

Semis et plantations dans la forêt de chêne-liège de la Maâmora (Maroc)

par Bakhiyi BELGHAZI, Mohamed BADOUZI, Tarik BELGHAZI
et Sana MOUJJANI

Cet article montre de manière très claire qu'avec une bonne connaissance des conditions du milieu et particulièrement du milieu édaphique et des techniques de reboisement adaptées, les semis de chêne-liège peuvent apporter des résultats intéressants qui offrent des perspectives positives pour la reforestation de la forêt de la Maâmora.

Introduction

La forêt de la Maâmora, d'une superficie de 133 000 ha, dont 60 000 ha occupés par le chêne-liège (A.E.F.C.S., 1973) est l'une des plus vastes subéraies de la région méditerranéenne (NATIVIDADE, 1956). Cette forêt joue un rôle indéniable sur les plans écologique, économique et social. En effet, la Maâmora produit annuellement 6 000 tonnes de liège, soit 60 % de la production nationale. Elle fournit de l'emploi aux riverains et constitue un lieu de parcours permanent pour le bétail. En plus, la forêt de la Maâmora joue un rôle récréatif et cynégétique non négligeable.

Toutefois, ce patrimoine connaît depuis plus de deux décennies, une perte de densité par dépérissement et par manque de régénération naturelle garante de sa pérennité. Plusieurs facteurs sont responsables de ce recul : vieillissement des peuplements à l'état de futaie régulière sur souche, contamination des arbres par le redoutable champignon *Hypoxylon mediterraneum*, ramassage systématique des glands doux destinés à l'alimentation humaine et animale, surpâturage par un cheptel de 230 000 têtes ovines et bovines qui correspond à 4 fois la charge d'équilibre, incendies et défoliation périodique des arbres par la chenille d'un insecte, le *Lymantria dispar*. S'ajoute à ces phénomènes, l'agression du climat, caractérisée par une distribution des pluies aléatoire et irrégulière, et une succession de périodes particulièrement sèches, telles que celles de 1919 à 1928, 1948 à 1968 et 2003 à 2007.

1 - Stratification :
classement des périmètres
par technique
de reboisement (semis
de glands, plantation)
et par canton.

Il en résulte, qu'en raison de son importance sur les plans écologique, socio-économique, environnemental et culturel, et de son état de végétation très préoccupant, la mise au point de techniques de sauvegarde et de préservation de cette forêt constitue depuis près d'une décennie, le souci majeur de l'aménagiste et des gestionnaires locaux.

Dans ce sens, des essais de régénération par semis et par plantation de cette subéraie ont été entamés au milieu des années 50, juste après le premier aménagement de cette forêt. Malheureusement, ces efforts se sont vite relâchés, et ce n'est qu'en 1992 qu'ils ont été repris avec vigueur à la suite du nouvel aménagement dit «aménagement agro-sylvo-pastoral», qui prescrit les reboisements d'environ 2 000 ha de chêne-liège par an. Alors que jusqu'en 2002, la méthode de reboisement était exclusivement basée sur le semis direct de glands, par la suite, les reboisements par plantations de plants à racines enrobées ont pris de l'ampleur, avant même la mise au point des normes de qualité de ces plants.

Ce travail a pour objectif de mettre en exergue un bilan comparatif des deux méthodes de reboisement (semis de glands et plantation de plants élevés en pépinière) en relation avec les conditions écologiques et les techniques de reboisement adoptées, dans le but de fournir des recommandations appropriées aux gestionnaires de cette forêt.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

La forêt de la Maâmora est située dans le Maroc septentrional, au nord-ouest de la

Meseta marocaine bordée par l'océan atlantique. Cette forêt s'étend de l'est à l'ouest sur environ 70 kilomètres et du nord au sud sur 30 kilomètres, avec approximativement Rabat à l'angle SW et Kénitra à l'angle NW. Elle est découpée de l'ouest vers l'est en cinq cantons (A à E).

Dans son ensemble, le relief est inexistant avec des pentes faibles, généralement inclinées du sud-ouest vers le nord-est. Les variations altitudinales oscillent entre 6 à 8 mètres au niveau de la côte atlantique et 300 mètres environ dans la partie continentale à l'extrémité nord-est de la forêt.

Le substrat géologique est constitué par un dépôt de sable éolien décalcifié, qui repose sur un plancher argileux rouge du Villafranchien. Les principaux types de sols qui prédominent dans la forêt de la Maâmora sont essentiellement du type sable sur argile (LEPOUTRE, 1965 ; NAFAA, 2002). Il s'agit des sables beiges peu profonds, des sables beiges profonds, des sables beiges et rouges qui reposent tous sur un substratum argileux. L'épaisseur de ces sables varie entre 30 cm et 6 m et détermine dans une large mesure le comportement du chêne-liège et celui des essences de reboisement dans cette forêt. Par ailleurs, les cuvettes et les replats, où l'épaisseur du sable est quasiment nulle, sont inondés temporairement en périodes de pluies et constituent ce qu'on appelle localement des "Daya".

Du point de vue climatique, les cantons A et B qui subissent les influences directes de l'océan, sont sous ambiance bioclimatique subhumide chaude au sens d'Emberger (1955), alors que les cantons C, D et E, plus continentaux, s'encartent dans une ambiance bioclimatique plutôt semi-aride à variantes chaude à tempérée. Le volume des précipitations varie entre 598,5 mm à Kénitra située au nord-ouest et 498,1 mm à Tiflet située dans la partie la plus continentale à l'est.

Prélèvement de l'information

La variabilité des techniques de reboisement et du climat de la forêt, impose de fait une stratification¹ des périmètres. Les critères de stratification retenus à cet effet ont été, les techniques de reboisement et la continentalité exprimée par les cantons qui se succèdent de l'ouest vers l'est. A été identifié ainsi, un total de 10 strates homogènes (Cf. Tab. I). Les caractéristiques des strates retenues figurent dans le tableau I.

Tab. I :
Caractéristiques
des strates retenues
dans l'échantillonnage

| Strate | Superficie (ha) | Caractéristiques |
|------------|-----------------|---|
| 1 : A/LpP | 318 | Canton A, labour en plein, plantation |
| 2 : A/LbG | 50 | Canton A, labour par bandes, semis direct de glands |
| 3 : B/LpG | 132 | Canton B, labour en plein, semis direct de glands |
| 4 : B/LbP | 491 | Canton B, labour par bandes, plantation |
| 5 : C/LpG | 120 | Canton C, labour en plein, semis direct de glands |
| 6 : C/LpP | 50 | Canton C, labour en plein, plantation |
| 7 : D/LpG | 40 | Canton D, labour en plein, semis direct de glands |
| 8 : D/LpP | 18 | Canton D, labour en plein, plantation |
| 9 : E/LpP | 631 | Canton E, labour en plein, plantation |
| 10 : E/LbG | 50 | Canton E, labour par bandes, semis direct de glands |

Lp : labour en plein ; P : plantation ; Lb : labour par bandes ; G : semis direct de glands ;
A, B, C, D et E : Cantons de la Maâmora

Pour une surface totale reboisée de 1900 ha, 80 placettes carrées de 4 ares ont été inventoriées. Comme de coutume en Maâmora, tous les périmètres de reboisements sont efficacement clôturés.

En supposant que les périmètres étudiés aient subi des soins et des traitements identiques, il a été admis que la variabilité entre strates est la même et la répartition inter-strates a été établie par allocation proportionnelle à la surface de chaque strate. Toutefois, pour garder la représentativité de l'échantillon, nous avons légèrement modifié le plan de sondage par un sur-échantillonnage au niveau des petites strates et un sous-échantillonnage au niveau des grandes strates (Cf. Tab. II).

Compte tenu de la dislocation des périmètres de reboisement au sein de chaque strate, la répartition des placettes intra-strate a été réalisée par un tirage aléatoire qui donne la même chance à chaque unité de surface de 1 ha d'être tirée (BELGHAZI, 1990). Sur le terrain, les placettes ont été assises d'une manière systématique le long des lignes de plantation orientées nord-sud avec une maille égale à 200 m (Cf. Fig. 1).

La collecte de l'information au niveau de chaque placette a été effectuée comme suit :

- inventaire du milieu par la transcription des descripteurs écologiques tels que la profondeur et la nature du sable, la pente du terrain, l'exposition, la continentalité. Ces descripteurs sont considérés comme étant les

| Strate i | Superficie (ha) | ni | n'i |
|----------|-----------------|----|-----|
| A/LpP | 318 | 14 | 14 |
| A/LpG | 50 | 2 | 4 |
| B/LpG | 132 | 5 | 5 |
| B/LpP | 491 | 22 | 12 |
| C/LpG | 120 | 5 | 9 |
| C/LpP | 50 | 2 | 6 |
| D/LpG | 40 | 2 | 7 |
| D/LpP | 18 | 1 | 5 |
| E/LpP | 631 | 25 | 14 |
| E/LbG | 50 | 2 | 4 |
| Total | 1900 | 80 | 80 |

Tab. II :
Répartition inter-strates des placettes

ni : taille optimale
n'i : taille retenue

plus déterminants pour la végétation en Maâmora (LEPOUTRE, 1965) ;

- identification de la méthode de reboisement (semis de glands, plantation), de la technique de préparation du sol (labour en plein, labour en bandes), de l'antécédent culturel (chêne-liège, *Acacia mernsii*², *Eucalyptus*). Dans les deux cas (semis et plantation), le tracé est très souvent en quadrillage rectangulaire avec des écartements moyens de 3 m entre plants (ou glands) sur la même ligne et 4 m entre lignes. Concernant les glands, le semis est opéré par un dépôt de 4 graines par potet ; cela correspond en moyenne à des densités respectives de 833 plants et de 3 332 semis à l'hectare. Il est à signaler qu'un dépressage précoce au début de la deuxième année de reboisement réserve un seul semis par potet ;

2 - L'ancien nom de cet acacia était *Acacia mollissima*

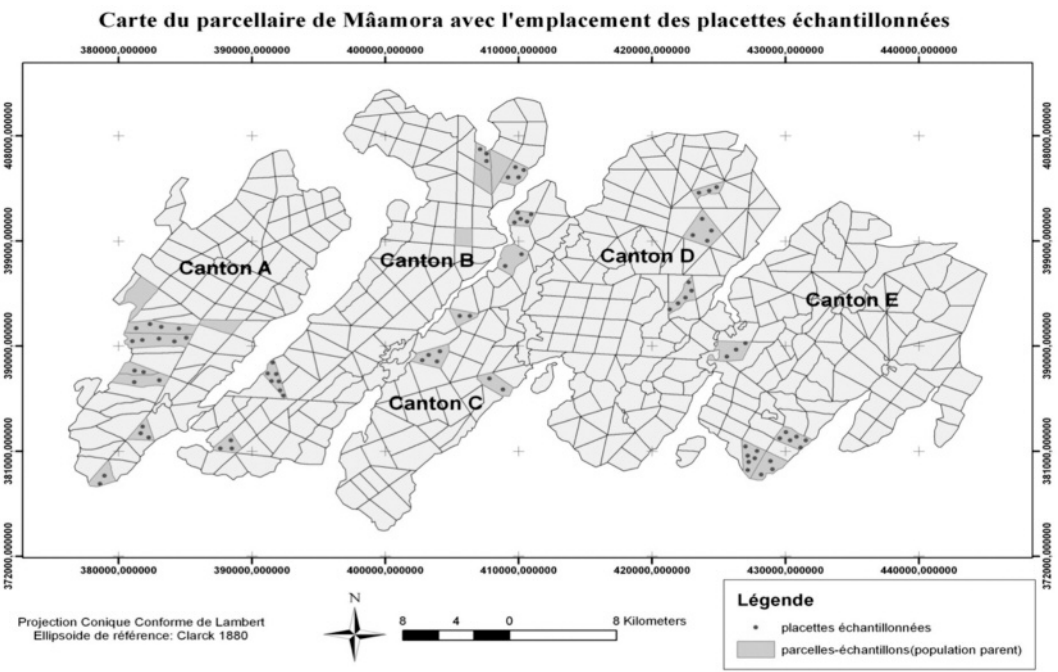


Fig. 1 :
Répartition des placettes dans la forêt de la Maâmora

– inventaire des jeunes peuplements : il s'agit d'un comptage systématique des semis et plants vivants et morts.

Analyse des données

L'analyse des données consistait à :

– comparer les taux de réussite d'année en année pendant les six premières années, pour les plants et les semis, en vue de définir la date à partir de laquelle ces individus se maintiennent définitivement. Il est à signaler que pour le chêne-liège, comme c'est le cas pour le cèdre de l'Atlas, les constats de terrain montrent qu'un jeune plant ou semis n'est définitivement viable qu'après avoir affronté au moins trois étés consécutifs. A signaler également que pour les semis de glands, le bilan du reboisement est le rapport du nombre de potets où il y a au moins un survivant sur le nombre total de potets ;

– étudier l'effet des travaux de sol sur la reprise des plants et semis sur le terrain, sachant qu'en Maâmora les travaux de sol consistent très souvent en un labour profond (40 à 45 cm) à l'aide d'une charrue à disques, complété par un labour superficiel de 20 cm au pulvérisateur à dents dans le sens perpendiculaire au premier. Dans ce cas, nous rappelons que les densités sont de l'ordre de 833 plants à l'ha (espacements de 3 m sur la même ligne et de 4 m entre lignes) et de 3 332 glands à l'ha (mêmes écartements, mais avec 4 glands par potet). En parallèle à cette technique "universelle" pour tous les reboisements dans cette forêt, le labour en bandes est spécialement préconisé dans certains cas pour les reboisements de chêne-liège, sous prétexte que cette essence est héliophile et ne peut supporter le plein découvert. Cette technique de préparation de sol comprend un labour profond (40 à 45 cm) sur des bandes de 3 m de large, espacées par des bandes de 2 de largeur, maintenues à l'état naturel. Le long de chaque bande ameublie, les potets sont espacés d'environ 2,5 m, ce qui correspond en moyenne à 800 plants ou à 3 200 glands à l'hectare, sachant qu'on sème 4 glands par potet ;

– étudier l'effet de la nature et de la profondeur du sable, la continentalité de la station et l'antécédent cultural sur le taux de réussite de ces reboisements. Selon des études antérieures (LEPOUTRE, 1965 ; CLAUDOT, 1963 ; SAUVAGE, 1961 ; MARION,

1951, 1956), ces facteurs étaient considérés comme efficaces au sens de DAGET et GODRON (1982) dans la forêt de la Maâmora. En particulier :

– les sables de la Maâmora sont de deux types, rouges ou beiges. Les sables rouges sont riches en argile qui leur confère une capacité de rétention en eau important alors que les sables beiges sont lessivés et doués d'une faible capacité de rétention en eau ;

– du fait que la limite Est de la forêt se trouve à 70 km de la mer, la continentalité du climat est bien marquée (SAUVAGE, 1961). Son impact sur le taux de réussite des reboisements de chêne-liège s'avère remarquable ;

– l'effet de l'antécédent cultural sur les taux de réussite des jeunes plants et semis de chêne-liège, présente un grand intérêt pour le gestionnaire de cette subéraie, car le chêne-liège qui a cédé dans le passé beaucoup de place aux essences introduites (Eucalyptus, Pins, Acacias), tend depuis une décennie à supplanter systématiquement par voie artificielle ces essences. Cette nouvelle transformation est-elle pertinente sachant que BENJELLOUN et AHMIRI (2000) ont montré l'existence d'une relation étroite entre l'antécédent cultural et la production de l'azote minéral ? Pour ces auteurs, cet élément minéral nécessaire pour le bon développement des plantes est largement disponible dans les culées noires d'*Acacia mearnsii*. Dans les culées noires d'Eucalyptus, le sol est tellement pauvre que les gestionnaires fertilisent d'une manière systématique les jeunes plantations d'essences introduites. De même, les reboisements de chêne-liège dans les vides et les clairières de la forêt méritent aussi une telle étude.

Les méthodes statistiques employées pour de telles analyses, sont selon les cas :

– le test de comparaison de deux proportions pour comparer les taux de réussite d'une année à l'autre ;

– l'analyse de la variance à un critère de classification pour étudier l'effet de chacun des facteurs déjà cités sur les potentialités du plant et du semis.

Pour la deuxième analyse, l'égalité des variances (homoscédasticité) a été confirmée par le test de Bartlett. Par ailleurs, du fait que les observations sont inférieures à l'unité, celles-ci ont subi une transformation angulaire du type Arc sinus (DAGNELIE, 1975). Pour cette même analyse, chaque fois que l'égalité des moyennes n'était pas évidente, leur comparaison a été effectuée par

le test de Newman-Keuls à un niveau d'erreur égal selon les cas à 5 %, 1 % et 1 ‰ (DAGNELIE, 1975).

Résultats et discussions

Evolution du taux de réussite au niveau de toute la forêt

Au niveau de l'ensemble des périmètres de reboisement, les taux de réussite des plants et des semis de 1 à 6 ans, figurent dans le tableau III. Il en découle que :

– le taux de réussite des semis varie de 72,9 % en première année à 63,5 % en 6^e année ;

– le taux de réussite des plants régresse de 86,6 % en première année à 57,9 % en 6^e année.

Le test de comparaison des proportions, réalisé par classes d'âges consécutives (Cf. Tab. IV), montre que la différence des taux moyens de réussite n'est pas significative pour les semis. Quant aux plants, la différence est statistiquement significative durant les trois premières années et non significative par la suite.

On peut conclure alors que les semis de glands sont doués d'une bonne adaptation à la station : leur taux de réussite diminue d'une manière non significative depuis leur germination sur le terrain. En revanche, les plants subissent naturellement une mortalité importante pendant les trois premières années et leur densité ne se stabilise qu'à partir de la 4^e année après la plantation. Une illustration graphique de ce résultat est présentée dans la figure 2.

Effet des travaux du sol sur le taux de réussite

Les taux de réussite des plants et semis en fonction des deux catégories de travaux du sol sont consignés dans le tableau V.

La comparaison de ces taux moyens de réussite, entre plants et semis de la même année, est consignée dans le tableau VI.

Selon les résultats du tableau VI, on remarque que :

– pour les plants, la différence des taux de réussite aux mêmes âges est significative, ce qui traduit la pertinence des travaux du sol et la forte vulnérabilité des plants vis-à-vis

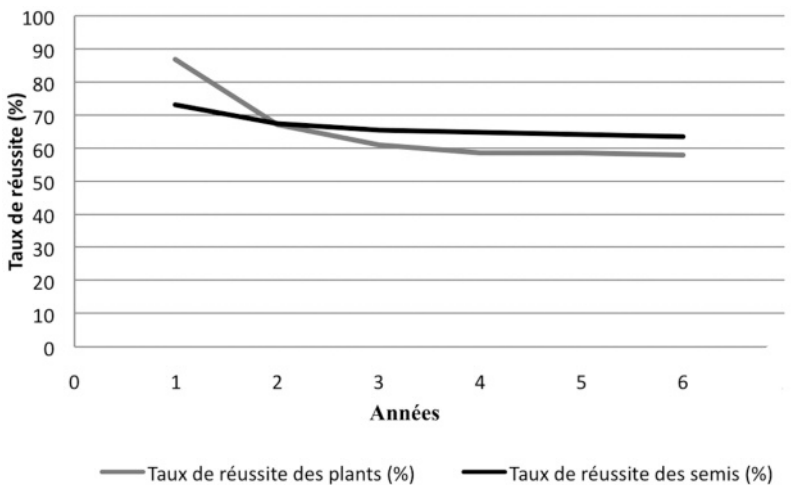
| Age | Taux de réussite des plants (%) | Taux de réussite des semis (%) |
|-----|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 86,6 | 72,9 |
| 2 | 67,1 | 67,3 |
| 3 | 60,9 | 65,5 |
| 4 | 58,7 | 64,1 |
| 5 | 58,5 | 63,5 |
| 6 | 57,9 | 61,3 |

| Age (an) | Z _{obs} | |
|-------------|------------------|------------|
| | Plants | Semis |
| 1-2 | 10,444* | 0,894 (NS) |
| 2-3 | 2,247* | 0,278 (NS) |
| 3-4 | 0,824 (NS) | 0,084 (NS) |
| 4-5 | 0,163 (NS) | 0,052 (NS) |
| 5-6 | 0,159 (NS) | 0,094 (NS) |

*: significatif au risque $\alpha = 0,05$;
 (NS) : non significatif au risque $\alpha = 0,05$.

Tab. III (ci-dessus) :
Taux moyens de réussites des plants et semis de chêne-liège de 1 à 6 ans

Tab. IV (ci-contre) :
Valeurs des tests statistiques relatifs à la comparaison des taux de réussite des plants et semis de chêne-liège par classes d'âges consécutives



de la végétation spontanée. Selon le tableau V, le labour en plein donne de bons résultats ;

– pour les semis, la différence est significative à partir de la deuxième année. Au bout de la première année, les semis sont marqués par leur robustesse et supportent bien la concurrence du cortège floristique avoisinant. Mais à partir de la 2^e année,

Fig. 2 (ci-dessus) :
Evolution des taux de réussite des plants et semis de chêne-liège

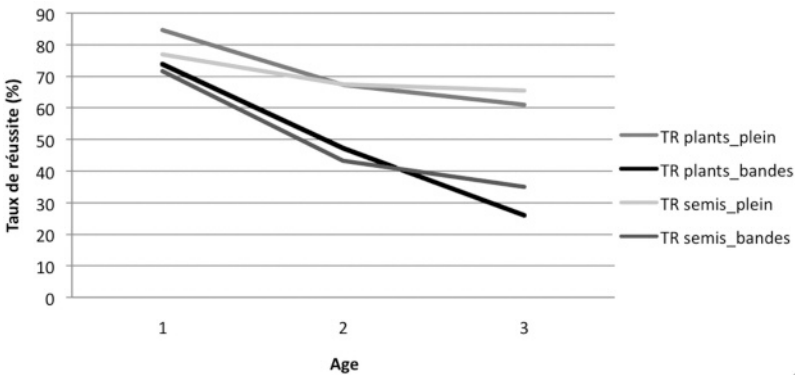
Tab. V (ci-dessous) :
Taux moyens de réussite des plants et semis par techniques de reboisement et par âge

| Age | Taux de réussite des plants (%) | | Taux de réussite des semis (%) | |
|-----|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| | Labour en plein | Labour par bandes | Labour en plein | Labour par bandes |
| 1 | 84,6 | 73,5 | 76,9 | 71,6 |
| 2 | 67,3 | 47,1 | 67,3 | 43,1 |
| 3 | 60,9 | 25,9 | 65,4 | 34,7 |

Tab. VI :
Valeurs des tests
statistiques relatifs
à la comparaison
des taux de réussite
des plants et des semis
de chêne-liège par
technique de reboisement

| Age | Z _{obs} | |
|-------|-----------------------|----------------------|
| | Plants plein/bande | Semis plein/bande |
| 1 an | 8,145 (S) | 1,854 (NS) |
| 2 ans | 13,598 (S) | 9,874 (S) |
| 3 ans | 17,322 (S) | 14,142 (S) |

S : significatif, NS : non significatif.



leur étouffement par la broussaille et les graminées devient problématique (Cf. Photos 1 et 2).

L'évolution des taux de réussite en fonction des travaux de sol est représentée dans la figure 3. En effet, pour les travaux en plein, les taux passent de 76,9 % en première année à 65,4 % en troisième année pour les semis et de 84,6 % à 60,9 % pour les plants. Pour les périmètres reboisés par bandes, les taux moyens de réussite varient de 73,5 % en première année pour atteindre 25,9 % en troisième année pour les plants, alors que pour les semis, il passe de 71,6 % en première année à 34,7 % à l'âge de 3 ans. Il en résulte ainsi que pour les deux méthodes de reboisement (semis de glands et plants), les taux de réussite sont meilleurs avec les travaux de sol en plein. Par ailleurs, dans la plupart des parcelles en Maâmora, les reboisements par bandes s'étaient soldés par une mortalité progressive des jeunes sujets (semis et plants), dont il ne reste plus aucun survivant à partir de la 4^e année (exemple de la parcelle BVI 10).

Effet de la nature du sable sur le taux de réussite

Cas des semis

Les calculs statistiques (Cf. Tab. VII) montrent qu'il existe un effet significatif de la nature du sable sur le taux de réussite des semis.

Le classement des moyennes par le test de Newman et Keuls (Cf. Tab. VIII) met en évidence une bonne « fertilité » des sables rouges. Cette conclusion concorde avec celles de LEPOUTRE(1965), d'AMHAJAR (1997), EL BOUKHARI (2001), MOUJJANI (2007) et BADOUZI (2008). Selon le premier auteur, les sables rouges contiennent un taux d'argile

Photo 1 (en haut) :
Semis de chêne-liège sur terrain préparé en plein
(campagne 2003/2004, canton E)
Photo Badouzi M.

Photo 2 (au milieu) :
Plants de chêne-liège sur terrain préparé en plein
(campagne 2003/2004, canton D)
Photo Badouzi M.

Fig. 3 (ci-contre) :
Taux de réussite des plants et des semis de chêne-liège selon la technique de préparation du sol

convenable, et sont dotés alors d’une bonne capacité de rétention hydrique disponible pour la végétation, alors que les sables beiges sont lessivés et retiennent très peu d’eau, secs en été. Dans tous les cas, chez les semis, le développement rapide du système racinaire par rapport à la partie aérienne, leur confère un bon pouvoir d’adaptation, traduit par un taux de réussite au minimum supérieur à 60 %, seuil critique en dessous duquel le reboisement est considéré comme un échec.

Cas des plants

Les calculs statistiques (Cf. Tab. IX) mettent en évidence un effet très hautement significatif du facteur “nature du sable”. Comme pour les semis, le taux moyen de réussite des plants est meilleur (76,6 %) sur les sables rouges et médiocre (58,2 %) sur les sables beiges (Cf. Tab. X). Le système racinaire des plants, affecté par les parois du conteneur, n’arrive pas à surmonter les conditions difficiles créées dans les sables beiges.

Effet de la profondeur du sable sur le taux de réussite

Cas des semis

L’examen du tableau XI montre que le taux de réussite des jeunes semis de chêne-liège n’est pas du tout influencé par la profondeur du sable. Cette conclusion s’oppose à celle de LEPOUTRE (1965) qui, à l’époque où l’arrosage des jeunes plants ne se pratiquait pas, estimait que la régénération artificielle du chêne-liège en Maâmora, ne peut être espérée là où la profondeur du sable est supérieure à 2 m, sous prétexte que le bilan hydrique du sable est très faible et que la racine du semis ne peut atteindre avant le premier été, l’horizon argileux humide en profondeur. Mais, avec deux arrosages au premier été dont le surcoût est de l’ordre de 1 500 à 2 000 Dirhams par ha, opération nouvellement exigée pour tous les reboisements de chêne-liège dans cette forêt, la profondeur du sable n’est plus une contrainte pour les semis. La croissance rapide de leurs pivots, leur permet d’affronter la sécheresse estivale par une prospection de l’eau du sol en profondeur. Ces résultats concordent d’ailleurs avec ceux obtenus par ailleurs (AMHAJAR, 1997 ; EL BOUKHARI, 2001 ; BELGHAZI *et al.*, 2001).

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|---------|-------|
| Nature du sable | 1279,500 | 2 | 639,750 | 4,57* |
| Variation résiduelle | 4201,425 | 30 | 140,047 | |
| Total | 5480,924 | 32 | | |

* : Significatif au risque $\alpha = 0,05$;
 SCE : Somme des carrés des écarts ; DL : Degrés de liberté ;
 CM : Carré moyen ; Fobs : Statistique observée de Fisher-Snedecor.

Tab. VII :
 Analyse de la variance : taux de réussite en fonction de la nature du sable chez les semis

| Natures de sable | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes | |
|------------------|-----------------------------|-------------------|---|
| Rouges | 82,4 | A | |
| Beiges-Rouges | 71,1 | | B |
| Beiges | 61,8 | | B |

Tab. VIII :
 Classement des taux de réussite selon la nature du sable chez les semis

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|----------|-----------|
| Nature du sable | 3035,061 | 2 | 1517,531 | 18,207*** |
| Variation résiduelle | 3667,351 | 30 | 83,349 | |
| Total | 6702,412 | 32 | | |

*** : significatif au risque $\alpha = 0,001$

Tab. IX :
 Analyse de la variance du taux de réussite en fonction de la nature du sable chez les plants de chêne-liège âgés de 3 à 6 ans

| Natures de sable | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes | |
|------------------|-----------------------------|-------------------|---|
| Rouges | 76,6 | A | |
| Beiges-Rouges | 68,5 | | B |
| Beiges | 58,2 | | C |

Tab. X :
 Classement des taux de réussite selon la nature du sable chez les plants

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|---------|-----------|
| Profondeur du sable | 498,769 | 2 | 249,385 | 0,93 (NS) |
| Variation résiduelle | 8026,788 | 30 | 267,560 | |
| Total | 8525,557 | 32 | | |

NS : non significatif

Tab. XI :
 Analyse de la variance du taux de réussite en fonction de la profondeur du sable chez les semis de chêne-liège de 1 à 6 ans

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|---------|--------|
| Profondeur du sable | 1410,643 | 2 | 705,322 | 3,651* |
| Variation résiduelle | 5795,64 | 30 | 193,188 | |
| Total | 7206,283 | 32 | | |

* significatif au risque de probabilité $\alpha = 0,05$

Tab. XII :
Analyse de la variance du taux de réussite en fonction de la profondeur du sable chez les plants de chêne-liège de 3 à 6 ans

| Classes de profondeur du sable (m) | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| < 1 m | 71,7 | A |
| 1 m < Profondeur < 2 m | 59,4 | B |
| > 2 m | 51,5 | B |

Tab. XIII :
Taux de réussite selon la profondeur du sable chez les plants de 3 à 6 ans

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|---------|----------|
| Continentalité | 3551,498 | 4 | 887,874 | 12,88*** |
| Variation résiduelle | 1929,427 | 28 | 68,908 | |
| Total | 5480,924 | 32 | | |

*** : très hautement significatif

Tab. XIV :
Analyse de la variance relative aux taux de réussite des semis de chêne-liège

| Continentalité | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes |
|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Canton A | 80,7 | A |
| Canton B | 73,7 | A B |
| Canton C | 64,2 | B C |
| Canton D | 60,2 | C |
| Canton E | 53,7 | C |

Tab. XV :
Taux de réussite selon la continentalité chez les semis

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|----------|----------|
| Continentalité | 6439,770 | 4 | 1609,942 | 21,61*** |
| Variation résiduelle | 2085,787 | 28 | 74,492 | |
| Total | 8525,557 | 32 | | |

*** : très hautement significatif

Tab. XVI :
Analyse de la variance relative aux taux de réussite des plants de chêne-liège

Cas des plants

Contrairement aux semis, la profondeur du sable agit d'une manière significative sur le taux de réussite des plants (Cf. Tab. XII).

Le classement des taux moyens de réussite par le test de Newman et Keuls (Cf. Tab. XIII) montre que ceux-ci varient de 71,7 % sur sable peu profond à 51,5 % sur sable profond. Cela s'explique par le fait que le système racinaire, handicapé par le conteneur, n'arrive pas à se développer suffisamment avant l'été pour explorer l'horizon argileux humide situé en profondeur (LEPOUTRE, 1965). Pour les plants, les deux arrosages au premier été demeurent insuffisants dans de tels milieux.

Effet de la continentalité sur le taux de réussite

Cas des semis

L'examen du tableau XIV montre qu'il existe un effet très hautement significatif de la continentalité sur le taux de réussite.

Le classement des moyennes (Cf. Tab. XV) montre que le taux de réussite est important dans les cantons A et B sous bioclimat sub-humide, soumis aux influences directes de l'océan avec des précipitations occultes fréquentes. Dans les cantons C et D sous bioclimat semi-aride, bien que les conditions soient relativement sèches, le taux de réussite des semis est acceptable (à peine supérieur à 60 %) ; en revanche, dans le canton E, plus continental et plus sec, le taux de réussite est situé en dessous du seuil critique (inférieur à 60 %) admissible par le gestionnaire. Dans ces cantons plus continentaux, les jeunes semis nécessitent plus de soins et de surcroît, un minimum de deux arrosages au 2^e été après le semis.

Cas des plants

Les calculs statistiques (Cf. Tab. XVI) mettent en évidence un effet très hautement significatif de la continentalité sur la réussite des plants.

L'examen du tableau XVII montre que le taux de réussite est important dans le canton A (80,6 %) et à peine acceptable dans le canton B (60,2 %). Dans les autres cantons, les résultats sont médiocres. On remarque de nouveau que le plant ne s'accommode que

dans les milieux favorables, et est donc beaucoup moins rustique que le semis de glands. En effet, l'influence de la continentalité sur la réussite des reboisements de chêne-liège a été largement discutée par MARION (1955). Ce dernier considérait que pendant les chaleurs estivales, la dessiccation des jeunes plants, sous couvert ou en pleine lumière, paraissait plus importante dans la Mâamora orientale que dans sa partie occidentale.

Effet de l'antécédent cultural sur le taux de réussite

Cas des semis

Selon le tableau XVIII, la réussite des semis de chêne-liège dépend étroitement de l'antécédent cultural.

L'examen du tableau XIX montre que le taux de réussite des semis est acceptable pour l'ensemble des modalités du traitement. Toutefois, ce taux est remarquable dans les anciennes clairières de chêne-liège (81,4 %), important dans les culées noires d'*Acacia mernsii* (71,4 %) et à peine acceptable dans les culées noires d'Eucalyptus (59,9 %). Il est à signaler que ces résultats traduisent de nouveaux les hautes performances du semis de glands qui s'accommode même dans les terrains épuisés par les taillis d'Eucalyptus. D'ailleurs, en plus de l'épuisement du sol par ces jeunes taillis exploités tous les 9 à 12 ans, l'Eucalyptus était délibérément introduit dans les stations où la profondeur du sable est supérieure à 3 m, là où les semis naturels du chêne-liège s'installent difficilement (LEPOUTRE, 1965).

Cas des plants

Au même titre que les semis, le comportement des plants de chêne-liège, est fortement influencé par l'antécédent cultural (Cf. Tab. XX).

Les clairières de chêne-liège et les culées noires d'*Acacia mernsii* sont également favorables pour les plants. Toutefois, le bilan de ces plantations dans les culées noires d'Eucalyptus est très médiocre (Cf. Tab. XXI) en raison du sable profond et de la pauvreté du sol en éléments minéraux. Malgré les deux arrosages au premier été, la mortalité des plants est très élevée dans ces parcelles.

| Continentalité | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes |
|----------------|-----------------------------|-------------------|
| Canton A | 80,6 | A |
| Canton B | 60,2 | B |
| Canton C | 56,7 | B |
| Canton D | 45,9 | C |
| Canton E | 42,9 | C |

Tab. XVII :
Classement des taux de réussite selon la continentalité chez les plants

| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|---------|----------|
| Antécédent cultural | 1395,837 | 2 | 697,918 | 39,74*** |
| Variation résiduelle | 526,789 | 30 | 17,56 | |
| Total | 1922,625 | 32 | | |

*** : très hautement significatif
Tab. XVIII :
Analyse de la variance relative au taux de réussite des semis de chêne-liège

| Antécédent cultural | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|
| Chêne-liège | 81,4 | A |
| Acacia | 71,4 | A |
| Eucalyptus | 59,9 | B |

Tab. XIX :
Classement des taux de réussite des semis selon l'antécédent cultural

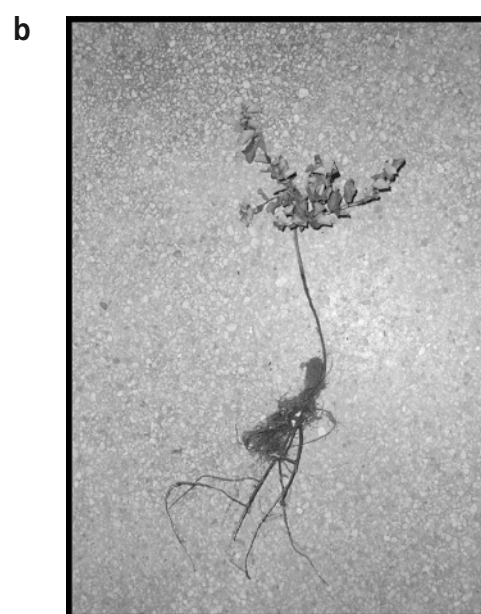
| Source de variation | SCE | DL | CM | Fobs |
|----------------------|----------|----|----------|-----------|
| Antécédent cultural | 6455,956 | 2 | 2151,985 | 10,977*** |
| Variation résiduelle | 3454,948 | 30 | 80,348 | |
| Total | 9910,904 | 32 | | |

*** : très hautement significatif
Tab. XX :
Analyse de la variance relative au taux de réussite des plants de chêne-liège

| Antécédent cultural | Taux de réussite moyens (%) | Groupes homogènes |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|
| Chêne-liège | 79,1 | A |
| Acacia | 67,1 | B |
| Eucalyptus | 48,3 | C |

Tab. XXI :
Classement des taux de réussite des plants selon l'antécédent cultural

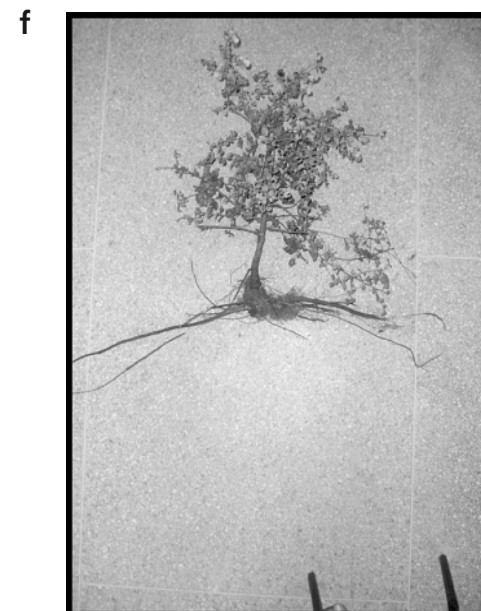
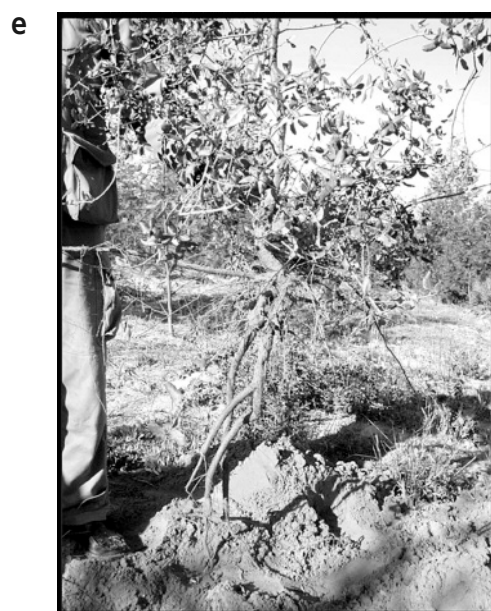
- a - Système racinaire des jeunes semis de 1 an
- b - Système racinaire des jeunes plants de 1 an



- c - Système racinaire des jeunes semis de 2 ans
- d - Système racinaire des jeunes plants de 2 ans



- e - Système racinaire des jeunes semis de 3 ans
- f - Système racinaire des jeunes plants de 3 ans



Photos 3 :
Système racinaire
des semis (à gauche)
et des jeunes plants
(à droite) de chêne-liège
à différents âges
Photos Badouzi M.

Conclusion

Les résultats de cette étude relative aux performances des semis de glands et des plants de chêne-liège en termes de taux de réussite sur le terrain, permettent de dégager les conclusions suivantes.

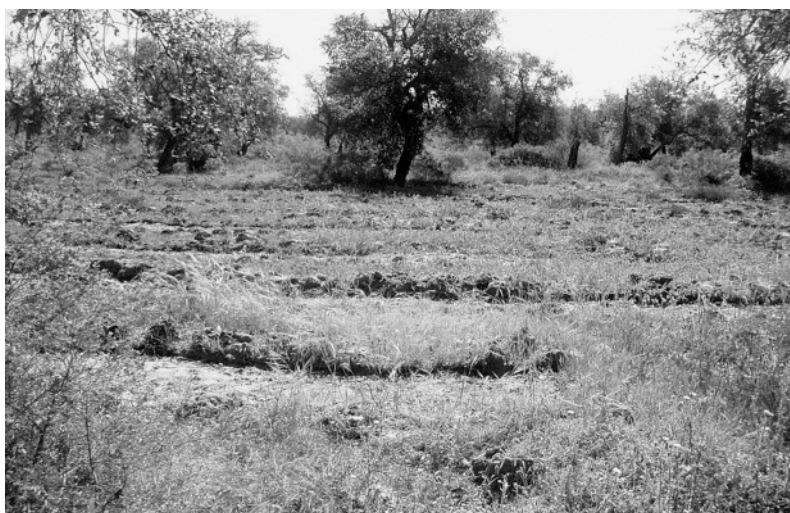
Le semis de glands (avec arrosage) est doué de performances remarquables. Son taux de réussite au niveau de toute la forêt dépasse toujours le seuil critique de 60 % fixé par le gestionnaire au Maroc. Les taux de mortalités d'une année à l'autre ne sont pas significatifs : le taux de réussite a tendance à se stabiliser à partir de la première année de plantation.

Le plant ne donne de bons résultats que dans des situations favorables. Le taux de réussite global ne se stabilise qu'à partir de la quatrième année pour atteindre une valeur de 57,9 % à 6 ans, valeur légèrement inférieure au seuil critique de 60 %.

Le labour en plein induit de très bons résultats (taux de réussite de 60,9 à 84,6 %) ,aussi bien pour les semis que pour les plants. Sur les terrains préparés en bandes, le taux de réussite chute au bout de trois ans à 25,9 % pour les plants et à 34,7 % pour les semis et s'annule d'ailleurs, dans les deux cas, dans certaines parcelles à partir de la quatrième année. Ce résultat met en évidence la nuisance de la végétation spontanée vis-à-vis des jeunes semis et plants de chêne-liège, comme c'est le cas d'ailleurs pour la plupart des essences forestières (BOUDRU, 1989 ; LANIER, 1994). Il est à signaler qu'à cet effet, certains gestionnaires confirmés de cette forêt, entretiennent régulièrement les jeunes plantations par binages et désherbages, sur une période qui peut aller jusqu'à 8 ans. Dans les parcelles entretenues de cette manière, les peuplements de 10 à 12 ans sont actuellement, selon les stations, à l'état de gaulis ou de perchis, très bien venant.

La profondeur du sable considérée comme contraignante pour la végétation en Maâmora, est sans effet évident sur le comportement des semis, alors que malgré l'arrosage, celle-ci handicape le développement des plants quand elle dépasse 2 m.

Par leur teneur en argile et leur bonne capacité de rétention en eau, les sables rouges constituent les milieux privilégiés aussi bien pour les semis que pour les plants. En revanche, de par leur capacité de rétention en eau très faible (LEPOUTRE, 1965), les



sables beiges représentent des milieux forts contraignants pour ces sujets.

La continentalité de la forêt influe d'une manière évidente sur les taux de réussite des semis et des plants. Les semis s'installent facilement dans les cantons A, B, C, et D avec des taux de réussite acceptables qui varient de 80,7 % à 60,2 % respectivement dans les cantons A et D. En revanche, dans le cas des plants, ce taux dépasse le seuil critique de 60 % seulement dans les cantons A et B et demeure bien inférieur à ce seuil dans le reste des cantons. Pour les deux méthodes de reboisement, les bilans obtenus dans le canton E (le plus continental) sont très médiocres.

Vis-à-vis de l'antécédent cultural, la réussite des semis de chêne-liège est supérieure à 60 % quel que soit cet antécédent cultural.

Photo 4 :

Etat chétif des semis de chêne-liège sur terrain préparé par bandes (campagne 2003/2004, canton A)
Photo Badouzi M.

Photo 5 :

Semis de chêne-liège sur terrain préparé en plein (campagne 2003/2004, canton B)
Photo Badouzi M.



Bakhiyi BELGHAZI
Ecole nationale
Forestière
d'Ingénieurs, Salé
Maroc
Auteur
correspondant
Mél :
ba.belghazi@yahoo.fr

Mohamed BADOUI
Tarik BELGHAZI
Sana MOUJJANI
Haut Commissariat
aux Eaux et Forêts
et à la Lutte contre
la Désertification
Maroc

Par ailleurs, les meilleurs résultats sont obtenus après culées noires de chêne-liège et d'*Acacia mernsii* avec des taux de réussites respectifs de 81,4 % et 71,4 %. Pour les plants, les bons résultats sont enregistrés après culées noires de chêne-liège (79,1 %) et d'*Acacia* (67,1 %). Dans les culées noires d'Eucalyptus, ce taux faible avoisine 48,3 %.

Recommandations

A la lumière de cette étude, les principales propositions adressées aux gestionnaires de la forêt de la Maâmora peuvent être résumées comme suit :

- les reboisements de chêne-liège doivent privilégier le semis de glands. Cette méthode plus performante est moins onéreuse (sans frais de pépinière dont la valeur du plants vaut 1 à 1,5 dirhams, ce qui engendre pour une plantation de 1100 plant/ha, un surcoût de 1 100 à 1 650 DH/ha) que la plantation ;

- les travaux de sol par labour profond en plein, complété par un labour superficiel, donnent toujours des résultats très satisfaisants ;

- l'arrosage des plants deux fois au premier été, voire deux fois aussi au deuxième été, à raison de 10 litres par plants et par passage, est vivement recommandé. Cette opération qui coûte 1 000 à 1 500 DH par ha et par été, est vitale dans les milieux sablonneux de la Maâmora ;

- les reboisements par plantations de plants élevés en pépinières, nécessitent une phase prospective pour mettre au point une technique de production de plants de qualité ;

- la substitution des peuplements Eucalyptus à ceux de chêne-liège est très discutable : ces milieux à l'origine difficiles pour le chêne-liège, peuvent compromettre une production très importante de bois d'industrie, de bois de feu et de bois de service déjà assurée par l'Eucalyptus, sans pour autant garantir la réussite du chêne-liège dans ces milieux.

Références bibliographiques

- Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, 1973. Procès verbal d'aménagement de la forêt de la Mâamora, 1973-1992 (mission Danoise), Rabat.
- Amhajer M., 1997. La régénération artificielle de chêne-liège en relation avec les facteurs du milieu : cas de la forêt de la Mâamora. Mémoire de 3^e cycle, E.N.F.I, Salé, 99 p.
- Belghazi B., 1990. Etude de l'écologie et de la productivité du pin maritime de montagne en peuplements artificiels au nord du Maroc. Thèse de Doc. d'Etat ès-Sci. Agro., IAV Hassqan II, Rabat, 189 p.
- Belghazi et al., 2001. Régénération artificielle du chêne-liège dans la forêt de la Mâamora (Maroc). *Forêt Méditerranéenne*, T. XXII, 3, 253-261.
- Benjelloun H. et Ahmiri E., 2000. Minéralisation de l'azote dans les sols sous différents peuplements forestiers de la Mâamora occidentale (Sidi Amira). *Annales de la recherche forestière au Maroc*, Tome 33, pp : 68-86.
- Boudru M., 1989. *Forêt et sylviculture : traitement des forêts*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 356 P.
- Claudot J., 1963. Situation actuelle des recherches concernant le chêne-liège et les subéraies au Maroc. Brochure n° 4679/1, index CND 7250.
- Daget Ph. et Godron M., 1982. *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Masson, Paris, 163 p.
- Dagnelie P., 1975. *Théorie et méthodes statistiques*. Presses Agronomiques de Gembloux, Vol. 2, 362 p.
- El Boukhari M., 2001. Bilan actuel des travaux de régénération artificielle du chêne-liège en Mâamora. Mémoire de 3^e cycle, E.N.F.I, salé, 69 p.
- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot.*, Fac. Sciences, Montpellier, 7 : 3 43.
- Lanier L., 1994. *Précis de sylviculture*. ENGREF, Nancy, 477 p.
- Lepoutre B., 1965. Régénération artificielle du chêne-liège et équilibre climatique de la subéraie en forêt de la Mâamora. *Ann. Rech. For. Maroc*. Tome 9, 188 p.
- Marion J., 1951. La régénération du chêne-liège en Mâamora. *Ann. Rech. For. Rabat*, pp : 25-27.
- Marion J, 1956. Observations sur la sylviculture du chêne-liège dans le massif forestier Zaïan - Zemmour ou plateau d'Oulmès. *Ann. Rech. For. Maroc*, Fasc. 2, pp : 34-35.
- Moujjani S., 2007. Etude comparative de semis direct de glands et des jeunes plantations de chêne-liège dans la forêt de la Mâamora (Canton A et B). Mémoire de 3^e cycle, E.N.F.I, Salé, 88 p.
- Nafâa R., Nafâa R., 2002. Dynamique du milieu naturel de la Maâmora, Paléo environnements et évolution actuelle de la surface, Pub. de l'Université Hassan II, FLSH, Mohammedia Rabat, Série: Thèses n°3, Impr. Najah EL Jadida, Casablanca, Maroc, 321 pages.
- Natividade J.V., 1956. *Subériculture*. E.N.G.R.E.F., Nancy, 303 p.
- Sauvage Ch., 1961. Recherche géobotanique sur les subéraies marocaines, travaux de l'Institut Scientifique Chérifien. *Série botanique n° 2*, Rabat, 462 p.

Résumé

La forêt de la Maâmora, qui a subi trois aménagements successifs depuis 1951, est actuellement dans un état de végétation fort inquiétant. Le vieillissement des souches, le surpâturage et le ramassage systématique des glands doux consommés par l'homme et le bétail, rendent la régénération naturelle quasiment impossible. Depuis plus d'une décennie, le rajeunissement de cette subéraie est envisagé par la seule voie artificielle. Des reboisements par semis de glands et par mise en place de plants élevés en pépinière se partagent l'espace, mais avec des performances non comparables.

Après stratification des jeunes peuplements, par méthodes de reboisement et par cantons, un total de 80 placettes carrées de 4 ares, réparties de manière aléatoire au sein de chaque strate, et de manière systématique sur le terrain, a été inventorié. Ces placettes sont sises dans des périmètres préalablement clôturés.

L'analyse de l'information par des méthodes statistiques, consiste à étudier l'importance des taux de réussite par méthode de reboisement (semis de glands, plantation), en rapport avec les techniques de reboisement et les conditions du milieu. Il en ressort alors que :

- le semis de glands accompagné de deux arrosages au premier été, donne de bons résultats dans tous les milieux de la forêt, quel que soit la technique de reboisement adoptée ;
- le plant ne convient que dans des situations favorables de la forêt ;
- le labour en plein induit de très bons résultats aussi bien pour les semis que pour les plants. Quant au labour en bandes, les résultats sont dans tous les cas très médiocres ;
- la profondeur du sable est sans effet évident sur les semis, grâce à l'arrosage, alors que celle-ci handicape le développement des plants, même avec l'arrosage, quand elle dépasse 2 m ;
- la continentalité de la forêt influence d'une manière évidente les taux de réussite des semis et des plants. Vis-à-vis de ce facteur, le semis est plus performant que le plant ;
- la réussite des semis est appréciable quel que soit l'antécédent cultural, avec des résultats meilleurs sur culée noire de chêne-liège. Le plant ne donne de bons résultats que sur culée noire de chêne-liège et d'*Acacia mersii*.

Mots clé : Maâmora, chêne-liège, reboisement, semis, plants

Summary

Seedlings and saplings from cuttings in the Maâmora cork oak forest (Morocco)

In the Maâmora forest, which has undergone three successive management programmes since 1951, the growth and canopy of the cork oaks is in a very disturbing state. The ageing of the bolls, overgrazing and the systematic gathering of acorns as food for humans and livestock make natural regeneration almost impossible. For over a decade, the rejuvenation of this cork oak forest has only been envisaged with the use of artificial techniques exclusively. Reforestation was as much by seedlings from acorns as by plants raised in nurseries; but the results cannot be compared.

After the stratification of young stands, carried out with reforestation techniques and based on cantons, a total of 80 square plots of 4 ares (400m²) each, randomly situated within each stratum and laid out systematically within the plot, were inventoried. These plots were located within areas already fenced off.

The analysis of the data by statistical methods consisted in studying the success rate for each reforestation method (seeds vs. plants) in relation to forestry techniques and forest site conditions. The results show that:

- seedlings watered twice during their first summer gave good results in all areas of the forest, regardless of the forestry techniques;
- plants from cuttings are only suitable for areas favourable for forests;
- blanket ploughing led to very good results for both methods, seeding or planting out. As for strip ploughing, the results were poor in all cases;
- the depth of sand had no obvious effect on the seedlings thanks to watering whereas it hampered the development of nursery plants when it exceeded 2 metres;
- the continental climate of the forest area clearly affected the success rate of both seedlings and plants from cuttings. In regard to this continental regime, seeding was more efficient than planting from cuttings;
- the success of the seeding method was considerable regardless of prior crop cover, with better results on harvested cork oak sites with stump extraction. The nursery plants only gave good results on cork oak sites and *Acacia mersii* with stump extraction.

Keywords: Maâmora, cork oak, reforestation, seedling, cuttings

Seminati e piantagioni nella foresta di sugheri della Maâmora (Marocco)

La foresta della Maâmora, che ha subito tre sistemazioni successive dal 1951, è attualmente in uno stato di vegetazione molto preoccupante. L'invecchiamento dei ceppi, il sovrappascolo e la raccolta sistematica delle ghiande dolci consumate dall'uomo e dal bestiame, rendono la rigenerazione naturale quasi impossibile. Da più di un decennio, il ringiovanimento di questa foresta di sughero è progettato dalla sola via artificiale. Rimboschimenti da seminati di ghiande e dalla messa in posto di piantine allevate in vivaio si dividono lo spazio, ma con prove non paragonabili.

Dopo stratificazione dei giovani popolamenti, da metodi di rimboschimento e a cantoni, un totale di 80 piazzette quadrate di 4 are, ripartite in modo aleatorio in seno a ogni strato, e in modo sistematico sul terreno, è stato inventariato. Queste piazzette sono situate nei perimetri recinti da prima.

L'analisi dell'informazione da metodi statistici, consiste nel studiare dell'importanza dei tassi di riuscita secondo il metodo di rimboschimento (seminato di ghiande, piantagione), in rapporto colle tecniche di rimboschimento e le condizioni dell'ambiente. Ne risulta dunque che :

- il seminato di ghiande accompagnato di due innaffiature nel primo estate, dà buoni risultati in tutti gli ambienti della foresta, qualunque sia la tecnica di rimboschimento adottata ;
- la piantina conviene soltanto in situazioni favorevoli della foresta ;
- l'aratura in pieno induce ottimi risultati tanto per i seminati quanto per le piantine. In quanto all'aratura in fasce, i risultati sono in ogni caso molto mediocri ;
- la profondità dell'arena è senza effetto evidente sui seminati, grazie all'innaffiatura, mentre quella svantaggia lo sviluppo delle piantine, anche coll'innaffiatura, quando supera 2 m ;
- la continentalità della foresta influenza in modo evidente i tassi di riuscita dei seminati e delle piantine. Di fronte a questo fattore, il seminato è più performante dalla piantina ;
- la riuscita dei seminati è apprezzabile qualunque sia l'antecedente colturale, con risultati migliori sopra ceppo nero di sughero. La piantina dà buoni risultati soltanto su ceppo nero di sughero e di *Acacia mersii*.

Parole chiavi : Maâmora, sughero, rimboschimento, seminato, piantina.