

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université de Jijel

جامعة جيجل

جامعة محمد الصادق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة والحياة
المستتبة 1069
رقم الترخيص :



Eco. 13 / 07

Faculté des Sciences
Département d'Ecologie Végétale et Environnement

Mémoire

De Fin d'Etudes en Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur
d'Etat en Ecologie Végétale et Environnement

Option : Ecosystème Forestier

Thème

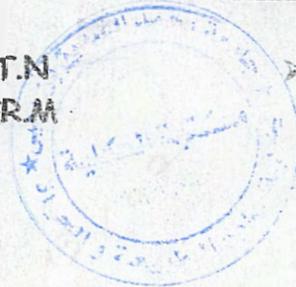


Membres de jury

- Président : MERIBAI-BOUGHLIT.N
- Examineur : BEN ABD ELKADER.M
- Encadreur : ROULA.S

Présenté par :

M^{me} : SMATI Farat



Promotion : Septembre 2007

Remerciement

Louange à dieu qui nous à donné du courage et de la volonté

D'avoir réussit dans nos étude.

Nous tenons à remercier l'encadreur Mr Roula Salah Eddine
qui nous a proposé ce sujet de recherche et qui a été encadré et soutenu par
ses conseil, sa compréhension, ses encouragements.

Nous remercions vivement les membres de jury d'avoir accepter De consacrer
une partie de leur temps à l'examen de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier le service du L.I.N.R.F (institut nationale
de recherche forestier)

Nous tenons également à remercier le service de la pépinière de sidi
merouanne

A les enseignent de la facultés des science, département de l'Ecologie
et l'environnement et surtout Mr BOULDJADRI.

A la promotion des écosystème forestiers et pathologie des écosystème 2007

Enfin, nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribués
de prés Ou de loin au bon déroulement de ce travail.

Farah

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE I : Généralités sur la pépinière	
I.1. Introduction.....	5
I.2. Choix de site de la pépinière.....	5
I.3. Conception de la pépinière.....	6
I.3.1. Taille de la pépinière.....	8
I.3.2. Approvisionnement en eau de la pépinière.....	9
I.4. Collecte manutention, stockage et prétraitement des semences.....	10
I.4.1. Qualité des semences.....	10
I.4.2. Récolte des semences.....	10
I.4.3. Extraction des graines.....	11
I.4.4. Séchage des semences.....	11
I.4.5. Stockage des semences.....	11
I.4.6. Viabilité des semences.....	12
I.4.7. Nombre des graines par unité »de poids.....	12
I.5. Production de plants.....	13
I.5.1 Mélange de terre en pépinière.....	13
I.5.2. Traitement de la terre de la pépinière.....	13
I.5.3. Remplissage – dimension des pots	13
I.5.4. Prétraitement des semences.....	15
I.5.5. Semis des graines.....	17
I.5.6. Arrosage des plants dans la pépinière.....	18
I.5.7. Dépiquage des plants	18
I.5.8. Entretien du matériel de reproduction en pépinière.....	18
I.5.9. Reproduction végétatif.....	20
I.5.10. Dimension et qualités de matériels de plantation	20
I.5.11. Préparation des plantes pour le site de plantation.....	21

I.5.12. Transport des plants sur le site de plantation.....	21
I.5.13. Organisation de production de plants.....	22
I.6. L'irrigation	23
I.6.1. Fréquence et volume des arrosages.....	23
I.7. Contrôle phytosanitaire en pépinière.....	24
I.7.1. Les organisme et facteur nuisible a surveillé.....	25
I.7.2. Recommandation et stratégie de lutte	26
I.7.3. Les conteneur.....	27
I.8. La mycorhisation.....	31

CHAPITRE II : Substrat de culture et conteneurs

II.1. Définition d'un substrat de culture.....	35
II.2. Problèmes lies a l'utilisation des substrats.....	35
II.3. Différent types de substrats de culture.....	36
II.3.1. Matériaux organique.....	36
II.3.1.1. Matériaux organique naturels.....	36
II.3.1.1.1. Les Tourbes.....	36
II.3.1.1.2. Les écorce.....	37
II.3.1.1.3. Déchet cellulo-ligneux.....	38
II.3.1.2. Matériaux organique d'origine urbain.....	39
II.3.2. Matériau minéraux.....	40
II.3.2.1. Matériaux minéraux naturels.....	40
II.3.2.1.1. Sables et graviers.....	40
2.1.2. Les terre.....	40
2.1.3. Pouzzolanes.....	40
2.1.4. Tufs volcaniques traités.....	40
II.3.2.2. Matériau minéraux traité.....	41
2.2.1. La vermiculite.....	41
2.2.2. Argile expansée.....	41

2.2.3. La perlite.....	41
II.4. Qualités requise pour substrat de culture.....	41
II.4.1. Du point de vue physique.....	42
II.4.1.1. La porosité totale.....	42
II.4.1.2. Disponibilité en eau et rétention en eau à PF contrôlé.....	42
II.4.1.3. Teneur en air.....	43
II.4.1.4 Perméabilité.....	43
II.4.1.5. Pouvoir de ré humectation	43
II.4.2. De point de vue chimique.....	43
II.4.2.1. Le pH.....	43
II.4.2.2. La salinité.....	44
II.4.2.3. Capacité des échange cationique	44
II.4.2.4. Rapport C/N et la stabilité chimique.....	46
II.4.3. De point de vue chimique	47
II.5. Nécessité des mélanges en pépinière.....	47
II.6. Techniques d'élevage des plantes en pépinière.....	49
II.6.1. Les plants A racines nues.....	49
II.6.2. Les plants en conteneur.....	49
II.6.3. Différents type de conteneur.....	49
II.6.4. Qualités recherché d'un récipient de culture.....	50
II.6.5. Avantages et inconvénients des conteneurs.....	52

CHAPITRE III : Traitement et conservation des graines

III.1. Généralité.....	54
III.1.1. Le graine.....	54
III.1.2. Conservation des graines.....	54
III.1.3. Les facteurs qui influent sur la production des graines.....	56
III.1.4. Les facteurs de croissance et état de santé.....	56

III.2.1. Importance de choix de porte-graine	57
III.2.2. Sélection de peuplement	58
III.2.3. Epoque et signe de maturité.....	59
III.2.4. Méthodes, Etapes, et matériels de récolte.....	61
III.2.4.1. Méthode.....	61
III.2.4.2. Etapes.....	61
III.2.4.3. Matériels	62
III.2.5. Difficulté de l'opération de récolte.....	62
III.2.6. Traitement et conservation des graines.....	63
III.2.7. Qualité des graines.....	66
Conclusion.....	71

DEUXIEME PARTIE : Enquête sur les pépinières

Enquête N°01	73
I. Partie pratique.....	73
I.1. Présentation de la zone d'étude.....	73
I.1.1. Localisation.....	73
I.1.2. Le climat	73
II. Résultats des analyses.....	77
II.1. Résultats des analyses chimiques.....	77
III. Partie théorique.....	77
III.1. Situation par rapport a la zone de reboisement.....	79
III.2. Main d'œuvre	79
III.3. Plan de masse de la pépinière.....	79
III.4. Système d'irrigation.....	79
III.5. Production des plants et semis.....	80
III.6. Préparation de sol pour les semis et le repiquage.....	80
Conclusion.....	85
Enquête N°02.....	86

I.1. Généralité sur la pépinière.....	86
I.2. La production des plants de semis.....	87
I.3. Façonnage des plantes.....	87
I.4. Fertilisants.....	87
I.5. Problème rencontré.....	88
Conclusion.....	88
Conclusion Général.....	91

Liste des Tableaux

Tableau N° 01 : Les symptômes sur la plante par l'insuffisance ou l'excès d'éléments nutritifs (page : 31-34).

Tableau N° 02 : Composition et caractéristiques des écorces (page38).

Tableau N° 03 : Exemple de capacité d'échange cationique de base pour substrats (page45).

Tableau N° 04 : Comparaison des qualités et des défauts des substrats (organiques et inertes) (page47).

Tableau N° 05 : Les différents constituants des graines (page54).

Tableau N° 06 : Caractéristiques de la fructification des principales essences forestières (page57).

Tableau N° 07 : Le nombre de graines dans un kg des principales espèces forestières ($\pm 10\%$) (page68).

Tableau N° 08 : Répartition mensuelle des pluies au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006 (page73).

Tableau N° 09 : Répartition des températures mensuelles au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006 (page74).

Tableau N° 10 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 (page75).

Tableau N° 11 : Norme d'interprétation de conductivité électrique (page77).

Tableau N° 12 : Norme d'interprétation de matière organique (page78).

Tableau N° 13 : Norme d'interprétation de calcaire total (page78).

Tableau N° 14 : Analyse chimique de sol (1) +(2) (page78).

Tableau N° 15 : Nature de plantes produit (page80).

Liste des figures

- Figure 01** : Schéma d'une pépinière (page 07)
- Figure 02** : Rapport entre le diamètre des conteneurs et la surface de la pépinière (page 08)
- Figure 03** : Séchage et stockage des semences (page12)
- Figure 04** : Rapport entre le diamètre des conteneurs et leur hauteur et le volume de terre (page14)
- Figure 05** : Inoculation des graines dans le sol (page 16)
- Figure 06** : Système d'irrigation en pépinière (page 23)
- Figure 07** : Déformation racinaires sur des arbres âgés de 5 ans (page 27)
- Figure 08** : Production de plants de semis dans les pépinières page (page 72)
- Figure 09** : Répartition mensuelle des pluies au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006 (page74)
- Figure 10** : Répartition mensuelle des températures au niveau de la Wilaya de Jijel 1997-2006 (page75)
- Figure 11** : Moyenne mensuelle de l'humidité relative au niveau de la Wilaya de Jijel de1997-2006 (page 76)
- Figure 12** : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (page 76)
- Figure 13** : Installation des conteneurs (page 84)
- Figure14** : Fonte de semis (pépinière privés) (page89)
- Figure 15** : Les fertilisants (pépinière privés) (page 89)
- Figure16** : Puits (pépinière privés) (page 90)
- Figure 17** : Façonnage des planches (pépinière privés) (page90)

Introduction

La forêt est la fidele servante de l'homme, elle est par tout considéré comme une richesse naturelle, elle renferme de milliers d'espèces végétales, est animales, dont chacun joue un rôle plus ou moins important dans le maintien de l'équilibre de l'environnement, ainsi de part sa masse, son mode de croissance, l'arbre dans la forêt exerce une action puissante capable de modifier le climat général, d'édifier à partir de substrat géologique de sol de structure particulier et par suite de créer un milieu profondément différent par son climat et son milieu qui serai défini par les seuls données climatique et géologique général de la région considérée.

En Algérie la forêt revêt un caractère particulièrement important car elle constituée un élément essentiel de l'équilibre physique, climatique et socio-économique des régions rurales en particulier, et du pays en général.

Les principaux problèmes qui se posent à l'homme l'utilisation des forêts, qui sont de plusieurs sorte, les problèmes de la sylviculture restent posés et se basent sur :

- Le maintien de l'intégrité des peuplements forestiers (forêt de protection et réserve géologique), qui excluent en général toutes exploitations.
- La production de matière première (bois, liège, résine et divers extraits...) qui implique l'abattage d'arbre.

Dans tous les cas la régénération de peuplement, demeure indispensable soit en favorisant l'installation et le développement de semis naturels à partir des grains, soit par plantation de jeunes sujets élèves en pépinière soit par le semis en place.

Chaque année, les reboisements en Algérie nécessitent plus de 7 millions de plants qui doivent présenter des caractéristiques répondant aux exigences de chaque étage bioclimatique.

La régénération par semis naturel de l'espèce et déficiente en raison de l'absence de traitement sylvicoles par conséquence les reboisements à font généralement défaut suite à la non maitrise des technique d'élevage des plantes en pépinière (BELABBAS, 1996).

Les rendements obtenus jusqu'à présent en matière de reprise et de croissance de reboisement sont irréguliers, cette irrégularité est due :

- Au manque de connaissance des milieux constitutifs des terrains à reboisés qui entrain un mauvais choix des impacts et des essences de reboisement.
- A la coordination insuffisante entre la production des plantes, leur transport, et leur mise en place, aggravé par la manutention individuelle des plantes en conteneur.

- La présence insuffisante au niveau du contrôle, de l'encadrement technique.
- La qualité défectueuse des plantes produit en pépinière liée aux mauvaises techniques culturales.

La production des plants forestiers dans les pépinières forestières a commencé tout d'abord avec le mode de production des plants à racines nues. Ce mode de production a été pratiqué généralement dans les pépinières volantes pour répondre uniquement aux besoins des programmes de reboisement prospectifs à moyen terme. Ces pépinières restent fonctionnelles généralement pour une durée de 3 à 5 ans. En plus de l'irrégularité des précipitations et de la sévérité de la saison sèche, les forestiers se sont rendu compte que l'utilisation des plants à racines nues ne peut être retenue comme technique de production à grande échelle à cause des exigences en matière de production, de conservation et du maintien de la qualité des plants durant les différentes opérations (transport, stockage en site de reboisement, manutention...etc.). Par exemple, en zone méditerranéenne, les températures relativement élevées durant certaines journées de plantation peuvent aggraver les dommages subis par le système racinaire des plants à racines nues lors de ces différentes opérations. En effet, une exposition des plants à racines nues au soleil pour une durée de 10 minutes peut entraîner une diminution du taux de survie de 20 %, et un ralentissement de la croissance de 75 % au bout de 5 ans. En Oregon, état de l'Ouest des États-Unis, où le climat est presque similaire à celui de la région méditerranéenne, l'exposition des plants à racines nues de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco lors d'un été sec a entraîné une diminution du taux de leur survie en site de plantation. Malgré l'importance du mode de production des plants à racines nues à l'échelle mondiale, en Afrique du Nord, ce mode a été remplacé vers les années 50 par les pots en argile cuite, les mottes moulées et le sachet de polyéthylène.

Les pots en argile cuite ont été utilisés jusqu'au début des années 60 pour assurer une bonne partie de la production des plants au Maroc et en Tunisie cette technique de culture des plants en pots d'argile cuite comporte plusieurs inconvénients majeurs à savoir le coût des pots, le volume limité de croissance des racines, la formation du chignon et la fragilité des pots durant leur manutention. Lorsque les racines traversent le trou du pot, l'ouvrier est obligé de secouer le pot pour extirper le plant entraînant ainsi une désagrégation de la motte.

La production des plants en motte moulée reste un mode de production unique au Maroc, utilisé depuis 1950, dans les pépinières forestières. La moitié de la production actuelle au Maroc, en plants forestiers, est assurée par cette technique. Les mottes sont constituées par un mélange spécifique (sable, argile, paille et fumier) et façonnées par des presse-mottes),

après nivellement, les mottes sont alignées sur les planches et ne sont jamais enfouies afin d'éviter l'asphyxie des racines. Les alvéoles sont par la suite remplies avec du sable ou du terreau de charbonnière très fin avant de semer les graines. Ces mottes ont un inconvénient majeur, à savoir la croissance des racines à travers plusieurs mottes et leur poids énorme lors du transport. Lors de l'enlèvement et de l'individualisation de ces plants, l'effritement des mottes rend les racines plus exposées aux différents stress abiotiques et biotiques. Cette technique reste attrayante lorsqu'on compare les modes de production en termes de coûts de production.

En revanche, jusqu'à présent, les calculs des coûts de production des plants forestiers ne tiennent pas compte de la qualité des plants, des dépenses engendrées lors des regarnis et du gain de productivité induit par l'utilisation des plants de meilleure qualité en site de reboisement.

Ces modes de production ont cédé la place au sachet de polyéthylène perforé dont l'utilisation à grande échelle dans les pépinières a commencé vers les années 60 et est actuellement le mode de production le plus utilisé au monde. Les dimensions du sachet sont déterminées par la disponibilité sur le marché et le système racinaire de l'essence à produire.

Dans la majorité des pays, les sachets de polyéthylène sont placés dans des planches creusées en contact direct avec le sol, en absence de tout système de drainage, ce qui accentue les problèmes d'accumulation d'eau (hydromorphie), et d'asphyxie des racines lors des pluies torrentielles ou des arrosages excessifs. L'hydromorphie prolongée peut engendrer des pertes importantes de plants forestiers. Ce système de culture favorise aussi le développement et la persistance des mauvaises herbes, malgré le désherbage, manuel ou chimique. Pour pallier ces problèmes, certaines pépinières ont opté pour la construction de planches cimentées en vue d'assurer un bon drainage et de limiter l'envahissement des plants forestiers par les mauvaises herbes.

Des efforts ont été déployés en vue de corriger le problème de cernage racinaire et celui des déformations racinaires. Plusieurs types de conteneurs ou de récipients (forme, nombre et volume des alvéoles) ont été testés dans certaines pépinières marocaines à titre expérimental ou utilisés à grande échelle dans des pépinières pilotes en Tunisie.

Contrairement au sachet non recyclable et non biodégradable, les conteneurs sont réutilisables et ont une espérance de vie qui peut dépasser 10 ans. La forme de ces conteneurs leur permet de s'emboîter les uns dans les autres, ce qui diminue l'espace d'entreposage.

Malheureusement, ces améliorations ne peuvent pas assurer un changement appréciable de la qualité des plants, étant donné qu'elles restent limitées à une seule étape de la filière de production. Une telle qualité ne peut être atteinte que si l'investissement est global, permettant de transformer les pépinières conventionnelles en pépinières modernes.

Donc la technique de production employée dans nos pépinières est traditionnelle elle provoque des déformations et mutilation des racines, dont les conséquences sont fatales et dramatique, le plant doit disposer de l'intégralité d'un système racinaire non déformé, se ci permis par une culture en sol.

Donc notre travail s'inscrit dans le cadre d'une enquête sur terrain sur les pépinières forestières (pépinière expérimentale de l'institut nationale des recherches forestières de Kissir, et la pépinière privée de monsieur Sahali Abd El azziz à Tassoust).

Nous commençons notre travail par une étude bibliographique, puis une deuxième partie enquête sur terrain et fin une conclusion et recommandations.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

- CHAPITRE I : Généralité sur la pépinière
- CHAPITRE II : Substrat de culture et
conteneur
- CHAPITRE III : Traitement et conservation
des graines

PREMIER CHAPITRE

Généralité sur la pépinière

Chapitre I : Généralité sur la pépinière.

I.1. Introduction :

Les pépinières sont des lieux où l'on fait pousser des plantules pour les replanter ensuite. Les jeunes plants y sont soignés depuis le semis de façon qu'ils deviennent capables de supporter les conditions difficiles qu'ils rencontreront plus tard sur le terrain. Qu'il s'agisse d'espèces locales ou introduites, on constate que les plants de pépinières survivent mieux que les graines semées directement en place ou par régénération naturelle. C'est pourquoi ce sont les plants de pépinières qui servent de matériel pour les plantations, qu'il s'agisse de plantations de production, de protection ou d'agrément. (FAO, 1963)

Il y a deux types de pépinières:

- ❖ Les pépinières temporaires qui sont implantées sur le site même de plantation ou dans son voisinage. Lorsque les plants destinés à la plantation ont atteint la taille voulue, la pépinière est intégrée au site planté. On appelle parfois ce type de pépinière des « pépinières volantes».
- ❖ Les pépinières permanentes qui peuvent être grandes ou petites selon l'objectif et le nombre de plantules cultivées chaque année. Les petites pépinières contiennent moins de 100 000 plants à la fois, tandis que les grandes pépinières en contiennent plus. Dans tous les cas, les pépinières permanentes doivent être bien conçues, implantées dans un site approprié avec un approvisionnement en eau suffisant.

La production de plantules est une dépense majeure du boisement et il faut faire le maximum pour produire des plants de bonne qualité pour un coût raisonnable. Pour cela, il est indispensable de maîtriser les techniques de pépinière. Nous passerons en revue dans ce chapitre les diverses opérations qu'implique la production de plants. (FAO, 1963).

I. 2. Choix du site de la pépinière :

Pour choisir le site de la pépinière, il faut se poser quatre questions:

A. Quel est le type de pépinière prévu.

Temporaire ou permanente?

B. Quel est la dimension de la pépinière?

Est-ce une grande pépinière qui produira 100 000 plants par an ou plus ou est-ce une petite pépinière d'une capacité de 50 000 plants par an ou moins?

C. Demande de plants : Quelle est l'importance de la demande de plants? Par exemple, une pépinière entourée de plusieurs projets de développement peut avoir à produire de grandes quantités de plants différents chaque année, tandis qu'une pépinière destinée à de petits bois communautaires pourra se contenter d'une faible production annuelle de plants.

D. Transport ou distance de la pépinière aux lieux où les plants sont demandés.

Une fois qu'on aura répondu à ces questions, la pépinière sera implantée là où:

- il y a une bonne source d'approvisionnement en eau, c'est-à-dire près d'une rivière ou d'un puits. L'eau étant capitale pour la pépinière, c'est là un facteur déterminant;
- il y a une source de bonne terre; la terre est volumineuse et il en faut de grandes quantités. Le sol du site doit être au moins exempt de salinité et d'alcalinité;
- en outre, le site doit être bien drainé de façon à éviter la saturation en eau et à être suffisamment protégé contre les risques d'inondation;
- la pépinière est abritée des vents dominants: les sites naturellement protégés par la végétation ou toute autre formation seront préférés aux sites exposés. Si le site est exposé, il faut le protéger artificiellement;
- le site doit disposer de bonnes routes d'accès aux lieux où les plants sont demandés. Cela permettra aux plants d'atteindre le site de plantation en bon état. Les mauvaises routes et les longs trajets réduisent beaucoup la survie des plants;
- la pépinière doit être implantée là où il y a de la main-d'œuvre ou bien où on peut en trouver facilement et la loger. Le travail de pépinière est un travail à forte intensité de main-d'œuvre et si l'on implante les pépinières loin des centres d'habitation, ce sera très coûteux. (FAO, 1963).

L3. Conception de la pépinière :

Une fois déterminés le site et la dimension de la pépinière, le site est soigneusement nivelé, clôturé et abrité des vents dominants.

La pépinière doit être bien conçue. Elle est divisée en un certain nombre de blocs qui sont reliés par des voies adéquates. On désigne en général ces blocs par des lettres: A, B, C, etc. ou par des chiffres romains: bloc I, bloc II, bloc III, etc. Les voies qui relient les blocs entre eux doivent être suffisamment larges pour permettre le chargement et le déchargement et comporter un espace d'une largeur minimum de 5 mètres pour faire demi-tour.

I.3.2 Approvisionnement en eau de la pépinière :

Deux aspects sont importants: (a) la qualité de l'eau et (b) les besoins journaliers en eau.

Qualité de l'eau : Elle doit être légèrement acide, avec un pH inférieur à 7, moins de 550 parties/million de sels dissous et une conductivité inférieure à 0,8 mho/cm. En général, assez douce et limpide.

Quantité d'eau : Une quantité suffisante d'eau de la qualité indiquée plus haut doit être fournie journalièrement à la pépinière.

La quantité d'eau appliquée (à un moment quelconque) variera en fonction des conditions météorologiques, de la vitesse d'infiltration dans le sol et de la taille du plant. En période de germination, un arrosage "léger" et fréquent est nécessaire pour maintenir les planches de semis humides mais non saturées. À mesure que les plants grandissent, la quantité totale d'eau appliquée est augmentée et la fréquence d'application est réduite.

A titre d'indication de la quantité d'eau à appliquer en un mois, on peut faire le calcul suivant:

Quantité d'eau = facteur de déperdition d'eau x E x surface des planches de semis

Où:

Facteur de déperdition d'eau = valeurs entre 1,2 et 1,4, avec une moyenne de 1,3

E = évaporation mensuelle.

Par exemple, si l'on suppose un facteur de déperdition d'eau de 1,3, pour une évapotranspiration (E) mensuelle de 0,2 mètre et une surface de planches de semis de 10 000 mètres carrés, les besoins en eau pour un mois s'élèvent à:

Quantité d'eau = $1,3 \times 0,2 \times 10\,000 = 2\,600$ mètres cubes.

L'arrosage peut se faire soit à la main soit par irrigation. L'arrosage à la main avec des arrosoirs, des tuyaux munis de lance ou des pulvérisateurs à dos sont des méthodes utilisées par les petites pépinières. Pour arroser les conteneurs ou les planches de semis: il est indispensable que les gouttelettes soient très fines. Sinon, on risque de faire ressortir les graines ou d'emporter la couche qui les couvre et de former une croûte à la surface du sol. C'est pourquoi l'arrosage à la main des planches se fait couramment à l'aide d'un arrosoir de jardinier ou d'un pulvérisateur à pression à dos muni d'une lance à ajustage fin produisant un brouillard. (VERMEIREN, 1980).

I. 4. Collecte, manutention, stockage et prétraitement des semences :**I. 4.1 Qualité des semences :**

Les semences sont soit récoltées par le forestier, soit obtenues à partir d'une bonne source nationale ou étrangère de semences. Dans ce dernier cas, la semence doit être de bonne qualité:

- elle doit être exempte de poussière, de débris et de balle;
- elle doit être exempte de parasites et d'agents pathogènes;
- elle doit avoir un fort pourcentage de germination;
- elle doit être accompagnée d'une note indiquant le nom scientifique de l'espèce, le lieu et la date de récolte, le nombre de semences/poids unitaire et si un traitement a été appliqué. (FAO, 1978).

I. 4.2 Récolte des semences :

Pour assurer une bonne qualité de la semence, la récolte des fruits doit être effectuée à partir d'arbres qui possèdent les caractéristiques souhaitables. Ces arbres sont marqués et leur emplacement reporté sur une carte.

La phénologie de ces arbres doit être observée pour savoir quand ils fleurissent, quand ils viennent à fruit et quand les fruits sont mûrs. Ont-ils des fruits tous les ans, tous les deux ans? Y a-t-il des facteurs qui influent sur la production de fruits, par exemple la sécheresse, la défoliation par les insectes, etc.?

Nature des fruits: déhiscent ou intacts. Restent-ils sur l'arbre ou tombent-ils au sol?

Risques encourus par les fruits: récolte par les hommes ou par des animaux, attaque par des insectes ou des agents pathogènes, emport par le vent?

Moment et méthode de récolte: les fruits bien développés et mûrs contiennent de bonnes graines. Le moment où il faut les récolter est donc lorsqu'ils sont parfaitement mûrs.

On peut récolter les fruits sur l'arbre soit en battant l'arbre avec un bâton, soit en secouant la frondaison avec un long crochet, soit en y grimant.

Certains fruits tombent sur le sol où ils sont récoltés. Dans ce cas, il faut nettoyer l'emplacement à l'avance.

I.5. Production de plants

La production de plants implique de nombreuses opérations. Les principales sont décrites ci-dessous:

I. 5.1 Mélange de terres en pépinière :

La terre d'empotage en pépinière doit présenter les caractéristiques suivantes:

- Elle doit être légère ;
- Elle doit présenter une cohésion suffisante ;
- Elle doit avoir une bonne capacité de rétention d'eau ;
- Elle doit comporter une quantité importante de matières organiques ;
- Elle doit être assez fertile ou rendue telle par l'addition de 2 kg de NPK/m³ de terre.

Dans la majorité des pays à climat aride, un mélange d'une partie de sable, une partie d'argile et une partie de fumier animal doit convenir. On l'appelle le mélange 1:1:1. Dans la région du Sahel, le mélange est constitué d'une partie de sable, une partie de fumier et deux parties de terre. Si l'on dispose de limon de rivière, on peut l'utiliser directement (FAO, 1978).

I. 5.2 Traitement de la terre de la pépinière :

La terre d'empotage doit être acide (pH6). S'il se trouve qu'elle soit alcaline, on peut l'acidifier à l'aide d'une solution d'acide sulfurique à 2 pour cent. Il faut parfois stériliser la terre de la pépinière contre les agents pathogènes à l'aide d'une solution à 40 pour cent de formaldéhyde appliquée au taux de 80 cc pour 5 litres d'eau 7 à 10 jours avant de semer. La fumigation du sol est également un traitement contre les champignons à l'aide de bromure de méthyle gazeux (FAO, 1978).

I. 5.3 Remplissage/dimension des pots :

On utilise maintenant pour faire pousser les plants en pépinière des pots en polyéthylène de différentes tailles, ce qui n'empêche pas d'utiliser d'autres conteneurs tels que caissettes, demi-boîtes métalliques, pots en terre, etc. On remplit les pots de terre de pépinière en les secouant et en les tapant régulièrement de façon qu'il ne se crée pas de vides. On laisse

un petit espace sur le dessus et on range les pots les uns à côté des autres sur les planches de la pépinière.

Il est très important de déterminer la dimension des pots parce que les grands pots nécessitent plus de terre et beaucoup de main-d'œuvre pour les remplir et les transporter. Ils occupent beaucoup de place dans la pépinière et demandent plus d'eau que les petits pots. Mais ils produisent des plants de grande dimension en peu de temps. La règle générale est que « plus le site de plantation est difficile, plus le pot doit être grand ».

La quantité de terre nécessaire pour un travail de pépinière à base de conteneurs est directement liée à la taille des conteneurs utilisés. Le rapport entre le diamètre des conteneurs (de 5 à 15 centimètres) et leur hauteur (15, 20 et 25 centimètres) et le volume de terre (en mètres cubes). La comparaison entre les plus petits conteneurs (diamètre 5 centimètres, hauteur 15 centimètres) et les plus grands (diamètre 15 centimètres, hauteur 25 centimètres) est très éloquente. Pour remplir 100 000 petits conteneurs, il faut 28 mètres cubes de terre; pour 100 000 des plus grands conteneurs, il faut 442 mètres cubes de terre, soit 16 fois plus (FAO, 1978).

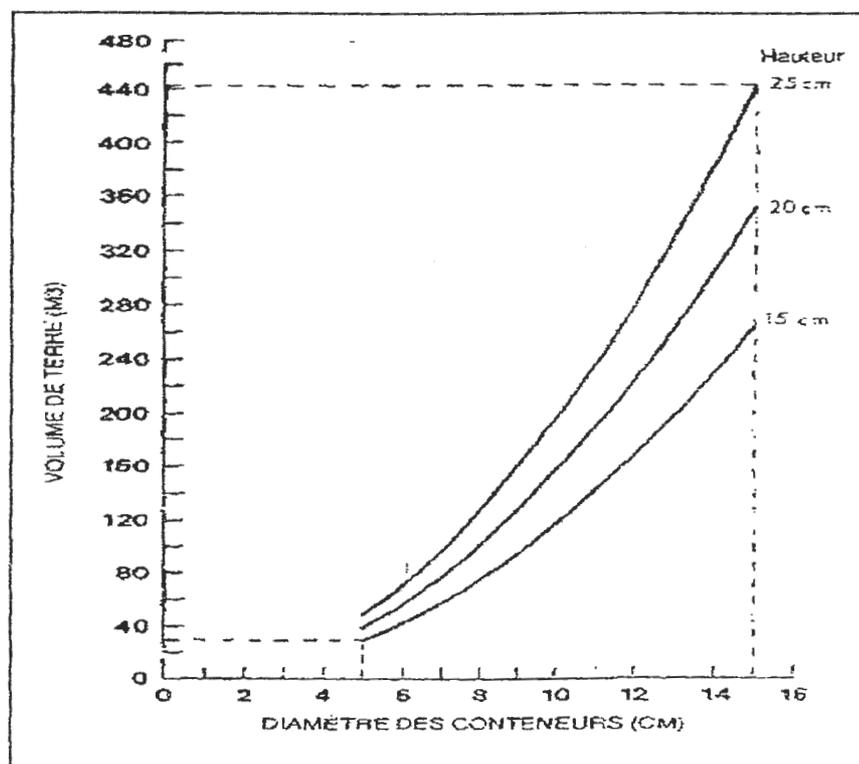


Fig. 04 : Rapport entre le diamètre des conteneurs et leur hauteur et le volume de terre.

conditionner pour la plantation sur le site. Ce traitement est appelé l'endurcissement. Les plants vont prendre une couleur vert foncé et un air plus sain qu'à l'ombre de la pépinière (BOUNDAOUI, 2005).

I. 5.9 Reproduction végétative :

Tous les arbres et arbustes utilisés dans les programmes de plantation ne sont pas produits à partir de semences. Les essences dont la multiplication par semences est difficile peuvent souvent être multipliées par reproduction végétative. On obtient ainsi des stumps, des boutures et des sets.

Le terme "stump" s'applique aux produits de pépinière d'espèces à larges feuilles qui ont subi un habillage sévère des racines et un rabattage non moins sévère de la pousse. On rabat en général la pousse à 2 centimètres et la racine à environ 22 centimètres. La plantation de stumps convient pour les espèces à racine pivotante dominante. Ces plants sont souvent utilisés dans les plantations de stabilisation des dunes de sable. On les couvre en général de sacs humides ou de couches de larges feuilles pendant le transport jusqu'au site de plantation.

On utilise aussi couramment les boutures et les sets. Une "bouture" est un court segment coupé d'une jeune tige ou branche vivante aux fins de multiplication; une bouture produit une plante complète lorsqu'elle est plantée en place. Une bouture enracinée est une bouture qui a été enracinée en pépinière avant d'être plantée en place. Les "sets" sont de longues boutures de tiges relativement minces ou des branches entières (FAO, 1978).

I. 5.10 Dimension et qualité du matériel de plantation :

La gamme de ce que l'on considère comme la dimension souhaitée des plants d'arbres ou d'arbustes à planter est considérable. La dimension optimum varie selon que des plants sont à racine nue ou en conteneurs; selon l'essence à planter et selon les caractéristiques du site de plantation.

D'une façon générale, on admet que les plants présentant un coefficient système racinaire/système foliacé bien proportionné constituent un bon matériel de plantation mais il est difficile de définir quel est le coefficient "optimum". Un coefficient basé sur le poids pourrait donner une mesure plus précise de l'équilibre. Le diamètre et la hauteur de la tige sont d'autres critères d'évaluation du matériel de plantation qui pourraient permettre de fixer

des seuils acceptables. L'expérience montre que le matériel de taille moyenne, entre 15 et 40 centimètres, avec un collet ligneux, a un meilleur taux de survie que les plants plus petits.

La taille maximum pour le matériel de plantation en pot est surtout déterminée par la dimension du conteneur. Plus celui-ci est grand, plus le plant qui peut y être cultivé peut être grand; mais la période de croissance est limitée à celle où les racines ne rencontrent pas de limitations nuisibles. Des plants trop grands risquent d'être déchaussés ou abattus par le vent et le développement de leurs racines risque d'être insuffisant pour répondre à la forte demande de transpiration d'une cime importante (FAO, 1978).

I. 5.11 Préparation des plants pour le site de plantation :

On commence par trier les plants de taille plantable. Ce tri dépend dans une large mesure de l'expérience locale et de la fixation de normes locales. Les principaux objectifs d'un système de tri du matériel de plantation sont les suivants:

- éliminer les rebuts, les plants dont la tête ou les racines sont endommagées ou malades;
- éliminer les plants qui n'atteignent pas les normes minimums de taille et de développement racinaire;
- classer les plants qui dépassent les normes minimums en deux ou plusieurs catégories de qualités (FAO, 1978).

I. 5.12 Transport des plants sur le site de plantation :

L'emballage des plants élevés en conteneur présente peu de problèmes. Ils sont simplement placés sur des plateaux et chargés sur des véhicules. On peut utiliser pour transporter les plants en conteneurs les caissettes métalliques de la pépinière. On utilise parfois des plateaux en bois mais ceux-ci sont lourds.

Les plants sont souvent endommagés pendant le transport jusqu'au site de plantation. Il faut donc faire attention d'éviter une mauvaise manutention au moment du chargement et du déchargement des véhicules. On oublie souvent que les plants doivent être protégés pendant le transport, car le courant d'air peut les dessécher. Il importe également de bien serrer les conteneurs de façon à les empêcher de bouger. On peut ajouter à la plate-forme du véhicule

des étagères spéciales pour placer les pots ou les caissettes (chaque couche de caissettes étant placée sur une étagère, et les étagères étant placées 50 centimètres les unes au-dessus des autres). Lorsque c'est possible, il convient de transporter les plants à la saison de plantation lorsque le temps est frais, nuageux ou même pluvieux, pour empêcher le dessèchement pendant le transport.

Les calendriers d'expédition doivent être établis de façon à éviter les retards et à permettre la mise en place des plants dès leur arrivée. En principe, les plants doivent arriver un jour avant la plantation; lorsqu'il y a de l'ombre et des moyens d'arrosage, on peut les apporter plusieurs jours à l'avance. Dès que les plants arrivent sur le site de plantation, il faut les arroser et, si nécessaire, les placer en un endroit frais, humide et ombragé jusqu'à ce que vienne le moment de les planter (FAO, 1978).

I. 5.13 Organisation de la production de plants :

La production de plants doit être organisée de façon telle que des plants de bonne qualité propres à la plantation soient produits en temps voulu. Le moment de la plantation étant critique dans les pays arides sauf lorsqu'il y a irrigation - l'organisation devient très importante. Tous les processus décrits plus haut doivent se dérouler de façon parfaite et en temps voulu. Ce sont:

a) les semences et leur traitement; b) le mélange des terres; c) le remplissage des pots; d) le semis; e) l'arrosage; f) le repiquage; g) le désherbage; h) l'habillage des racines; i) la fourniture d'ombre et d'abri; j) la taille; k) l'endurcissement et l) le transport jusqu'au site de plantation.

Seul le nombre de plants que l'on peut planter en un jour doit être transporté de la pépinière au site. Les plants sont endurcis et transportés en fonction du programme de plantation. Le nombre de plants élevés à l'origine dans la pépinière est d'environ 20 pour cent supérieur à celui qui est mis en place, afin de tenir compte des rebuts et de prévoir une réserve pour le remplacement des plants morts (FAO, 1978).

L'administration est aussi un aspect très important du travail de pépinière si l'on veut:

a) que les diverses activités de la pépinière soient assurées correctement;
b) qu'elles le soient à temps;

Tout stress hydrique étant préjudiciable à la croissance des végétaux, le pépiniériste peut soit limiter les besoins en eau de ses végétaux en réduisant la demande climatique, soit irriguer. En diminuant le rayonnement solaire par des ombrières, en réduisant la vitesse du vent par clôtures brise vent, par paillage du sol, ou le binage...

La qualité sanitaire d'un substrat est primordiale pour offrir au jeune plant, les meilleures conditions de croissance. Or certains matériaux peuvent être contaminés par des agents pathogènes pouvant entraîner d'importants dégâts pour les végétaux, voire son dépérissement.

Il faut surveiller :

- L'absence de symptômes de maladies ou de parasites, même secondaires ;
- L'absence de détériorations dues à des attaques de parasites ;

L'état sanitaire des substrats: la qualité de l'état sanitaire des substrats est primordiale pour offrir au jeune plant les meilleures conditions de croissance. Or certains matériaux peuvent être contaminés par des agents pathogènes pouvant entraîner d'importants dégâts pour le végétal, voir son dépérissement.

(1) Le risque de phytotoxicité des produits phytosanitaires:

Dans certaines conditions, les produits phytosanitaires peuvent causer certains dégâts sur les plantes traitées liées à la matière active elle-même aux adjuvants et aux conditions d'application

Certaines matières actives se montrent plus agressives que d'autres.

Les conditions d'application : Un produit phytosanitaire doit toujours être manié avec précaution et surtout avec une parfaite connaissance de son mode d'action et de ses conditions d'application. Il importe impérativement de consulter la notice technique du fournisseur avant toute utilisation. Respectés les techniques décrites de façon à mettre à l'abris le matériel sain d'une ré infestation.

(2) On doit connaître le mode d'action des herbicides et leur application.

Herbicides préventifs ayant une action préventive sur la levée des mauvaises herbes.

Herbicides curatifs ayant une action curative sur les mauvaises herbes développées

La terre végétale est un matériel à risque. Un traitement est impératif, soit préventivement soit après analyse et identification des agents pathogènes. Parce que on peut trouver dans le substrat les parasites suivant:

Champignons: *Pythium* sp, *Fusarium* sp. Et *rhizoctonia solani*

Bactéries: *Agrobacterium*

Les insectes (œufs, larves, ou adultes), polyphages, xylophages, nématodes etc.

La qualité sanitaire d'un substrat est primordiale pour offrir au jeune plant, les meilleures conditions de croissance. Or certains matériaux peuvent être contaminés par des agents pathogènes pouvant entraîner d'importants dégâts pour les végétaux, voire son dépérissement

Tout stress hydrique étant préjudiciable à la croissance des végétaux, le pépiniériste peut soit limiter les besoins en eau de ses végétaux en réduisant la demande climatique, soit irriguer. En diminuant le rayonnement solaire par des ombrières, en réduisant la vitesse du vent par clôtures brise vent, par paillage du sol, ou le binage...

Les eaux désinfectées chimiquement (chlore), risque de phytotoxicité pour les plantes
Le risque de phytotoxicité des produits phytosanitaires:

De nombreux pays, ont suivi la voie tracée notamment par les Scandinaves, c'est à dire la sélection d'arbres plus. Méthodes de sélection basée sur la génétique quantitative

La réussite d'un reboisement dépend d'un certain nombre de facteur; l'un de ceux ci et non des moindres est la qualité du plant mis en place.

Normes de qualité pour les plants forestiers:

Agrément des pépiniéristes ;

Création d'un contrôle des pépiniéristes.

Le souci de la conservation des plants en bon état ne saurait se limiter au séjour dans l'enceinte de la pépinière; il est en effet indispensable que le destinataire reçoive un plant qui ne soit pas déprécié par le transport (en particulier au niveau des racines) (MONOMAKHOFF, 1969).

En pépinière de pleine terre, la fertilisation doit viser le maintien d'un niveau correct de matière organique et la satisfaction des besoins en éléments minéraux des plantes.

- La capacité de stockage des éléments minéraux utilisables par la plante est limitée par le volume de substrat ;
- Connaître le pH du sol ou substrat, de l'eau d'irrigation ;
- L'analyse chimique d'un sol permettra de déterminer la richesse en éléments nutritifs d'un sol, dont on tiendra compte dans la fertilisation de fond ;
- La salinité totale d'un sol qui indique la teneur de l'extrait en sels solubles qui permet d'évaluer le pouvoir nutritif du sol ou substrat. ex: un excès de salinité vite atteint-en hors sol peut provoquer des brûlures des racines chez les plantes sensibles à une session osmotique élevée (FOUCARD, 1994).

La carence ou excès en éléments minéraux peu provoqués des symptômes de dépérissement.

Pour les besoins nutritifs des plantes en pépinière:

- Connaître les besoins en éléments minéraux des plants à élevés ;
- Analyser les caractères chimiques du sol ou le substrat, afin de corriger certains points, le pH ou le taux de matière organique pour un sol afin de savoir si le sol ou substrat apportent déjà un certain nombre d'éléments nécessaires à la plante.

Analyse de l'eau d'arrosage a donc pour objet de déterminer les concentrations en éléments minéraux afin de l'amener à une teneur correcte solution nutritive) et contrôler l'acidité nécessaire pour amener le pH au niveau souhaité à la plante.

Besoins nutritifs des végétaux de pépinières:

Déterminations des besoins:

Connaître la caractéristique chimique des sols et substrats.

- Le pH et la capacité d'échange cationique (CEG),
- La salinité totale (la teneur totale de l'extrait en sels solubles),
- Les teneurs en éléments solubles N, P, K, Mg...
- Le pouvoir nutritif en macro et oligo éléments.
- Le rapport C/N pour les matières organiques: le degré d'évolution de la matière organique et son degré de résistance à la dégradation microbienne. Qui définit la capacité d'un sol ou d'un substrat à stocker les éléments nutritifs (réserve minérale pour la plante),

Un substrat à faible CEG donc incapable de stocker les éléments nécessitera une irrigation fertilisante,

Un substrat à forte CEG pourra en revanche stocker les éléments fertilisants qu'on lui apporte.

1.8. La mycorhisation:

La symbiose mycorhizienne c'est à dire association naturelle entre un champignon et la racine végétale est une association à bénéfices réciproques.

Pour la photosynthèse, la plante synthétise des sucres utilisés par le champignon comme source d'énergie, de son côté, le facilite l'alimentation en eau et en éléments minéraux de la racine grâce à son réseau mycélien et joue également un rôle dans le métabolisme de la plante et la protège contre les agressions de certains agents pathogènes du sol.

La mycorhisation favorise :

- La stimulation de la croissance végétale,
- l'amélioration de sa nutrition minérale,
- l'augmentation de sa tolérance à certains facteurs tels que stress hydrique, la salinité et le calcaire du sol,
- L'amélioration de sa résistance aux agents pathogènes du sol (AZOUAOUL, 1996).

Le tableau ci-dessous décrit les symptômes provoqués sur la plante par l'insuffisance ou l'excès d'éléments nutritifs (d'après PENNINGFEELD ET al, 1966 et BOSSARD, 1960).
Source FOUCARD, 1994

Tableau N° 01 : les symptômes provoqués sur la plante par l'insuffisance ou l'excès d'éléments nutritifs.

	INSUFFISANCE	EXCES
AZOTE	Partie aériennes: *Feuillage jaunissant de façon uniforme. *Tiges minces. *Végétation insuffisante. Racines: *Racines très longues, peu	Partie aériennes: * Stimulation de la croissance des feuilles aux dépens de fleurs. * Tissus tendres à parois minces. * Dans les cas graves, chlorose des bords des feuilles jusqu'entre les nervures, tendant vers nécrose et dessèchement.

	ramifiées, blanches.	* Excès de pression osmotique: flétrissements. Racines: * Nécroses racinaires. * Faible croissance
PHOSPHORE	Partie aériennes: * Rougissement de la tige et du pétiole des feuilles; angle des nervures très aigu; raccourcissement des entre-nœuds. * Nanisme général de la plante	Partie aériennes: * Jaunissement général; brunissement des extrémités et du bord des feuilles suivi de nécrose. Racines: * Ressemble à une carence potassique.
POTASSIUM	Partie aériennes: * Chlorose puis brunissement des bords du limbe des feuilles de base, pouvant s'étendre entre les nervures et évoluant vers la nécrose. * Feuilles jeunes plus au moins roulées. * Croissance diminuée. Racines: * Racines jaune pâle, peu ramifiées.	Partie aériennes: * Pas de symptômes spécifiques. * Action indirecte par antagonismes K/Mg ou K/Ca Flétrissement provoqué par excès de pression osmotique. Racines: * Nécroses racinaires, faible croissance
CALCIUM	Partie aériennes: * Feuilles vert sombre tendant vers chlorose des pointes et bordures des feuilles jeunes, puis internervaire ; nécrose possible Croissance faible; parois cellulaires fragiles; malformation des feuilles; bourgeons terminaux brunissant. Racines:	Partie aériennes: * Effet sur utilisation insuffisante du fer et manganèse: chlorose interne varé et tâches nécrotiques; croissance diminuée; plante molle.

	* Racines courtes, très ramifiées, renflées du bout, mourant par la pointe.	
MAGNESIUM	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Elaboration entravée de la chlorophylle. * Chlorose sur les feuilles du bas principalement taches internervaires irrégulières. * Le reste du limbe reste vert. Le sommet des feuilles a parfois tendance à s'enrouler. <p>Racines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Racines longues, peu ramifiées. 	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Provoque un déséquilibre par absorption insuffisante de K. * Croissance des tiges exagérée, floraison diminuée. Dans les cas graves, feuilles vertes sombre, plus petites. Jeunes feuilles enroulées. * Extrémités des tiges se flétrissent. <p>Racines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Fortes croissances des racines.
SOUFRE	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Plantes entière chlorotique, surtout jeunes feuilles. Feuilles épaisses et dures. Tiges courtes, ligneuses. <p>Racines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Nombreuses racines blanches et ramifiées. 	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Feuilles chlorotiques, plus petites se courbant en dedans, pustules sur le bord, brunissement marginal, Tiges dures, jaunissement de l'extrémité. <p>Racines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Très nombreuses racines, blanches et rameuses.
FER	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Chlorose internervaires évoluant vers jaunissement général du limbe des jeunes feuilles Tiges minces. 	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Excès rare. Dans les cas graves, chlorosé générale. <p>Racines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Nécroses racinaires.
MANGANESE	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Chlorose internervaires des jeunes feuilles. évoluant vers taches nécrotiques brunes. Les 	<p>Partie aériennes:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Dans les cas graves, aspect chlorotique Feuilles tordues et frisottées.

	nervures restent vertes.	
CUIVRE	Partie aériennes: * Chlorose des jeunes feuilles, plantes molles séchant facilement.	Partie aériennes: * Chlorose des feuilles avec taches brunes. Les nervures restent vertes.
ZINC	Partie aériennes: * Chlorose mouchetée des feuilles, suivie de nécrose et chute de feuilles. * Raccourcissement des entre- nœuds.	Partie aériennes: * Chlorose surtout des jeunes feuilles, y compris nervures Les vieilles feuilles ont les nervures rouges ou noires puis se dessèchent. * Les bourgeons terminaux meurent.
BORE	Partie aériennes: * Rubéfaction des feuilles, deviennent vert clair. Souvent, taches brunes sur les tiges; l'apex dépérit, les pousses inférieures se développent. Racines: * Racines jaunes ou brunes, ridées, pourrissant au collet.	Partie aériennes: * Jaunissement du bord des feuilles gagnant toutes la surface laissant de grandes taches brunes sur les bords puis chute des feuilles.

Source : FOUCARD J.C, (1994)

DEUXIEME CHAPITRE

Substrat de culture et conteneur



Chapitre II : Les substrats de culture :

L'utilisation de substrat terreux ou de terre pure pour l'élevage des plantes forestiers était générale et reste une pratique encore dans certaines régions. Les horticulteurs soucieux de la qualité de leur production, ont préféré ; de puis longtemps, les supports de culture artificiels.

Les nombreuses observations de systèmes racinaires, et notamment leur répartition géographique dans la motte ; nous ont amené à étudier les exigences des plantes forestières et, en conséquence, la composition, les caractéristiques, les critères de choix et le mode de conduit d'un bon substrat. (FALCONNET ,1992).

II.1. Définition d'une Substrat de culture :

Selon BIANC, 1987, le terme Substrats s'applique à tout matériau naturel ou artificiel placé en conteneur pur ou en mélange, permet l'ancrage du système racinaire et joue ainsi vis-à-vis de la plante le rôle de support .certain substrat de culture comme le milieu dans de quel se développe le système racinaire du plant, il doit assurer les fonctions de support physique des cultures, de la nutrition hydrique et minéral et de l'espace pour la croissance et la respiration des racines.

II. 2. Les problèmes liés à l'utilisation des substrats :

- Dans le monde :

Les difficultés d'approvisionnement en tourbe blonde d'importation ont incité les horticulteurs à rechercher des produits organiques de substitution bon marché, dont les ressources sont suffisantes au plan national. C'est le cas des écorces provenant des industries de bois (scierie, papeteries). Divers écorces ont été testées dans le monde : sapin de Norvège, hêtre, peuplier, bouleau, eucalyptus, pin sylvestre, épicéa... . En France, l'écorce de pin maritime est de loin la plus utilisée, tant pour ses disponibilités que pour ses qualités (BLANC, 1987).

- En Algérie :

Le problème des substrats en pépinière se pose par rapport aux normes utilisées en Europe. C'est le cas de la tourbe qu'on veut remplacer par des matériaux des régions locales, supposés avoir les mêmes propriétés.

D'après FELLAH (1979) le mélange, le plus souvent utilisé dans nos pépinières forestières est formé à partir de la terre prise sur place (50%). Sable d'oued (30%) et terreau

(20%). Ces substrats locaux sont plus économiques certes, mais présentent des propriétés physiques et chimiques peu intéressantes à savoir :

- Une capacité de rétention en eau faible ;
- Une porosité faible ;
- Une perméabilité faible qui entrave l'aération du substrat ;
- Une diminution en éléments nutritifs ;
- Et une mauvaise cohésion de la motte due à une mauvaise stabilité structurale et texturale qui ne favorise guère le développement racinaire.

II. 3. Différents types de substrats de culture :

II. 3.1. Matériaux Organiques :

II. 3.1.1. Matériaux Organiques naturels :

II. 3.1.1.1. Les tourbes :

D'après GOBAT et AL (1986), la tourbe est un type de sol organique à structure le plus souvent fibreuse, formée par la décomposition lente de végétation en milieu asphyxiant.

La tourbe représente le résultat d'une évolution et d'une décomposition de la végétation des marais qui, par suite d'un excès d'eau et d'un manque d'oxygène n'a pas pu se décomposer qui incomplètement. Au cours des temps, des couches se sont entassées. C'est ainsi que la tourbe a pu croître d'un millimètre par an et atteindre aujourd'hui 10 cm de hauteur (ANONYME in BENAMAR, 1981).

Les couches profondes, les plus anciennes donnent «la tourbe brune» ou «noir» et les couches superficielle considérées comme les plus jeunes, donnent «la tourbe blonde».

a). Les tourbes blondes :

La tourbe blonde en particulier, est un matériau de choix pour les cultures hors sol et il serait difficile de s'en passer totalement compte tenu des habitudes et de l'expérience acquise par les pépiniéristes. Mais si elle présente des avantages (rétention d'eau, faible densité, absence de parasites) on peut aussi lui reprocher certains inconvénients tels que les difficultés de désinfection et son évolution bio-physico-chimique en cours culture qui compromet sa «Durabilité» (FOUCARD, 1994).

b). Les tourbes brunes et noires :

Ces tourbes sont plus évoluées que les tourbes blondes, elles contiennent souvent une forte proportion de particules terreuses qui favorisent leur tassement, et une très forte rétention en eau, néanmoins présentent les inconvénients suivants :

- En cas d'assèchement du substrat, légèreté posant un problème de stabilité des conteneurs, rétraction de motte et difficulté de réhumectation ;
- Aération moyenne ;
- Et un PH en général acide demandant une neutralisation parfois importante avant utilisation (FOUCARD, 1994).

A titre indicatif, les surfaces de tourbières sont, en URSS de 150.000.000 ha, au Canada 100.000.000 ha, en Grand Bretagne de 160.000.000 ha, en Allemagne fédérale de 1.100.000 ha (MOINERAU et al, 1987).

En Algérie, il existe peu de vraies tourbières (région EL-KALA, ANNABA), qui se répartissent sur toute la rive ouest de plaines intérieures, en allant jusqu'à la frontière tunisienne telle que : lac Noir, lac Tonga, Berrihane... etc.

II. 3.1.1.2. Les écorces :

Pour des raisons techniques et économiques de l'écorce de pin maritime s'est largement développé en pépinière.

On l'emploie souvent après compostage plus ou moins intense et broyage parfait suivi d'un tamisage.

Un compostage bien conduit (de 8 à 10 mois) permet souvent d'obtenir un produit plus stable, utilisé en mélange avec la tourbe pour ces propriétés d'aération (MOINERAU et AL, 1987).

En Algérie, l'écorce de pin maritime est de loin la plus utilisée, tant pour sa disponibilité que ses qualités.

Composition et caractéristiques des écorces :

Selon FOUCARD (1994), la composition et les caractéristiques des écorces ainsi que leur intérêt sont variables selon l'origine de ces dernières.

Tableau N°02: Composition et caractéristiques des écorces.

Origine	Matériaux d'origine organique provenant de l'exploitation forestière
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> - Densité apparente : 0,2 à 0,3 - Porosité : 85% à 90%. - Volume d'air à PF1 : 25% à 50%. - Capacité de rétention : 30% à 60%. - Disponibilité en eau : 05% à 30%. - Capacité de rétention en eau: 90 à 180 meq/l - Prix parfois très intéressant. - Possibilité d'emploi à l'état frais des écorces de pin maritimes et de Sylvester à condition d'augmenter légèrement la fournissions d'azote améliore l'aération des substrats.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Compostage impératif (à l'exception des écorces des espèces citées précédemment) dans le but de dégrader les substances phytotoxique et abaisser le C/N, susceptible de provoquer un blocage de l'azote.
Méthode de compostage	<ul style="list-style-type: none"> - En andains -arroser et réaliser des retournements fréquents après l'incorporation de 1 à 2 Kg d'azote par m³ sous forme ammoniacale... dur de 3 a 6 mois surveiller l'évolution de la température de compostage.

(FOUCARD, 1994)

II. 3.1.1.3. Déchets cellulo-ligneux :

Ce terme regroupe un ensemble de sous produit issus de l'activité sylvicole, agricole ou industrielle, la plus parts de ces matériaux doivent être compostés et désinfectés avant utilisation. Comme pour les écorces, le compostage a pour effet de stabiliser et l'homogénéiser le produit (MOINERAU et AL, 1987).

Les plus utilisés actuellement sont :

a) Marc de raisin :

Les marcs de raisin entier, riches en pépins et rafles semblent être les plus intéressants en culture hors-sol leur biodégradabilité et leur richesse en élément assimilables imposent une utilisation contrôlée sur le plan chimique (CAMPREDON, 1985).

b) Sciures compostées :

Utilisées traditionnellement en pépinières forestières, elles présentent de bonnes qualités après le compostage complet (de 6 à 12 mois), très hétérogène, biodégradable et peuvent, en outre, présenter des substances phytotoxiques (CAMPREDON, 1985).

c) Pailles de céréales :

Matériel de base intéressant pour compostage mais dont l'emploi comporte de très nombreux risques tant sur le plan physique que sur le plan chimique.

d) Autres sous-produits ligneux :

Ils peuvent être utilisés en mélange après compostage conduit correctement (cimes de pins, broussailles et bois d'élagage de platane, de peuplier).

II. 3.1.2. Matériaux organiques d'origine urbaine :

L'accroissement du volume des composts d'ordures ménagères a conduit à proposer leur utilisation en pépinière. La durée de compostage est le critère le plus important pour apprécier la qualité du compost urbain, il doit être au minimum de 04 mois (ANSTETT, 1979)

Sur le plan chimique, le compost présente des qualités médiocres :

- PH alcalin : 7,5 à 8,5 ;
- Salinité importante ;
- Et relative abondance de métaux lourds.

Néanmoins, on a parfois préconisé l'emploi de composts urbains en mélanges dans des proportions de 25 à 50 % du volume total selon les plantes (RENEAUME et RIVIERE 1981, in CAMPREDON, 1985) ; tout en soulignant les risques en cours.

II. 3.2. Matériaux minéraux

II. 3.2.1. Matériaux minéraux naturels :

Ce sont des matériaux qui ne subissent aucune dégradation et sont chimiquement neutres, parmi les matériaux les plus utilisés en pépinière on cite : le sable, la pouzzolane, et le gravier....etc.

II. 3.2.1.1. Sables et graviers :

Les sables grossier et les graviers ont une faible capacité tamponne pour l'eau, et leur emploi à l'état pur implique un contrôle rigoureux de l'irrigation. Par contre dans les mélanges, ils n'améliorent en aucune façon l'aération des substrats organiques à forte rétention d'eau, car leur porosité intra granulaire est nulle (FOUCARD, 1994).

II. 3.2.1.2. Les terres :

Ont en général une porosité supérieure a celle des sables, parce que les agrégats qui les composent sont eux même poreux, ce qui n'est pas le cas des grains de sable. La rétention d'eau est en général plus élevée, la plupart du temps les terres ne sont utilisées comme substrats que lorsqu'elles sont naturellement riches en matière organique (couche de surface) on en Richier par des amendements organique.

Une caractéristique importante des terres et leur stabilité structurale qui conditionne la permanence de leur structure lorsqu'elles sont fréquemment irriguée (GRAS, 1983).

II. 3.2.1.3. Pouzzolanes :

Matériaux d'origine minérale très aérés, de grande stabilité chimiquement inerte, initialement exempte de germes pathogènes et ultérieurement faciles à désinfecter (MOINERAU et AL, 1994).

II. 3.2.1.4. Tufs volcaniques :

Elles sont constituées de cendres volcaniques consolidées et cimentées, broyées, ces matériaux se comptent comme une terre limono argileuse a très bonne stabilité structural (GRAS, 1983).

Les granulats de tuf conviennent aussi pour les mélange a base de tourbe, d'écorce et de matériaux divers (FOUCARD, 1994)

II. 3.2.2. Matériaux minéraux traité :

La plupart de ces produits, utilisée en bâtiment en tant qu'isolants thermiques et acoustiques, ont été introduits en horticulture pour leur grande porosité.

II. 3.2.2.1. La vermiculite :

Matériau d'origine minérale (mica) traité à 1100°C et expansé (FOUCARD, 1994). La vermiculite est un substrat très actif du point de vue physico-chimique, dont le PH est pratiquement neutre (PH : 7 à 7,2). La perlite, la vermiculite fut un des substrats les plus utilisés dans les mélanges à base de tourbe pour les cultures en pot au USA. Ce matériau employé à l'état pur convient tout particulièrement à la germination et au bouturage (SHELDRAKE, 1980 in MOINERAU et AL, 1987).

II. 3.2.2.2. Argile expansée :

Le produit est obtenu par granulation et chauffage à 1100°C de nodules d'argiles humide. Les granulats d'argile expansée peuvent entrer dans la fabrication des mélanges à base de tourbe (FOUCARD, 1994).

Comme la pouzzolane d'argile expansée présente une porosité grossière et fermée d'où une rétention en eau plutôt faible, très poreux et très durable, ce matériau est intéressant en culture hydroponique à condition de lessiver le produit avant mis en culture (CAMPREDON, 1985).

II. 3.2.2.3. La perlite :

La perlite provient de chauffage à 1100°C d'un silicate volcanique, c'est un matériau peu dense, ayant des propriétés hydriques et une aération variable, très faible, la perlite peut être incorporée dans les mélanges en pépinière (CAMPREDON, 1985).

II. 4. Qualités Requises pour un substrat de culture :

Un substrat idéal serait un produit dont les qualités physique et physicochimiques resteraient constantes et dont la puissance d'alimentation serait proportionnel aux besoins de la plante (ABADA, 1991).

Dans la fabrication de substrat les objectifs recherchés étant :

- substrat répondant totalement aux besoins nutritionnels de la plante tant d'ordre physique (air - eau) que l'ordre chimique (élément majeur et mineur) ;

- substrat pathologiquement indemne tant au point de vue parasites animaux que végétaux ;
- substrat indemne de plantes adventices et de leurs graines ;
- et substrat économique : prix de revient et disponibilité.

II. 4.1. De point de vue physique :

Les propriétés physiques des substrats jouent un rôle important dans l'alimentation en eau du végétal et dans le fonctionnement des racines : aération et température.

Les principales propriétés physiques sont :

II. 4.1.1. La porosité totale :

La porosité totale correspondant au volume des vides dans un volume total (somme de volume réel et de volume des vides), elle s'exprime en pourcentage du volume total encombré. Elle est élevée dans les substrats (entre 75 à 95%) alors que dans le sol la valeur de 50% est normale (LE MAIRE et AL, 1980).

II. 4.1.2. Disponibilité en eau et rétention an eau à PF contrôlé :

La fraction de la porosité totale occupée par la phase liquide est susceptible d'être utilisée par la plante. Elle peut présenter certains avantages, lorsqu'elle atteint des seuils non négligeables :

- diminution de la fréquence et des doses d'arrosage ;
- diminution du volume de substrat (donc du coût de la culture).

L'humidité d'un substrat peut s'exprimer de trois façons :

- Humidité massique rapportée au poids sec ;
- Humidité pondérale rapportée au poids humide ;
- Humidité volumique (en fonction du volume encombré par le substrat).

La qualité d'eau disponible est la différence entre la teneur en eau maximal du substrat (capacité en bac) et la teneur an eau minimal nécessaire pour la vie de la plante (point de flétrissement permanent). Elle est donc d'autant plus importante que la capacité de rétention en eau est élevée. La disponibilité en eau doit être au moins égale à 20% (ARGILLIER et AL, 1990).

Si une disponibilité en eau importante est souhaitable, elle ne doit pas nuire à l'autre fraction de la porosité : celle de l'air, lorsque celle-ci est à un niveau faible certains signes

d'anoxie peuvent se manifester : base de vigueur des plantes ou en cas extrême, perte irrémédiable d'une partie de la culture.

- La rétention en eau à PF contrôlé :

La rétention du substrat à PF contrôlé consiste à soumettre artificiellement des échantillons de volumes connus aux différentes succions retenues comme étant caractéristiques. Ainsi, la plante pour absorber l'eau nécessaire à sa croissance, exerce une tension qui permet de soustraire l'eau au substrat.

II. 4.1.3. Teneur en air :

La respiration racinaire, est une fonction vitale pour la plante la circulation rapide de l'air ne peut se réaliser que si les substrats ont une forte teneur en air et une porosité grossière importante.

La teneur en air est estimée de 20 à 40% entre PF₁ et PF₂ (ARGILLIER et AL, 1990).

II. 4.1.4. Perméabilité :

La perméabilité est indépendante du taux de la matière organique. Selon REDLICH et VERDURE (1975), un taux élevé de matière organique n'indique pas forcément une bonne perméabilité, ce pendant son degré de décomposition a une influence sur cette dernière. Plus la matière organique est décomposée, plus la perméabilité est faible est vice versa.

II. 4.1.5. Pouvoir de ré humectation :

Certains substrats, après un déficit hydrique important présentent des difficultés de ré humectation, s'il est trop faible entraîne une percolation de l'eau et des éléments fertilisants.

II. 4.2. De point de vue physicochimique :

Les caractéristiques physicochimiques d'un substrat ne diffèrent pas de celles du sol les plus importantes sont la capacité d'échange de base, le PH, la salinité, le rapport C/N.

II. 4.2.1. Le PH :

La concentration en ions hydrogène H⁺ du milieu détermine sa réaction mesurée par le PH.

Le PH eau s'obtient en mesurant la concentration en ions H⁺ dans la phase liquide de sol ou du substrat.

II. 4.3. De point de vue chimique :

La composition chimique d'un substrat est moins importante que le comportement physique.

Si le substrat est pauvre en éléments nutritif, on pourra faire des apports en fonction du potentiel nutritif du substrat et du besoin de la plante.

On évitera ainsi toute risque de toxicité, blocage d'un élément ou excès d'un autre.

II. 5. Nécessité des mélanges en pépinière :

Le substrat doit être un support solide composé d'un élément rétenteur d'eau et d'un élément aérateur (ALGILLIER et al, 1990). En effet, un seul élément ne permet généralement pas de satisfaire à la fois les besoins en eau et en air de la plante, d'où la nécessité de faire des mélanges pour obtenir un substrat qui a les qualités recherchées.

Tableau N°04 : Comparaison des qualités et des défauts des substrats (organiques et inertes).

Propriétés physico-chimiques	Matières organiques	Matières expansées
Capacité de rétention en eau	Bonne à excessive	Faible
Capacité pour l'air	Bonne à mauvaise	Très bonne
Stabilité structurale	Faible à moyenne	Excellente
Capacité d'échange de base	Moyenne à élevée	Nulle
Pouvoir tampon	Moye à élevé	nul

Source : BENAMAR F (1981)

La comparaison entre les caractéristiques des matériaux pris isolément et les qualités requises pour un bon substrat, nous impose la nécessité de mélange pour mieux répondre aux exigences des plants. Un mélange doit être un milieu où se développent les racines, en assurant une bonne alimentation en eau et en éléments nutritifs.

Pour respecter cet objectif, il faut chercher des substrats simples à mélanger.

D'après ARGILLIER et al (1990), le choix de rétenteur d'eau se limite aux tourbes blondes ou noires à longues fibres avec toutefois une préférence pour les tourbes blondes dont la stabilité physico-chimique est meilleur durant toute la période d'utilisation et le choix des aérateurs est plus vaste : perlite, vermiculite, argile expansée, fibre de bois traitée, pouzzolane, compost d'écorce de pin, tuf volcanique, marc de raisin... etc.

L'exemple typique dans cette catégorie est le mélange tourbe blonde-écorce grossière.

Si la motivation est principalement économique, il est possible d'utiliser un matériau d'origine locale à coût faible comme matériau de base.

Dans ce cas, on recherche le ou les matériaux complémentaires qui vont rendre ce produit valorisable, en améliorant son aération et sa facilité de ré humectation.

Conclusion :

Le choix du substrat se fait en fonction des besoins du plant. En effet pour permettre une bonne activité du système racinaire, le substrat doit avoir une fonction de support physique, de protection du système racinaire, de réserve en éléments minéraux et de réservoir en air pour la respiration des racines.

II.6. Techniques d'élevage de plants en pépinière :

II.6.1. Les plants A Racines Nues :

Le plant à racines nues pose de sérieux problèmes relatifs à une reprise difficile des plants après plantation. Les principaux problèmes sont résumés comme suit :

- Importance des superficies à utiliser ;
- Travail du sol et traitements sanitaires ;
- Lenteur de la production ;
- Et fragilité du plant en souffrant des manipulations au niveau racinaire (BENSEGHIR, 1996).

II.6.2. Les plants en conteneur :

Vu l'ampleur des problèmes engendrés par le plant à racines nues, la production de plants forestiers en pépinière a été orientée un peu partout dans le monde vers la technique de culture en conteneurs.

- Cette technique consiste à élever des plants dans un récipient hors sol où le système racinaire est noyé dans un substrat pendant la période d'élevage jusqu'à la plantation définitive (BENSEGHIR, 1996).

II.6.3. Différent types de conteneurs :

Il existe de nombreux conteneurs qui s'adaptent, plus ou moins bien aux conditions de croissance des plants en pépinière.

BLANC(1981) a classé les conteneurs en deux catégories :

A. Conteneurs non dégradables :

- **Sachets plastiques classiques (sachets e.. polyéthylènes) :** qui remplis de terre, se présentent sous la forme d'un cylindre de 6 à 8 cm de diamètre et 18 à 20 cm de long. Ces sachets causent un certain nombre de déformations racinaires, non seulement préjudiciables mais parfois mortelles (blocage du pivot, chignon, spiralisation des racines latérales).
- **Sachets plus longs :** de 30 à 35 cm de long, qui permettent une meilleure croissance du pivot mais exigent des pots plus profonds faute de quoi on les retrouve en forme de **L** ou de **J** au fond du trou.
- **Les sachets perforés ou tubes sans fond :** qui n'empêchent pas non plus les enroulements de racines latérales et leur spiralisation.

- **Les pots en grillages plastiques fins** : qui évitent les enroulements mais occasionnent des étranglements sur les racines, car très difficiles à éliminer.
- **Les conteneurs anti-chignons** : dont le type est le pot (WM de RIEDACKER) et qui par des angles aigus ou des reliefs rigides transforment les racines latérales (plagiotropes) qui ont tendance à spiraler en racines verticales (orthogéotropes) moins dangereuses.

L'élevage des plants dans ce type de conteneur, en pépinière hors sol, favorise l'autocernage des pivots. Notamment chez le chêne-liège qui se caractérise par une croissance très forte du système racinaire où le pivot dans cette situation ne dépasse pas la longueur du conteneur (17 à 18 cm) dans le cas du conteneur du 400cm³.

B. Conteneurs dégradables :

- **La motte de terre crue (ou conteneur sans paroi)** : très utilisée dans certains pays comme le Maroc ou le Madagascar, elle demande beaucoup de soin dans le choix du substrat : trop argileux. La motte tient bien mais le chevelu racinaire est très réduit ; trop tourbeux ou sableux, la motte s'effrite à la moindre pression.
- **Les conteneurs à parois dégradables en papier ou fibres diverses** :
 - Le papier se comporte malheureusement, dans le jeune âge, comme une paroi imperméable et cause des enroulements.
 - Les fibres cellulosiques (types pots fertiles) présentent de grosses difficultés d'arrosage et de mise en terre et sont « opaques » à certaines racines (chênes).
 - La motte roulée (type Melfert).

II.6.4. Qualités recherchées d'un récipient de culture :

Il existe un nombre important de conteneurs sur le marché.

Le choix est un facteur déterminant car chacune de ses caractéristiques influe sur le développement du plant.

- Hauteur :

Elle a une faible influence sur la croissance en hauteur et en diamètre du plant. Le nombre de boutons racinaires qui sont les sites d'absorption est supérieur dans un conteneur de 10 cm de hauteur que dans des conteneurs plus profonds (MARIEN et DROUIN, 1977 in BENSGHIR, 1996).

- Section :

Elle influe sur le taux de survie, la hauteur des plants, le diamètre au collet et le nombre de boutons racinaires.

Les résultats montrent qu'une section minimale de 25 cm² est indispensable (MARIEN et DAROUIN, 1977 in BENSEGHIR, 1996).

La section détermine la densité du semis et la facilité du remplissage du conteneur avec des éléments de granulométrie grossière nécessaire pour ménager une porosité satisfaisante du substrat.

- Volume :

Les volumes utilisés varient entre 100 et 1000 ml environ, en fonction des essences et des régions, en zone méditerranéenne française, une meilleure reprise sur le terrain est observée avec un volume de 400 cm³. Dans le sud est de la France, le chêne-liège est donc produit dans des conteneurs d'un volume au moins égal à 400 cm³. Dans le sud ouest de la France et Espagne, il est produit dans des conteneurs de 250 cm³ ou même moins (BENSGHIR, 1996).

- Forme et conception :

Le conteneur présentant des angles inférieur à 40° impose au système racinaire une progression verticale et évite ainsi la spiralisation des racines latérales (RIEDACKER, 1978). L'absence du fond droit permet le carnage des racines pour éviter la formation d'un chignon ainsi que l'aération des racines et le lessivage du substrat en cas de besoin.

- Matériau :

La matière utilisée pour la fabrication du conteneur est importante.

D'une part, elle entraîne un développement différent du système racinaire selon que les parois des conteneurs sont perméables ou imperméables aux racines.

D'autre part, les conteneurs rigides sont plus facilement manipulables que les conteneurs souples. N'étant pas déformables, la réutilisation de certains conteneurs réduit le coût de production (ARGILLIER et al, 1990).

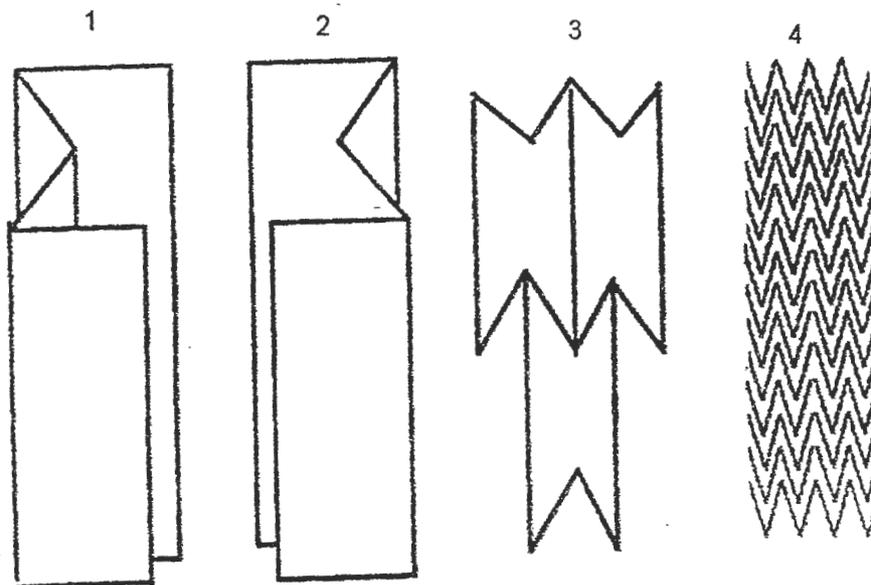
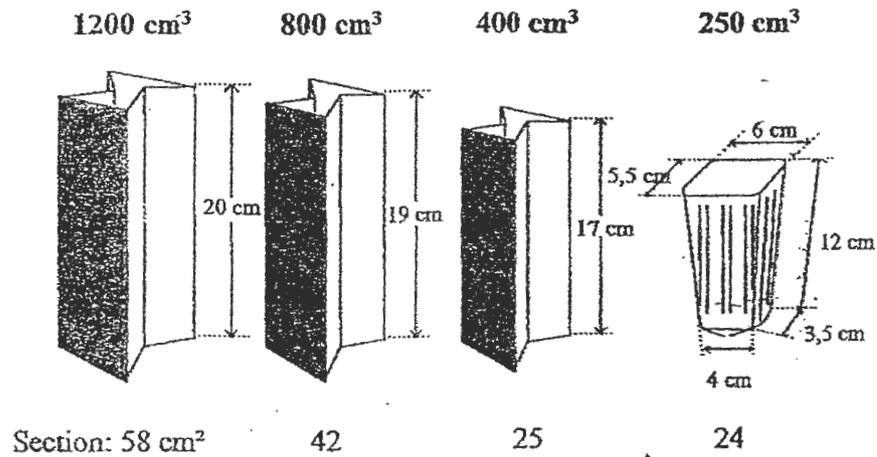
II.6.5. Avantages et inconvénients des conteneurs :

L'élevage en conteneur présente de nombreux avantages recherchés par les pépiniéristes et les reboiseurs :

- Le transfert sur le terrain se fait avec la totalité du système racinaire et maintien intact de son architecture ;
- Le risque de traumatisme est diminué ; les étapes de l'arrache et du conditionnement sont évitées ;
- La protection contre la dessiccation et les blessures est assurée jusqu'à la plantation notamment durant le transport ;
- Et la qualité de la plantation est généralement meilleure grâce à l'ouverture d'un pote pour la mise en place de la motte.

En revanche, l'élevage en conteneur présente des aspects négatifs :

- Il induit des déformations racinaires ;
- Le tri des plants est parfois difficile en cas d'utilisation de plaques de culture,
- Les poids et les volumes à transporter sur le terrain pour la plantation sont plus importants que dans le cas d'une production à racines nues ;
- Et le coût de la mise en place est supérieur.



1 et 2. Les deux parties constituant le conteneur (au cours de la transplantation, séparation aisée sans traumatisme pour le système racinaire.

3. Rangement des conteneurs dans les caisses en culture hors-sol (vue en plan).

4. Rangement serré possible en stockage

Fig.08. Conteneur WM au cours des manutentions (MAKHLOUFI, 1999).

TROISIEME CHAPITRE

Traitement et conservation des graines

Chapitre III : Traitement et conservation des graines.**III. 1. Généralités :****III. 1.1. La graine :**

La graine est un être vivant végétal en vie ralentie, organe naturellement déshydraté, est à l'origine de la reproduction de la majorité des plantes forestières.

La graine est le résultat de la croissance et du développement de l'œuf après la double fécondation : deux cas peuvent se présenter :

La graine se développe à l'intérieur de l'ovaire d'une fleur femelle, qui se transforme en fruit après maturité : c'est le cas des Angiospermes.

La graine se développe sur la surface des écailles des carpelles : c'est le cas des Gymnospermes (MAKHLOUFI, 1999).

La graine, organe de production essentiellement constituée d'un embryon entouré d'un tissu contenant des matières de réserves (l'albumen), est protégée par un tégument plus ou moins épais et imperméable. C'est un organe naturellement déshydraté et en vie ralentie.

La graine est à l'origine de la production de la majorité des plantes forestières (ARGILLIER et al, 1990).

III. 1.2. La conservation des graines :

La graine est un petit végétal vivant d'une vie ralentie, elle respire et transpire. Elle doit être donc conservée dans un local frais, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pour éviter sa germination prématurée ou l'échauffement (GRECO.J, 1966).

La graine, organe de production essentiellement constituée d'un embryon entouré d'un tissu contenant des matières de réserves (l'albumen), est protégée par un tégument plus ou moins épais et imperméable. C'est un organe naturellement déshydraté et en vie ralentie.

La graine est constituée de 3 parties essentielles :

Tableau N°05 : Les différents constituants des graines.

Les téguments ou écorce :	L'endosperme ou réserve nutritives :	L'embryon : plantule ou germe
Protège le contenu interne de la graine contre tous les agents extérieurs. Ces téguments	Sont toutes les substances carbohydrates et autres stockées à l'intérieur ou à l'extérieur des cotylédons.	Composé de radicule, de tigelle, de gemmule, et de deux cotylédons. L'embryon donnera naissance à la plantule après

constituent le résultat de l'évolution des téguments secondaires de l'ovule.		utilisation des réserves nutritives pendant la germination, l'embryon est le résultat de la croissance et du développement de l'œuf principal de l'ovaire après la double fécondation
--	--	---

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

On peut distinguer divers types de graines :

a/ selon le lieu de stockage des réserves : graine à albumen, ou sans albumen	b/ selon le nombre des cotylédons : monocotylédone, ou dicotylédonée.	c/ selon l'aspect extérieur par rapport au fruit : graine de fruit sec déhiscent ou indéhiscent, ou de fruit charnu.
--	--	--

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

L'évolution et la transformation de l'ovaire et de l'ovule de la fleur respectivement en fruit et en graine, commence dès-que la pollinisation est accomplie : la germination des grains de pollen, leur acheminement dans le pistil, la réaction chimiques qui provoquent la formation de la graine, agissent tous dans divers parties de la fleur en particulier l'ovaire et parfois le réceptacle ou le pédoncule floral en provoquent des modifications qui aboutissent à leur transformation en fruit.

Les arbres se différencient par l'âge et l'époque de leur floraison et fructification, et cela selon :

- Les genres et les espèces;
- Les conditions écologiques;

Les peuplements à croissance rapide ou moyenne et vivant en pleine lumière (conifères) commencent à fleurir et à fructifier bien avant que les peuplements à croissance lente et vivant en lumière tamisée.

Les arbres isolés vivant en dehors des limites du forêt (association) ou à faible densité de la lumière, fleurissent 5 à 10 ans avant les arbres de la même espèce mais vivant en association ou en peuplement et surtout en forte densité de la lumière.

Généralement les peuplements dont les arbres issus par reproduction végétative ou obtenus par boisement artificiel commencent à fleurir à un âge précoce que les peuplements issus par régénération naturelle.

III. 1.3. Les facteurs qui influent sur la production des graines :

La production des semences en quantité et en qualité est influencée par :

a. Le facteur héréditaire : (année semencière).

La fructification qualitativement et surtout quantitativement des arbres adultes est variable d'une année à une autre, surtout les arbres qui produisent des grosses graines, dont la fréquence moyenne de bonne production (tous les 2 ou 3 voir 4 année) selon les espèces (MAKHLOUFI, 1999).

b. Les facteurs climatiques : (température, lumière, humidité, vent, etc.)

Le milieu, où les conditions climatiques sont favorables, contribue efficacement sur la production en quantité et en qualité des semences, ainsi-que la répétition rapprochée des années semencières. Un climat favorable agit positivement sur la vitalité des graines ; ainsi on a constaté que les graines des conifères des peuplements vivant sur les hauteurs et les versants nord sont de meilleures qualités et ont plus de longévité que celles des peuplements de bas fond et versant sud (MAKHLOUFI, 1999).

c. L'âge :

Quantitativement la production des semences croit avec l'âge ; les jeunes arbres produisent qualitativement les meilleurs graines, mais en quantité moindre (MAKHLOUFI, 1999).

d. La densité :

La production des semences en quantité et en qualité est inversement proportionnelle avec la densité des arbres vivant en association (MAKHLOUFI, 1999).

III. 1.4. Les facteurs de croissance et état de santé :

Les arbres sains et en bonne santé et jouissant de l'action optimale de chacun des facteurs de production, donnent une meilleur production de semence que les arbres malades et vivant dans des conditions de croissances défavorables (MAKHLOUFI, 1999).

Tableau N°06 : caractéristiques de la fructification des principales essences forestières

Espèces	Début de la fructification	Age bonne fructification	Epoque de récolte (mois)	Longueur du fruit (cm)
<i>Pinus halepensis</i>	20 ans	60-100 ans	Avril-juin	6-12 cm
<i>Pinus nigra</i>	25 ans	60-90 ans	Déc.-Février	4-7 cm
<i>Pinus pinastre</i>	35 ans	50-60 ans	Oct.-nov.	10-20 cm
<i>Pinus radiata</i>	20 ans	60-90 ans	Déc.-Février	7-16 cm
<i>Pinus pinea</i>	10 ans	20-50 ans	Août-sept	8-15 cm
<i>Abies numidica</i>	40 ans	50-80 ans	Sep-oct.	15-20 cm
<i>Pinus douglasiana</i>	20 ans	30-70 ans	Sep-oct.	5-10 cm
<i>Cédrus atlantica</i>	40 ans	150-400 ans	Août-sept	5-8 cm
<i>Thuja berberis</i>	40 ans	100-400 ans	-	2cm
<i>Quercus afares</i>	60 ans	90-150 ans	Sep-nov.	1-3 cm (graine)
<i>Quercus coccifera</i>	30-40 ans	Jusqu'à 200 ans	Sep-nov.	1-3 cm (graine)
<i>Quercus suber</i>	10 ans	30-100 ans	Sep-nov.	1-3 cm (graine)
<i>Quercus canariensis</i>	30 ans	90-200 ans	Sep-nov.	1-3 cm (graine)

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

III. 2. Récolte Des Graines :

III. 2.1. Importance du choix des porte - graines :

L'origine géographique des graines est un facteur très important, ainsi il détermine la possibilité :

- De croissance ;
- De réussite ;
- Et de l'adaptation.

D'une espèce dans un milieu écologique donné ; dans ce sens, la réussite de tout boisement artificiel issu de semis direct de plants de pépinières est conditionnée dans des proportions considérables par le choix de l'origine ou provenance géographique des graines utilisées.

Les caractéristiques d'un arbre (écotype) :

- Plasticité;
- Rapidité de croissance;
- Qualité technologique du bois;
- Production de fruits ou autres produits;

- Résistance à certains facteurs climatiques :(tels que la chaleur, le froid, les gelées, la sécheresse, Etc.) ;
- Résistance aux agents pathogènes;
- Etc.

Sont des caractéristiques spécifiques à l'espèce, mais ces caractéristiques sont variables suivant l'origine géographique des graines, surtout pour les espèces à large utilisation (Pinus, Eucalyptus, cupressus, Quercus, Etc.) (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.2. Sélection des peuplements:

Dans le montant globale de l'investissent « Reboisement » la valeur des graines représente un très faible pourcentage : (1à5%). C'est surtout et pourtant les qualités génétiques de la graine qui vont déterminer toutes les valeurs techniques et commerciales des peuplements créés, donc le choix des porte-graines ou semenciers revêt une importance considérable, qui ne coute presque rien devant les échecs ou mal-convenances des reboisements réalisés (MAKHLOUFI, 1999).

Cette sélection doit passer par les trois étapes ou niveaux suivants :

1/ Sélection des provenances :

Le ou les étages bioclimatiques ou zones climatiques les plus favorables hébergeant des peuplements homogènes, de même âge, densité normal, croissance et état de santé acceptable, sont les meilleurs.

2/ Sélection des peuplements :

A l'intérieur d'une même zone géographique de provenance, il y a des associations médiocres et des beaux peuplements distincts ; bien-sur les peuplements les mieux adaptés et conformés, les plus vigoureux, et en bonne santé, doivent être sélectionnés (MAKHLOUFI, 1999).

Pour les espèces à large utilisation, l'INREF a déjà sélectionné des peuplements comme porte-graines ou semenciers, dans différents étages bioclimatiques.

3/ Sélection des arbres port-graines :

Les arbres de la même association se distinguent les uns des autres par :

- Soit les qualités morphologiques : rectitude du tronc, finesse et densité des bronches et ramifications ;

- Soit la qualité technologiques du bois : grain, densité, texture, couleur ;
- Soit les qualités culturales : bon élagage naturel, résistance à la sécheresse, au froid, aux maladies ;

Soit les qualités de croissance : adaptation, plasticité, rapidité de croissance, état de santé (MAKHLOUFI, 1999).

- Etc.

Remarque :

Dans un peuplement homogène, répondant aux critères de choix, les meilleurs porte-graines se trouvent à l'intérieur de cette association, (éviter le choix sur les bordures de la parcelle).

La création des verges à graines spécialement crée pour cet effet, soigneusement cultivés pour obtenir la production maximale de graines en qualité et en quantité et dans les plus courts, est à envisager (s'il n'existe pas) (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.3. Epoque et signes de maturité :

On doit récolter des graines au sens propre du mot, autrement dit des semences, c'est-à-dire « source de vie végétale » ; par conséquent il faut récolter que les graines à maturité physiologique : (fin de la période de croissance et développement de la graine), car les graines non-mûrs auront une faible faculté germinative et ne pourront pas se conserver convenablement et longtemps (MAKHLOUFI, 1999).

En pépinière, on sème les résineux automnes, au printemps les feuillus (acacia, eucalyptus, robinier...), les principaux fruitiers, les plantes herbacées. Les amandiers font exception. On extrait les amandes germées des bacs de stratification et on les met en place très tôt au début de l'année (GRECO, J.1966).

Les arbres forestiers se différencient par l'époque de maturité de leurs fruits et graines, et cela suivant les facteurs suivants :

a) Le genre et l'espèce :

L'époque de la floraison et le temps nécessaire pour faire développer et mûrir ses fruits et graines sont variables suivant les caractères héréditaires des espèces. (Même à l'intérieur de la même espèce à différents étages bioclimatiques).

b) Les agents écologiques :(fractures climatiques, étage bioclimatique, lieu géographique, etc.).

La maturité des fruits et graines des arbres vivants sur les versants sud est plus précoce que ceux vivants sur le versant nord.

Les arbres vivants sur les zones à 25° de latitude ont une précocité bien avant que ceux vivants à 40° par exemple.

La maturité des graines et le temps qu'elles restent sur l'arbre avant leur dispersion déterminent l'époque de la récolte (MAKHLOUFI, 1999).

Un certain nombre de règles générales peuvent nous orienter dans la détermination des époques de récolte (surtout maturité), telle que :

1/- La couleur : le changement de la couleur est considéré comme un des meilleurs signes ou symptômes de la maturité des fruits et graines. La couleur verte, caractéristique de la croissance et du développement, vire au jaune, rouge, ou aux couleurs intermédiaires, quant les fruits et graines (développement). exemple : - les cônes des pins, des cyprès, des glands, perdent leur couleur verte et deviennent brun-gris à maturité.-Les fruits du genévrier à maturité sont rouge-violet (MAKHLOUFI, 1999).

2/- La dureté : en plus du changement de la couleur, les graines deviennent plus ou moins dures, conséquent de la perte d'eau pour arriver à un niveau de déshydratation naturel de 10 à 25 %, selon l'espèce ; taux qui permet une conservation et un stockage sans problème (MAKHLOUFI, 1999).

3/- La chute des fruits et graines : chez certaines espèces, comme les quercus, la chute naturelle des fruits nous renseigne sur l'état avancé de la maturité des fruits et graines. (Mais il faudrait vérifier que la chute des fruits tombés n'est pas le résultat d'une action extérieure, comme un vent fort, maladies, attaque de parasites, Etc.) (MAKHLOUFI, 1999).

Remarque :

Le forestier peut et doit effectuer des contrôles et tests simples pour vérifier la bonne maturité des graines, pour cela il suffit par exemple d'extraire les graines en les mettant entre les dents ou en les coupant en deux avec un couteau tranchant. (Vérifier les degrés d'humidité dans les laboratoires spécialisés si cela est nécessaire).

III. 2.4. Méthodes, étapes, et matériels de récolte :**III. 2.4.1. Méthodes :**

- **Récolte au sol** : il ya trois possibilités :
 - Le ramassage à la main : relativement coûteux, mais couramment utilisé ;
 - La récolte sur bâche, toile, plastique, Etc., couverture tendue sur le sol, très utilisé surtout pour les graines de petites dimensions;
 - Les aspirateurs des graines : encore au stade expérimentale, mais ouvrant des possibilités intéressantes.
- **Récolte sur arbres sur pied** : elle se fait par accès des grimpeurs à la cime des arbres (pin, cèdre, eucalyptus, etc.). L'escalade des grimpeurs jusqu'au houppier peut se faire par diverses manières :
 - Echelles démontables appliquées sur le tronc de l'arbre et fixée contre lui par des cordes ou chaînes;
 - Crampons adoptés aux chaussures des grimpeurs, (mais risque de provoquer des blessures sur le tronc de l'arbre) ;
 - griffes spéciales permettant d'escalader le fût;
 - Engins secoueurs;
 - Etc.
- **Récolte sur arbres abattus** : elle n'est possible que si l'époque d'abattage concorde avec l'époque de maturités, cette méthode est peu utilisée, ce qui est dommage, car elle est peu coûteuse.

III. 2.4.2. Etapes :

La récolte des grains doit passer par les chronologiques suivantes :

- 1) Délimitation de la ou des zones de récolte des graines et des port-graine sur terrain et un plan ou une carte.
- 2) Constitution des équipes spécialisées dans la récolte des graine, et en mettant à leur disposition le matériel nécessaire à cet effet.
- 3) Marquage des arbres porte-graines (peinture, marque spéciale, Etc.) d'une façon visible à hauteur d'homme.
- 4) Détermination de la période de maturité et de récolte des graines pour chaque espèce et pour chaque zone.

5) Récolte à part les graines de chaque espèce, les emballer dans des accompagner d'une étiquette portant :

- Le lieu et la date de récolte ;
- L'espèce récoltée (nom scientifique) ;
- Des écorces et feuilles de l'espèce pour faciliter la connaissance et confirmer l'espèce ;
- Nom de l'équipe de récolte, quantité récoltée (facultatif).

III. 2.4.3. Matériel :

L'essentiel du matériel permettant d'effectuer et surtout de faciliter la pénible et difficile opération de récolte compte tenu surtout :

- Des dimensions surtout la hauteur des arbres (minimum 5m, voir 20 à 30m) ;
- Un relief généralement accidenté ;
- Accessibilité ;
- La densité des arbres ne permette pas une circulation facile.

- **Le matériel :**

- des échelles ;
- des scies ;
- des sécateurs ;
- des crampons et griffes des grimpeurs ;
- sacs ;
- caisses ;
- bâche ou toile ou plastique ;
- des bâtons ;
- des gans ;
- Etc.

III. 2.5. Difficultés de l'opération récolte :

Elles sont de différents ordres :

Les rendements sont très faibles, en moyenne seulement 20 à 30 % des cônes d'un arbre peuvent être récoltés (hauteur de l'arbre, éloignement des fruits).

Les équipes de récolte opèrent pendant des courtes périodes, pendant lesquelles les conditions météorologiques et topographiques ne sont pas toujours favorables.

Les peuplements génétiquement intéressants sont souvent géographiquement dispersés.

Les journées des grimpeurs sont couteuses pour des récoltes journalières quantitativement modeste voir faible.

La plupart des ouvriers évitent, et même refusent ce genre de travail, pénible, fatigant, salissant,... (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.6. Traitement et conservation des graines :

Avant leur conservation (stockage) ou leur utilisation (semis), la plus part des graines forestières ont besoin des opérations suivant :

- Une extraction des fruits ;
- Un nettoyage de toutes impuretés ;
- Un séchage convenable à l'espèce ;
- Les testes et des essais des qualités de la graine.

La fructification des essences forestières n'est pas annuelle, cependant, il faut assurer aux pépinières un approvisionnement régulier en sachant que la récolte se fait pour la plupart durant la période d'automne alors que les semis sont réalisés au printemps.

Vu leur teneur en eau et leur contenance en matière de réserves oxydables, les graines sont difficilement conservables. L'oxydation se fait alors vite pour les graines qui sont riches en lipides. Donc le maintien de la faculté germinative dépend essentiellement de la température et de la teneur en eau.

Les graines du pin ainsi que celles des autres à feuilles caduques doivent être conservées dans un local sec et frais. La conservation pourra durer plusieurs années.

- certaines espèces demandent de l'humidité et une basse température ex: le chêne. Le châtaignier et exigent alors une stratification dans 2 à 3 fois leur volume de sable humide et de tourbe ;
- pour d'autres, la conservation en chambre froide est une nécessité ex: cyprès, le genévrier, le sapin ;
- d'autres espèces qui se dessèchent à la cueillette (ex: les légumineuses) se satisfont d'une température ambiante en faisant attention aux changements des températures dans les locaux. Les graines sont alors conservées dans des récipients hermétiques.

Il est préférable que toutes ces opérations de traitement se fassent au niveau d'un centre spécialisé conçu pour cet effet, surtout quant il s'agit de grande quantité de graines (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.6.1. L'extraction :

L'extraction des graines des fruits des différentes espèces forestières se fait généralement en tenant compte :

- Du type de fruit ;
- Des quantités de graines à extraire ;
- Des conditions atmosphériques ;
- Des moyens matériels et économiques.

Quelques méthodes d'extraction des graines (couramment utilisées) :

a) Extraction des graines des fruits charnus : (par trempage)

Le trempage des fruits dans de l'eau chaude ou tiède, facilite le ramollissement et l'enlèvement des couches charnues couvrant les graines.

Pour gagner du temps et les cas difficiles, on peut frotter les graines, ou ajouter de l'acide chlorhydrique ou de soude à l'eau, dans ce cas les graines doivent être lavées à grande eau.

b) Extraction des graines du fruit sec : (par séchage)

Cette méthode repose sur l'utilisation d'une source de chaleur (naturelle ou artificielle) et une circulation ou courant d'air.

• Séchage à l'air libre :

- soit sur une plate-forme cimentée ou bâchée ;
- soit dans des armatures métalliques, en plastique, en bois.

Avantage de cette méthode : (méthode très ancienne)

- Simple et facile ;
- Utilise la chaleur solaire (gratuite) ;
- Température peu élevée.

Inconvénients :

- Méthode ne pouvant être utilisée que dans des conditions climatiques favorables (ce qui n'est pas toujours le cas) ;
- L'extraction des graines n'est pas totale ;

- Méthode lente (plusieurs semaines voir plusieurs mois) car la source de chaleur est incontrôlable (intensité et durée).

- **Séchage dans des chambres climatisées :**

Cette méthode est utilisée quand le séchage à l'air libre est difficile ou impossible par manque ou impossibilité de contrôler la source de chaleur.

On met les fruits en couche d'épaisseur 2 à 5 fois le diamètre des fruits, dans des armatures ou plateaux dans une chambre chauffée à 30° puis à 50° pendant un temps variable suivant le degré d'humidité des fruits.

Inconvénients :

- Cette méthode ne s'utilise que pour de petites quantités de fruits ;
- Lente est relativement coûteuse.

- **Séchage utilisant des fours et des matériels spécialisés** (centre de traitement des graines) :

Méthode moderne, demandant un investissement coûteux initialement mais rentable à court ou à long terme, par conséquent réservée au centre régional de traitement des graines, où on trouve un ensemble de matériel, tels que les séchoirs rotatifs ou vibreurs, les cônes sont introduits dans des grands cylindres à parois grillagées tournant autour d'un axe soumis à un courant d'air réglable ou une intensité et en chaleur (entre 50° et 59°) (MAKHLOUFI, 1999).

Les avantages de ces installations :

- Gain appréciable du temps d'extraction : 8 à 16 heures au lieu de quelques semaines voir plusieurs mois ;
- Possibilité d'extraction de grandes quantités de graines en un temps court ;
- Extraction totale des graines.

III. 2.6.2. Nettoyage des graines :

Après l'extraction, les graines doivent être nettoyées des écailles, ailes, masses des cônes vides, et de toutes autres impuretés. Cette opération peut s'effectuer :

- Dans des tambours, avec grillages, rotatifs ou vibreurs ;
- En utilisant des brosses plus ou moins dures ou souples provoquant le frottement des graines les parois rugueuses du tambour ;

Par des courants d'air convenablement réglé suivant le poids spécifique des graines, ce qui permet d'écarter les graines partiellement vides (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.7. Qualité des graines :

Les principales qualités d'un lot de graines sont: la pureté variétale, la faculté germinative et la valeur culturale.

• la pureté variétale :

Étant le poids en% des graines nettes de toutes impuretés qui peuvent être:

- soit des graines différentes;
- soit des graines de l'espèce qui n'ont pas les mêmes dimensions;
- soit des matières inertes diverses.

2.7.1. La qualité requise pour les graines :

a) **Les qualités internes ou génétiques** : sont tous les caractères en rapport et transmis par le potentiel héréditaire de la graine.

b) **Les qualités externes ou extérieures** :

Résultant d'un groupe d'essai systématique et testés à la réception, et avant l'utilisation des graines (MAKHLOUFI, 1999).

Une sélection à deux niveaux permet d'obtenir les meilleures qualités des graines :

- Premier niveau : les qualités interne, par le choix des meilleurs peuplements porte-graines ou verger à graines (pied -mères, semenciers) ;
- Deuxième niveau : les qualités externes des graines, qui sont le résultat de l'emprise du milieu et du temps, repose sur les trois axes suivant :
 - 1/ détermination du pourcentage de pureté, et d'humidité ;
 - 2/détermination du nombre de graines par unité de poids (généralement le kg) ou le poids de 1000 graines ;
 - 3/détermination des qualités vitales des graines.

Faculté germinative :

Est le % de graines susceptibles de germer et de donner des plantules saines et visibles. Les causes de stérilité sont :

- graines vaines : la pollinisation insuffisante d'où stérilité d'ordre génétique ;

- embryon ou endosperme d'un développement insuffisant: anomalie d'ordre génétique ou d'autofécondation ;
- embryon lésé : graine parasitée, dégâts d'insectes, traumatisme.

c) Pureté et humidité des graines (%) :

Un fois l'identité des semences bien établie et vérifiée, on mesure la pureté des graines réceptionnées ; c'est le pourcentage exprimé en rapport du poids des graines sans impuretés et le poids des graines avec impuretés :

$$\% \text{ de pureté} = \frac{\text{Poids (en g) des graines propres}}{\text{Poids (en g) des graines avec impureté}} \times 100$$

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

Les impuretés peuvent être :

- Soit des graines autre que les graines voulues, et à utiliser (autre espèce que l'espèce commandée) ;
- Soit des graines vides ou cassées de l'espèce commandée ;
- Soit des graines des mauvaises herbes ;
- Soit des matières inertes : (écailles des cônes, ailes, aiguilles, terre, cailloux).

d) Nombre de graines par unité de poids (kg) ou le poids de 1000 graines) :

Ces résultats contribuent dans la détermination de la qualité de graines nécessaire à la production d'un certain nombre de plants, (plus les graines sont de petite dimension plus la quantité sera petite).

La grosseur des graines varie considérablement d'une espèce à une autre, du même la grosseur des graines d'une espèce varie dans des proportions non négligeables en fonction des races ou écotypes, des conditions et facteur écologiques (climat, sol, fertilité de la station,...) (MAKHLOUFI, 1999).

Tableau N°07 : Le nombre des graines dans un kg des principales espèces forestières ($\pm 10\%$)

Espèce	Nombre de graines/kg	Espèce	Nombre de graines/kg
Abies cilicica	7.000	Abies marocana	8.640
Abies numidica	30.100	Abies pinsapo	19.700
Acacia arabica	9.200	Acacia cynophylla	58.000
Acacia cyclops	30.000	Acacia decubrens	88.000
Acacia salicina	21.000	Acer opalus	10.000
Acer pseudo-platanus	10.000	Ailanthus glandulosa	9.000
Alnus cordata	450.000	Araucaria excelsa	300-600
Atriplex halimus	350.000	Atriplex nummularia	50.000
Castanea sativa	200-300	Casuarina equisetifolia	766.000
Casuarina glauca	10-50.000	Casuarina tenuissima	300.000
Cèdre atlantica	11-14.000	Cèdres libani	11.000
Celtis australis	6.000	Caratonia sliqua	4.000
Crataegus azarolus	5.600	Crataegus monocyna	12.100
Cupressus arizonica	90.000	Cupressus atlantica	139.000

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

e) Les qualités vitales des graines (vitalité) :

L'examen de la vitalité (intensité des forces vitales) des graines est indispensable pour connaître les vraies et réelles capacités ou aptitudes des graines à la germination, et par conséquent pour déterminer la quantité des graines nécessaire pour produire un certain nombre de plants (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.7.2. Tests de germination :

Pour qu'une graine puisse germer, elle a besoin :

- d'un embryon vivant, sain, et à maturité physiologique ;
- d'une température favorable, variable suivant les espèces (10 à 27°) ;
- d'une humidité suffisante (50 à 80%) ;
- d'une aération suffisante (oxygène) ;
- d'un milieu de germination qui peut être :
 - naturel : sable ;
 - artificiel : coton, étoffe, buvard, carton, sciure, etc.

Le test de germination s'effectue soit : au niveau des pépinières, soit au niveau des centres de traitement des graines.

Les tests doivent déterminer :

- Faculté, capacité, ou pouvoir de germination (en %). C'est le nombre de graines (en%) qui germe après la fin de la durée de germination, (qui est très variable suivant les espèces et qui peut aller jusqu'à 4 à 5 semaines, la moyenne étant 3 semaines) ;
- Energie, ou vitesse de germination (en %). C'est les nombres de graines (en %) qui germa dans le premier 1/3 ou 1/2 (parfois 1/4) de la durée de la germination de l'espèce en question (bien sûr les conditions de germination sont réunies).

Plus ce % est élevé, plus les qualités vitales des graines sont grandes (au maximum). En général, les bonne et les jeunes graines germent rapidement et d'une façon régulière, alors que les vieille graines ne germent pas, ou germent lentement et irrégulièrement (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.7.3. Exploitation des qualités des graines :

a) Valeur culturale des semences :

C'est le produit du % de la faculté germinative par le % de la pureté spécifique des graines.

b) Nombre de germes vivants dans un kg de graines :

C'est le produit du nombre de graines dans un kg par sa valeur cultural (en %) de l'espèce en question.

c) % de production de plants :

C'est le nombre de plants commercialisables, autrement dit, c'est le nombre de plants agréé après la fin de la période d'élevage des plants en pépinière ; généralement ce % est égale ou supérieur au % de l'énergie germinative, et cela suivant les facteurs de production et la gestion de la pépinière. C'est seulement le pépiniériste avec sa longue expérience, qui peut déterminer le % de production de plants de sa pépinière.

d) Quantité de graines (en kg) pour produire un nombre déterminé de plants :

$$\text{Quantité de graines en kg} = \frac{\text{Nombre de plants à produire}}{\text{Valeur culturale (\%)} \times \text{Nombre de graines (\%)} \times \text{production de plants (\%)}}$$

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

Le test de germination s'effectue soit : au niveau des pépinières, soit au niveau des centres de traitement des graines.

Les tests doivent déterminer :

- Faculté, capacité, ou pouvoir de germination (en %). C'est le nombre de graines (en%) qui germe après la fin de la durée de germination, (qui est très variable suivant les espèces et qui peut aller jusqu'à 4 à 5 semaines, la moyenne étant 3 semaines) ;
- Energie, ou vitesse de germination (en %). C'est les nombres de graines (en %) qui germa dans le premier 1/3 ou 1/2 (parfois 1/4) de la durée de la germination de l'espèce en question (bien sûr les conditions de germination sont réunies).

Plus ce % est élevé, plus les qualités vitales des graines sont grandes (au maximum). En général, les bonne et les jeunes graines germent rapidement et d'une façon régulière, alors que les vieille graines ne germent pas, ou germent lentement et irrégulièrement (MAKHLOUFI, 1999).

III. 2.7.3. Exploitation des qualités des graines :

a) Valeur culturale des semences :

C'est le produit du % de la faculté germinative par le % de la pureté spécifique des graines.

b) Nombre de germes vivants dans un kg de graines :

C'est le produit du nombre de graines dans un kg par sa valeur cultural (en %) de l'espèce en question.

c) % de production de plants :

C'est le nombre de plants commercialisables, autrement dit, c'est le nombre de plants agréé après la fin de la période d'élevage des plants en pépinière ; généralement ce % est égale ou supérieur au % de l'énergie germinative, et cela suivant les facteurs de production et la gestion de la pépinière. C'est seulement le pépiniériste avec sa longue expérience, qui peut déterminer le % de production de plants de sa pépinière.

d) Quantité de graines (en kg) pour produire un nombre déterminé de plants :

$$\text{Quantité de graines en kg} = \frac{\text{Nombre de plants à produire}}{\text{Valeur culturale (\%)} \times \text{Nombre de graines (\%)} \times \text{production de plants (\%)}}$$

Source : MAKHLOUFI M. (1999).

III. 2.7.4. Traitements de certaines graines avant le semis

La plupart des espèces de bonnes qualités, germent immédiatement et rapidement, lorsqu'elles sont semées à la bonne époque et dans des conditions favorables, mais d'autre ne germent pas ou très lentement pour une cause quelconque, (bien que sont des bonnes graines) ; elles doivent être traitées pour qu'elles germent.

La cause est :

- Repos des graines ;
- inhibition de germination ;
- retard de germination ;
- ou encore dormance ; le terme exact n'a pas encore été clairement défini, bien que l'on connaisse aujourd'hui les causes dormance, comme aussi les moyens de les vaincre.

On distingue deux groupes de graines selon les facteurs responsables de la dormance :

- 1) Les graines couvertes : soit de couches pulpeuses ou charnues, soit d'un tégument, enveloppe dur et imperméable à l'eau : c'est la dormance mécanique.
- 2) Les graines présentant des particularités de structures internes ou physiologiques comme : le repos ou maturité incomplète de l'embryon, ou la dureté de l'endosperme (réserves nutritives) : c'est la dormance physiologique.

Les traitements possibles sont :

a) Cas des dormances mécaniques : les méthodes peuvent être :

- Bain à l'acide sulfurique. On verse de l'acide sulfurique sur les graines (la concentration et le temps varient suivant la dureté des téguments), les graines sont ensuite rincées à grande eau puis semer. Généralement ce traitement augmente le pourcentage de la germination (jusqu'à 3 fois), mais il est coûteux et présente un énorme danger pour les utilisateurs ;
- Bain à l'eau chaude ou bouillante : très utilisé, efficace dans beaucoup de cas, 12 à 24 heures, 10 à 12 volumes d'eau pour un volume de graines ;
- Scarification de l'écorce : on se sert d'un tambour rempli en partie de tisons de verre (2X4 cm), ou de sable de quartz à arêtes vives, ou de limailles de fer ; une fois le tambour rempli de graines à écorce dure, on le fait tourner pendant 15 à 30 mn, tamiser et semer ; de bons résultats ont été obtenus ;
- Stratification à froid ou à chaud (ou alternée).

b) Cas des dormances physiologique :

Pour vaincre cette inhibition (qui peut être causé : soit par l'embryon en repos ou partiellement développé ou très petit au moment de la récolte, soit par la non-utilisation des réserves nutritives), on procède :

- Soit par la stratification à froid : caisses remplies de sable humide, dans les quelles les graines sont rangées en couches, placées à une température de 2 à 8°C, pendent jusqu'à plusieurs mois ;
- Soit par la stratification à chaud : (20 à 25°C, durée variable) ;
- Soit par la stratification alternée (froid et chaud) : cette méthode a donné de bon résultat MAKHLOUFI M. (1999).

Enquête N°1 : La pépinière de (I.N.R.F) :**I. Partie pratique :****1.1. Présentation de la zone d'étude :****1.1.1. Localisation :**

Notre zone d'étude se situe au nord ouest de la commune de Jijel à 12 km du chef lieu de la Wilaya, est plus « exactement au niveau de la pépinière hors sol de l'institut nationale des recherches forestiers (I.N.R.F) (Oued kissir), à une altitude de 10m au niveau de la mer, et dont les coordonnées géographiques sont comme suit : 36° 46 nord de latitude et 5° 59 est de longitude, au sud , la zone est limitée par la forêt domaniale de (GUEROUCHE)(forêt de chêne-liège), au nord par la mer méditerranéen à l'ouest par la commune d'ELAUOUNA, et à l'est par la commune de JIJEL.

1.1.2. Le climat :**1.1.2.1. Caractéristiques de la station référence :**

L'analyse climatique est réalisée à partir des données établies par l'office national de météorologie (O.N.M) pour la station de JIJEL, en raison de sa proximité du site de l'étude et du fait que les séries pluviométriques, de températures, des vents et de l'humidité sont complètes

Pour l'analyse des données climatiques nous disposons d'une série d'observation allant de 1997 à 2006 soit une période de 10 ans.

Le climat de la région est du type méditerranéen (un hiver pluvieux et doux, et un été chaud et sec), avec des précipitations annuelles qui varient de 1000 à 1400 mm est une moyenne annuelle des températures de 18°C du aux influences marines.

1.1.2.2. La pluviométrie :**Moyennes mensuelles des précipitations :**

Le tableau ci-dessous nous révèle les hauteurs mensuelles et annuelles des précipitations

Tableau N°08 : répartition mensuelle des pluies au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
H(mm)	160,2	168,1	46,1	50,1	49,5	13,77	4,85	20,22	89,5	63,7	172,6	191,2	85,82

H : hauteur des précipitations en (mm).

(O.N.M)

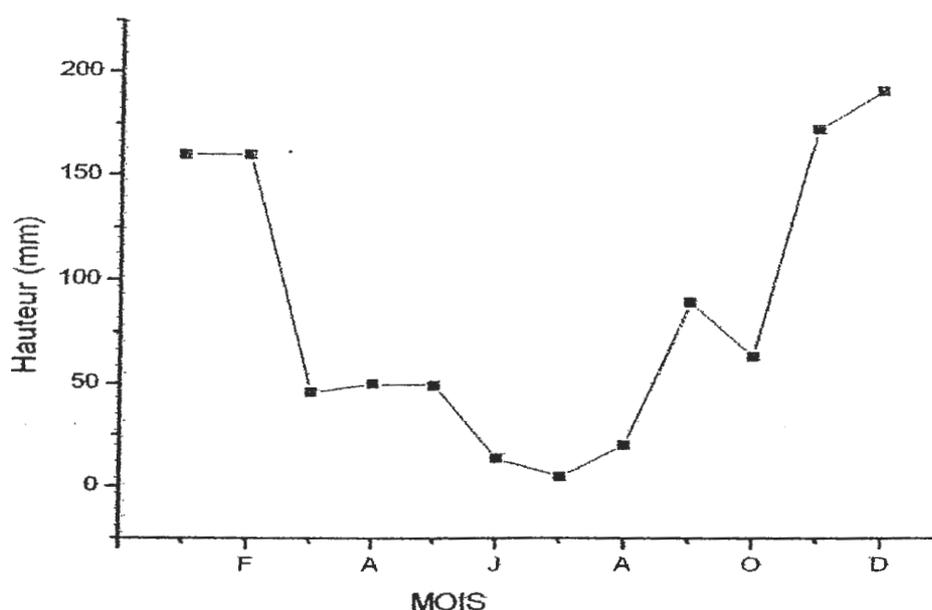


Fig. 10. Répartition mensuelle des pluies au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006

La pluviométrie est l'un des facteurs les plus importants du climat mais c'est de son importance et surtout de sa répartition dans le temps que dépendent en grande partie les récoltes (CAUTTANCEAU, 1962), au niveau de cette région, 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 191,2 mm, et le mois le plus sec est Juillet avec 4,85

I.1.2.3. La température :

Pour (CATTANCEAU, 1962 in Roula, 2005), ce qui est important de connaître se sont les valeurs de températures extrêmes les plus basses et les plus élevée et leurs répartitions dans le temps, la durées favorable à la végétation.

Tableau N°09 : répartition des températures mensuelles au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997 à 2006.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr	Mai.	Juin.	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
T°	11,34	11,26	13,61	15,35	18,66	21,77	24,81	26,03	23,55	20,82	15,73	12,37	17,95

(O.N.M)

D'après le tableau il ressort que la température annuelle moyenne est relativement douce, elle est de 17,95°C.

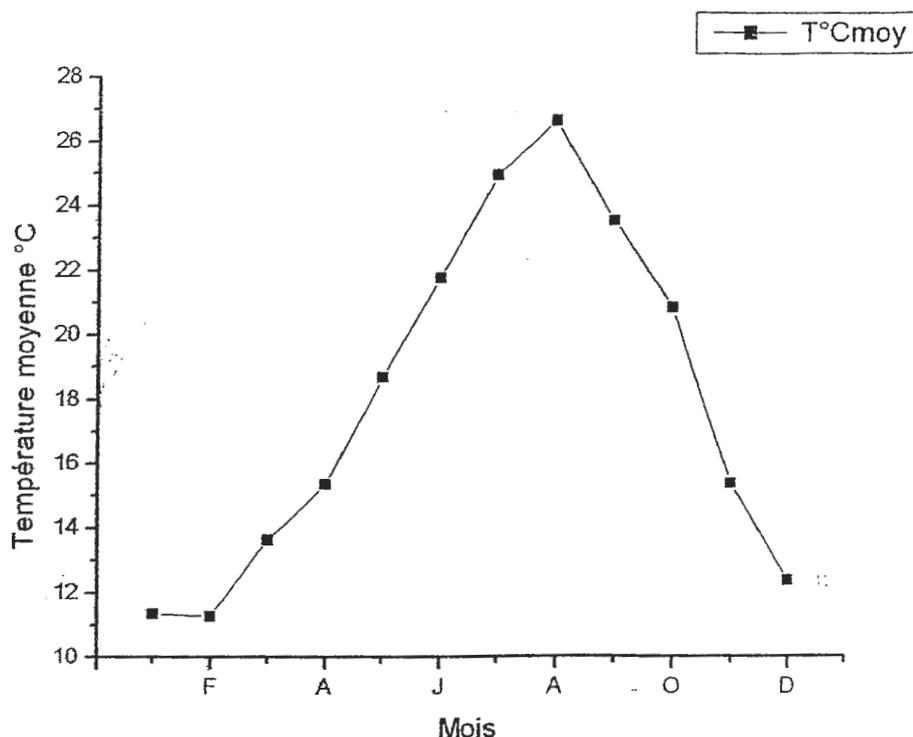


Fig.11. Répartition mensuelle des températures au niveau de la Wilaya de Jijel 1997-2006

II.2.4.L'humidité relative :

Ce paramètre est un élément atmosphérique très important à mesurer, car il intervient dans le maintien du pouvoir de l'évaporation de l'air en cas de fortes températures comme il intervient dans le déficit hydrique.

Tableau N°10 : moyenne mensuelle de l'humidité relative au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997-2006.

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne
H%	73	76	73	74	78	66	70	71	69	74	70	77	72,58

(O.N.M)

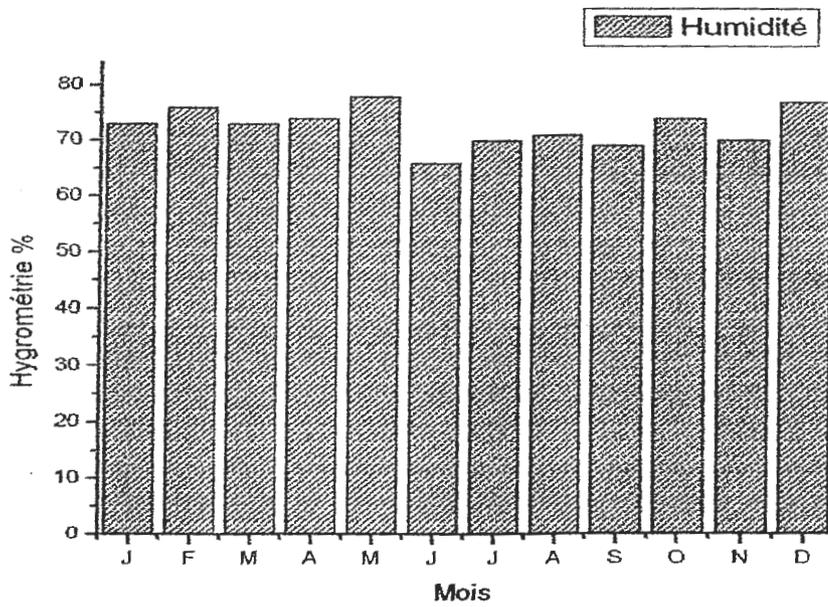


Fig.12. Moyenne mensuelle de l'humidité relative au niveau de la Wilaya de Jijel de 1997-2006.

Diagramme ombrothermique de Gausсен représenté par Gausсен et Bagnole en 1953, Ce diagramme nous permet de connaître de saisons dans cette région et d'avoir une idée sur la durée et l'intensité de la période de sécheres

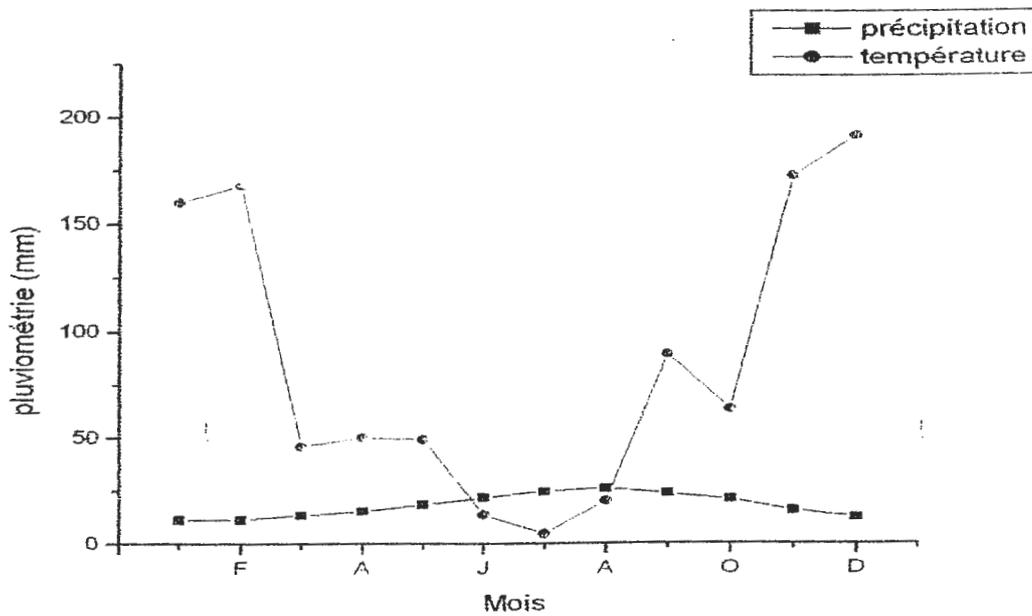


Fig.13. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN et BENGOL

Dans le cas de notre étude, l'examen du diagramme permet de définir la période sèche qui s'étale de fin Mai jusqu'au début Août, Période durant laquelle l'irrigation des plants en pépinière doit être importante et bien contrôlée.

II. Résultat des Analyses :

II.1. Résultat des Analyses chimique :

Les analyses chimiques, ont été réalisées au niveau des laboratoires de l'université de Jijel (laboratoire de l'écologie et de la biochimie.).

A. détermination du pH :

Il est déterminé à l'aide d'un pH mètre METRHOM, basé sur la méthode électrométrique à l'électrode de verre accouplée à une électrode de référence.

B. Détermination de la conductivité électrique :

D'apprécier la salinité des substrats organiques (GUY, 1978).

Elle a été déterminée à l'aide d'un conductimètre METHROM.

Tableau N°11 : Norme d'interprétation de conductivité électrique.

Extrait	Non salé	Peu salé	Salé	Très salé
C.E.m hos/cm	0,06	0,6-1,2	1,2-2,4	2,4-6

Source : BAIZE (1988).

C. détermination du carbone total :

La détermination du carbone total dans les matériaux se fait comme suit :

Après avoir pesé la capsule et son contenu qui ont séjourné durant une nuit dans une étuve à dessiccation à 105°C (P_2), on porte le tout dans le four à moufle à 600°C pendant une heure (pour les matériaux non calcaire).

Ouvrir la porte du four pour que la capsule commence à se refroidir.

Sortir ensuite la capsule du four et la placer dans un dessiccateur pour quelle puisse se refroidir assez rapidement sans se réhydrater.

Peser la capsule avec son contenu dès que sa température est proche de celle du laboratoire.

Soit P_3 le poids obtenu (capsule vide + matériau calciné) et P_1 le poids de la capsule vide.

La différence $F = P_2 - P_3$ correspond à la perte au feu de la prise d'essai. Elle peut être exprimée en %, par rapport à 100g de matériau séché à 105°C :

$$F = (P_2 - P_3) \times 100 / (P_2 - P_1)$$

La matière organique perdue par calcination est égale à la perte au feu ($F = \% \text{ de MO}$).

Le carbone total est égal à la moitié de la matière organique ($MO = C \times 1.72$).

Tableau N°12 : Norme d'interprétation de matière organique.

Taux de .M.O %	terre
<1	Très pauvre
1-2	Pauvre
2-4	Moyen
>4	riche

Source : SCHAFER(1975)

D. Calcaire total :

Tableau N°13 : Norme d'interprétation de calcaire total.

Teneur en calcaire (%)	Type de sol
<1	Sol non calcaire
1-5	Sol peu calcaire
5-25	Sol modérément calcaire
25-50	Sol fortement calcaire

Source : BAIZE (1988).

Tableau N°14 : Analyse chimique de sol (1) + (2).

Les éléments	Sol (1) : INRF	Sol (2) : pépinière privé
pH	5,85	7,69
Matière organique (%)	15,20	25,54
Conductivité électrique (mm hos/cm à 25°C)	0,48	1,59
calcaire total (%)	0,26	0,18

Source : BAIZE (1988).

- **pH** : d'après le tableau N° 14, nous observons que le pH de sol (1) est acide avec une valeur de 5,85 et le pH de sol (2) est basique avec une valeur de 7,69.
- **M.O** : d'après le tableau N° 14, le sol (1) est très riche en M.O avec un taux de 15,20 et même pour le sol (2) avec un taux de 25,54.
- **Salinité** : d'après le tableau N° 14, nous observons que le sol (1) est non salé mais le (2) est salé.
- **Calcaire total** : pour l'ensemble des deux sols utilisés le taux de calcaire total est faible.

III. Partie théorique :

III.1. Situation par rapport à la zone de reboisement :

Cette pépinière est située plus proche à la zone de reboisement (Forêt de GUEROUCHE) à une distance de 1 km.

III.2. Main d'œuvre :

Au niveau de cette pépinière il y a : 4 Ingénieurs forestier, 1 Technicien supérieur en forêt, 2 saisonniers, 03 ouvrier permanent.

III.3. Plan de masse de pépinière :

- Aménagement des accès :

Cette pépinière possède un chemin principale et deux chemin secondaire et en remarque l'absence des sentiers.

III.4. Système d'irrigation

Il existe deux modes d'irrigation :

La 1^{er} concerne dans des planche hors-sol c'est le mode par brumisation. Est la 2^{ème} se fait manuellement avec des arrosoirs pour les planches au sol.

- Origine est qualité d'eau d'irrigation :

- L'arrosage : il s'effectue manuellement 2 fois par semaine pendant le soir, avec un contrôle régulier qui nécessite une grande disponibilité du pépiniériste et une bonne technicité.

Le nombre d'arrosage est augmenté au mois de Mai et juin à 3 fois par semaine, des qu'il ya un dessèchement de la surface de conteneur, du à la chaleur élevée.

- Capacité de stockage :

Bassin d'accumulation de 12m³.

- Protection des semis :

a) Contre les mauvaises herbes :

Le désherbage des adventices c'est effectué manuellement dès que cela s'avère nécessaire, car celles-ci exercent sur les plants des actions nuisibles du point de vue mécanique en étouffant les semis et physiologique en provoquant une baisse de fertilité.

b) Contre les insectes :

Après trois mois d'élevage, les plants ont été attaqués par un coléoptère (Clytra sp) qui a causé des dégâts au niveau des feuilles et le bourgeon terminal.

Pour la lutte on a utilisé de un insecticide de contact «karaté» avec une dose de 2ml/litre d'eau

Clôture et brise vent :

Nature de clôture : La clôture de cette pépinière se faite avec un grillage de Zimmerman de 2 m de hauteur.

Les espèces utilisées pour la brise vent :

- Cyprès
- Acacia milanoxilon
- Ombrière : Néant

III. 5. Production des plantes et semis :

- Provenance des graines : localement dans des peuplements bien venant. En dehors de la région (services des semences du siège de l'INRF)

Tableau N°15 : Nature de plantes produit.

Espèce	Superficie occupé (m ²)
Chêne liège	7200
Pin maritime	1200
Acacia	1200
Cyprès	1200
Chêne zeen	3600
Platane	1200
Saule	350
Peuplier	350
Eucalyptus	1200

(I NRF)

III. 6. Préparation de sol pour le semis et le repiquage :

- plants en sachets :

III.6.1 Caractéristique du mélange utilisé pour les planches : (préparation de substrat).

Le substrat se compose de 02 éléments :

- **L'élément rétenteur d'eau:**
- tourbe blonde importer, tourbe de messeussa, tourbe de lac- noir est de la terre végétale (humus forestier) 50% Humus forestières + 50% granulé de liège.
- **Les éléments aérateurs:**
- l'écorce de pin composté le granulé de liège composter, et le grignon d'olive composté. dans le mélange se posé idéale : (50% tourbe bande + 50% écorce de pin composter).
- **P'installation des planches avec les sachets :**
- façonnage des planches : d'un forme rectangulaire 10x5m ; les plantes ont été réalisé par des traverse, en bois de chêne zeen.

III. 6. 2. Semis :

- **Exécution des semis :** le semis s'effectué manuellement en sachet ; le nombre de graines à semis est au nombre 03 graines par sachet, sauf pour les cas des glandes, (un glande par sachet), la profondeur des semis dépend de la taille de semence, en générale la semence se semis à une profondeur égale à son diamètre.
- **Traitement préalable de semis :**
Certaines espèces possèdent des graines qui perdent leur faculté germinatives. Après Un période de stockage, donc il est nécessaire prétraitement des graines avant de semis
- **Technique de traitement des grains :**
Il existe plusieurs techniques de traitement des grains parmi les traitements utilisés

1/ Scarification :

- La levée de dormance c'est pour les glands de chêne liège,
- Traitement a l'eau chaude pour autres semences.
 - traitement par scarification.
 - Acide sulfurique

Pour le cas des glands de chêne liège : Dès l'arrivé des glands, un triage, puis nettoyage, suivi d'un traitement fongique à l'aide d'un fongicide, où d'un traitement thermothérapie.

Les planches doivent être nivèles et d'une taille permettant un accès facile à tous les sachets qui y disposé d'un forme rectangulaire, la largeur de 5m, la confection des planches par traverse, en bois de chêne zeen, provenant du service de SAFABABORS. Avant l'installation des planches, le nettoyage du sol par l'enlèvement des raines, des pierres, cailloux sur toute la surface devant être occupé par la planche

III. 6. 3. Densité des semis :

Les graines sont semis a raison de 2 à 3 graines par conteneur (pour les résineux), selon la faculté germinatif de la semence à une profondeur de 1 à 2 cm suivi d'un arrosage abondant nécessaire pour favoriser la germination, et pour les feuillus tel que le chêne-liège un gland par conteneur.

III. 6. 4. Protection des semis contre :

- Les prédateurs :

Plusieurs agents pathogènes sont responsables de dépérissements plus au moins graves des essences forestières, tels que les Insectes (Pucerons, cochenilles et acariens et nématodes à tous les stades de leur développement.), bactéries, champignons:

Les hautes températures peuvent provoquer un stress hydrique, qui peut ensuite provoquer comme un dessèchement des aiguilles et de la tige chez les résineux.

- *Lophodermium nitens* Daker qui a affecté faiblement 90% des plants d'une production de 1,1 millions de pins rouges ;
- Quelques pourritures étaient causés par *Cylindrocladium floridanum* Sobers & Seymour et plusieurs autres par *Cylindrocarpon destructans* Zinssm. Scholten et *Fusarium* spp. tous sont des champignons de sol (le seul moyen de prévention demeure les interventions d'ordre sanitaire au niveau des méthodes culturales et de l'entretien du matériel afin de limiter les contaminations accidentelles des sols.). Quelques pourritures sont causées par des champignons tels que *Cylindrocladium floridanum*,
- La gelure printanière a affecté légèrement les plants. Les conséquences de la gelure printanière sont un arrêt ou une diminution de croissance et de développement de plusieurs bourgeons apicaux affectant ainsi la qualité physique du plant ;
- Une brûlure des pousses causée par *Sirococcus strobilinus* (Desm) Petr. ;
 - la fonte des semis, touche la quasi-totalité des essences forestières élevées en pépinière; Mais elle affecte surtout les résineux (pins, cèdres.), le pin d'Alep est le plus sensible que le pin maritime. Les genres *Pythium* sp., *Fusarium* sp. et *rhizoctonia solani* comme agents principaux de la fonte leur développement est favorisé par certains facteurs tels que richesse du sol en matières azotées et un pH élevé >5) une t° moyenne douce 20° une hygrométrie élevée de sol le seul moyen de prévention demeure les interventions d'ordres sanitaires au niveau des méthodes et de l'entretien du matériel

afin de limiter les contaminations accidentelles des sols. Les pertes varient de 10% à plus de 50% des semis (AZOUAOUL, 1996.).

- **Le froid** par les lésions qu'il provoque sur la plante, va favoriser la pénétration d'agents pathogènes.
- **Les mauvaises herbes** peuvent héberger de nombreux parasites, éventuellement dangereux pour la plante, nématodes, acariens, insectes, virus, ou champignons
- **L'eau** : le stress hydrique étant préjudiciable à la croissance des végétaux peut provoquer des dépérissements.
- **Les éléments nutritifs** : La non-satisfaction de la plante vis à vis de sa nutrition va ralentir sa croissance ou perturber son développement - A l'extrême, tout excès ou carence peut provoquer des symptômes parfaitement visibles, utiles pour le diagnostic:

III.6.5. Entretien des semis :

- **Arrosage** : Se fait par la brumisation consiste à apportée de l'eau en dessus des plantes à l'état de brume (très fines gouttelette d'eau) sur une surface circulaire, pour éviter le tassement du substrat de culture.
- **Désherbage** : Le désherbage des adventices s'est effectuée manuellement dès que cela s'avère nécessaire car celle-ci exercent sur les plants des actions nuisible du point de vue mécanique en étouffant les semis et physiologique en provoquant une baisse de fertilité.
- **Démariage** : Il consiste à ne laisser qu'en seul plant par conteneur, cette opération s'est effectuée après l'apparition des racelles au niveau du système racinaire (04 à 05 semaines après la date de semis).
- **Sarclage** : Néant.

III.6.6. Fertilisation :

- Il ya deux types de fertilisation :
- fertilisation manuelle avec des matériaux organiques (grignon d'olive, boues résidâmes.)
- Fertilisation par N P K hydro fer (fertilisation foliaire).
- Dose : 10 g/10 l) par m.
- Acide sulfurique, éther de pétrole : pur la cas des glands de chêne liège dès l'arrosait des glands, prés tirage pur nettoyage, suivi d'un traitement fongique a l'acide d'un fongicide et d'un traitement thermothérapie.

III.6.7. Les conteneurs :

Au niveau de cette pépinière, les pépiniéristes utilisent deux type de conteneur pour le semis des plants. Les conteneurs utilisés sont :

1) Les caissettes :

Il s'agit des caissettes en plastique de dimension 51x35x15 cm, elles présentent des ouvertures dans leur fonds (bases), qui vont permettre l'autocernage des racines. Une caissette peut contenir 40 conteneurs.

2) Les sachets polyéthylène : ils sont fonds, de hauteur 20 cm et de diamètre de 50 mm.

Les sachets sont perforés latéralement de six trous pour permettre le drainage de l'eau.

3) Le conteneur « WM » : Le conteneur « WM » est compose de deux pièces en polyéthylène pliée, de hauteur 17 cm pour 5,5 cm de coté. Et présente des angles inferieur à 40°, ce type de conteneur est réutilisable 3 à 4 fois et même plus. .

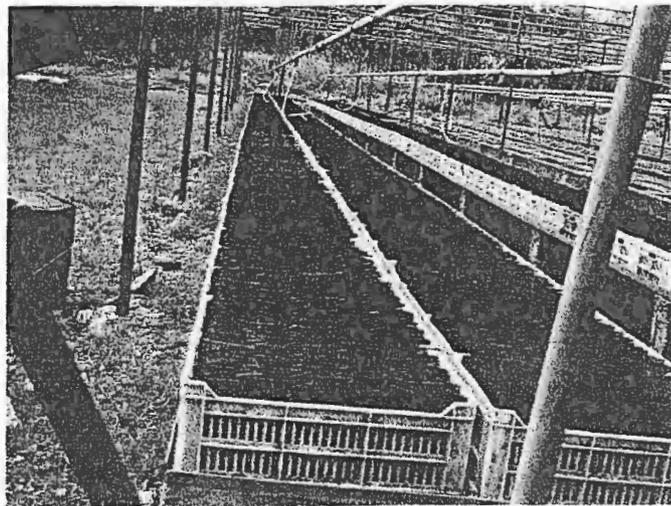


Fig.13. Installation des conteneurs (I.N.R.F)

III.6.8. Arrachage conditionnement est livraison :

Age de plantes livrais : 06 - 07 mois.

Forme est conditionnement :

- Caissette
- Arrosage (préalable).
- Aoutement.

Problèmes rencontré :

- Manque d'ouvrière.
- L'eau (insuffisante).
- Manque des moyennes (broyeur, mélangeurs.....etc.)

- L'absence d'ombrière.
- Problèmes des études sur les provenances des graines (ppg, vg, les arbres plus.)
- Manque de matérielles, de laboratoire des analyse physique-chimiques des plantes.
- Ampliation d'un système d'irrigation équipé.

Conclusion :

- les pépinières doivent bénéficier d'un approvisionnement adéquat en eau,
- d'une source proche de terre appropriée,
- d'une surface bien drainée,
- d'un abri du vent et du soleil,
- d'une bonne accessibilité et de la connaissance de la saison des plantations. Pour organiser de façon efficace le site de la pépinière,
- il faut prendre en compte les facteurs suivants: mélange de terre, stockage des conteneurs, déplacement des véhicules, transplantation, irrigation, stockage des semences et essais de viabilité, de pureté et de germination.

Enquête N° 02 : La pépinière prévis de Mrs : Sahli abd laeziz.**I. premier partie : partie théorique.****I.1. Généralité sur la pépinière :**• **Situation géographique :**

Cette pépinière est située a l'ouest de la Wilaya de Jijel, et plus précisément de la commun de l'AMIR limité par la mer méditerranée au Nord, la route national n : 43, est la commun de l'AMIR au Sud et la commun deTahir à l'Est.

• **Superficie :**

La superficie totale de cette pépinière égale à 4,5 hectares

• **le climat :**

La donnée climatique en été fournit par la station météorologique de Jijel.
(La température, la pluviométrie, l'humidité. Voir enquête N°1).

• **Situation par a port aux zone de reboisement :**

Cette pépinière est située plus proche à la zone de reboisement.

• **Main d'oeuvre :** au niveau de cette pépinière il ya :

- 4 ouvrières permanentes.
- 105 saisonnières.
- l'effective : 106 ouvriers.
- est au niveau de qualification : ingénieure d'agronomie

• **Plan de masse de la pépinière :**• **Aménagement des accès :**

Cette pépinière possède un chemin principale est chemin secondaires et 2 sentiers

• **Système d'irrigation :**- **Mode d'irrigation :**

Il existe un seul mode d'irrigation c'est l'aspersion.

- origine est qualité de l'eau : directe d'un puits.
- capacité de stockage :

- **Clôture de bri se vent :**• **Nature de clôture:**

La clôture se fait par les essences suivant :

Le peuplier, cazouarina, est pour un projet d'avenir la multiplication des ces effectifs.

• **L'Ombrières :**

Dans cette pépinière en remarque l'absence de l'ombrières.

I.2. La production de plante de semis :

Provenance des graines :

En sélection ses graines en dehors de la région de la forêt voisine.

Nature des plantes produite :

- Chêne liège : 550.000 plants ;
- Frêne : 100.000 plants ;
- Cyprée : 100.000 plants ;
- Peuplier : 100.000 plant ;
- Acacia : 27.000 plants ;
- Pin d'Alep : 15.000 plants.

Préparation de sol pour semis et repiquage :

- Les plants en sachet.
- Le mélange (terre végétal ordinaire).
- Vase d'oued 30%.
- Grignon d'olive 40%.
- Grignon de liège 30%.

I.3. Façonnage des plantes :

- Les sachets semis sur le paillage des pots de sachet (autocernage) pour soutien des sachets.
- L'époque de semis : les plus part des espèces en commence semis au mois (février-juin) + repiquage.
- Traitement préalable (pas de traitement)
- Semis par planche : (08x0.9) m2.
- Protecteur des semis : absences des rongeurs.
- Désherbage : se fait manuellement.
- Plant repiquage : pas de traitement directement sur les sachets.

I.4. Fertilisation :

- 1) Fertilisant N/K (potassium, Azote) en solution (FERTIACYL. (GZ)).
 - 13 % azote.
 - 5 % oxyde de potassium
 - Ke 2 soluble dans l'eau.

- La dose (5 -10) l par hectare.
- Fabrication : INABONOSE Espagne.
- 2) **Insecticide** : de contact et injection (DELTRINE) utilisé pour traité :
 - le chêne liège. Puceron de chêne liège (attaque les feuilles : phénomène de défoliation).
 - Dose : 0.3-0.5 l/ha pendant 20 jours.
 - **Livraison des plantes** :
 - Age des plants livraient : 06 mois
 - Mode de livraisons : directement par caisse, pour le liège : sachet son fond, est pour les autres espèces : son trouée.

I.5. Les problèmes rencontrés :

- des problèmes d'ordre techniques étatiques.
- le premier problème posés c'est problème d'eau d'irrigation.
- le deuxième problème : électricité découpeurs.
- Le troisième problème de serpent.
- Les oiseaux
- Problème de dormance.
- Traitement des semences.
- L'ombrières.
- Vulgarisation.

Conclusion :

Pour éviter ces problèmes il faut :

- La région choisie doit posséder un climat chaud mais sans température extrême.
- Le terrain doit être bien drainé.
- Le sol doit offrir une bonne stabilité pour permettre l'installation des fondations et la circulation de la machinerie en tout temps.
- Le site doit avoir une disponibilité adéquate en eau de qualité et être alimenté en électricité.
- La superficie doit être suffisante pour installer les infrastructures, les aires de travail, de stockage et de circulation, et permettre une future expansion.
- Dispositif d'ombrière.
- Dispositif d'arrosage et de fertilisation (automatisé).

- Equipement de broyage (broyeur motorisé).
- Equipement complémentaire (tamis-bétonnière).
- La chaine d'empotage et d'ensemencement mécanisée. (augmentation des vitesses d'exécution des opérations).
- Réservoir d'eau satisfait.

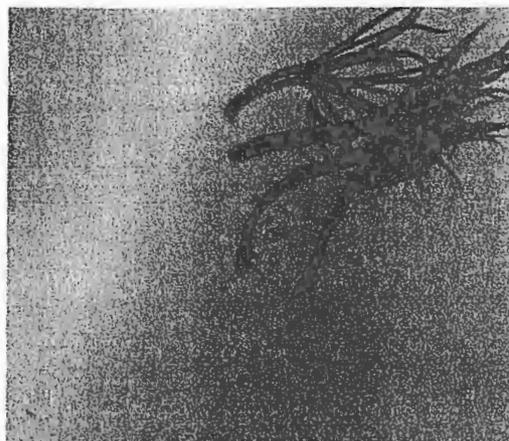


Fig.14. Fonte de semis (pépinière privés).

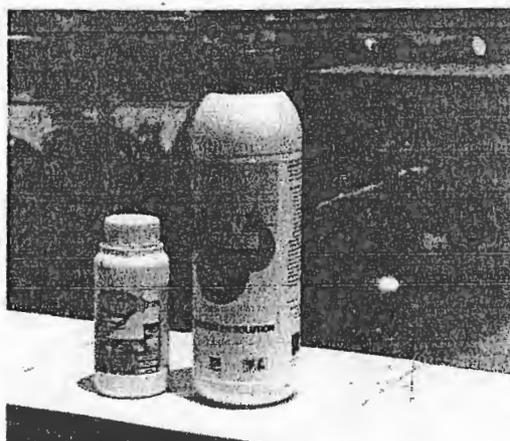


Fig.15. Les fertilisants (pépinière privés).

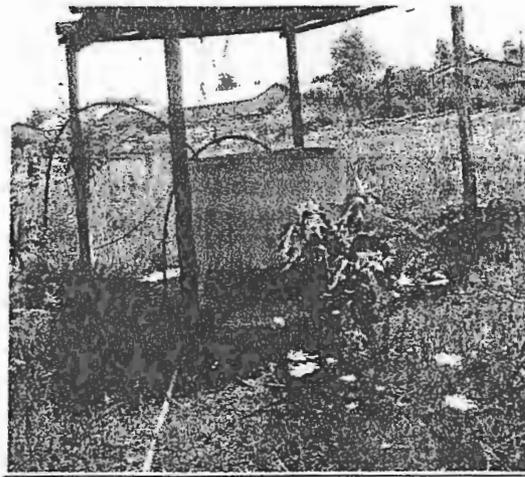


Fig.16. puits (pépinière privés).



Fig.17. façonnage des planches (pépinière privés).

Conclusion

Les objectifs que nous sommes assignés dans cette étude étaient de faire une comparaison entre les différents pépinières et les techniques de production de plants en pépinière pour développer la couverture végétale et caractériser un bon projet de reboisement.

Donc sur la base de ce seul travail on peut tirer des conclusions définitives sur les divers types de pépinières et leur technique d'élevage ; mais en se basant sur les résultats obtenus sur les résultats obtenus à la cour de l'essai en pépinière nous pouvons retenir les interprétations suivantes :

Les rendements obtenus jusqu'à présent en matière de reprise et de croissance des reboisements sont irréguliers. Cette irrégularité est due :

- Au manque de connaissance des milieux constitutifs des terrains à reboiser qui entraîne un mauvais choix des impacts et des essences de reboisements ;
- A la coordination insuffisante entre la production des plants, leur transport et leur mise en place, aggravée par la manutention individuelle des plants en conteneur, entraînant des pertes non négligeables.
- A la présence insuffisante au niveau du contrôle, de l'encadrement technique.
- A la qualité défectueuse des plants produits en pépinières, liée aux mauvaises techniques culturales.

Pour obtenir ce type de plant, quatre paramètres sont à maîtriser :

- 1- Le substrat de culture, pour le support et la respiration du plant, sa nutrition hydrique et minérale. Il doit offrir à la fois une bonne porosité totale et en même temps une bonne tenue mécanique (cohésion). La porosité totale se répartit en une microporosité donnant une disponibilité en eau et une macroporosité pour une aération suffisante.
- 2- Le volume du conteneur doit recevoir sans déformations toute la production racinaire du plant pendant la durée d'élevage. Pour des plants d'une saison en milieu méditerranéen le volume à retenir est de 500 cm^3 .
- 3- la forme du conteneur doit présenter des angles dièdres pour inhiber les enroulements des racines. D'autre part, il doit être sans fond pour favoriser l'autocernage des racines. En culture

hors sol, on provoque l'arrêt de la croissance des racines (autocernage) en ménageant un espace à la base des conteneurs sans fond pour le passage de l'air.

- 4- La durée d'élevage en conteneur doit correspondre au développement optimal des racines (massé racinaire maximale sans déformations) qui doit être atteinte en Algérie du nord-est (subhumide chaud) en 4 à 5 mois en moyenne pour les résineux (un peu moins pour le pin maritime).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

ABADA N., 1991-contribution à l'étude des possibilités d'utilisation des poussières de liège pour la production de plante forestiers en pépinières. Thèse Ing. Agro. INA (El Harrach), 30 p.

ANSTETI A., 1979 Les matières plastiques expansées : caractéristiques et utilisation PFM. Revue Horticole 195, 25-32 p.

ARGILIER C., FALCONNET G. et CRUEZ J., 1990 – production de plants forestiers guide technique du forestier méditerranée français. (Aix en provenance), 32p.

AZOUAOUI G. 1996. Le bon plant forestier document interne INRF.

AZOUAOUI G. 1996. La fonte des semis en pépinières forestières. Rev. La forêt algérienne, INRF, pp. 25-27.

BENAMAR F., 1981 – Essai de caractérisation de quelques substrats organiques pour la fabrication des mottes en vue de la production des plantes maraichers en pépinière. Thèse Ing. Agro. INA (El Harrach), 53p.

BENSEGHIR L.A., 1996 Amélioration des technique de production hors-sol du chêne liège : Conteneurs- substrats- nutrition minérale- Mater en sciences forestières. CEMAGREF (Aix en Provenances), 26 p.

PLANC D., 1981 – problème généraux posés par les cultures hors- sol in GAGNAIRE MICHARD J. et RIEDACKER A., 1981- Les relations entre le système racinaire des végétaux et les sols ou les substrats artificiels. Compte rendu des séminaires du groupe d'étude des racines (Aix en Provence), pp 48-54.

BONNET-MASSIMBER, MULLER et MORELET. 1977) De nouveaux espoirs pour la conservation des glandes. Bult. Tech. Off Nat. des forêts.n°9 pp. 47-54.

BOUNDAOUI M., 2005 – Pépinière forestier, Norme et coûts, pp 1 – 25.

BOUVAREL P., 1969 - La sélection des semences forestière où en sommes-nous en 1969? R.F.F. XXI - n° spécial « Sylviculture » pp. 403-414.

BOUKHELOUA J., 1982 – Essai de mise au point de substrats horticoles pour l'obtention de plants maraîchers en pépinière. Thèse Ing. Agro. INA (El Harrach), 53 p.

CAMPREDON M., 1985 – Aspects agronomiques de la pépinière forestière en région LANGUEDOC – ROUSSILLON. Analyse et proposition. ENITAH (ANGERS), 61 p.

CHAUSSET et LEDEUNFF., 1974 - La prédétermination physiologique des semences: la germination des semences. Gautier Villars Paris pp. 220-232.

CHAUVEL G., 1990 - Sensibilité des plantes ornementales aux produits phytosanitaires Lavoisier Tec & doc. 266 p.

DUCHAUFOR Ph., 1977 – Pédogenèse et classification pédologique (II). Edition MASSON (Paris), 477 p.

FALCONNET G., GRUEZ J. ET ARGILLIER C., 1990 - Etude des malformations racinaires observées sur les plants forestiers élevés en conteneurs. Cemagref, 32 p.

FALCONNET G., 1992 – La production des plants forestiers hors-sol. ENGREF (Nancy). 18p.

FAO., 1963 - "Les méthodes de plantations forestières en zones arides" - Mise en valeur des forêts, Cahier N° 16.

FAO., 1978 - "Les techniques des plantations forestières" - Forestry Paper N° 8, Rome, 1978.

VERMEIREN L., JOBLING G.A., 1980 - "L'irrigation localisée" - Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 36, Rome,

FELLAH A., 1979 – Problèmes des mélanges en pépinières forestières et les effets de l'utilisation d'un compost. These Ing. Agro. INA (El Harrach), 45 p.

FOUCARD J.C. 1994 Filière pépinière: de la production à la plantation. Lavoisier Paris 99-156 p.

GOBAT J.M., GROSVERNIER Ph. Et MATTHEY Y., 1986 – Les tourbières du Jura Suisse – Milieux naturels, modifications humaines, Actes Société Jurassienne (Suisse), pp 214-238.

GRAS R., 1983 – Quelques propriétés physiques des substrats horticoles. PHM. Revue Horticole, N° 233, pp 61-65.

GRECO J., 1996 - L'Erosion, La défense et la restauration des sols, Le reboisement en Algérie, pp 231-239.

GUY A., 1978- méthodes d'analyses des sol. Edition CRDP (Marseille), 191p.

INRF., 2002 - ATELLIER sur les nouvelles techniques de multiplication de plants en pépinière, pp 1 – 39.

LANIER L., 1986 La fonte de semis. Note techniques forestières. n°14. 7 p.

MONOMAKHOFF P. 1969 Evolution des pépinières forestière. R.F.F. XXI - n° spécial « Sylviculture » pp. 415-420.

LEMAIRE F., DARTIGUES A., RIVIERE L.M. ET CHARPENTIER S., 1980 - Cultures en pots et conteneurs. Principes agronomiques et applications. INRA. Revue horticole, 179 p.

MAKHLOUFI M., 1999 - Techniques d'exploitation des pépinières, pp 6 -39.

MOINEREAU J., HERRMANN P., FAVORT J.C et RIVIERE L.M., 1987 – Les substrats- inventaires, caractéristiques, ressources. In BLANC D., 1987 – Les cultures hors-sol. INRA (Paris), pp 15-77.

PICHER R, 1987 Contrôle phytosanitaire dans les pépinières. Insectes et maladies des arbres - Québec SCF pp. 20-21.

KERRIS T., 2004 – control phytosanitaire dans les pépinières. pp 1-2.

RIEDACKER A., 1978 - Etude de la déviation des racines horizontales ou obliques issues de boutures de Peuplier qui rencontrent un obstacle : application pour la conception de conteneurs. Ann. SCI. For., 35(1), 1-18.

REDLICH D, et VERDURE M., 1975 – Le comportement physique des tourbes et terreaux en cours de culture. PHM. Revue Horticole, N° 160, pp 13-20.

RIVIERE L.M., 1980 – Importance des caractéristiques physiques dans le choix de substrats pour les cultures hors-sol. PHM. Revue Horticole, N° 209, pp 23 -27.



Résumé :

Ce travail consiste à réorganiser et moderniser les pépinières forestières, dotées les techniques modernes de production de bon plants (qualité, quantité) pour développer la couverture végétal.

Quelque paramètre chimique de sol on été étudié afin de déterminer parmi les substrats utilisé ceux qui donnent des plants de bonne qualité.

Mots clés : conteneur - pépinière hors-sol - plant de qualité - substrat.

Abstract:

This work consists on the reorganize and modernizes of forester nursery, and dower of the modern techmical. and good production with high plants (quality, quantity) to develop the vegetal cover.

Some chemical parameters have been studied in order to fin the substrate that gives quality young trees.

Key - worlds: bottle bank-out of soil nursery- quality young trees- substrate.

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى إعادة تنظيم وتجديد المشاتل الغابية و تخصيص تقنيات حديثة في إنتاج الغرائس ذات النوعية الجيدة (كيفية ، كمية) من أجل تطوير الغطاء النباتي. بعض المميزات الكيميائية للتربة تمت دراستها وذلك من أجل تحديد من بين الخلائط المستعملة التي تعطي شجيرات ذات نوعية جيدة .

كلمات مفتاحية: الحاويات- مشاتل خارج التربة -شجيرات ذات النوعية -تربة اصطناعية.