kabylie sont formés de terrains métamorphiques, avec une présence plus au moins prononcée de roches éruptives (Duplan, 1952 in Akdim, 2009), ces chaînes montagneuses longent la mer sur toute la côte ouest, à l'exception de quelques petites plaines tel que celle d'EL Aouana, par contre vers l'est reculent au sud laissant place aux dépôts alluviaux de plusieurs oued (Oued El Kebir, Oued Nil et Oued Djendjen), donnant naissance à de larges vallées très fertiles.

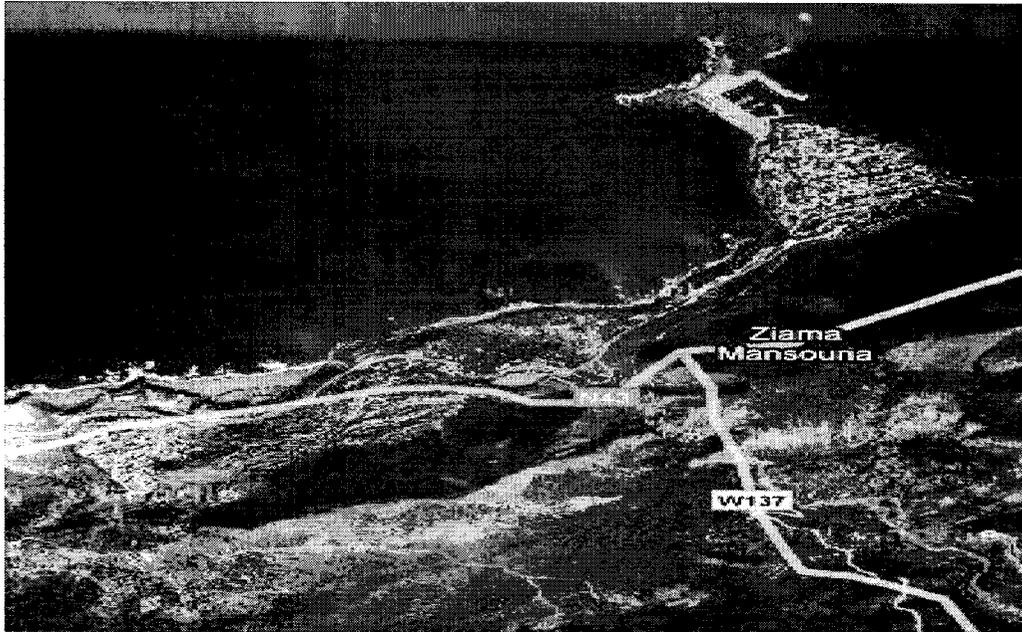
II.2. Le cadre local

II.2.1. Situation géographique de la commune de Ziama Mansouriah

La partie expérimentale du travail a été réalisée sur les hauteurs de Ziama Mansouriah, wilaya de Jijel, située à 43 Km à l'ouest du chef lieu de la wilaya, et à 60 Km du chef lieu de la wilaya de Béjaïa.

Ziama Mansouriah est limitée par les communes suivantes : Selma, Iraguene et El Aouana de la wilaya de Jijel, et Tamridjet et Melbou de la wilaya de Béjaïa, plus exactement au croisement de la route nationale (RN 43) et la route de wilaya (RW 137) (Figure. 02).

Sur une bande littorale, allant de Taksert à l'ouest jusqu'à Taza à l'est, Mansouriah est à vocation touristique, mais cela n'exclut pas la présence de l'activité agricole du moins vivrière.



Source : Google earth.

Figure 02 : Localisation géographique de la commune de Ziama Mansouriah (vue aérienne).

II.2.2. Climat et écologie de la commune de Ziama Mansouriah

De manière générale, Ziama Mansouriah est constituée d'unités paysagères faites de succession de falaises, de zones rocheuses, de plages soit de sables ou de galets, avec l'existence de zones humides représentées par les embouchures d'Oueds, les marécages et les retenues colinéaires. Néanmoins il faut noter la présence de terrains cultivés près du littoral.

Le climat est le même sur tout le territoire de la wilaya, par contre le couvert végétal est représenté par la dominance des espèces ligneuses dont : *Ampelodesma mauritanica*, *Erica arborea* et *Erica multiflora*. Ces espèces sont généralement accompagnées de *Pistacia lentiscus*, *Calycotome spinosa* et quelques sujets de *Pinus halepensis*. La présence de Talwegs et de zones humides dans la région de Ziama Mansouriah permet l'installation d'une végétation plus exigeante en humidité telles, *Populus nigra*, *Populus alba* et *Fracxinus angustifolia*.

II.2.3. Géologie et géomorphologie de la commune de Ziama Mansouriah

La région de Ziama Mansouriah fait partie du chaînon côtier de la chaîne des Babors et le massif éruptif de Cavallo. Du Djebel M'saada à Taza, les chaînes forment une extrusion à calcaire liasique (Duplan, 1952 in Akdim, 2009). Et de Cavallo venant vers le lieu dit les Aftis la chaîne semble faire une intrusion de dacite et de projection volcaniques. Au delà vers l'est, la chaîne est une intrusion constituée par des grés et des argiles oligocènes (Duplan, 1952 in Akdim, 2009).

II.3. Etude climatique

Le rôle du climat est fondamental dans la distribution de la vie des êtres vivants (Faurie et *al.*, 2006), il agit simultanément avec des facteurs écologiques énergétiques (lumière et température), hydrologiques (précipitations et hygrométrie) et mécaniques (vent et enneigement) (Ramade, 2003).

II.3.1. Températures et précipitations

La répartition des êtres vivants est très affectée par la température (Angelier, 2005 in Akdim 2009), cependant elle a une action majeure sur leur fonctionnement (Barbault, 2000 in Akdim 2009).

Le tableau ci-dessous présente les températures maximales, minimales et moyennes d'une part et la pluviométrie annuelle d'autre part, récoltées auprès des services de la station météorologique de l'aéroport de la région de Jijel.

Tableau I : Températures et pluviométries moyennes et mensuelles de la région de Jijel ; station de l'aéroport (1988-2007).

| Mois | | J | F | M | Av | M | J | Ju | A | S | O | N | D | Moy. Annuelle |
|--------|-------|------------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|-------|---------------|
| | | Paramètres | | | | | | | | | | | | |
| T (°C) | M | 16.3 | 16.3 | 18.4 | 19.9 | 23.3 | 27.5 | 30 | 31.3 | 28.5 | 25.5 | 20.4 | 17.3 | 22.89 |
| | m | 6.7 | 6.5 | 8.1 | 9.6 | 12.9 | 16.5 | 19 | 20.3 | 18.3 | 15.1 | 10.8 | 8.1 | 12.65 |
| | M+m/2 | 11.4 | 11.6 | 13.6 | 15.2 | 18.6 | 22.4 | 25 | 26.1 | 23.5 | 20.3 | 15.6 | 12.6 | 17.77 |
| P (mm) | | 133 | 107.3 | 76.9 | 88.4 | 47.6 | 14.1 | 3.4 | 12.5 | 59.6 | 83.3 | 154.9 | 204.6 | 985.6 |

Source : O.N.M. de Jijel.

Le tableau I nous révèle que pour notre région d'étude, le mois le plus chaud de l'année est celui d'Août qui enregistre 31.3°C, alors que le mois le plus froid est celui de Février (6.5°C). Alors que la moyenne annuelle régnant dans cette région est de l'ordre de 17.77°C.

Pour ce qui est des précipitations, d'après Long (1974), la quantité annuelle des précipitations est l'un des paramètres clés dans la caractérisation du climat. Cependant, selon Ozenda, 1982, l'installation de la végétation ne dépend pas seulement du total annuel des précipitations, mais également de la répartition des pluies au cours de l'année. Ainsi en pays méditerranéen, la pluie tombe surtout pendant la période froide, lorsque les peuplements en ont le moins besoin et par ailleurs, elle fait défaut l'été, au moment où la forte température augmente l'évaporation. L'analyse du tableau I, illustre que la saison hivernale est la plus pluvieuse avec une moyenne de 148.3 mm/mois Par contre, l'été est sec avec une moyenne de 30 mm/mois.

II.3.2. L'humidité

Ce paramètre est un élément atmosphérique très important à mesurer, car il intervient dans le maintien du pouvoir de l'évaporation de l'air en cas de fortes températures comme il intervient dans le déficit hydrique. L'hygrométrie atmosphérique et la disponibilité en eau du milieu sont deux éléments essentiels dans l'écologie des organismes terrestres (Barbault, 2000 in Akdim, 2009).

Tableau II : Moyenne mensuelle de l'humidité relative dans la région de Jijel 2004-2008.

| Mois | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Jui | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Déc | Moy |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| H(%) | 76.7 | 77.8 | 77.0 | 76.5 | 77.9 | 74.5 | 72.3 | 71.7 | 78.0 | 75.2 | 76.7 | 77.1 | 76.0 |

Source : O.N.M. de Jijel.

D'après les valeurs du tableau II, l'humidité de l'air fluctue entre 71.7% (Août) et 78% (Septembre), avec une moyenne annuelle de l'ordre de 76%, et qui atteste de l'influence du milieu marin.

II.3.3. Le vent

La figure ci-dessous représente la rose des vents de la région de Jijel pour une période de 20 ans (1988-2007).

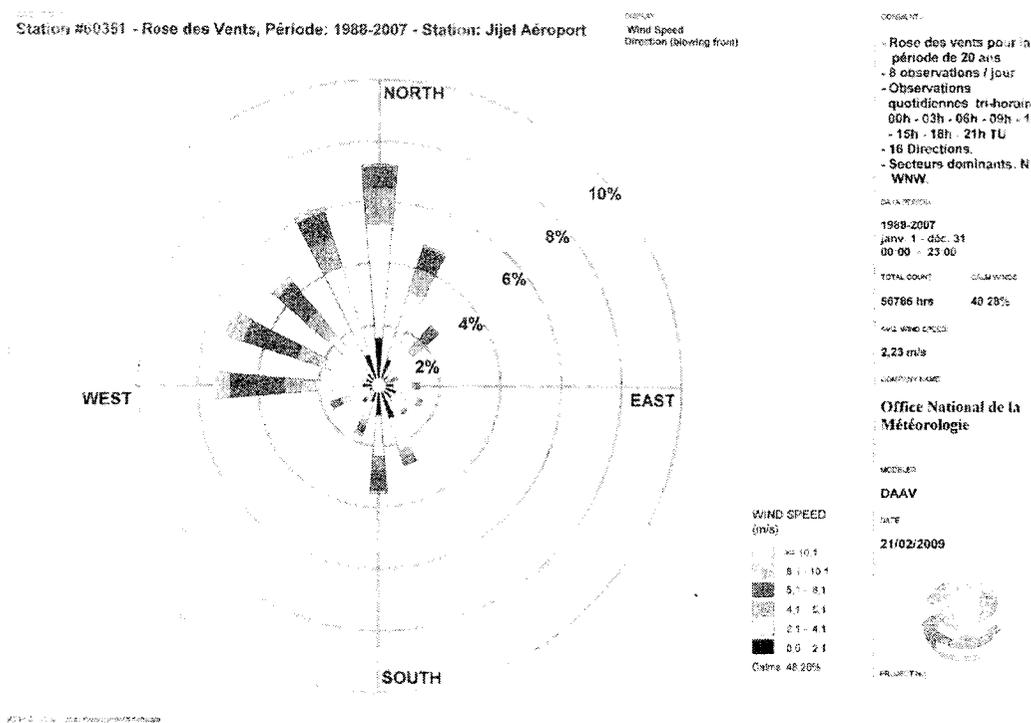


Figure 03 : Rose des vents de la région de Jijel (1988-2007).

les vents exercent une grande influence sur les êtres vivants (Faurie et *al.*, 2006). Durant la période qui s'étale de 1988 à 1995 (8 ans), la wilaya de Jijel a reçu des vents modérés avec 52.2% de vents calmes (vents < 1 m/s), soufflant du Nord.

Les vents forts soufflent entre janvier et avril, tandis que le sirocco, vent chaud et sec, souffle en moyenne pendant 20 à 27 jours par an (S. M. J., 1995).

Selon la figure (3) Les vents du Nord Ouest sont les plus dominants dans la région.

II.4. Synthèse climatique

Deux synthèses sont utilisées pour caractériser le climat régnant en zone méditerranéenne et donc dans notre région d'étude : le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) et le quotient pluviothermique d'Emberger (1955).

II.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Afin de déterminer la durée de la saison sèche de la région de Jijel, nous allons faire appel au diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson.

D'après la figure 04, nous pouvons dire que la saison sèche de la région de Jijel s'étale du début du mois de Mai jusqu'à la fin Août (environ 04 mois), et qui coïncide avec la saison estivale

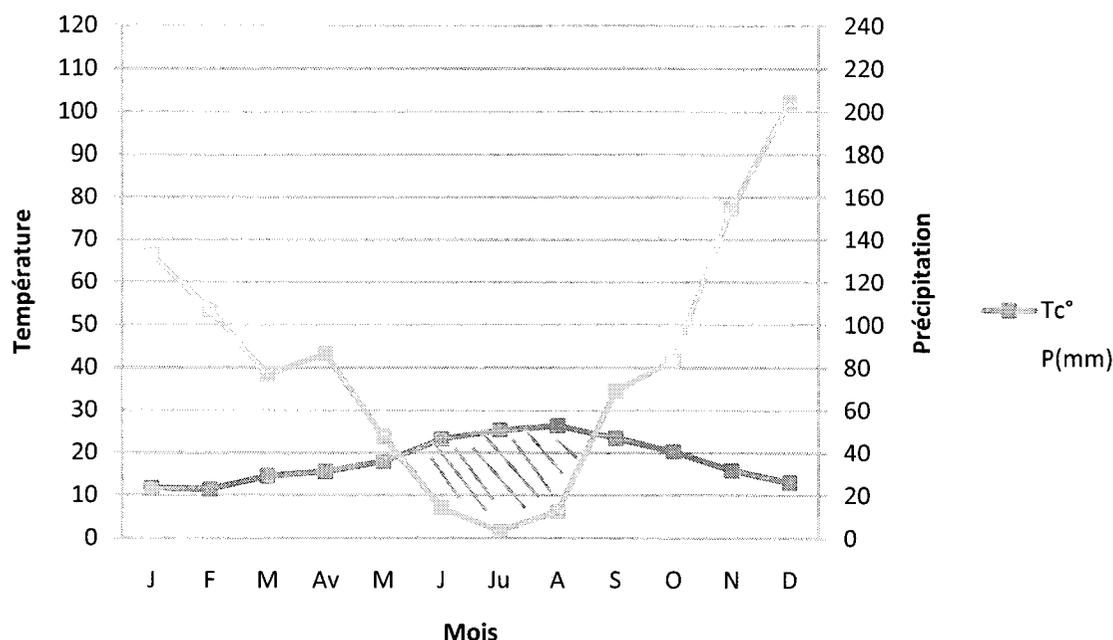


Figure 04 : Diagramme ombrothermique de la région de Jijel (période 1988-2007).

II.4.2. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet de classer les différents climats méditerranéens (Stewart, 1975 in Akdim 2009), grâce au calcul d'un quotient qui est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = 1000 P / [(M+m)/2] (M-m).$$

Où : P : Précipitations annuelles en mm ;

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °K ;

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °K ;

(M+m)/2 : La température moyenne ;

M-m : L'amplitude thermique extrême.

Les valeurs du quotient (Q_2) en fonction de « m » sur le climagramme d'Emberger permettent de déterminer l'étage et les variantes climatiques. D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant plus humide quand le quotient est plus grand. En ce qui concerne la région de Jijel, le quotient Q_2 calculé est égal à 136.14 pour la période qui s'étend de 1988 à 2007, ce qui permet de situer la région de Jijel dans l'étage bioclimatique humide à hiver doux (figure 05).

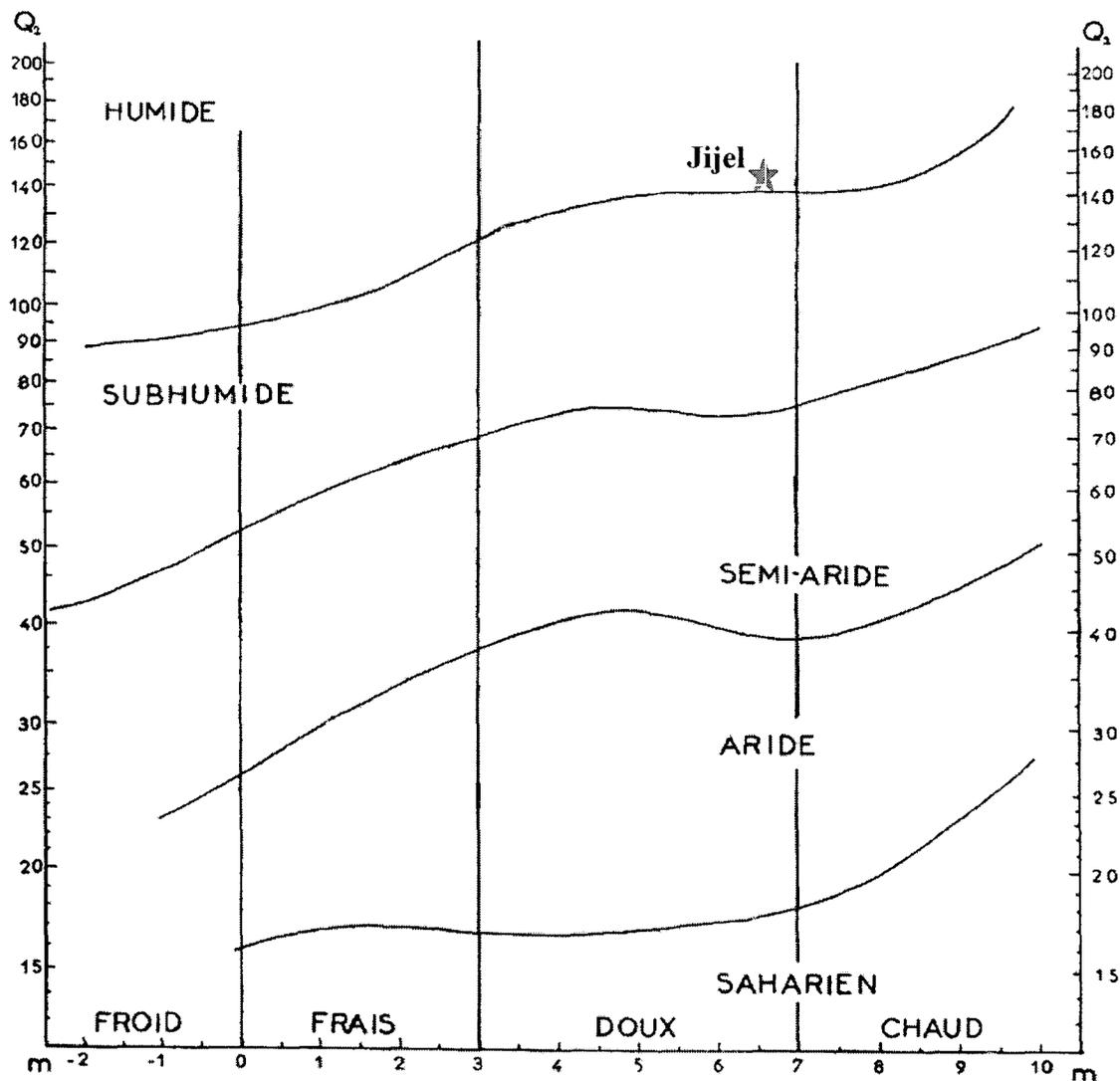


Figure 05 : Situation de Jijel dans le climagramme d'Emberger (1988-2007).



*Matériels et
méthodes.*

III. Matériel et Méthode

III.1. choix des stations

Notre étude a été réalisée en vue de cerner l'effet de la présence d'une couverture végétale sur le sol, comprendre l'interaction sol-végétation et déterminer l'impact de cette dernière sur les propriétés physico-chimique des sols.

Nous avons choisis un site homogène, afin de réaliser cinq (05) profils pédologiques, parmi ces derniers quatre ont été effectués au pied du tronc de quatre essences forestières, comme c'est présente ci-après (Annexe 01) :

Profil I : sous le chêne liège ;

Profil II : sous le pistachier lentisque ;

Profil III : sous le chêne vert ;

Profil IV : sous le pin d'Alep ;

Profil V : profil témoin (sol nu).

III.2. Echantillonnage

Pour chaque station ainsi localisée, nous avons réalisée un profil pédologique; selon la démarche suivante :

- Débarrasser le sol de la végétation de surface;
- Procéder à une ouverture de 1m* 1m jusqu'à la roche mère;
- Nettoyer (aiguiser) le profil du haut vers le bas;
- Faire disparaître le lissage de l'outil par effritement avec le couteau;
- Prélèvement du sol sans détruire la structure de bas vers le haut pour ne pas mélanger la terre d'horizon différents;
- Ramasser l'échantillon dans un sachet en plastique et le coder en fonction du N⁰ du profil et de l'horizon;
- On a également apprécié la texture, la matière organique et la présence du CaCO₃ à l'aide du boudin, d'eau distillée et l'acide chlorhydrique (HCl) respectivement, ainsi que l'appréciation de l'activité biologique à l'œil nu.

Avant de procéder aux analyses au laboratoire, les échantillons de sol sont séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2mm pour séparer la fraction fine de la fraction grossière.

L'ensemble des analyses porte sur la fraction inférieure à 2mm appelée la terre fine (Gaucher, 1969).

III.3. Analyses des propriétés physiques et chimiques du sol :

III.3.1.les propriétés physiques

Les propriétés physiques des sols, peuvent être considérées comme des qualités ou des défauts, selon qu'elles favorisent ou non le développement des plantes (Duchaufour, 1968).

III.3.1.1.La texture

La texture du sol ou composition granulométrie, est la proportion des particules minérales du sol classées, après destruction des agrégats, par catégories de grosseurs en plusieurs fractions principales (Argiles, limons, sables).

➤ Principe

L'analyse granulométrique consiste à séparer la partie minérale de la terre en catégorie, classées d'après la dimension des particules minérales inférieures à 2mm, et à déterminer la proportion relative de ces catégories, en pourcentage de la masse totale du sol minéral.

➤ Méthode

Sur un échantillon de terre séché à l'air et tamisé à 2mm, on effectue les opérations suivantes :

- Destruction de la matière organique qui constitue un ciment entre les particules, par une attaque à froid suivie d'une attaque à chaud à l'aide de l'eau oxygénée;
- Disperser les particules dans une solution d'hexamétaphosphate de sodium, et agitation mécanique
- Les fractions « Argile » et « limon fin » sont obtenues à partir d'une aliquote prélevée à l'aide d'une pipette de Robinson, dans un flacon à sédimentation.

Le principe de la sédimentation est une application de loi de Stokes (loi de sédimentation des particules dans un liquide) ;

- Séparation de la fraction totale de sable par tamisage humide, suivie par le fractionnement du sable total par tamisage à sec;

- La fraction « limon grossier » est calculée par différence.

La structure de chaque échantillon est obtenue en rapportant les pourcentages des différentes fractions granulométriques sur le triangle des textures.

III.3.1.2. La porosité

La porosité est la fraction de l'unité de volume du sol en place qui n'est pas occupée par la matière solide (pores).

Le volume de ces pores exprimé en pourcentage du volume total détermine la porosité, cette dernière conditionne l'aération, la possibilité de respiration des racines et l'ensemble de la biomasse et rétention par les forces capillaire d'une réserve d'eau utilisable par les plantes, en période sèches (Duchaufour, 1968).

La porosité d'un sol est en relation étroite avec deux valeurs caractéristiques : la densité réelle (D_r) de la fraction solide indépendante des vides, et la densité apparente (D_a) ; qui est la densité du sol sec qui concerne l'ensemble : fraction solide et pores (Duchaufour, 1968).

La porosité totale d'un sol est donnée par la formule :

$$Pt(\%) = \frac{D_r - D_a}{D_r} \times 100$$

D_a : Densité apparente

D_r : Densité réelle

La porosité détermine la fraction de sol qui n'est pas occupée par le solide. Il existe une relation étroite entre la densité apparente et la porosité (Duchaufour, 1968).

III.3.1.3. Densité apparente

➤ Principe

Le principe consiste à déterminer le rapport du poids du sol sec d'un échantillon au poids de l'eau qui occuperait le même volume que cet échantillon occuperait dans un sol non perturbé.

➤ Méthode

La méthode utilisée est celle de Banneau et Souchier (1979). Elle consiste à :

- Enfoncer un cylindre métallique soit horizontalement ou verticalement après avoir réalisé un profil ;
- Retirer ensuite le cylindre et raser les extrémités, le volume de terre prélevé est égal à celui du cylindre ;
- La terre prélevée avec le cylindre est séchée à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

$$D_a = \frac{P_{\text{sec}}}{V_t} \text{ g/cm}^3$$

D_a : densité apparente.

P_{sec} : Poids sec de la terre.

V_t : Volume du cylindre exprimé en cm^3



III.3.1.4. Densité réelle

➤ Principe

On effectue la mesure du poids et volume de la phase solide d'un petit échantillon sec. La mesure du volume est réalisée par déplacement de liquide.

➤ Méthode

La technique utilisée est celle du pycnomètre à eau. Elle consiste à avoir :

- Le poids du pycnomètre vide (m_0)
- Le poids du pycnomètre + échantillon de terre séchée (m_1)
- Le poids du pycnomètre + eau (m_2)
- Le poids du pycnomètre + eau + échantillon (m_3)

$$D_r = \frac{(m_1 - m_0)}{(m_3 - m_0) - (m_2 - m_1)}$$

III.3.1.5. La perméabilité

➤ Principe

La perméabilité est déterminée par la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, elle caractérise le milieu et nous informe sur certains paramètres du sol notamment la structure.

➤ Méthode

La méthode utilisée est celle de Henin (1958). Elle consiste à mesurer sur un sol remanié ; la quantité d'eau qui s'écoule à travers une colonne de terre, la charge étant constante.

Le coefficient de perméabilité K_s est calculé par la loi de Darcy.

$$K_s = Q \times L / S \times H$$

K : Vitesse de filtration en cm/h

S : Section du tube en cm^2

Q : Volume écoulé pendant une heure.

H : Charge hydraulique (cm).

L : Hauteur de la colonne de terre (cm).

III.2. Analyses chimiques

III.2.1. Mesure du pH

➤ Principe et méthode

La mesure du pH se fait fréquemment dans une suspension aqueuse, le rapport de masse de sédiments au volume d'eau varie suivant les méthodes et la texture du milieu, le ratio le plus souvent rencontrée est de 1/2.5.

Le principe de cette méthode est la mise en équilibre ionique d'une certaine masse solide avec un volume donné d'eau déminéralisée. Le ratio de la masse des sédiments au volume d'eau étant fixé à 1/2.5. La mesure de différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence s'effectue dans la suspension en équilibre (Annexe 2).

III.2.2. Dosage de la matière organique (méthode de walkly-blak modifiée)

Soltner (1990), a subdivisé la matière organique en trois fractions :

- Résidus frais non décomposés provenant des végétaux et animaux enfouis dans le sol ;
- Des substances organiques bien définies et individualisées qui proviennent de la décomposition avancée des résidus frais (les protéines, lignines, hydrates de carbone, cires, phénols, graisses, acides gras.....) ;
- Des substances strictes qui sont un ensemble de molécules grosses provenant de la synthèse des substances par des micro-organismes.

➤ Principe et méthode

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir de l'un de ces constituants de carbone et d'azote. Le carbone représente 58% de la matière organique.

$$\text{MO \%} = \text{CO \%} \times 1.724$$

La détermination de CO est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium en milieu d'acide sulfurique source de chaleur.

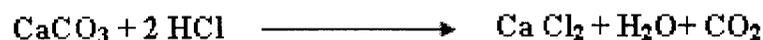
Comme la matière organique ne renferme que 58 % de carbone, il faut multiplier le pourcentage de C par le facteur 1.72 pour avoir le % de la matière organique (Annexe 2).

III.2.3. Dosage du calcaire total

➤ Principe et méthode

On utilise la propriété des carbonates de calcium de se décomposer sous l'action d'un acide, en eau et CO₂.

On décompose par un acide fort (acide chlorhydrique) le carbonate de calcium contenue dans l'échantillon de terre et on mesure le volume de gaz carbonique dégagé par la réaction à la température et à la pression atmosphérique :



Le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide du calcimètre de Bernard. En comparant les deux volumes, on détermine le taux des carbonates exprimé en carbonate de calcium de l'échantillon du sol (Annexe 2).



*Résultats et
discussion.*

IV.1. Description morphologique des profils

IV.1.1. Description morphologique du profil n°1

- ❖ Date de prélèvement : 27-05-2011
- ❖ Temps: couvert à ensoleillé
- ❖ Localisation: Ait Saadallah (Ziama Mansouriah)
- ❖ Topographie: lieu pentu accidenté
 - Altitude : 6 – 400 m
 - Latitude :36 °49° Nord
 - Longitude : 05°47° Est
 - Pente : forte
- ❖ Exposition : Sud - Est
- ❖ Végétation : Recouvrement de la végétation 60%
- ❖ Espèce : *Quercus suber* L.



Figure n°06 : Photo du profil 01.

Tableau III : Principales descriptions morphologique du profil n°1

| Epaisseur (cm) | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 – 70 |
|---------------------|---|--|---|
| Couleur | Brun foncé | Marron clair | Marron ocre |
| Humidité | humide | Moyen humide | Humide |
| Structure | arrondie | arrondie | Anguleuse |
| Texture | Limoneux-argileuse | Limoneux-argileuse | Limoneux-argileuse |
| Compaction | 8,0cm de la lame de couteau (compact) | 6,2cm de la lame de couteau (très compact) | 6 cm de la lame de couteau (plus compact) |
| Transition | Ni pas nette | Plus ou moins nette | Plus ou moins nette |
| Réaction à HCl | forte | Très forte | Moyenne |
| Activité biologique | bonne | moyenne | Moyenne |
| Matière organique | Très riche | faible | Faible |
| Racine | Présence des racines du cortège floristique | Présence des fines racines de l'arbre | Présence des grosses racines de l'arbre |
| Elément grossier | Faible présence | Présence moyenne | Important vers le bas (roche mère) |

IV.1.2. Description morphologique du profil n°2

- ❖ Date de prélèvement : 27-05-2011
- ❖ Temps: couvert à ensoleillé
- ❖ Localisation: Ait Saadallah (Ziama Mansouriah)
- ❖ Topographie: lieu pentu accidenté
 - Altitude : 6 – 400 m
 - Latitude : 36°49° Nord
 - Longitude : 05°47° Est
 - Pente : forte
- ❖ Exposition : Sud - Est
- ❖ Végétation : Recouvrement de la végétation 60%
- ❖ Espèce : *Pistacia lentiscus*



Figure n°07 : Photo du profil 02.

Tableau IV : Principales descriptions morphologique du profil n°2

| Epaisseur (cm) | 0 – 12 | 12 – 28 | 28 – 80 |
|---------------------|---|---|--|
| Couleur | Brun foncé | Rouge méditerranée | Marron clair |
| Humidité | humide | moins humide | humide |
| Structure | arrondie | Arrondie | Arrondie |
| Texture | Limoneux-argileuse | Limoneuse | limoneuse |
| Compaction | 5,2cm de la lame de couteau (compact) | 5,4cm de la lame de couteau (moins compact) | 5,6 cm de la lame de couteau (plus ou moins compact) |
| Transition | très nette | très nette | très nette |
| Réaction à HCl | faible | Pas de réaction | Très faible réaction |
| Activité biologique | bonne | Moyenne | faible |
| Matière organique | Très riche | Faible | Faible |
| Racine | Présence des racines du cortège floristique | abondantes | Très abondantes |
| Elément grossier | Très faible présence | faible Présence | Important vers le bas (roche mère) |

IV.1.3. Description morphologique du profil n°3

- ❖ Date de prélèvement : 27-05-2011
- ❖ Temps: couvert à ensoleillé
- ❖ Localisation: Ait Saadallah (Ziama Mansouriah)
- ❖ Topographie: lieu pentu accidenté
 - Altitude : 6 – 400 m
 - Latitude : 36°49° Nord
 - Longitude : 05°47° Est
 - Pente : forte
- ❖ Exposition : Sud - Est
- ❖ Végétation : Recouvrement de la végétation 60%
- ❖ Espèce : *Quercus ilex*



Figure n°08 : Photo du profil 03.

Tableau V : Principales descriptions morphologique du profil n°3

| Epaisseur (cm) | 0 - 5 | 5 - 34 | 34 – 60 |
|---------------------|---|---------------------------------------|---|
| Couleur | Brun foncée | Marron clair | Marron foncée |
| Humidité | Très humide | humide | humide |
| Structure | arrondie | arrondie | Anguleuse |
| Texture | Argileux-limoneux | Argileux-limoneux | Limoneux-argileuse |
| Compaction | 11cm de la lame de couteau (peu compact) | 7,2cm de la lame de couteau (compact) | 5,2 cm de la lame de couteau (plus compact) |
| Transition | pas nette | Pas nette | Pas nette |
| Réaction à HCl | faible | Pas de réaction | Pas de réaction |
| Activité biologique | bonne | moyenne | Moyenne |
| Matière organique | Très riche | riche | riche |
| Racine | Présence des racines du cortège floristique | Présence des fines racines de l'arbre | Présence des grosses racines de l'arbre |
| Elément grossier | Très Faible présence | Faible Présence | Important vers le bas (roche mère) |

IV.1.4. Description morphologique du profil n°4

- ❖ Date de prélèvement : 27-05-2011
- ❖ Temps: couvert à ensoleillé
- ❖ Localisation: Ait Saadallah (Ziama Mansouriah)
- ❖ Topographie: lieu pentu accidenté
 - Altitude : 6 – 400 m
 - Latitude : 36°49° Nord
 - Longitude : 05°47° Est
 - Pente : forte
- ❖ Exposition : Sud - Est
- ❖ Végétation : Recouvrement de la végétation 60%
- ❖ Espèce : *Pinus halepensis*



Figure n°09 : Photo du profil 04.

Tableau VI : Principales descriptions morphologique du profil n°4

| Epaisseur (cm) | 0 - 10 | 10 - 84 | 84 – 112 |
|---------------------|--|---|---|
| Couleur | Brun | Marron ocre | Rouge méditerranée |
| Humidité | sèche | humide | Très humide |
| Structure | Anguleuse | Anguleuse | Anguleuse |
| Texture | Argileux-limoneux | Argileux-limoneux | Limoneuse |
| Compaction | 7,4 cm de la lame de couteau (compact) | 6,2cm de la lame de couteau (compact) | 9,2 cm de la lame de couteau (compact) |
| Transition | Très nette | Très nette | Très nette |
| Réaction à HCl | forte | Très forte | faible |
| Activité biologique | bonne | moyenne | absente |
| Matière organique | riche | moyenne | Faible |
| Racine | Présence très abondante des racines du cortège floristique | Présence abondante des fines racines de l'arbre | Présence abondante des grosses racines de l'arbre |
| Elément grossier | abondante | Abondante | Abondante |

IV.1.5. Description morphologique du profil concernant le profil témoin

- ❖ Date de prélèvement : 27-05-2011
- ❖ Temps: couvert à ensoleillé
- ❖ Localisation: Ait Saadallah (Ziama Mansouriah)
- ❖ Topographie: lieu pentu accidenté
 - Altitude : 6 – 400 m
 - Latitude :36 °49° Nord
 - Longitude : 05°47° Est
 - Pente : forte
- ❖ Exposition : Sud - Est
- ❖ Végétation : Recouvrement de la végétation 60%

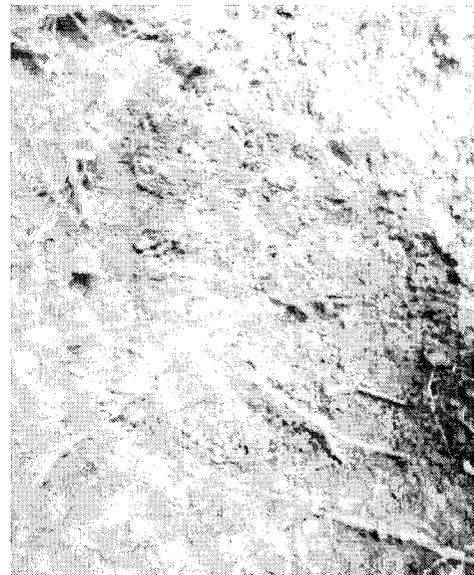


Figure n°10 : Photo du profil témoin.

Tableau VII : Principales descriptions morphologique du profil témoin

| Epaisseur (cm) | 0 – 18 | 18 - 36 | 36 – 67 |
|----------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Couleur | marron | Marron foncée | Rouge méditerranéen |
| Humidité | Moyen humide | humide | Très Humide |
| Structure | arrondie | arrondie | Anguleuse |
| Texture | limoneuse | Argileux-limoneux | Argileux-limoneux |
| Compaction | 7,2cm de la lame de couteau (peu compact) | 6 cm de la lame de couteau (compact) | 5 cm de la lame de couteau (compact) |
| Transition | Très nette | Très nette | Très nette |
| Réaction à HCl | Pas de réaction | Pas de réaction | Pas de réaction |
| Activité biologique | forte | moyenne | Très faible |
| Matière organique | riche | moyenne | Faible |
| Racine | Présence abondante des fines racines | Moins abondante des fines racines | Présence des grosses racines |
| Elément grossier | Faible présence | Présence moyenne | Importante |

IV.2. Données analytiques des profils

Les résultats des analyses physicochimiques des échantillons du sol de chaque horizon des 5 profils sont présentés dans les tableaux VIII, IX, X, XI et XII.

Tableau VIII : Données analytique du profil n°1

| Profondeur (cm) | | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 - 70 |
|-----------------------------|------------------|--------|---------|---------|
| Densité apparente D_a | | 1,76 | 1,33 | 1,09 |
| Densité réelle D_r | | 1,99 | 2,13 | 2,08 |
| Porosité (%) | | 11,55 | 37,55 | 47,59 |
| Perméabilité (cm/h) | | 5,66 | 5,98 | 6,13 |
| pH_{eau} | | 8,36 | 8,04 | 7,59 |
| CaCO ₃ total (%) | | 3,68 | 9,57 | 1,84 |
| Granulométrie (%) | Argiles | 37,97 | 39,09 | 37,97 |
| | Limons fins | 11,78 | 13,11 | 21,93 |
| | Limons grossiers | 9,78 | 11,18 | 9,78 |
| | Sables fins | 21,93 | 19,31 | 18,54 |
| | Sables grossiers | 18,54 | 17,54 | 11,78 |
| Caractères biochimiques (%) | C (%) | 2,5 | 1,36 | 1,28 |
| | MO (%) | 4,31 | 2,34 | 2,2 |

Tableau IX : Données analytique du profil n°2

| Profondeur (cm) | | 0 - 12 | 12 - 28 | 28 - 80 |
|-----------------------------|------------------|--------|---------|---------|
| Densité apparente D_a | | 1,11 | 1,21 | 1,97 |
| Densité réelle D_r | | 2,33 | 2,13 | 2,84 |
| Porosité (%) | | 52,36 | 43,19 | 30,63 |
| Perméabilité (cm/h) | | 6,66 | 6,58 | 7,10 |
| pH _{eau} | | 5,79 | 5,31 | 5,34 |
| CaCO ₃ total (%) | | 0,49 | 0,14 | 0,42 |
| Granulométrie (%) | Argiles | 31,88 | 21,22 | 16,82 |
| | Limons fins | 14,13 | 23,60 | 37,12 |
| | Limons grossiers | 12,67 | 21,93 | 19,99 |
| | Sables fins | 20,09 | 20,15 | 16,32 |
| | Sables grossiers | 21,23 | 13,10 | 9,75 |
| Caractères biochimiques (%) | C (%) | 2,61 | 1,45 | 1,41 |
| | MO (%) | 4,49 | 2,49 | 2,43 |

Tableau X : Données analytique du profil n°3

| Profondeur (cm) | | 0 - 5 | 5-34 | 34-60 |
|-----------------------------|------------------|-------|-------|-------|
| Densité apparente D_a | | 1,11 | 1,03 | 1,29 |
| Densité réelle D_r | | 2,99 | 2,73 | 2,62 |
| Porosité (%) | | 62,87 | 62,27 | 50,76 |
| Perméabilité (cm/h) | | 10,66 | 11,98 | 9,13 |
| pH_{eau} | | 6,90 | 6,71 | 7,36 |
| CaCO ₃ total (%) | | 0,14 | 0,35 | 0,28 |
| Granulométrie (%) | Argiles | 31,01 | 42,21 | 44,53 |
| | Limons fins | 21,11 | 13,94 | 21,43 |
| | Limons grossiers | 24,56 | 10,92 | 13,00 |
| | Sables fins | 13,71 | 22,55 | 12,05 |
| | Sables grossiers | 9,61 | 10,38 | 08,99 |
| Caractères biochimiques (%) | C (%) | 3,42 | 3,38 | 3,06 |
| | MO (%) | 5,89 | 5,82 | 5,28 |

Tableau XI : Données analytique du profil n°4

| Profondeur (cm) | | 0 – 10 | 10 - 84 | 84-112 |
|-----------------------------|------------------|--------|---------|--------|
| Densité apparente D_a | | 0,99 | 1,09 | 1,89 |
| Densité réelle D_r | | 2,95 | 2,81 | 2,77 |
| Porosité (%) | | 66,44 | 61,20 | 31,76 |
| Perméabilité (cm/h) | | 8,48 | 7,76 | 8,65 |
| pH_{eau} | | 7,76 | 7,88 | 8,04 |
| CaCO ₃ total (%) | | 9,42 | 4,32 | 0,70 |
| Granulométrie (%) | Argiles | 40,27 | 46,20 | 23,09 |
| | Limons fins | 27,93 | 12,94 | 33,59 |
| | Limons grossiers | 14,56 | 11,01 | 29,12 |
| | Sables fins | 10,17 | 17,18 | 10,00 |
| | Sables grossiers | 07,07 | 12,67 | 4,02 |
| Caractères biochimiques (%) | C (%) | 2,35 | 2,18 | 1,96 |
| | MO (%) | 4,05 | 3,75 | 3,37 |

Tableau XII: Données analytique du profil témoin

| Profondeur (cm) | | 0 - 18 | 18 - 36 | 36- 67 |
|-----------------------------|------------------|--------|---------|--------|
| Densité apparente D_a | | 1,23 | 1,20 | 1,40 |
| Densité réelle D_r | | 2,49 | 2,71 | 2,87 |
| Porosité (%) | | 50,60 | 56,08 | 51,21 |
| Perméabilité (cm/h) | | 12,48 | 12,11 | 10,99 |
| pH _{eau} | | 7,62 | 5,88 | 6,08 |
| CaCO ₃ total (%) | | 0,21 | 0,49 | 0,28 |
| Granulométrie (%) | Argiles | 29,66 | 44,31 | 45,21 |
| | Limons fins | 22,44 | 16,92 | 24,00 |
| | Limons grossiers | 19,71 | 13,40 | 13,57 |
| | Sables fins | 15,00 | 14,43 | 11,56 |
| | Sables grossiers | 13,19 | 10,94 | 05,66 |
| Caractères biochimiques (%) | C (%) | 2,74 | 2,2 | 0,68 |
| | MO (%) | 4,72 | 3,79 | 1,17 |

IV.3. Dynamique des propriétés physiques et chimiques des profils

IV.3.1. Dynamique des propriétés physiques

IV.3.1.1. La texture

La teneur centésimale en argiles, limons, et sables pour les cinq profils est déterminée par l'analyse granulométrique et l'utilisation du triangle des textures (Annexe 4).

❖ Résultats et discussion

Tableau XIII : Résultat de l'analyse granulométrique

| Granulométrie | | Argile (%) | Limon fin (%) | Limon grossier (%) | Sable fin (%) | Sable grossier (%) | Texture |
|---------------|----------|------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|------------------|
| profils | | | | | | | |
| Pt | 0 - 18 | 29.66 | 22.44 | 19.71 | 15.00 | 13.19 | Limon |
| | 18 - 36 | 44.31 | 16.92 | 13.40 | 14.43 | 10.94 | Argile limoneuse |
| | 36 - 67 | 45.21 | 24.00 | 13.57 | 11.56 | 5.66 | Argile limoneuse |
| P1 | 0 - 10 | 37.97 | 11.78 | 9.78 | 21.93 | 18.54 | Limon argileux |
| | 10 - 30 | 39.09 | 13.11 | 11.18 | 19.31 | 17.54 | Limon argileux |
| | 30 - 70 | 37.97 | 21.93 | 9.78 | 18.54 | 11.78 | Limon argileux |
| P2 | 0 - 12 | 31.88 | 14.13 | 12.67 | 20.09 | 21.23 | Limon argileux |
| | 12 - 28 | 21.22 | 23.60 | 21.93 | 20.15 | 13.10 | Limon |
| | 28 - 80 | 16.82 | 37.12 | 19.99 | 16.32 | 9.75 | Silt limoneux |
| P3 | 0 - 5 | 31.01 | 21.11 | 24.56 | 13.71 | 9.61 | Argile limoneuse |
| | 5 - 34 | 42.21 | 13.94 | 10.92 | 22.55 | 10.38 | Argile limoneuse |
| | 34 - 60 | 44.53 | 21.43 | 13.00 | 12.05 | 8.99 | Argile limoneuse |
| P4 | 0 - 10 | 40.27 | 27.93 | 14.56 | 10.17 | 7.07 | Limon argileux |
| | 10 - 84 | 46.20 | 12.94 | 11.01 | 17.18 | 12.67 | Argile limoneuse |
| | 84 - 112 | 23.09 | 33.59 | 29.12 | 10.00 | 4.2 | Silt limoneux |

Les analyses du sol montrent que la texture des sols et des horizons étudiés varie entre argileux-limoneux et limoneux-argileux, sauf pour l'horizon 1 du profil témoin et les horizons 2 et 3 du profil 2, qui présentent une texture limoneuse.

Selon la répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures (Annexe 5), les cinq profils ont une texture fine, sauf pour l'horizon 1 du profil témoin et les horizons 2 et 3 du profil 2, qui présentent une texture moyenne.

IV.3.1.2. Densité apparente

❖ Résultat et discussion

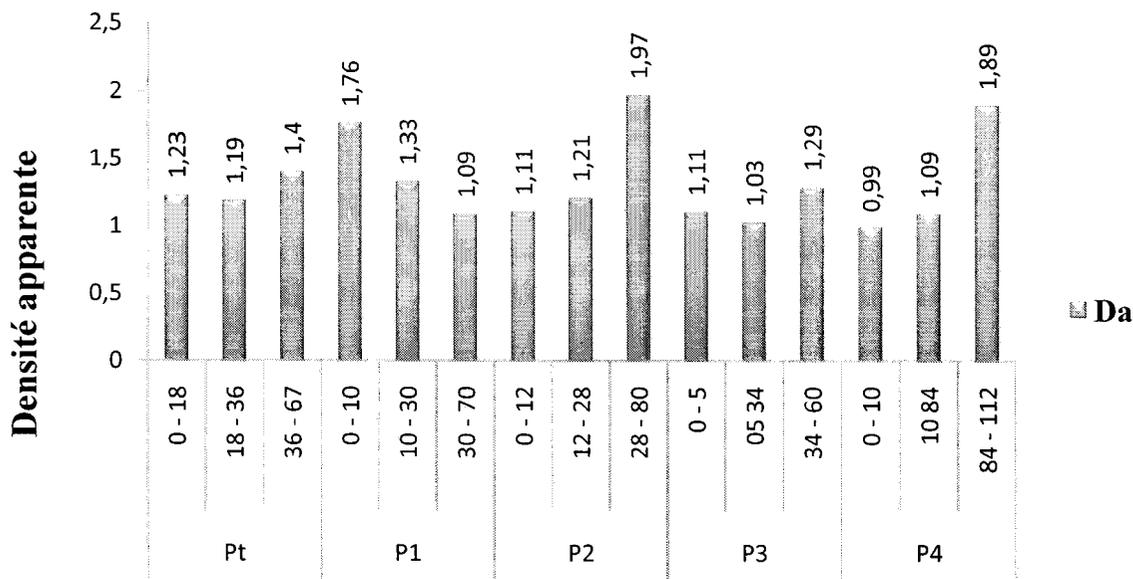


Figure n°11 : Histogramme de la Densité apparente « Da »

La densité apparente pour l'ensemble des profils varie parallèlement avec le taux d'argile et inversement avec la teneur en matière organique. D'après les résultats d'analyses, nous constatons que la valeur la plus élevée est obtenue au niveau de l'horizon inférieur du profil n° 2 et la valeur la plus faible au niveau de l'horizon de surface du profil n°4 (figure 11).

➤ **Profil témoin**

Dans ce profil la densité apparente est moyenne à cause du taux élevé d'argile.

➤ **Profil n°1**

Dans ce profil, la densité apparente est élevée dans l'horizon de surface, cependant elle est basse dans les horizons inférieurs, à cause du taux élevé de l'argile.

➤ **Profil n°2**

Dans ce profil, la densité apparente est faible dans l'horizon de surface et moyenne dans les horizons inférieurs, ceci s'explique par la diminution de la teneur en matière organique, en allant de la surface vers les horizons inférieurs.

➤ Profil n°3

Pour ce profil la densité apparente est faible, dans les horizons supérieurs, et moyenne dans l'horizon inférieur à cause du taux d'argile, qui est plus élevé au niveau de ce dernier.

➤ Profil n°4

La densité apparente du 1^{er} et du 2^{ème} horizon est faible, alors que celle du 3^{ème} horizon est élevée, ceci s'explique par la teneur en matière organique, qui est plus élevée dans les deux premiers horizons.

IV.3.1.3.Densité réelle

❖ Résultat et discussion

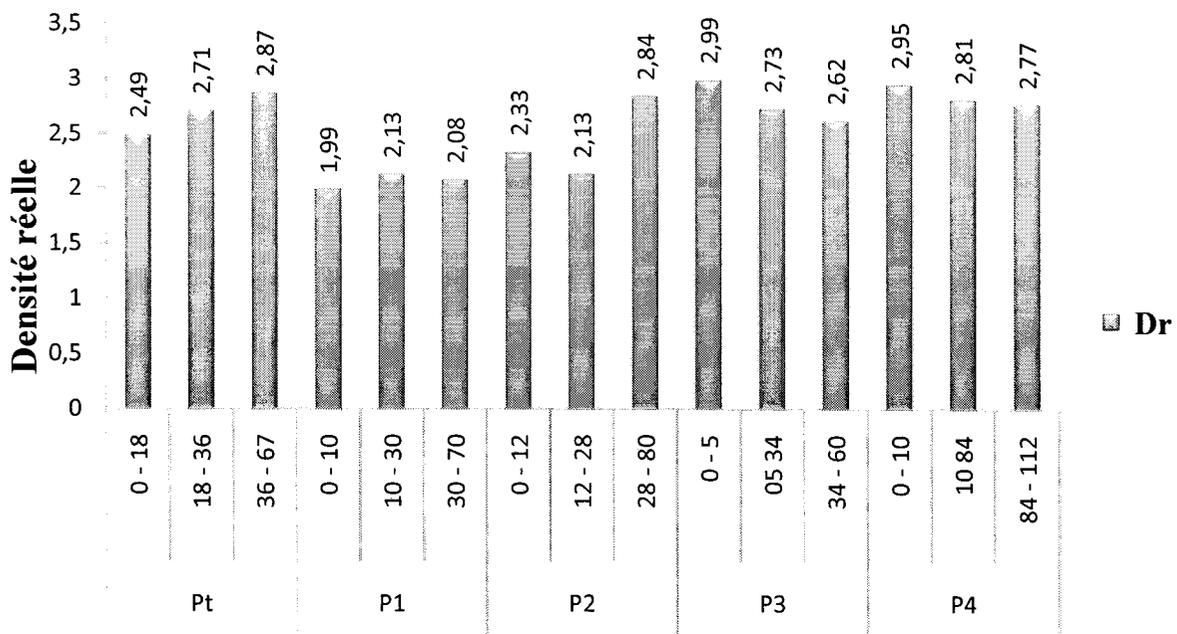


Figure n°12 : Histogramme de la Densité réelle « Dr »

D'après la figure 12, nous constatons que la densité réelle au niveau de tous nos profils est plus ou moins constante. D'après nos résultats, il ya une légère variation d'un profil à un autre et d'un horizon à l'autre, qui s'explique par les variations dans la teneur en matière organique.

IV.3.1.4. La porosité

❖ Résultat et discussion

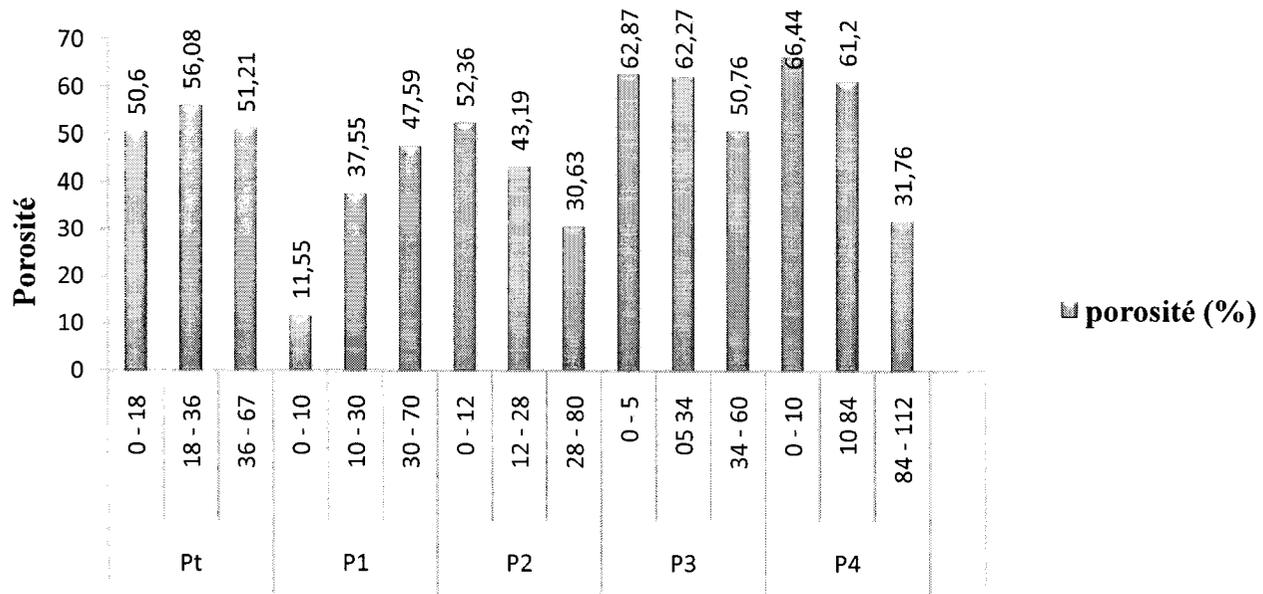


Figure n°13 : Histogramme de la porosité (%)

La structure, la texture et le taux de matière organique influent considérablement sur la porosité. Plus un sol est bien structuré, plus il est poreux, favorisant ainsi un meilleur développement des racines (Gaucher, 1968). La matière organique du sol est un matériau microporeux. L'interprétation des mesures d'absorption de différents gaz permet des valeurs de l'aire spécifique de surface et met en évidence des micropores de l'ordre du nanomètre (Jonge et *al.*, 2000).

➤ Profil témoin

La porosité au niveau de ce profil est moyenne cela est dû au taux d'argile.

➤ Profil n°1

La porosité au niveau de ce profil est faible dans l'horizon de surface, alors que le sol est assez poreux dans les horizons inférieurs. Cela est dû au taux élevé d'argile.

➤ Profil n°2

Dans ce profil la porosité est moyenne dans l'horizon de surface, cependant les horizons inférieurs sont assez poreux. Cela est dû à la teneur en matière organique, qui est plus importante au niveau de ces derniers.

➤ Profil n°3

Ce profil est poreux dans les horizons supérieurs et moyennement poreux dans l'horizon inférieur. Ceci s'explique par le taux très élevé en matière organique, au niveau des horizons de surface.

➤ Profil n°4

Concernant ce dernier profil, on remarque que la porosité diminue en allant de l'horizon de surface vers les horizons inférieurs. L'horizon de surface est très poreux, l'horizon 2 est poreux, alors que le dernier horizon se caractérise par une porosité moyenne. Cette variation, est due essentiellement à la variation de la teneur en matière organique au niveau des horizons. Nous constatons que la variation de la porosité est parallèlement à la teneur en matière organique (figure13).

IV.3.1.5.La perméabilité

❖ Résultat et discussion

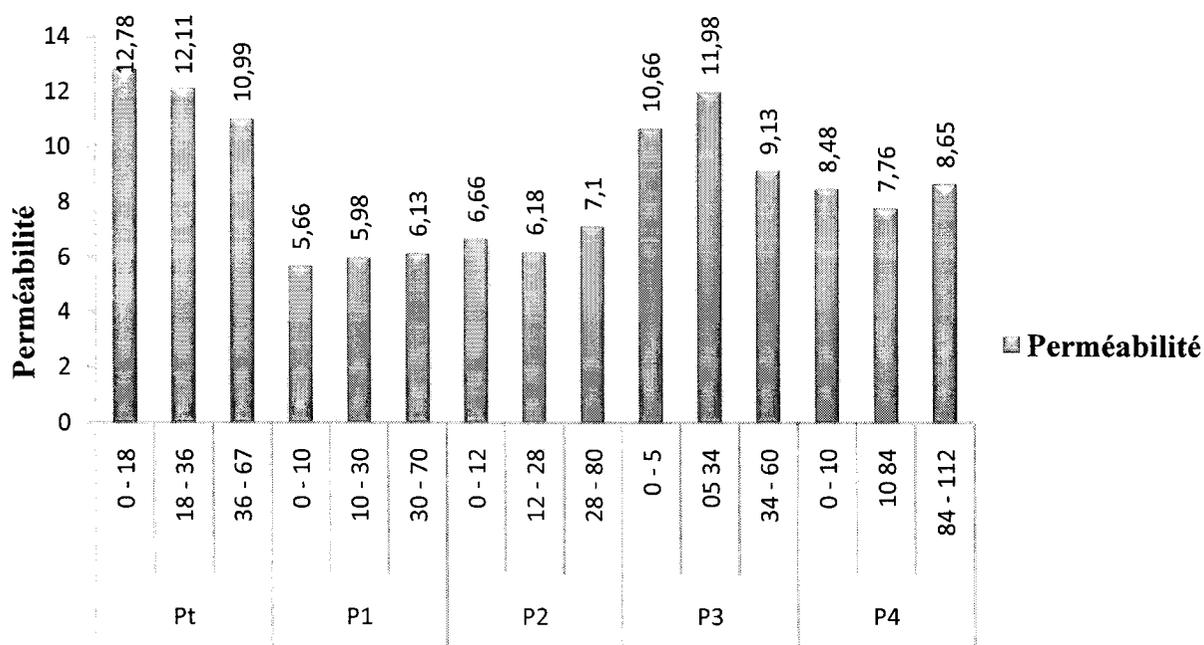


Figure n°14 : Histogramme de la perméabilité

La texture, la matière organique, la porosité, ainsi que l'activité biologique, sont en la faveur d'une bonne perméabilité.

D'après les valeurs de la vitesse de percolation d'eau au niveau des sols étudiés, nous constatons que les cinq profils présentent des valeurs variables d'un profil à l'autre et d'un horizon à un autre au sein du même profil (figure 14).

➤ **Profil témoin**

Les résultats d'analyses montrent une perméabilité assez rapide le long du profil. Cela est dû au pourcentage de la porosité qui est moyenne.

➤ **Profil n°1**

Dans ce profil la perméabilité est moyenne, elle diminue par rapport au témoin à cause de la diminution du pourcentage de la porosité.

➤ **Profil n°2**

Pour ce profil la perméabilité est assez rapide cela est dû à la teneur moyenne en matière organique.

➤ **Profil n°3**

Au niveau de ce profil la perméabilité est assez rapide, cela est dû au pourcentage élevé de la porosité (sol poreux).

➤ **Profil n°4**

Dans ce profil la perméabilité est assez rapide à cause de la teneur élevée en matière organique.

IV.3.2. Dynamique des propriétés chimiques

IV.3.2.1. Le pH

❖ Résultats et discussion

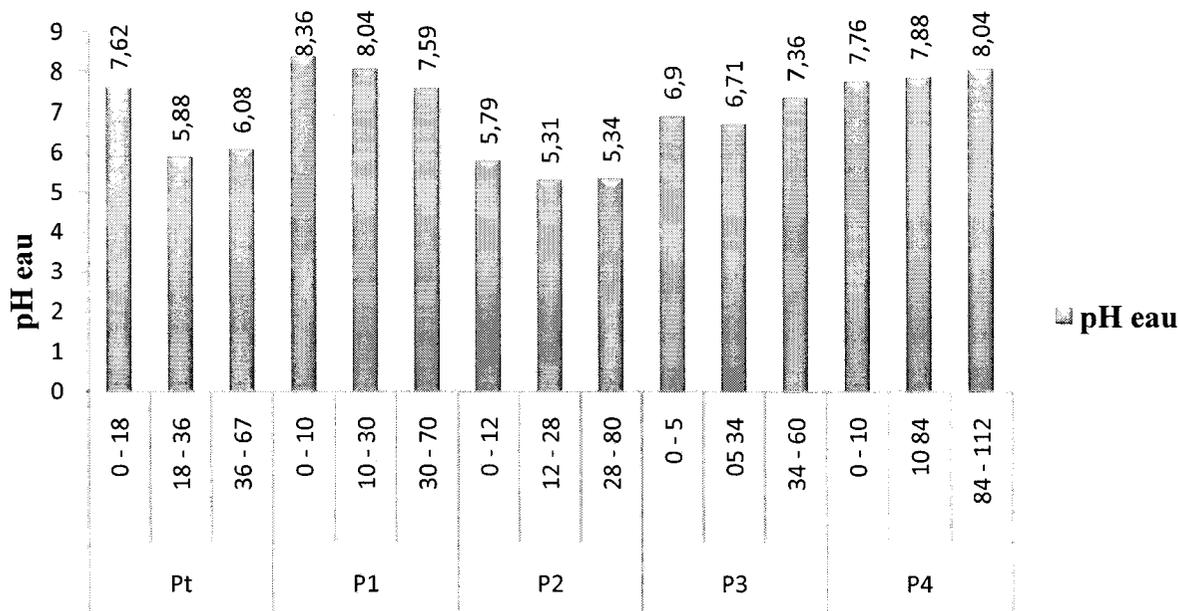


Figure n°15 : Histogramme des mesures du pH

Le pH des sols étudiés, est en relation avec la nature du substrat géologique d'une part et d'autre part avec l'humus qui acidifie les sols forestiers (figure 15).

➤ Profil témoin

Dans l'horizon de surface de ce profil on remarque un pH légèrement basique. Et un pH acide dans les horizons inférieurs.

➤ Profil n°1

Pour l'horizon de surface de ce profil on remarque un pH légèrement basique, il diminue au fur et à mesure dans les horizons inférieurs.

➤ Profil n°2

Dans ce profil, on remarque que le pH est acide pour tous les horizons de ce profil.

➤ Profil n°3

Dans ce profil, on remarque que le pH neutre pour tout le profil.

➤ Profil n°4

Dans l'horizon de surface de ce profil on remarque un pH légèrement basique, il augmente au faire et à mesure qu'on va en profondeur.

IV.3.2.2. La matière organique

❖ Résultats et discussion

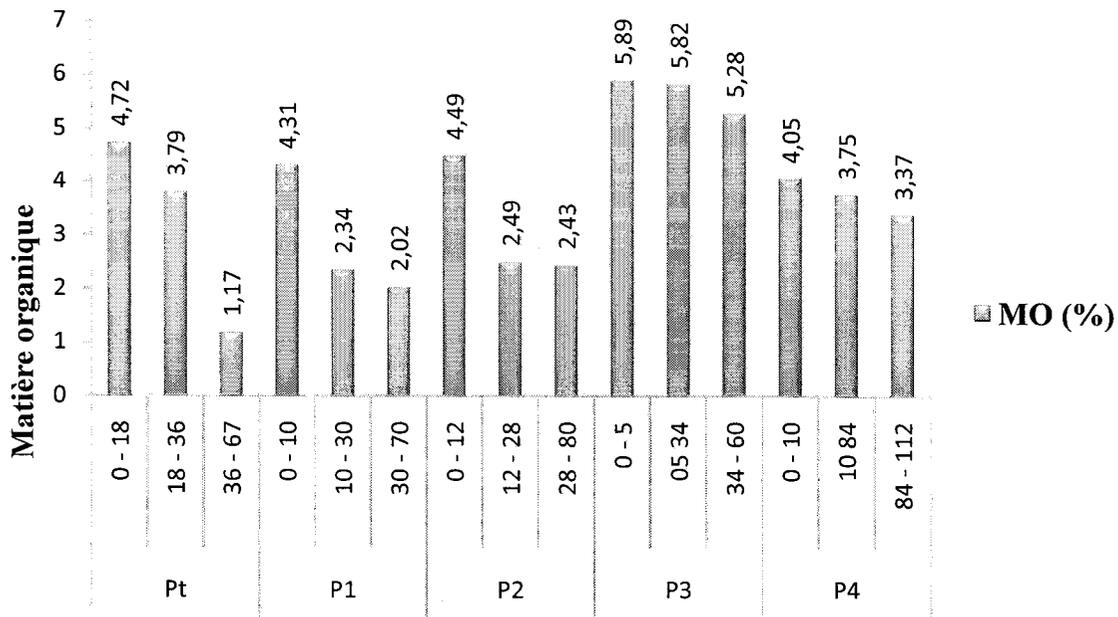


Figure n°16 : Histogramme de la teneur en matière organique (%).

D'après les résultats d'analyse de la matière organique, nous constatons que le taux de cette dernière est élevé en surface et diminue dans les horizons inférieurs (figure 16).

Le taux élevé en matière organique dans les horizons de surface, s'explique par l'apport annuel important de litière par la végétation forestière.

Les exsudats racinaires des graminées constituent un milieu nutritif favorable pour les microorganismes du sol et les animaux, ce qui s'exprime par une bonne activité biologique due à une biomasse microbienne importante. Ce qui favorise l'incorporation profonde de la matière organique.

➤ Profil témoin

D'après les résultats d'analyses on constate dans ce profil, que le taux de matière organique est élevé dans les horizons de surface et faible dans l'horizon inférieur. Ceci, s'explique par la présence de litière au niveau des horizons de surface

➤ Profil n°1 et 2

Dans ces 2 profils le taux de matière organique est élevé en surface et moyen dans les horizons inférieurs, qui s'explique par la décomposition lente de la litière.

➤ Profil n°3

Dans ce profil on enregistre une teneur très élevée en matière organique tout au long du profil, qui s'explique par l'apport annuel important de la litière.

➤ Profil n°4

Dans ce profil on remarque une teneur élevée en matière organique le long du profil, qui s'explique par la décomposition de la litière.

IV.3.2.3. Le calcaire total

❖ Résultats et discussion

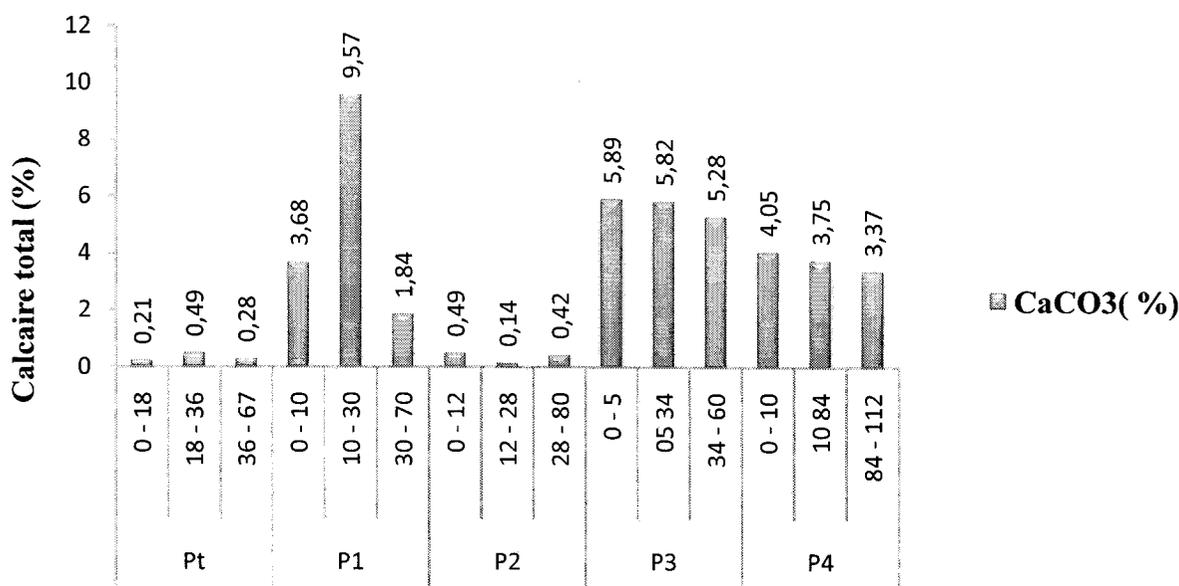


Figure n°17 : Histogramme des mesures du taux du calcaire total (%)

Les carbonates jouent un rôle important dans les sols. Ils contrôlent partiellement le pH par leurs équilibres de dissolution, une teneur élevée rend le sol alcalin et favorise certains modes de fixation.

D'après les résultats d'analyses du calcaire total des sols étudiés, nous constatons que le taux de ce dernier est très faible, il est presque au même niveau dans tout les profils (figure 17).

➤ **Profil témoin**

Dans ce profil, on remarque que le taux de calcaire est très faible au niveau de tous les horizons.

➤ **Profil n°1**

Pour ce profil, on remarque que le taux de calcaire est faible pour tout au long du profil.

➤ **Profil n°2 et 3**

Dans ces 2 profils le taux de calcaire est très faible au niveau de tous les horizons.

➤ **Profil n°4**

Dans ce profil le taux du calcaire, varie entre faible et très faible tout au long du profil.

Les interprétations des nos résultats selon les normes de Henin et *al.* (1959) (Annexe 5).



Conclusion.

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à l'impact de la végétation sur la propriété physique et chimique du sol.

Nous avons réalisées cinq profils pédologiques sous différentes essences forestières à savoir : Chêne liège, Pistachier lentisque, Chêne vert, Pin d'Alep. Alors que le dernier profil a été réalisé au niveau d'une petite parcelle à sol nu.

Les analyses physicochimiques des différents profils, ont montré, que les valeurs des différents paramètres physiques et chimiques, sont variables d'un profil à l'autre et d'un horizon à un autre au sein d'un même profil, sauf le taux de calcaire total qui est très faible dans l'ensemble de tous les profils.

Généralement, le taux de matière organique est élevé dans les horizons de surface dans tous les profils s'explique par l'apport annuel important de litière par la végétation forestière.

D'après nos résultats, nous constatons que le couvert végétal intervient d'une manière directe ou indirecte sur le façonnement des caractéristiques physiques et chimiques des profils pédologiques. Chaque végétation joue un rôle très important et différent dans l'amélioration du sol. Dans le cadre de notre étude, nous avons pu constater que le Chêne vert (*Quercus ilex*), est l'espèce qui agit le plus positivement sur les caractéristiques physicochimiques du sol forestier (perméabilité et teneur en matière organique).



Références bibliographiques

1. **Abbane L., 1985** - Contribution à l'étude de la réaction du Pin d'Alep et de la processionnaire du pin suite à l'application d'une fertilisation N.P.K. dans le reboisement de Djelfa. *Mém. Ing. Agro.*, INA, El Harrach, Alger, p : 35.
2. **Aissi M., 1989** - Recherches sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers à Cèdre de l'Aurès (*Cedrus atlantica* M.), contribution à l'étude des litières, contribution à l'étude de la biomasse et minéralomasse souterraine dans deux stations (Belezema, S'gag). *Mém. Ing. foresterie*, INES agronomie, p : 88.
3. **Akdim A, 2009** -Mémoire de fin d'étude Tizi wazo.
4. **Amin T., 1988**- Etude du développement de l'appareil radical de jeunes plants de chênes méditerranéens en vue de l'amélioration de la reprise pour le reboisement. *Th. Doc.*, Université de Droit Economie et Sciences, Faculté des sciences et techniques de Saint-Jérôme, Aix Marseille, p : 128.
5. **Amira R., 2007** - Contribution à l'étude de la cinétique du rendement en huile essentielle de *Pistacia lentiscus*. Estimation de son effet bioinsecticide sur *Callosobruchus maculatus* F. (coleoptera : bruchida). D.E.S.en biologie, l'université P: 73.
6. **Andreux F., Bruckert S., Correa A., Souchier B., 1980** - Sur une méthode de fractionnement physique et chimique des agrégats des sols: origines possibles de la matière organique des fractions obtenues. C. R. Acad. Sci., Paris, pp : 381-384.
7. **Andreux F., Munier-Lamy C., 1994** - Genèse et propriétés des molécules humiques. *in* **Bonneau M., Souchier B.** - Pédologie tome 2: Constituants et propriétés du sol. Ed. Masson, Paris, pp : 109-142.
8. **Anonyme., 1973** - Les problèmes de l'environnement. Ed. Cebedoc, Liège, printed in Belgium.
9. **Anonyme., 2000** - Interactions sol-microorganismes- plantes, synthèse d'atelier n° 7, p : 8.
10. **Anonyme, 2004** – Plants for a future. Edible, medicinal and useful plants for a healthier.
11. **Babel U., 1971** - Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in mitteleuropäischen Wäldern. Geoderma 5 *in* **Judicaël M., 2006** - Effet des essences forestières sur la biodégradation des matières organiques : impact sur la dynamique et le cycle du carbone, de l'azote et des éléments minéraux. *Th. Doc.*, Univ. Henri Poincaré, Nancy 1, France, 214p.
12. **Balesdent J., Besnard E., Arrouays D., Chenu C., 1998** - The dynamics of carbon in Particle-size fractions of soil in a forest-cultivation sequence. *Plant Soil*, **201**(1), pp: 49-57.

13. **Bayer E. A., Morag E., Lamed R., 1994** - The cellulosome -A treasure-trove for biotechnology. *Trends in Biotechnology* 12, pp: 379-386.
14. **Belabbas D., 1996** – Le chêne liège, la forêt Algérienne. *Mém. Ing. Agr.*, INA, El-Harrache, Alger, pp : 26-30.
15. **Berthelin J., Munier-Lamy C., Portal J M., 1999** - Physico-chemical characterization reactivity and biodegradability of soil natural organic matter. *in Baveye Ph., Block J-C. et Goncharuk V.* - Bioavailability of Organic Xenobiotics in the Environment. Ed. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp : 251-296.
16. **Bonneau M., Brethes A., Lacaze J. F., Letacon F., Levy G., Nys C., 1977-** Modification de la fertilité des sols sous boisement artificiel de résineux purs. INRA, D. G. R. S. T. Nancy Champenoux, pp : 88.
17. **Bonneau M., Souchier B., 1994** - Pédologie tome 2: Constituants et propriétés du sol. Ed. Masson, Paris, pp : 109-142.
18. **Boudy P., 1952-** Guide du forestier en Afrique du Nord. Maison rustique, Paris, pp : 52-509.
19. **Bouhraoua R.T., 2003** - Situation sanitaire de quelques forêts de Chêne-liège de l'ouest Algérien ; étude particulière des problèmes posés par les insectes. *Th. Doc.*, Université de Tlemcen.
20. **Boukerker H., 1997-** L'influence de certains facteurs bio-édaphique sur le comportement des jeunes plantules de Pin d'Alep. *Mém. Ing. Agro.*, Univ. Batna, pp : 2-11.
21. **Boullillard., 2001-** Plantes médicinales du monde : croyances et réalités.
22. **Boullard., 1978** - Cours d'hydro pédologie. Ed. la Rose, p : 122.
23. **Brousse J., 2005** - Dictionnaire des arbres et arbustes. Larousse des arbres.
24. **Buffle J., 1977-** Les substances humiques et leurs interactions avec les ions minéraux. *in* Conference proceedings de la commission d'Hydrologie Appliquée de l'A.G.H.T.M. Université d'Orsay, pp: 3-6.
25. **Callot G., Chamagou H., Maertens C., Salec., 1982** - Les interactions sol racine. Ed. I.N.R.A, Paris, pp : 325.
26. **Cantate R et Biazzetta R, 2005** - La levée de liège. Institut méditerranéen de liège.
27. **Chamayou H., 1984** - Notions fondamentales des sciences du sol. DEA science du sol aménagement, EWCA de Montpellier, pp : 64-83.
28. **Chapman, 1970** - Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à Pin pignon (*Pinus pinea* L.) du littoral méditerranéen. *COL, plant* (13) (3), pp : 525-532.

29. **Chelihi S., 2003** - Contribution à l'étude d'une fertilisation organo-minéral (NPK, NP, Pk, NK, P, K et litière) sur le comportement des jeunes semis de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.). *Mém. Ing. Agr.*, Univ. de Batna, pp : 66-91.
30. **Choul C., 1993** - Etude expérimentale de l'influence de l'âge des litières forestières sur la mobilisation de quelques éléments minéraux, Fe, Na, K, et Mg d'une roche mère (grès barremien des monts du Belezma). *Mém. Ing. Agro.*, INESA de Batna.
31. **Christensen B., 2001** - Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *Eur. J. Soil Sci.*, 52, pp: 345-353.
32. **De Lempis H., 1970** - La végétation de la terre .Ed. Masson et Cie, p : 1024.
33. **De Monza J. P., 1991** - L'atlas des forêts de France. Ed. Ligugé, France, p : 240.
34. **Diehl R., 1975** - Agriculture générale. 2^{ème} édition. Boulier, p : 368.
35. **Dommergues Y., 1970** - Association mycorrhizienne. Ed. Masson, pp. : 669-671.
36. **Dommergues S., Mangnot F., 1970** - Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson, Paris, p : 769.
37. **Duchauffour Ph., 1977** - Pédologie. Tome 1 : Pédogénèse et classification. Ed. Masson, Paris, N.Y.B.M.
38. **Duchauffour Ph., 1980** - Pédogénèse et classification pédologique (II). Ed. Masson Paris, p. : 477.
39. **Duchauffour Ph., 1983** - Pédogénèse et classification (2/édition).Ed. Masson, Paris, tome II, pp : 255- 495.
40. **Duchauffour Ph., 1994** - Abrégé de pédologie : sol, végétation, enracinement. Ed. Masson, Paris, pp : 324.
41. **Duchesne L., 1993** - Mycorrhiza news, quaterly news letter of mycorrhiza netwrk, Asia; New Delhi, India, Tata Energy Resarch Institue, pp: 1- 5.
42. **Dutil P., Muller J., 1979-** Travaux de la station de science du sol de chalons sur marne l'épandage des eaux résiduaires des industries agricoles en champagne. Crayluse. édition INRA.
43. **Emberger L., 1955** – Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Zool., Univ. Montpellier, (7), pp.: 3 – 43.
44. **Feller C., Beare M. H., 1997** - Physical control of soil organic matter dynamics in the Tropics. *Geoderma*, 79, pp: 69-116.
45. **Fennane M., 2006** – Esquisse des bases d'une typologie des habitats au Maroc.

46. **Gallardo F., Martain A., Mangelot T., Santaleginal., 1998** - Nutrient cycline in deciduous forest ecosystems of the Sierra De Gata mountains: nutrient supplie to the soil through both liter an through fall. *Ann. Sci. For.*, 55, pp: 771-784.
47. **Gaucher g., 1968** – Le sol est ses caractéristiques agronomiques.ed.dunod, paris, p : 577.
48. **Gilman E. F., 1990** - Tree root growth and development. 1. Form, spread, depth and periodicity. *J. Environ. Hort.*, 8(4), pp: 215-220.
49. **Girad M. C., Walter C., Remy J. C., Berthehin J., Morel J. L., 2005** - Sol et environnement. Ed. Dunod, Paris, p : 816.
50. **Gobat j. M., Aragno M., Matthey W., 2003** - Le sol vivant. 2^{ème} Ed. Ed. Presse polytechniques et universitaires Romandes, p : 568.
51. **Goutier R., Mauric N., 2000** - les huiles essentielles.
52. **Hans-Jürgen O., 1998** - Ecologie forestière. pp: 166-233.
53. **Hunt B., Walmsley T.J., Bradshaw A.D., 1991**- Importance of soil physical conditions for urban tree growth. Research for practical arboriculture, York, 2-4 April.
54. **Jasper D. A., Abbott L. K., 1989** - Hyphae vesicular-arbuscular mycorhiza fungus maintain infectivity in dry soil, except the soil is disturbed, p: 112.
55. **Jeun Clade T., 1996** - Une revue bibliographique des principaux mécanismes pédo-génétique pour caractériser le rôle du bois raméal fragmente (BRF) dans les processus d'humification. mém-publie N : 60-Dep-scie du bois et du forêt, univ-Laval Québec G1 K7 P4 Québec Canada, pp : 5-6.
56. **Kadik B., 1987** - Contribution a l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : écologie. dendrométrie, morphologie. Ben Aknoun (Alger), p : 540.
57. **Koerner W., Dupouey J. L., Dambrine E., Benoit M., 1997** - Influence of past land use on the vegetation and soils of present day forest in the Vosges mountains, France. *J. Écol.*, 85, pp: 351-358.
58. **Lehmann J., Cravo M. d. S., Zech W., 2001**- Organic matter stabilization in a Xanthic Ferralsol of the central Amazon as affected by single trees: chemical characterization of density, aggregate, and particle size fractions. *Geoderma*, 99, pp: 147-168.
59. **Leifeld J., Kögel-Knabner I., 2005** - Soil organic matter fractions as early indicators for Carbon stock changes under different land-use. *Geoderma*, 124, pp: 143-155.
60. **Long G., 1974** – Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. T1: Principes généraux et méthodes: Recueil, analyse, traitements et expression cartographique de l'information. Ed. Masson & C^{ie}, Paris, 252 p.

61. **Lossain T., 1959** - La forêt méditerranéenne de chênes verts. *in* : **Lamotte M. et Bourlières** - Problèmes d'écologie. Ecosystèmes terrestres. Ed. Masson, Paris, pp: 129-185.
62. **Lowdermilk W.C., 1930** - Influence of forest litter on runoff, percolation and erosion. *Journal of forestry*, 28, pp: 474-491.
63. **Lévy G., Lefèvre Y., 2001** - La forêt et sa culture sur sol à nappe temporaire. Contraintes subies, choix des essences, interventions et gestion durable. Nancy: Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, p : 223.
64. **Mangenot F., Toutain F., 1980**- Les litières forestières et leur évolution. *in* **Pesson P.** - Actualités d'écologie forestière (sol-flore-faune). Ed. Gauthier Villard, p : 03-34.
65. **Martian A., 1996** - Above ground litter production and bioelement potential return in a evergreen oak (*Quercus rotundifolia*) woodland near Salamanca (Spain). *Ann. Sci. For.*, 53, pp: 811-818.
66. **Meddour H., 1982** - Contribution a l'étude de la croissance de *Pinus halepensis* Mill. en relation avec les groupements végétaux dans la forêt de Baïnem. *Mém. Ing. Agr.*, INA, El-Harrach, Alger, p : 63.
67. **Messadia H., 1984** - Etude expérimentale des processus de la solubilisation microbienne des éléments traces .M.T.R.influence de la nature et de la granulométrie du substrat minéral.
68. **Morel R., 1996** - Les sols cultivés. Ed. Lavoisier, Paris, p: 38.
69. **Meyer I ., 2004**- Analyse chimique des sols méthode choisies.edition TEC&DOC.Paris-New-york.p376.
70. **Nahal I., 1962** - Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) étude taxonomique, phytogéographique. Tome XIX. Faxiculture, pp : 4-92.
71. **Nahal I., 1985** - Taxonomie et aire géographique des pins du groupe *halepensis*. Ciheam option.86/1.Tunis, pp: 1-9.
72. **Natividade J. V., 1956** - Subericulture. Ed. Française de l'ouvrage portugais subericulture. E.N.E.F., Nancy, p : 303.
73. **Negre R., 1962** – Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. Ed. CNRS, p566.
74. **Ozenda P., 1982** – Les végétaux dans la biosphère. DOIN Editeurs, Paris, pp.: 83 – 84.
75. **Pesson P., 1971** - Actualités d'écologie forestière (sol-flore-faune). Ed. Gauthier Villard, p : 03-34.
76. **Puget P., Chenu C., Balesdent J., 2000** - Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates. *Eur. J. Soil. Sci.*, 51(4), pp: 595-605.

77. **Quézel P., Santa S., 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS, Paris 7^{ème}, pp : 611-613.
78. **Quézel P., 1985**- Les *Pinus* du groupe « *halepensis* ». Ecologie végétation ecophysiologique. CIHEAM option 86/1 Tunis.1985, p: 11.
79. **Quézel P. et Medai F., 2003** - Ecologie et biodiversité des forêts du bassin méditerranéen. pp: 29-41.
80. **Raimbault P., 2003**- La physiologie et l'architecture des racines. 9^{ème} congrès de l'A.P.E.V.C., Institut National d'Horticulture, Angers, pp: 22-29.
81. **Ramade F., 2003**-Ecologie des ressources naturels, Edition Masson.
82. **Rapp M., 1969** - Apport d'éléments minéraux au sol par les eaux de pluviollessivage sous peuplement de *Quercus ilex*, *Quercus Languinis* K. et *Pinus halepensis* Mill. Ed Gautier Villard, p: 71-72.
83. **Rapp M., 1971** - Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux des écosystèmes méditerranéen, la forêt de *Quercus ilex* L. et la garrigue de occl.olant, pp: 377-410.
84. **Richard P., 1987** - Etude des facteurs explicatifs de la croissance du Chêne-liège dans le Var. *Mém. Ing.*, CEMAGREF, pp : 3-12.
85. **Robert M., 1996** - Le sol interface dans l'environnement. Ed. Masson, Paris, pp: 123-134.
86. **Rovira P., Vallejo V.R., 2002** - Labile and recalcitrant pools of carbon and nitrogen in organic matter decomposing at different depths in soil. An acid hydrolysis approach. *Geoderma*, 107, pp: 109-141.
87. **Ruark G. A., Mader D.L., Tattar T.A., 1982** - The influence of soil compaction and aeration on the root growth and vigour of trees. A litterature review. Part I. AB Academic publishers, Arboricultural journal, 6, pp: 251-265.
88. **Satchell J. E., 1974** - Litter-interface of animate/inanimate matter. In: Biology of plant litter decomposition Vol. 1. Dickinson, C. H. & Pugh, G. Ed. Academic Press, London, pp: 1-154.
89. **Snyder G., 1980** - Evaluating sylvicultural impacts on water resources. Symposium on watershed management, Boise Idaho, Host, Southern Idaho Section, ASCE.
90. **Soltner D., 2005** - Les bases de la production végétal t 1: le sol. Ed. Sciences et Technique Agricole, Maine et Loire, France, p: 450.
91. **Spichiger R.E., Figeat V.S.M., Momod D.J., 2004** – Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. Ed. Presse Polytechnique.

92. **Stemmer M., Gerzabek M.H., Kandeler E., 1998** - Soil organic matter and enzyme activity in particle size fractions of soils obtained after low-energy sonication. *Soil Biol. Biochem.*, 30, pp: 9-17.
93. **Stemmer M., Von Lützow M., Kandeler E., Pichlmayer F., Gerzabek M.H., 1999** - The effect of maize straw placement on mineralization of C and N in soil particle size fractions. *Eur. J. Soil Sci.*, 50, pp: 73-86.
94. **Stevenson F.J., 1982** - Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Wiley Interscience, New York, p: 443.
95. **Temagoul T., 2005** - Ecologie du Chêne liège. Compte rendu séminaire Rabat ,1979.I.S.N.T, Agro. et vétér. Hassan II, Maroc, p: 6.
96. **Toutain F., 1981** - Les humus forestiers, structure et mode fonctionnement. *R.F. Forest. G.*, pp: 444-463.
97. **Toutain F., 1987** - Les litières : siège de système interactifs et nature de ces interactions. *Rev. Bio. Sol.*, Vol (3), pp: 231-242.
98. **Yessad B., 1999** - Le Chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. faculté des sciences Agronomique, Univ. Cath-Bonvain Belgique, p: 111.
99. **Young A., 1989** - Agroforestry for soil conservation. C.A.B. International /ICRAF.

100. **Zeraïa L., 1981** - Essai d'interprétation comparative de données dans les écologiques phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristatalline, (France Méridional) et d'Algérie in Thèse de doctorats sciences, unv, d'Aix Marseille, faculté des sciences et techniques, saint Jérôme, p: 367.

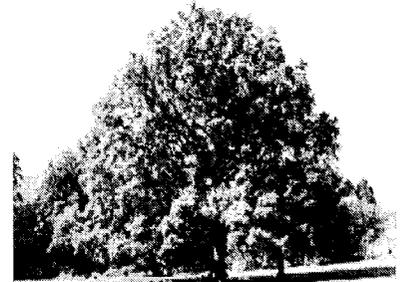


Annexe 1

Les fiches techniques

Le chêne liège (*Quercus suber* L.)*Systematique*

- **Embranchement:** Spermaphytes
- **Sous embranchement:** Angiospermes
- **Classe:** Dicotylédones ou magnoliapsidaeae
- **Ordre:** Fagales
- **Famille:** Fagaceae
- **Genre:** Quercus
- **Espèce:** *Quercus suber* L.

*Description*

Le chêne liège est un arbre de taille moyenne atteignant une hauteur de 10 à 12 m, pouvant parfois atteindre 25m (Cantate et Piazzetta, 2000).

❖ **Feuilles**

Les feuilles du Chêne liège persistent plus d'une année donne au feuillage l'aspect persistant (Boudy, 1952). Elles sont petites vertes foncées et lisses.

❖ **Bourgeons**

Ils sont de forme ovoïde et protégés par des bractées. L'allongement des bourgeons est dépendant des facteurs microclimatique environnants (Zeraïa, 1981).

❖ **Inflorescences**

Le Chêne liège est monoïque et allogame ; les fleurs mâles pendent en chatons de 4 à 8 cm de long (Yessad, 1999). La floraison et la fécondation ont lieu au printemps.

❖ **Glands**

La fécondation donne naissance a un gland de forme et de dimension variables suivant les arbres (Natividade, 1956), les glands ou les fruit de Chêne liège se forment dans l'année et tombent en octobre et novembre , parfois jusqu'à janvier (Richard ,1987).

❖ **Système racinaire**

Pour les racines, le chêne-liège est muni d'un système racinaire pivotant avec des ramifications latérales puissantes, permettant un enracinement profond qui fixe l'arbre sur des sols légers peu profonds et même rocheux (Khalla, 2006).

Ecologie

Exigences climatiques

➤ Précipitations

Le Chêne liège se développe sous une pluviométrie moyenne annuelle de 500 à 600mm (Boudy, 1952).

➤ Températures

C'est une essence relativement thermophile. Elle demande une température moyenne annuelle douce dont l'optimum se situe entre 13 et 18°C ; elle ne supporte pas plus de 1 à 2 jours de gelées de -9°C (Boudy, 1952).

➤ Humidité

C'est une essence forestière qui exige un état hygrométrique élevé d'au moins 60% durant les mois de la saison sèche (Boudy, 1952).

➤ Lumière

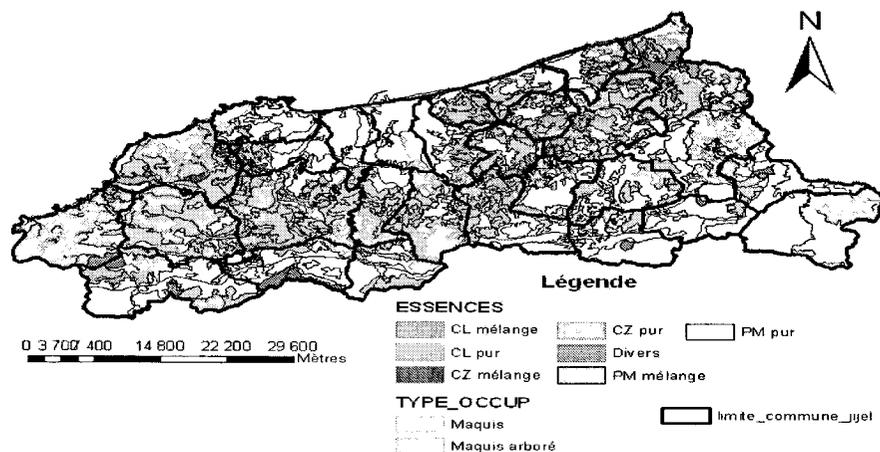
Le Chêne liège est une essence héliophile. Selon Zeraïa (1981), le meilleur gland se manifeste dans les expositions Sud et Ouest où la lumière et la température sont suffisantes.

Exigences édaphiques

Le Chêne liège préfère des sols acides, profonds et bien drainés, il ne s'accommode pas aux sols argileux compacts. Il marque nettement sa préférence pour les terrains siliceux tels que les grès numidiens (Algérie et Tunisie) ou les sables pliocènes (Boudy, 1952).

Aire de répartition

Le Chêne liège est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique (Cantat et *al.*, 2005). C'est une espèce forestière principale en Algérie (Bouhraoua, 2003). Selon Yessad (2000), les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard.



Le Chêne vert (*Quercus ilex*)

Systématique

- Règne : Plantae
- Sous règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Hamamelidae
- Ordre : Fagales
- Famille: Fagaceae
- Genre : Quercus
- Espèce: *Quercus ilex*



Description

Le chêne vert est aussi appelé yeuse. C'est un arbre de 5 à 20 mètres de hauteur, au feuillage persistant, dont la longévité moyenne est de 200 à 500 ans, certains spécimens atteignent 1000 ans. (Lossaint, 1959).

❖ Le tronc

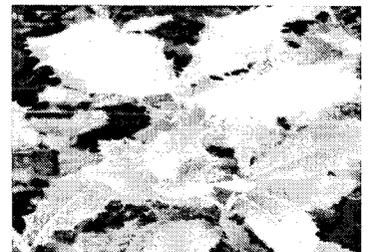
Est plus ou moins contourné et, dans les meilleures conditions, en futaie humide

❖ Les racines

L'enracinement est pivotant sur le sol assez profond, mais il a aussi de nombreuses et puissantes racines latérales. Dans les premières années, la croissance en racine est comme pour le chêne liège, bien plus rapide que celle de la tige aérienne.

❖ Feuilles

Alternes, coriaces, petites (longue de 3-9 cm) de forme variable (entièrement, dentées ou épineuses) avec un pétiole court, vert foncé, luisantes sur le dessus, pubescentes et blanchâtre dessous.



❖ Fruits

Sont murs en septembre-octobre, ce sont des glands longs de 2 à 3 cm sur 1,5 à 2 cm de diamètre, roux noirâtre, terminés par une pointe raide, inclus pour moitié environ dans une cupule grise à petites écailles triangulaires.

❖ Fleur

Unisexuées, les mâles sont très abondantes. Ce sont des chatons pendants à la base des pousses de l'année.

❖ Glands

Sont bruns, de variant de 1a3 centimètres de long.

Ecologie

Selon Boudy (1952) le chêne vert est un :

- Espèce thermophile mais résistante au froid ;
- Espèce héliophile ;
- Présent sur mull carbonaté à mull calcique ;
- Espèce xérophile. Le chêne vert présente plusieurs écotypes en fonction de la sécheresse ambiante. Ainsi la forme de la feuille est adaptée à l'humidité ambiante : en milieu favorable, ou l'humidité de l'air n'est pas limitant, il aura des feuilles à limbe presque ovale, tandis qu'en milieu sec les feuilles seront pour la plupart dentées.



Aire de répartition

Sa répartition est très vaste, on trouve depuis l'Himalaya jusqu'en grande Bretagne. Elle est spontanée et très commune dans le bassin méditerranéen :

France méridionale, Espagne, Portugal, Italie, Grèce.

Le chêne vert est surtout abondant en Afrique du nord où il forme le fond de la forêt de la montagne et couvre 2.110.000 hectares, dont 680.000 en Algérie, 83.000 en Tunisie et 1.346.000 au Maroc.

En Algérie, c'est l'essence occupant la surface la plus considérable et qu'on trouve partout : dans le département de Constantine, dans le département d'Alger et surtout dans celui d'Oran, dans l'atlas saharien (Boudy, 1952).

Le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*)

Systematique

- **Règne:** végétal
- **Sous embranchement:** Angiosperme
- **Classe:** Eudicotyledones
- **Sous classe:** Résidées
- **Ordre:** Sapindales
- **Famille:** Anacardiaceés
- **Genre:** pistacia
- **Espèce:** *Pistacia lentiscus*

(Spichiger et al., 2004).

Description

Selon Larousse (2001), le Pistachier lentisque est un Arbrisseau vivace d'environ trois mètres de haut, bien qu'il puisse atteindre cinq à six mètres sous certaines conditions climatiques ou édaphiques (De Lempis, 1970).

Le lentisque est une plante résistante qui demande peu de choses, c'est pourquoi il prospère sur les terrains infertiles, pierreux et arides. Etant donné que ses racines s'étalent sur la surface du sol.

C'est un nanophanerophyte qui présente un port buissonnant et arrondi lorsqu'il est jeune, l'écorce est grisâtre et les branches les plus jeunes rougeâtres (Negre, 1962).

❖ Feuilles

Le feuillage est persistant, vert franc, pouvant virer légèrement au rouge. Les feuilles sont composées, alternes, pourvues d'un pétiole ailé, paripennées, à 4 - 10 petites folioles (Goutier et al., 2000).



❖ Fleures

Les fleurs sont unisexuées, apétales et ont de 2 à 3 mm de large, elles sont groupées en épis courts, serrés et alternés (Amira, 2007).

❖ Fruits

Les fruits sont de petites drupes contenant une graine comestible (Goutier et al., 2007). La floraison a lieu à la fin du printemps. Le pistachier lentisque fructifie en octobre-novembre (Brousse, 2005 in Amira, 2007).



Ecologie

Le Pistachier lentisque est présent a l'état spontané sous diverses conditions pédoclimatiques (Abou Salim et kalli, 1998). Il est parfaitement adapte aux vents, aux embruns et a la sécheresse (De Lemps, 1970).

Il préfère les emplacements les plus chauds et lumineux (ensoleilles) (Anonyme, 2004).

Ceci lui donne non seulement un caractère thermophile, mais encore l'appartenance aux végétaux sclérophylles (feuilles coriaces et persistantes) (Quezel et Medail, 2003), ce qui traduit son potentiel élève a résister à la condition arides du milieu.

Pistacia lentiscus L. peut se trouver sur tous les types de sol (Bayer et *al.*, 1990). Par ailleurs, il présente des exigences culturales spécifiques:

- Terrain bien draine;
- Sol argileux ou argilo-marneux;
- Sol humide a pH basique ou neutre (Anonyme, 2004).

Aire de répartition

Pistacia lentiscus L. est une espèce forestière très répandue sur le pourtour du bassin méditerranéen, Asie, Europe et Afrique jusqu'aux Canaries (Boullillard, 2001; Brousse, 2005).

Au Maroc, le lentisque peut se développer dans plusieurs types de bioclimat : aride, semi-aride, sub-humide et humide (Fennane, 2006).

En Algérie, le lentisque est fort commun dans le maquis littoraux, les forêts et les broussailles (Quezel et Santa, 1963 ; Grimes et *al.*, 2003).

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.)

Systématique

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **S /embranchement** : Conifères
- **Ordre** : Coniférales
- **S/ordre** : Abiétates
- **Famille** : Pinacea
- **Genre** : Pinus
- **S/genre** : Eupinus
- **Espèce** : *Pinus halepensis* Mill.



Description

❖ Longévité

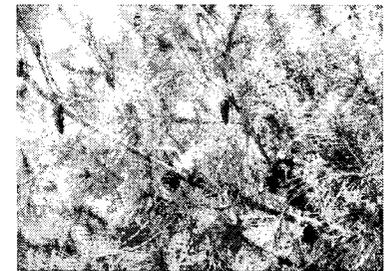
La longévité du pin d'Alep est estimée à 150 ans avec une moyenne de 100 à 120 ans (Nahal, 1985, Kadik, 1987).

❖ Port

Sur le littoral, le tronc est plutôt tortueux, branchus avec une hauteur de fut dépassant rarement 10m. On trouve de beaux peuplements dans les Aurès et l'atlas saharien (Quézel, 1985), la cime est conique, puis étalée claire et irrégulière.

❖ Feuille

Aiguilles fines, molles, lisses, longues de 5 à 10 cm vert jaunâtre, D'après (Nahal, 1962) elles sont groupés deux par deux de 0,5 à 0,8 mm d'épaisseur persistant sur l'arbre un peu plus de 2 ans.



❖ Rameaux

Gris claire, grêles, souvent une deuxième pousse dans la même année.

❖ Bourgeons

Sont ovoïdes, aigues d'un brun rougeâtre a écailles libres souvent réfléchies au sommet (Kadik, 1987).

❖ Inflorescences

Cônes souvent insérés isolément, sur un pédoncule incurvé de 1 à 2 cm. Cônes persistent plusieurs années s'ouvrant à partir de la 3^{ème} année sous l'influence de la chaleur (longueur de 8 à 12 cm), demeure très longtemps sur l'arbre après avoir perdu ses graines (Meddour, 1983).

Ecologie

Exigences climatiques

Les facteurs climatiques jouent un rôle prépondérant dans l'écologie du pin d'Alep.

➤ La pluviométrie

Concernant la pluviométrie, l'aire optimale de développement du pin d'Alep se situe dans la zone où la pluviosité est comprise entre 300 et 700 mm par an. Selon (Kadik, 1987) le développement du pin d'Alep est favorable.

➤ Température

Selon (Meddour, 1982), le pin d'Alep est thermophile et peut supporter une forte continentalité ainsi que des amplitudes thermique très élevées et supérieure à 32°C.

Altitude :

Les pins des groupes « *halepensis* » ont tendance à ce développer essentiellement aux étages thermo et méso-méditerranéens surtout le pour tour de la méditerranée entre 0-600 m en méditerranée septentrionale. Et entre 0 et 1400 m en méditerranée méridionale (Quézel, 1980).

➤ Sol

C'est une essence très tolérante du point de vue édaphique, s'accommodant aussi bien à des sols calcaires qu'à des sols acides. La plupart des sols à pin d'Alep ont une texture sablo- limoneux à taux d'argile faible ne dépassent pas 10% (Abbane, 1985).

Aire de répartition

Selon (Kadik, 1987) le pin d'Alep est certainement l'espèce la plus largement répandue sur le par tour méditerranée. C'est dans la région méditerranéenne occidentale que se trouve son aire de grande extension, mais il se localisé aussi en divers points du bassin méditerranéen oriental.

En Algérie : C'est en Algérie que le pin d'Alep couvre le plus de superficie, il occupe 850000 ha.

Mondial : Le pin d'Alep, une des essences les plus caractéristiques des paysages végétaux de la région méditerranéenne.

En Espagne, il se situe sur la moitié orientale de la péninsule, allant de la Catalogne qui au détroit de Gibraltar ; au Portugal, il devient rare à l'état naturel, il existe dans le sud de la France, en Grèce, en Dalmatie et en Italie, au Maghreb, il est peu répandue au Maroc. Il occupe de grandes surfaces en Algérie et en Tunisie où il couvre une superficie d'environ 1.260.000 hectares (Kadik, 1987).

Annexe 2

Mode opératoire

Mesure de PH

Les échantillons (10 g) sont préparés pour l'analyse dans un bécher, on y ajoute 25 ml d'eau distillée, en agite ensuite avec un agitateur magnétique pendant 1 heure, cela permet de mettre en suspension la totalité de l'échantillon et obtenir un équilibre entre la phase solide et la phase liquide. La suspension est ensuite laissée au repos pendant 2 heures à l'abri de l'air, puis on mesure le pH de la suspension.

Matière organique

○ Réactifs :

- Acide sulfurique concentré 95% (d=1.85).
- Solution de bichromates de potassium (0.1666 mole/L).
- Solution de sel de Mohr (0.156mol/L).
- Ferroïne indicateur de Fe (II).

Peser un poids p de terre séchée et tamisée dans une fiole conique puis ajouter 10 mL de la solution de bichromates de potassium. Agiter d'un mouvement de va et vient, verser 20 mL d'acide sulfurique, agiter pendant une minute. Laisser reposer 30 minutes puis ajouter 150 mL d'eau distillée.

○ Dosage :

Il s'agit d'un retour. On détermine la quantité de bichromates de potassium n'ayant pas réagi à l'oxydation.

- Ajouter 6 gouttes de ferroïne.
- Doser avec le sel de Mohr en laissant couler celui-ci goutte à goutte au centre de la suspension à doser en agitant continuellement.
- Un échantillon normal prend la couleur sombre au contact de la ferroïne, et vire finalement vers le rouge.

○ **Le témoin :**

Traiter un échantillon témoin sans terre dont :

T = nombre de mL de solution de sel de Mohr verser pour le témoin.

T' = volume de bichromates de potassium.

t = concentration de la solution de sel de Mohr.

t' = concentration de bichromates de potassium.

$T \times t = T' \times t'$, on déduit $T = 10/T$.

○ **Calculs :**

La réaction



Fait apparaître que pour son équilibrage, il faut trois carbones pour deux bichromates de potassium.

Expérimentalement il a été constaté que l'oxydation du carbone par cette méthode ne se fait qu'à 77 % de sa totalité : il faut corriger le résultat par le facteur 100/77. Ce qui nous amène à dire que :

1mL de la solution de bichromates de potassium correspond 3.9 mg de carbone par excès.

Carbone (C) en gramme pour 100 grammes de terre :

$$C = 0,39 \times (10 - Vt) / P$$

Dont :

P : poids prise de terre.

V : ml versés de solution de sel de Mohr.

Calcaire totale

Introduire la prise d'essai de poids **P** dans une erlènemyer muni d'une extension latérale en doigt contenant 5 ml d'HCl, fermé la fiole on la raccrochant au calcimètre ; faire couler l'HCl sur l'échantillon du sol pour attaquer le carbonate de calcium.

Si le sol contient le calcaire, il se produit un dégagement du CO_2 déplaçant l'eau dans la colonne de calcimètre d'un volume V_1 .

Procéder de la même manière avec un témoin constitué de 0.3 g CaCO_3 pur, soit V_2 le volume obtenu.

○ **Calcul :**

Pour calculer le pourcentage du CaCO_3 on applique la formule suivante :

$$\text{Ca CO}_3 \% = \frac{30V_1}{V_2P}$$

Annexe 3

Les résultats d'analyses chimiques

❖ *pH*

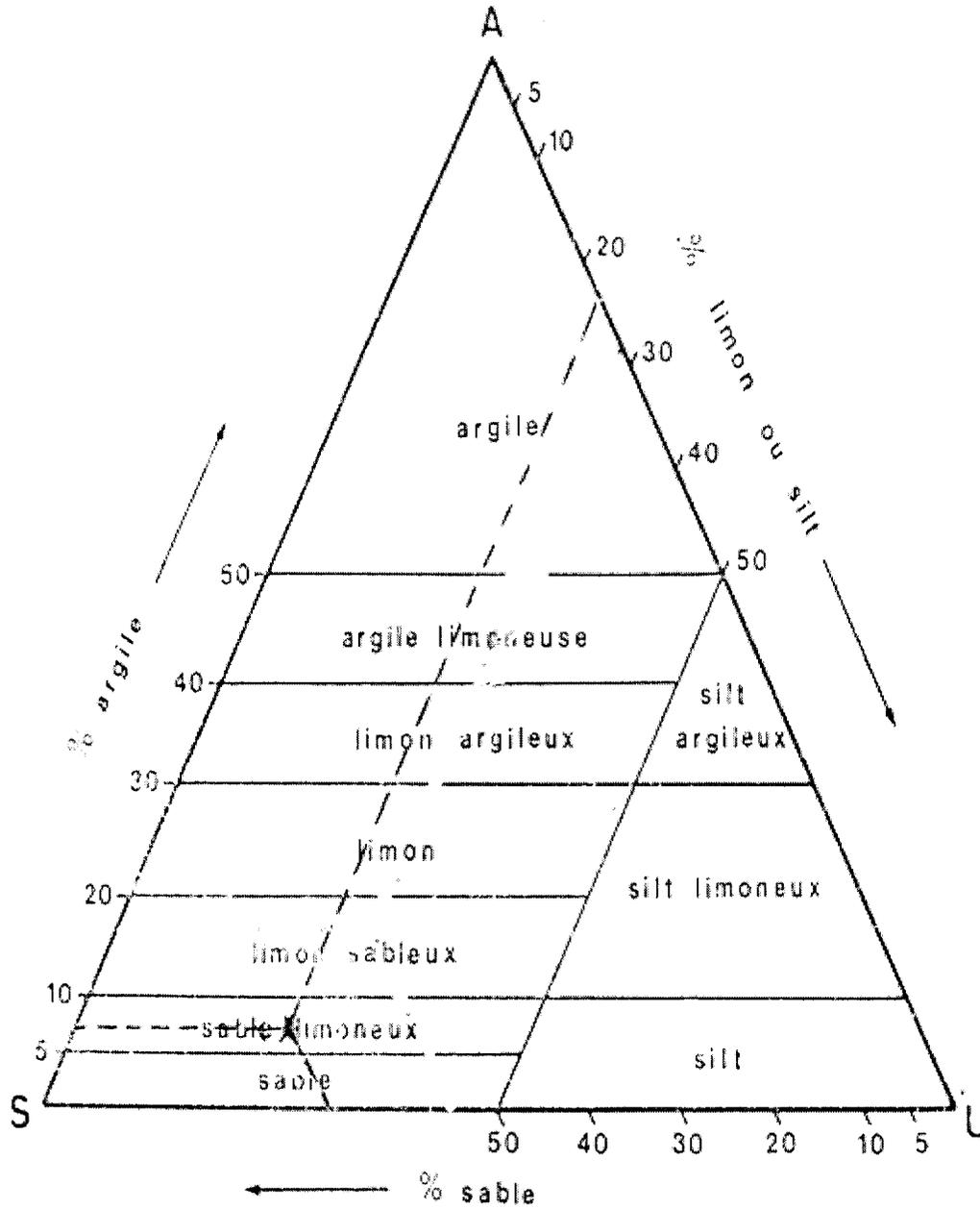
| Profil \ résultat | R1 | R2 | R3 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pt | 7,56 | 7,74 | 7,56 |
| | 5,95 | 5,88 | 5,80 |
| | 6,26 | 5,95 | 6,04 |
| P1 | 8,43 | 8,37 | 8,30 |
| | 8,04 | 8,05 | 8,04 |
| | 7,57 | 7,67 | 7,54 |
| P2 | 5,86 | 5,77 | 5,75 |
| | 5,32 | 5,32 | 5,30 |
| | 5,39 | 5,24 | 5,40 |
| P3 | 7,07 | 6,58 | 7,07 |
| | 6,57 | 6,87 | 6,71 |
| | 7,42 | 7,32 | 7,35 |
| P4 | 7,79 | 7,75 | 7,75 |
| | 7,88 | 7,88 | 7,93 |
| | 8,06 | 8,02 | 8,06 |

❖ *Calcaire total*

| Profils \ Résultat | R1 (%) | R2 (%) | R3 (%) |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Pt | 0.21 | 0 | 0.42 |
| | 0.85 | 0.21 | 0.42 |
| | 0.21 | 0.42 | 0.21 |
| P1 | 4.25 | 2.97 | 3.82 |
| | 10.85 | 9.36 | 8.51 |
| | 2.12 | 1.70 | 1.70 |
| P2 | 0.85 | 0.42 | 0.21 |
| | 0 | 0.42 | 0 |
| | 0.85 | 0 | 0.42 |
| P3 | 0 | 0.21 | 0.21 |
| | 0.42 | 0.21 | 0.42 |
| | 0.42 | 0.21 | 0.21 |
| P4 | 10 | 8.93 | 9.36 |
| | 4.25 | 3.61 | 5.10 |
| | 0.85 | 0.42 | 0.85 |

Annexe 4

Triangle des textures



(Dutil et Muller, 1979)

Annexe 5

Les normes

❖ Répartition des différents types de texture en fonction des classes de textures

| Type de texture | Classe de texture |
|--|---------------------|
| Argilo-sableuse, argileuse | Textures fines |
| Limoneuse fine, limoneuse | Textures moyennes |
| Limono-sableuse, sablo-limoneuse, sableuse | Textures grossières |

❖ Les classes de la densité apparente

| Classe de valeurs | Densité apparente (Da) |
|-------------------|------------------------|
| Très faible | 0.8< |
| Faible | 0.8 - 1.2 |
| Moyenne | 1.2 - 1.7 |
| Elevée | 1.7 - 2.0 |
| Très élevée | 2.0> |

❖ Les classes de la porosité totales

| Classe de valeurs | les porosités totales en % |
|-------------------|----------------------------|
| faible | 25 - 40 |
| Assez poreux | 40 - 50 |
| Moyenne | 50 - 55 |
| poreux | 55 - 65 |
| Très poreux | 65 - 70 |

❖ Les classes de perméabilité

| Vitesse de la filtration | Valeur de K_s |
|--------------------------|-----------------|
| Très lente | 0.1 |
| lente | 0.1 - 0.5 |
| Assez lente | 0.5 - 2 |
| moyenne | 2 - 6.5 |
| Assez rapide | 6.5 - 12.5 |
| Rapide | 12.5 - 25 |
| Très rapide | 25> |

❖ *Les normes d'interprétation du pH_{H_2O}*

| Classe de valeurs | pH_{H_2O} | Interprétation |
|-------------------|-------------|------------------|
| Très faible | 1< | Sol très acide |
| Faible | 1 - 2 | Sol acide |
| Moyenne | 2 - 3 | Sol neutre |
| Elevée | 3 - 5 | Sol basique |
| Très élevée | 5> | Sol très basique |

❖ *Les normes d'interprétation de la matière organique*

| Classe de valeurs | Matière organique (MO %) |
|-------------------|--------------------------|
| Très faible | 1< |
| Faible | 1 - 2 |
| Moyenne | 2 - 3 |
| Elevée | 3 - 5 |
| Très élevée | 5> |

❖ *Les normes d'interprétation du calcaire total*

| Classe de valeurs | Calcaire total ($CaCO_3$ %) |
|-------------------|------------------------------|
| Très faible | 1< |
| Faible | 1 - 10 |
| Moyenne | 10 - 30 |
| Elevée | 30 - 60 |
| Très élevée | >60 |

Source : Henin et al. (1959)

| | |
|---|---|
| <p>Réalisé par :</p> <p>Houfani Imane</p> <p>Houfani Wafaa</p> | <p>President: M^{emc}. Ben Abd-el-Kader M.</p> <p>Examineur: M^r. Roula S.</p> <p>Encadreur: M^r. Hamimeche M.</p> |
| <p><u>THEME</u></p> <p>ETUDE DE L'IMPACTE DE LA VEGETATION FORESTIERES SUR LA MODIFICATION PHYSICO-CHIMIQUE DU SOL</p> | |
| <p style="text-align: center;"><u>RESUME</u></p> <p>Ce modeste travail est une étude physicochimique d'un sol forestier, afin d'évaluer l'impact de la végétation forestière sur caractéristiques physicochimiques du sol. Nous avons réalisé des cinq profils pédologiques à proximité des systèmes racinaires d'un certain nombre d'essences forestières (04 espèces). Les échantillons du sol, ont subi un ensemble d'analyses physiques et chimiques (<i>in situ</i> et au laboratoire).</p> <p>Les résultats obtenus montrent que la végétation forestière joue un rôle très important et souvent bénéfique dans l'amélioration du sol. Dans notre cas le Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) est l'essence qui améliore le mieux les caractéristiques physiques et chimiques (Perméabilité et teneur en matière organique) de notre sol.</p> <p>Mots clés : sol forestier, végétation forestière, systèmes racinaires, litières, paramètres physiques, paramètres chimiques.</p> | |
| <p style="text-align: center;"><u>ABSTRACT</u></p> <p>This modest work is a physico-chemical study of a forest ground, in order to evaluate the impact of the forest vegetation on physico-chemical characteristics of the ground. We realized of the five pedological profiles near the systems racinaires of a certain number of forest gasolines (04 species). The samples of the ground, underwent a whole of physical and chemical analyzes (<i>in situ</i> and at the laboratory).</p> <p>The results obtained show that the forest vegetation plays a very important and often beneficial part in the improvement of the ground. In our case the Holm oak (<i>Quercus ilex</i>) is the gasoline which improves best the physical and chemical characteristics (Permeability and content of organic matter) of our ground.</p> <p>Key words: forest ground, forest vegetation, physical systems racinaires, litters, parameters, chemical parameters.</p> | |
| <p style="text-align: center;"><u>ملخص</u></p> <p>من اجل تقييم اثر النباتات الغابية على تغيرات التربة قمنا بإجراء دراسة فيزيوكيميائية على التربة فاحدنا خمس مقاطع في التربة بالقرب من النظام الجذري لبعض أنواع النباتات الغابية (4). وقمنا بتعريض عينات التربة إلى مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية (في الميدان, في المخبر).</p> <p>النتائج المتحصل عليها أظهرت أن النباتات الغابية تلعب دور جد هام وغالبا ما يكون ايجابيا في تحسين خصائص التربة. في دراستنا وجدنا ان البلوط الاخضر هو اكثر نوع يحسن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (النفاذية, المادة العضوية).</p> <p>الكلمات المفتاحية : التربة الغابية, النباتات الغابية, النظام الجذري, بقايا الأشجار, الخصائص الفيزيائية, الخصائص الكيميائية.</p> | |