

Régénération artificielle du chêne-liège dans la forêt de la Mâamora (Maroc)

par Bakhiyi BELGHAZI *, Mustapha EZZAHIRI *,
Mohamed AMHAJAR ** et Mohamed BENZIANE **

Introduction

Jusqu'au début du siècle dernier, la forêt de la Mâamora était considérée comme la plus grande suberaie domaniale du monde d'un seul tenant. Sa répartition sur la façade atlantique au nord de Rabat, couvrait une superficie totale de 133 853 ha.

De par sa position à proximité de grandes agglomérations (Rabat, Salé, Kénitra, ...), cette forêt a été le théâtre de nombreuses mutilations dont les principales étaient l'extraction du tanin pour l'artisanat du cuir, les coupes de bois, le gaulage des glands doux très recherchés pour la consommation humaine et l'écimage des arbres pour le bétail en périodes de disette. La première pratique, évaluée à 60 000 arbres écorcés annuellement (BOUDY, 1950), était, par son ampleur, la plus meurtrière.

L'intérêt stratégique de cette forêt et les nombreux services rendus à ses usagers et à la collectivité, ont suscité une attention particulière du service forestier. Cette attention s'était traduite très tôt par :

- une implantation effective du service forestier à partir de 1913-14,
- une délimitation de la forêt en 1918,
- une conception du parcellaire et une assiette des parcelles en 1936.

* Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, B.P. 511 Salé, MAROC

** Direction du Développement Forestier, Rabat MAROC

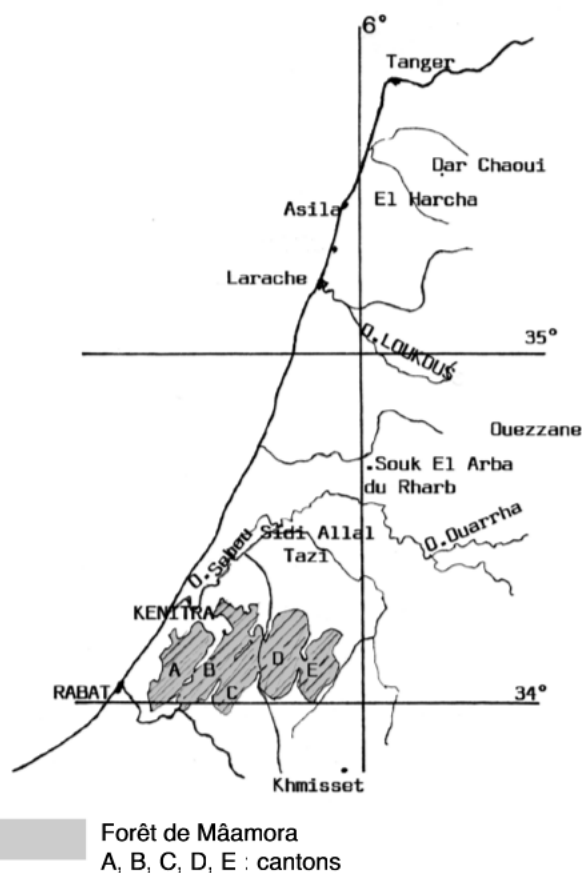


Fig. 1 : Carte de situation de la Mâamora (Extrait de la carte "Forêts et stations de chêne-liège au Maroc" de Sauvage, 1961), 1/1 940 000 °

Dans le but de mieux gérer cette forêt, un premier aménagement dit « Aménagement Vidal » fut élaboré en 1951-54 puis un règlement des exploitations d'eucalyptus en 1961¹ ; enfin une révision d'aménagement (Aménagement danois) en 1972.

Sans entrer dans les détails de ces aménagements, leur objectif commun consistait à :

- maintenir le chêne-liège, par voie naturelle ou artificielle, sur la plus grande surface possible,
- produire du liège femelle (liège de reproduction) en grande quantité,
- remplacer le chêne-liège par l'introduction d'essences exotiques, là où celui-ci est économiquement non rentable.

En conséquence, la suberaie qui était très vaste au départ, s'est vue rétrécir actuellement à 60 000 ha environ. De surcroît, les traitements sylvicoles préconisés (taillis simple, futaie régulière sur souche), se sont avérés inappropriés pour rajeunir la forêt. Les méthodes de rajeunissement proposées (coupe rase, semis de glands) étaient vaines, et le service forestier n'a pas tardé à prendre les mesures d'urgence suivantes :

- surseoir à toutes sortes de coupes de bois depuis l'année 1963,
- intensifier les travaux de recherche sur la régénération de cette essence.

Dans ce sens, les travaux de la Station de recherches forestières (MARION, 1951, 1953-54, 1956 ; LEPOUTRE, 1965) ont fourni de nouvelles orientations dans ce domaine.

Des travaux de régénération par glands, furent alors intégrés dans le cadre des programmes de reboisement depuis le début des années 1960. D'ailleurs, l'aménagement en vigueur dit « Aménagement FAO », s'est fixé comme priorité, un programme de régénération par glands sur un total de 1 500 ha environ chaque année. Mais, parallèlement à cette action non encore maîtrisée, la contamination de la suberaie depuis plus d'une décennie par *Hypoxylon mediterraneum* provoque de grands dégâts. Plusieurs mil-

liers d'arbres desséchés sur pied sont exploités, mais cette « chasse » aux arbres dépérissant dite « opération de nettoyage », n'arrête pas le mal, et le sort de cette forêt est en danger.

Le but de cette étude consiste à faire un bilan chiffré sur les travaux de

reboisement en chêne-liège, réalisés depuis 35 ans, portant sur une surface totale d'environ 4 400 ha, et tenter de mettre en évidence les facteurs responsables de la réussite et des échecs, en vue de contribuer à éclairer cette voie pour le gestionnaire.

Matériel et méthode

Prélèvement de l'information

Cette étude concerne toute la forêt de la Mâamora, subdivisée naturellement en cinq cantons : A à E, dans le sens Ouest-Est (Cf. Fig. 1).

Sur le plan écologique, la forêt est sous ambiances bioclimatiques subhumide et semi-aride chaude à tempérée, respectivement pour les cantons A-B et C-D-E. Le substrat est constitué par un dépôt de sable décalcifié d'épaisseur variable (30 cm à 6 m) qui repose sur un plancher argileux rouge du Villafranchien. Le relief est relativement plat lorsqu'il n'est pas sillonné par des oueds orientés du Nord-Est vers le sud-ouest, formant ainsi les limites naturelles des cantons.

Sur le plan hydrique, la forêt est caractérisée par un gradient pluviométrique décroissant de l'Ouest (cantons A et B) vers l'est (cantons C, D et E). Le volume des précipitations varie de 563 à 598 mm sur le littoral (stations de Rabat et Kénitra), et 436 mm sur la frange continentale (station de Sidi Slimane). La part des précipitations occultes (brouillard, rosée) est très importante sur la frange océanique. Une présentation détaillée du milieu physique, peut être consultée dans ARTIGUES et LEPOUTRE (1966-67), ET-TOBI *et al.* (1998).

L'hétérogénéité des jeunes peuplements et le grand morcellement des périmètres de reboisement étudiés, ont conduit à un choix de placettes basé sur un sondage aléatoire stratifié donnant à chaque unité élémentaire d'un hectare, la même chance d'être tirée. Les critères de stratification retenus sont l'âge des brins et la continentalité (cantons). En définitive, 200 placettes carrées de 5 ares ont été inventoriées. L'information de base au niveau de chaque placette concerne les descripteurs suivants :

* Descripteurs du milieu :

- nature et profondeur du sable,
- pente du terrain,
- exposition,
- continentalité,
- première et deuxième espèce dominante,
- recouvrement de la végétation (arborée, arbustive et herbacée).

* Descripteurs du peuplement originel :

- circonférences à 1,30 m du sol de tous les arbres sur pied,
- densité à l'hectare.

* Descripteurs du reboisement :

- techniques de préparation du sol (labour en plein, labour en bandes, potet),
- méthodes de reboisement (semis de glands, types de plants),
- nombre de brins viables,
- nombre de brins dépérissant,
- hauteur des brins,
- diamètre au collet,

* Liste floristique de toutes les espèces présentes dans la placette.

Traitement de l'information

Compte tenu de la nature des observations (mesures quantitatives et qualitatives), l'analyse de l'information a été abordée par trois méthodes statistiques complémentaires :

* La méthode analytique :

Basée sur les profils écologiques et sur l'analyse de l'information mutuelle espèce - descripteur (DAGET et GODRON, 1982), cette méthode présente un double intérêt :

- son pouvoir de discriminer les efficacités respectives des descripteurs

1 - Des plantations d'eucalyptus ont été effectuées dans les vides et les parties claires de la Mâamora, de 1954 à 1960, sur 24 920 ha au total, pour couvrir les besoins de l'usine de cellulose de Sidi-Yahia du Gharb.

que l'on peut visualiser sur un graphique à deux dimensions, où l'axe des abscisses représente l'entropie facteur et l'axe des ordonnées, la valeur moyenne de l'information mutuelle espèce - descripteur ; des lignes diagonales issues de l'origine des axes expriment la valeur indicatrice de chaque descripteur. Seront alors interprétés dans l'étude, les seuls descripteurs efficaces (fortes valeurs des ordonnées) et bien échantillonnés (fortes valeurs des abscisses),

- sa possibilité de permettre l'étude du comportement particulier d'un individu (espèce, semis), vis-à-vis de chaque état du descripteur et de construire si nécessaire, les groupes d'espèces indicatrices.

* La méthode globale : Analyse factorielle des correspondances (AFC)

Alors que la méthode analytique étudie les affinités d'une espèce vis-à-vis des états d'un descripteur, l'AFC traite l'effet conjoint des individus (espèces, semis) et des états des descripteurs. Le but de cette analyse est de résumer l'information contenue dans une matrice rectangulaire, et de fournir les résultats dans des plans factoriels convenablement choisis. Les fondements mathématiques de cette méthode peuvent être consultés dans BENZÉCRI *et al.*, (1973) et ses applications dans EZZAHIRI (1989). Cette approche repose sur l'examen des différents renseignements fournis à l'issue du traitement, en particulier, le tableau des valeurs propres, le tableau des contributions et la répartition des nuages de points au niveau des axes factoriels.

* La méthode statistique

Pour étudier les relations entre les semis viables et les différents états des descripteurs du milieu (observations quantitatives), la matrice de corrélations peut renseigner sur l'intensité du lien singulier entre le descripteur considéré et l'état de la régénération. Pour étudier l'effet simultané de l'ensemble des descripteurs sur le comportement des semis, la régression pas-à-pas a été mise à l'épreuve. L'intérêt de cette méthode est son pouvoir d'introduction restrictive dans le modèle, des seules variables dont la contribution marginale est statistiquement significative.

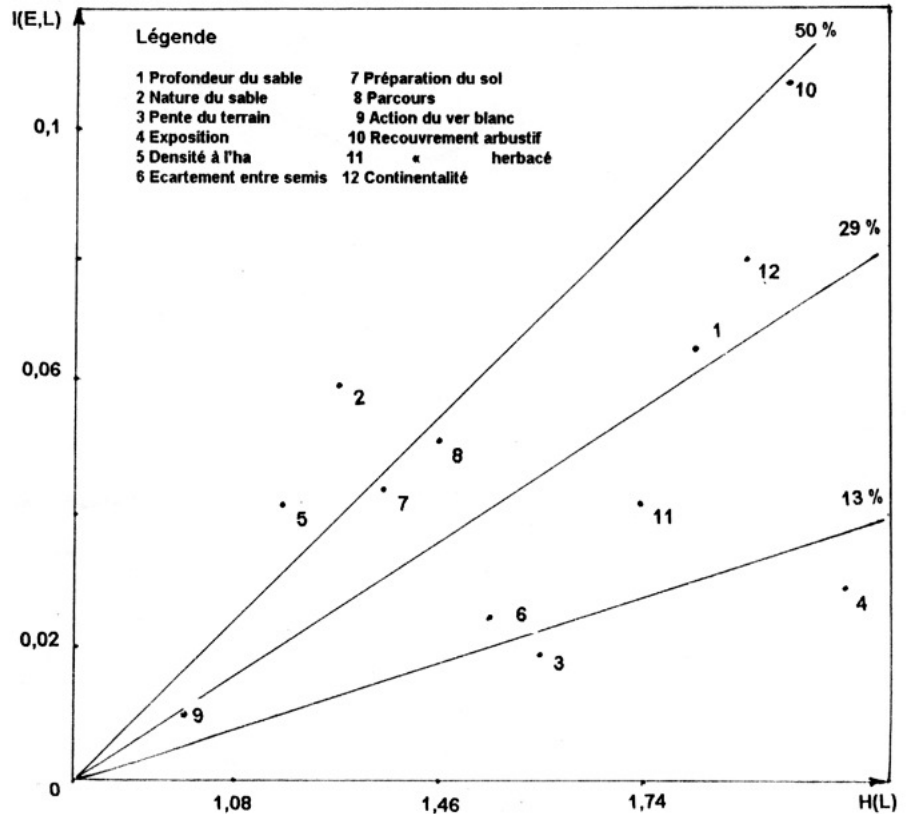


Fig. 2 : Activités des descripteurs

Résultats

Méthode analytique

L'étude phyto-écologique par la méthode analytique au moyen du logiciel INFECO, met en évidence trois groupes de descripteurs (Cf. Fig. 2) :

- des descripteurs efficaces, bien à assez bien échantillonnés, tels que le recouvrement arbustif, la continentalité, la profondeur du sable et la nature du sable,

- des descripteurs moyennement efficaces, bien à assez bien échantillonnés, tels que le recouvrement herbacé, le parcours, la préparation du sol et la densité du peuplement originel,

- des descripteurs peu efficaces, sans influence significative sur la végétation et les semis. Ces descripteurs exclus de toutes analyses ultérieures, sont représentés par la densité des semis, l'exposition et la pente du terrain. Il est à préciser que les deux premiers descripteurs, peu efficaces, s'expliquent par le fait que la densité des semis est uniforme, et que la topographie de la forêt est particulièrement

plane (entropie quasiment nulle).

Le comportement des semis vis-à-vis de ces descripteurs peut s'interpréter comme suit :

- recouvrement arbustif : c'est le descripteur le plus efficace et le mieux échantillonné. Les bons résultats sont obtenus là où le sous-bois est quasiment absent. Cette conclusion concorde bien avec celle de MARION (1953-54) qui suggère une extraction systématique du sous-bois avant le semis de glands,

- la continentalité : l'incidence de la continentalité sur l'état de végétation des peuplements forestiers en Mâamora est démontrée depuis les premiers travaux dans cette forêt (MARION, 1951 ; LEPOUTRE, 1965). La frange atlantique (cantons A et B) est particulièrement favorisée par une quantité importante de précipitations occultes (brouillards fréquents, rosée). Vis-à-vis de la régénération artificielle du chêne-liège, les meilleures réussites sont obtenues dans cette partie de la forêt, alors que les échecs sont plutôt fréquents à l'est, dans les cantons C, D et E, plus continentaux,

- la profondeur du sable : comme cela est signalé dans ce qui précède, la profondeur du sable figure parmi les descripteurs efficaces dans la forêt. Cette remarque concorde bien avec celle de LÉPOUTRE (1965) qui considère que ce descripteur, associé avec la pente du terrain, déterminent à eux seuls, la vocation des stations en Mâamora. Selon le même auteur, la régénération artificielle du chêne-liège ne peut être espérée que là où la profondeur du sable est comprise entre 1,20 et 1,80 m. En dehors de cette amplitude, les chances de survie des semis sont faibles voire nulles. Néanmoins, dans cette étude couvrant pratiquement tout l'éventail de la forêt, même si l'information mutuelle espèce – variable de l'épaisseur du sable vis-à-vis des espèces inventoriées $I(E,L)$ est relativement importante (0,053 bits), l'information mutuelle moyenne du descripteur en question envers la régénération est par contre faible ($I(E,L) = 0,035$ bits), ce qui traduit une faible dépendance de celle-ci envers l'épaisseur du sable. Cette conclusion remarquable suscite l'espoir de reconstituer la forêt dans toute son aire actuelle, si des mesures techniques et sociales étaient prises,

- la nature du sable : dans les travaux de MARION (1956) et LÉPOUTRE (1965), il a été démontré que la nature du sable détermine la nature et la structure de la végétation en Mâamora. Dans cette étude, les sables rouges / beiges semblent être très favorables au bon développement des semis. Cette catégorie de sable offre un bon bilan hydrique grâce à sa teneur élevée en argile ; par contre, les sables beiges, par leur faible capacité de rétention en eau du sol, représentent des milieux où le taux de réussite des semis est médiocre,

- la préparation du sol : la technique la plus généralisée en Mâamora est le labour profond en plein. En parallèle, des labours profonds par bandes et l'ouverture de trous parallélépipédiques de dimensions égales à 70 X 70 X 80 cm, sont fréquents dans cette forêt. En conséquence, les deux premières pratiques donnent de bons résultats dans tous les cantons ; le trou, sans induire de résultats particuliers, n'est certes pas une cause d'échecs,

- densité du peuplement originel : la plupart des travaux sont réalisés à



Photo 1 : Semis de la campagne 1999-2000 dans la parcelle BV11 (taux de réussite supérieur à 90%)



Photo 2 : Semis de la campagne 1991-1992 dans la parcelle A III 8 (certains sujets dépassent 2 m de haut)

Axes	1	2	3	4	5
Valeur propre	0,061	0,017	0,014	0,01	0,007
Taux d'inertie (%)	46,15	13,36	11,39	7,65	5,71
Taux cumulé (%)	46,15	60,51	71,90	79,55	85,26

Tab. I : Valeurs propres et inerties relatives aux axes factoriels

découvert ou dans des peuplements lâches. Cela ne permet pas de juger avec certitude l'influence du couvert arboré sur le comportement des semis. Toutefois, les quelques semis sous le couvert des arbres adultes sont voués à un échec total, ce qui concorde avec HISSEIN (1994) et NDIAYE (1995) dans la suberaie de Bab Azhar.

- le recouvrement herbacé : le recouvrement de la végétation herbacée devient contraignant lorsqu'il dépasse 50 %. Cette conclusion déjà émise par MARION (1953-54) doit inciter le reboiseur à pratiquer des désherbages pendant les premières années du semis ou de la plantation. D'ailleurs, les gestionnaires de cette forêt, estiment que l'échec du semis est même subordonné à l'époque du désherbage ; lorsque celui-ci n'est pas fait au bon moment, l'échec est certain.

Analyse factorielle des correspondances

Pour ne pas encombrer l'analyse des données dont nous savons a priori quelles n'apportent que peu d'information, il n'a été pris en compte que des descripteurs efficaces et moyennement efficaces définis ci-dessus. Nous signalons toutefois que la flore de la forêt est limitée ici aux seules espèces pionnières ayant pu résister aux travaux d'ameublissement du sol et aux travaux subséquents (binages - désherbages).

L'analyse factorielle des correspondances, effectuée sur l'ensemble des espèces et des états des descripteurs, montre que les cinq premiers axes absorbent 85,26 % (Cf. Tab. I) de l'inertie du nuage de points, avec une forte prépondérance du premier axe (46,15 %).

Si on examine le plan factoriel 1-2 (Cf. Fig. 3), on remarque que l'axe 1 met en opposition : la technique de préparation du sol (PS2) et le recouvrement herbacé (RH1) sur la partie droite de l'axe et la technique de préparation du sol (PS1), le recouvrement arbustif (RB3) et la continentalité (C4) placés à gauche de l'axe. Il s'ensuit que l'axe 1 traduit la préparation du sol ainsi que la structure de la végétation. L'axe 2 qui absorbe une part d'inertie (13,36 %) certes faible, est d'interprétation difficile.

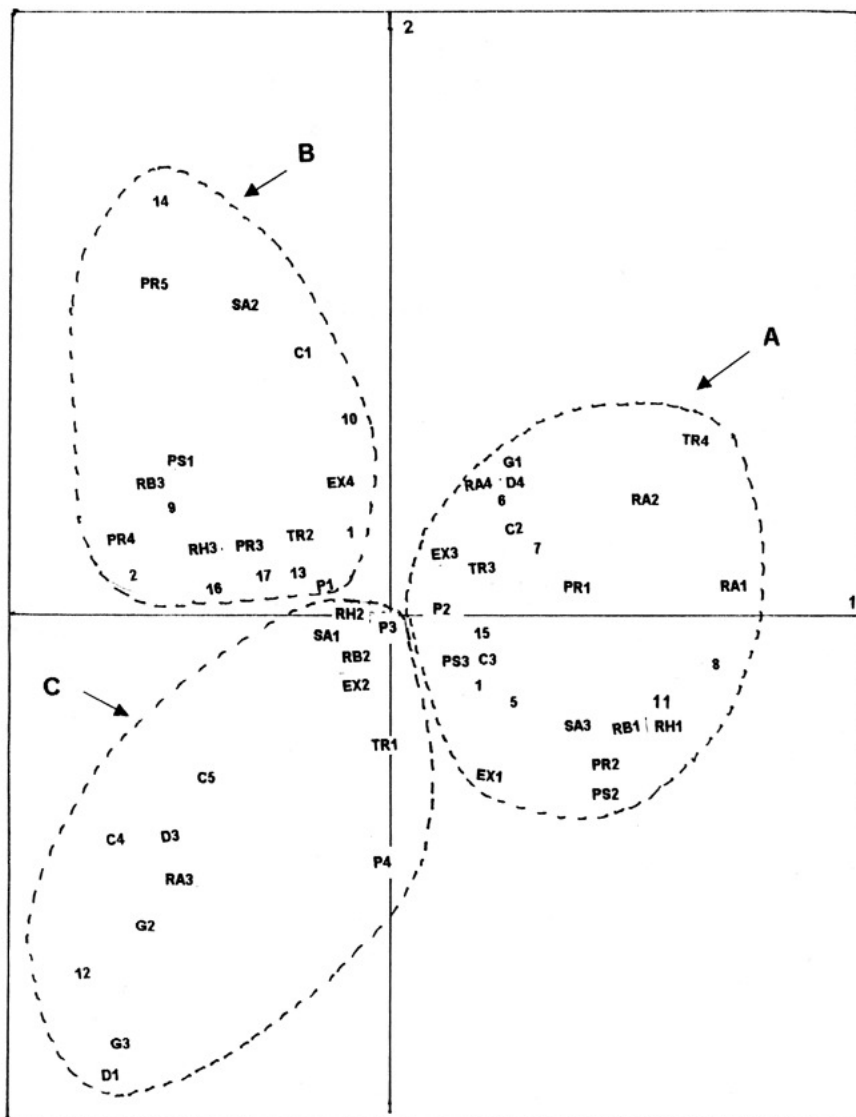


Fig. 3 : Plan factoriel (1-2)

Descripteur	Modalité	Classe	Descripteur	Modalité	Classe
Profondeur du sol (cm)	PR1	PR<80	Recouvrement arboré (%)	RA1	Nul
	PR2	80<PR<120		RA2	1<RA<25
	PR3	120<PR<180		RA3	25<RA<50
	PR4	180<PR<250		RA4	RA>50
	PR5	PR>250			
Nature du sable	SA1	Beige	Recouvrement arbustif (%)	RB1	RB<25
	SA2	Rouge		RB2	25<RB<50
	SA3	Beige/Rouge		RB3	RB>50
Pente du terrain (%)	P1	P<3,9	Recouvrement herbacé (%)	RH1	RH<25
	P2	4<P<8,9		RH2	25<RH<50
	P3	9<P<15		RH3	RH>50
	P4	P>15			
Taux de réussite (%)	TR1	nul	Exposition	EX1	N-NW
	TR2	1<TR<60		EX2	S-SE
	TR3	31<TR<60		EX3	W-SW
	TR4	TR>60		EX4	E-NE
Densité du peuplement adulte (souches/ha)	D1	D>200	Continentalité (Canton)	C1	Canton A
	D2	100<D<200		C2	Canton B
	D3	0<D<100		C3	Canton C
	D4	nulle		C4	Canton D
		C5		Canton E	
Surface terrière (m²/ha)	G1	nulle	Préparation du sol	PS1	Labour (plein)
	G2	1<G<25		PS2	Labour (bandes)
	G3	G>25		PS3	Potet

L'examen du plan factoriel 1-3 (Cf. Fig. 4) montre que l'axe 3 qui absorbe 11,39 % de l'inertie semble représenter la continentalité de la forêt.

En somme, de cette analyse, trois classes de régénération peuvent être décrites comme suit :

- classe de bonne régénération située dans les meilleures stations, en particulier sur des sables beiges / rouges en plein découvert (densité du peuplement originel quasiment nulle, recouvrements des arbustes et herbacés inférieurs à 25%). Bien que fort perturbé, le cortège floristique est composé de *Chamaerops humilis*, *Cistus salviaefolius*, *Dactylis glomerata*, *Daucus pumilis*, *Ulex boivini*, *Lavandula stoechas* et *Teline linifolia*,

- classe de régénération moyenne située sur des sables rouges, là où les recouvrements arbustifs et herbacés dépassent 50 %. Les espèces caractéristiques de ces milieux sont composées de *Brisa maxima*, *Asparagus acutifolius*, *Asparagus albus*, *Halimium halimifolium*, *Hyparrhenia hirta*, *Scolimus hispanicus*, *Solanum sodomaeum*, *Thymelea lytroides* et *Urginea maritima*,

- classe de régénération médiocre à nulle, sise très particulièrement dans les cantons les plus continentaux (D et E), en particulier là où le recouvrement des arbustes et herbacées dépasse 50 % et la densité du peuplement originel supérieure à 100 souches à l'ha. Selon les témoignages des services locaux, ces échecs sont accentués par des violations des mises en défens et l'abondance du ver blanc, redoutable pour les jeunes semis de chêne-liège.

Sur le plan quantitatif, le taux de réussite moyen évalué par canton est donné dans le tableau II.

Par ailleurs, la hauteur moyenne des semis en fonction de l'âge est calculée dans chaque canton. Les valeurs correspondantes sont consignées dans le tableau III.

Analyse statistique

Dans le but d'étudier les interactions entre le nombre de semis viables et les facteurs quantitatifs du milieu et du peuplement, il a été procédé au calcul d'une matrice de corrélations (Cf. Tab. IV).

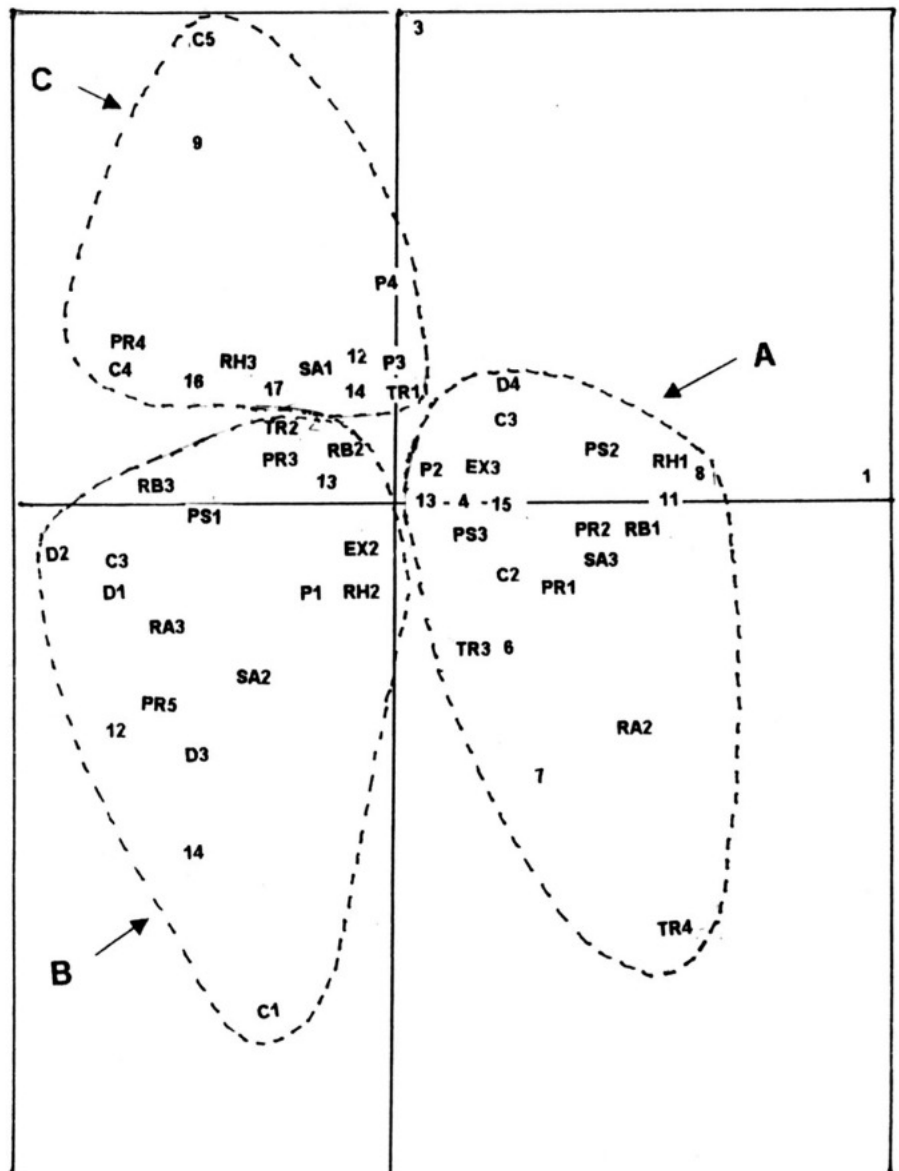


Fig. 4 : Plan factoriel (1-3)

Il découle de cette matrice que les corrélations entre les variables endogènes « Y » et les variables exogènes « X » sont très faibles. Pour ce qui est du taux de réussite, objet fondamental de l'étude, les conclusions de la méthode analytique concordent parfaitement avec ces résultats. En particulier, le nombre de semis par placette dépend très faiblement de la profondeur du sable et de la pente du terrain.

Pour étudier l'effet conjoint de toutes les variables exogènes sur le nombre de semis viables par placette, il a été procédé à une régression pas-à-pas d'expression définitive :

$$Y_1 = 19,272 - 0,532 X_2 - 0,066 X_3$$

avec : $R^2 = 0,04$
Ecart type résiduel = 19,1

$F_{ob.}$ (valeur observée de Snedecor-Fisher) = 4,5

De cette équation, on peut conclure que :

- la régénération par glands du chêne-liège en Mâamora ne dépend que faiblement de la pente du terrain et de la densité du peuplement originel encore sur pied ; la contribution conjointe de ces deux variables n'expliquent seulement que 4 % de la variabilité totale des observations,

- la profondeur du sable n'a pas d'effet significatif. Concrètement, cette indépendance est probablement masquée par le fait qu'au cours de cette dernière décennie, les semis de chêne-liège étaient normalement arrosés deux fois au cours du premier été.

Conclusion

La maîtrise des problèmes de régénération et une bonne compréhension du fonctionnement de l'écosystème du chêne-liège en Mâamora, constituent aujourd'hui plus que jamais, une priorité pour le gestionnaire de cette forêt.

En fait, il ressort de cette étude que les facteurs écologiques ne constituent pas un obstacle majeur. L'analyse de

l'information, abordée par les trois méthodes statistiques complémentaires, aboutit dans tous les cas aux conclusions suivantes :

- * la régénération artificielle est partout possible à l'intérieur de la forêt,
- * la régénération ne dépend pas de la pente du terrain et encore moins de la profondeur du sable,
- * la régénération est meilleure :
 - en Mâamora occidentale (littorale),

Canton	Moyen	Taux de réussite (%)		Ecart-type
		Max.	Min.	
A	67,8	79,2	46,8	10,52
B	53,9	81,0	22,8	22,80
C	35,1	54,0	16,2	18,90
D	11,9	25,2	3,6	7,32
E	16,5	41,4	2,4	13,60

Tab. II : Taux de réussite des semis de chêne-liège

Age (an)	Canton				
	A	B	C	D	E
2	80	74	76	64	-
3	157	102	78	-	55
4	-	110	85	80	71
5	251	-	-	-	-

Tab. III : Hauteur moyenne des semis (cm)

	Y1	Y2	Y3	X1	X2	X3	X4
Y1	1,000						
Y2	0,585	1,000					
Y3	0,908	0,691	1,000				
X1	0,169	-0,127	0,058	1,000			
X2	-0,099	-0,144	-0,338	-0,106	1,000		
X3	-0,116	-0,159	-0,144	0,008	-0,051	1,000	
X4	-0,044	-0,001	-0,046	0,100	-0,021	0,184	1,000

Tab. IV : Matrice de corrélations

Y1 : Nombre de plants viables par placette
 Y2 : Hauteur moyenne du plant par placette
 Y3 : Taux de réussite des plants par placette

X1 : Profondeur du sable
 X2 : Pente du terrain
 X3 : Densité du peuplement encore sur pied
 X4 : Surface terrière à l'ha

Les techniques de reboisement

Au Maroc, les reboisements de chêne-liège se font selon les techniques particulières suivantes :

* Travaux du sol :

La végétation arbustive est quasiment absente en Mâamora. Les travaux de sol se réduisent alors, à un ameublissement par labour profond (40 cm) en plein, complété par un labour superficiel (cover crop) dans le sens perpendiculaire au premier.

* Méthode de reboisement :

Jusqu'à présent, les reboisements de chêne-liège se font par semis de glands comme suit :

- Tracé géométrique en quadrillage carré (3X3 m),
- Ouverture et rebouchage de potets cubiques de 20 à 30 cm de profondeur,
- Semis d'un poquet de 4 glands par potet à une profondeur d'environ 3 à 4 cm,
- Aménagement d'un impluvium autour du potet.

Avant 1990, les semis de glands se faisaient sans soins particuliers. Les entretiens se limitaient à deux binages et désherbages de première et deuxième année après quoi, les semis étaient livrés à leur propre sort. Dans ces conditions les échecs l'emportaient plutôt sur la réussite.

Depuis une décennie, à la réception des glands, ils sont minutieusement triés et désinfectés dans une solution fongicide à base de benlate et semés encore frais. Les travaux subséquents comprennent des binages et désherbages, deux fois par an pendant les trois premières années. De surcroît, les semis sont arrosés deux fois en été, pendant les deux premières années. Vis-à-vis du parcours, les périmètres sont impérativement clôturés. Lorsque ces divers soins sont assurés, la réussite du périmètre est au delà des espérances.

- sur sables beiges / rouges,
- dans les vides et sous peuplements clairs,
- là où le recouvrement arbustif est faible ou nul,
- dans les formations à *Ulex boivini* et *Lavandula stoechas*.

* la régénération est médiocre :

- en Mâamora orientale et centrale (continentale),
- sous des peuplements denses,
- lorsque la surface terrière est supérieure à 3 m² à l'ha,
- si le recouvrement herbacé est supérieur à 50 %,
- dans les formations à *Thymelea lyroides*, *Urginea maritima*, *Halimium halimifolium*.

Mais, si depuis les premières tentatives de 1960, on n'est arrivé qu'à des résultats médiocres, les techniques adoptées, l'impact social et le suivi des travaux en sont les principales causes. En particulier, le contrôle de la qualité des glands, les mises en défens, les entretiens et les traitements phytosanitaires contre le ver blanc n'ont pas toujours été stricts.

En somme, la réussite des travaux de régénération du chêne-liège en Mâamora, nécessite d'entreprendre les actions suivantes :

- contrôler minutieusement la qualité des glands au moment des semis,
- respecter strictement les mises en défens par recours au système de clôtures,
- entretenir avec soins et aux bons moments, les jeunes semis par des travaux de binages et désherbages, au moins pendant les quatre premières années,
- arroser les jeunes semis au moins deux fois au cours de la première année,
- procéder à des traitements phytosanitaires contre le ver blanc chaque fois qu'il y a risque d'attaques.

Parallèlement à ces travaux, il y a lieu d'intensifier les expériences sur les reboisements par plantations, avec une réflexion profonde sur les caractéristiques des conteneurs et des substrats. Les premières expériences en Mâamora dans ce domaine sont vaines, car les techniques d'élevage des plants de chêne-liège ont été calquées sur celles adoptées pour les eucalyptus et les résineux (voir encadré "les techniques de reboisement"). Dans ce type de conteneurs, les

racines puissantes des plants de chêne-liège, développent le chignon qui compromet inévitablement l'avenir de la plantation. En Tunisie, les reboisements de chêne-liège, dont les premiers bilans s'avèrent prometteurs (BOUSSAÏDI, 1998), sont issus de plants auto-cernés, élevés en sachets de polyéthylène sans fond, suspendus à 20 cm environ du sol et de volume supérieur à 350 cm³. Le substrat était de fortune, composé de sable et de terreau prélevé en forêt, dans des proportions respectives égales aux 1/3 et 2/3. Le taux de réussite avoisine 60 % à plus de 70 % selon la technique de reboisement adoptée (le sous-solage l'emporte sur le ripage). Par ailleurs, les reboisements par glands sont proscrits, pour la simple raison que cette technique

est onéreuse (préparation soignée du sol) et consomme beaucoup de glands.

Tout récemment, dans les deux pays, il y a une tendance à moderniser les techniques d'élevage des plants de chêne-liège en pépinières. Les conteneurs expérimentés sont en plastique rigide de 450 cm³ environ, ajourés à la base et au niveau de toutes les faces. Le substrat est du compost, fabriqué sur place. L'aire d'élevage est couverte d'ombrières en plastique contrôlant l'intensité de la lumière incidente. Les plants obtenus sont de qualité exceptionnelle, avec un chevelu racinaire touffu et d'une tige trapue. La généralisation de cette technique d'élevage est encore limitée par le prix de revient des plants jugé plus cher.

Références bibliographiques

- ARTIGUES R. et LÉPOUTRE B., 1966-67. Influence du sol et de la densité du peuplement sur la faculté de rejeter du chêne-liège en forêt de la Mâamora. Ann. Rech. For., tome 10, Rabat.
- BÉNZECCI *et al.*, 1973. L'analyse des données. Dunod, Paris, 2, 619 p.
- BOUDY P. 1950. Economie forestière nord-africaine. Tome 2 : Monographie et traitement des essences forestières, Fascicule II, Larose, Paris, 529-878.
- BOUSSAÏDI NACER, 1998. Etude du comportement de la régénération par plantation de chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Kroumiri et aux Mogods (Nord-ouest de la Tunisie). Mém. 3^e cycle, ENFI, Salé, 80 p.
- DAGER Ph., GODRON M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Paris : Masson, 163 p.
- ET TOBI M., EZZAHIRI M. et BELGHAZI B. 1998. Apport des techniques d'analyse multivariées à l'évaluation de l'état de la végétation des peuplements forestiers. Cas du chêne-liège en Mâamora (Maroc atlantique). Sécheresse, 9, 219-226.
- EZZAHIRI M., 1989. Application de l'analyse numérique à l'étude phytogéologique et sylvicole de la cédraie

du Moyen Atlas tabulaire : exemple de la cédraie de Sidi M'Guild. Thèse és-Sci. Agro. IAV Hassan II, Rabat, 147 p.

- HISSEIN H. 1994. Evaluation de la régénération naturelle par semis dans la suberaie de Bab Azhar (Taza), à l'intérieur des parcelles clôturées. Mém. 3^e cycle, ENFI, Salé, 75 p.
- LÉPOUTRE B., 1965. Régénération artificielle du chêne-liège et équilibre climacique de la suberaie en forêt de la Mâamora. Ann. Rech. For., Maroc, t. 9., 1-188.
- MARION J., 1951. La régénération naturelle du chêne-liège en Mâamora. Ann. Rech. For., Maroc, 25-57.
- MARION 1953-54. Les repeuplements artificiels en chêne-liège dans la forêt de la Mâamora (Maroc). Ann. Rech. For. Maroc, 39-158.
- MARION J., 1956. Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège par rejets de souches. Ann. Rech. For., Maroc, t. 4, 1, 25-63.
- NDIAYE D. S., 1995. Etude du comportement de la régénération assistée du chêne-liège à l'intérieur des parcelles clôturées dans la forêt de Bab Azhar (Taza). Mém. 3^e cycle, ENFI, Salé, 170 p.

Résumé

La suberaie de la Mâamora, objet de trois aménagements depuis 1950, est actuellement dans un état de végétation préoccupant. Les récoltes réitérées de liège, le parcours abusif et le ramassage des glands doux de cette forêt sont à l'origine de son vieillissement et de ses difficultés de rajeunissement. Les efforts de régénération artificielle consentis depuis plusieurs décennies sont vaines et insuffisantes.

La présente étude consiste à faire un bilan actualisé de l'ensemble des travaux de régénération antérieurs, en vue de mettre en évidence les contraintes écologiques et sociales. A la suite d'une stratification des périmètres en fonction de l'âge des semis et de la continentalité, un inventaire du milieu et du peuplement a été effectué sur un total de 200 placettes carrées de 5 ares.

L'analyse de l'information a été abordée par trois méthodes d'analyse numérique complémentaires : la méthode des profils écologiques, l'analyse factorielle des correspondances et la méthode statistique. De ces analyses, il en découle ce qui suit ; en ce qui concerne la régénération artificielle du chêne-liège :

- * elle est partout possible à l'intérieur de la forêt,
- * elle est relativement bonne :
 - en Mâamora occidentale,
 - sur sables beiges / rouges,
 - dans les vides et sous peuplements clairs,
 - là où le recouvrement arbustif est faible ou nul,
 - dans les formations à *Ulex boivini* et *Lavandula stoechas*.
- * Elle est médiocre :
 - en Mâamora orientale et centrale,
 - sous des peuplements denses,
 - là où la surface terrière est supérieure à 3 m² à l'ha,
 - là où le recouvrement herbacé est supérieur à 50 %,
 - dans les formations à *Thymelea lytroides*, *Urginea maritima*, *Halimium halimifolium*.

Mots clés : Analyse factorielle des correspondances, chêne-liège, méthode analytique, profils écologiques, régénération.

Summary

Organised Replanting of Cork Oak in the Mâamora Forest (Morocco)

The cork oak forest in Mâamora, which has been modified through replanting three times since 1950, is presently in a worrying state. Repeated harvesting of cork, excessive grazing and the gathering of acorns have together resulted in ageing and poor self-seeding. Attempts at regeneration carried out over several decades have been inadequate and ineffective. This study consists of an updated assessment of all previous replanting work in order to highlight the ecological and social constraints. Following the selection of areas as a function of the year of planting and the severity of climate (continental), an inventory was made of the state of each stand and its habitat for 200 plots, each 5 ares (1/8 acre) in area.

The information was analysed using three complementary techniques of digital analysis : ecological profile, corespondance factorial and statistical. The results obtained through the combined analysis show that managed regeneration of cork oak was :

- * possible throughout the cork oak forest ;
- * it was relatively successful :
 - in western Mâamora,
 - in red and ocre soils,
 - in clearings or open stands,
 - where tree cover was very thin or non-existent,
 - in *Ulex boivini* and *Lavandula stoechas* formations ;
- * it was poor :
 - in eastern and central Mâamora,
 - under dense canopy,
 - where the base area was more than 3m² per hectare,
 - where herbaceous cover was more than 50%,
 - in *Thymelea lytroides*, *Urginea maritima* and *Halimium halimifolium* formations.

Key words : Correspondence factorial analysis, cork oak, analytical method, ecological profiles, regeneration.

Riassunto

Rigenerazione artificiale del sughero nella foresta della Mâamora (Marocco)

La foresta di sugheri della Mâamora, oggetto di tre sistemazioni dal 1950, è attualmente in uno stato di vegetazione preoccupante. Le raccolte reiterate di sughero, il pascolo abusivo e la raccolta delle ghiande dolci di questa foresta sono all'origine del suo invecchiare e delle sue difficoltà di ringiovanimento. Gli sforzi di rigenerazione artificiali consentiti da ulcuni decenni sono vani e insufficienti.

Lo studio presente consiste a fare un bilancio attualizzato dell'insieme dei lavori di rigenerazione anteriori, in vista di mettere in evidenza le costrizioni ecologiche e sociali. Dopo una stratificazione dei perimetri in funzione dell'età delle semine e della continentalità, un inventario dell'ambiente e del popolamento è stato effettuato per un totale di 200 appezzamenti quadrati di 5 are.

L'analisi dell'informazione è stata abortata con tre metodi di analisi complementari : il metodo dei profili ecologici, l'analisi fattoriale delle corrispondenze e il metodo statistico. Da queste analisi, ne consegue questo, per ciò che riguarda la rigenerazione artificiale del sughero :

- * è dappertutto possibile all'interno della foresta,
- * è relativamente buona :
 - in Mâamora occidentale
 - sulle sabbie "beige" /rosse,
 - nei vuoti e sotto popolamenti radi,
 - là dove il ricoprimento arbustivo è debole o nullo,
 - nelle formazioni a *Ulex boivini* e *Lavandula stoechas*,
- * è mediocre :
 - in Mâamora orientale e centrale,
 - sotto popolamenti fitti,
 - là dove la superficie terriera è superiore a 3 m² / ha,
 - là dove il ricoprimento erbaceo supera 50 %,
 - nelle formazioni a *Thymelea lytroides*, *Urginea maritima*, *Halimium halimifolium*.

Parole chiavi : Analisi fattoriale delle corrispondenze, sughero, metodo analitico, profili ecologici, rigenerazione.