

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Jijel

جامعة جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement et
des Sciences Agronomiques



Eco.F. 06/13

كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

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

Option : Ecosystèmes Forestiers

Thème

01
01

**Effet de l'utilisation d'un compost à base de branchage
d'*Acacia cyanophylla* Lindl. Sur la germination et la
levée des plants forestiers en pépinière**

Les membres du jury :

Président: Mme. BENFRIDJA L.

Promoteur: Mr YOUNSI S.

Co- Promoteur: Mr. CHOUIAL M.

Examineur : Mr. SEBTI M.



Réalisé par :

Kebieche Nora

Lakehal Djahida



Session : Juin 2013

Numéro d'ordre :

Sommaire

Introduction

Première Partie : Etude bibliographique

Chapitre I : généralités sur l'*Acacia cyanophylla* Lindl.

| | |
|-----------------------|----|
| I. Systématique..... | 03 |
| II. Morphologie | 03 |
| II.1.Ecorce..... | 03 |
| II.2. Racines | 03 |
| II.3. Fleurs | 04 |
| III. Sol..... | 04 |
| IV. Biologie | 04 |
| V. Exploitation..... | 04 |
| VI. Utilisation..... | 05 |

Chapitre II: Généralités sur le compost

| | |
|---|----|
| I Historique..... | 07 |
| II. Définition du compostage..... | 07 |
| III. Les phases du processus de compostage..... | 08 |
| III.1. La phase mésophile..... | 08 |
| III.2.La phase thermophile..... | 08 |
| III. 3. La phase de refroidissement..... | 09 |
| III. 4. La phase de maturation..... | 09 |
| IV. Les avantages du compost..... | 09 |
| IV.1. Amélioration de la croissance de végétaux | 10 |
| IV.2. Amélioration du rythme de diffusion des nutriments..... | 10 |
| IV.3. Amélioration de la porosité du sol..... | 10 |
| IV.4. Amélioration de la capacité de rétention d'eau..... | 10 |
| IV.5. Elimination des maladies chez les végétaux..... | 10 |
| IV.6. Amélioration de la structure..... | 11 |
| IV.7. Effet sur les caractéristiques physico-chimiques du sol..... | 11 |
| IV.8. Effet sur la dynamique du sol et amélioration des échanges gazeux | 12 |
| V. Test de maturité..... | 12 |

Chapitre III : normes et qualité des plants forestiers

| | |
|---|----|
| I. Qualité des plants forestiers..... | 14 |
| I.1. Définition d'un plant de qualité | 14 |
| I.2. Critères des plants de qualité..... | 14 |
| I.2.1.Critères morphologique..... | 14 |
| I.2.1.1.Hauteur | 15 |
| I.2.1.2.Diamètre | 15 |
| I.2.1.3.Ratio des masses (partie aérienne A / partie racinaire R)..... | 15 |
| I.2.2.Critères physiologiques..... | 15 |
| I.2.2.1.Mycorhization des plants | 15 |
| I.2.2.2.Capacité de croissance des racines | 16 |
| I.3.Statut nutritionnel des plants | 16 |
| I.4.Composition minérale des végétaux | 17 |
| I.4.1 .Les macroéléments..... | 17 |
| I.4.2 .Les oligo-éléments..... | 17 |
| II. Normalisation des plants forestiers..... | 17 |
| II.1. Définition des normes..... | 17 |
| II.2. Intérêt de la normalisation pour les pépiniéristes..... | 18 |
| II.3. Intérêt de la normalisation pour l'utilisateur..... | 18 |
| II.4. Application des normes | 18 |
| II.5.Normes préliminaires de qualification des plants des principes essences forestières..... | 18 |
| II.6.Les normes pratiquées en Algérie..... | 19 |

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

| | |
|------------------------------------|----|
| I. Présentation de la station..... | 21 |
| I.1.Localisation..... | 21 |
| I.2. Conditions climatiques..... | 21 |
| I.2.1.La pluviométrie..... | 21 |
| I.2.2.La température..... | 21 |
| I.2.3.Humidité relative..... | 21 |
| II. Matériels utilisés..... | 22 |
| II.1. Matériels végétal | 22 |
| II.2.Les Conteneurs | 22 |

| | |
|---|----|
| II.3. Les caissettes | 22 |
| II.4. Mélanges et choix du substrat de culture..... | 22 |
| II.4.1. Eléments rétenteur d'eau..... | 22 |
| II.4.1.1. Humus forestier | 22 |
| II.4.1.2. Le compost..... | 23 |
| II.4.2. Eléments aérateurs..... | 23 |
| II.4.2.1. Granulés de liège | 23 |
| II.4.2.2. Sable..... | 23 |
| III. Méthodes..... | 23 |
| III.1. Préparation du compost..... | 23 |
| III.2. Préparation des mélanges..... | 24 |
| III.3. Dispositif expérimental..... | 25 |
| III.4. Conduite de l'élevage..... | 27 |
| III.4.1. Traitement des graines..... | 27 |
| III.4.2. Semis..... | 27 |
| III.4.3. Protection des semis Contre les mauvaises herbes..... | 27 |
| III.4.4. L' Arrosage | 27 |
| IV. Mesure et observation | 27 |
| IV.1. Le taux de levée | 27 |
| IV.2. Mesure des hauteurs des tiges et des diamètres au collet..... | 27 |
| V. Analyses physico-chimiques..... | 28 |
| V.1. Analyse chimique | 28 |
| V.1.1. Détermination du PH | 28 |
| V.1.2. La conductivité électrique (CE) | 28 |
| V.1.3. Matière organique et le carbone (C) | 28 |
| V.1.4. Azote total..... | 29 |
| V.1.5. Détermination de phosphore..... | 29 |
| V.1.6. Détermination de sodium et le potassium..... | 29 |
| V.2. Analyses physiques..... | 29 |
| V.2.1. La porosité totale..... | 29 |
| V.2.2. Détermination de la densité apparente..... | 29 |
| VI. Analyse statistique | 30 |

Chapitre II : Résultats et discussions

| | |
|-------------------------------------|----|
| I. Présentation des résultats | 31 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| I.1. Propriétés physico-chimique des différents mélanges testés | 31 |
| I.2. Le taux de levée..... | 32 |
| I.2.1. Cas du Chêne liège..... | 32 |
| I.2.2. Cas du Pin pignon..... | 33 |
| II .Effet du compost sur les caractéristiques dimensionnelles des plants..... | 34 |
| II.1. Cas du Chêne liège..... | 34 |
| II.1.1. Effet sur la croissance en hauteur..... | 34 |
| II.1.1.1. Après la première mesure (45jours)..... | 35 |
| II.1.1.2. Après la deuxième mesure (76jours)..... | 35 |
| II.1.1.3. Après la troisième mesure (87 jours)..... | 36 |
| II.1.1.4. Accroissements cumulés moyens en hauteurs..... | 37 |
| II.1.2. Effet sur la croissance en diamètre | 37 |
| II.1.2.1. Après la première mesure (45jours)..... | 38 |
| II.1.2.2. Après la deuxième mesure (76jours)..... | 39 |
| II.1.2.3. Après la troisième mesure (87 jours)..... | 39 |
| II.1.2.4. Accroissement cumulés moyens en diamètre..... | 40 |
| II.1.3 Le rapport hauteur /diamètre..... | 41 |
| II.2. Cas du de Pin pignon..... | 42 |
| II.2.1. Effet sur la croissance en hauteur..... | 42 |
| II.2.1.1. Après la première mesure (56 jours)..... | 42 |
| II.2.1.2. Après la deuxième mesure (78jours)..... | 43 |
| II.2.1.3. Après la troisième mesure (89 jours)..... | 43 |
| II.2.1.4. Accroissement cumulés moyens en hauteur | 44 |
| II.2.2. Effet sur la croissance en diamètre | 45 |
| II.2.2.1. Après la première mesure (âge de 56 jours) | 45 |
| II.2.2.2. Après la deuxième mesure (78jours)..... | 46 |
| II.2.2.3. Après la troisième mesure (89 jours)..... | 46 |
| II.2.2.4. Accroissement cumulés moyens en diamètre..... | 47 |
| II.2.3. Le rapport hauteur /diamètre..... | 47 |
| III. Discussion..... | 49 |
| Conclusion..... | 52 |
| Références bibliographique | |
| Annexes | |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Analyses chimiques des parties vertes de l' <i>Acacia cyanophylla</i> | 05 |
| Tableau 2: Normes préliminaires de qualification des plants des principes essences forestières | 19 |
| Tableau 3: Composition et dénomination des mélanges..... | 24 |
| Tableau 4: Propriétés physico-chimiques de différents mélanges..... | 31 |
| Tableau 5: Taux de levée des glands de chêne liège par mélange..... | 33 |
| Tableau 6: Taux de levée des graines de pin pignon par mélange..... | 33 |
| Tableau 7: Résultats des analyses de variances relatives à l'effet des différents mélanges sur la croissance en hauteur des plants de chêne liège en pépinière..... | 35 |
| Tableau 8: Les résultats de l'analyse de la variance relative à l'effet des différents mélanges sur la croissance en diamètre des plants de chêne liège en pépinière..... | 38 |
| Tableau 9: Les résultats de l'analyse de la variance de rapport H/D..... | 41 |
| Tableau 10: Résultats des analyses de variance relative à l'effet des différents mélanges sur la croissance en hauteur des plants de pin pignon en pépinière..... | 42 |
| Tableau 11: Les résultats de l'analyse de la variance relative aux diamètres moyens au collet des plants de pin pignon | 45 |
| Tableau 12: Les résultats de l'analyse de variance de rapport H /D..... | 47 |

LISTE DES FIGEURS

| | |
|---|----|
| Figure 1: <i>Acacia cyanophylla</i> L..... | 03 |
| Figure 2: Plan du dispositif expérimental de Chêne liège..... | 25 |
| Figure 3: Dispositif expérimental de Chêne liège..... | 25 |
| Figure 4 : Plan du dispositif expérimental de Pin pignon..... | 26 |
| Figure 5: Dispositif expérimental de Pin pignon..... | 26 |
| Figure 6 : Evolution de taux de levée des glands de Chêne liège en fonction des mélanges... | 33 |
| Figure 7 : Evolution de taux de levée des graines de Pin pignon en fonction de mélanges..... | 34 |
| Figure 8 : Variation de la hauteur moyenne des plants de Chêne liège (45jours) en fonction des mélanges..... | 35 |
| Figure 9 : Variation de la hauteur moyenne des plants de Chêne liège (76 jours) en fonction des mélanges..... | 36 |
| Figure.10: Gains de croissance en hauteur des plants de Chêne liège en fonction des mélanges..... | 36 |
| Figure 11 : Accroissement cumulés en hauteur de plant de Chêne liège par date de mesure... | 37 |
| Figure 12 : Variation de diamètre moyenne des plants Chêne liège (45 jours) en fonction des mélanges..... | 38 |
| Figure 13 : Variation de diamètre moyenne des plants Chêne liège (76 jours) en fonction des mélanges..... | 39 |
| Figure 14: Gains de croissance en diamètre des plants Chêne liège en fonction des mélanges..... | 40 |
| Figure15 : Accroissement cumulés en diamètre de plant de Chêne liège par date de mesure..... | 40 |
| Figure 16 : Le rapport H/D des plants de chêne liège (87 jours) en fonction des mélanges..... | 41 |
| Figure 17 : Variation de la hauteur moyenne des plants de Pin pignon (56 jours) en fonction des mélanges..... | 42 |
| Figure 18: Variation de la hauteur moyenne des plants de Pin pignon (78 jours) en fonction des mélanges | 43 |
| Figure 19: Gains de croissance en hauteur des plants de Pin pignon en fonction des mélanges..... | 44 |
| Figure 20 : Accroissement cumulés en hauteur de plant de Pin pignon par date de mesure..... | 44 |
| Figure 21 : Variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon (56 jours) en fonction des mélanges..... | 45 |
| Figure 22 : Variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon (78jours) en fonction des mélanges..... | 46 |
| Figure 23 : Variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon (89 jours) en fonction des mélanges..... | 46 |
| Figure 24 : Accroissement cumulés en diamètre de plant de Pin pignon par date de mesure.... | 47 |
| Figure 25 : Le rapport H/D des plants de Pin pignon (89jours) en fonction des mélanges..... | 48 |

ABREVIATIONS

AFNOR : Association française de normalisation

C : carbone

C/N : le rapport carbone /azote

CEC : capacité d'échange cationique

CE : conductivité électrique

CCR : capacité de croissance racinaire

D : diamètre

Da : densité apparente

H : hauteur

H : hydrogène

H/D : le rapport hauteur /Diamètre

INRF : institut national de la recherche forestière

K : potassium

Mg : magnésium

mg : milligramme

MO : matière organique

mm : millimètres

Na : sodium

N : azote

O : oxygène

P : phosphore

P : porosité

PA : partie aérienne

PR : partie racinaire

P.A/P.R : rapport partie aérienne /partie racinaire

PH : potentiel hydrogène

T0 : témoin

T1 : traitement compost pur 100%

T2 : traitement compost 100% + Urée

T3 : traitement compost 100 % + Fiente

T4 : traitement compost pur 80% + 10% granule de liège + 10% sable

T5 : traitement compost 80% + Urée + 10%granule de liège + 10%sable

T6 : traitement compost 80% + Fiente + 10%granule liège + 10%sable

T7 : traitement compost pur 60% + 20%granule de liège + 20%sable

T8 : traitement compost 60% + Urée + 20%granule + 20%sable

T9 : traitement compost 60% + fiente + 20%granule + 20%sable

Introduction

L'une des contraintes majeures de la filière de production de plants réside dans la qualité du support d'élevage utilisé, qui affecte directement la qualité des plants produits dont les conséquences se traduisent par des échecs, souvent très importants, au niveau des reboisements.

Dans nos pépinières, les substrats couramment utilisés sont généralement composés de l'humus forestier mélangé avec du sable ou du fumier, dont leurs propriétés physico-chimiques sont peu intéressantes et varient selon les pépinières et en fonction de l'endroit d'approvisionnement.

En effet, l'utilisation de l'humus forestier est souvent une source potentielle de mauvaises herbes, maladies et d'agents pathogènes, malgré l'introduction bénéfique possible de champignons mycorhiziens (**Lamhamedi et Fortin, 1994**).

Après mélange de l'humus forestier avec d'autres constituants (sable, fumier...), le substrat obtenu présente généralement plusieurs inconvénients : densité élevée (lourd et compact), faible aération, faible capacité d'échange cationique, faible capacité de rétention en eau et une mauvaise cohésion de la motte ; qui affecte négativement la nutrition minérale et la croissance des racines et des parties aériennes des plants (**Lemaire et al., 1989**).

Ces contraintes se répercutent directement sur la production : un faible taux de réussite, une croissance limitée et une mauvaise vigueur après plantation dans les programmes de reboisement.

Par ailleurs, le recours à l'utilisation de tourbes pour satisfaire les besoins de la filière, ne constitue pas une solution vu les problèmes écologiques et économiques proclamés. Partant du fait que cette ressource n'est pas facilement renouvelable, le recours au compostage de la biomasse forestière verte et des résidus sylvicoles constitue un choix potentiel à développer pour des raisons agronomiques et environnementales : restitution de la matière organique et réduction des émissions de gaz occasionnées par le brûlage des résidus sylvicoles. Toutefois, ces biomasses devront subir un compostage pour maintenir une certaine stabilité des propriétés physico-chimiques des substrats entre les années de production.

Parmi les espèces pouvant offrir une source renouvelable de matière verte à composter, l'*Acacia cyanophylla* Lindl. offre de réelles potentialités en raison notamment de sa croissance rapide et de sa disponibilité en égard aux superficies plantées ces dernières années.

C'est dans le cadre de ces préoccupations que se situe ce travail, qui vise à étudier la possibilité de l'utilisation du compost d'*Acacia cyanophylla* Lindl dans le processus de production de plants forestiers. Les deux essences forestières retenues pour cet essai sont : l'une feuillue représentée par le Chêne liège (*Quercus suber* L.) et l'autre résineuse représentée par le Pin pignon (*Pinus pinea*).

Dans ce contexte, nous nous sommes proposé d'étudier l'effet de l'utilisation du compost à base d'*Acacia cyanophylla* Lindl. sur le comportement et la croissance des plants de Chêne liège et de Pin pignon en pépinière hors-sol.

En résumé, les principaux objectifs assignés à ce travail sont :

- Evaluer la qualité des supports constitués de compost et de matériaux d'aération (granulés de liège, sable.) ;
- Vérifier les possibilités d'utilisation et de généralisation du compost pour la production de plants ;
- Comparer l'évolution de la croissance des plants de deux essences produits dans les différents substrats à base de compost;
- Choisir parmi les substrats testés celui ou ceux qui affectent positivement la croissance des plants pour servir dans l'élevage des plants forestiers.
- Répondre aux préoccupations des opérateurs de la filière pépinière et mettre à leur disposition un substrat standard et de qualité suffisante à base de compost.

Dans cet objectif, nous avons conduit ce modeste travail qu'est composé de deux parties contenant chacune des chapitres:

La première partie sera consacrée à une recherche bibliographique, se divisant en trois chapitres :

- Chapitre I : Généralité sur *l'Acacia cyanophylla*.
- Chapitre II : Généralité sur le compost
- Chapitre III : Normes et qualité des plants forestiers

La deuxième partie sera réservée à l'expérimentation en comportant deux chapitres

- Chapitre I : Matériels et méthodes.
- Chapitre II : Résultats et discussion.

Enfin nous terminons par une conclusion générale et des perspectives de recherches.

Chapitre I: Généralités sur l'Acacia cyanophylla Lindl.

I. Systématique

Embranchement : Phanérogames.

Sous embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédone.

Famille : Mimosaceae

Genre : Acacia

Espèce : Cyanophylla



Figure 01: Acacia cyanophylla L

II. Morphologie

L'Acacia cyanophylla Lindl, est un arbuste fourrager à port étalé, tige généralement très ramifiée ayant une hauteur moyenne de 4 à 5 m , pouvant atteindre 7 à 8 m sur sols profonds.

II.1.Ecorce

L'écorce de l'Acacia est lisse, de couleur gris verdâtre, tachée de gris dans le jeune âge, s'assombrissant et se fissurant longitudinalement sur des troncs atteignant 20 à 30 cm de diamètre.

II.2. Racines

L'enracinement de cette légumineuse originaire d'Australie occidentale est très puissant tant en surface qu'en profondeur. La partie superficielle présente d'importantes nodosités fixatrices d'azote.

II.3. Fleurs

La floraison commence à partir du mois de février. Les fleurs sont de couleur jaune, groupées en un nombre variant de 3 à 8 fleurs situées sur de courts rameaux axillaires (**Bell, 1999 ; Burley, 2004 ; Maslin et al., 2004**).

III. Sol

L'Acacia cyanophylla Lindl. Préfère les sols sableux recevant plus de 250 mm de pluviométrie moyenne annuelle. Les exigences édaphiques de l'Acacia cyanophylla deviennent moins strictes au-dessus de 350 à 400 mm de pluviométrie moyenne annuelle. Dans ces conditions, il s'accommode aux sols moins profonds et moins sableux et peut parfaitement prospérer sur les sols rouges méditerranéens à croûte calcaire. Il montre aussi une certaine tolérance au sel (**El Euch, 2000 ; Bell, 1999 ; Burley, 2004**).

IV. biologie

- Longévité : 20 ans environ
- Reproduction : très facile par semis elle est même devenu un problème dans certaines régions car elle devient envahissante, rejette et drageonne abondamment.
- Exposition : Soleil (**Benterrouche, 2007**)

V. Exploitation

Généralement, les plants d'Acacia sont élevés en pépinière et plantés sur le terrain à l'âge de 7 à 8 mois. La période favorable de mise en place des plants s'étend du 15 novembre jusqu'au 30 mars. La densité de plantation de l'acacia varie de 1100 à 700 plants/ha selon la pluviométrie et les conditions édaphiques.

En Afrique du nord, surtout en Tunisie et en Algérie, les plantations d'Acacia sont utilisées, comme réserve fourragère sur pied (feuillage et gousse), principalement pour la sauvegarde du cheptel pendant les périodes de soudure hivernale où l'herbe est rare et pendant les années de sécheresse. La production de ces arbustes constitue un excellent complément sur le plan de la nutrition animale.

D'autre part, des expérimentations ont été menées en Tunisie afin de déterminer le rôle potentiel que peut jouer l'Acacia dans le calendrier fourrager caractéristique des petits ruminants. Les résultats obtenus ont démontré que la contribution de cette espèce à la ration des animaux est

importante. En effet, cette contribution a été évaluée à 48% en moyenne en automne, 40% en été, 19% en hiver et seulement 6% au printemps et ce dans le cas d'un pacage direct d'un cheptel composé d'ovins, dans une plantation d'Acacia en présence d'une végétation herbacée (**Le Floch, 1988 in El Euch, 2000**).

Tableau 1: Analyses chimiques des parties vertes de l'*Acacia cyanophylla*

| Paramètres | Matières Sèche (g /Kg MS) | Matière Minérales (g /Kg MS) | Matière Organique (g /Kg MS) | Matière Azotée (g /Kg MS) | Cellulose Brute (g /Kg MS) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Feuilles + Brindilles Tendres | 41 | 106 | 894 | 123 | 179 |

Source : (El Euch, 2000)

VI. Utilisation

- Utilisé pour la restauration des sols, des versants des montagnes et des collines érodées, ainsi que les terrains pour la stabilisation des sables mobiles (**Crompton, 1992**), pour la fixation de dunes littorales et continentales et (pour la conservation des eaux et du sol (**Albouchi et al., 2001**),
- Par son aptitude à fixer symbiotiquement l'azote atmosphérique, il permet de régénérer la fertilité des sols. Une étude à souligner le rôle de l'inoculum microbien dans l'exploit de tolérance au sel et l'amélioration de la croissance et de la nutrition d'*A. cyanophylla* (**Hatimi, 1999**).
- Piquets, chauffage, tanin (écorce 22%)
- Il a été utilisé comme brise-vent (**Crompton, 1992 ; Albouchi et al., 2001**).
- Il a été utilisé principalement comme arbre ornemental, arbre d'ombre et d'alignement, planté aussi dans les parcs et jardins publics.
- Présente un intérêt fourrager certain, en effet, les phyllodes, jeunes pousses, gousses et graines, si frais ou sèche, est riche en protéine et d'un goût agréable aux moutons et aux chèvres (**Crompton, 1992 ; Nefzaoui et Chermiti, 1991 ; Albouchi et al., 2001**).
- L'écorce est très riche en tanin utilisé en tannerie et teinturerie. Ces tanins dépriment la valeur nutritive de l'*Acacia cyanophylla* et la croissance de l'agneau (**Ben Salem et al., 2002**).
- Bois utilisé comme piquets ou tuteurs, combustible et charbon de bois.
- Produit une gomme utilisée en industrie alimentaire (**Crompton, 1992**).

- Acacia cyanophylla a été utilisée en mélange avec des grignons pour la fabrication d'un composte en vue d'obtenir un substrat répondant aux besoins des pépinières d'élevage des plants forestiers (**Oueslati et al., 1995**).
- A sa capacité de pousser sur différents types de sols, A. cyanophylla se compte aujourd'hui parmi les essences forestières les plus employées dans les reboisements des zones arides et semi-arides (**Albouchi et al., 2001**).

Chapitre II: Généralités sur le compost

I. Historique

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'Antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales.

Au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem : certains déchets étaient brûlés et les autres compostés. Aussi le mot 'compost' vient du latin 'Compositus' qui signifie 'composé de plusieurs choses'. Les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants. C'est sous ce nom que la Choucroute a été introduite en Europe centrale au XI^{ème} siècle (**Znaïdi, 2002**).

II. Définition du compostage

Il existe de nombreuses définitions du compostage dans la littérature mais une définition très générale pourrait être : le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de transformation de la matière organique, permettant d'obtenir un produit valorisable à partir d'un déchet.

Le compostage est une méthode par laquelle les matières organiques usées sont décomposées et stabilisées de manière à être récupérées sous forme d'un produit final appelé « compost », qui est employé comme engrais dans l'agriculture (**Lamoise et al., 1976**).

De façon plus précise, le compostage est défini selon **Franco (2003)** comme : « un processus contrôlé de dégradation des constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession de communautés microbiennes évoluant en conditions aérobies, entraînant une montée en température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost. »

Le processus de compostage est similaire à celui de l'humification naturelle des résidus organiques en substances humiques dans les sols. **Antizar-Ladislao et al en 2006** précisent que le compostage accélère la transformation biologique aérobie de la matière organique impliquant la formation de substances humiques et engendrant un produit stable : le compost. Le compostage est le résultat direct de l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (**Sharma et al., 1997**). Différentes communautés de micro-organismes, constituées majoritairement

de bactéries, de champignons et de protozoaires se succèdent au cours du compostage (Mustin, 1987, Tuomela et al, 2000, Hassen et al., 2001).

III. Les phases du processus de compostage

Le processus de compostage peut être décomposé en 4 phases. Plusieurs paramètres (température, PH, taux d'oxygène...) présentent des variations au cours du compostage. L'évolution de la température, qui exprime l'activité de la succession de populations microbiennes liées aux modifications du milieu, est la manifestation la plus perceptible de la dynamique du compostage. Elle permet de distinguer quatre phases

III.1. La phase mésophile

C'est la phase initiale de compostage. Les matières premières sont envahies par les microorganismes mésophiles indigènes (bactéries et champignons essentiellement) ; leur activité engendre une montée en température (de 10-15°C à 30-40°C) un dégagement important de CO₂ (d'où la diminution du rapport C/N) ainsi qu'une acidification.

La dégradation de la cellulose durant cette phase est responsable de plus de 75% de la perte de poids sec. (Znaïdi, 2002).

III.2. La phase thermophile

Elle est atteinte au centre du tas, à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70°C) pour les composts agricoles, auxquelles ne résistent que des microorganismes thermotolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles).

Les pertes en azote, minéralisé sous forme ammoniacale (NH₄⁺) qui peut être volatilisé sous forme d'ammoniac (NH₃) dans certaines conditions, ainsi que l'évaporation d'eau, sont plus importantes au cours de cette phase. La libération de CO₂ peut entraîner, à la fin des phases thermophiles, jusqu'à 50% de perte en poids sec.

Les hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas.

Les matières présentes en bordure du tas doivent être reprises par un ou deux retournements. Après un retournement on observe la succession des 3 phases (mésophile, thermophile, de refroidissement) (Itab, 2001); les températures atteintes en phase thermophile sont cependant de moins en moins élevées au fur et à mesure des retournements. Cette technique permet de s'assurer

que tous les éléments du tas subissent les différentes phases de compostage afin que le produit final soit homogène et entièrement assaini. (Znaïdi, 2002).

III. 3. La phase de refroidissement

C'est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des micro-organismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes. (Znaïdi, 2002).

III. 4. La phase de maturation

Cette phase présente peu d'activités micro biologiques (recolonisation par des champignons) mais est adaptée à la colonisation par la macro-faune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à composter.

Les trois premières phases sont relativement rapides par rapport à la phase de maturation. Leur durée ainsi que l'amplitude des variations dépendent cependant des matériaux de départ et des conditions techniques dans lesquelles s'effectue le compostage. Les dates des retournements ne peuvent donc être fixées selon un calendrier précis, mais sont déterminées par la baisse de la température. La phase de maturation se prolonge a priori jusqu'à l'épandage du compost.

Il est impossible de définir une période de maturation puisque celle-ci dépend de la composition des matières premières. Il est cependant possible de distinguer les composts des déchets ligno-cellulosiques (les fumiers) qui peuvent être utilisés au bout de 6 semaines (la phase de maturation est alors très courte, voire inexistante), des composts de déchets ligneux (les déchets verts par exemple) qui ne sont utilisés en général qu'au bout de 6 mois. (Znaïdi, 2002)

IV. Les avantages du compost

Le premier intérêt des amendements organiques issus des déchets ménagers est donc une diminution de la part des engrais chimiques lixiviables et leur remplacement par des déchets organiques valorisés. L'utilisation du compost comporte plusieurs avantages parmi lesquels on peut citer :

IV.1. Amélioration de la croissance des végétaux

Il a été démontré que les végétaux se développant dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement. Le compost ajoute non seulement de la matière organique au sol mais aussi des fertilisants (N, P₂O₅, K₂O, CaO), des oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc et le bore, nécessaires à la croissance des végétaux (ADEME, 2008; ADEME, 2001).

IV.2. Amélioration du rythme de diffusion des nutriments

Le compost rend au sol ses nutriments prolongeant ainsi leur présence dans le sol pour nourrir les végétaux pendant une plus longue période (ADEME, 2008; ADEME, 2001).

IV.3. Amélioration de la porosité du sol

L'activité microbienne est essentielle à la porosité du sol. Les micro-organismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux. Le compost étant constitué de particules de tailles différentes, il offre une structure poreuse qui améliore la porosité du sol (ADEME, 2008; ADEME, 2001).

L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique.

IV.4. Amélioration de la capacité de rétention d'eau

La matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol. Ce dernier est alors en mesure d'absorber une forte quantité d'eau et de la retenir pour la mettre à la disposition des végétaux entre deux pluies ou deux arrosages. L'eau disponible pour les végétaux grâce à l'utilisation d'un compost correspond au double du volume d'eau pouvant être retenue par un sol minéral. Ainsi en augmentant le taux d'humus du sol de 0,2 %, la quantité d'eau disponible pour la plante croît de 0,5 % et la porosité du sol de 1% (Ademe, 2008; Ademe, 2001; Zurbrugg et Ahmed, 1999).

IV.5. Elimination des maladies chez les végétaux

Il a été montré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines maladies (Larbi, 2006). L'effet phytosanitaire décrit la faculté fongicide du compost. D'une manière générale le compost contient des substances donnant plus de vigueur aux végétaux et augmentant ainsi leur résistance vis-à-vis de certains pathogènes.

IV.6. Amélioration de la structure du sol

Le compost améliore la structure du sol par l'augmentation des agrégats (pénétration des racines, facilitée et exploitation du sol favorisée), la meilleure perméabilité à l'air et à l'eau, la réduction importante de l'érosion (eau et vent), la diminution de la dessiccation par ventilation (Zurbrugg et Ahmed, 1999) et l'augmentation de l'absorption des rayons solaires (réchauffement).

En effet, parmi les différents éléments minéraux présents dans le sol, les argiles s'associent à la matière organique du sol (l'humus) et aux micro-organismes pour former, sous l'action stabilisatrice du calcium, le complexe argilo-humique. Sa structure en feuillet lui confère une puissante charge négative permettant à une certaine quantité de cations libres de la solution du sol de s'y fixer (Ca^{2+} , K^+ , H^+ , Na^+ etc.) (Guitttonny-Larchevêque, 2004).

Le complexe argilo-humique est ainsi un véritable réservoir d'éléments nutritifs pour la culture. Selon ce même auteur, la formation d'agrégats stables rend ainsi le sol plus résistant à l'influence éolienne et hydrique, par conséquent, moins soumis à l'érosion. L'ajout de compost retient l'érosion causée par l'eau ; les nutriments sont alors plus accessibles aux végétaux, ce qui améliore leur qualité dans les régions exposées à l'érosion.

Les amendements de composts favorisent le processus de reforestation en améliorant la nutrition et la croissance des arbres, et surtout des arbustes en augmentant leur potentiel de survie en période de sécheresse (Guitttonny-Larchevêque, 2004).

L'azote est l'élément fondamental de la production végétale, le « pivot de la fertilisation ». Sa disponibilité détermine le rendement. Il entre dans la composition de très nombreux éléments essentiels à la vie cellulaire : acides aminés, acides nucléiques, etc. Le cycle de l'azote consiste en la transformation des formes de l'azote assuré par les microorganismes du sol (Francou, 2003).

IV.7. Effet sur les caractéristiques physico-chimiques du sol

En se minéralisant, le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes. La matière organique du compost améliore les propriétés physiques du sol, augmente son pouvoir tampon. Le compost contenant la chaux réagit avec l'acide carbonique de la solution du sol et le neutralise. De cette façon le carbonate de calcium insoluble dans l'eau se transforme en bicarbonate soluble qui est un sel amphotère basique ($\text{pH} \approx 8$). De nombreuses études ont montré le rôle bénéfique du compost sur les qualités physiques et chimiques des sols amendés. Par exemple, une amélioration des propriétés physiques, une augmentation de la conductivité hydrique et une diminution de la densité des sols ont été observées par Wong et al en 1999. De

même, l'incorporation de compost au sol s'avère efficace pour lutter contre la dégradation de la surface du sol (**Bresson et al., 2001**). **Pagliai et al., (2004)** ont montré que l'ajout de compost dans un sol améliore sa porosité et sa structure. Les amendements en matière organique stable augmentent le pouvoir tampon et la capacité d'échange des sols, deux paramètres qui conditionnent la nutrition minérale des plantes (**Mustin, 1987**).

Le compost mûr évite une acidification du sol ou corrige l'acidité d'un sol ou permet de réduire l'acidité du sol, et de diminuer ainsi les risques d'exportation des métaux vers la plante (**Bolan et al., 2003**). Les substances basiques du compost et les substances humiques sont bénéfiques contre l'acidification du sol et le stabilisent chimiquement. Une revitalisation des sols fortement dégradés et un développement de la végétation sont favorisés.

IV.8. Effet sur la dynamique du sol et amélioration des échanges gazeux

La présence de micro-organismes divers dans le compost augmente l'activité biologique du sol et permet un bon échange gazeux sol-air-eau-plante. L'apport de compost permettra au sol d'être plus poreux favorisant ainsi, les échanges gazeux et le développement de nouvelles racines. (**Zurbrugg et Ahmed, 1999**).

V. Test de maturité

Un compost mature et prêt à être utilisé comme substrat de croissance ne devrait pas contenir de produits phénoliques qui peuvent affecter la germination des semences forestières. La réalisation de tests de germination en utilisant une quantité significative d'échantillons représentatifs du compost permet de s'assurer de la maturité de celui-ci. Ce test devrait être réalisé avant d'utiliser le substrat de croissance.

Le test de germination est très simple. Il consiste à faire germer des semences de légumineuses ou d'autres cultures (haricot, pois chiche, fève, lentilles, maïs, etc.) dans un conteneur dont les cavités sont remplies par du compost pur. Le compost devra être humecté avant l'ensemencement des graines. L'arrosage devra être bien surveillé afin de maintenir une certaine teneur en eau du compost tout autour de chaque graine pour favoriser la germination. Une attention particulière devra être accordée aux quantités d'eau utilisées lors des arrosages afin d'éviter un environnement asphyxiant à la germination des semences. Pour chaque espèce, le nombre de semences utilisé pour la réalisation des essais de germination devrait varier entre 100 et 120. Il faut noter le nombre de jours nécessaires pour la germination des semences et évaluer durant les deux premières semaines la croissance des plantules. Par la suite, il sera possible d'évaluer le taux de germination, et les accroissements initiaux des plantules pour chacun des différents

composts. Ainsi, une bonne germination des graines signifie que le compost est mûr, non toxique aux graines et il est prêt à être utilisé pour la production de plants forestiers (**Lamhamedi et al., 2006**).

Chapitre III : Normes et qualité des plants forestiers

I. Qualité des plants forestiers

I.1. Définition d'un plant de qualité

D'après **Francois (1989)**, un plant de qualité doit remplir les trois conditions suivantes :

- Avoir une bonne provenance adaptée à la région d'utilisation, lui assurant un vigueur et une forme satisfaisante;
- Assurer une reprise voisine de 100% pour éviter les regarnies, toujours coûteux.
- Permettre une bonne croissance dès la première année pour limiter les entretiens.

D'après **Lamhamedi et al. (2006)**, un plant peut être considéré de qualité lorsqu'il répond aux objectifs assignés au programme de reboisement (protection, production forestière au agro -forestière et récréation). Les principaux objectifs de l'évaluation de la qualité des plants forestiers consiste à :

- Déterminer à l'avance les plants qui ne vont probablement pas performer en plantation ;
- Déterminer les principaux facteurs qui peuvent affecter la qualité des plants durant la filière de reboisement en vue de corriger les pratiques affectent cette qualité ;
- Prédire la survie et la croissance des plants en se basant sur les variables morphologiques et physiologiques ;
- assigner les caractéristiques des aux spécificités des sites ;
- Comprendre les échecs de reboisement.

I.2. Critères des plants de qualité

Les critères de qualification des plants peuvent être déterminés selon des spécificités de chaque essence des conditions de production et des possibilités de son utilisation, ainsi que les caractéristiques du site de plantation. Ces critères de qualité sont relatives non seulement aux critères morphologiques, mais aussi à certains critères physiologiques (**Francois, 1989 ; Lamhamedi et al., 2006**).

I.2.1. Critères morphologiques

Parmi, les critères morphologiques les plus utilisées lors de la qualification des plants, on cite

I.2.1.1.Hauteur

La hauteur constitue un bon indicateur de la capacité photosynthétique et de la surface de transpiration qui sont étroitement corrélées avec la surface foliaire. Les normes de hauteur peuvent varier en fonction de l'espèce, l'âge et la période de sortie des plants de la pépinière et les caractéristiques du site en tenant compte surtout de l'importance de la compétition végétale.

I.2.1.2.Diamètre

Le diamètre au collet est généralement corrélé à plusieurs variables morphologiques (hauteur, poids sec total, poids sec des racines et poids sec de la partie aérienne) car il s'agit d'une variable qui intègre la réponse morphologique aux facteurs environnementaux. Les plants ayant un gros diamètre possèdent généralement des racines latérales bien développées tout en conférant aux plants un meilleur taux de survie.

I.2.1.3.Ratio des masses (partie aérienne A / partie racinaire R)

Le ratio (P.A/P.R) est considéré comme un indice d'équilibre entre la surface de transpiration (feuillage) et la surface d'absorption d'un plant (racine). Un ratio faible signifie que les racines sont abondantes par rapport à la biomasse foliaire et que ce genre peut tolérer et survivre en conditions de sécheresse après plantation.

I.2.2.Critères physiologiques

Plusieurs critères physiologiques sont utilisés pour évaluer la qualité des plants : relations hydriques, statut nutritionnel, capacité de croissance racinaire, mycorhization, échanges gazeux, fluorescence et critères biochimiques (sucre, amidon et émission des substances volatiles). Parmi les critères les plus utilisés, mentionnons :

I.2.2.1.Mycorhization des plants

La colonisation, par des champignons mycorhisiens, des racines des plants forestiers permet de corriger la déficience en fer et d'améliorer la survie, croissance et nutrition minérale des plants après plantation.

I.2.2.2. Capacité de croissance des racines

La capacité de croissance des racines (CCR) est la capacité d'un plant à initier de nouvelles racines en conditions favorables pendant une période déterminée. La CCR est parmi les tests les plus utilisés et probablement le plus important dans l'évaluation de la qualité des plants surtout lorsqu'on veut calibrer les substrats de croissance et les régies de culture (irrigation et fertilisation) appliquées en pépinière.

Les plants ayant une CCR élevée signifient que leur établissement en site de plantation sera beaucoup plus rapide. La CCR peut être considérée comme une mesure simple de la santé et de la vigueur du lot des plants. Elle améliore l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs de différentes façons, Notamment :

- Les nouvelles racines ne sont pas lignifiées et ne possèdent pas de résistance au transport de l'eau ;
- Le contact à l'interface sol-racine est grandement amélioré ;
- L'extension des racines augmente le volume du sol exploité et la conductivité hydraulique des racines.

I.3. Statut nutritionnel des plants

Le statut nutritionnel est l'une des facteurs physiologique qui peut influencer de façon significative La survie et la croissance des plants après plantation.

D'après **Otto (1998)**, il existe chez les plantes supérieures quatre facteurs clés sans toute vie végétale serait impossible :

- Sans rayonnement utilisable pour la photosynthèse, pas d'élaboration de substance végétale ;
- Sans chaleur, pas de processus physiologique chez les plantes ;
- Sans eau, les plantes ne peuvent pas avoir d'activité physiologique ;
- Sans éléments nutritifs, pas de vis pour les plantes.

Pour mieux comprendre la nutrition minérale des végétaux, il apparait utile de caractériser la composition minérale des végétaux et les rôles des principaux éléments nutritifs.

I.4. Composition minérale des végétaux

D'après **Heler et al en 1998**, les trois éléments caractéristiques des substances organique (C, H, O) représentent en masse plus de 90% des résidu sec (C :40 à 50% ;O :40 à45% ;H :6 à 7%). Les éléments minéraux sont classés, selon leur importance pondérale, en deux groupes : Les macro-éléments, et les oligo-éléments.

I.4.1 .Les macroéléments

Ils sont présents à deux taux de l'ordre 'P. mille'' à quelque 'P. cent'' de la matière sèche. Parmi ces éléments, nous citons : L'azote (N :1 à 3%),le potassium (K :2 à 4%), le calcium (Ca :0,1 à2%), le magnésium (Mg :0,1 à 0,7%), le soufre (S :0,1 à 0,6%) et le phosphore (P :0,1 à 0,5%).

I.4.2 .Les oligo-éléments

Les oligo-éléments se trouvent à des taux inférieurs à 1 p. mille de la matière sèche ; et comprennent une vingtaine d'éléments :

-Fer, Manganèse : 0,01 à 1 P. mille

-Zinc, Cuivre, Brome : 0,01 P .mille.

-Aluminium, Nickel, Cobalt, Baryum et Flore : 0,001 P. mille ; et à des taux très variables mais toujours très faible. D'autres éléments minéraux présentes dans le sol ou les eaux et qui contaminent les végétaux à leur contact tel que : Li, Pb, Ti, Rb, Cs, Cr, Se, Cd,...etc. .

D'après **Smirnov et al. 1977 in Temagout (2005)**, toutes les macros et oligo-éléments ont la même valeur du point de vue physiologique, et qu'aucun élément ne peut être remplacé par un autre, et que chaque élément joue un rôle strictement déterminé dans le développement végétal.

II. Normalisation des plants forestiers

II.1. Définition des normes

Les normes sont des textes définissent avec précision les caractéristique de produits (**Nicolas ,1987**). Les normes de qualité des plants destinés au reboisement varient d'un pays à un autre et ce, selon les objectifs de son programme de reboisement.

II.2. Intérêt de la normalisation pour les pépiniéristes

Le pépiniériste, en produisant des plants répondant aux normes, contribue à abaisser le prix de revient. En effet, les végétaux normalisés obtenus, sont de qualité, ce qui constitue un argument de vente : qualité et homogénéité des plants (**Nicolas, 1987**).

II.3. Intérêt de la normalisation pour l'utilisateur

Elle constitue :

- Une garantie de qualité et de régularité ;
- Un moyen d'accéder à des informations auparavant dispersées, incertaines (origine des semences, traitement, techniques d'élevage).

II.4. Application des normes

Ces normes de qualité de plants doivent être ajustées selon les essences, les spécificités des sites de reboisement et les utilisations potentielles de chaque essence. En effet, les plants normalisés constituent un argument de vente pour ces qualités et homogénéités (**Nicolas, 1987**).

Parmi les critères de qualification les plus utilisés, on peut citer :

- la hauteur et le diamètre au collet ;
- le rapport hauteur /diamètre ;
- les défauts racinaires ;
- la présence de maladies et d'insectes ;
- l'apparition de symptômes dus à une déficience minérale ;
- le dessèchement du plant ou de l'apex ;
- la tige brisée, etc.....

II.5. Normes préliminaires de qualification des plants des principales essences forestières

Le tableau ci-dessous présente les normes préliminaires de qualification des plants des principales essences forestières (**Lamhamedi et al ., 2000**).

Tableau 2: Normes préliminaires de qualification des plants des principales essences forestières

| Paramètre | Pin pignon <i>P.pinea</i> | Pin d'Alep <i>P.halpensis</i> | Cypré <i>C.sempervirens</i> | Chene liège <i>Q.suber</i> |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Hauteur (h, cm) | 25-30 | 25-30 | 30-45 | 28-40 |
| Diamètre (D, mm) | 3-5 | 3-5 | 4-5 | 4-5 |
| Rapport (D/H) | □ 7 | □ 7 | □ 8 | □ 8 |
| Rapport (tige / racine) | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| N(%) | 1,6-2,0 | 1,8-2,0 | 2,0-2,2 | Non déterminé |
| P(%) | 0,2-0,3 | 0,3-0,4 | 0,3-0,4 | ND |
| K(%) | 0,8-1,1 | 1,2-1,4 | 1,4-2,0 | ND |
| Ca(%) | 0,6-1,2 | 0,6-1,2 | 1,3-1,8 | ND |
| Mg(%) | 0,1-0,2 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | ND |
| Cu (ppm) | 10-15 | 10-13 | 10-20 | ND |
| Fer (ppm) | 100-130 | 110-140 | 120-140 | ND |
| Mn (ppm) | 45-50 | 40-50 | 40-50 | ND |
| Zn (ppm) | 20-30 | 25-35 | 20-30 | ND |
| Mycorhisation (%) | □ 50 | □ 50 | ND | ND |

II.6. Les normes pratiquées en Algérie

Une ébauche de normalisation à vu le jour en Algérie pour les plants forestier. L'arrêté interministériel n° 995/4309/SG/DMVT/ du 14-12-1982 à permis la création de commissions d'agrèges composées de : Sous directeur des forets et de la mise en valeur des terres comme président :

- Chef de bureau de la mise en valeur des terres
- Chef de bureau de la protection des forets et le représentant du producteur (ONTF ou EMIFOR ou autre). Cette commission est chargée d'inspecter les produits de pépinière pour procéder à leur agrément.

Cette opération donne lieu à l'élaboration d'un procès verbal d'agrèage sur la base des critères, en prélevant dix(10) plants par planches, ces critères sont :

- Une bonne présentation générale de la planche et de son contenu avec une homogénéité de la taille et de la couleur ;
- La hauteur de la partie des plants élevés en sachets, ne doit pas excéder deux (02) fois celle de la partie souterraine ;
- La tige du plant doit être bien aoutée au niveau du collet ;
- Présence des racines secondaires abondantes ;
- Absence de malformations racinaires ; absence de symptômes de maladies et d'agents pathogènes visibles.

Chapitre I: Matériel et méthodes

I. Présentation de la station

I.1. Localisation

Notre zone d'étude se trouve dans la commune d'El-Aouana, plus précisément à la station de recherche forestière de l'INRF, au niveau de la pépinière expérimentale installée en 1996 dont l'objectif est l'introduction de nouvelles techniques de production de plants forestiers en substitution aux techniques traditionnelles.

I.2. Conditions climatiques

L'analyse climatique est réalisée à partir des données établies par l'office national de météorologie (O.N.M) de la station de Jijel, en raison de sa proximité du site de l'étude ainsi que nous disposons d'une série d'observation allant de « 1998 à 2007 » soit une période de 10 ans. Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, à l'hiver pluvieux et doux et un été chaud et sec, avec des précipitations annuelles qui varient de 800 à 1200 mm et une moyenne annuelle des températures de 17,85°C.

I.2.1. La pluviométrie

Les pluies sont irrégulières ainsi plus de 90% des précipitations tombent en automne, en hiver et au printemps de maximum des précipitations est enregistré au mois de décembre avec 200.2 mm et le mois le plus sec est Juillet avec 3.1 mm.

I.2.2. La température

Les températures sont soumises aux influences maritimes qui régularisent les amplitudes en atténuant les maxima et en augmentant les minima.

La température moyenne de l'air la plus basse est enregistrée au mois de Janvier (11.23°C) et la plus élevée au mois d'Août (25.60°C)

I.2.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est en moyenne de 75.20 % dont la valeur la plus élevée est enregistrée au mois de janvier 78.40% et la valeur la plus basse au mois d'Août 70.90 %.

II. Matériel utilisé

II.1. Matériels végétal

Il s'agit de deux (02) espèces l'une feuillue représentée par le chêne liège (*Quercus suber* L.) et l'autre résineuse, le Pin Pignon (*Pinus pinea* L.). Les glands de Chêne liège sont récoltés d'un peuplement local bien venant de la région de Kissir, El Aouana, tandis que les graines de pin pignon sont récoltées d'un peuplement provenant de la région d'El Harrouche (W de Skikda). Le choix de ces espèces est justifié par leur importance dans les programmes de reboisement.

II.2. Les Conteneurs

On a utilisé lors de l'essai des conteneurs « W.M » de Riedacker. Ces conteneurs sont sans fond, constitués de deux parois rigides en polyéthylène emboitable plié sous la forme de lettre alphabétique W ou M, de hauteur 17cm pour 5,5 cm de côté et son volume est de 400 C m³

Ce type de conteneur présente des angles inférieurs à 40 °C, donne au système racinaire une progression verticale qui permet d'évité le phénomène de spiralisation des racines latérales ; il est réutilisable 3 à 4 fois et même plus.

II.3. Les caissettes

Il s'agit de caissettes en plastique .Elle présentent des ouvertures dans leurs fonds, chaque caissette peut contenir 40 conteneurs de 400 cm³.

II.4. Mélanges et choix du substrat de culture

Le substrat utilisé est composé d'un élément aérateur et d'un élément rétenteur d'eau.

II.4.1. Eléments rétenteur d'eau

II.4.1.1. Humus forestier

Matériau organique naturel, issu de la décomposition de la litière accumulée sous une végétation de Chêne liège provenant de la région d'oued Kissir (Jijel), qui assure la fonction d'élément rétenteur d'eau.

II.4.1.2. Le compost

Matériau organique stable issue de la décomposition branches d'*Acacia cyanophylla* provenant du commune d'El-Aouana en présence d'oxygène.

II.4.2. Eléments aérateurs

II.4.2.1. Granulés de liège

Ce sont des particules d'origine organique provenant de la transformation de liège puis incinéré dans un four à une température de 400c° (ces particules sont utilisées dans l'industrie de liège pour la fabrication des panneaux en aggloméré pour l'insolation). Il faut noter que le passage de granules dans le four, pour être considéré comme une opération de stérilisation, car elle permet d'éliminer des phytotoxines, et aussi le taux élevé de tanin. Ces particules ont été expérimentées comme élément aérateur dans la confection des substrats de culture.

Les principales caractéristiques sont :

- Léger, masse volumique de 0.065g /cm³ porosité importante 96%
- Granulométrie 4à10 millimètres, capacité de rétention 3%
- PH neutre à légèrement acide (6.4), conductivité électrique 0.07milimhos/centimètre
- Taux d'azote de 1.4%

II.4.2.2.Sable

Sable grossier (> 0.2mm) provenant d'oued Bourchaid (El Aouana),

III. Méthodes

III.1.Préparation du compost

La biomasse ligneuse verte, sous forme de branches d'*Acacia cyanophylla*, récoltés de la région d'El Aouana, a été utilisée pour produire le compost. L'opération de compostage a été conduite sur une aire de compostage construite en béton afin de produire un compost exempt d'agents pathogènes et ainsi de faciliter le drainage des produits phénoliques. Lors de la mise en andain, l'opération de compostage a été conduite selon les trois (03) modalités suivantes :

- Le broyat d'Acacia a été ajouté par couches successives de 20 cm d'épaisseur de l'urée 46 % (NH₂)₂CO à raison de 3 kg en deux applications successives ;
- Le broyat a été ajouté par couches successives de 20 cm d'épaisseur de fiente de volailles, de façon à obtenir un tas de cinq (05) couches de fiente ;

- Le broyat n'a pas été associé à aucun ajout.

Le compost produit à la fin de l'opération a constitué la matrice de base dans la préparation des substrats de culture testés. Le choix de *l'Acacia cyanophylla Lindl* est justifié par son abondance au niveau de la région, sa bonne longévité, sa rapidité de croissance et pour la grande ramification des tiges.

III.2. Préparation des mélanges

En plus de la matière de base formée par le compost d'Acacia pur, compost d'Acacia plus urée et compost d'Acacia plus la fiente de volaille on a préparé 10 mélanges de pourcentages différents de granulé de liège et de sable. La composition des différents mélanges testés est la suivante :

Tableau 3: Composition et dénomination des mélanges

| Mélange | Eléments rétenteurs d'eau | | | | Eléments aérateurs | |
|---------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------|
| | Compost d'Acacia pur(%) | Compost d'Acacia+ urée (%) | Compost d'Acacia+ Fiente volaille (%) | Humus forestier (%) | Granulé de liège (%) | Sable (%) |
| T0 | | | | 50 | 50 | |
| T1 | 100 | | | | | |
| T2 | | 100 | | | | |
| T3 | | | 100 | | | |
| T4 | 80 | | | | 10 | 10 |
| T5 | | 80 | | | 10 | 10 |
| T6 | | | 80 | | 10 | 10 |
| T7 | 60 | | | | 20 | 20 |
| T8 | | 60 | | | 20 | 20 |
| T9 | | | 60 | | 20 | 20 |

III.3. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est de type bloc aléatoire complet avec trois répétition, les conditions d'expérimentation sont identiques pour l'ensemble du dispositif, Chaque bloc est composé de 10 mélanges, chaque mélange est représenté par deux caissettes ; contenant chacune 40 plants ; soit total de 2400 plants, pour chaque espèce (Chêne liège et Pin pignon). Les caissettes sont surélevées de 20 cm par rapport au sol.

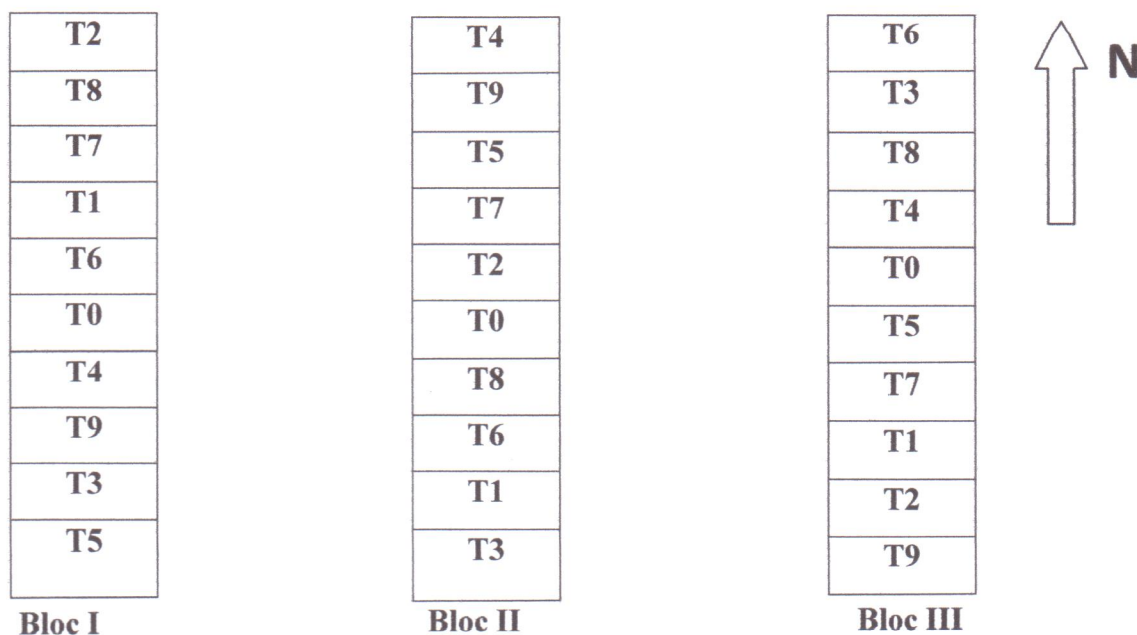


Figure 2: Plan du dispositif expérimental de Chêne liège



Figure3: Dispositif expérimental de Chêne liège

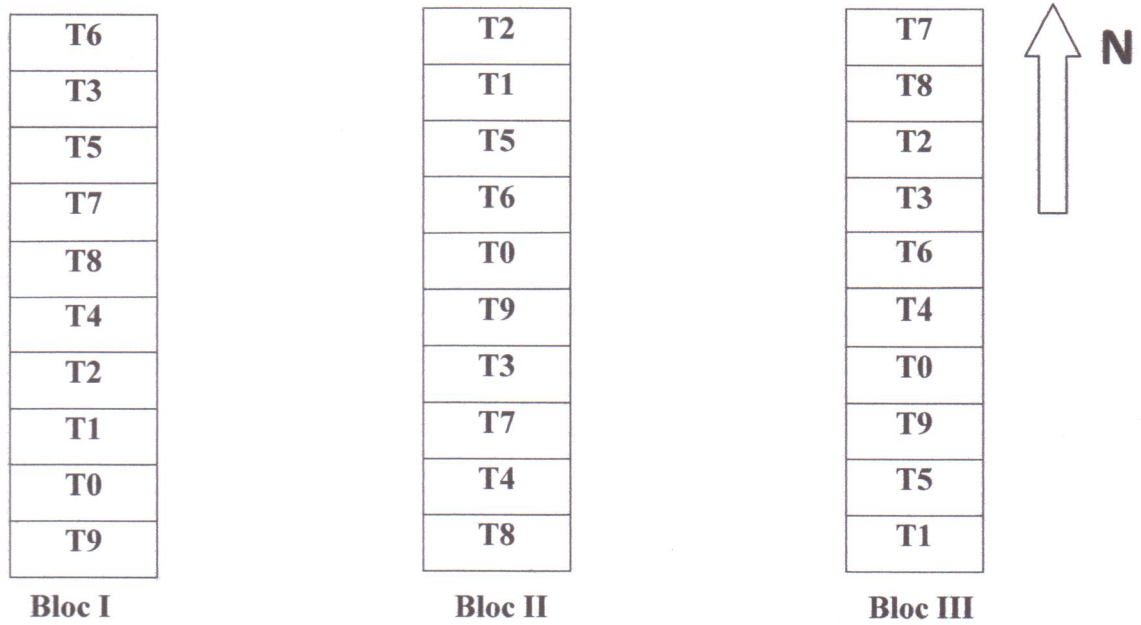


Figure 4 : Plan du dispositif expérimental de Pin pignon

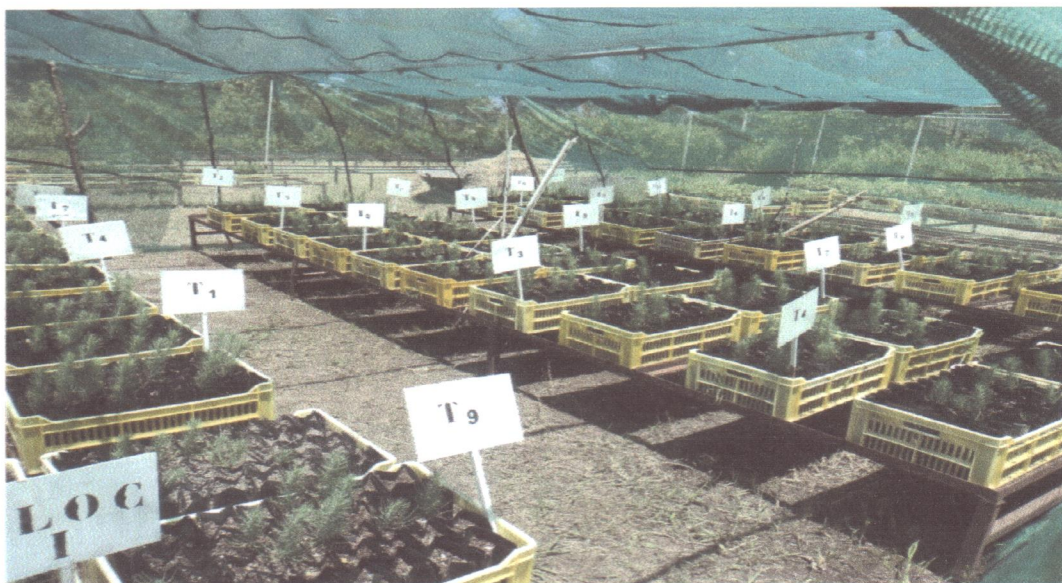


Figure 5: Dispositif expérimental de Pin pignon

III.4. Conduite de l'élevage

III.4.1. Traitement des graines

Après leur sortie de la chambre froide, les glands de Chêne liège ont fait l'objet d'un trempage dans de l'eau, puis mis en stratification dans de la sciure de bois maintenue humide pour une durée 10 jours afin d'optimiser la germination des glands. Ce traitement de prégermination permet une levée homogène.

Les graines de Pin pignon sont trempées dans l'eau tiède pendant 24 heures, les graines plaines entraînées par leur poids au fond du récipient sont récupérées pour être semés plus tard, tandis que les graines vides entraînées en surface sont éliminées.

III.4.2. Semis

Le semis a été effectué à la date du 18/03/2013, à raison d'un gland pregermé disposé horizontalement et une graine de Pin pignon par conteneur, à une profondeur de 1.5 cm pour le Chêne liège et 0.5 pour le Pin pignon.

III.4.3. Protection des semis Contre les mauvaises herbes

Le désherbage des adventices est effectué manuellement dès que cela s'avère nécessaire, car celles-ci exercent sur les plantes des actions nuisibles en provoquant une baisse de fertilité.

III.4.4. L'Arrosage

Au début de culture, les plants sont irrigués 2 fois par semaine pour éviter la contamination de la fonte des semis (pas d'arrosage baignant), ensuite cette fréquence augmente selon les besoins des plants et particulièrement en période estival.

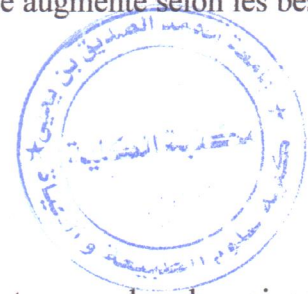
IV. Mesures et observations

IV.1. Le taux de levée

Le taux de levée est le nombre total de plants levés par rapport au nombre de graines semées. Le comptage des glands levés a débuté à partir du 19ème jour après le semis et se poursuivi jusqu'à presque un mois (du 7/4/2013 jusqu'au 2/5/2013)

IV.2. Mesure des hauteurs des tiges et des diamètres au collet

A fin de minimiser les risque d'erreurs et arriver à une grande fiabilité dans les teste statistiques, nous avons opté pour un échantillonnage optimal et réalisable soit 25% de l'effectif (10 plants par caissette), ce qui représente un total 600 plants pour le chêne liège et pour le pin pignon



12,5% (5plants par caissette) a cause des dégâts des oiseaux. Le chois des plants est aléatoire au sein des caissettes et dans chaque bloque ces mesures ont été effectuées sur les même plants fixés au départ.

Les principaux caractères retenus pour évaluer la croissance des plants ont concerné la hauteur de la tige et le diamètre au collet des plants :

-La hauteur des plants à été mesurée par une règle graduée, depuis la ras de sol jusqu'au bourgeon terminal.

- Le diamètre au collet des plants est effectuée à l'aide pied à coulisse digitale électronique d'une précision 1/100mm.

V. Analyses physico-chimiques

V.1. Analyse chimique

V.1.1. Détermination du PH

Dans un bécher, 10 g de compost tamisé ont été mélangés à 100 ml d'eau distillée (au rapport 1 /10).

La mesure du pH est effectuée après dix minutes d'homogénéisation à température ambiante à l'aide d'un pH mètre Metrohm (Herisau, Suisse) (**Albrecht, 2007**).

V.1.2. La conductivité électrique (CE)

C'est l'estimation de la salinité du sol, elle est mesurée à une température fixe dans un extrait aqueux du compost /eau, 5g de compost tamisé ont été mélanges à 100ml d'eau distillée (au rapport 1/20).elle a été déterminé à l'aide d'un conductimètre électronique (**Albrecht, 2007**).

V.1.3. Matière organique et le carbone (C)

Le dosage de la matière organique a été déterminé par la méthode de calcination. Elle est effectuée à l'aide d'un four à moufle avec la prise du poids avant et après la calcination des différents mélanges à 850 C° de température pendant une heure

$$\text{MO}(\%) = \text{C}(\%) \times 1,72$$

V.1.4. Azote total

L'azote total a été déterminé par la méthode Kjeldahl, en attaquant à chaud, la matière vivante par l'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré et en présence d'un catalyseur. Puis la solution d'extraction est distillée avec un excès de soude et titrée par H₂SO₄ (0,05).

V.1.5. Détermination de phosphore

Nous avons utilisé la méthode par la séparation à l'acide perchlorique à 60%. Le dosage est basé sur la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et de l'acide molybdique. L'addition d'un réactif sulfomolybdique et d'une solution d'acide ascorbique provoque, par chauffage, le développement d'une coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en orthophosphates. La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 650 nm.

V.1.6. Détermination de sodium et le potassium

Le sodium et potassium ont été dosés par spectrométrie à flamme. Ce dosage s'opère en solution aqueuse après calcination et extraction à l'aide de l'acide chlorhydrique.

V.2. Analyses physiques

V.2.1. La porosité totale

La porosité d'un substrat de croissance représente les espaces qui ne sont pas occupés par les particules. Elle est mesurée selon la méthode de Lamhamedi et al (2006), cette dernière consiste à mesurer le volume d'eau nécessaire à la saturation d'un volume précis de substrat et qui représente la porosité totale.

$$\text{Porosité Totale (PT)} = (V_A \div V_T) \times 100$$

V_T : Volume total du récipient

V_A : Volume d'eau nécessaire pour saturer le matérielle

V.2.2. détermination de la densité apparente

La méthode de mesure de la densité utilisée est la méthode au cylindre cette technique consiste à prélever un échantillon de mélange de volume connu dont on déterminera la masse.

$$D = P(g)/v (cm^3)$$

VI. Analyse statistique

Les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de la variance à un seul critère de classification en utilisant un logiciel nommé Minitab (**Dagnelie, 1980**). Cette étape consiste à la comparaison des moyennes dès qu'il y a une différence significative entre ces derniers. Le test de Newman et Keuls nous permet de dégager les groupes de moyennes homogènes.

Chapitre II: Résultats et discussion

I. Présentation des résultats

I.1. Propriétés physico-chimiques des différents mélanges testés

L'ensemble des analyses des différents mélanges sont manipulées au niveau du laboratoire de l'université de Jijel, avant la pratique des semis en pépinière. Les résultats des analyses physico-chimiques des mélanges sont consignés dans le tableau ci-dessous:

Tableau4: Propriétés physico-chimiques de différents mélanges.

| Mélanges Paramètres | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|-------------------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|
| PH | 7,11 | 7,15 | 6,91 | 7,02 | 7,22 | 7,22 | 7,22 | 7,23 | 7,33 | 7,29 |
| Carbone totale(%) | 4,3 | 48,2 | 46,1 | 45,6 | 32,22 | 25,7 | 29,3 | 19,9 | 15,8 | 17,7 |
| Matière organique(%) | 8,6 | 96,4 | 94,2 | 91,2 | 64,44 | 51,4 | 58,6 | 39,8 | 31,6 | 35,4 |
| CE (mmhos/cm) | 0,01 | 0,23 | 0,44 | 0,28 | 0,09 | 0,12 | 0,11 | 0,05 | 0,11 | 0,01 |
| Porosité totale(%) | 60 | 80 | 80 | 48,4 | 75,4 | 80,4 | 40 | 66 | 66 | 72,5 |
| Na(%) | 15,6 | 39 | 37,8 | 46,4 | 35,8 | 40,2 | 43,2 | 28,6 | 31,4 | 36,8 |
| K(%) | 27,6 | 10,1 | 76,6 | 67,6 | 73,8 | 71,5 | 73,6 | 64,8 | 76 | 80,6 |
| Azote totale (%) | 0,03 | 0,05 | 0,33 | 0,35 | 0,18 | 0,22 | 0,15 | 0,08 | 0,12 | 0,15 |
| Phosphore totale(%) | 10,93 | 10 | 13,6 | 86,1 | 21,47 | 8,93 | 15,33 | 2,9 | 2 | 4,26 |
| Densité apparente(g/cm) | 0,93 | 0,23 | 0,26 | 0,33 | 0,34 | 0,4 | 0,38 | 0,43 | 0,46 | 0,5 |

Le pH des différents mélanges n'a pas ressortit des écarts importants, ses valeurs oscillent entre 6.91 et 7.33, en indiquant l'intervalle des pH neutre à légèrement alcalin. Ce dernier intervalle est considéré souhaitable pour les cultures hors-sol (5 et 8). La majorité des éléments nutritifs sont assimilables dans cet intervalle de pH, au de la de cette limite, le pH peut entraîner des problèmes nutritionnels (Argilier et al, 1991).

La conductivité des différents mélanges est légèrement distincte, variant entre 0.01 pour le témoin et T9 et 0.44 mmhos/cm pour le mélange T2. Les mélanges à bases de compost pur sont caractérisés par une conductivité électrique assez élevés par rapport aux autres mélanges.

Concernant la teneur des mélanges en matière organique, les résultats obtenus ont montré des écarts important entre les différents mélanges à base de compost. En effet, les mélanges à base de compost pur montrent une importante richesse en matière organique allant de 91.2 % pour le mélange T3 (compost Acacia plus Fiente volaille) et 96.4 % pour le mélange T1 (compost Acacia plus urée). Par contre les mélanges à base de 60% de compost présentent des teneurs en matière variant de 31.6 pour le mélange T8 (compost Acacia + urée+10% Granulé de liège +10%Sable) à 39.8 % pour le mélange T7 (compost Acacia+ 20% Granulé de liège +20%Sable) . A l'inverse, le mélange T0 à base d'humus forestier présente une teneur faible par rapport aux autres mélanges à base de compost, il est de l'ordre de 8.6%.

En ce qui concerne la porosité totale, à l'exception du mélange T6 qui présente une porosité de 40 %, l'ensemble des mélanges ont donné des porosités variant entre 60 et 80 % ; répondant ainsi à la norme exigée dans les cultures hors-sol,

La densité apparente des mélanges est variée en fonction des proportions de compost. On constate que la densité des mélanges à base de compost pur est assez faible par rapport aux autres mélanges. En effet, plus le substrat est lourd, plus sa densité est élevée, les valeurs de la densité apparente des mélanges à base de compost oscillent entre 0,23 et 0, 5 g/cm³, alors que celle du mélange témoin était de 0.93 g/cm³.

Les différents mélanges à base de compost ont montré des divergences au niveau des éléments minéraux (N%, P% et K %). En effet, la teneur en P% varie de 2 à 86.1 %, par contre, la teneur en K % varie de 10.1 % à 80.6 % respectivement pour T1 et T9. Par ailleurs la teneur des mélanges en azote total est faible, variant de 0.03 à 0.35 %.

I.2.Le taux de levée

Le taux de levée est le nombre total de plants levés par rapport au nombre de graines semés. Les résultats obtenus pour les deux essences testés dans cette expérimentation sont détaillé ci-après:

I.2.1.Cas du chêne liège

Les résultats obtenus montrent un taux de levée moyen pour l'ensemble des traitements. En moyenne, se situe autour de 52.70 % pour l'ensemble des mélanges à base de compost et 51.20% pour le mélange à base de l'humus forestier (Tableau5). Les taux de levée les plus élevés dépassent

les 60%, dont on a pu enregistrer, respectivement selon l'ordre décroissant, les mélanges T6 avec un taux de 65, 32%, T4 avec un taux de 64.69 %, T5 (63.4%), T8 (61.77%) et T3 (60.42%).

Tableau5: Taux de levée des glands de Chêne liège par mélange

| Mélange | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Taux de levée(%) | 51.20 | 52.86 | 56.26 | 60.42 | 64.69 | 63.4 | 65.32 | 58.02 | 61.77 | 51.90 |

La figure (06) visualise les taux cumulés des levés des glands de Chêne liège en fonction des mélanges testés. Il est remarqué qu'à l'exception du mélange T0, la cinétique d'évolution de la levée suit une évolution parallèle, elle est plus rapide durant les trois premiers dates du comptage pour atteignant les 50 % en moyen, puis suivent une progression lente.

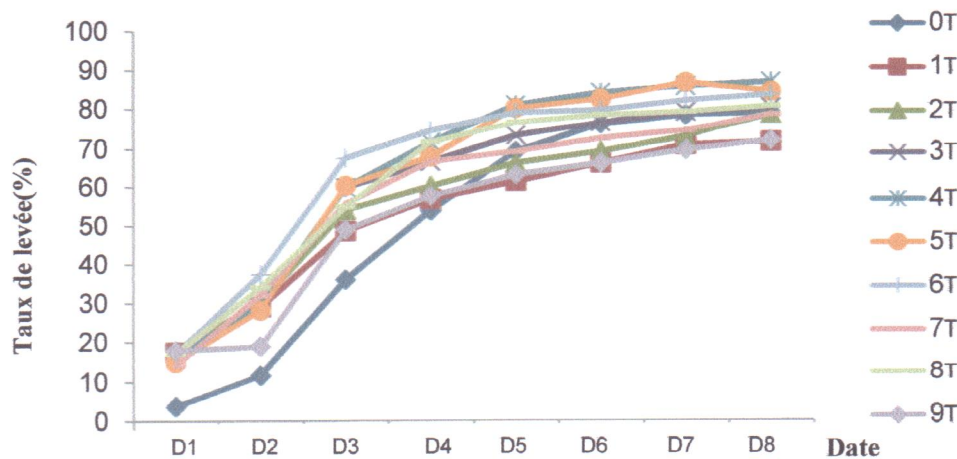


Figure 6 : Evolution de taux de levée des glands de Chêne liège en fonction des mélanges.

I.2.2.Cas du Pin pignon

A partir du Tableau(06), on peut constater que le taux de levée des plants de Pin pignon est très faible comparativement au taux de levée des glands de Chêne liège dans tous les mélanges, avec des taux variant entre 10.9 et 18.96% pour le T0 et T 4respectivement. Théoriquement on devrait avoir un taux supérieur à 60 % s'il n'y avait pas les dégâts occasionnés des oiseaux, en particulier la mésange bleue.

Tableau 06:Taux de levée des graines de Pin pignon par mélange

| Mélange | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Taux de levée(%) | 10.9 | 15.9 | 17.22 | 15.76 | 18.96 | 16.25 | 17.29 | 18.2 | 15.62 | 16.39 |

La figure ci-après montre que les courbes de l'évolution des taux de levée cumulés des mélanges à base de compost d'Acacia se rapprochent les unes des autres et prennent une évolution rapide durant les trois premières dates de comptage. A partir de la 3^{ème} date, on constate que la cinétique de l'évolution se stabilise pour former une droite. Par ailleurs, la courbe de l'évolution de la levée du témoin (T0) s'individualise des autres courbes pour marquer une cadence très lente.

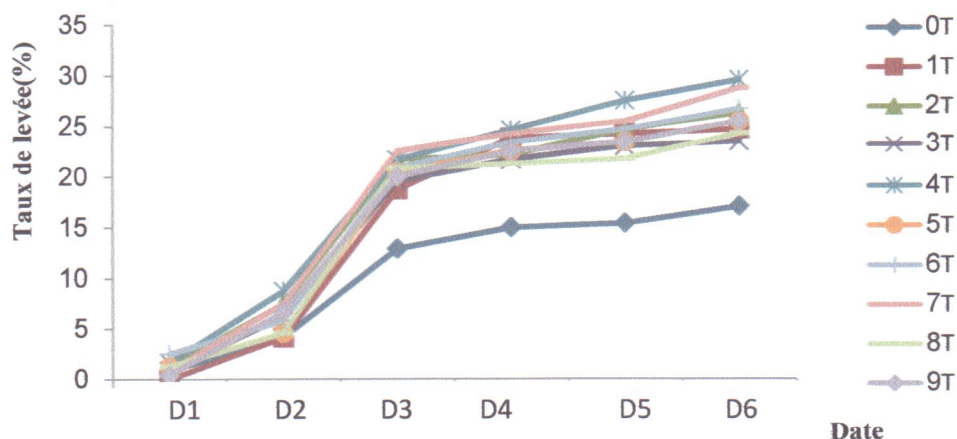


Figure 7 : Evolution du taux de levée des graines de Pin pignon en fonction de mélanges.

II .Effet du compost sur les caractéristiques dimensionnelles des plants

II.1.Cas du Chêne liège

II.1.1.Effet sur la croissance en hauteur

La croissance désigne les changements quantitatifs irréversibles des plantes qui se produisent au cours du temps **Mazaliak (1982)**. D'après **Lamhamediet al. (2006)**, la croissance en hauteur constitue un bon indicateur de la capacité photosynthétique et de la surface de transpiration qui est étroitement corrélé avec la surface foliaire. Pour comparer et déceler le meilleur mélange à la culture des jeunes plants de chêne-liège, les données récoltées, ont fait l'objet d'une analyse statistique (analyse de la variance et test de "Newman -Keuls à 5 %").

A ce stade de germination et de croissance, l'analyse de la variance pour ce paramètre n'a pas montré des différences significatives entre les différents mélanges testés lors des différentes dates de mesure (Tableau 07).

Tableau 7: Résultats des analyses de variances relatives à l'effet des différents mélanges sur la croissance en hauteur des plants de Chêne liège en pépinière.

| Hauteur | Valeur de F observé | Valeur de P observé | Observation |
|---|---------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1 ^{ère} mesure 45 jours | 0.975 | 2.22 | NS |
| Après la 2 ^{ème} mesure 76 jours | 1.424 | 2.22 | NS |
| Après la 3 ^{ème} mesure 87 jours | 1.648 | 2.22 | NS |

II.1.1.1. Après la première mesure (45 jours)

La figure(08) montre que la hauteur moyenne des plants de Chêne liège est meilleure dans les mélanges à base de compost d'Acacia. La hauteur maximale des plants atteinte avec le mélange T6 avec 15.67cm, suivie des mélanges T1, T3, T5, T2, T8, T9, T7 et T4 avec des hauteurs respectives de 14.81cm, 14.43 cm, 14.34 cm, 14.31cm, 14.19 cm, 13.98 cm, 13.87 cm et 13.33 cm. La plus faible hauteur moyenne est obtenue avec le mélange témoins T0, elle atteint 12.66 cm.

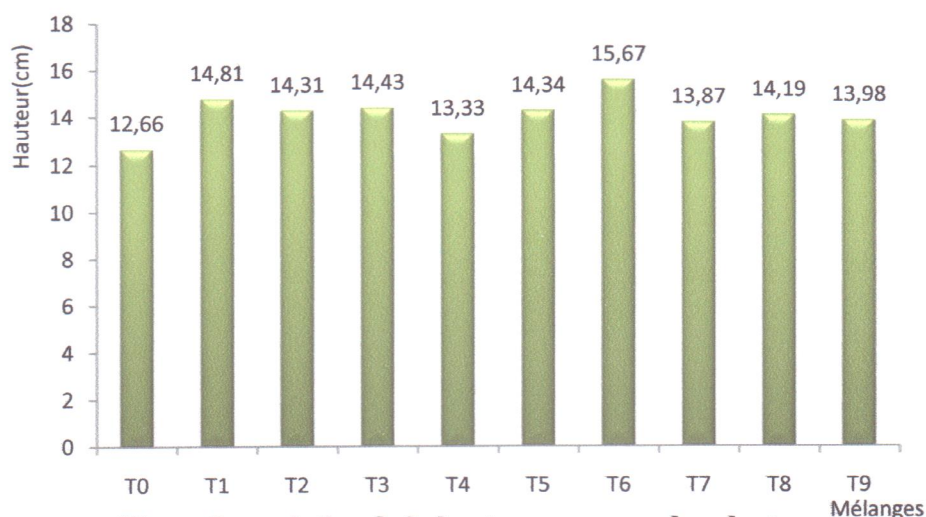


Figure 8 : variation de la hauteur moyenne des plants de Chêne liège(45jours) en fonction des mélanges

II.1.1.2. Après la deuxième mesure (76 jours)

Après la deuxième mesure, on constate que les mêmes mélanges qui ont donné les meilleures hauteurs que la mesure précédente. On trouve que le mélange T6 prend la première position, avec une moyenne de 19.18 c, suivi par T1 et T3 (figure 09).

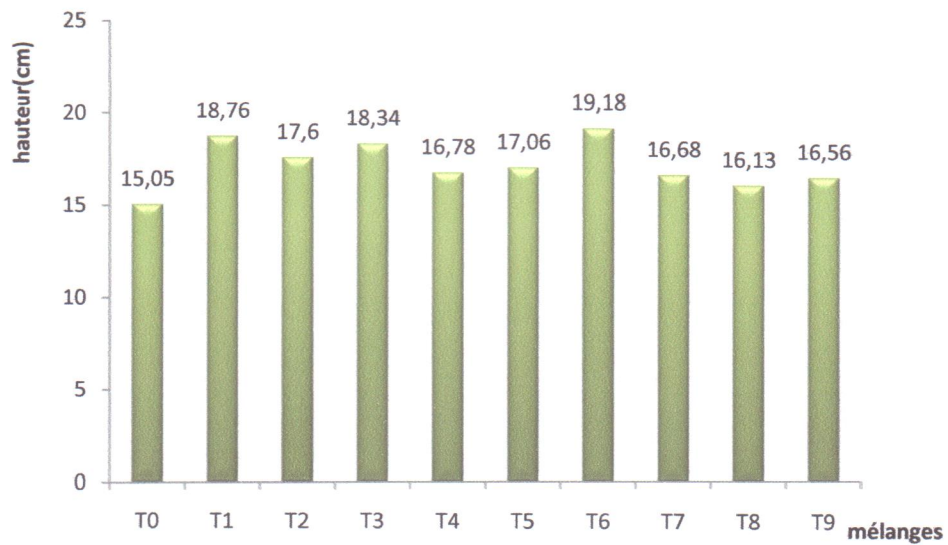


Figure 9 : variation de la hauteur moyenne des plants de Chêne liège(76 jours) en fonction des mélanges.

II.1.1.3. Après la troisième mesure (87 jours)

A la troisième mensuration (87 jours), l'analyse de variance montre une différence non significative entre les différents mélanges. La hauteur moyenne ne varie pas suivant les mélanges. les gains de croissances en hauteur de Chêne liège par rapport au témoin varient de 11.88% pour le mélange T8 à 33.18% pour le mélange T6.

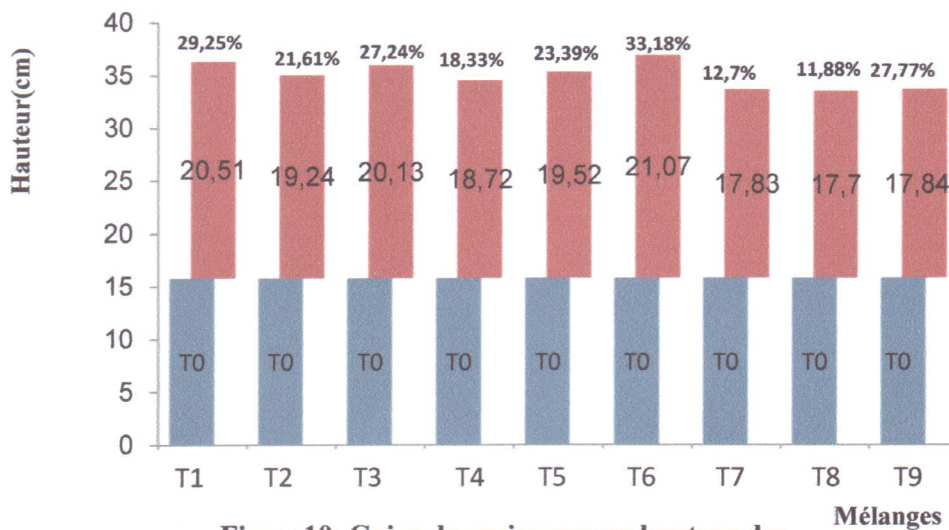


Figure10: Gains de croissance en hauteur des plants de Chene liège en fonction des mélanges

II.1.1.4. Accroissements cumulés moyens en hauteurs

La figure(11), illustre bien l'évolution de la croissance en hauteur des plants, durant 87 jours d'élevage. Les courbes de croissance des plants élevés dans les mélanges à base de compost suivent une évolution parallèle, très rapprochés les unes des autres, prennent dès la deuxième mesure, la forme d'une droite, ce qui montre un accroissement régulier, continu et important. A l'inverse, on a constaté un ralentissement de la croissance des plants élevés dans le mélange témoin composé d'humus forestiers. En fin, on note une importante différence, de la croissance en hauteur des plants entre le premier mélange (T6), et le témoin (T0), de l'ordre de 5.25 cm.

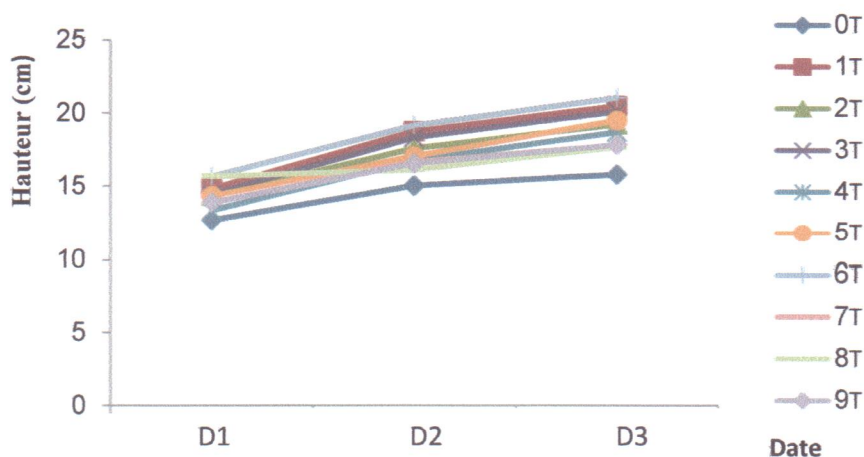


Figure 11 : Accroissements cumulés en hauteur de plant de Chêne liège par date de mesure

II.1.2 .Effet sur la croissance en diamètre

Le diamètre au collet est généralement corrélé à plusieurs variables morphologiques (hauteur, poids sec des racines et poids sec de partie aérienne car il s'agit d'une variable qui intègre la réponse morphologique aux facteurs environnementaux. Certains travaux ont montré que le diamètre au collet peut expliquer plus de 97% de la variation observée concernant la masse totale du plant. Les plants ayant un gros diamètre possèdent généralement des racines latérales bien développées tout en conférant aux plants un meilleur taux de survie (Lamhamdi et al, 2006). Les résultats des analyses statistiques pour ce paramètre sont mentionnés dans le tableau suivant

Tableau 8 : Les résultats de l'analyse de la variance relative à l'effet des différents mélanges sur la croissance en diamètre des plants de Chêne liège en pépinière.

| Diamètre | Valeur de F observé | Valeur de P observé | Observation |
|---|---------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1 ^{ère} mesure 45 jours | 2.581 | 2.22 | S |
| Après la 2 ^{ème} mesure 76 jours | 1.185 | 2.22 | NS |
| Après la 3 ^{ème} mesure 87 jours | 1.189 | 2.22 | NS |

A la première mesure Au début de croissance (âge de 45 jours), les plants produits dans les différents mélanges ont montré des différences significatives (F_{obs} est supérieure F_t), lors de la deuxième et la troisième mesure les plants produit ont montré des différences non significatives (F_{obs} est inférieure F_t).

II.1.2.1. Après la première mesure (45jours)

Après 45 jours de semis, l'analyse de données récoltées montre des différences significatives pour la croissance en diamètre (F_{obs} est supérieure F_t). Le test de Newman et keuls permet de dégager trois groupes homogènes, le mélange T5 occupe la première position avec un diamètre au collet moyen de 2.56 mm, le deuxième groupe est représenté par les mélanges T4, T8, T6, T9, T2, T7 et T0, suivi en dernière position par les autres mélanges (figure 12).

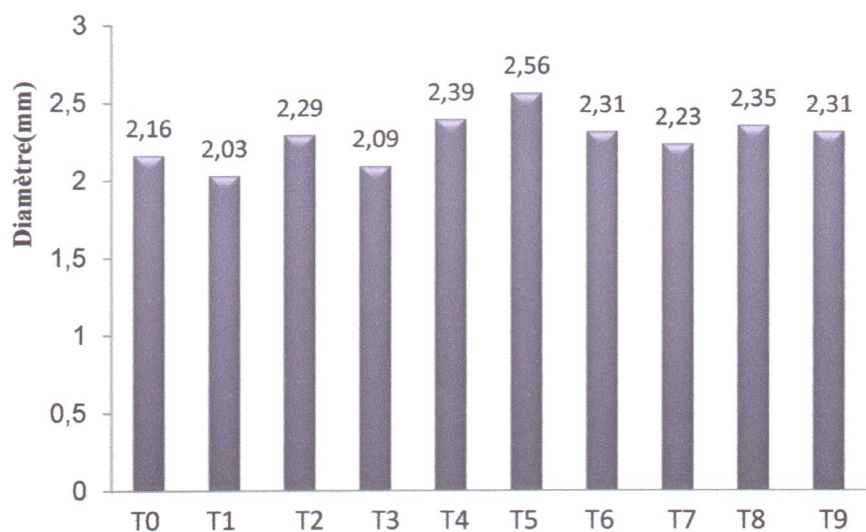


Figure 12 : variation de diamètre moyenne des plants Chêne liège (45 jours) en fonction des mélanges

II.1.2.2. Après la deuxième mesure (76 jours)

La croissance en diamètre est plus favorisée par le mélange T6 avec un diamètre moyen de 3.19 mm. Le diamètre le plus faible est enregistré par le mélange témoin (T0) avec une valeur de 2.83 mm. Dans l'ensemble, on constate que l'apport de compost stimule la croissance en diamètre des plants.

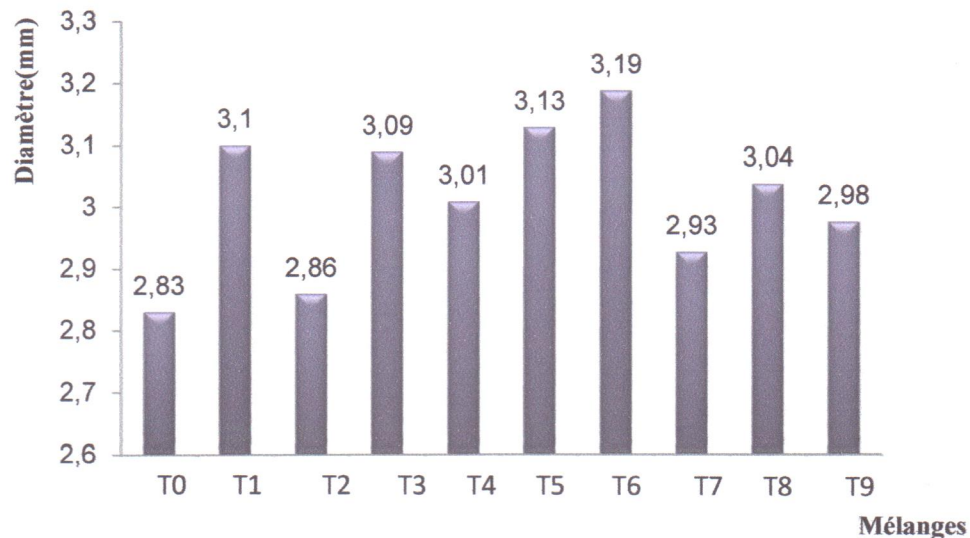


Figure13 : variation de diamètre moyenne des plants Chêne liège (76 jours) en fonction des mélanges

II.1.2.3. Après la troisième mesure (87 jours)

A cette date de mesure, L'analyse statistique de ce paramètre après 87 jours de séjour en pépinière a présenté des résultats similaires et statistiquement non significatifs le diamètre moyenne varie de 3.09 (T0) à 3.81(T1) mm. Le rythme de croissance pour le meilleur substrat est de l'ordre de 0.71mm. Les gains de croissance en diamètre des plants de Chêne liège par rapport au témoin varient de 4.2% pour le mélange T2 à 23.3% pour le mélange T1.

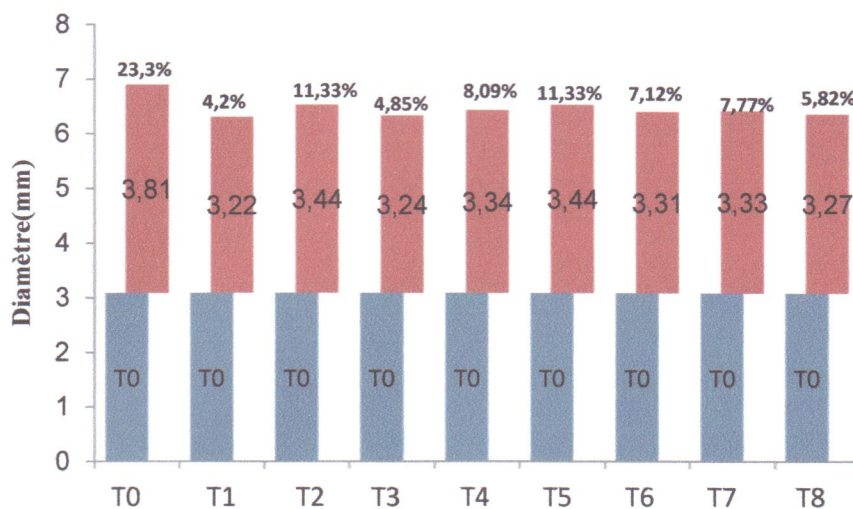


Figure14: Gains de croissance en diamètre des plants en fonction des mélanges

II.1.2.4. Accroissements cumulés moyens en diamètre

D'une manière générale, les courbes de croissance en diamètre, prennent la forme d'une droite, pour tous les mélanges testés, ces courbes se rapprochent les unes des autres et caractérisent un accroissement régulier et assez important. Les courbes des accroissements des plants de Chêne liège élevés dans le mélange T1 composé du compost pur se singularisent à partir de la deuxième date de mesure.

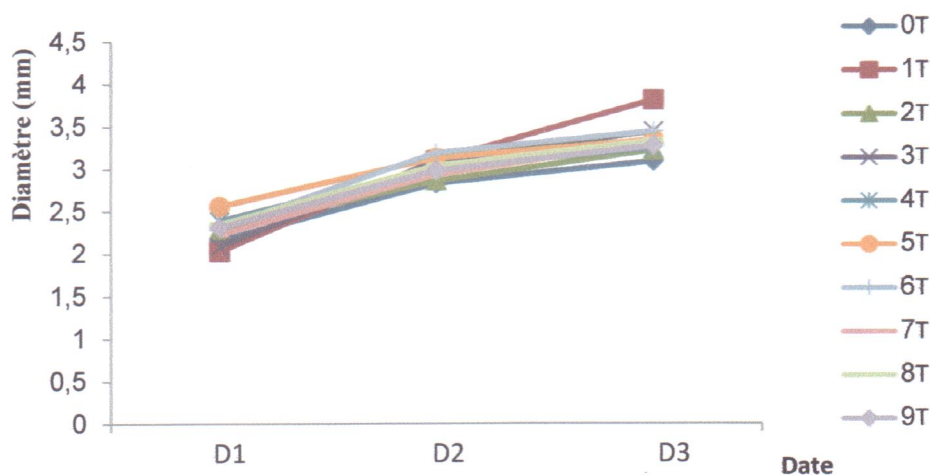


Figure15 : Accroissements cumulés en diamètre de plant de Chêne liège par date de mesure.

II.1.3 Le rapport hauteur /diamètre

Le rapport hauteur /diamètre est un critère important qui détermine la vigueur des plants et donc la qualité des lots produits en pépinière. Un rapport H/D très bas indique une croissance en hauteur du plant demeurée par rapport à sa croissance en diamètre. Dans ce cas les plants sont déséquilibrés et auront tendance à se rabattre une fois mise en terre. les rapports H/D observé chez les plants produits sur l'ensemble des mélanges n'ont pas montré des différences significative lors de la première et la deuxième mesure, et après la troisième, l'analyse de la variance a montré une différence significatives au seuil de 5 % (Tableau09).

Tableau 9 : Les résultats de l'analyse de la variance de rapport H/D.

| H/D | Valeur de F observé | Valeur de P observé | Observation |
|---|---------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1 ^{ère} mesure 45 jours | 1.450 | 2.22 | NS |
| Après la 2 ^{ème} mesure 76 jours | 2.181 | 2.22 | NS |
| Après la 3 ^{ème} mesure 87 jours | 2.248 | 2.22 | S |

En moyenne, ces rapport sont respectivement atteint, a l'âge de 87 jours chez les plants élevés sur les mélanges à base de compost T6, T2, T3, T5, T4, T9,(T7,T1) et T8 avec 6.12 ,5.97,5.85, 5.84, 5.77, 5.45, 5.38et 5.31 tandis que le plus faible observé dans le mélange témoin(T0) avec 5,12.

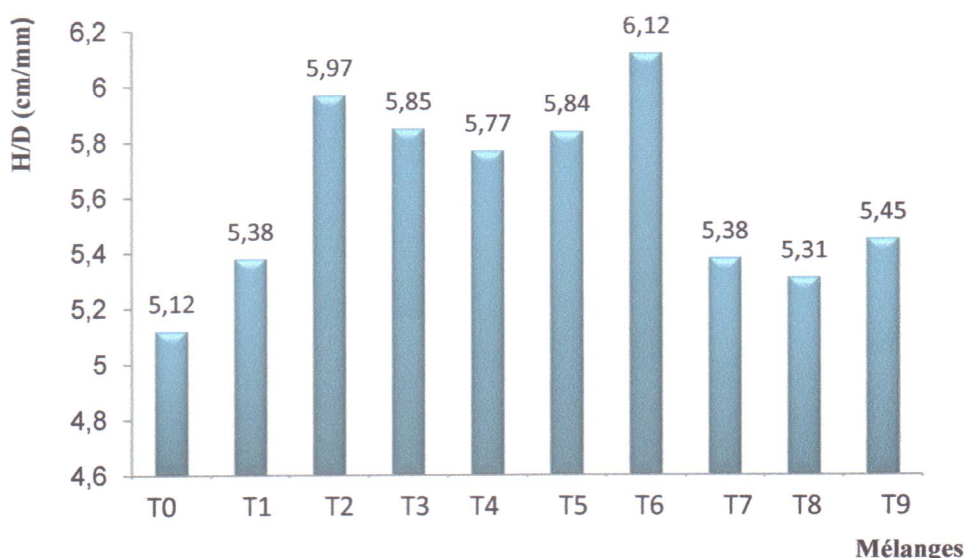


Figure 16 : Le rapport H/D des plants de Chêne liège (87 jours) en fonction des mélanges

II.2.Cas du Pin pignon

II.2.1.Effet sur la croissance en hauteur

Les résultats de l'analyse statistique pour ce paramètre de croissance en hauteur des plants de Pin pignon sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 10: Résultats des analyses de variance relative à l'effet des différents mélanges sur la croissance en hauteur des plants de Pin pignon en pépinière.

| Hauteur | Valeur de F Observé | Valeur de P observé | Observation |
|---|---------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1 ^{ère} mesure 56 jours | 1.623 | 2.22 | NS |
| Après la 2 ^{ème} mesure 78 jours | 14.441 | 2.22 | THS |
| Après la 3 ^{ème} mesure 89 jours | 11.117 | 2.22 | HS |

II.2.1.1. Après la première mesure (56 jours)

Les résultats de l'analyse statistique pour ce paramètre après 56 jours de semis n'ont pas décelé des différences significatives entre les différents mélanges. La figure ci-après présente la variation des hauteurs moyennes des plants de pin pignon en fonction des mélanges testés. De manière générale, On constate la supériorité de la croissance en hauteur des plants produits dans les mélanges à base de compost par comparaison à ceux produits dans le mélange témoin (T0) et que les hauteurs maximales sont obtenues à base du compost pur (T2, T1 et T3).

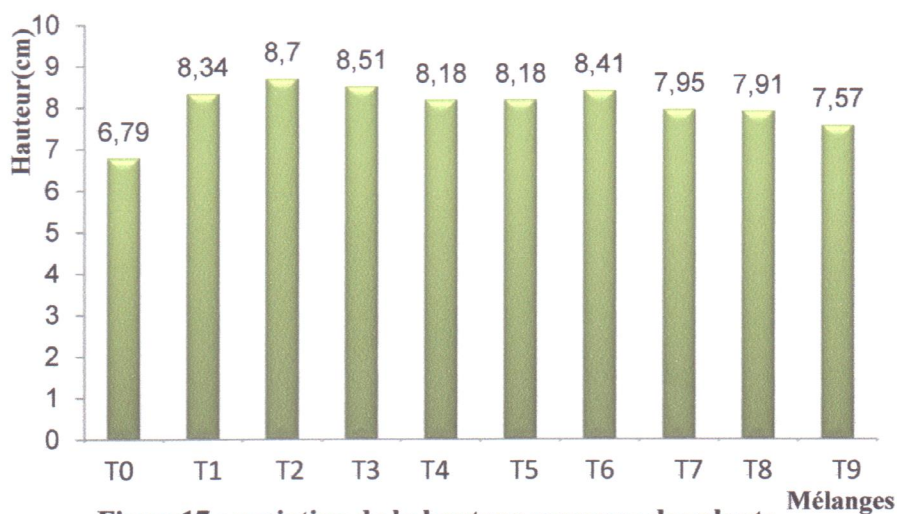


Figure 17 : variation de la hauteur moyenne des plants de Pin pignon (56 jours) en fonction des mélanges.

II.2.1.2. Après la deuxième mesure (78 jours)

Les résultats d'analyse de la variance effectuée après la deuxième mesure (78 jours) montrent un effet significatif à très hautement significatif du mélange sur ce variable étudié (Fobs est supérieure Ft). Le test de Newman et keuls à 5% permet de dégager quatre groupes homogènes, le premier groupe est représenté par les mélanges T2, T3, T1 et T6 avec une moyenne de croissance en hauteur respective de 13.18, 13.07, 12.67 et 12.61 cm, le deuxième groupe est représenté par les mélanges T4, T7, T5 et T8, avec une moyenne variant entre 11.73 et 12.50 cm. Quant au troisième groupe, est représenté par le mélange T9, suivi en dernière position par le mélange témoin qui enregistre des faibles résultats (8.73 cm).

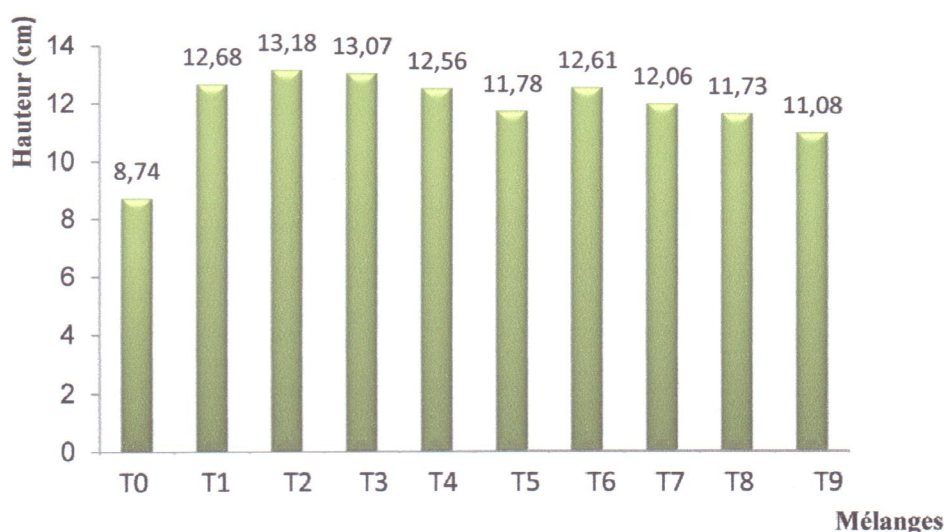


Figure18: variation de la hauteur moyenne des plants de Pin pignon (78 jours) en fonction des mélanges

II.2.1.3. Après la troisième mesure (89 jours)

Après 89 jours après l'ensemencement, l'analyse de la variance nous montre que la source de variance est hautement significative au niveau des dates de semis, le teste de Newman et keuls a permis de dégager six groupes homogènes. Les meilleures croissances en hauteur sont obtenues par plants produits dans les mélanges T2, T3 et T 6 avec des hauteurs respectives de 17.27, 16.66 et 16.06 cm .La première constatation qui peut être retenu de cette période d'élevage, que les mélanges à base de compost dont les proportions de 100 % (pur) et 80 %, ont donné des taux de croissance plus élevés, en comparaison avec les autres mélanges à base de compost. les gains de croissance en diamètre des plants de Chêne liège par rapport au témoin varient de 31.66% pour le mélange T9 à 73.05% pour le mélange T1.

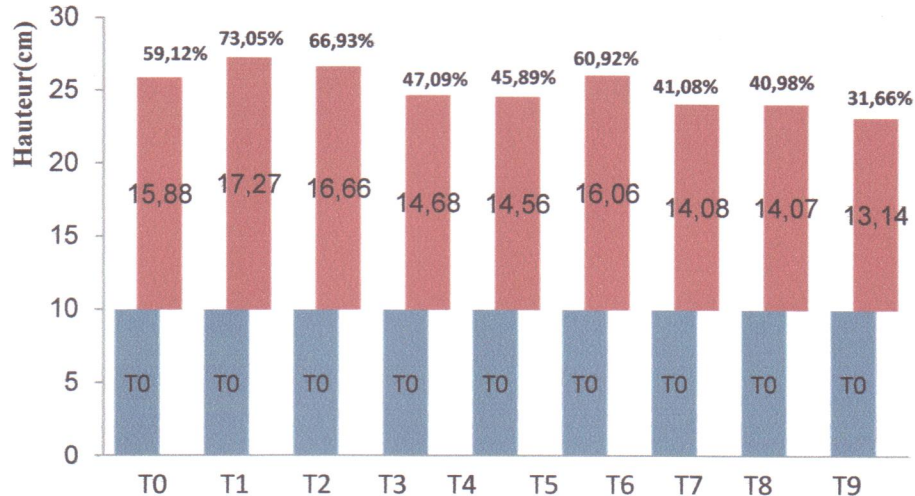


Figure19: Gains de croissance en hauteur des plants de Pin pignon en fonction des mélanges

II.2.1.4. Accroissements cumulés moyens en hauteur

La figure(20), illustre bien les accroissements moyens en hauteur des plants de Pin pignon en fonction des mélanges étudiés. On constate que les courbes des accroissements en hauteurs des plants élevés dans les mélanges à base de compost suivent une évolution parallèle, régulière et continue. Les plants élevés dans le mélange témoin T0 marque un retard de croissance considérable par rapport aux autres mélanges à base de compost.

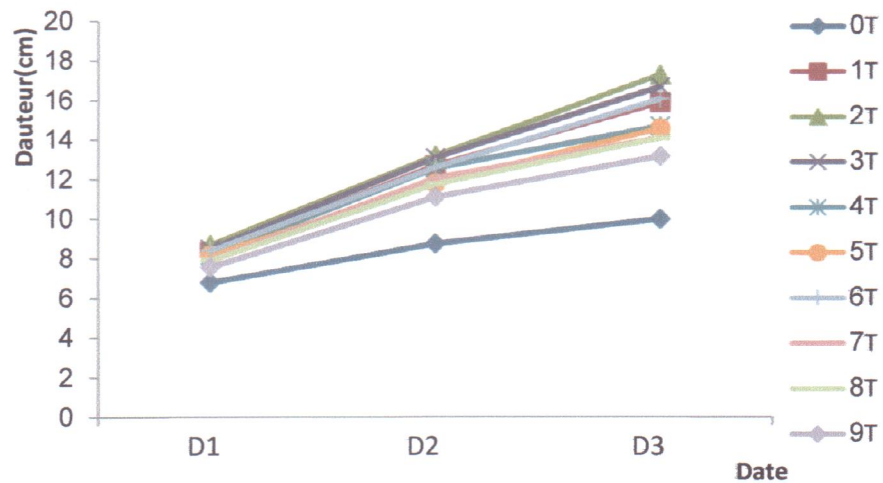


Figure 20 : Accroissements cumulés en hauteur de plant de Pin Pignon par date de mesure

II.2.2. Effet sur la croissance en diamètre

Les résultats des analyses statistiques pour les diamètres moyens de différents mélanges sont résumés dans le tableau suivant

Tableau 11 : Les résultats de l'analyse de la variance relative aux diamètres moyens au collet des plants de Pin pignon

| Diamètre | Valeur de F observé | Valeur de P observé | Observation |
|---|---------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1 ^{ère} mesure 56 jours | 0.577 | 2.22 | NS |
| Après la 2 ^{ème} mesure 78 jours | 0.543 | 2.22 | NS |
| Après la 3 ^{ème} mesure 89 jours | 0.673 | 2.22 | NS |

II.2.2.1. Après la première mesure (âge de 56 jours)

L'analyse statistique de ce paramètre après 56 jours de séjour en pépinière, a présenté des résultats similaires et statistiquement non significatifs. Le diamètre moyen pour les mélanges à base de compost varie de 2.29 à 2.54 mm.

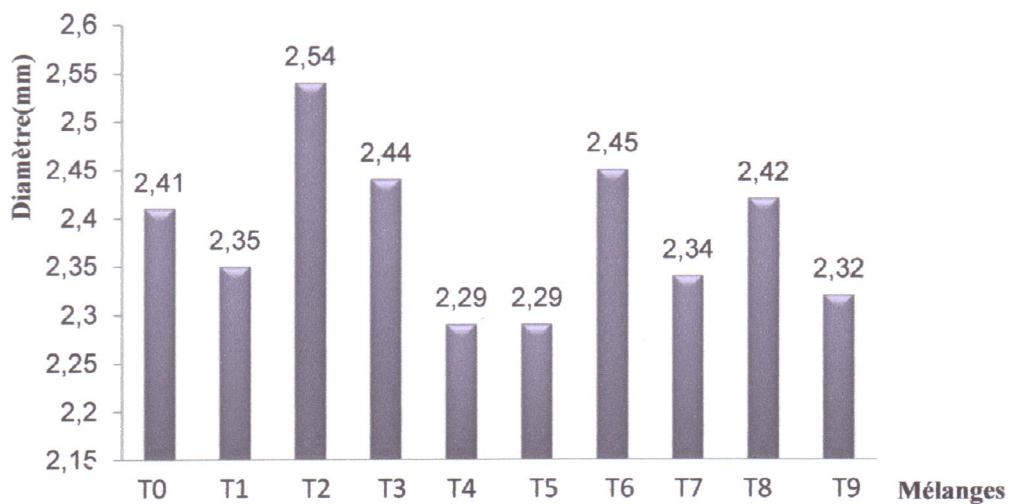


Figure 21 : variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon(56 jours) en fonction des mélanges

II.2.2.2. Après la deuxième mesure (78 jours)

A la deuxième mesure, l'analyse de la variance nous montre que la source de la variance est non significative. Les résultats obtenus montrent que le diamètre moyen le plus élevé est obtenu par les plants élevés dans le mélange T3. Le diamètre le plus faible est enregistré par le mélange T4 avec une valeur de 2.38 mm. Dans l'ensemble, on constate que l'apport de compost stimule la croissance en diamètre des plants de Pin pignon.

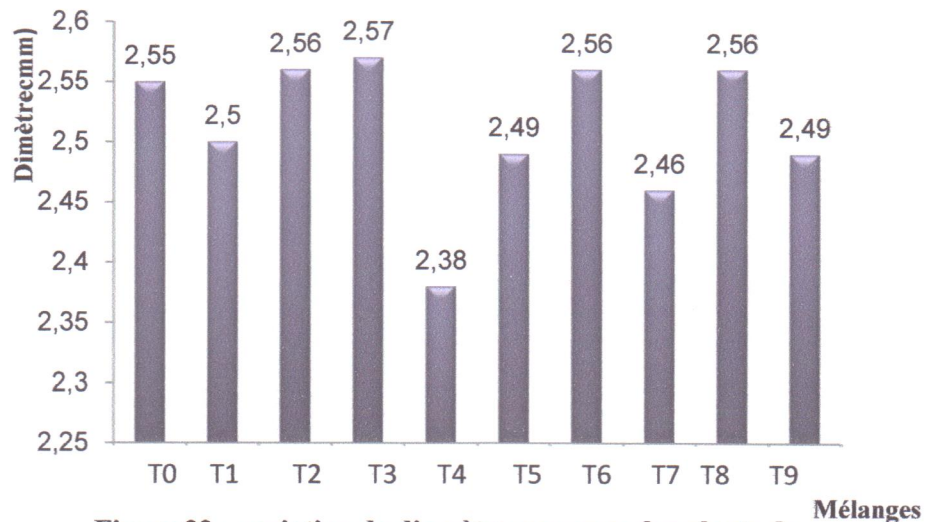


Figure 22 : variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon(78 jours) en fonction des mélanges

II.2.2.3. Après la troisième mesure (89 jours)

A la troisième mesure, les résultats obtenus suit la même allure la mesure précédente, le meilleur diamètre est atteint par les plants produits dans le mélange T3, avec un diamètre moyen de l'ordre de 2.68 mm. Le faible diamètre est obtenu par les plants élevés dans le mélange T4.

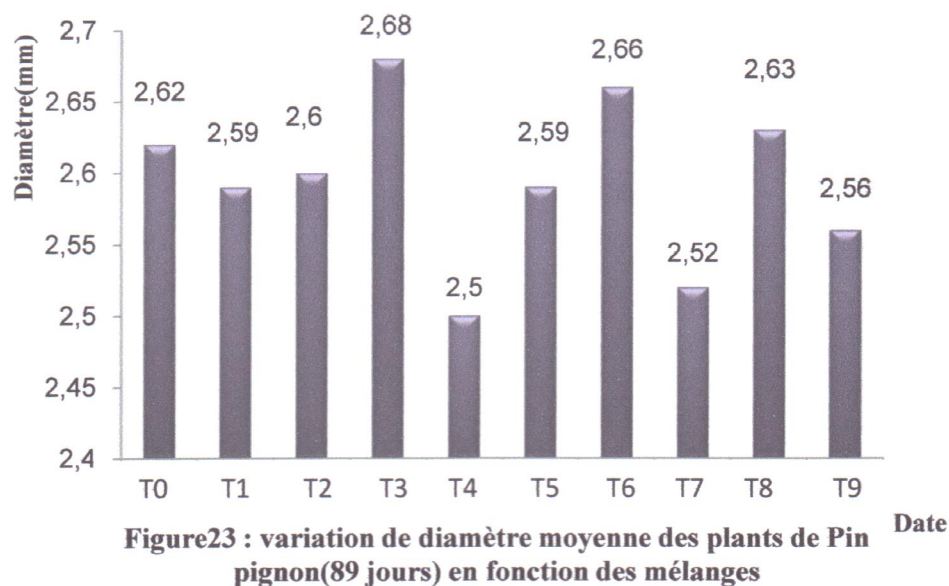


Figure23 : variation de diamètre moyenne des plants de Pin pignon(89 jours) en fonction des mélanges

II.2.2.4. Accroissements cumulés moyens en diamètre

La figure (24), illustre bien l'évolution de la croissance en diamètre des plants de Pin pignon, durant 89 jours d'élevage en pépinière. L'observation des courbes de croissance, montre en générale une allure sensiblement identique pour l'ensemble des mélanges testés avec de légères différences. Le mélange T4 se singularise et suit une évolution lente par rapport aux autres mélanges.

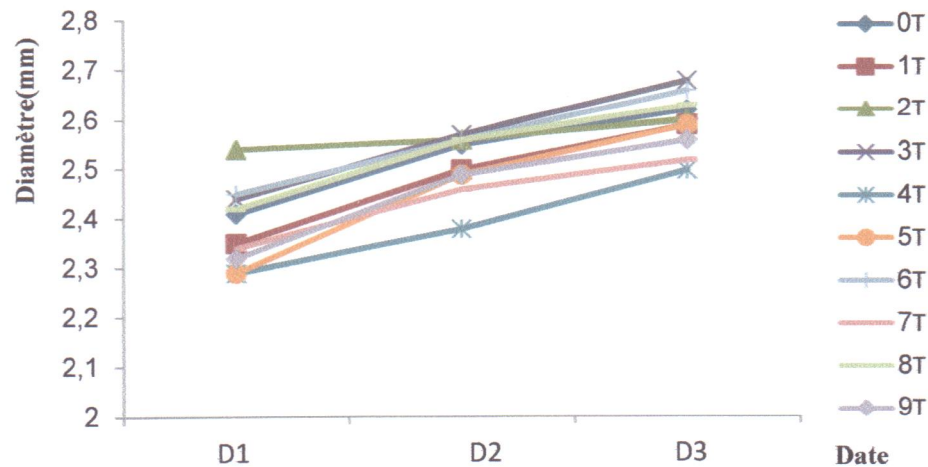


Figure 24 : Accroissements cumulés en diamètre de plant de Pin pignon par date de

II.2.3. Le rapport hauteur /diamètre

L'analyse de variance pour ce paramètre montre une différence non significative lors de la première date de mesure (F_{obs} est inférieure F_t) ou cours de la deuxième mesure la différence est devient hautement significative et après la troisième mesure la différence est significative.

Tableau 12: Les résultats de l'analyse de variance de rapport H /D

| H/D | Valeur de observé | Valeur de P observé | Observation |
|-------------------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| Après la 1ère mesure 56 jours | 2.039 | 2.22 | NS |
| Après la 1ème mesure 78 jours | 17.69 | 2.22 | HS |
| Après la 1ème mesure 89 jours | 3.004 | 2.22 | S |

En moyenne, ces rapport sont respectivement atteint, a l'âge de 89 jours chez les plants élevés sur les mélanges à base de compost T2, T3, T1, T6, T7, T4, T5, T8 et T9 avec 6.64, 6.22, 6.13, 6.04, 5.58, 5.57, 5.62, 5.35 et 5,13 tandis que le plus faible observé dans le mélange témoin (T0) avec 3.81.

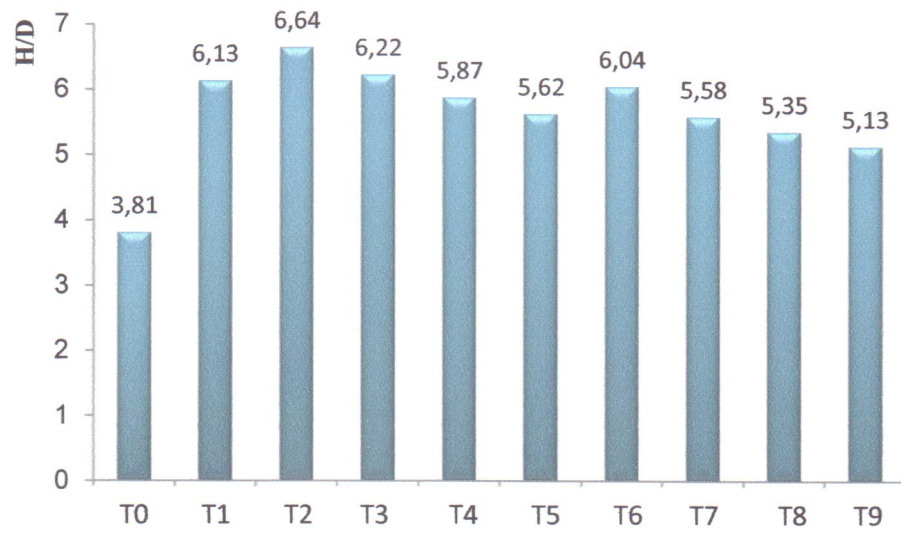


Figure 25 : Le rapport H/D des plants de Pin pignon (89jours) en fonction des mélanges

II. Discussions

Les résultats de cette expérimentation ouvrent de bonnes voies pour les possibilités d'utilisation de compost d'Acacia dans la constitution des substrats de culture pour produire des plants forestiers résineux et feuillus en pépinière forestière. Dans le même but, ce travail peut permettre de trouver une solution de rechange écologiquement acceptable et économiquement viable pour l'approvisionnement régulier des pépinières en support de culture et permet, en conséquence, d'améliorer la qualité des plants pour une meilleure réussite en site de reboisement.

Le compost utilisé dans cette expérimentation est obtenu à partir des branches d'*Acacia cyanophylla*. L'opération de compostage a été conduite en andins sur une aire construite en béton selon trois modalités ; le premier andin de broyat d'Acacia a associé à l'urée 46 %, le deuxième andin a été associé au fiente de volaille compostée et le dernier andin sans aucun apport. Après maturation, le compost produit a constitué la matrice de base dans la préparation des mélanges avec d'autres matériaux locaux.

Les résultats des analyses physico-chimiques des mélanges étudiés dans cet essai montrent de bonnes caractéristiques physiques. Le pH n'a pas montré des écarts importants entre les différents mélanges et a varié entre 6.91 et 7.33, ce qui permet de le classer dans l'intervalle de neutralité pour les composts purs à légèrement alcalin pour les composts associés à d'autres matériaux, et reste toujours dans l'intervalle souhaitable pour la culture hors-sol entre 5 et 8. La majorité des éléments nutritifs sont assimilables dans cet intervalle de pH, au de la de cette limite, le pH peut entraîner des problèmes nutritionnels (Argilier et al, 1991 et Foucard, 1994). Nos résultats du pH corroborent avec ceux d'Ammari et al (2003), qui ont obtenu un pH neutre pour le compost d'Acacia pur.

La conductivité électrique (CE) peut être un bon indicateur de la teneur des composts en nutriments. La conductivités électrique des différents mélanges ont été légèrement distinctes et ont varié entre 0.01 et 0.44 mmhos/cm. Le mélange témoin à base d'humus forestier s'est caractérisé par une conductivité électrique très faible qui est de l'ordre de 0.01mmhos/cm.

Les mélanges à bases de compost pur sont caractérisés par une conductivité électrique assez élevée par rapport aux autres mélanges et reste dans l'intervalle souhaitable (inférieur à 0.4 mmhos/cm) permettant une meilleure nutrition minérale. D'après Foucard (1994), un excès de salinité peut provoquer des brûlures des racines chez les plantes sensibles à une pré sussion osmotique élevées.

Les résultats des teneurs des mélanges en matière organique montrent une importante richesse. En effet, les composts purs (T1, T2 et T3) présentent des teneurs en matière organique allant de

91.2 à 96.4 %. Ce résultat se concorde bien avec les travaux de **Guedira et al. (2011)** qui ont obtenu une teneur de 89.1 % à base d'un compost pur d'*Acacia mollissima*. A l'inverse, le mélange à base d'humus forestier présente une teneur faible en comparaison avec les autres mélanges, elle est de l'ordre de 8.6 %.

En ce qui concerne la porosité totale, à l'exception du mélange T6 et T3 qui présente une porosité de 40 % et 48.4 %, toutefois, la norme relative à la porosité totale est respectée dans les autres mélanges, quelque soit la proportion du compost additionnée aux mélanges (Pt > 60%).

Les densités apparentes des mélanges ont varié en fonction des proportions de compost. On constate que la densité des mélanges à base de compost pur est assez faible par rapport aux autres mélanges. En effet, plus le substrat est lourd, plus sa densité est élevée. Les valeurs de la densité apparente des mélanges à base de compost oscillent entre 0,23 et 0,5 g/cm³, alors que celle du mélange témoin était plus que le double par rapport au compost pur, elle est de l'ordre de 0.93 g/cm³. La faible densité des mélanges base de compost facilite la manutention des caissettes lors des déplacements en chantier de reboisement.

La teneur en azote des mélanges à bases de compost pur ou en proportion avec d'autres matériaux est relativement faible (inférieur à 0.5 %). Cette insuffisance en azote doit être prise en considération dans les programmes de fertilisation et d'apport en éléments fertilisants à fin de compenser l'azote utilisé par les microorganismes.

Les taux de levées enregistrés sont variables selon le matériel végétal utilisé dans cette expérimentation, dans le cas des glands de Chêne liège, les taux de levés enregistrés sont juste moyens, avec une moyenne de 52 % pour les mélanges à base de compost. En principe en devrait avoir des taux supérieurs à 70%. Ce faible taux nous semble être expliqué d'une part par le semis qui est effectué un peu profond et d'autre part par les pluies intensives qui ont caractérisé les jours qui ont suivi les semis. Pour l'espèce résineuse, les taux de levés enregistrés sont faibles à cause des dégâts occasionnés par les oiseaux en particulier la mésange bleue.

L'évaluation des caractéristiques dimensionnelles des plants des deux essences issus des différents mélanges étudiés après 88 jours de séjour en pépinière a permis de montrer que la croissance en hauteur des plants de Chêne liège a montré une variabilité mais non significative à ce stade de croissance. En effet, les hauteurs maximales sont atteintes par les plants élevés dans les mélanges du compost additionné à la fiente avec une proportion de 80 % (T6) par rapport aux mélanges avec une hauteur moyenne de 21.07 cm, suivis par les mélanges contenant le compost d'*Acacia* pur, alors que les plants produits dans le mélange à base de l'humus forestier ont atteint une hauteur moyenne de 15.82 cm.

Pour la deuxième essence résineuse (Pin pignon), les résultats obtenus pour ce paramètre de croissance ont montré des différences hautement significatives, les plants de pin pignon élevés dans le compost pur (T2) ont atteint, après 89 jours de croissance, les dimensions les plus élevés (17.27 cm), suivis par les plants élevés T3, T6 et T1 avec des dimensions significativement supérieurs à ceux des plants élevés dans le mélange témoin (humus forestier). Ce résultat est meilleur que celui d'**Ammari et al. (2007)**, qui ont obtenu une hauteur moyenne de 15 cm, après 88 jours de croissance sur des substrats à base de compost d'Acacia.

A ce stade de croissance, la croissance en diamètre des plants des deux essences n'a pas montré des différences significatives entre les différents mélanges testés. A ce stade, on ne peut pas se prononcer des résultats définitifs sur la supériorité d'un mélange ou d'autres, il nous semble que la fiabilité des résultats de ce paramètre de croissance sera prononcée après la phase d'endurcissement et que les plants seront bien aoutés.

En fin, les observations menées à l'œil nu sur la présence de mauvaises herbes sur les lots des plants produits sur les différents mélanges montrent un important développement de mauvaises herbes sur les lots de plants produits sur le mélange témoin constitué d'humus forestier, ce qui peut être à l'origine d'une faible croissance des plants élevés dans ce mélange suite à une compétition à la lumière et les éléments nutritifs.

Conclusion

Le présent travail expérimental a montré que la faisabilité et la possibilité de confectionner des mélanges à base de compost d'*Acacia cyanophylla* en substituant partiellement l'humus forestier, qui est souvent une source potentielle de mauvaises herbes, maladies et d'agents pathogènes et de qualité physique peu intéressante ; densité élevée, faible aération, etc.

Les différents mélanges à base de compost d'*Acacia* étudiés dans cette expérimentation ont montré des caractéristiques physiques plus intéressantes que l'humus forestier, notamment du point de vue porosité et densité. Ces signes positifs de ces caractéristiques physiques ont un effet directe sur l'ensemble des fonctions racinaires des plants, notamment l'absorption de l'eau et des éléments minéraux .

A ce stade de germination et de croissance (88 jours), cela ne permet pas de se prononcer sur la croissance des plants de chêne liège et de Pin pignon, néanmoins les résultats obtenus à ce stade sont encourageants quant à l'utilisation du compost d'*Acacia* en comparaison avec l'humus forestier couramment utilisé dans nos pépinière.

Enfin, les résultats acquis dans ce travail constituent des éléments positifs quant à l'amélioration de la qualité des plants produits en pépinière par l'utilisation de substrat répondant bien aux exigences des plants.

Les suggestions que nous pouvons émettre à partir de cet essai sont :

- Poursuivre ce travail jusqu'à la fin du cycle d'élevage en pépinière pour tirer des conclusions définitives ;
- Approfondir l'étude à d'autres critères physiologiques plus fiables que les critères morphologiques et visuels, pour évaluer la qualité des plants. Ils doivent être complétés d'avantage par un statut nutritionnel, un diagnostic adéquat de l'état mycorhizien et de la capacité de régénération racinaire (abondance des pointes blanches dans les racines) ;
- Suivre l'évolution des propriétés physico-chimiques des mélanges en cours et en fin du cycle d'élevage pour déterminer les éléments influant la croissance des plants;
- Confirmer les résultats obtenus en pépinière par une plantation comparative sur le terrain.

Références bibliographique

- A -

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise l'Energie). (2008). Guide pratique sur le compostage. ADEME édition, Paris, p20.

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise l'Energie). (2001). "Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost de déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation)." Paris, France.

Albouch A., Sebeïb. H., Meznic Majid Y. et Hédi El Aounid M. (2001). Influence de la durée d'acclimatation sur l'endurcissement à la sécheresse d'*Acacia cyanophylla Lindl.* Ann. For. Sci. 58 : 519–528.

Albrecht R. (2007). compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique, thèse de doctorat, université Paul Cézanne aix marseille III, p192.

Ammari Y., Lamhamedl M. MS., Akrimi N. et Zine el abidine A. (2003). Compostage de la biomasse forestière et son utilisation comme substrat de croissance pour la production de plants en pépinières forestières modernes. Revue de l'I.N.A.T. Vol. 18 n° 2 – ISSN : 0330-8065. pp99-119

Ammari JB., Baqain ZH. et Ashley PF. (2007). Effects of programs for prevention of early childhood caries. A systematic review. Med Princ Pract;16:437-442.

Antizar-Ladislao B., Lopez-Real J. et Beck A. J. (2006). Investigation of organic matter dynamics during in-vessel composting of an aged coal-tar contaminated soil using fluorescence excitation-emission spectroscopy. Chemosphere 64, 839-847.

Argillier C., Falconnet G., Gruez J. Guide du forestier méditerranéen français. Chapitre 6 : Production de plants forestiers méditerranéens hors-sol, Aix en Prov., CEMAGREF, 1991, 23 p.

- B -

Bartle j., Cooper d., Olsen g. and Carslake j. (2002). Acacia species as large-scale crop plants in the Western Australian wheatbelt. Conservation Science W. Aust. 4 (3): 96–108.

Bell D. T. (1999). Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity-damaged landscapes. *Aust. J. Bot.* 47: 697-716.

Ben Salem H., Atti N., Priolo A. and Nefzaoui A. (2002). Polyethylene glycol in Concentrate or feedblocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla Lindl.* foliage 1. Effects on intake, digestion and growth by Barbarine lambs. *Animal Science*, Vol. 75 Part 1.

Benterrouche I. (2007). Réponses écophysiologicals d'essences forestières urbaines soumises à une fertilisation avec les boues d'épuration. Mémoire de magistère, université Mentouri Constantine, p26.

Bolan N. S., Adrianob D. C., Natesana R. et Koob B.J. (2003). Effects of Organic Amendments on the Reduction and Phytoavailability of Chromate in Mineral Soil. *Journal of Environmental Quality* 32, 120-128.

Bresson L. M., Koch C., Le Bissonnais Y., Barriuso E. et Lecomte V. (2001). Soil surfacestructure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Science Society of America Journal* 65, 1804-1811.

Burley J. (2004). The Acacia tree: a sustainable resource for Africa .Overview of research .Oxford Forestry Institute, Nerc University of Dundee

- C-

Crompton Heather (1992). A quick guide to useful nitrogen fixing trees from around the world. *Acacia saligna* - For Dryland Fodder and Soil Stabilization. NFTA. A publication of the Forest, Farm, and Community Tree Network-Australia: 518-646pp.

- D-

Dagnelie P, 1980. théorie et méthodes statistique, vol2, collection presses agronomiques de Gembloux.P 463.

-E-

El Euch F. (2000). Rôle de l'*Acacia cyanophylla* dans l'alimentation du cheptel en Tunisie. Ministère de l'Agriculture Direction Générale des Forêts Tunis, Tunisie.

-F-

Foucard J.C. (1994). Filière pépinière: de la production à la plantation. Lavoisier Paris 428 p.

Francois J.C. (1989). Pour réussir un reboisement, bien savoir choisir les plants. Forêts-entreprise n059, avril-mai, pp36-41.

Francou C. (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – Recherche d'indicateurs pertinents, Thèse de Doctorat, Institut national agronomique ParisGrignon, p289.

-G-

Guedira A., Lamhamedi MS., Satrani B., Boulmane M., Serrar M., Douira A. (2011). Valorisation des matières résiduelles et de la biomasse forestière au Maroc : Compostage et confection de substrats organiques pour la production de plants forestiers. Revue « Nature & Technologie ». n° 07.pp 87-95

Guittouny-Larchevêque M. (2004). Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue pour le reboisement : Comportement des jeunes arbres d'une plantation et modifications de la dynamique de la végétation naturelle après amendement. Thèse de Doctorat, Université Paul Cezanne , p 227.

- H -

Hassen A., Belguith K., Jedidi,N., Cherif,A., Cherif M. et Boudabous A.(2001). Microbial characterization during composting of municipal solid waste. Bioresource Technology 80, 217-225.

Hatimi A. (1999). Effect of salinity on the association between root symbionts and *Acacia cyanophylla* Lind.: growth and nutrition. Plant Soil. 216(1-2):93-101.

Heller R., Snaultr et Lance C. (1998). physiologie végétale – 1. Nutrition. Edit Dunod, pp 30-167.

- I -

Itab (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001, pp 105-106.

-L-

Lamhamdi M.S., et Fortin J.A. (1994).La qualité des plants forestiers : critères d'évaluation et performance dans les sites de reboisement. In : Actes de la première journée nationale sur les plants forestiers/M Abourouh éditeur. Centre de recherche et d'expérimentation forestière. PP35-50.

Lamhamedi M.S., Margolis D.C. Stowe L. et Blais. (2006). Guide pratique de production en hors – sol de plants forestier, pastoraux et ornementaux en Tunisie. Rapport projet ACDIE4936-K061229, p88.

Lamhamedi SL., Ammari Y., Fecteau B., Fortin A. et Margolis H. (2000). Problème des pépinière forestiers en Afrique du nord : stratégies de développement, cahiers d'étude et de recherche francophone, agriculture volume 9N=5,369-80 septembre, octobre, pp 369-380.

Lamoix J.N. et Roy M.L. (1976). Manuel du technicien sanitaire, p86.

Larbi M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel. <http://orgprints.org/8935/>

Lemaire F., Dartigues A., Riviere L.M., Charpentier S.(1989). Culture en pots et plaque de culture .Principes agronomiques et application. Paris .INRA. p179.

-M-

Maslin B.R. and McDonald M.W. (2004). Evaluation of Acacia as a woody crop option for southern Australia. Rural industries research and development corporation.

Mohammed S.L., Bertrand F., Luc G.,et Christine G. (2006). Guide pratique de production en hors sol de plants forestiers, pastoraux et ornementaux en Tunisie, P 36-37.

Mustin M. (1987). Le Compost, Gestion de la Matière Organique, F. Dubusc eds, pp. 957,

- N-

Nefzaoui A. et Chermiti A. (1991). Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi-arides de la Tunisie. Méditerranéennes – Série Séminaires. n°16: 119-125.

Nicolas J.P. (1987). la pépinière- technique et documentation, édition Lavoisier, p208.

-O-

-Oueslati M.A., Ksontini M., Haddad M. et Charbonnel Y. (1995). Compostage des branches d'*Acacia cyanophylla* et des boues fraîches des stations d'épuration d'eaux usées. Rev. For. Fr. XLVII-5: 523-529.

-P-

Pagliai M., Vignozzi N. et Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research* 79, 131-143.

-S-

Sharma V. K., Caudatelli M., Fortuna, F. et Cornacchia G. (1997). Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting: Review. *Energy Conversion and Management* 38, 453-478.

-T-

Tuomela M., Vikman M., Hatakka A. et Itavaara M. (2000). Biodegradation of lignin in an aocompost environment: a review. *Bioresource Technology* 72, 169-183.

-W-

Wong J.W.C., Ma K.K., Fang K.M. et Cheung C. (1999). "Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong." *Bioresource Technology* 67(1): 43-46.

-Z-

Znaïdi I. (2002). Etude et évaluation du compostage de différents types de matières Organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes en Tunisie, p104.

Zurbrugg C. et Ahmed R. (1999). "Enhancing Community Motivation and Participation in Solid Waste Management." *SANDEC News* 4.

Annexe 1 : Le taux de levée de chêne liège

| Date/mélange | 7/4/13 | 10/4/13 | 14/4/13 | 17/4/13 | 21/4/13 | 24/4/13 | 28/4/13 | 2/5/13 |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| T0 | 3,75 | 11,66 | 36,25 | 54,16 | 69,17 | 76,25 | 78,75 | 79,58 |
| T1 | 17,5 | 29,16 | 48,75 | 57,08 | 61,67 | 66,25 | 70,83 | 71,66 |
| T2 | 17,5 | 30,42 | 54,17 | 60,42 | 66,25 | 69,17 | 73 | 79,17 |
| T3 | 16,67 | 29,58 | 60 | 66,67 | 73,33 | 76,67 | 79,58 | 80,83 |
| T4 | 16,67 | 29,58 | 60 | 71,67 | 81,25 | 84,58 | 86,25 | 87,5 |
| T5 | 15 | 28,33 | 60,42 | 67,92 | 80,42 | 82,92 | 87,17 | 85 |
| T6 | 17,08 | 37,5 | 67,5 | 74,58 | 79,17 | 80,03 | 82,5 | 84,17 |
| T7 | 14,17 | 32,08 | 55,83 | 66,67 | 69,17 | 72,5 | 74,58 | 79,17 |
| T8 | 17,08 | 34,17 | 55 | 71,67 | 76,67 | 78,75 | 79,58 | 81,25 |
| T9 | 17,9 | 19 | 49,17 | 57,92 | 63,33 | 66,25 | 69,58 | 72,08 |

Annexe 2 : Le taux de levée de pin pignon

| mélanges | 7/4/13 | 10/4/13 | 14/4/13 | 17/4/13 | 21/4/13 | 19/5/13 |
|----------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| T0 | 0,83 | 4,17 | 12,91 | 15 | 15,41 | 17,08 |
| T1 | 0 | 4,16 | 18,75 | 23,75 | 24,16 | 24,58 |
| T2 | 1,25 | 7,5 | 21,67 | 22,08 | 24,58 | 26,25 |
| T3 | 0,83 | 6,25 | 19,58 | 21,67 | 22,92 | 23,33 |
| T4 | 1,67 | 8,75 | 21,67 | 24,58 | 27,5 | 29,58 |
| T5 | 1,25 | 4,58 | 20,42 | 22,5 | 23,33 | 25,41 |
| T6 | 2,5 | 5,83 | 20,83 | 23,33 | 24,58 | 26,67 |
| T7 | 0,83 | 7,5 | 22,5 | 24,17 | 25,42 | 28,75 |
| T8 | 1,25 | 4,58 | 20,83 | 21,25 | 21,67 | 24,17 |
| T9 | 0,42 | 6,67 | 20 | 22,5 | 23,33 | 25,42 |

Annexe 3 : Moyennes des hauteurs, diamètre au collet et H/D de chêne liège**Mesure I : Le 2/05/2013**

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 14,05 | 16,70 | 15,12 | 15,78 | 14,22 | 15,23 | 17,29 | 14,65 | 16,43 | 13,33 |
| D | 2,07 | 2,12 | 2,14 | 2,16 | 2,40 | 2,66 | 2,22 | 2,13 | 2,29 | 2,12 |
| H/D | 6,79 | 7,88 | 7,06 | 7,30 | 5,92 | 5,72 | 7,79 | 6,88 | 7,17 | 6,29 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 11,80 | 15,01 | 14,64 | 13,48 | 13,85 | 14,49 | 14,81 | 13,81 | 13,36 | 16,01 |
| D | 2,22 | 1,67 | 2,26 | 1,87 | 2,47 | 2,56 | 2,32 | 2,17 | 2,36 | 2,5 |
| H/D | 5,31 | 8,99 | 6,48 | 7,21 | 5,61 | 5,66 | 6,38 | 6,36 | 5,55 | 6,40 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 12,14 | 12,74 | 13,17 | 14,03 | 12,30 | 13,3 | 14,91 | 13,16 | 12,80 | 12,62 |
| D | 2,19 | 2,29 | 2,47 | 2,24 | 2,30 | 2,45 | 2,41 | 2,39 | 2,39 | 2,32 |
| H/D | 5,54 | 5,56 | 5,33 | 6,26 | 5,35 | 5,43 | 6,18 | 5,80 | 5,42 | 5,44 |

Mesure II : Le 02/06/2013

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 16,87 | 21,87 | 18,8 | 20,25 | 18,36 | 17,81 | 21,85 | 17,8 | 18,46 | 16,69 |
| D | 3,04 | 3 | 2,78 | 3,25 | 3,17 | 3,49 | 3,48 | 2,91 | 3,21 | 3,10 |
| H/D | 5,55 | 7,29 | 6,76 | 6,23 | 5,79 | 5,10 | 6,28 | 6,12 | 5,75 | 5,38 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 14,55 | 18,33 | 17,67 | 17,26 | 16,27 | 17,77 | 17,43 | 16,75 | 15,55 | 18,35 |
| D | 2,83 | 3,21 | 2,84 | 3,06 | 2,93 | 2,90 | 3,22 | 2,93 | 2,90 | 3 |
| H/D | 5,14 | 5,71 | 6,22 | 5,64 | 5,55 | 6,13 | 5,41 | 5,72 | 5,36 | 6,12 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 13,72 | 16,07 | 16,32 | 17,5 | 15,7 | 15,6 | 18,25 | 15,5 | 14,37 | 14,64 |
| D | 2,63 | 3,08 | 2,97 | 2,95 | 2,93 | 3 | 2,87 | 2,94 | 3 | 2,84 |
| H/D | 5,30 | 6,07 | 6,16 | 5,93 | 5,57 | 5,48 | 6,02 | 5,70 | 5,3 | 5,55 |

Mesure III : Le 13/06/2013

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 17,58 | 24,03 | 21,01 | 22,31 | 20,38 | 21,42 | 25,03 | 18,78 | 19,03 | 17,82 |
| D | 3,24 | 4,71 | 3,2 | 3,65 | 3,31 | 3,59 | 3,69 | 3,46 | 3,36 | 3,3 |
| H/D | 5,42 | 5,10 | 6,56 | 6,11 | 6,16 | 5,96 | 6,78 | 5,43 | 5,66 | 5,4 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 15,35 | 19,82 | 19,21 | 18,26 | 18,04 | 20,13 | 18,49 | 17,95 | 16,3 | 19,83 |
| D | 3,19 | 3,54 | 3,31 | 3,36 | 3,31 | 3,34 | 3,45 | 3,35 | 3,15 | 3,39 |
| H/D | 4,81 | 5,6 | 5,80 | 5,43 | 5,45 | 6,03 | 5,36 | 5,36 | 5,17 | 5,72 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 14,55 | 17,67 | 17,50 | 19,81 | 17,75 | 17,02 | 19,7 | 16,77 | 17,19 | 15,87 |
| D | 2,83 | 3,19 | 3,15 | 3,32 | 3,11 | 3,08 | 3,17 | 3,11 | 3,47 | 3,12 |
| H/D | 5,14 | 5,54 | 5,55 | 5,97 | 5,71 | 5,52 | 6,21 | 5,39 | 4,95 | 5,08 |

Annexe 4 : Moyennes des hauteurs, diamètre au collet et H/D de pin pignon.**Mesure I: Le 13 /05/2013**

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 6,1 | 8,54 | 8,64 | 9,08 | 7,97 | 7,76 | 8,15 | 7,57 | 8,23 | 7,24 |
| D | 2,5 | 2,39 | 2,65 | 2,53 | 2,45 | 2,53 | 2,4 | 2,4 | 2,49 | 2,43 |
| H/D | 2,44 | 3,57 | 3,26 | 3,59 | 3,25 | 3,07 | 3,39 | 3,15 | 3,30 | 2,98 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 7,14 | 8,58 | 8,8 | 8,1 | 8,13 | 8,38 | 8,73 | 8 | 7,61 | 7,5 |
| D | 2,51 | 2,39 | 2,16 | 2,38 | 2,25 | 2,14 | 2,42 | 2,4 | 2,36 | 2,30 |
| H/D | 2,84 | 3,59 | 4,07 | 3,40 | 3,61 | 3,94 | 3,61 | 3,33 | 3,22 | 3,26 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 7,14 | 7,91 | 8,65 | 8,35 | 8,43 | 8,39 | 8,35 | 8,29 | 7,9 | 7,99 |
| D | 2,24 | 2,34 | 2,38 | 2,4 | 2,17 | 2,19 | 2,52 | 2,22 | 2,4 | 2,22 |
| H/D | 3,19 | 3,38 | 3,63 | 3,48 | 3,88 | 3,83 | 3,31 | 3,73 | 3,29 | 3,6 |

Mesure II : le 04/06/2013

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 8,38 | 13,35 | 14,1 | 12,87 | 12,8 | 11,2 | 12,08 | 11,14 | 11,45 | 10,95 |
| D | 2,55 | 2,55 | 2,56 | 2,7 | 2,5 | 2,8 | 2,53 | 2,6 | 2,71 | 2,53 |
| H/D | 3,28 | 5,23 | 5,51 | 4,76 | 5,12 | 4 | 4,77 | 4,28 | 4,22 | 4,33 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 8,96 | 13,01 | 13 | 13,2 | 12,3 | 12 | 12,19 | 12,5 | 11,45 | 11,1 |
| D | 2,7 | 2,54 | 2,56 | 2,54 | 2,36 | 2,38 | 2,54 | 2,51 | 2,5 | 2,45 |
| H/D | 3,32 | 5,12 | 5,07 | 5,2 | 5,21 | 5,04 | 4,8 | 5 | 4,58 | 4,53 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 8,87 | 11,67 | 12,45 | 13,15 | 12,42 | 12,13 | 13,55 | 12,55 | 12,3 | 11,2 |
| D | 2,39 | 2,40 | 2,56 | 2,47 | 2,27 | 2,28 | 2,6 | 2,27 | 2,47 | 2,5 |
| H/D | 3,44 | 5,07 | 4,86 | 5,09 | 5,27 | 4,79 | 4,93 | 4,94 | 4,59 | 4,45 |

Mesure III : Le 15 /06/2013

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 9,18 | 15,58 | 16,34 | 15,59 | 14,44 | 13,45 | 14,27 | 12,78 | 13,41 | 12,95 |
| D | 2,65 | 2,62 | 2,68 | 2,8 | 2,55 | 2,85 | 2,6 | 2,58 | 2,75 | 2,58 |
| H/D | 3,46 | 5,95 | 6,1 | 5,75 | 5,66 | 4,72 | 5,49 | 4,65 | 4,87 | 5,02 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 11,25 | 17,6 | 17,9 | 16,7 | 14,95 | 15,9 | 16,65 | 14,65 | 13,7 | 13,35 |
| D | 2,76 | 2,66 | 2,47 | 2,64 | 2,52 | 2,45 | 2,67 | 2,58 | 2,62 | 2,57 |
| H/D | 4,08 | 6,62 | 7,25 | 3,32 | 5,93 | 6,49 | 6,23 | 5,67 | 5,23 | 5,19 |

| paramètres | BLOCI | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| H | 9,52 | 14,48 | 17,58 | 17,7 | 14,65 | 14,33 | 17,25 | 14,8 | 15,1 | 13,13 |
| D | 2,44 | 2,49 | 2,65 | 2,59 | 2,43 | 2,47 | 2,72 | 2,42 | 2,53 | 2,54 |
| H/D | 3,90 | 5,81 | 6,63 | 6,83 | 6,03 | 5,80 | 6,34 | 6,11 | 5,96 | 5,17 |

Annexe 5 : Analyse de variance de chêne liège**Mesure I :****Hauteur**

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | SIGNIF |
|---------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 17.320 | 1.924 | 0.975 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 39.449 | 1.972 | | | |
| Var total | 29 | 56.761 | | | | |

Diamètre

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | SIGNIF |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 0.623 | 0.069 | 2.581 | 2.22 | S |
| Var résidi | 20 | 0.537 | 0.027 | | | |
| Var total | 29 | 1.160 | | | | |

H/D

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | SIGNIF |
|---------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 9.620 | 1.069 | 1.450 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 14.746 | 0.737 | | | |
| Var total | 29 | 24.36 | | | | |

Mesure II**Hauteur**

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|--------|------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 43.32 | 4.81 | 1.424 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 67.62 | 3.38 | | | |
| Var total | 29 | 110.95 | | | | |

Diamètre

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 0.364 | 0.040 | 1.185 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 0.682 | 0.034 | | | |
| Var total | 29 | 1.045 | | | | |

H/D

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 3.296 | 0.366 | 2.181 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 3.58 | 0.168 | | | |
| Var total | 29 | 6.654 | | | | |

Mesure III**Hauteur**

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|----|-----|------|--------|
| Var fact | 9 | | | | 2.22 | |
| Var résidi | 20 | | | | | |
| Var total | 29 | | | | | |

Diamètre

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|----|-----|------|--------|
| Var fact | 9 | | | | 2.22 | |
| Var résidi | 20 | | | | | |
| Var total | 29 | | | | | |

H/D

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|--------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 3.108 | 0.3345 | 2.248 | 2.22 | S |
| Var résidi | 20 | 2.918 | 0.154 | | | |
| Var total | 29 | 6.026 | | | | |

Annexe 7 : Analyse de variance de Pin pignon**Mesure I****Hauteur**

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 14.709 | 1.634 | 1.623 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 20.138 | 1.007 | | | |
| Var total | 29 | 34.847 | | | | |

Diamètre

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|---------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 0.0.097 | 0.011 | 0.577 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 0.019 | 0.019 | | | |
| Var total | 29 | | | | | |

H/D

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 1.583 | 0.176 | 2.039 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 1.725 | 0.086 | | | |
| Var total | 29 | 3.309 | | | | |

Mesure II**Hauteur**

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|--------|-------|--------|------|--------|
| Var fact | 9 | 45.655 | 5.073 | 14.441 | 2.22 | THS |
| Var résidi | 20 | 7.025 | 0.351 | | | |
| Var total | 29 | 52.680 | | | | |

Diamètre

| Source de Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 0.099 | 0.099 | 0.543 | 2.22 | NS |
| Var résidi | 20 | 0.403 | 0.403 | | | |
| Var total | 29 | 0.502 | 0.502 | | | |

H/D

| de Source Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 9.419 | 1.047 | 17.69 | 2.22 | HS |
| Var résidi | 20 | 1.183 | 0.059 | | | |
| Var total | 29 | 10.601 | | | | |

Mesure III**Hauteur**

| de Source Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|---------|--------|--------|------|--------|
| Var fact | 9 | 117.43 | 13.055 | 11.117 | 2.22 | HS |
| Var resi | 20 | 23.186 | 1.174 | | | |
| Var total | 29 | 140.979 | | | | |

Diamètre

| de Source Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|-------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 0.084 | 0.009 | 0.673 | 2.22 | NS |
| Var resi | 20 | 0.278 | 0.014 | | | |
| Var total | 29 | 0.362 | | | | |

H/D

| de Source Var | DDL | S.C.E | CM | F.F | F.T | Signif |
|---------------|-----|--------|-------|-------|------|--------|
| Var fact | 9 | 15.615 | 1.735 | 3.004 | 2.22 | S |
| Var resi | 20 | 11.553 | 0.578 | | | |
| Var total | 29 | 27.170 | | | | |

Annexe 8 : moyenne de gains de croissance de chêne liège

| Paramètre mélanges | Hauteur | | Diamètre | | H/D | |
|--------------------|---------|-------|----------|-------|------|-------|
| | H(cm) | % | D(mm) | % | H/D | % |
| T0 | 15,82 | / | 3,09 | / | 3,09 | / |
| T1 | 20,51 | 29,65 | 3,81 | 23,30 | 3,81 | 5,08 |
| T2 | 19,24 | 21,61 | 3,22 | 4,20 | 3,22 | 16,60 |
| T3 | 20,13 | 27,24 | 3,44 | 11,33 | 3,44 | 14,26 |
| T4 | 18,72 | 18,33 | 3,24 | 33,93 | 3,24 | 12,69 |
| T5 | 19,52 | 23,39 | 3,34 | 8,09 | 3,34 | 14,06 |
| T6 | 21,07 | 33,18 | 3,44 | 11,33 | 3,44 | 19,53 |
| T7 | 17,83 | 12,70 | 3,31 | 7,12 | 3,31 | 5,08 |
| T8 | 17,70 | 11,88 | 3,33 | 7,77 | 3,33 | 3,71 |
| T9 | 17,84 | 12,77 | 3,27 | 5,82 | 3,27 | 6,44 |

Annexe 9 : moyenne de gains de croissance en hauteur de pin pignon

| Paramètre mélanges | Hauteur | |
|-----------------------|---------|-------|
| | H(cm) | % |
| T0 | 9,98 | / |
| T1 | 15,88 | 59,12 |
| T2 | 17,27 | 73,05 |
| T3 | 16,66 | 66,93 |
| T4 | 14,68 | 47,09 |
| T5 | 14,56 | 45,89 |
| T6 | 16,06 | 60,92 |
| T7 | 14,08 | 41,08 |
| T8 | 14,07 | 40,98 |
| T9 | 13,14 | 31,66 |

Réalisé par :

Kebieche Nora
Lakehal Djahida

Les membres du jury :

Président: Mme. BENFRIDJA L.
Promoteur: Mr YOUNSI S.
Co- Promoteur: Mr. CHOUIAL M.
Examineur : Mr. SEBTI M.

THEME : EFFET DE L'UTILISATION D'UN COMPOST A BASE DE BRANCHAGE D'ACACIA CYANOPHYLLA LINDL. SUR LA GERMINATION ET LA LEVEE DES PLANTS FORESTIERS EN PEPINIERE**Résumé**

L'objectif de ce travail porte essentiellement sur l'étude des possibilités d'utilisation de compost à base d'*Acacia cyanophylla* comme substrats de culture pour la production de plants forestier, notamment le Chêne liège et de Pin pignon en pépinière hors-sol.

Neuf mélanges de compost d'*Acacia cyanophylla* Lindl avec granulés de liège et de sable d'oued ont été évalués en présence d'un mélange témoin de l'humus forestier (50 %) et granulés de liège (50%). Sur ces mélanges ont été élevés en pépinière des plants de Chêne liège et de Pin pignon pendant 88 jours dont le but de comparer les caractéristiques physico-chimiques des mélanges et la croissance des plants.

Les résultats obtenus sont encourageants, la croissance des plants produits dans ces mélanges à celle mesurée dans le mélange témoin composé de à base de compost a été supérieure l'humus forestier.

Mots clé : *Acacia cyanophylla*, Chêne liège, Pin pignon, compost, humus forestier, croissance, pépinière.

Summary

The objective of this work focuses on the study of the possibilities of using compost-based *Acacia cyanophylla* as culture substrates for the production of forest plants, including cork oak and stone pine nursery aboveground.

New compost mixtures *Acacia cyanophylla* Lindl with cork granules and wadi sand were evaluated in the presence of a witness to the forest humus (50%) and granulated cork (50%) mixture. Mixtures of these plants cork oak and stone pine were raised in the nursery for 88 days with the aim to compare the physicochemical characteristics of the mixtures and the growth of plants.

The results are encouraging, the growth of plants produced in these mixtures of compost was higher than that measured in the control mixture of forest humus.

Keywords: *Acacia cyanophylla*, Chêne liège, Pine pignon, compost, forest humus, growth, pépinière,

المخلص

الهدف من هذا العمل هو دراسة إمكانية استعمال السماد المكون من الاكاسيا سينوفيليا كركائز لإنتاج النباتات الغابية (البلوط الفليني، الصنوبر المظلي) في مشتل فوق الأرض. تسعة خلانط من سماد الاكاسيا مع حبيبات الفلين ورمل الواد تم تقييمهم من خلال مقارنة مع الخليط الشاهد المكون من دبال الغابات 50% و حبيبات الفلين 50%. بواسطة هذه الخلانط التسعة قمنا بتربية نباتات البلوط و الصنوبر لمدة 88 يوم بهدف مقارنة الخصائص الفيزيوكيميائية للخلانط النتائج المحصل عليها كانت مشجعة حيث نمو النباتات المنتجة في الخلانط احسن بكثير من المنتجة في الخليط الشاهد.

الكلمات المفتاحية: الاكاسيا سينوفيليا، البلوط الفليني، الصنوبر المظلي، السماد، دبال الغابات، نمو، مشتل فوق الارض.