

Effet du Déliègeage sur le Comportement Physiologique du Chêne-liège: Cas de la Suberaie de la Maamora (Maroc)

Salaheddine Essaghi¹, El Alami Abdelaziz² & Younes Abbas³

¹Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs, Salé (Maroc); ²Centre de Recherche Forestière, Rabat (Morocco), ³Faculté Polydisciplinaire, USMS – Béni Mellal (Maroc)

*Auteur de correspondance : s.essaghi@gmail.com

La comparaison entre l'état physiologique des arbres de chêne-liège déliégés à divers coefficients de déliègeage et celui des arbres non déliégés en prenant en compte la durée de la période post-déliègeage est l'objet principal de cette étude. Quelques paramètres physiologiques ont été analysés chez des échantillons d'arbres en Maamora (Nord-Ouest du Maroc), à savoir le potentiel hydrique foliaire de base et de midi, la conductance stomatique. Les résultats du potentiel hydrique foliaire de base et de midi ainsi que la conductance stomatique obtenus ont montré que le déliègeage des arbres de chêne-liège n'a pas d'effet significatif sur la physiologie de l'arbre (canton E avec arbres fraîchement déliégés) voire provoque un effet positif sur la capacité de résistance au stress hydrique (canton C avec arbres déliégés 2 ans auparavant). Ceci peut être expliqué par le fait que le déliègeage est une opération dont a besoin le chêne-liège afin de conserver son équilibre physiologique surtout pendant la sécheresse estivale. Ce qui justifie le fait que les arbres déliégés se portent mieux que les arbres non déliégés deux ans après le déliègeage.

Mots-clés : Potentiel hydrique foliaire ; conductance stomatique ; coefficient de déliègeage.

Introduction

Le liège, principal produit de la subéraie, constitue un matériau très recherché notamment grâce à ses utilisations dans le bouchonnage, ses qualités d'isolation thermique, acoustique et vibratoire. C'est un matériau biologique avec des propriétés particulières qui a recueilli l'attention de l'Homme dès l'antiquité:

- le liège est léger et n'absorbe pas l'eau ; ainsi il est utilisé comme matériel flottant
- le liège est compressible et imperméable aux liquides ; il est utilisé comme bouchon de réservoir
- le liège a une très basse conductivité thermique ce qui le rend un bon isolant contre le froid
- le liège a la capacité d'absorption d'énergie permettant nombreuses utilisations, où l'absorption d'impacts, de chocs, de vibrations joue un rôle important.

Quelques unes de ces utilisations se sont maintenues jusqu'à nos jours presque inchangées. Aujourd'hui, le liège est connu mondialement comme mode de fermeture des bouteilles de vin. Le chêne-liège, l'arbre qui produit le liège d'une manière soutenable tout au long de sa vie, est le support d'un système écologique très riche biologiquement et qui se revêt d'une grande importance sociale et économique dans la Méditerranée occidentale (Pereira, 2008).

C'est un produit à forte valeur économique dont les rentes des adjudications ont été chiffrées à 85,3 millions DH en 2017 (HCEFLCD 2017). En effet, l'essentiel de la production marocaine de liège et produits de liège est destinée à l'exportation, à des degrés de transformation variables. Le volume moyen récolté annuellement est de 125.000 stères. Les chiffres corrigés des exportations de l'année

2003 montrent que le pourcentage des lièges bruts ou simplement préparés ne dépasse pas 30% du volume total exporté et que cette catégorie est dominée par les lièges minces préparés. Or, au cours du premier semestre 2004, le pourcentage des lièges bruts ou simplement préparés a atteint 18% des 7.945 tonnes exportés (Hammoudi, 2005).

La moyenne annuelle des exportations marocaines de liège et de produits en liège, au cours de la période 2000-2003, est d'environ 270 millions de dirhams (23,9 millions d'euros) pour une qualité moyenne, toutes catégories confondues, d'environ 16.000 tonnes (Hammoudi, 2005). Ainsi, la production du liège constitue un gisement qu'il faut songer à mieux exploiter.

La subéraie de la Maamora compte 70.383 ha. Elle a joué un rôle historique dans la prospérité des deux grandes villes Rabat et Salé. En plus de la production du liège (6.000 tonnes) et du bois (300.000 m³ de bois d'industrie et 600.000 m³ de bois de feu), cette forêt produit annuellement près de 1.000 tonnes de miel, 5.000 tonnes de glands et 30 tonnes de champignons. La Maamora offre également un espace pastoral dont la production est évaluée à 24 millions d'unités fourragères par an ainsi qu'un espace récréatif pour environ 2 millions d'habitants (Hammoudi, 2005). En 2017, la suberaie de la Maamora a généré un total de ventes de 25,9 millions DH (HCEFLCD, 2017).

Cependant, cette vision se heurte à celle de plusieurs auteurs qui prétendent que le déliègeage pourrait être l'une des causes de dépérissement voire de mortalité des arbres de chêne-liège (Natividade, 1939, 1950 ; Santos, 1940 ; Correia et al., 1992 ; Gourlay et Pereira, 1998). En fait, de nombreux cas de dépérissements recensés sur des pieds de chêne-liège soulèvent plusieurs doutes sur l'origine et la cause de ce trouble physiologique. La question se pose également au niveau du coefficient de déliègeage adéquat. En effet, ce choix doit être pris d'une manière rationnelle en prenant en compte différents paramètres dont la station, l'âge, la circonférence et la hauteur de l'arbre (Cantat et Piazzetta, 2005).

La réponse à cette polémique nécessite une étude impliquant les paramètres physiologiques à différents coefficients de déliègeage. Ainsi, notre travail s'intéresse à l'étude de l'effet du déliègeage sur la vigueur de l'arbre de chêne-liège tout en adoptant différents coefficients de déliègeage. Les résultats, une fois obtenus, seront utiles dans l'identification du coefficient de déliègeage approprié au contexte de la Maamora.

Matériel et méthodes:

Notre expérimentation a porté sur deux cantons différents C dont les arbres ont été déliégés 2 ans auparavant et E dont les arbres sont fraîchement déliégés au niveau de l'écosystème subéraie de Maamora. Au niveau de chaque canton, trois lots d'arbres de chêne-liège ont été choisis par échantillonnage aléatoire simple selon une direction Sud-Ouest. Chaque lot comporte quatre arbres de chêne-liège déliégés et un arbre non déliégé (témoin). Les arbres ont été déliégés selon un coefficient de démasclage différent (K = 0,5 ; 1,5 ; 2 et 2,5). Le dispositif expérimental adopté suit un dispositif en blocs aléatoires complets (B.A.C.) avec parcelles divisées en split-plot selon le schéma suivant:

Coefficient de déliègeage	Canton	Répétition
K1=0,5	C	R1
		R2
		R3
	E	R1
		R2
		R3
K2=1,5	C	R1

	E	R2 R3 R1 R2 R3
K3=2	C E	R1 R2 R3 R1 R2 R3
K4=2,5	C E	R1 R2 R3 R1 R2 R3

C : canton C ; E : canton E ; K : Coefficient de déliégeage ; R : Répétition

Paramètres mesurés :

Le potentiel hydrique foliaire de base et celui de midi ont été mesurés sur trois branches de chaque arbre. Vers 10 heures du matin, trois mesures de la conductance stomatique ont été effectuées sur chacun des arbres considérés dans notre manipulation. Ces opérations sont valables pour les trois cantons C et E et les trois lots d'expérimentation dans chacun de ces cantons.

Analyse des données:

Les résultats obtenus à terme de cette expérience ont été analysés en adoptant les approches graphiques et les procédures des analyses statistiques (analyse de la variance, comparaison multiples des moyennes, modélisation).

Toutes les mesures ont été répétées neuf fois. Celles-ci concernent les paramètres physiologiques en relation avec le stress hydrique à savoir le potentiel hydrique de base et celui de midi ainsi que la conductance stomatique.

Les résultats présentés sous forme de courbe ou d'histogrammes, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes subissant des transformations afin de normaliser la distribution des valeurs observées. Ces démarches ont été réalisées par les logiciels Excel (Microsoft Office 2007) et Statistica 6.0.

Les résultats ont été soumis aux procédures de l'analyse de la variance. Les moyennes ont été comparées selon la méthode de Student-Newman et Keuls, basés sur la plus petite différence significative en s'aidant du logiciel Statistica 6.0. Les différences dues aux effets contrôlés ont été considérées à partir d'un seuil de probabilité de 5%.

Résultats

L'analyse de la variance a été effectuée après normalisation des valeurs observées concernant le potentiel hydrique de base (Ψ_b) et de midi (Ψ_{midi}) et la conductance stomatique (g_s). Les valeurs du potentiel hydrique de base ont subi une transformation par la racine carrée tandis que celles du potentiel de midi et de la conductance stomatique ont été transformées par logarithme népérien.

Pour le canton E, la comparaison multiple de moyennes par la méthode de Newman et Keuls montre qu'il n'y a aucune différence significative entre les arbres déliégés tout coefficient confondu et les arbres témoins si l'on prend comme base de comparaison les potentiels hydriques de base et de midi (Tableau 1 et 2). Par contre, si l'on s'intéresse à la conductance stomatique, le schéma se bouleverse

où on note une absence de différence significative entre les témoins et les arbres déliégés selon un coefficient de 0,5, de 1,5 et de 2,5. De même, une absence de différence significative est aussi à considérer entre les témoins et les arbres déliégés selon un coefficient de 2 et 2,5. Les arbres déliégés selon le coefficient 2 semblent significativement les plus stressés. Or, le niveau de stress hydrique observé chez ces derniers n'est pas significativement différent de celui observé chez les témoins ou les arbres déliégés au coefficient 2,5 (Tableau 3).

Tableau 1: Comparaison multiple de moyennes par la méthode de Newman et Keuls concernant le potentiel hydrique foliaire de base dans les cantons C et E en fonction du coefficient de déliègeage

	Canton E		Canton C	
	Erreur: MC Inter=0,11943; dl=40,000		Erreur: MC Inter=0,18902; dl=34,000	
Coef.	Ψ_b moyen	1	Ψ_b moyen	1
K2=1,5	1,481879	****	1,957234	****
T	1,553050	****	1,277861	****
K4=2,5	1,565338	****	1,609439	****
K1=0,5	1,619687	****	1,591392	****
K3=2	1,731678	****	1,814514	****

Coef. : coefficient de déliègeage ; T : arbre témoin ; Ψ_b : potentiel hydrique foliaire de base ; MC Inter : Moyennes des sommes des carrés des écarts ; dl : degré de liberté

Tableau 2: Comparaison multiple de moyennes par la méthode de Newman et Keuls concernant le potentiel hydrique foliaire de midi dans les cantons C et E en fonction du coefficient de déliègeage

	Canton E		Canton C		
	Erreur: MC Inter=0,1006; dl=40,000		Erreur: MC Inter=0,00795; dl=34,000		
Coef.	Ψ_{midi} moyen	1	Ψ_{midi} moyen	1	2
K2=1,5	1,218485	****	1,222649		****
T	1,250436	****	1,265761		****
K1=0,5	1,303124	****	1,188260		****
K3=2	1,183280	****	1,160496	****	****
K4=2,5	1,201957	****	1,059788	****	

Coef. : coefficient de déliègeage ; T : arbre témoin ; Ψ_{midi} : potentiel hydrique foliaire de midi ; MC Inter : Moyennes des sommes des carrés des écarts ; dl : degré de liberté

Tableau 3: Comparaison multiple de moyennes par la méthode de Newman et Keuls concernant la conductance stomatique dans les cantons C et E en fonction du coefficient de déliègeage

	Canton E			Canton C	
	Erreur: MC Inter=0,01268; dl=40,000			Erreur: MC Inter=0,02349; dl=34,000	
Coef.	g_s moyenne	1	2	g_s moyenne	1

K3=2	2,287108	****		2,278103	****
T	2,324485	****		2,133365	****
K4=2,5	2,365079	****		2,161320	****
K1=0,5	2,453112		****	2,258504	****
K2=1,5	2,457956		****	2,337314	****

Coef. : coefficient de déliègeage ; T : arbre témoin ; g_s: conductance stomatique ; MC Inter : Moyennes des sommes des carrés des écarts ; dl : degré de liberté

Les arbres déliégés selon le coefficient 2 présentent en moyenne la conductance stomatique la plus basse. Ce qui nous laisse prétendre qu'ils sont les plus stressés.

Concernant les résultats obtenus pour le canton C, l'analyse de la variance et le test de comparaison des moyennes par la méthode de Newman et Keuls ne montrent aucune différence significative entre les différents coefficients de déliègeage et avec les témoins, si l'on prend comme base de comparaison le potentiel de base ou la conductance stomatique (Tableaux 1 et 3). Le résultat se montre différent si l'on parle du potentiel de midi où on note une différence significative qui caractérise le coefficient 2,5 par rapport aux autres coefficients et aux témoins. En effet, le test affirme qu'il n'y a aucune différence significative entre le potentiel à midi des arbres témoins et celui des arbres déliégés selon un coefficient de 0,5 ou 1,5 ou même 2. En revanche, les arbres déliégés selon un coefficient de 2 ou 2,5 semblent les moins stressés à midi en affichant le potentiel hydrique le plus faible (Tableau 2).

Tableau 4: Comparaison multiple de moyennes par la méthode de Newman et Keuls concernant le potentiel hydrique foliaire de base et de midi et la conductance stomatique dans les cantons C et E entre arbres déliégés et arbres témoins.

		Erreur: MC Inter=0,04559; dl=8,000		Erreur: MC Inter=0,00503; dl=8,000		Erreur: MC Inter=0,00615; dl=8,000		
Canton	Coef.	Ψ_b moyen	1	Ψ_{midi} moyen	1	g _s moyenne	1	2
C	T	1,277861	****	1,265761	****	2,133365	****	
	K	1,741704	****	1,157798	****	2,262421	****	****
E	T	1,553050	****	1,250436	****	2,324485		****
	K	1,595006	****	1,226712	****	2,404348		****

Coef. : coefficient de déliègeage ; T : arbre témoin ; Ψ_b : potentiel hydrique foliaire de base ; Ψ_{midi} : potentiel hydrique foliaire de midi ; g_s : conductance stomatique ; MC Inter : Moyennes des sommes des carrés des écarts ; dl : degré de liberté

Le potentiel hydrique mesuré à midi chez les témoins (T) paraît le plus élevé. Ainsi, c'est les témoins qui semblent les plus stressés.

Cependant, le test de Dunnett montre pour les lots choisis dans le canton E une absence de différence significative entre les arbres témoins et les arbres déliégés que ce soit sur le plan de la conductance stomatique ou des potentiels hydriques de base et de midi (Tableau 4). Sachant que les arbres des lots choisis dans le canton C ont été déliégés deux ans auparavant, les résultats prennent une tournure différente. Concernant le potentiel de base, le test de Dunnett révèle une différence significative entre les témoins et les arbres déliégés aux coefficients 1,5 et 2. Du point de vue potentiel de midi, la différence est significative entre les témoins et les arbres déliégés aux coefficients 2 et 2,5. En revanche, les mesures de la conductance stomatique indiquent une différence significative entre les témoins et les arbres déliégés au coefficient 1,5.

Discussion et conclusions:

La comparaison entre l'état physiologique des arbres de chêne-liège déliégés à divers coefficients de déliègeage et celui des arbres non déliégés est l'objet principal de cette étude. Quelques paramètres dendrométriques et physiologiques ont été analysés chez tous les échantillons, notamment, le potentiel hydrique foliaire de base et de midi, la conductance stomatique, la circonférence avant et après déliègeage et la hauteur totale des arbres. Plusieurs autres études plus ou moins similaires se sont intéressées à l'effet du déliègeage sur la phénologie et la croissance d'arbres matures de *Quercus suber* L. (Natividade, 1939, 1950 ; Santos, 1940 ; Correia et al., 1992 ; Gourlay et Pereira, 1998) ou de sujets très jeunes (Fialho et al., 2001) mais en s'appuyant sur la phénologie et la dynamique des feuilles ainsi que la croissance radiale des arbres.

Les résultats du potentiel hydrique de base et de midi ainsi que la conductance stomatique obtenus au niveau des cantons E et C ont montré que le déliègeage des arbres de chêne-liège n'a pas d'effet significatif sur la physiologie de l'arbre. Ce qui laisse supposer qu'à ce stade, l'opération de déliègeage n'a pas manifesté d'effet négatif sur le comportement des arbres en comparaison avec ceux témoins. En conséquent les arbres subissent un stress hydrique dû à la sécheresse estivale (Essaghi, 2009).

Toutefois, les résultats au canton C indiquent que les arbres non déliégés levé du jour se montrent les moins stressés, mais au midi solaire nous avons remarqué une différence significative entre les valeurs des paramètres physiologiques entre les arbres témoins et ceux déliégés aux coefficients 1.5, 2 et 2.5. Les arbres de chêne-liège ayant subi un déliègeage à 2.5 sont plus significativement ceux qui se portent mieux que les arbres non déliégés. Cependant, les arbres déliégés selon le coefficient 2 dans le canton E semblent les plus stressés du point de vue conductance stomatique. Les résultats observés dans notre étude sont en accord avec des résultats conduits sur la phénologie et la croissance du chêne-liège face au déliègeage (Fialho et al., 2001). En somme, le déliègeage n'affecte pas l'activité physiologique des arbres de *Quercus suber* L. à l'année du déliègeage, comme ce qui est le cas pour le canton E où les arbres ont été fraîchement déliégés à l'exception des arbres déliégés au coefficient 2. Ce dernier résultat se trouve en accord avec Natividade (1939 et 1950), Santos (1940) et Correia et al. (1992) qui ont prouvé que l'effet du levé du liège sur l'arbre se manifeste par une augmentation des pertes en eau sur la surface démasclée pouvant provoquer une diminution de l'activité stomatique. Or, dans le canton C où le déliègeage a été effectué deux ans auparavant, le déliègeage semble influencer positivement sur la capacité de résistance au stress hydrique. Ceci peut être expliqué par le fait que le déliègeage est une opération dont a besoin le chêne-liège afin de conserver son équilibre physiologique surtout pendant la sécheresse estivale. Ce qui justifie le fait que les arbres déliégés se portent mieux que les arbres non déliégés deux ans après le déliègeage.

Références bibliographiques

- Bakry M. et Abourouh M., 1995. In: Dépérissement du chêne-liège au Maroc: Etat des connaissances et perspectives d'interventions. In proceedings of the second meeting "Integrated protection in Cork Oak forest" IOBC wprs Bulletin 18: 50-55.
- Bjorkman, C. & Larsson, S. 1997. In: Insects on drought-stressed trees: four feeding guilds in one experiment. In Physiology and Genetics of Tree-Phytophage Interactions (eds. F. Lieutier, W.J. Mattson, M.R. Wagner) pp. 91-99, INRA Editions, Paris.
- Brasier, C. M., Ferraz, J.E.P., Moreira, A.C. & Kirk, S. 1992. In: High mortality of cork oak in Portugal associated with *Phytophthora cinnamomi*. Proceedings of an International Congress "Recent Advances in Studies on Oak Decline". Selva di Fasano (Brindisi) Italy, pp. 461-462.

- Cantat R. & Piazzetta R., 2005. La levée du liège. Ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège: Guide technique et de vulgarisation. Institut méditerranéen du liège.
- Carvalho J. S., 1968. In: Química da cortiça. Boletim da Junta Nacional da Cortiça 357, 3-11.
- Chkirid et El Ajjouri, 1999 : Dépérissement de chêne-liège. Rapport d'activité du CNRF (1998-1999) pp. 47 et 48.
- Correia O., Oliveira G., Martins-Loução M. A. & Catarino F., 1992. In: Effects of bark stripping on the water relations of *Quercus suber* L. Scientia Gerundensis 18, 195-204.
- David, T.S., Cabral M.T. & Sardinha, R. M. A., 1992. In: A mortalidade dos sobreiros e a seca. Finisterra XXVII : 17-24.
- De Sousa, E. M. R.; 1995. In: Les principaux ravageurs du chêne-liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin des peuplements. Bulletin IOBC 18: 18-23.
- De Sousa, E. ; El Antry, S. ; Atay Kadiri, Z. & Abourouh, M. 2008. Problématique des subéraies dans le bassin méditerranéen. Annales de la recherche forestière au Maroc (39) pp. 63-73.
- El Antry, S. 1994. In: Le Grand Capricorne du chêne-liège. In : Ravageurs et maladies des forêts au Maroc, eds El Hassani, Graf, Hamdaoui, Harrachi, Messaoudi, Mzibri et Stiki, Guide pratique pour la protection phytosanitaire des forêts, D.P.V.C.T.R.F. : 119-121.
- El Yousfi, M. 1995. In: Les contraintes exercées sur le chêne-liège au Maroc. Exemple de la Maamora. Bulletin IOBC 18: 43-49.
- Fialho C., Lopez F. & Pereira H., 2001. The effect of cork removal on the radial growth and phenology of young cork oak trees. In: For. Ecol. Managem. 141. 251-258.
- Fonseca, N.S.A. 1991. In: Seca dos ramos (Dieback) em sobreiro e azinheira. Notícia da ocorrência em Portugal de *Botryosphaeria stevensii* como agente causal. Floresta e Ambiente 12: p.27.
- Francheschini, A., Marras, F. & Sechi, C., 1993. In: Fungi Signalati Sula Quercia Sughero (*Quercus suber* L.). Collana Biologica n°3, Stampacolors.r.l., Sassari, Italy.
- Gourlay I. D., Pereira H., 1998. Effect of bark stripping on wood production on cork oak (*Quercus suber* L.) and problems of growth ring definition. In: Pereira H. (Ed.), Cork oak and cork. Proceedings of an European Confence on Cork Oak and Cork, Lisboa, pp. 99-107.
- Hamdaoui, M. 1994. In: Les défoliateurs. Le Bombyx disparate. Ravageurs et maladies des forêts au Maroc (eds El Hassani, Graf, Hamdaoui, Harrachi, Messaoudi, Mzibri et Stiki), pp. 91-96. Impromatlas, Rabat.
- Hata K., Sogo M., Fukuhara T. & Hochi M., 1969. In: On the suberin in the outer bark of some Japanese tree species. Techn. Bull. Agric., Kagawa Univ., 20 (2), 112-119.
- HCEFLCD, 2017. Rapport de l'adjudication de cession du liège. Document interne.

- Holloway P. J., 1972. In: The composition of suberin from the corks of *Quercus suber* L. and *Betula pendula* Roth. Chem. Phys. Lipids 9, 158-170.
- Lopez, C.M. ; Suárez, P.C. ; Savedra, G.M. ; Puga C.S. & Llorente, M.D., 1996. In: Micoflora del Alcornoque (*Quercus suber* L.). Universidad Politécnica de Madrid.
- Luisi, N. ; Manicone, R.P. ; Sicoli, G. ; & Lerario, P., 1992. In: Pathogenicity tests of fungi associated with oak decline on *Quercus* spp. seedlings grown at different water regimes.
- Matteucci, G. ; De Angelis, P. ; Vallentini, R. ; Epron, D. ; Dreyer E. 1992. In: Photosynthesis of *Quercus cerris* L. under natural conditions. Results from combined measurements of chlorophyll « a » fluorescence and gas exchange *in situ*. International Congress “Recent Advances in Studies on Oak Decline”. Selva di Fasano (Brindisi), Italy, pp. 427-437.
- Méthy, M. ; Damesin, C. & Rambal, S. 1996. In: Drought and Photosystem II activity in two Mediterranean oaks. Annales des Sciences Forestières 53: 255-262.
- Molinas M., Oliva M. & Vazquez P., 1989. In: Organización y variaciones estacionales del ápice vegetativo del alcornoque Scientia Gerundensis 15, 39-52.
- Montreuil, O. ; Ghailoule, D. ; Maatouf, N. ; Rochat, D. et Lumaret, J.-P., 2004. In: Biologie de *Sphodroxia maroccana* Ley et description de la femelle de ce nouveau ravageur forestier. Bull. Soc. Entomo. France, 109 (3), 317-321.
- Oliveira, G. ; Correia, O.A. ; Martins-Loução, M.A. & Catarino, F.M.; 1992. In: Water relations of cork oak (*Quercus suber* L.) under natural conditions. Vegetatio, 99-100 : 199-208.
- Natividade J. V., 1939. In: O descotiçamento. Boletim Junta Nacional da Cortiça. Lisboa, 7, 5-13.
- Natividade J. V., 1950. In: Subericultura. Ministério da Economia. Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Lisboa 387 pp.
- Parameswaran N., Liese W. & Günzerodt H., 1981. In: Características do verde de *Quercus suber*, Cortiça 514, 179-184.
- Pereira H., 1981. Studies on the chemical of virgin and reproduction cork of *Quercus suber* L. Anais Instituto Superior Agronomia 40, 17-25.
- Raggazi, A. ; Agnituca, S. & Moricca, S. 1995. In: European expansion of oak decline. Involved microorganisms and methodological approaches. Phytopatologia Mediterranea, 34 : 207-226.
- Roupsard, O. ; Gross, P. & Dreyer, E.; 1996. In: Limitation of Photosynthetic Activity by CO₂ Availability in the Chloroplasts of Oak Leaves from Different Species and During Drought. Annales des sciences forestières 53: 243-254.
- Santos J. B., 1940. In: Estomas e actividade estomática no sobreiro. Publicação da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Lisboa, 7, 5-53.
- Villemant, C. & Fraval, A., 1991. In: La Faune du Chêne-liège. Actes Edit. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat.

