

Déprédation des glands de chêne liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis

Depredation of the cork oak acorns by insects and possibilities of germination and growth

Sabéha BOUCHAOUR-DJABEUR¹, Khéloufi BENABDELI²,
Mohamed Lahbib BEJAMAA³ et Boutheina STITI³

Abstract : Depredation of the acorns cork oak by the insects and its impact on the potential of germination and seedling growth were studied in a mountain cork oak forest in northwestern Algerian. The rate of pre-germinated acorns on the ground is higher than for other acorns. The weight is the most distinctive variable for all the acorns; whatever their condition and provenance, it varies significantly from 0.76 to 6.76 g. Regarding the damage to acorns, statistical tests show no significant difference in the length and weight, it is not very significant for the width. The infestation of acorns is independent of their size. The acorns attacked by beetles are clearly dominant (72%) compared with those attacked by moths (28%). 20% severely damaged acorns germinate and produce viable seedlings. But the germination rate decreases with the increase of injuries. Growth is strongly affected by the rate of damage to acorns. One therefore concludes that a major attack in the cotyledons certainly does not act on germination, but can affect the strength of the resulting plant and its survival.

Key words: *Quercus suber L.*, period of harvest, aspects of the acorns, infest by the insects, resistance, growth.

Résumé : La déprédation des glands de chêne liège par les insectes et ses conséquences sur les possibilités de germination et de croissance des semis ont été étudiées dans une subéraie de montagne au nord-ouest algérien. Le taux des glands pré-germés au sol est plus élevé que celui des autres glands. Le poids constitue la variable la plus distinctive pour tous les glands quel que soit leur état de santé et leur provenance, il varie notablement de 0,76 à 6,76 g. Concernant les dégâts causés aux glands, les tests statistiques ne révèlent aucune différence significative pour la longueur et le poids, elle est peu significative pour la largeur, ce qui explique que l'infestation des glands est indépendante de leurs dimensions. Les glands attaqués par les coléoptères sont nettement dominants (72%) sur ceux attaqués par les lépidoptères (28%). 20% des glands fortement endommagés ont pu germer et donner des semis viables. Mais le taux de germination diminue avec l'augmentation des blessures occasionnées et la croissance est fortement affectée par le taux d'endommagement. On conclut donc qu'une attaque importante au niveau des cotylédons n'agit pas sur la germination, mais peut atteindre la vigueur du plant qui en résulte et menacer sa survie.

Mots clés : *Quercus suber L.*, période de récolte, aspects des glands, infestation par les insectes, résistance, croissance

INTRODUCTION

Les formations algériennes à chêne liège (*Quercus suber L.*), arbre typique de la méditerranée occidentale, couvrent approximativement une superficie de 450000 ha, dont les véritables subéraies productives sont limitées à 229000 ha (MOSTEFA, 1992). Ressource

¹ Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, de la Terre et de l'Univers (SNV-TU), Département des sciences Agronomiques et Forestières, 13000 (Algérie)

² Université de Mascara 29000 (Algérie)

³ Institut National et Recherches en Génie Rural Eaux et Forêt, B.P. n°10, 2080, Ariana (Tunisie)

E-mail : sabeha08@yahoo.fr & sbouchaour@yahoo.fr

naturelle noble et rare, *Quercus suber* a toujours été recherché pour son écorce (le liège), utilisée dans plusieurs industries, pour son bois de bonne valeur calorifique et pour ses glands très appréciés par les animaux sauvages et domestiques. En outre, des rôles socio-économique, écologique et paysager très importants lui valent un attrait particulier sur tout le pourtour méditerranéen.

Cependant, les espaces méditerranéens sont des écosystèmes fragiles subissant des agressions multiples conduisant automatiquement à la dégradation de ce patrimoine. En plus des problèmes habituels de dégradation des écosystèmes forestiers, ceux à chêne liège se différencient par des difficultés de régénération dues à une abondance de sujets vieillissants et à un déficit alarmant en peuplement de relève. Les complications sanitaires des écosystèmes forestiers sont apparues au début du XX^e siècle (NATIVIDADE, 1956 ; LANDMANN, 1988). En méditerranée, elles ont commencé à prendre de l'ampleur à partir des années 1980 et sont connues aujourd'hui sous les noms de « sénescence », « déclin » ou « dépérissement » : en Espagne (GAROLERA, 1988), en France (NAGELEISEN & HETT, 1989), au Portugal (SOUSA et al., 1995), en Italie (MARRAS et al., 1995), au Maroc (BAKRY & ABOUROUH, 1996), en Algérie (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2001 et BOUHRAOUA, 2003) et en Tunisie (NSIBI, 2005). L'analyse des agents explicatifs de ce phénomène conduit à conclure que les interactions des différents facteurs biotiques et abiotiques sont d'autant plus complexes que la prédisposition à la vulnérabilité de la subéraie se développe. A l'ouest algérien également, la production de cette espèce chute graduellement, son aire régresse de plus en plus et l'allure de la forêt qu'elle constituait se trouve constamment modifiée (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2001).

Depuis les années cinquante, il a été admis que la régénération naturelle est très aléatoire (BOUDY, 1950 ; MARION, 1955) parce que le stock de glands de chêne liège, source principale de repeuplement, subit de grandes pertes au sol et sur l'arbre, dues aux multiples prédateurs : sangliers, cerfs, rongeurs, oiseaux, insectes ainsi que l'homme et ses animaux (NSIBI, 2005) qui sont très actifs et agissent tant au niveau des graines que des jeunes semis. A cela, il faut ajouter les faibles glandées et leur irrégularité. A l'égard de nombreux essais de semis directs qui ont abouti à des échecs considérables dans toute la région méditerranéenne (MESSAOUDENE, 1984 ; SONDERGAARD, 1991 ; CARVALLO & MORAIS, 1996 ; LOURO, 1999), d'autres techniques ont été proposées pour la reconstitution artificielle des chênes, mais la technique la plus utilisée est celle par rejet de souche (MARION, 1955 ; NATIVIDADE, 1956 ; LEPOUTRE, 1965). CROIZEAU & ROGET (1976) rapportent que la mise en place au printemps des glands pré-germés ramassés au sol en fin de l'hiver peut apparaître comme une solution. De nos jours, la production de plants en pépinière semble la méthode la plus employée pour la réhabilitation de ces subéraies.

Différentes études réalisées qui ont analysé les effets de certaines techniques sur la reprise et la croissance du chêne liège, comme l'amélioration de la qualité des plants par la conservation des glands, notamment de leur qualité physiologique (LAMEY, 1893 ; AUSENAC & EL NOUR, 1986 ; RIEDACKER, 1986 ; AUSENAC et al., 1988 ; ARGILIER et al., 1993 ; BENSEGHIR, 1996 ; TINUS, 1996 ; GIRARD et al., 1997 ; MCKAY et al., 1999 ; O'RREILLY et al., 1999 ; MEROUANI et al., 2001 ; HARFOUCH, 2003 ; CHOUIAL et al., 2004 ; LAMHAMDI, 2007 ; BOUCHAOUR-DJABEUR & MERABET, 2009) conditionnent énormément le démarrage et la réussite des plantations actuelles et futures.

Durant ces dernières années, un effort considérable a été déployé pour aménager les subéraies dégradées et étendre l'aire du chêne liège. Cependant les évaluations faites sur les plantations du sud du Portugal de zones forestières et incultes et de zones agricoles abandonnées, montrent que la mortalité des plants est supérieure à 50% (LOURO, 1999). L'Algérie a également lancé un programme de réhabilitation des subéraies ayant pour objectif la plantation de 20000 ha en cinq ans (2003-2007) (Direction Générale des Forêts, 2003 in CHOUIAL et al., 2004), mais le taux de réalisation et de réussite sont restés timides, faute de disponibilité de plants liée à la faible maîtrise des techniques d'élevage et leur amélioration en pépinières. Les essais réalisés au Portugal par VALE et al. (1999), ont révélé que la survie des plants varie en fonction de la technique de production, du site et de la période de plantation.

Différents stress menaceront encore la santé et la dynamique des forêts dans les années à venir sous l'effet du réchauffement global du climat prévu. Les conséquences de ce changement sont déjà palpables sur les écosystèmes forestiers, et le chêne liège en est un témoin de faiblesse sur tout le pourtour méditerranéen. Cependant peu de travaux consacrés à la valorisation biochimique et physiologique du chêne liège soumis aux stress abiotiques ont été entrepris comme ceux de KSONTINI, 1996 ; KSONTINI et *al.*, 1998 ; BOUSLIMI, 2005 en Tunisie et RACHED-KANOUNI et *al.*, 2008 en Algérie. Et pour l'évaluation phytosanitaire des glands du genre *Quercus*, encore moins ; de rares études ont été entamées en Espagne (JOSE LEIVA & FERNANDEZ-ALES, 2005), en Chine (XIAO et *al.*, 2007) et en Tunisie (STITI, 1999 ; ABIDI & ABIDI, 2009).

Actuellement, l'enquête de l'évolution des défenses des plantes exige une caractérisation des traits existants et une réconciliation de ces traits avec les forces de la sélection naturelle qui sont (et sans doute étaient) opérants dans le système (XIAO et *al.*, 2007). La prédation des graines doit exceptionnellement être prise en considération car presque toute la valeur future de la plantation dépendra de l'état de santé et de la qualité génétique de la graine utilisée. Dans cette optique, l'étude des possibilités de germination et de croissance des jeunes semis de chêne liège en fonction de l'état sanitaire du gland utilisé a une importance fondamentale sur la réussite des opérations de repeuplement.

MATERIELS ET METHODES

Les glands étudiés proviennent de deux forêts domaniales de Hafir-Zarifet (34°49' N, 1°29'W, 830-1480 m d'altitude ; température moyenne annuelle : 13,8°C ; précipitations annuelles : 450 à 700 mm) qui forment un massif boisé continu au sud-ouest de Tlemcen (Ouest algérien) d'environ 12000 ha. Elles s'étalent sur le territoire de la Wilaya de Tlemcen à 5 km de la ville pour la première et à 15 km pour la seconde. Bien qu'elles ne constituent que des peuplements reliques et isolés par rapport à ceux de l'est du pays, elles fournissaient selon BOUDY (1955) un liège de qualité excellente.

Matériel végétal

Des échantillons de glands frais morphologiquement mûrs ont été récoltés au hasard à la mi-novembre 2009 sur des peuplements de chêne liège (futaie naturelle irrégulière). Ils ont été nettoyés et disposés en stratification avec du sable humide et mis dans une chambre froide à une température de 2-4°C pendant trois mois de conservation. Une autre quantité de glands a été ramassée du sol fin-décembre 2009, stockée dans des sacs en plastique et mise aux mêmes conditions de conservation que les précédents.

Méthodes

Evaluation de la qualité des glands ramassés

Avant conservation, les glands (n = 1407) ont subi un tri manuel suivant quatre catégories :

- *des glands pré-germés (apparemment sains) ;
- *des glands non pré-germés (apparemment sains) ;
- *des glands pourris
- *des glands attaqués par les insectes (présence de petits ou grands trous).

Ensuite, les caractéristiques physiques externes d'un lot de 257 glands ont été déterminées : poids, longueur et diamètre.

Evaluation de l'attaque des glands ramassés

Selon divers auteurs, deux ravageurs différents attaquent les glands de chêne liège : le charançon du gland, *Curculio glandium* Marsham (*Coleoptera Curculionidae*) et la tordeuse des glands *Cydia fagiglandama* Zeller (*Lepidoptera tortricidae*). Par conséquent, pour l'évaluation de l'attaque des insectes, on a pris un sous-échantillon conservé, on a spécifié la taille des trous en attribuant des chiffres « 1 » (petit trou correspondant au trou du lépidoptère) et « 2 » (grand trou correspondant au trou du coléoptère). Puis on a disséqué longitudinalement quelques glands afin de déterminer la surface attaquée (estimation à l'aide de papier calque et de papier millimétrique).

Effet de l'infestation des glands par les insectes sur la germination et la croissance des semis

Les glands récoltés (stratifiés) et les autres ramassés (non stratifiés) ont été nettoyés et classés en :
*glands sains (ne présentant aucune pique),
*glands faiblement endommagés (détectés par les piqûres des charançons adultes, mais pas de trous de sortie de larves, ils peuvent encore contenir des œufs d'insectes ou de jeunes larves),
*et glands fortement endommagés;

la plupart avec embryon endommagé ou plus de 50 % des cotylédons attaqués avec éventuellement présence de larves matures ou des trous de sortie (Tab. I). En février 2010, des semis ont été réalisés dans une pépinière de la conservation des forêts de Tlemcen, aux mêmes conditions altitudinales et climatiques que les forêts de provenance des glands, à 2-3 cm de profondeur dans des sachets ajourés (sans fond), mis dans des cagettes sur planches surélevées (à 20 cm du sol). Les glands pré germés avec un pivot de 6 à 8 cm sont décapités à 1 cm du collet (HARFOUCH, 2003). Le substrat servant de lit pour les semis provient de la suberaie.

Tab. I : Critères des semis réalisés

Effectif	Modalités (M)	Etat des glands
45	1 (première répétition)	G.S.S. (Glands sains stratifiés de l'arbre)
45	2(deuxième répétition)	G.S.S. (Glands sains stratifiés de l'arbre)
45	3 (première répétition)	G.S.NS. (Glands sains non stratifiés du sol)
45	4(deuxième répétition)	G.S.NS. (Glands sains non stratifiés du sol)
45	5	G.F.S. (Glands faiblement endommagés stratifiés de l'arbre)
45	6	G.F.NS. (Glands faiblement endommagés non stratifiés du sol)
45	7	G.Ft.NS. (Glands fortement endommagés non stratifiés du sol)

Nous avons enregistré le taux de germination environ trois semaines après le semis. Nous avons également mesuré la hauteur des tiges et le diamètre au collet et compté le nombre des feuilles chaque semaine, pendant neuf semaines.

Analyse statistique

L'analyse statistique effectuée vise à comparer les modalités en fonction de l'état de santé du gland. Elle est souvent descriptive. Les données obtenues des caractéristiques des glands expriment les valeurs moyennes encadrées par leurs écart-types (Excel). Pour comparer les moyennes des différentes modalités suivant chaque état de santé, nous avons utilisé le test d'analyse de la variance (Minitab 2000 Inc.).

RESULTATS ET DISCUSSION

Evaluation de la qualité des glands ramassés

Les résultats montrent que, dans un échantillonnage de glands ramassés, le taux des glands pré- germés est le plus élevé (40%) ; celui des glands non pré-germés vient en deuxième position avec 36%. Le taux des glands infestés par les insectes est plus faible (10%) par rapport à celui des glands pourris (14%) (Fig. 1).

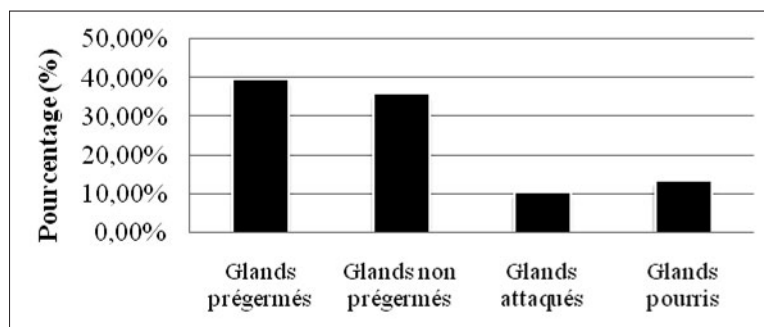


Figure 1 : Distribution des catégories des glands ramassés

PRENEY et *al*, (1997) soulignent que la chute des glands intervient souvent dès la première semaine d'octobre et s'accroît en novembre-décembre. En fait, même si la récolte est plus ou moins précoce (fin décembre) pour un massif montagnard subhumide, très fréquenté par l'homme et son troupeau, comme celui de Zarifet-Hafir, les glands ont pu quand même échapper à la dent du rongeur et trouver les conditions nécessaires (température, humidité) pour pré-germer en sous-bois. Ce taux reste toujours moins important que celui cité par ABIDI & ABIDI (2009) soit 80% pour des glands récoltés en février dans une forêt semi-aride. D'autant plus que les glands pré germés, dans de nombreux cas sont exposés aux problèmes de l'élimination de leurs radicules soit durant leur transport, leur stockage ou leur utilisation en pépinière.

D'autre part, du fait que la durée de leur dépôt au sol est relativement limitée (plus ou moins un mois), le taux des glands pourris est également plus faible que celui cité par ABIDI & ABIDI (2009). La pourriture des glands est due probablement au parasite le plus dommageable, le champignon *Ciboria batschiana* (Zopi.) Buchwald qui provoque une pourriture noire (MORELET, 1974, in DELATOUR & MORELET, 1979). Selon ces auteurs, ce champignon est connu depuis le dix-huitième siècle en Europe et en Amérique du nord et on lui attribuait une grande importance en foresterie, considérant qu'il pouvait entraver la régénération du chêne. Donc, vu la période de récolte, nos glands présentent la particularité d'être moins infestés par les agents pathogènes qui risquent de causer des dégâts importants en inhibant leur germination et en hypothéquant leur viabilité.

Les glands non pré-germés sont généralement sains ; cependant, certains, apparemment sains, restent sphériques et de dimensions réduites (Photo 1) ; il y a beaucoup de chance que leur développement soit compromis par des colonies de pucerons (*Thelexes dryophila* Schrank) qui se rassemblent au cours de l'hiver entre les écailles de la cupule. BOUCHAOUR-DJABEUR (2001) en a recensé une présence de 3,8% dans un échantillonnage de la subéraie de Zarifet-Hafir.



Photo 1: Morphologie des différents glands

Concernant les caractéristiques physiques externes, le poids constitue la variable la plus distinctive pour les trois états de santé des glands confondus [sains (G.S.), faiblement endommagés (G.E.) et fortement endommagés (G.Fe.)] puisque la différence entre le minimum et le maximum peut aller respectivement de 0,757 à 6,759 g. Par ailleurs, les moyennes varient légèrement de 26,482 à 28,189 mm pour la longueur, de 14,534 à 15,274 mm pour la largeur et de 2,819 à 3,074 g pour le poids (Tableau 02). Ces résultats montrent que les glands tombés au sol ont des tailles et des formes différentes allant de la forme arrondie sphérique à la forme sub-cylindrique, aspects confirmant ceux trouvés par HASNAOUI (1992) et BOUHRAOUA (2003). Nous observons donc qu'il existe des glands de différents calibres : grand, moyen et petit suivant la classification de MEROUANI et al. (2001). De même qu'en vérifiant la signification des différences entre les trois groupes de glands, nous avons constaté qu'il n'existe qu'une différence non significative pour la longueur ($P=0,122336$) et la largeur ($P=0,038108$) et peu significative pour le poids ($P=0,531746$). Cela veut dire qu'il n'y a pas de préférence dimensionnelle pour l'infestation des insectes ; celle-ci est donc aléatoire, car les insectes peuvent attaquer tous les types de glands sans distinction.

Tab. II : Caractéristiques biométriques des glands

Caractéristiques		G.S. (104)	G.E. (108)	G.Fe. (45)
Longueur (mm)	Moyenne	28,1894231	27,612037	26,4822222
	Maximum	40,2	35,9	41
	Minimum	16,3	20,4	17,4
	Ecart-type	5,07967429	4,17338513	4,72172392
Largeur (mm)	Moyenne	15,2740385	14,5342593	14,7155556
	Maximum	29,8	20,8	21,5
	Minimum	12	10,4	11,3
	Ecart-type	2,54527909	1,79590198	1,82905285
Poids (g)	Moyenne	3,07431731	2,96671296	2,81911111
	Maximum	5,312	6,759	5,306
	Minimum	0,757	0,777	0,811
	Ecart-type	1,10582293	1,467753	1,22074114

Evaluation de l'attaque des glands ramassés

La répartition des glands suivant la taille des trous nous a permis de distinguer deux catégories : des glands à grands trous attaqués par les coléoptères et des glands à petits trous attaqués par les lépidoptères. Les résultats montrent que le taux des glands attaqués par les coléoptères (larves apodes de couleur blanche, avec des capsules céphaliques courbées et d'environ 8 mm de long au terme de leur développement) est supérieur (71,85%) à celui des glands attaqués par les lépidoptères (larves rosâtres, de 10 à 15 mm au terme de leur développement) (28,14%). Les coléoptères sont donc les insectes ravageurs les plus fréquents, ce qui a été signalé aussi par STITI (1999) et ABIDI & ABIDI, (2009). L'estimation de la surface d'attaque par gland s'est révélée éminente avec une moyenne de 12,208% par rapport à celle trouvée par ABIDI & ABIDI, (2009) soit 1,6% pour des glands frais.

Effet de l'infestation des glands par les insectes sur la germination

Nos résultats montrent que les glands fortement endommagés par les insectes (M7 : au sol) ont pu germer et établir des semis viables en dépit de la détérioration (20%) ; par ailleurs, on n'a pas remarqué des glands fortement attaqués sur les arbres. Le taux de germination le plus élevé est enregistré chez les glands sains, que ce soit pour les semis issus de glands récoltés sur arbre et stratifiés (M1, M2) (75%) que ceux des glands ramassés du sol et conservés sans stratification (M3, M4) (55%). Il est de 20 à 30% pour les semis issus de glands faiblement

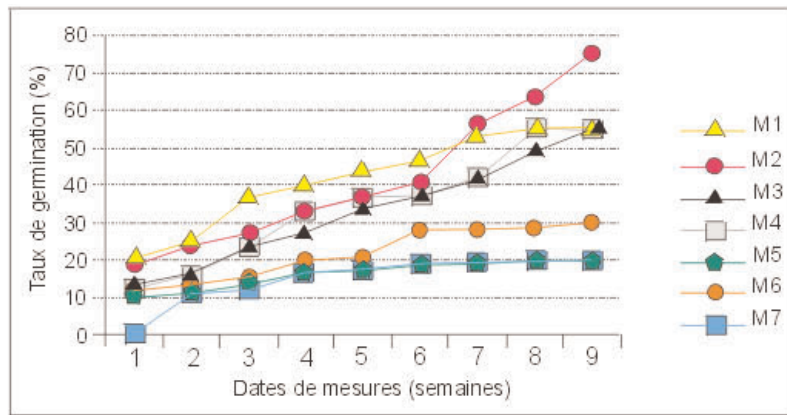


Figure 2 : Taux de germination en fonction du temps

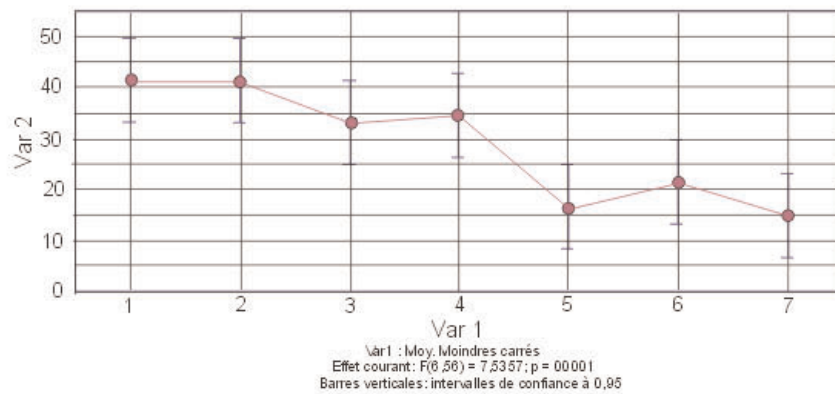


Figure 3: Analyse de la variance des différentes modalités pour le taux de germination

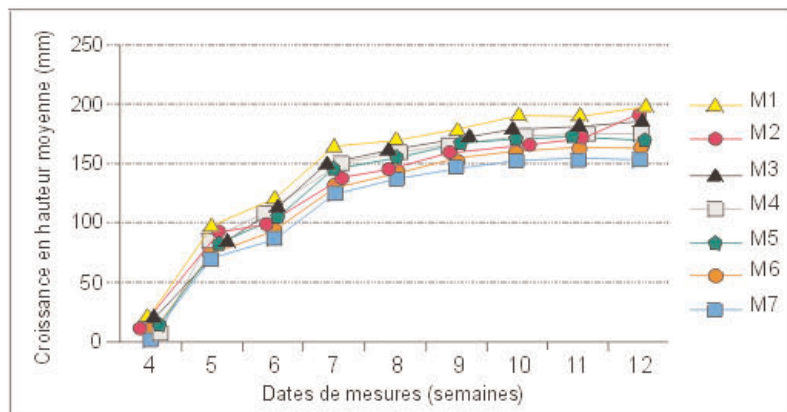


Figure 4 : Evolution de la hauteur moyenne en fonction du temps

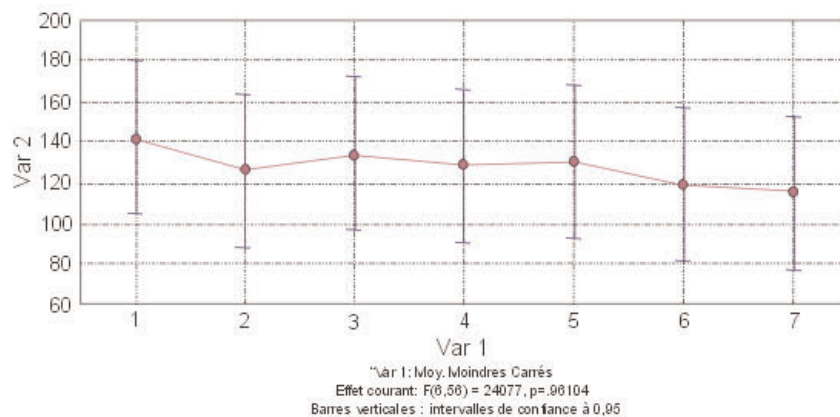


Figure 5: Analyse de la variance des différentes modalités pour la croissance en hauteur

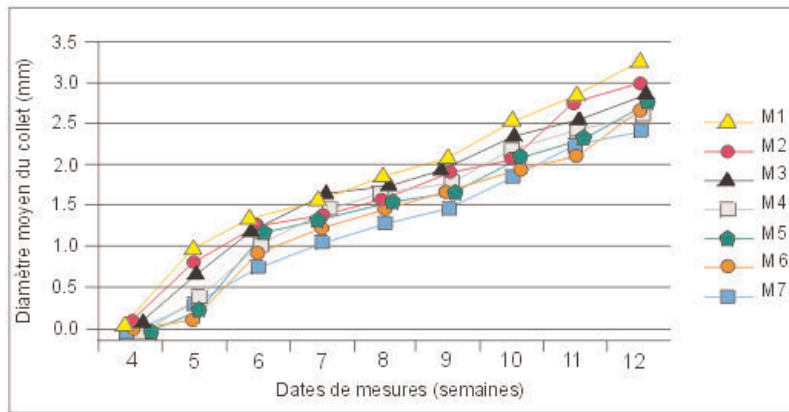


Figure 6 : Evolution du diamètre au collet en fonction du temps

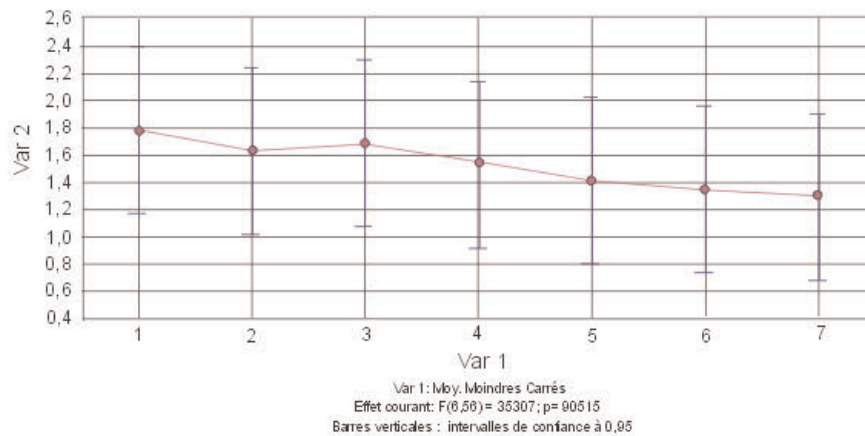


Figure 7: Analyse de la variance des différentes modalités pour la croissance en diamètre du collet

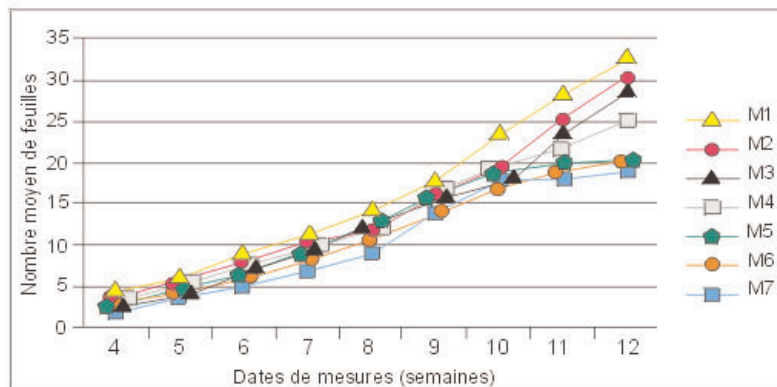


Figure 8: Evolution du nombre de feuilles en fonction du temps

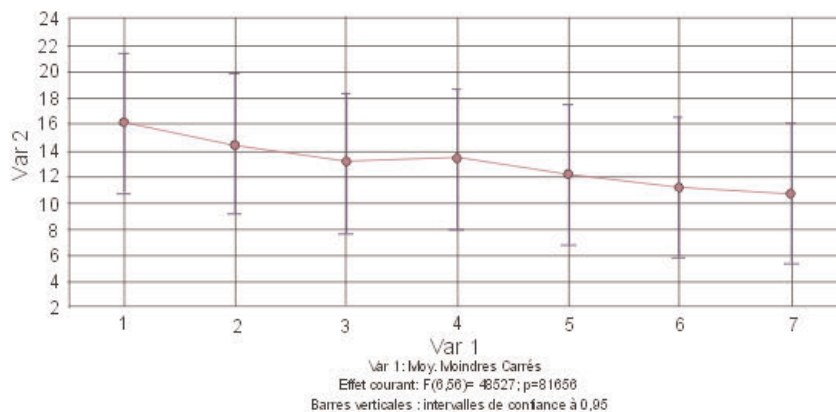


Figure 9: Analyse de la variance des différentes modalités pour le nombre de feuilles

attaqués respectivement du sol (M5) et de l'arbre (M6). Le taux d'émergence des semis diminue donc alors que le taux d'attaque augmente (Fig. 2).

L'utilisation du test de Fischer pour comparer les moyennes des différentes modalités de développement (Fig.3), montre également que M1 et M2, M3 et M4 ainsi que M5, M6 et M7 ont sensiblement le même niveau. Le degré de différence nous renseigne sur une certaine similitude et nous certifie l'état de santé des glands, leur provenance et leur mode de conservation. Cependant, le test univarié de significativité au seuil de risque 5% nous confirme qu'il existe une différence très hautement significative ($P=0.000006$) entre le taux de germination des G.S.S. (sains-stratifiés) et celui des G.Ft.NS.(fortement endommagés-non stratifiés), ce qui est très logique : 80% des G.Ft.NS. n'ont pas donné de plantules ou bien n'ont pas germé du tout. Cela revient à dire qu'il ne restait pratiquement pas de réserves pour ce faire, vu leur état de détérioration.

Rythme de croissance en hauteur

La figure 4 montre le rythme de croissance en hauteur des plants mettant en évidence quatre phases distinctes. La première correspond à l'émergence (7-10 jours après les semis) sauf pour les glands fortement attaqués (M7), la seconde est caractérisée par la croissance rapide des semis quel que soit leur mode de conservation ou leur taux d'infestation. Suivent une troisième phase à croissance faible ou ralentie et enfin à partir de la dixième semaine, une quatrième phase de redémarrage de croissance, plus particulièrement pour les plants issus des glands sains (M1, M2). La croissance en hauteur est fortement affectée par le taux d'infestation des glands. En effet les plants de la modalité 7 ont le rythme de croissance le plus long et la hauteur la plus faible (153 mm). La hauteur la plus forte est enregistrée chez les semis issus de glands sains quels que soient leur origine et leur mode de conservation (173 à 196 mm). La comparaison des hauteurs moyennes des diverses modalités par le test de Fischer (Fig. 5) nous montre qu'il n'existe aucune différence significative concernant ce paramètre ($P=0,961039$).

Croissance du diamètre du collet

Les valeurs de la croissance du diamètre au collet (fig.6 et 7) montre que ce paramètre évolue presque dans le même sens que la croissance en hauteur. En effet, les valeurs affichées pour toutes les modalités testées (M1, M2, M3, M5, M4 et M6) varient peu : de 2,7 - 3,2 mm. Les plants de M7 ont le plus faible diamètre (2,5 mm). Dans l'ensemble les diamètres obtenus sont moyennement acceptables. Cependant, statistiquement parlant, il n'existe aucune différence significative ($P=0,905149$), cela peut s'expliquer par le fait que tous les glands ont trouvé suffisamment de réserves pour déclencher leur développement normal au moins les douze premières semaines, dans les mêmes conditions de culture (sol, eau, température et lumière).

Evolution de la biomasse aérienne

À propos du nombre des feuilles, la biomasse aérienne produite est plus élevée chez les semis des glands sains (M1, M2, M3, M4) quels que soient leur origine ou leur mode de conservation ; allant de 25 à 32 feuilles, alors que le nombre le plus faible est enregistré chez les faiblement et fortement attaqués (M5, M6, M7) (Fig. 08 et 09). Mais le test de Fischer signale l'absence de différence significative entre les moyennes des diverses modalités ($P=0,816557$). Il importe de signaler que l'alimentation des insectes prédateurs de graines (charançons et papillons) peut causer de lourdes pertes (jusqu'à 100%) pour des graines de petites dimensions ; tandis que les graines à masses importantes pouvant tolérer des consommations partielles, peuvent germer et même donner des plantules.

L'attaque au niveau de l'embryon est plutôt rare et la larve est souvent présente dans une importante galerie qu'elle creuse dans les cotylédons (PRENEY *et al.*, 1997). L'infestation

n'a donc pas beaucoup d'effet sur l'embryon lui-même qui reste viable et capable de germer. Cependant, une attaque importante au niveau des cotylédons peut restreindre la vigueur du plant et menacer sa survie.

Qualité des plantules

Plus le gland est grand, plus les plantules seront vigoureuses parce qu'elles disposent de réserves en quantité. Cependant, quand un gland a subi une attaque d'insectes, il reste toujours des réserves suffisantes permettant à la plantule de commencer son développement. Les résultats confirment que la taille des glands ou leur poids a une influence positive sur le taux de germination et les premiers stades de la croissance (quelques jours). Durant cette période de la vie de la plantule, celle-ci utilise les réserves du gland et plus ces réserves sont importantes meilleures seront la germination et le démarrage de la croissance. Cette influence du poids du gland va s'affaiblir au fur et à mesure que la plantule grandit. Lors de la transplantation, la décapitation du pivot (racine principale) à 1 cm du collet (base de la tige) influence positivement la croissance en permettant la néoformation de pivots de remplacement et l'augmentation de la masse racinaire, améliorant l'alimentation et l'exploration des horizons du sol. La qualité d'un plant est donc la résultante de nombreuses caractéristiques morphologiques et physiologiques qui contrôlent leurs possibilités de développement et de croissance. (AUSSENAC *et al.*, 1988). Mais d'après MATTSSON (1997), il n'existe pas encore de critères de détermination de la qualité des plants permettant de prévoir leurs performances après transplantation.

Pour l'évaluation de nos résultats, on s'en tiendra donc à l'état morpho-physiologique des plants observés. Du point de vue morphologique, le diamètre du collet du plant en pépinière semble être un bon paramètre de prédiction de sa survie et de sa croissance alors que LAMHAMDI (1997) affirme qu'un bon plant forestier devrait atteindre un objectif de 20 à 25 cm de haut alors que le diamètre varierait de 3 à 4 cm. Etant donné que notre substrat possède des caractéristiques biochimiques assez bonnes (sol forestier de la suberaie) nos résultats sont très proches de ceux de LAMHAMDI pour une période d'observation de 3 mois. En ce qui concerne le nombre de feuilles, il constitue un bon indice de production de biomasse par ailleurs tributaire d'une bonne alimentation en eau et en sels minéraux.

La croissance de la tige des jeunes plants de chêne liège est rythmique, elle est caractérisée par une alternance de périodes d'allongement et des périodes de repos. Ce caractère est déjà connu pour la plupart des espèces des climats tempérés (LAVARENNE *et al.*, 1971, PEZET *et al.*, 1988) incluant les chênes (ALATOU, 1992, BAMOLA *et al.*, 1990, BAMOLA *et al.* 1993). Il ne faut pas perdre de vue que les stress environnementaux réduisent aussi la productivité des espèces. La résistance de la plante aux différentes attaques est un processus complexe impliquant de grands changements physiologiques et métaboliques. Les plantes qui restent actives après attaque de leurs semences (glands) doivent maintenir leur métabolisme primaire pour pouvoir garantir une croissance minimale.

CONCLUSIONS

Les résultats de l'étude ont montré que, quoique les glands sains donnent les meilleurs résultats, des glands endommagés par les insectes peuvent germer et donner de jeunes semis viables. Mais ceci est étroitement lié à la masse cotylédonaire des glands dont l'importance permet la tolérance à l'infestation par la mobilisation rapide des réserves stockées. En outre, le taux de germination varie avec le niveau de l'infestation et la taille du gland qui influe sur la réduction du taux de perte. L'interaction des mécanismes de défense et de résistance peuvent être importants pour la catégorie des glands faiblement endommagés afin de déterminer leur aptitude à germer ; mais cela reste assez difficile à élucider.

Les résultats ont également montré que la déprédation des glands par les insectes a peu d'effet sur la croissance rapide des jeunes semis durant les premiers jours de leur

développement mais que cela se manifeste considérablement après, selon l'importance du dommage du gland. L'impact de l'infestation du charançon (l'insecte le plus présent) s'est manifesté dans cette étude par la destruction des glands et non par la qualité immédiate des semis qui ont survécu à l'infestation et ont pu germer. Cependant cet impact commence à se sentir vers la septième semaine environ surtout en ce qui concerne la biomasse aérienne (nombre des feuilles) ; ce phénomène contribuant sans aucun doute à la diminution de l'activité photosynthétique. En règle générale, les dégâts cotylédonaire affectent la sensibilité des glands et des semis résultants et peuvent très bien être le facteur principal d'une mortalité ultérieure. Dans cette étude, on peut dégager au moins trois axes principaux de réussite des semis : le mode de récolte des glands, leur mode de conservation et la masse du gland.

Bien que ces résultats soient encourageants, il est important d'élargir la gamme des essais pour offrir au praticien la possibilité de définir les conditions de traitement et de germination des glands et pallier les irrégularités des glandées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABIDI, A & ABIDI, W., 2009. Evaluation de la qualité des glands de chêne-liège (*Quercus suber L.*) dans une séquence de la subéraie Tunisienne. Projet de Fin d'étude. Diplôme de Licence appliquée en Biotechnologie, Inst., Supér. de Biotechnologie Béja, Tunisie, 40p.
- ALATOU, D., 1990. Recherche sur le déterminisme de la Croissance rythmique du chêne : *Quercus pedunculata Ehrh - Quercus mirbeckii Durieu - Quercus suber L.* - Etude morphologique, biochimique et écophysiological. Thèse Doct. d'Etat en sciences naturelles, Univ. Blaise Pascal, Clermont II, France et Univ. Constantine, Inst. des Sci. de la nature, Algérie, 109p.+Annexes.
- ARGILLIER, C., FLACONNET, G., MOUSSAIN, D. & GUEHL, J.M., 1993. Techniques de production hors sol du cèdre de l'Atlas. *Coll.For. Maroc.*
- AUSENAC, G. & EL NOUR, M., 1986. Reprise des plants et stress hydriques, *Rev. For. Fr.*, XXXVIII, 3 : 264-270.
- AUSSENAC G., GUEHL J.M., KAUSHAL P., GRANIER A. & GRIEU P., 1988. Critères physiologiques pour l'évaluation de la qualité des plants forestiers avant plantation. *Rev. For. Fr.* n° spécial : 131-149.
- BENSEGHIR, L.A., 1996. Amélioration des techniques de production hors sol du chêne liège : conteneurs - substrats - nutrition minérale. Master Sci. For., ENGREF, Nancy, CEMAGREF, Aix En Provence et IML, Vives, 26p.
- 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.
- BAMOLA, P., ALATOU, D., LACOINTE, A. & LAVARENNE, S., 1990. Etude biologique de la croissance rythmique du chêne pédonculé (*Quercus robur L.*). Effet de l'ablation des feuilles, *Ann. Sic. For.* 21 : 619-631.
- BAMOLA, P., ALATOU, D., PARMENTIER, C. & VALLON, C., 1993. Approche du déterminisme du rythme de croissance endogène des jeunes chênes pédonculés par modulation de l'intensité lumineuse. *Ann. Sci. For.* 50 : 257-272.
- BELLINGER, Y., BENSOUUD, A. & LARHER, F., 1989. Physiology breeding of winter cereals for stress environments. *Coll.For.* n° 3, Montpellier, France.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S. Diagnostic sanitaire de quelques subéraies de l'Ouest Algérien. Étude particulière des principaux insectes ravageurs. Thèse en Foresterie, Départ. Forest., Fac. Sci., Univ. Tlemcen, Algérie, 158p.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S. & MERABET, A., 2009. Effet du substrat sur la croissance et le comportement des jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber L.*) élevés en pépinière (Région de Tlemcen). Actes (sous presse) Symposium « Première rencontre » : chercheurs, gestionnaires et industriels sur la gestion des subéraies et la qualité du liège, Tlemcen, Algérie.
- BOUDY, P., 1950. Economie forestière Nord-Africaine, Tome 2 : Monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, Paris, 525p.
- BOUDY, P., 1955. Economie forestière Nord-Africaine, Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Ed. Larose, Paris, 483p.

- 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, Départ. Forest., Fac. Sci., Univ. Tlemcen, Algérie, 267p.
- BOUSLIMI, B., 2005. Etude Eco-physiologique et analyse biochimique des jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber*) soumis aux contraintes hydriques. Master, I.R.E.S.A. Fac. Sci. Bizerte, Univ. Carthage, 77p.
- CARVALLO, J.B. & MORAIS, C.J.E., 1996. Análise da florestaço em Portugal 1966-1995, Reunião de Especialistas em Reabilitação de Ecossistemas Florestais Degradados. *Instituto Florestal. Lisboa, Portugal.*
- CHOUIAL, A., DJELLABI, A. & KAHIA, F., 2004. La culture du chêne liège en pépinière hors sol. *Bull. Rech. For. Djijel*, 7p.
- CROISEAU, D. & ROGUET, M., 1976. Faculté de reprise des glands prélevés en forêt après germination. *Rev. Forest. Fr.*, XXVIII, 4: 275-279
- DELATOUR, C. & MORELET, M., 1979. La pourriture noire des glands. *Rech. Forest. Française*, XXXI, 2 : 101-104.
- GAROLERA, E., 1988. Problèmes et perspectives de la production du liège en Catalogne espagnole. *For. médit.* 10, 1: 160- 161.
- GIRARD, S., CLEMENT, C., BOULET-GERCOURT, B. & GUEHL, J.M., 1997. Effects of exposure to air on planting stress in red oak seedlings. *Ann. Sci. For.* 54: 395-401.
- HARFOUCHE, A., 2003. Guide pratique pour la reconnaissance des arbres et peuplements porte- graines : la récolte, le traitement, la conservation et le semis en pépinière des glands de chêne liège. *Dir. Gén. For., Ins. Nat. Rech. For.* 31p.
- HASNAOUI, B., 1992. Chênaies du Nord de la Tunisie, Ecologie et régénération. Doc. d'Etat en Sci., Nat., Univ. Provence Aix Marseille I, 202p.
- KHALDI, A., BENJAMÂA, M. & STITI, B., 1999. Les glands des chênes lièges et agents pathogènes : essais de conservation et de lutte. Actes du colloque, protection intégrée des forêts de chênes. *I.O.B.C, W.P.R.S ; Bull.* 22 (3).
- KSONTINI, M., 1996. Etude écophysiological des réponses à la contrainte hydrique du chêne liège (*Quercus suber*) dans le Nord -Tunisie : comparaison avec le chêne kermes (*Quercus coccifera*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*). Thèse Doc.de l'université en sci. et techniques de l'environnement, Univ. Paris XII-Val De Marne, 157p.
- KSONTINI, M., LOUGUET, PH., LAFFRAY, D. & REJEB, M.N., 1998. Comparaison des effets de la contrainte hydrique sur la croissance, la conductance stomatique et la photosynthèse de jeunes plants de chênes méditerranéens (*Quercus suber*, *Q. coccifera*, *Q. faginea*) en Tunisie. *Ann. For. Sci.* 55: 477-495.
- LAMEY, A., 1893. Chêne-liège : sa culture et son exploitation. *Levrault et C^{ie}, Nancy*, 168-209.
- LAMHAMDI, M.S., 1997. Evaluation des composts de substrats et de la qualité des plantes : *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* et *Quercus suber*, élevés en conteneurs. PROJET BIRD N°3601. DGF, 121P.
- LAMHAMDI, M.S., 2007. Technique, technologie et performance. Coll. Transfert des connaissances des plants aux plantations, Centre des congrès du Québec, 28p.
- LANDMANN, G., 1988. Le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance : Les réseaux d'observation et le programme interministériel DEFORPA. *La Santé des Forêts, France, Min. Agri. For. (DERF), Paris* : 13-51.
- LAVARENNE, S., CHAPAGNAT P. & BAMOLA P., 1971. Croissance rythmique de quelques végétaux ligneux des régions tempérées cultivées en chambres climatisées à température élevée et constante et sous diverses photopériodes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 118 : 131-162.
- LEIVA, M.J. & FERNANDEZ-ALÈS, R., 2005. Holm-oak (*Quercus ilex subsp.ballota*) acorns infestation by insects in mediterranean dehesas and shrublands : its effects on acorn germination and seedling emergence. *Forest Ecol. Managmt.* 212 : 221-229.
- LEPOUTRE, B., 1965. Régénération artificielle du chêne liège et équilibre climatique de la subéraie de la forêt de Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc*, IX: 1-149.
- LOURO, G., 1999. Avaliação da aplicação de programas de apoio à floresta na região do algarve, Direcção Geral das Florestas (DGF- Lisboa), Portugal.
- MARION, J., 1955. Observation sur la sylviculture du chêne liège dans le massif forestier Zaian Zemmour ou plateau d'Oulmes (Maroc). *Ann. Rech. For., Rabat, Rapports annuels 1953-1954*, 2 : 25-57.
- 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.

- MATTSSON, A., 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forest*, 13: 227-252.
- McKAY, H.M., JINKS R.L. & McEVOY C., 1999. The effect of dessication and rough-handling on the survival and early growth of ash, beech, birch and oak seedling. *Ann. For. Sci.* 56 : 391-402.
- MEROUANI, H., BRANCO, C., ALMEIDA, M.H. & PEREIRA, J.S., 2001. Comportement physiologique des glands de chêne liège (*Quercus suber L.*) durant leur et variabilité inter-individu producteurs. *Ann. For. Sci.* 58 : 143-153.
- MESSAOUDENE, M., 1984. Résultats des essais de semis directs du chêne liège à Melata. *Rapport Interne, Inst. Nation. Rech. For.* (INRF, Algérie), 10p.
- MEXAL, J.G., & LANDIS, T.D., 1990. Target seedling concepts ; height and diameter. Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose R., Ed., 13-17.
- MOSTEFA, Z., 1992. Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes coll., les subéraies méditerranéennes, Direc. Départementale de l'Agriculture et de la forêt des Pyrénées orientales et l'association Vivexpo, France : 99-106.
- NAGELEISEN, L.M. & HETT P., 1989. Les problèmes entomologiques, pathologiques et physiologiques: Les feuillus. *La Santé des Forêts, France, Min. Agri. Pêche (DERF)*, Paris : 14-16.
- NATIVIDADE, J. V., 1956. Subériculture. Ed. Française de l'ouvrage portugais Subericultura, école nationale des eaux et forêts, Nancy, 303p.
- NSIBI, R., 2005. Sénescence et rajeunissement des subéraies de Tabarka-Ain Draham avec approches écologiques et biotechnologiques. Thèse Doc. En Sci. Biol., Fac. Sci. Tunis, Univ. Tunis II, 156p.
- O'REILLY, C., MCCARTHY, N., KEANE, M., HARPE, R., C.P. & GARDINER, J.J., 1999. The physiological status of Douglas fir seedlings and the field performance of freshly lifted and cold stored stock. *Ann. For. Sci.* 56: 391-402.
- PRENEY, S. & BONVICINI, M.P., 1997. Conche J. La récolte des glands de chêne pédonculé (*Quercus robur L.*) et de chêne sessile (*Quercus petraea Liebl.*). ONF ; *Bull. technique* n° 33, Office National de Forêts (service graine et plante)
- PEZET, Y. & SI-MOHAMED, C., 1988. Croissance, morphogénèse et dynamique de l'état physiologique des bourgeons de jeunes plants de châtaigner (*Castanea sativa Miller*) en conditions naturelles et contrôlées. *Ann. Sc. For.*, 45, (1): 17-32.
- RACHED-KANOUNI, M., ALATOU, D. & SAKR, S., 2008. Effet des basses températures sur l'accumulation des protéines et de la proline chez les semis de chêne liège. Actes des 2^{ème} Journées Scientifiques de l'I.N.R.G.R.E.F. *Ann. For. Sci.*, 12 : 681-692.
- RIEDACKER, A., 1986. Production et plantation de plants à racines nues ou en conteneurs. *Rev. For. Fr.* XXXVIII, 3: 226-236.
- SONDERGAARD, P., 1991. Essais de semis de chêne liège (*Quercus suber L.*) dans la forêt de Bab Azhar, une subéraie de montagne au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 25: 16-29.
- STITI, B., 1999. Contribution à la maîtrise des méthodes de conservation des glands de chêne liège. DEA (Master). Univ. El Manar, Fac. Sc., Tunis, 64-70.
- TINUS, R.W., 1996. Root growth potential as an indicator of drought stress history. *Tree Physiology*, 16: 795-799.
- VALE, R., CHAMBEL, R.M., MATOS, A., MOURA, S., PEREIRA, C. & ALMEIDA, M.H., 1999. Técnicas de produção de plantas de sobreiro em viveiro : efeito do contentor e do substrato; in: Recopilacion de trabajos Congreso sobre Forestacion en las dehesas, Mérida.
- XIAO, Z., HARRIS, M.K. & ZHANG, Z., 2007. A corn defenses to herbivory from insects : implications for the joint evolution of résistance, tolerance and escape. *Forest Ecol. Managmt.* 238 : 302-308.

