

INFLUENCE DE LA DEFOLIATION SUR LA CROISSANCE RADIALE DE QUERCUS AFARES POMEL ET DE QUERCUS CANARIENSIS WILLD. A L'ETAT JUVENILE

MESSAOUDENE MAHAND, GUETTAS ALI .
INRF., Station Régionale de Recherche Forestière de Tizi-Ouzou -
BP. 30 - Yakouren 15365 - Algérie.

ملخص

هدف هذا العمل هو التطرق إلى مدى تأثير عملية نزع أوراق الشجر بصفة إردية عند شجرة الزان و بلوط الأفاريس على نمو الطبقات الدائرية و هذا في ابطار الأبحاث المتبعة لمعرفة مدى تأثير العوامل في نشاط نسيج Cambium لدى أهم الأشجار الغبية في الجزائر. النتائج المحصلة عليها تبين أن تجريد الأشجار من أوراقها له تأثير على نمو قطر الأشجار. وتبلغ الخسارة المسجلة فيما يخص النمو تتراوح ما بين 25% - 48%. و تختلف من نوع الشجرة إلى آخر و هذا حسب درجة تجريد الأشجار من أوراقها بصفة عامة. نستطيع القول أن نزع الأوراق عند الأشجار له تأثير كبير على نمو قطر الأشجار.

Résumé :

Le but de ce travail est de préciser les répercussions de la défoliation artificielle sur la croissance radiale des semis de *Quercus canariensis* Willd et de *Quercus afares* Pomel. Il s'inscrit dans le cadre des recherches sur la compréhension des facteurs régissant l'activité cambiale des principales essences forestières algériennes.

Les résultats obtenus montrent que la défoliation influence la croissance en diamètre des semis même à des taux de défoliation de 25%. Les pertes d'accroissement provoquées sont assez importantes, elles fluctuent entre 25% et 48% et varient significativement de l'espèce à l'autre et d'un niveau de défoliation à l'autre. *Q. canariensis* apparaît plus sensible à ce facteur ; il engendre de faible accroissement en diamètre. Dans tous les cas, il ressort de l'expérimentation que la surface foliaire joue un rôle déterminant dans le processus de l'activité cambiale.

Mots clés: *Quercus afares* Pomel, *Quercus canariensis* Willd, défoliation, croissance radiale, surface foliaire, semis.

INTRODUCTION

Les effets des insectes défoliateurs sur la croissance et la production des essences forestières ont été soulignés par de nombreux auteurs (Joly, 1970; Grisson, 1972; Laurent- Hervouet, 1986; Malphettes, 1987 ; Becker, 1987; Dumerle, 1988; Bert, 1988; Old & al., 1990; Becker & al., 1990; Dominguez & Dirzo, 1994; Van Hees, 1997). D'après ces auteurs, la défoliation provoque des pertes d'accroissement des arbres défeuillés et occasionne des dégâts importants aux jeunes plantations et à la régénération.

En Algérie, les recherches ayant trait à ce domaine sont rares; elles se résument, à notre connaissance, au seul travail de Sababdj (1997) sur *Cedrus atlantica Manetti*. En revanche, depuis quelques années les recherches sur les potentialités de croissance et l'écologie des essences dominantes du pays sont en nombre de plus en plus élevés (Benmiloud & Bey, 1989; Messaoudène, 1989; Alatou, 1990; Acherar & al., 1991; Acherar & Rambal, 1992; Oudjiane, 1996; Atek, 1997; Messaoudène & Tessier, 1997). Ces divers travaux montrent que la croissance est liée dans une large mesure au climat, aux interventions de l'homme (opérations sylvicoles) et à l'âge des arbres. Cependant, bien que plusieurs modèles soient mis en œuvre et adoptés pour appréhender la part de croissance liée aux facteurs du milieu, aucun d'entre eux n'intègre le facteur défoliation, alors que de fréquentes et fortes attaques de *Tortrix viridana*, de *Lymantria dispar*, de *Thaumetopea*

pityocampa et de *Thaumetopea bonjeani* ont été observées dans les chênaies, les cédraies et les pinèdes algériennes (Khouss & Gachi, 1996). Ces pullulations inquiètent de plus en plus les forestiers; ils se posent la question de savoir dans quelle mesure la défoliation pourrait influencer la croissance et provoquer le dépérissement des arbres.

Dans ce travail, nous comparons les réponses de semis de *Quercus afares* et de *Quercus canariensis* face à des niveaux de défoliation différents. Il s'inscrit dans le cadre des recherches sur la compréhension des facteurs intervenant dans le processus de la croissance radiale de ces deux chênes. En soi, il constitue une première approche qui, ultérieurement, sera élargie aux jeunes reboisements et peuplements adultes.

A propos des facteurs régissant directement la croissance radiale des deux chênes, dans notre précédent travail (Messaoudène & Tessier, 1997), la modélisation de plusieurs séries d'épaisseurs de cernes des arbres âgés de plus de 100 ans, à l'aide de la procédure ARMA (Box et Jenkins, 1970), a montré que la croissance radiale de *Q. canariensis* et de *Q. afares* ne dépend pas du seul facteur climatique, et que la part de variance résiduelle mise en jeu dans la relation avec le climat varie de 24 à 67%. Cependant, la présence de cernes minces sur les séries chronologiques étudiées, indépendante du stress hydrique, amena à se demander si des facteurs autres que climatiques

(Becker & al., 1990) n'ont pas joué un rôle prépondérant dans le processus de la formation de ces cernes et/ou la réduction globale de la croissance radiale.

MATERIEL ET METHODES

Notre travail est basé sur la méthode de défoliation simulée par effeuillage manuel de plants (Joly, 1970 ; Grisson, 1972). Les plants des deux chênes sont issus d'un semis direct ayant l'âge d'une année, et élevés dans des conteneurs de 25 cm de diamètre et 22 cm de profondeur contenant un terreau homogène. Les glands semés ont été récoltés au sol, présentant le même degré de maturité, la même taille et provenant de deux semenciers isolés, soit un arbre par espèce. Ces derniers se situent dans la forêt domaniale de Béni-Ghobri (Yakouren) confinée dans le bioclimat humide à variante tempérée. Le choix de deux semenciers a été réalisé de telle sorte à éviter l'effet provenance et de descendance (Kremer, 1986; Steinmetz, 1986).

Pour éviter le dépérissement des plants pendant la période estivale, un apport en eau de 600 ml par plant et par semaine a été effectué; il s'agit d'un apport minimum pour garantir la survie des plants en cas de stress hydrique (Atek, 1997).

La défoliation a été faite en 1996 à deux reprises sur des plants ayant tous huit (08) feuilles : la première au début du mois d'avril et la seconde le 15 juin; ces deux périodes coïncident avec l'activité intense du cambium (Messaoudène, 1989) et la formation

des vagues de croissance (Alatou, 1990). Les modalités de défoliation appliquées sont les suivantes: modalité F1 (88%), modalité F2 (62%), modalité F3 (25%) et la modalité F4 (0%, témoin). Au total le dispositif renferme 120 plants, soit 60 plants pour chaque espèce avec 15 répétitions par modalité. Pour chacune de ces modalités, les surfaces foliaires ont été évaluées à l'aide de la méthode de pesée (Gracia, 1992). Cette méthode consiste à peser un échantillon de surface connue prélevé sur une feuille, puis la pesée de la feuille entière. La surface de la feuille est obtenue par extrapolation.

La variable expliquée retenue est le diamètre du plant à un centimètre du collet, mesuré périodiquement à l'aide d'un pied à coulisses à 1/100 de mm du mois d'avril au mois de septembre.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les figures 1 et 2 représentent l'évolution comparée de la croissance cumulée en diamètre des deux chênes. Globalement, les semis des deux espèces présentent quatre phases de croissance: une première phase au printemps (avril-mai), marquée par une croissance lente, suivie d'une diminution et important ralentissement (mai- juin) puis d'une nouvelle phase de croissance importante qui se prolonge jusqu'au mois d'août pour *Q.canariensis* et une dernière phase où la croissance se stabilise pour former plus ou moins un palier. Ces résultats montrent que la croissance cumulée des deux chênes

en fonction des 4 modalités de défoliation simulées présente une même tendance. Les courbes mettent en évidence des phases de croissance plus ou moins synchrones d'un niveau de défoliation à l'autre et d'une espèce à l'autre.

Les plants présentent deux vagues de croissance contrairement aux résultats de Alatou (1990) et de Cabanettes et al. (1995) qui soulignent que dans des conditions très favorables, une troisième vague peut avoir lieu au mois d'août et parfois même une quatrième au mois d'octobre. Dans notre cas, la

dernière phase de croissance se caractérise par un pallier et concerne les modalités F1, F2 et F3. A notre avis, cette tendance résulterait de la diminution du pouvoir photosynthétique induite par la défoliation. Ce processus constitue une forme de protection des plants contre les conditions momentanément défavorables (Cabanettes et al., 1995) qui, selon Heller et al. (1995), permet à la plante de parfaire l'édifice de ses structures et l'accumulation des réserves pour une reprise ultérieure de la croissance.

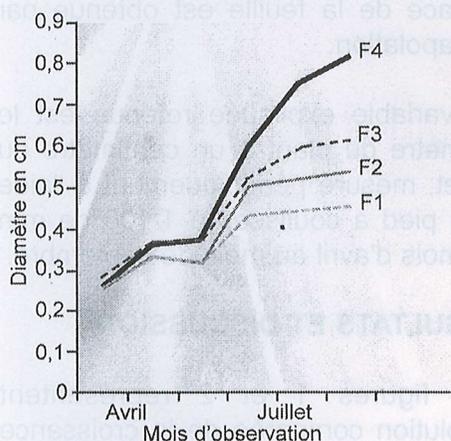


Fig 1: Evolution de la croissance radiale de *Q. afares* en fonction des modalités de défoliation F1- F2- F3- F4

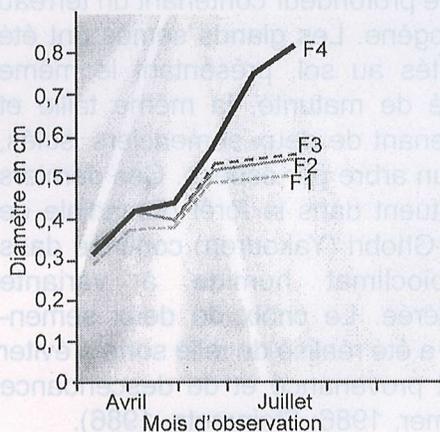


Fig 2: Evolution de la croissance radiale de *Q. canriensis* en fonction des modalités de défoliation F1- F2- F3- F4

Tableau 1: Analyse comparée des résultats mensuels entre les modalités de défoliation pour *Quercus afares*.

	avril	Mai	Juin	juillet	août	sept.
Moyenne	0,2625	0,3475	0,3525	0,5125	0,575	0,600
Ecart type(σ)	0,012	0,021	0,0320	0,0690	0,131	0,154
Variance(σ^2)	0,00015	0,00042	0,0010	0,0040	0,017	0,024
Valeur minimale	0,25	0,33	0,3100	0,4300	0,440	0,450
Valeur maximale	0,28	0,37	0,3700	0,6000	0,750	0,810
Coefficient de variation(%)(CV)	4,8	5,9	9,3000	13,7000	22,900	25,600

Tableau 2: Analyse comparée des résultats mensuels entre les modalités de défoliation pour *Quercus canariensis*.

	avril	Mai	Juin	juillet	août	sept.
Moyenne	0,28000	0,3600	0,35700	0,4670	0,5150	0,535
Ecart type(σ)	0,01700	0,0200	0,02200	0,0330	0,0980	0,124
Variance(σ^2)	0,00029	0,0004	0,00049	0,0011	0,0097	0,015
Valeur minimale	0,26000	0,3300	0,34000	0,4300	0,4400	0,450
Valeur maximale	0,30000	0,3700	0,39000	0,5100	0,6600	0,420
Coefficient de variation(%)(CV)	6,10000	5,5500	6,20000	7,0600	19,0200	23,20

L'examen des courbes et les résultats des tableaux 1 et 2 font apparaître que les diamètres mensuels obtenus se rapprochent d'une modalité à l'autre au sein d'une même espèce du mois d'avril au mois de juin, et différent sensiblement du mois de juillet au mois de septembre notamment pour *Q. afares* ($0.069 > \sigma > 0.154$; $CV \geq 13.7\%$) (tabl.1 et 2). La diminution de la croissance en diamètre pour les modalités de défoliations F2 et F3 chez les deux chênes du mois de mai à juin ne peut être interprétée qu'en terme d'existence d'un état de plasmolyse des tiges en présence d'un déficit hydrique prononcé (Heller et al., 1993). Au sein d'une même espèce, la modalité F4 (témoin) apparaît plus productive; elle enregistre des diamètres finaux plus importants: 0,72 cm pour *Q. canariensis* et 0,81cm pour *Q. afares*. Les plus faibles valeurs

appartiennent aux modalités F1 (% de défoliation = 88%): 0,42 cm pour *Q. canariensis* et 0,43 cm pour *Q. afares*. La comparaison de ces diamètres à l'aide du test de Newman & Keuls (tabl.3) montre que les différences observées entre les 4 modalités de défoliation pour chacune des deux espèces sont significatives au seuil de 5% (p.p.a.s = 0.078 pour *Q. afares* et 0.067 pour *Q. canariensis*). Pour *Q. afares*, les moyennes obtenues se scindent en quatre groupes bien distincts (A-B-C-D) tandis que pour *Q. canariensis*, nous observons trois groupes (A-B-BC). Egalement, la comparaison des moyennes à l'aide de l'analyse de la variance (tabl. 4 et 5) montre que les différences observées entre les quatre modalités et entre les deux chênes sont significatives au seuil de 1% et 5%.

Tableau 3: Comparaison des moyennes : résultats du test de Newman et Keuls

Modalités	F4	F3	F2	F1
<i>Quercus afares</i>	<u>0.81</u> A	<u>0.61</u> B	<u>0.52</u> C	<u>0.44</u> D
<i>Quercus canariensis</i>	<u>0.72</u> A	<u>0.49</u> B	<u>0.47</u> BC	0.42

Tableau 4: Comparaison de moyennes des quatre modalités de défoliation appliquée à *Q. canariensis* et de *Q. afares*: tableau de l'analyse de la variance.

Source de variation	d.d.l.	Fobs	Fthéo
V. fact. <i>Q. canariensis</i>	3	05.70***	2.76
V. fact. <i>Q. afares</i>	3	27.78***	
V. résiduelle	56		
V. totale	59		

Tableau 5: Analyse Comparative des résultats des deux chênes: tableau de l'analyse de la variance à deux critères de classification

Source de variation	d.d.l.	Fobs	Fthéo
V. Facteur :Modalité (D) (F1)	3	27.72***	5.85
V. Fact. Espèces (E)(F2)	1	20.74***	11.20
Variation Inter (F1xF2)	3	02.79*	2.70
Variation résiduelle	112		
Variation totale	119		

d.d.l: degré de liberté; Fobs: F observé; Fthéo: F théorique;

*** différence significative au seuil de 1%

* différence significative au seuil de 5%;

Ainsi, par rapport au témoin, les pertes de croissance enregistrées représentent: 31,9% (F3), 34,7% (F2) et 41,6% (F1) pour *Q. canariensis* et 25% (F3), 35,8% (F2) et 48,1% (F1) pour *Q. afares*. Il ressort de ces résultats qu'une défoliation même faible (modalités F3) provoque une perte d'accroissement.

La liaison entre la croissance en diamètre et la surface foliaire est bien mise en évidence ($r = 0,479$; ddl (N-1) = 59; $\alpha = 0,01$ pour *Q. canariensis* et $r = 0,619$; ddl (N-2) = 58; $\alpha = 0,01$ pour *Q. afares*). Ces deux valeurs attestent une relation positive, apparemment assez étroite, entre les deux variables

considérées. Les deux expressions montrent que le diamètre augmente en moyenne de 6.10^{-4} cm par cm^2 de surface foliaire pour *Q. canariensis* et de 15.10^{-4} cm par cm^2 de surface foliaire pour *Q. afares* (fig.3 et 4) Les parts de variance expliquées par les deux régressions sont respectivement de 23% et de 38%. Ces dernières valeurs montrent que, malgré l'existence d'une relation assez étroite entre les deux variables, la prévision qui pourrait être faite pour l'une d'entre elles en fonction de l'autre serait peu précise, surtout pour *Q. canariensis* dont une importante part de croissance (77%) est influencée par d'autres facteurs.

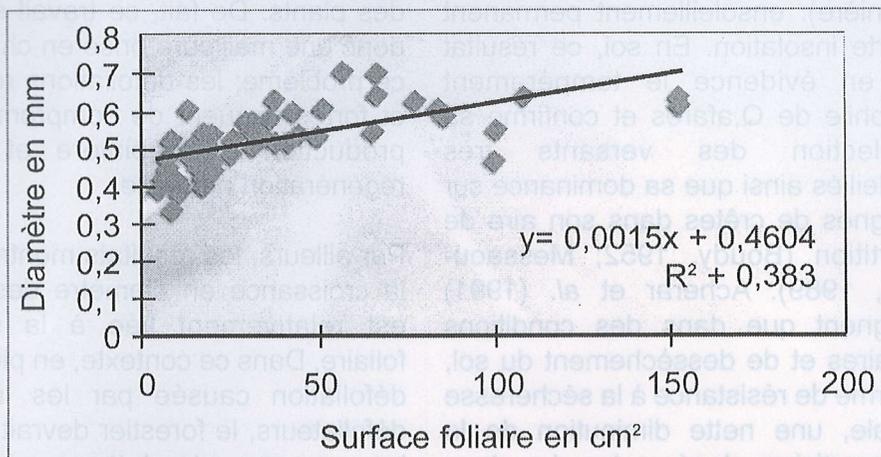


Fig. 3 - Relation entre la croissance radiale de *Q. afares* et la surface foliaire.

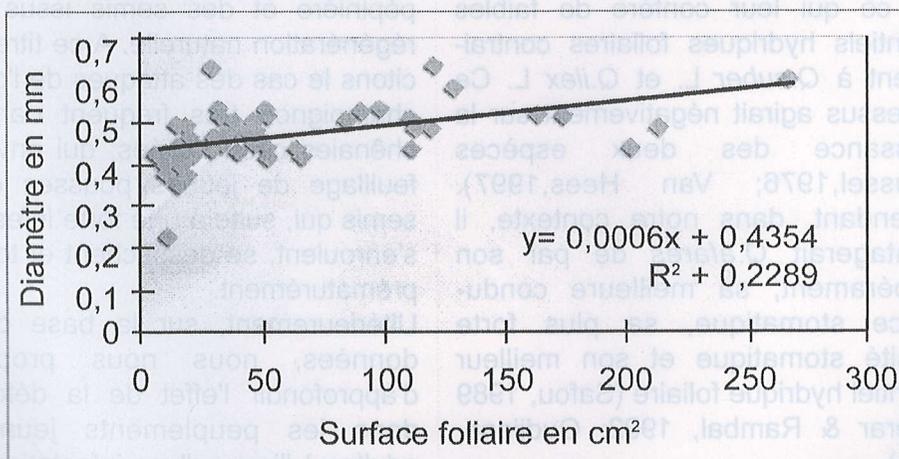


Fig. 4 - Relation entre la croissance radiale de *Q. canariensis* et la surface foliaire.

Entre les deux chênes, tout en considérant leurs croissances radiales, ce résultat constitue en soi un paradoxe; *Q. canariensis* qui présente des surfaces foliaires plus importantes et des feuilles plus grandes donne des accroissements plus faibles. *Q. canariensis* devrait théoriquement

induire une meilleure croissance (Messaoudène & Tessier, 1997; Planchais & Pontailier, 1997). Apparemment, ce n'est pas le cas puisque à partir du mois de juin, *Q. afares* montre une croissance bien plus importante. Cette différence pourrait être attribuée aux conditions

du milieu du dispositif expérimental (pépinière): ensoleillement permanent et forte insolation. En soi, ce résultat met en évidence le tempérament héliophile de *Q. afares* et confirme sa prédilection des versants très ensoleillés ainsi que sa dominance sur les lignes de crêtes dans son aire de répartition (Boudy, 1952; Messaoudène, 1989). Acherar et al. (1991) soulignent que dans des conditions similaires et de dessèchement du sol, en terme de résistance à la sécheresse estivale, une nette diminution de la photosynthèse s'opère chez les deux chênes suite à une réduction importante de l'ouverture des stomates, ce qui leur confère de faibles potentiels hydriques foliaires contrairement à *Q. suber* L. et *Q. ilex* L. Ce processus agirait négativement sur la croissance des deux espèces (Roussel, 1976; Van Hees, 1997). Cependant, dans notre contexte, il avantagerait *Q. afares* de par son tempérament, sa meilleure conductance stomatique, sa plus forte densité stomatique et son meilleur potentiel hydrique foliaire (Safou, 1989; Acherar & Rambal, 1992; Oudjiane, 1995).

CONCLUSION

A l'issue de cette expérimentation dont l'objectif principal est l'évaluation des répercussions de la défoliation sur la croissance en diamètre de *Q. canariensis* et de *Q. afares*, il ressort des résultats obtenus que la défoliation influence l'activité cambiale des deux chênes et engendre des pertes d'accroissement pour les deux chênes

sans pour autant causer la mortalité des plants. De fait, ce travail suggère donc une meilleure prise en charge de ce problème; les défoliations répétées et fortes risquent de compromettre la production en pépinière et de la régénération naturelle.

Par ailleurs, les résultats montrent que la croissance en diamètre des semis est relativement liée à la surface foliaire. Dans ce contexte, en plus de la défoliation causée par les insectes défoliateurs, le forestier devrait prévoir les moyens de lutte contre tout phénomène susceptible de réduire la surface foliaire des deux chênes en pépinière et des semis issus de la régénération naturelle. A ce titre, nous citons le cas des attaques de l'oïdium, champignon très fréquent dans nos chênaies caducifoliées, qui envahit le feuillage de jeunes pousses et des semis qui, suite à une forte infestation, s'enroulent, se dessèchent et tombent prématurément.

Ultérieurement, sur la base de ces données, nous nous proposons d'approfondir l'effet de la défoliation dans les peuplements jeunes et adultes à l'issue d'une infestation naturelle. La mise en évidence des interactions entre l'hôte et les défoliateurs sera poursuivie en faisant varier le degré d'attaque et mesurer simultanément le stress des arbres par des analyses de l'évolution du potentiel hydrique foliaire et de la conductance stomatique. En d'autres termes, il s'agit de savoir comment les deux chênes étudiés, à l'âge adulte, optimisent et gèrent leurs ressources pendant la période d'attaque.

ABSTRACT

The aim of this work is to specify the repercussions of the artificial defoliation on the radial growth seedling of *Quercus afares* Pomel and *Quercus canariensis* Willd. It's keeping with the research on the understanding of the factors ruling the cambial activity of the Algerian main forested species. The results obtained show that the defoliation influences the growth in diameter of the seedling even at weak rates of defoliation (25%). The losses of increment are quite important; they fluctuate between 25% and 48% and vary in a significant way from one species to another and from one defoliation level to another. *Quercus canariensis* appears more sensitive to this factor; it engenders weak increases in diameter. In all cases, the experimentation shows that the leaf area plays a determinant role in the process of the cambial activity.

Keys words: *Quercus afares* Pomel, *Quercus canariensis* Willd, defoliation, radial growth, leaf area, seedling.

BIBLIOGRAPHIE

Acherar M., Rambal S. & Lepart J., 1991. Evolution du potentiel hydrique foliaire et de la conductance stomatique de chênes méditerranéens lors d'une période de dessèchement. *Ann. Sci. For.* 48: 561-573.
Acherar M. & **Rambal S.**, 1992. Comparative water relations of four Mediterranean oak species. *Vegetatio* 99-100: 177-184.
Alatou D., 1990. Recherche sur le déterminisme de la croissance rythmique des chênes (*Quercus pedunculata* Ehrh.,

Quercus mirbeki Durieu, *Quercus suber* L.): Etude morphologique, biochimique et écophysiological. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Naturelles, Univ. de Constantine, Inst. des Sci. de la Nat. 110 p.
Atek M., 1997. Influence de l'apport en eau sur la croissance en hauteur et en diamètre de *Quercus canariensis* Willd. et de *Quercus afares* Pomel au stade juvénile. Thèse d'ingénieur, Univ. de Tizi-ouzou, Inst. de Biologie. 55 p.

Belmiloud N. & **Bey N.**, 1989. Contribution à l'étude comparative de la démographie et de la croissance de chênes en pépinières (*Quercus afares* Pomel, *Quercus faginea* Willd. et *Quercus suber* L.). Mémoire de D.E.S en bio. et physi. vég. Univ. de Tizi-ouzou. 49 p.

Becker M., 1987. Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologique. *Ann. Sci. For.* 44 (4) :379-528.

Becker M., **Braeker OU.**, **Kenk G.**, **Schneider O.** & **Schweingruber FM.**, 1990. Aspects des houppiers et croissance des arbres au cours des dernières décennies dans la région frontalière d'Allemagne, de France et de Suisse. *Rev. For. Fr.*, XLII (3) :284-300.

Bert GD., 1988. Etude dendroéco-logique du dépérissement du sapin (*Abies alba* Mill.) dans le Jura. D.E.A. Bio. Vég. et Forest, Univ. Nancy I, INRA- CNRF. 60 p + Annexe.

Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du nord. Ed. la maison rustique, Paris. 575p.

Box GFP. & **Jenkins GM.**, 1970. Time Serie Analysis : Forecasting and Control Holden Day, San Francisco, USA. 575 p.

Cabanettes A., **Courcier F.**, **Meredieu C.** & **Trichet P.**, 1995. Facteurs et expression du polycyclisme juvénile chez le chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra* L.) planté en conditions naturelles. *Ann. Sc. For.* 52: 489-506.

- Dominguez C.A. & Dirzo R.**, 1994. Effects of defoliation on *Erythroxylum havanense* a tropical proleptic species. *Ecology* 75 (7): 1896-1902.
- Dumerle P.**, 1988. Quelques problèmes de diagnostic posés par les insectes défoliateurs forestiers. *Rev. For. Fr.* N° spécial, diagnostic en forêt 118-123.
- Gracia Alonso C.A.**, 1992 - Inventari ecológic i forestal de Catalunya: Mètodes. CREA. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, 104 p.
- Grison P.**, 1972. Observations sur l'impact des insectes défoliateurs sur la productivité primaire, in: Productivité des écosystèmes forestiers. Actes du colloque de Bruxelles, Collection, *Ecologie et conservation*, 4: 369-375.
- Heller R., Esnault R. & Lance C.**, 1975. Physiologie végétale 2: développement, 5^{ème} édit. Masson. 315 p.
- Joly R.**, 1970. Action des déprédations dues aux insectes défoliateurs sur le pin maritime. *Rev. For. Fr.* 22, n° spécial, la lutte biologique en forêt: 205-210.
- Laurent-Hervouet N.**, 1986. Mesure des pertes de croissance radiale sur quelques espèces de *pinus dues* à deux défoliateurs forestiers. I. Cas de la processionnaire du pin en région méditerranéenne. *Ann. Sci. For.* 43(2) : 239-262.
- Khous M.G. & Gachi M.**, 1996. Les problèmes entomologiques de nos forêts. *Rev. For. Algérienne*, 1: 11- 13.
- Kremer A.**, 1986. Méthodes et stratégies de sélection. *Rev. For. Fr.* XXXVIII, N° spécial: 89-100.
- Malphettes C.B.**, 1987. La nuisibilité des défoliateurs. *Phytoma* N° 393: 43-47.
- Messaoudène M.**, 1989. Dendroécologie et productivité de *Quercus afares* Pomel et *Quercus canariensis* Willd. dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de Béni-Ghobri en Algérie. Thèse de Doct. Sci., Univ. Aix-Marseille III. 123 p.
- Messaoudène M. & Tessier L.**, 1997. Relation cerne-climat dans les peuplements de *Quercus afares* Pomel et *Quercus canariensis* Willd. en Algérie. *Ann. Sci. For.* 54: 347-358.
- Old KM., Gibbs R., Craig I., Myers B.J. & Yuan ZQ.**, 1990. Effet of drought and defoliation on the susceptibility of Eucalypts to Cankers caused by *Endothia gyrosa* and *Botryosphaeria ribis*. *Aust. J. Bot.* 38 : 571-581.
- Oudjiane A.**, 1996 - Contribution à l'étude du comportement hydrique estival chez le chêne zéen (*Quercus faginea* Willd.) et le chêne afares (*Quercus afares* Pomel) dans la forêt de l'Akfadou (Kabylie). Thèse de Magister, Univ. de Tizi-Ouzou, Inst. Bio. Vég. 70 p.
- Planchais I. & Pontailier J.Y.**, 1997. Application d'un modèle de pénétration de la lumière à une plantation de hêtre avec abri latéral. *Ann. Sci. For.* 54: 243-260.
- Roussel L.**, 1976. Photosynthèse et croissance des arbres et des peuplements forestiers. *Rev. Bois et forêts des tropiques*, N°169 : 51-64.
- Safou O.**, 1989. Etude taxonomique de quelques espèces de chênes (*Quercus* L.) du bassin méditerranéen occidental. Thèse de Doct. en Sci. Univ. Paul Sabatier de Toulouse. 104 p.
- Sababdjji M.**, 1997. Contribution à l'étude des pertes de croissance de *cedrus atlantica* Mannetti suite aux attaques de la processionnaire du pin: *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. Thèse de Magister, INA El-Harrach (Alger). 116 p.
- Steinmetz G.**, 1986. Le choix des provenances et le classement des peuplements porte-graines. *Rev. For. Fr.* XXXVIII, N° spécial : 69-73.
- Van Hees A.F.M.**, 1997. Growth and morphology of pedunculate Oak (*Q. robur* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. *Ann. Sci. For.* 54: 9-18.