



## Bilan actualisé et facteurs impliqués dans le succès des reboisements du chêne liège (*Quercus suber* L.) dans la forêt de la Maâmora, Maroc

### Evaluation of success factors of Cork oak reforestation in the Maâmora forest, Morocco

El Mostafa EL BOUKHARI <sup>1\*</sup>, Najiba BRHADDA <sup>2</sup>, Najib GMIRA <sup>3</sup>

**Abstract :** Since more twenty years, the managers of the Maâmora forest have commonly applied artificial regeneration by seedlings and planting. Previous assessments carried out in the years 2000 show promising results in a few highly localized sites and very modest results for the most part of the reforestation sites. Therefore, this work aimed 1) to establish an updated assessment of these reforestation and 2) to determine the soil, topographic, climatic, silvicultural and biological factors that are decisive in the success of the reforestation of the Maamora Cork oak.

The updated assessment of reforestation of the Maamora Cork oak was carried out by collecting on 212 plots of 400 meters square each and distributed on 3,742 ha according to stratified random sampling, the rate of success and the seedlings dendrometric variables. Also, we identified on these plots a set of characteristics relating to climatic conditions (exposure, continentality), soil (nature and thickness of sands, slope), silvicultural techniques (soil preparation, method of reforestation), structure of vegetation (recovery of strata and basal area). Indeed, average success rates ranges vary between 45-71%, 18-55%, 35-48% for the townships A, B and C, respectively. The factorial correspondence analysis and ascending hierarchical analysis have identified a major role of vegetation cover and technical of loosening soil in the success of reforestation.

Key words: Cork oak, Factor analysis, Classification, Regeneration, Reforestation, Maamora, Morocco.

**Résumé :** Depuis plus d'une vingtaine d'années, les gestionnaires de la forêt de la Maâmora ont eu recours à la régénération artificielle par semis et par plantation. Les bilans antérieurs effectués dans les années 2000 présentent des résultats prometteurs dans quelques sites très localisés et des résultats très modiques pour la très grande majorité des sites de reboisements. Le présent travail consiste 1) à dresser un bilan actualisé de ces reboisements et 2) à déterminer les facteurs topographiques, pédoclimatiques, sylvicoles et biologiques qui sont déterminants dans la réussite des reboisements du chêne liège en Maâmora.

Le bilan des reboisements a été effectué en relevant sur 212 placettes de 4 ares chacune et distribuées dans un massif de 3742 ha selon un échantillonnage aléatoire stratifié, le taux de réussite et des variables dendrométriques des semis. En outre, nous avons relevé sur ces parcelles un ensemble de caractéristiques relatives aux conditions climatiques (exposition, continentalité), aux sols (nature et épaisseurs des sables, pente), aux techniques sylvicoles (préparation du sol, méthode de reboisement), à la structure et à la composition de la végétation (recouvrement des strates et la surface terrière). Les taux de réussite moyens enregistrés varient entre 45 et 71%, 18 et 55%, 35 et 48% respectivement pour les cantons A, B et C. L'analyse factorielle des correspondances et l'analyse hiérarchique ascendante ont permis d'identifier un rôle majeur du couvert végétal et du travail d'ameublissement du sol dans le succès des reboisements.

Mots clés : Chêne-liège, Analyse factorielle, Classification, Régénération, Reboisement, Maâmora, Maroc.

## INTRODUCTION

Jusqu'au début du XXe siècle, la forêt de la Maâmora était considérée comme la plus grande subéraie domaniale du monde d'un seul tenant (AEFCS, 1973). Elle couvrait une superficie totale de 134000 ha sur la façade atlantique au Nord de Rabat (VIDAL, 1951 ; OAMAR, 1985). Actuellement, sa

<sup>1,2,3</sup> Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biodiversité et Ressources Naturelles, Kénitra, 14000, Maroc

Correspondance : e-mail : [elboukharimostafa@yahoo.fr](mailto:elboukharimostafa@yahoo.fr)

superficie est de 132000 ha (titre foncier n°69394/13) dont 126600 ha d'espaces boisés. Le chêne liège en occupe 66600 ha, soit 17% et 25% respectivement de la surface totale et de la surface des subéraies atlantiques marocaine (SEAP, 2012).

La forêt de la Maâmora produit annuellement 15000 tonnes de liège, 350000 m<sup>3</sup> de bois d'industrie et de bois d'œuvre d'eucalyptus et de pins; 100000 stères de bois de feu, 24 millions d'unités fourragères (UF), 1000 tonnes de miel et 5000 tonnes de glands (P.R.F.M., 2006).

De par sa position à proximité de grandes agglomérations (Rabat, Salé, Kénitra,...), la forêt de la Maâmora est soumise à de nombreuses contraintes (LAARIBYA et al., 2014) qui se sont traduites par une régression du couvert végétal ayant diminué de 30% entre 1951 et 1992 (AEFCS, 1992). En effet, la présence du bétail, souvent en si grand nombre (250000 têtes ovines et bovines) toute l'année en forêt, empêche la régénération naturelle par le tassement du sol, la consommation des glands et le broutage des semis ayant réussi à germer. La charge pastorale susceptible d'être supportée par la forêt est excessive, elle dépasse quatre fois la charge d'équilibre. L'écimage et l'ébranchage des arbres pour l'alimentation du bétail pendant la période de disette prédisposent les peuplements de chêne liège aux attaques parasitaires qui conduisent au phénomène de dépérissement et parfois à la mort des arbres. Les glands doux de la Maâmora sont très recherchés pour la consommation humaine. La récolte de ces glands qui avoisine la production totale de la Maâmora est commercialisée en partie le long des axes routiers, en villes et dans les souks. Le gaulage, souvent très précoce, provoque des blessures sur les arbres et favorise l'installation de champignons (*Hypoxylon mediterraneum*) et des insectes défoliateurs (*Lymantria dispar*) (HARRACHI, 2000).

Le problème de la régénération du chêne liège en Maâmora s'est posé aux forestiers chargés de la gestion dès les années 1930 ; on avait alors pris conscience de la rareté et de la difficulté de la régénération naturelle et des résultats incertains des opérations de régénération par rejets de souches et par semis artificiels (MARION, 1951-1953-1955). Les obstacles majeurs sont le surpâturage, le ramassage quasi intégral des glands et la profondeur du plancher argileux (DE BEAUCORPS et al., 1956). En revanche, une mise en défens intégrale de certaines parcelles montre que la régénération naturelle est possible, mais il faut l'accompagner du fait de la concurrence exercée par les autres espèces végétales (VILLEMANT & FRAVAL, 1991 ; DAHMANI et al., 2000).

Depuis les années cinquante, il a été constaté que le chêne liège rejette vigoureusement des souches jusqu'à un âge avancé ; 110 à 120 ans dans les bonnes conditions et 70 à 90 ans ailleurs (MARION, 1956). Or, il n'est pas toujours possible de compter trop sur les rejets de souches de vieux arbres pour répondre aux exigences d'une technique subéricole moderne (NATIVIDADE, 1956) du fait que cette faculté diminue avec l'âge et peut être réduite à 50% à 90 ans (DESTREMEAU & RODERBOURG, 1968 ; HASNAOUI, 1991). Cette faculté de rejeter des souches dépend aussi des conditions du milieu et de l'état physiologique des sujets (GOGORCENA et al., 2001) et reste tributaire de la nature du sol, de l'action de l'homme et de son cheptel (DAALI, 1987).

Un autre handicap vient s'ajouter aux précédents ; c'est le dépérissement des forêts de chêne liège qui s'est intensifié depuis la fin des années 80 causant des défoliations, des mortalités et une perte de vigueur (GAROLERA, 1988 ; MARRAS et al., 1995 ; BAKRY & ABOUROUH, 1996 ; BOUHRAOUA, 2003 ; NSIBI, 2005 ; DE SOUSA et al., 2008). En Maâmora, les chiffres relatifs au dépérissement montrent que 10 à 44% des arbres sont atteints. Les peuplements les plus dépérissants se situent principalement sous bioclimat semi-aride.

La régénération artificielle du chêne liège par semis est possible, mais elle est conditionnée par deux facteurs essentiels : l'épaisseur de la couche des sables et la pente du terrain (LEPOUTRE, 1965 ; BENZYANE, 2000). Cependant, la clôture et le gardiennage des parcelles régénérées, le labour profond du terrain, l'utilisation du matériel végétal adapté, le traitement systématique des potets à l'aide d'un insecticide, deux opérations de binage et désherbage par an et deux opérations d'arrosage pendant l'été durant les trois premières années constituent l'itinéraire technique à suivre pour réussir une opération de régénération artificielle (AMHAJER, 1997). Cette régénération éprouve encore des difficultés dues aux mortalités des jeunes plants de chêne liège causées par le ver blanc (*Sphodroxia maroccana*) qui s'attaque aux racines non encore lignifiées. Les dégâts varient entre 24 et 43% durant les périodes humides (GHAIIOULE & LUMARET, 2008).

Néanmoins, les premiers bilans effectués dans les années 2000 (EL BOUKHARI, 2001) s'avèrent prometteurs et présentent des taux de réussite moyens variant entre 44 et 60%, 21 et 65%, 14 et 79%, 10 et 39%, 22 et 35% respectivement dans les cantons A, B, C, D et E de la forêt.

Conscients des problèmes invoqués ci-dessus et afin de préserver l'espèce à l'origine de cette forêt et restaurer son écosystème, les travaux de reboisement du chêne liège par semis direct de glands et par plantation ont été entamés depuis 1992 et repris avec énergie à partir de la campagne 2004/2005. En ce sens, un programme important pour la réalisation d'environ 20000 ha à l'horizon 2014 a été lancé. En vue de répondre aux besoins de ce programme très ambitieux, la production moyenne annuelle en plants de chêne liège a été portée à plus de 1250000. Les conteneurs actuellement utilisés sont d'un volume de 500 cm<sup>3</sup>. Ils se sont avérés plus efficaces que ceux de 400 et 450 cm<sup>3</sup>, déjà proscrits pour ce type de culture (EL GHAZI, 2005). Néanmoins, les taux de réussite dans les périmètres de reboisement sont parfois médiocres ; le mode d'élevage et les techniques de production des plants sembleraient être la cause principale des échecs enregistrés. De même, il a été constaté que les semis situés sous couvert arboré ou encore dominés par la broussaille achoppent et se trouvent dans un état souffreteux. Leur développement est sensiblement handicapé comparativement aux semis du même âge mais bien dégagés (*Observation personnelle*).

Dans le contexte actuel de ce travail, il a été tenté de dresser un bilan actualisé des travaux de reboisements entrepris sur un massif de 3742 ha entre 1992 et 2010, de caractériser ces reboisements par un taux de réussite, une hauteur moyenne et une circonférence moyenne, et de mettre en relief les facteurs prépondérants qui sont déterminants dans leur succès.

## MATERIELS ET METHODES

### Zone d'étude

La forêt de Maâmora est située au Nord-Ouest du Maroc, en bordure de l'Océan Atlantique, entre les méridiens 6°00' et 6° 45' de longitude Ouest, et les parallèles 34°00' et 34°20' de latitude Nord. Elle s'inscrit dans un rectangle de 68,6 km de long, d'Ouest en Est et 38,2 km de large, du Nord au Sud ; Rabat est situé dans l'angle Sud-Ouest et Kénitra dans l'angle Nord-Ouest de ce massif.

La forêt de la Maâmora représente un massif isolé en bloc compact séparant les pays des Zaïers et celui des Zemmours au Sud et la plaine du Gharb au Nord.

Sur le plan forestier, la Maâmora est scindée en trois unités géographiques homogènes (Maâmora occidentale, centrale et orientale). Ces unités sont découpées en cinq cantons désignés A, B, C, D et E d'Ouest en Est. Les cinq cantons sont subdivisés en 33 groupes, numérotés en chiffres romains. Ces groupes sont divisés à leur tour en parcelles (figure 1).

Ce travail a été effectué dans les périmètres de reboisements du chêne liège, répartis entre les cantons A, B et C de la forêt de la Maâmora. Le tableau 1 contient des informations sur les caractéristiques topo-édaphiques et sur les techniques culturales adoptées dans les périmètres de reboisement au niveau de la zone d'étude.

**Tableau 1 :** Caractéristiques topo-édaphiques et techniques culturales dans la zone d'étude

canton	Épaisseur de la couche des sables (cm)	Pente du terrain (%)	surface travaillée (ha)			Total
			labour en plein	labour en bandes	ouverture de potets	
A	80 à plus de 230	0-6	1262,15	141,69	511	1914,84
B	100-200	0-16	703,84	566	238	1507,84
C	80-220	0-12	112	107	100	319
Total			2077,99	814,69	849	3741,68

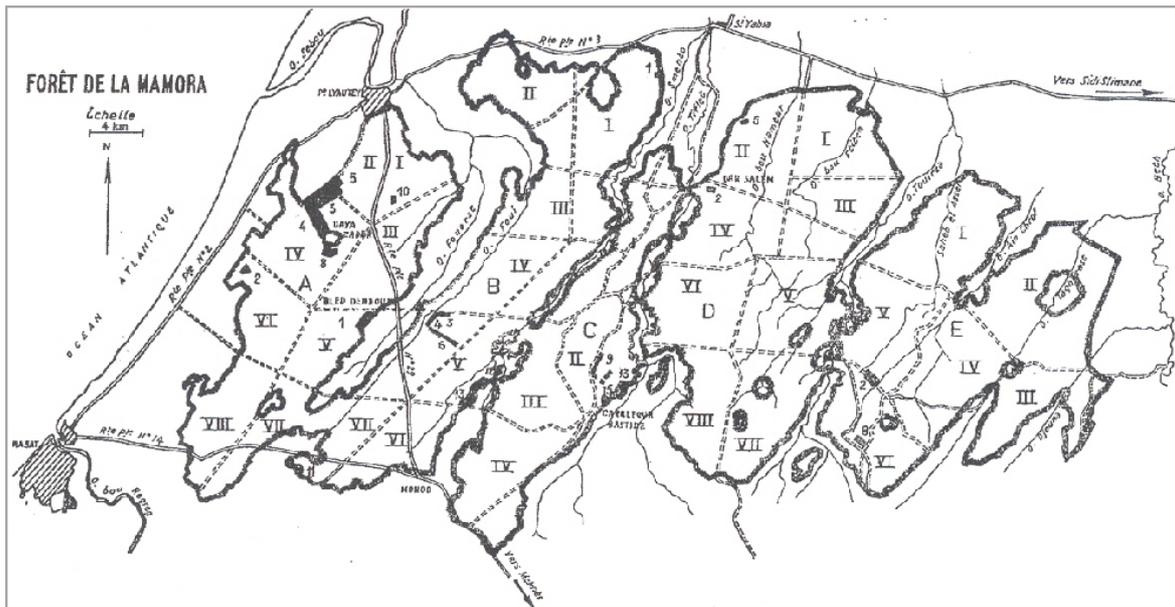


Figure 1 : Carte de situation de la forêt de la Maâmora (extrait de LEPOUTRE, 1965)

Du point de vue écologique, la forêt est sous ambiances bioclimatiques subhumide et semi-aride chaud à tempéré au sens d'EMBERGER (1955) respectivement pour les cantons A et B (Maâmora occidentale), situés à l'Ouest et les cantons C-D et E (Maâmora centrale et orientale) situés vers l'Est.

Le substrat est constitué par un dépôt de sables décalcifiés d'épaisseur variable qui peut atteindre 6 m reposant sur un plancher argileux rouge du Villafranchien (ARTIGUES & LEPOUTRE, 1966-1967, ET-TOBI, 1996). Elle occupe une surface topographique ondulée du plateau, avec des altitudes qui s'abaissent de 250 m au Sud-Est vers moins de 30 m au Nord-Ouest à proximité de la ville de Kénitra (MACHOURI *et al.*, 2008).

Sur le plan hydrique, le volume moyen annuel des précipitations varie de 585 mm à Kénitra sur le littoral à 440 mm à Smento Sud au centre à 436 mm sur la frange la plus continentale (station Sidi Slimane) (IKRAOUNI, 2011; ET-TOBI *et al.*, 1998).

Sur le plan thermique, les températures moyennes mensuelles sont de l'ordre de 12 °C en janvier et 25 °C en juillet et août ; la moyenne des maxima du mois le plus chaud est de 37 °C et la moyenne des minima du mois le plus froid est de 5 °C (AAFI, 2007).

La végétation de la Maâmora appartient à la série thermo-méditerranéenne du chêne liège, dégradée par une très forte pression anthropique. Les groupements végétaux ainsi identifiés (AAFI, 2007) **sont** : une Association à *Teline linifolia* et *Quercus suber* avec sous association à *Thymelea lathyroides*, une sous association à *Chamaerops humilis* et une sous association à *Cistus salvifolius* ; une Association à *Halimium halimifolium* et *Cistus crispus* et enfin, une Association à *Malcolmia triloba* et *Urginea maritima*.

## Échantillonnage

L'hétérogénéité de la zone d'étude impose un échantillonnage stratifié aléatoire. D'après GODRON (1971,1976) ; GODRON & DAGET (1982); RONDEUX (1999), ce type d'échantillonnage est dans ce contexte le plus efficace. La stratification réduit la variabilité des paramètres mesurés et le tirage aléatoire trouve sa justification du fait qu'il donne la même chance à chaque unité de surface d'un hectare d'être tirée (BELGHAZI, 1990 ; EL BOUKHARI, 2001). Un total de 212 placettes de 4 ares chacune, réparties sur 3742 ha, a été inventorié durant la période février 2012 à mai 2013. Au niveau de chaque placette, trois types de relevés ont été effectués :

- Relevé de reconnaissance : il s'agit des paramètres topo-édapho-climatiques notés à l'échelle de la placette tels que : l'exposition, la pente, la nature des sables (sables rouges à forte capacité de rétention en eau, et sables beiges ou beiges-rouges caractérisés par un lessivage plus ou moins intense et une faible teneur en argile), l'épaisseur de la couche des sables (profondeur du plancher argileux), la continentalité (cantons A et B à bioclimat subhumide et canton C à bioclimat semi-aride), le recouvrement des strates

arborées, arbustives et herbacées, la technique de préparation du sol, la méthode de reboisement, et la surface terrière à l'hectare des arbres du peuplement originel du chêne liège.

- Données sur la régénération : il s'agit du comptage de potets d'un brin vivant ou plus et des mesures faites sur un nombre maximum de vingt sujets au niveau de chaque placette, de la hauteur totale à l'aide d'une perchette graduée, des circonférences à 1,30 m au-dessus du sol et de la circonférence au collet à l'aide d'un mètre ruban.
- La mesure de la circonférence à 1,30 m au-dessus du sol des arbres adultes du peuplement originel du chêne liège et sous lequel des opérations de reboisement ont été effectuées. La surface terrière à l'hectare de ces arbres a été calculée.

On a noté par ailleurs le taux de réussite calculé par placette. Ce taux correspond au rapport entre le nombre de potets contenant au moins un brin vivant et le nombre total de potets par placette.

### Analyse des données

Pour faciliter le traitement des données recueillies, les variables du milieu et de l'environnement (tableau 2) ont été codées. C'est alors qu'un tableau à deux entrées (Modalités-relevés) a été conçu où sont réparties les modalités de variables en fonction des relevés. A l'intersection des lignes et des colonnes sont portées les valeurs « 1 » en cas de présence et « 0 » en cas d'absence. Cet indice de « présence-absence » présente l'avantage de simplicité et d'universalité.

**Tableau 2 : Codage des variables**

Variable	Modalité	Classe	Variable	Modalité	Classe
Exposition	EX0	Terrain plat	Épaisseur de la couche des sables (cm)	ES1	•80cm
	EX1	N-NE		ES2	81-120cm
	EX2	O-NO		ES3	121-180cm
	EX3	E-SE		ES4	181-230cm
				ES5	>230cm
Nature des sables	NS1	Beige	Continentalité	C1	Canton A
	NS2	Rouge		C2	Canton B
	NS3	Beige-Rouge		C3	Canton C
Pente du terrain (%)	P1	<3,9%	Préparation du sol	W1	Labour en plein
	P2	4-8,9%		W2	Labour en bandes
	P3	9-15%		W3	Ouverture de potets
	P4	>15%			
Recouvrement arboré (%)	RA1	>50%	Méthode de reboisement	MR1	Semis direct de glands
	RA2	26-50%		MR2	Plants en portoirs
	RA3	1-25%		MR3	Mélange semis et plants
Recouvrement arbustif (%)	RA4	Nul	Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	G1	Nulle
	RB1	>50%		G2	0,1-3m <sup>2</sup> /ha
	RB2	26-50%		G3	>3m <sup>2</sup> /ha
	RB3	1-25%			
Recouvrement herbacé (%)	RB4	Nul	Taux de réussite (%)	TR0	Nul
	RH1	>50%		TR1	0-35
	RH2	26-50%		TR2	36-60
	RH3	1-25%		TR3	>60

Afin de mettre en évidence les relations entre le taux de réussite des reboisements du chêne liège dans la Maâmora et les modalités de variables, deux méthodes d'analyses numériques complémentaires ont été mises à l'épreuve : la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) et l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

La CHA, effectuée à l'aide du logiciel Xlstat 7.5.2 a pour objectif d'agréger les groupes de modalités qui apportent les mêmes informations et dissocier les modalités de variables qui expriment des informations complémentaires (ABDALLAH & SAPORTA, 2003) selon un arbre ou dendrogramme dans lequel les groupes sont aussi mutuellement exclusifs mais hiérarchisés (GILLET, 2000 *in* AAFI, 2007). Le critère d'agrégation retenu est celui de Ward.

L'AFC, effectuée à l'aide du logiciel Minitab16, est employée pour dégager les agencements entre les classes du taux de réussite et les modalités de variables. L'interprétation des résultats de cette analyse repose sur l'examen du tableau des valeurs propres, des contributions relatives et absolues et la répartition des points au niveau des axes factoriels (BENZECRI, 1964).

Il y a lieu de signaler par ailleurs que le taux de réussite a été considéré comme variable.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Bilan des reboisements réalisés entre 1992 et 2010

Dans l'éventail des observations effectuées, les travaux du sol sont réalisés soit en plein (55% de la surface travaillée), en bandes (22% de la surface travaillée) ou par simple ouverture de potets (23% de la surface travaillée). Ces travaux sont entrepris soit sous subéraie (sous couvert arboré du chêne liège) soit en dehors de la subéraie après défrichement des plantations à base d'eucalyptus, pins ou acacias. La méthode de reboisement adoptée est soit la plantation des plants élevés en pépinière soit le semis direct de 4 à 8 glands par potet à une profondeur d'environ 3 à 5 cm, et très rarement la combinaison de ces deux méthodes. La densité de plantation varie entre 833 à 2500 placeaux à l'hectare. Les entretiens mécanisés et manuels (binages et désherbages) se font en première et en deuxième année et peuvent être poursuivis, chaque fois qu'il est nécessaire, au-delà de la quatrième année. De surcroît, les semis sont arrosés deux fois durant le premier été.

L'inventaire des semis a permis de mettre en évidence que les taux de réussite moyens, visualisés dans la figure 2, varient entre 45 et 71%, 18 et 55%, 35 et 48% respectivement dans les cantons A, B et C.

Les semis âgés de cinq ans et moins accusent des taux de réussite moyens de 45%, 31% et 48% respectivement dans les cantons A, B et C. Pour les semis âgés de plus de cinq ans et moins de dix ans, ces taux sont de 71% dans le canton A et 55% dans le canton B.

Chez les semis âgés de plus dix ans, les taux de réussite moyens enregistrés totalisent 57%, 18% et 35% respectivement dans les cantons A, B et C.

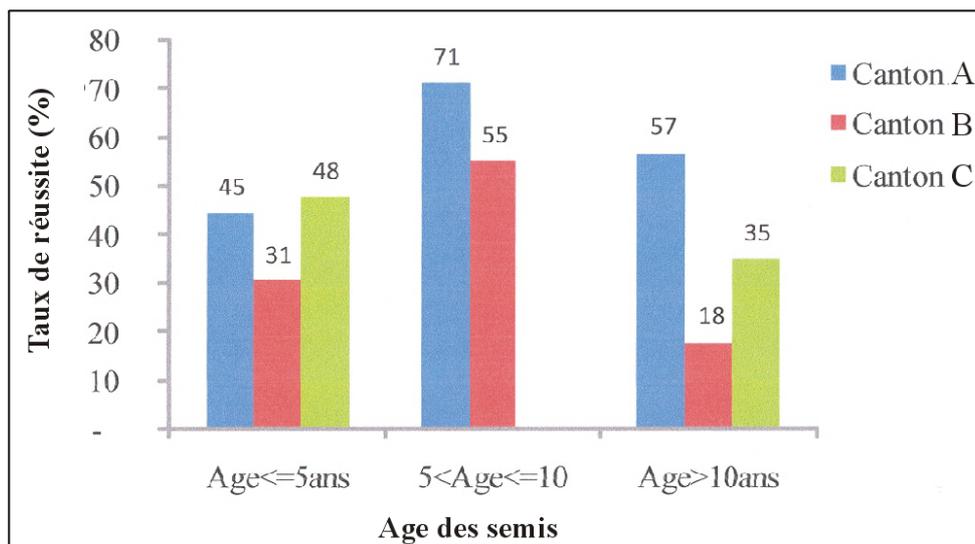
La hauteur moyenne des semis (figure 3) varie entre 48 et 328 cm, 66 et 186 cm, 56 et 136 cm respectivement dans les cantons A, B et C.

Les semis âgés de cinq ans et moins accusent des hauteurs moyennes de 48 cm, 66 cm et 58 cm, respectivement dans les cantons A, B et C ; ce résultat n'étant pas surprenant surtout dans la forêt de la Maâmora. À ce sujet, nous avons pu noter, au niveau de quelques périmètres de reboisement, l'aspect buissonnant (dessèchement de l'apex et départ des axillaires) de certains semis. Plusieurs hypothèses s'échafaudent alors pour expliquer ce constat : attaques de champignons pathogènes, coups de Chergui (vent de l'Est très chaud), fortes chaleurs estivales, attaques par le lapin et le lièvre.

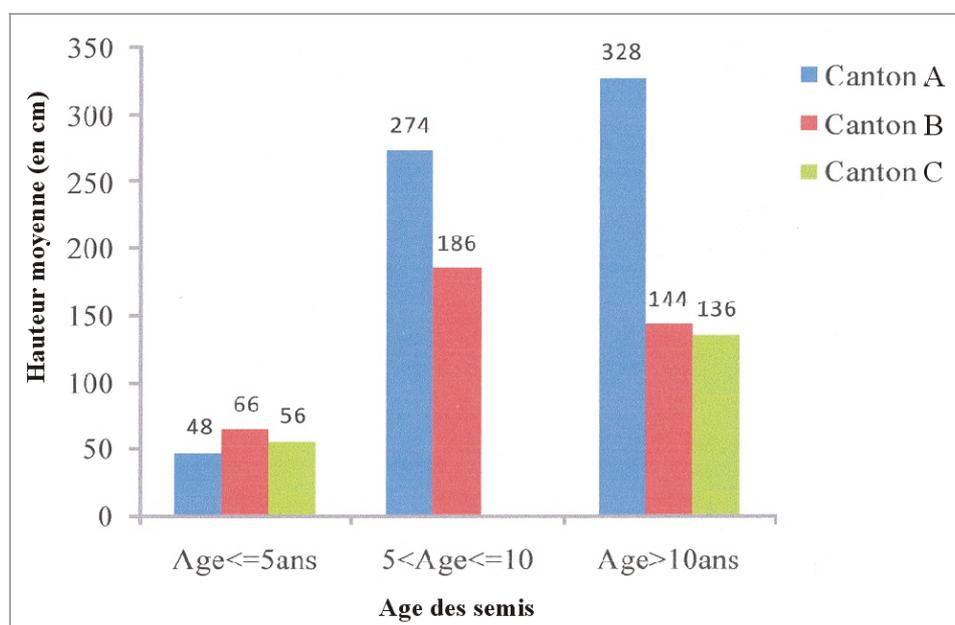
Pour les semis âgés de plus de cinq ans et moins de dix ans, les hauteurs moyennes sont de 274 cm dans le canton A et 186 cm dans le canton B.

Chez les semis âgés de plus dix ans, les hauteurs moyennes enregistrées totalisent 328 cm, 148 cm et 136 cm respectivement dans les cantons A, B et C.

Aussi, chez les semis ayant une hauteur de plus de 130 cm, la circonférence à 1,30 m au-dessus du sol varie entre 22 et 73 cm. Chez les semis ayant moins de 130 cm de hauteur, la circonférence au collet varie entre 6 et 27 cm.



**Figure 2 :** Variation du taux de réussite moyen par canton et par classe d'âge



**Figure 3 :** Variation de la hauteur moyenne par canton et par classe d'âge

## Caractérisation des milieux favorables et défavorables des reboisements

### *Tableau des valeurs propres*

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) appliquée sur la matrice "modalités-relevés" montre des valeurs propres relativement faibles des premiers axes factoriels.

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) appliquée sur la matrice "modalités-relevés" montre que la plus grande valeur propre enregistrée est 0,472. Cette valeur est inférieure à 0,6 ; valeur préconisée par BENZECRI (1964) pour individualiser nettement les groupes. En outre, les valeurs propres relatives aux différents axes factoriels ne sont pas très différentes, ce qui indique que l'information qu'ils expriment est sensiblement la même.

**Tableau 4 : Valeurs propres des trois premiers axes factoriels**

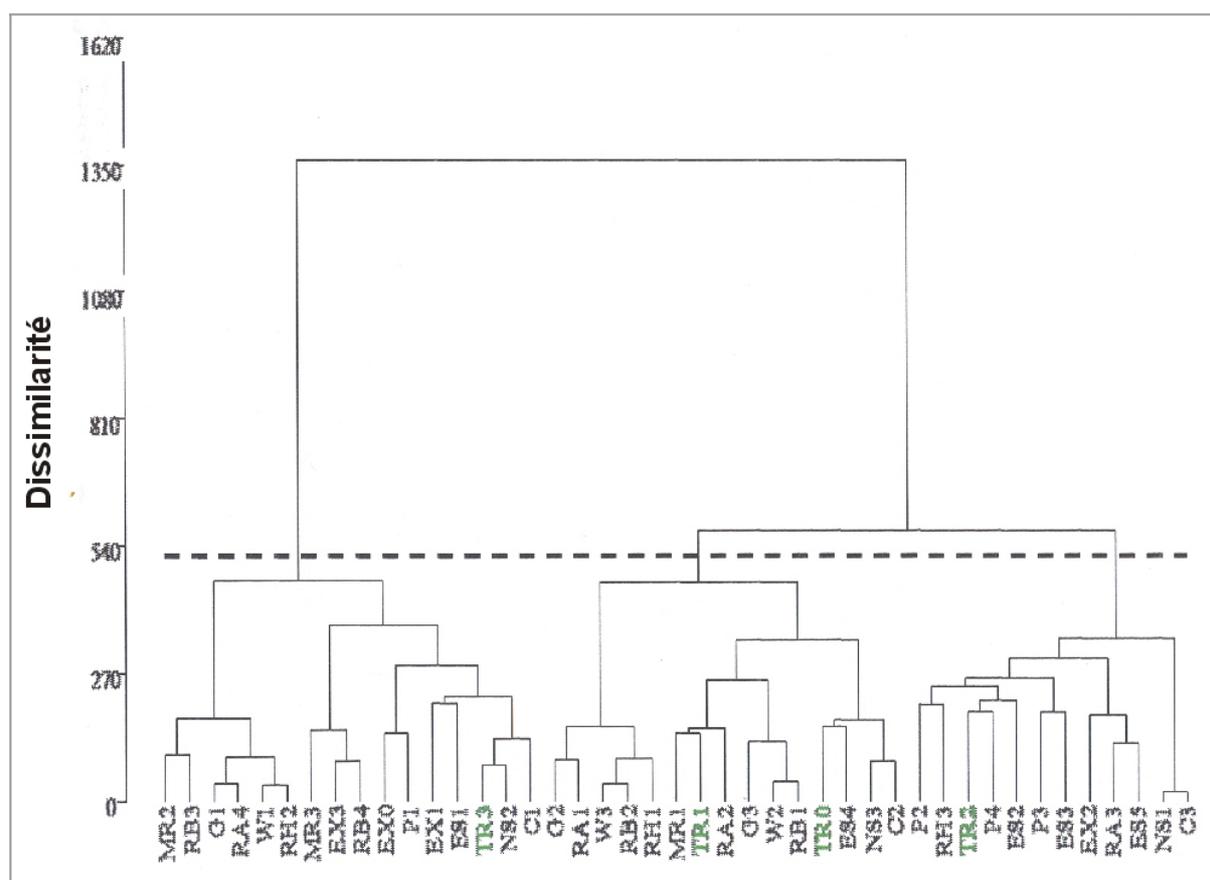
	Rang	F1	F2	F3
Valeurs propres	AFC "modalités-relevés"	0,472	0,217	0,193

**Interprétation des axes factoriels de l'AFC "modalités-relevés"**

La répartition de l'inertie en fonction des facteurs, note que le premier axe factoriel absorbe à lui seul près de 18,27% de la variance totale. Les dix premiers axes factoriels absorbent 68,07% de l'inertie du nuage des points. Le premier plan factoriel 1-2 manifeste un pourcentage d'inertie de 26,68%. Le deuxième renferme une proportion encore moins importante, soit 25,73%.

BENZECRI (1973) précise qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50% du taux d'inertie. Dans notre cas, les deux axes factoriels 2 et 3 contiennent moins de 10% de l'inertie totale. Ils sont donc d'interprétation très délicate et demeurent peu significatifs.

Dans l'ensemble, cette situation traduit qu'il n'existe pas de dichotomie nette au niveau des données, ce qui nous a amenés à compléter cette analyse par la classification hiérarchique ascendante (CHA) (figure 4).



**Figure 4 : Dendrogramme issu de la Classification Hiérarchique ascendante**

Dans les plans factoriels 1-2 et 1-3 (figure 5), nous avons donc tracé les «enveloppes» des points représentant les classes de régénération et les facteurs du milieu correspondant à ces classes tels que définis par la classification hiérarchique ascendante.

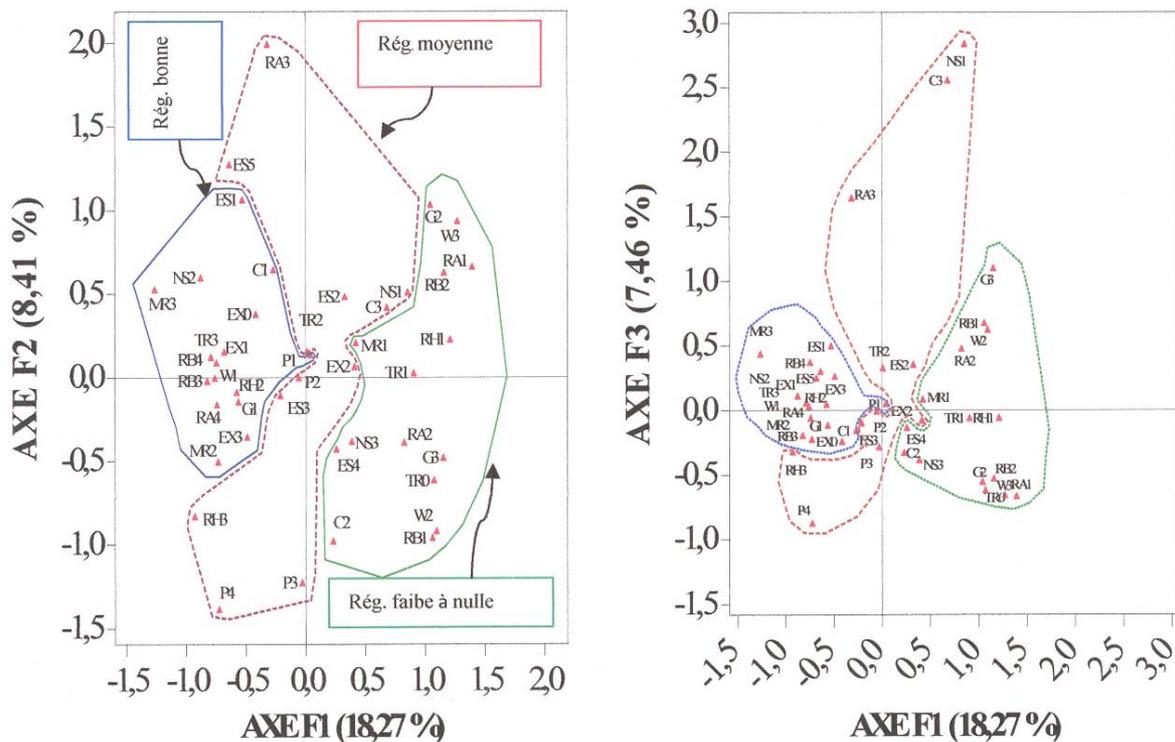


Figure 5 : Projection des modalités de variables dans les plans factoriels (1-2) et (1-3)

Si on examine les plans factoriels 1-2 et 1-3 (figure 5), on remarque que l'axe 1 met en opposition le labour en plein (W1), l'absence de strate arborée (RA4 et G1), la faible recouvrement de la strate arbustive (RB3) sur le côté gauche et le labour en bandes (W2), les recouvrements arborés et arbustifs élevés (RA2, RB1 et G3) sur le côté droit de l'axe. Il s'ensuit que l'axe 1 traduit la structure de la végétation et les travaux d'ameublissement du sol.

L'axe 2, qui absorbe une moindre part de l'inertie (8,41%), semble représenter la continentalité de la forêt. Le Canton A (C1) se trouve sur le côté droit de cet axe et le canton B (C2) sur sa partie gauche.

L'axe 3 qui absorbe une part d'inertie (7,46%), certes encore plus faible, semble représenter la nature du sable. Du côté droit de l'axe on trouve les sables beiges (NS1) et du côté gauche les sables beiges et rouges (NS3).

La structure de la végétation et la technique de préparation du sol contribuent le mieux à la réussite des reboisements du chêne liège en Maâmora. Dans l'éventail des observations relatives au recouvrement arbustif, les meilleures réussites correspondent à des stations où le sous-bois est très ouvert (<25%) à totalement ouvert (nul). La régénération est faible partout où le recouvrement arbustif dépasse 25%. Cette conclusion corrobore celle de MARION (1955) qui suggère de procéder à un défrichage préalable et total du terrain avant le semis de glands. Elle concorde aussi avec celle de SONDERGAARD (1991) qui a abouti aux mêmes résultats et note l'effet défavorable qu'exercent un peuplement de chêne liège ainsi que son sous-bois sur la dynamique de la régénération et sur l'avenir de cette espèce à tempérament héliophile. Selon cet auteur, « la suppression de la végétation du sous-bois lors de l'installation d'un semis augmente le taux de réussite ». L'enlèvement de la végétation élimine toute forme de compétition vis-à-vis de l'eau, de la lumière et des éléments nutritifs.

Les meilleures réussites sont observées en dehors du couvert (périmètres sans arbres). Les semis se dessèchent non seulement sous l'aplomb des arbres, mais aussi à proximité. Cette difficulté d'installation et de croissance des semis sous les chênes lièges a été reconnue depuis longtemps en Maâmora (DE

BEAUCORPS, 1956). Les chênes lièges adultes, à réseau racinaire traçant, accaparent la majorité des réserves hydriques du sol sur un rayon d'une vingtaine de mètres, interdisent toute croissance des semis et gênent fortement leur installation (MARION, 1956 ; SAUVAGE, 1961 ; LEPOUTRE, 1965). Dans le même ordre d'idée, NSIBI et *al.* (2006) notent que la densité des semis de chêne liège diminue rapidement en raison de l'augmentation du recouvrement et s'annule au taux de recouvrement arboré supérieur à 75% (soit un passage de 180 à 12 semis).

Concernant le recouvrement de la végétation herbacée, celui-ci devient contraignant lorsqu'il dépasse 50%. Cette conclusion déjà échafaudée par MARION (1955) semble être ici justifiée et doit inciter donc le reboiseur marocain à se prémunir contre l'herbe. D'ailleurs, on estime que les échecs constatés sont parfois subordonnés à l'époque des entretiens (désherbage) ; lorsque ceux-ci ne sont pas effectués au bon moment, l'échec est inévitable.

Vis-à-vis de la technique de préparation du sol, la bonne régénération est obtenue après nettoyage systématique de la végétation spontanée (labour profond en plein de 30 à 35cm dans la majorité des cas). Les résultats médiocres à nuls sont observés dans les stations où les travaux du sol ont été réalisés par bandes ou par simple ouverture de potets (trous parallélépipédiques de 70cm x 70cm x 80cm) ou trous cubiques (50cm x 50cm x 50cm). Cependant, ces deux méthodes, sans induire de résultats particuliers, ne sont pas une cause directe des échecs constatés. On comprend facilement à quel point le recours à la mécanisation du sol est une nécessité absolue pour garantir mieux la réussite d'une plantation.

L'influence de la continentalité sur l'état de végétation des peuplements forestiers en Maâmora est démontrée depuis les premiers travaux dans cette forêt (MARION, 1951 ; LEPOUTRE, 1965). La bonne régénération est particulièrement sise dans le canton A situé sur la frange atlantique, plus favorisée par une quantité importante de précipitations occultes (brouillards, rosée). Alors que la régénération est moyenne dans le canton C (plus continental), elle est médiocre à nulle dans le canton B. Néanmoins, il y a lieu de signaler que durant les vingt dernières années, la hauteur moyenne annuelle des précipitations est supérieure à 400 mm (IKRAOUNI, 2011), seuil minimum nécessaire pour le chêne liège au sens de SAUVAGE (1961).

À quelques exceptions près, les sols de la Maâmora sont de type lessivé, dits « sable sur argile » (LEPOUTRE, 1965). Ces sables sont de type siliceux à très faible teneur en éléments nutritifs. En effet, sur les sables rouges, offrant un bon bilan hydrique grâce à leur teneur élevée en argile, la régénération est meilleure. Par contre, sur les sables beiges et beiges/rouges, caractérisés par une faible capacité de rétention en eau du sol et par un lessivage souvent intense, la régénération est moyenne voire médiocre à nulle.

Si, au sens de LEPOUTRE (1965), la pente du terrain a été considérée comme étant l'une des principales composantes des abaques écologiques déterminant les milieux favorables et défavorables pour les reboisements du chêne liège, en Maâmora en particulier, les pentes favorables pour les semis de chêne liège sont comprises entre 3 à 12% en Maâmora centrale et 3 à 9% en Maâmora orientale. Dans cette étude, les pentes observées varient entre 0 (terrain plat) et 16%. L'analyse du tableau des contributions montre que la contribution maximale expliquée par la modalité (P3) n'est que de 3,3% sur le 3ème axe factoriel. Selon le même auteur, la réussite des reboisements du chêne liège ne peut être espérée que là où l'épaisseur de la couche des sables est comprise entre 1,50 m et 1,80 m. En dehors de cette amplitude, les chances de survie des semis sont faibles voire nulles. Dans notre cas, pour l'ensemble des sondages réalisés, l'épaisseur de la couche des sables varie de 80 cm à plus de 230 cm. L'examen des résultats de l'AFC "modalités-relevés" montre que la plus forte contribution expliquée par la modalité (ES4) sur le troisième axe factoriel n'est que de 3,15%. En effet, si ces deux composantes topoédaphiques déterminent, à eux seuls, la vocation des stations en Maâmora (LEPOUTRE, 1965), elles ne contribuent pas dans ce cas à l'individualisation des groupes de la régénération. Par conséquent, les procès qui leur ont été faits ne semblent pas être vérifiés ici. Ceci, peut s'expliquer probablement par la préparation du sol très soignée. De surcroît, les semis étaient normalement arrosés deux fois durant le premier été.

Le semis direct de glands, le reboisement par plantation, les expositions quelles soient fraîches ou relativement sèches sont des modalités de variables ayant des contributions très faibles et n'interviennent pas dans l'agencement des groupes de régénération.

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

- Une classe de bonne régénération avec un taux de réussite strictement supérieur à 60% :

Cette régénération est sise dans le canton A, là où les travaux d'ameublissement du sol ont été exécutés en plein sur des sables rouges, là où le recouvrement arboré est quasiment nul, le recouvrement arbustif est

inférieur à 25% à nul, le recouvrement herbacé ne dépasse pas 50% et la surface terrière du peuplement originel du chêne liège est nulle (parcelles sans arbres).

- Une classe de régénération moyenne avec un taux de réussite compris entre 36 et 60% :

Cette régénération est encaissée essentiellement au niveau du canton C, dans les milieux où le recouvrement des strates arborées et herbacées ne dépasse pas 25%.

- Une classe de régénération faible à nulle :

Les semis caractérisant cette classe de régénération sont situés en particulier dans les conditions les plus défavorables au niveau du canton B, là où le recouvrement des strates arborées et arbustives dépassent 25%, là où le recouvrement herbacé est supérieur à 50% et là où les travaux d'ameublissement du sol ont été effectués par labour en bandes ou par simple ouverture de potets. Il en résulte que le taux de réussite est inférieur à 35% à nul.

## CONCLUSION

La forêt de la Maâmora est l'une des forêts les plus étudiées au Maroc. Elle a fait l'objet de trois révisions d'aménagement. Elle fournit du liège de reproduction dont l'intérêt domine la sylviculture, du bois de chauffage très apprécié sur le marché, des glands doux très recherché pour la consommation domestique et du pâturage pour le cheptel de la population riveraine. Sur le plan dynamique de la forêt, un effort de reboisement en chêne liège est entrepris depuis une vingtaine d'années. L'analyse de l'information abordée par les méthodes mathématiques complémentaires aboutit aux conclusions suivantes :

- L'épaisseur des sables et la pente du terrain ne constituent pas un facteur déterminant dans la réussite des reboisements du chêne liège.
- La réussite des reboisements du chêne liège dépend de la technique de préparation du sol et du couvert végétal.
- Pour la régénération du chêne liège tant le semis direct des glands que la plantation semblent être des outils de prédilection.

## RÉFÉRENCES

- AAFI, A., 2007. Étude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne liège de la forêt de la Maâmora, Thèse de Doc. Es-Sci. Agro., IAV Hassan II, Rabat, 190p.
- ABDALLAH, H. & SAPORTA G., 2003. Mesures de distance entre modalités de variables qualitatives ; application à la classification, *Revue de statistique appliquée*, tome 51, n°2 : 75-90.
- AEFCS, 1973. Procès Verbal d'Aménagement de la Forêt de la Maâmora, 1973-1992 (mission Danoise).
- AEFCS, 1992. Procès Verbal d'Aménagement de la Forêts de la Maâmora. *Projet GCP/MOR/010/DEN*.
- AMHAJER, M., 1997. La régénération artificielle du chêne liège en relation avec les facteurs du milieu : cas de la forêt de la Maâmora. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, ENFI, Salé, 99p.
- ARTIGUES, R. & LEPOUTRE, B., 1966-1967. Influence du sol et de la densité du peuplement sur la faculté de rejeter du chêne liège en forêt de la Maâmora. *Ann. Rech. For. Maroc T.10*, Rabat.
- BAKRY, M. & ABOUROUH, M., 1996. Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 29 : 24-39.
- BELGHAZI, B., 1990. Étude de l'écologie et de la productivité du pin maritime (*Pinus pinaster* Var. *maghrebiana*) en peuplements artificiels au nord du Maroc. Thèse Doc. Es-agro., IAV Hassan II, Rabat, 189p.
- BENZECRI, J. P., 1973. L'analyse des données. Tome 1. La taxinomie. Edition DUNOD, Paris, 675p.
- BENZECRI, J. P., 1964. Analyse des correspondances et classification. Tome I : collection pratique de l'analyse des données, 2<sup>ème</sup> édition, DUNOD, Paris, 456p.
- BENZYANE, M., 2000. Régénération du chêne-liège au Maroc : problématique et acquis technique. In « *Mediterranean silviculture with emphasis in Quercus suber, Pinus pinea and Eucalyptus sp* ». *IUFRO meeting, Seville, May 2000* : 73-84.
- BOUHRAOUA, R. T., 2003. Situation Sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien ; Étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doc. en foresterie. Fac. Sci. Univ. Tlemcen, Algérie, 267p.
- DAALI, A., 1987. Contribution à l'étude de la régénération naturelle par semis de chêne-liège dans la Maâmora centrale (Maroc) : cas de la réserve Royale de Ain Johra. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle en Agronomie (Options : Eaux et Forêts), IAV Hassan II, Rabat, 139p.

- DAGET, Ph. & GODRON M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés, *Coll. Ecol.*, 163p.
- DAHMANI, J., BENABID A. & EL HASSANI M., 2000. Influence du couvert végétal sur la régénération naturelle et assistée du chêne-liège en forêt de la Maâmora. *Ann. Rech. For. Maroc*, 33 : 64-67.
- DE BEAUCORPS, G., 1956. Évolution de l'humidité du sol dans une futaie claire de chêne liège. *Ann. Rech. For. Fasc. 1, Rabat, Maroc*.
- DE BEAUCORPS, G., MARION, J. & SAUVAGE, Ch., 1956. Essai monographique sur une parcelle d'expériences dans la forêt de chêne-liège de la Mamora (Maroc). *Ann. Rech. For.*, 4 (2), 273p.
- DE SOUSA E., EL ANTRY, S., ATAY KADIRI, Z. & ABOUROUH, M., 2008. Problématiques des subéraies dans le bassin méditerranéen. *Ann. Rech. For. Maroc*. T39 : 63-73
- DESTREMEAU, D. & RODERBOURG, J., 1968. Éléments pour l'étude du traitement en taillis de la forêt de chêne-liège de Maâmora - répartition de la sève sur les rejets. *Ann. Rech. For. Maroc*, 11 : 235-242.
- EL BOUKHARI, E. M., 2001. Bilan actuel des travaux de régénération artificielle du chêne liège en Maâmora, Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, ENFI, Salé, 69p.
- EL GHAZI, S., 2005. Contribution à l'élaboration des normes de qualité des plants forestiers. Cas du chêne liège, de thuya et du pin maritime des Landes. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, ENFI, Salé, 99p.
- EMBERGER, L., 1955. Une classification bibliographique des climats. *Rev. Trav. Labo. Bot. Fac. Sci. Montpellier*. 7 : 3-43.
- ET-TOBI, M., 1996. Contribution à l'étude de la dynamique et du dépérissement du chêne liège en Maâmora. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, ENFI, Salé, 131p.
- ET-TOBI, M., EZZAHIRI, M. & BELGHAZI, B., 1998. Apport des techniques d'analyse multivariée à l'évaluation de l'état de la végétation des peuplements forestiers. Cas du chêne liège en Maâmora (Maroc Atlantique). *Sécheresse*, 9 : 219-226.
- GAROLERA, E., 1988. Problèmes et perspectives de la production du liège en Catalogne espagnole, *For. Médit.* 10,1 : 161-161.
- GHAIOULE, D. & LUMARET, J. P., 2008. Évaluation des dégâts liés aux vers blancs dans les parcelles de régénération du chêne-liège en forêt de la Maâmora et essai de lutte chimique. *Ann. Rech. For. Maroc*, T39 : 85-92.
- GODRON, M., 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse d'Etat, USTL, Montpellier, 247p.
- GODRON, M., 1976. Les échantillonnages phytoécologiques. Note n°8, CEPE Louis Emberger, 23p.
- GOGORCENA, Y., MOLIAS, N., LARBI, A., ABADIA, J. & ABADIA, A., 2001. Characterization of the responses of cork oak (*Quercus suber* L.) to iron deficiency. *Tree Physiology* 21 (18) : 1335-1340.
- HARRACHI, K., 2000. Investigation sur les causes de dépérissement du chêne liège dans la forêt de la Maâmora. Thèse de Doctorat Uni. George Auguste Göttingen, Allemagne, 130p.
- HASNAOUI, B., 1991. Régénération naturelle par rejets de souche et par drageonnement d'une subéraie dans le Nord-Ouest de la Tunisie. *ecologia mediterranea*, 17 : 79-87.
- IKRAOUNI, H., 2011. Conception et implantation de dispositifs de plants et de semis de glands dans le canton B de la forêt de la Maâmora. Bilan provisoire de l'expérimentation. Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle, ENFI, Salé, 54 p.
- LAARIBYA, S., ALAOUI, A., GMIRA, N. & GMIRA, N., 2014. Contribution à l'évaluation de la pression pastorale dans la forêt de la Maâmora. Parcours forestiers et surpâturage. *Revue « Nature et Technologie ». C-Sciences de l'Environnement*, n°10, Janvier 2014 : 39-50.
- LEPOUTRE, B., 1965. Régénération artificielle du chêne liège et équilibre climacique de la subéraie en forêt de la Maâmora. *Ann. Rech. For. Maroc*, T. 9, 1 : 1-188.
- MACHOURI, N., NAFAA, R. & LAOUINA, A., 2008. Problématique de dégradation des subéraies atlantiques marocaines. *Ann. Rech. For. Maroc*, Tome (39) : 74-84.
- MARION, J., 1951. La régénération naturelle du chêne liège en Maâmora. *Ann. Rech. For. Maroc* : p25-27.
- MARION, J., 1953. Observations sur la sylviculture du chêne-liège dans le massif forestier Zaïan-Zemmour ou plateau d'Oulmès. *Ann. Rech. For. Maroc*. 3 : 1-38.
- MARION, J., 1955. Les repeuplements artificiels en chêne liège dans la forêt de la Maâmora (Maroc). *Ann. Rech. For. Maroc*, 3 : 39-158.
- MARION, J., 1956. Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne-liège par rejets de souches. *Ann. Rech. For. Maroc*, 4 : 25-62.
- MARRAS, F., FRANCESHINI, A. & MADDAU, L., 1995. Principales maladies du chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Sardaigne. « Protection intégrée des forêts de chênes ». *IOBC wprs bull.* 18 (6) : 8-13.
- NATIVIDADE J., 1956. Subériculture. Édition Française de l'ouvrage Portugais Subericultura.
- NSIBI, R., 2005. Sénescence et rajeunissement des subéraies de Tabarka-Ain Drahma avec approches écologiques et biotechnologiques. Thèse Doc. En Sci. Biol. Fac. Sci. Tunis, Univ. Tunis II, 156p.

- NSIBI, R., SOUAYHA, N., KHOUIA, L. M. & BOUZID, S. 2006. La régénération naturelle par semis de la subéraie de Tabarka - Aïn Draham face aux facteurs écologiques et anthropiques. *Geo-Eco-Trop.*, 30.1: 35-48
- OAMAR, A., 1985. Contribution à l'étude de l'économie des subéraies, cas de la Maâmora, Mémoire de 3<sup>ème</sup> cycle Agronomie, option Eaux et Forêts, IAV Hassan II, Rabat, 154p.
- PRFM, 2006. Projet de réhabilitation de la forêt de la Maâmora, Direction Régionale des Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification du Nord-Ouest à Kénitra, 84p.
- RONDEUX, J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Presses Agronomiques de Gembloux, 375-460.
- SAUVAGE, Ch., 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines, travaux de l'institut scientifique chérifien, *série botanique* n°21, Rabat.
- SEAP, 2012. Service des Études, Aménagement et planification, DREFLCDNO, Kénitra. Maroc.
- SONDERGAARD, P. 1991. Essai de semis de chêne liège effectués dans la forêt de Bab Azhar, une subéraie de montagne (Maroc). *Ann. Rech. Forest. Maroc.*, 25 :16-29.
- VIDAL, P., 1951. Procès verbal d'aménagement de la forêt de la Maâmora, Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation du Sol, Rabat
- VILLEMANT, C. & FRAVAL, A., 1991. La faune du chêne-liège : Actes Éditions (Documents scientifiques et techniques), 336p.

