

Le pâturage et le feu prescrit, des outils efficaces dans l'aménagement des forêts méditerranéennes du groupe pin d'Alep

Liacos L.

Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne

Paris : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I

1986

pages 179-199

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010862>

To cite this article / Pour citer cet article

Liacos L. **Le pâturage et le feu prescrit, des outils efficaces dans l'aménagement des forêts méditerranéennes du groupe pin d'Alep.** *Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne.* Paris : CIHEAM, 1986. p. 179-199 (Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1986-I)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Le pâturage et le feu prescrit, des outils efficaces dans l'aménagement des forêts méditerranéennes du groupe Pin d'Alep

Léonidas Liacos

Professeur
Aristotelion University of Thessaloniki
Thessaloniki (GREECE)

Mots-clés : Pin d'Alep. Pin brutia. Pâturage en forêt. Feu prescrit.

RESUME

Des recherches d'application du feu prescrit afin de consommer la biomasse riche non décomposée de pin brutia et de pin d'Alep, ont démontré l'efficacité ainsi que son utilisation, dans un aménagement intensif des forêts en question.

Les bénéfices de l'application du feu prescrit en combinaison avec l'exercice d'un pâturage rationnel du bétail sont bien considérables. Parmi les plus importants on trouve :

- a. L'augmentation de l'accroissement par unité de surface.
- b. L'augmentation de l'accroissement du volume sur pied.
- c. L'amélioration de la qualité du bois.
- d. Le raccourcissement de la rotation.
- e. L'amélioration des conditions de décomposition.
- f. L'élimination, presque, du risque d'incendies.
- g. Une production secondaire (fourrage) importante.

ABSTRACT LIVESTOCK GRAZING AND FIRE

The author makes first a brief analysis of the main characteristics of the pine forest ecosystem of the group *Pinus halepensis* and of the functional effect of the livestock grazing and the fire. Then he shows that the application in that kind of forests of the traditional silvicultural technique developed and used in mid-european forests has no value and it is inefficient for a good management of mediterranean forests of Aleppo and brutia pine.

Experiments carried-on in Greece in brutia and Aleppo pine stands have proved that prescribed burning of understory vegetation is very effective for its control, and that Aleppo pine group species stand very well the fire.

The control of understory vegetation by rationally practiced grazing and in case needed, the use of prescribed burning give to the silviculturists the possibility of applying intensive management with proper thinnings.

The benefits of such a treatment, proved by the experimental work, are :

- a) Increase of forest increment by surface and of standing capital.
- b) Improvement of the quality of timber produced.
- c) Reduction of rotation time.
- d) Improvement of the activity of decomposers and of nutrients cycling.
- e) Good regeneration of the stand.
- f) Limitation if not complete elimination of wild fire hazard.
- g) Considerable secondary production from livestock grazing that some time could be greater (in value) than the principal-one.
- h) Possibility of intensifying the management of forests by mineral fertilization.
- i) Improvement of forest recreation conditions.

1. Il est bien évident que par l'aménagement rationnel d'une forêt on a comme but principal le maximum en quantité et en qualité de la production du bois -maximum de la production nette de l'écosystème- en assurant en même temps le plus haut rendement en produits secondaires et la meilleure qualité des services que l'homme doit attendre par sa gestion rationnelle (but multiple).

2. Dans chaque écosystème forestier particulier, il y a un ou plusieurs facteurs qui jouent un rôle dominant ou même limitant de son fonctionnement. La manipulation propre de ces facteurs, qui finalement déterminent la grandeur de la production, constitue, ou au moins doit constituer, la préoccupation principale des aménageurs forestiers. Dans le cas des forêts méditerranéennes du groupe *Pinus halepensis*, le facteur limitant est l'eau (humidité disponible du sol). Il faut donc, que leur traitement assure aux arbres de pin destinés à la production de bois le maximum possible d'eau, chargée avec la meilleure quantité de substances nutritives pendant la plus longue partie de la période d'activité végétative des plantes.

3. Sous cet effet limitant de l'eau, la possibilité principale d'augmenter au maximum la production du bois dépend de l'élimination de la compétition (concurrence en eau ainsi qu'en substances nutritives) de la part de toute autre végétation envers les arbres "élites" du peuplement. C'est ainsi qu'il faut considérer comme absolument *indésirable* le sous-étage arbus tif et herbacé, poussant luxurieusement dans les pineraies du groupe de pin d'Alep (fig. 1 et tableau 1), ainsi que les individus de pins en excès de la densité propre par unité de surface (densité en absence de compétition) et dont la coupe-éclaircies, en temps indiquée, couvre au moins les frais de leur exploitation.

4. La technique sylvicole développée pour les forêts centre-européennes, appliquée à l'aménagement des forêts méditerranéennes en question, d'après laquelle il faut maintenir le peuplement dense en excluant tout pâturage du bétail afin de : (a) contrôler le sous-étage, (b) obtenir l'élagage naturel, (c) accélérer la décomposition de la litière, (d) assurer la régénération naturelle des peuplements, n'a pas donné les résultats espérés (fig. 1, 2, 3, 4). Par contre, cette tech-

Tableau 1

Biomasse du sous-étage dans des peuplements naturels de pin d'Alep et de pin brutia

Espèce	Région	Caractéristiques des peuplements			Biomasse du sous-étage poids sec - ton/ha			
		Age ans	Densité tiges/ha	Densité de la cime	Feuilles et herbes	Branches fines d 1cm.	Branches grosses d 1cm.	Total
P. halepensis	île Eubée	30	1.100	0,9	9,51	5,67	4,65	19,83
P. brutia	île Thassos	70	760	0,9-1,0	10,20	5,60	8,50	24,30

Figure 1. Peuplement naturel de pin brutia à l'île Thassos d'un âge supérieur à 70 ans avec un sous-étage assez riche.



Figure 2. L'élagage naturel est presque impossible dans les forêts de pin brutia.



Figure 3. De la litière accumulée non décomposée en forêt de pin brutia.

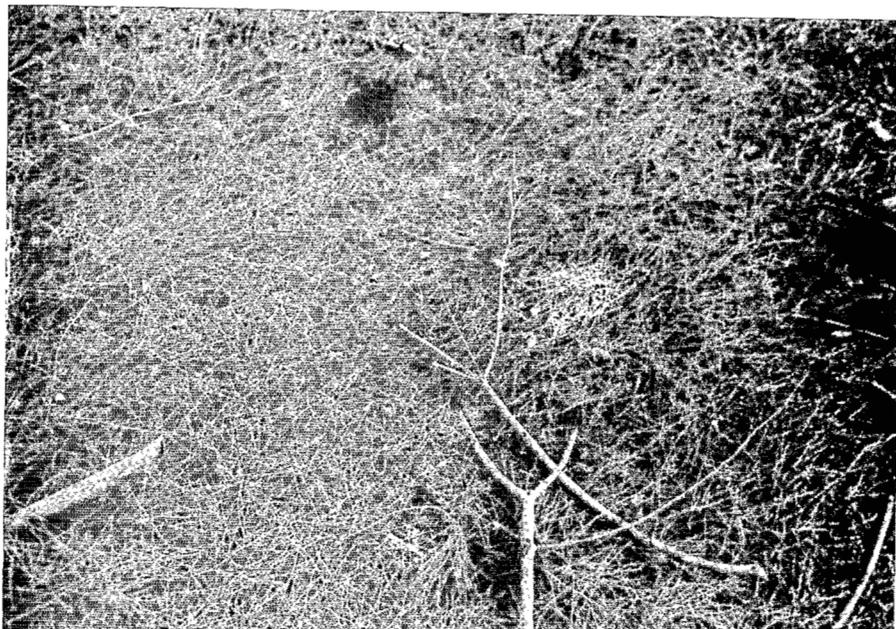


Figure 4. La régénération naturelle est nulle en forêt de pin brutia sous des conditions de concurrence sévère.



nique a aggravé l'état économique de l'entreprise forestière par l'augmentation considérable du danger des incendies, qui en dehors de la destruction chaque année de belles forêts en grandes étendues, cause des dépenses extraordinaires par une organisation gigantesque de lutte contre les incendies (avions, pompes, machines lourdes, personnel etc.).

5. La raison principale de l'échec de la technique traditionnelle réside, à mon avis, sur le fait qu'elle amène à une limitation et quelquefois même à l'élimination de l'activité des organismes de décomposition dans l'écosystème. C'est ainsi que n'a pas lieu un bon élagage et une décomposition satisfaisante de la litière, et par conséquent il en résulte un retardement de la circulation des substances nutritives, qui amène à une productivité réduite de l'écosystème. Cette activité limitée des organismes de décomposition doit être expliquée par le fait que l'humidité du sol est presque totalement épuisée avant que la température monte au niveau favorable.

6. Il est utile à ce propos de dire quelques mots de l'effet du pâturage ainsi que du feu (pas des incendies) pour le fonctionnement de l'écosystème des pineraies méditerranéennes. Il est bien évident que par

le broutage de la végétation du sous-étage par les animaux, la phytomasse consommée se décompose beaucoup plus facilement, se transformant dans des tissus d'animaux et leurs excréments qui se décomposent plus facilement. C'est ainsi que les herbivores contribuent au recyclage et à une circulation plus rapide des éléments nutritifs, et par conséquent à une productivité plus élevée de l'écosystème. Dans le cas où les organismes de décomposition et les herbivores ne peuvent pas compléter la décomposition de cette phytomasse qui sera accumulée sur la surface du sol, c'est le feu qui va la liquider, et assurer ainsi le fonctionnement de l'écosystème. Des phénomènes analogues ont été constatés aussi dans le cas des écosystèmes forestiers des zones nordiques, dans lesquels le facteur limitant de l'activité des organismes de décomposition sont les basses températures. Certes, cet effet bienfaisant du pâturage et du feu dans le fonctionnement de l'écosystème des pineraies méditerranéennes a été complètement annulé et même compensé pendant des siècles dans le passé lors de l'évolution de l'économie rurale par l'effet négatif et même catastrophique d'un pâturage irrationnel et hostile envers la forêt en général, et d'un feu très chaud s'éclatant régulièrement après une accumulation considérable du combustible très inflam-

mable sur la surface du sol. C'est ainsi que pour le forestier méditerranéen le pâturage et le feu constituent les deux ennemis principaux, "le Diable", des forêts méditerranéennes. Donc, pour parler à des forestiers méditerranéens du pâturage et du feu comme des outils efficaces pour l'aménagement rationnel des forêts, il faut s'appuyer sur des données bien solides, et démontrer l'intérêt économique de ce genre de traitement.

7. En Grèce, toute une série de placettes d'expérimentation ont été établies dans des peuplements de pin brutia d'abord et de pin d'Alep ensuite depuis 1967, afin de trouver sur quelle mesure la consommation de la végétation du sous-étage des forêts en question par l'exercice du pâturage et le feu prescrit est possible et bénéfique pour l'économie de la forêt. L'hypothèse générale faite dans cette tâche expérimentale était la suivante :

"Si on pouvait contrôler le sous-étage dans les forêts du groupe de *Pinus halepensis* on pourrait donner la possibilité d'appliquer un aménagement intense afin d'obtenir le maximum de leur productivité".

Se basant sur cette hypothèse générale, on a admis dès le début que la possibilité de substituer la végétation arbustive du sous-étage par une végétation herbacée, faciliterait bien considérablement le problè-

me. Car, le contrôle d'une végétation herbacée par l'exercice du pâturage est beaucoup plus facile, et les profits pour la production ainsi que pour la protection (incendies) de la forêt sont plus appréciables.

8. Il est bien connu, et cela a été cité plus haut, que le sous-étage des forêts du groupe de pin d'Alep, soumises à une protection absolue, est principalement constitué de plantes arbustives, bâties d'une façon dense jusqu'à une hauteur de plus de 3 m. quelquefois (tiges, feuillage) et chargé d'aiguilles avec une structure de la biomasse morte et vivante idéale pour son inflammation. La possibilité de la consommation d'un tel sous-étage et sa conversion à une pelouse par le pâturage du bétail est nulle. C'est ainsi qu'on doit faire appel d'abord au feu prescrit pour l'abaisser et le substituer par une végétation basse de rejets. Une fois que ce sous-étage dense et haut est devenu bas avec un feuillage tendre et palatable, son contrôle par l'exercice du pâturage est plus ou moins facile.

C'est exactement cette technique qui a été utilisée dans les placettes d'expérimentation qu'on vient de mentionner.

Plus précisément, dans un peuplement naturel de *Pinus brutia* à l'île Thassos âgé de plus de 70 ans, qui a été mis sous protection absolue (pâturage, coupes)

Figure 5. La placette d'expérimentation de pin brutia après l'application du feu.



Figure 6. La même placette de la fig. 5 avec la biomasse du sous-étage parfaitement bâtie pour le feu. (voir aussi fig. 1).

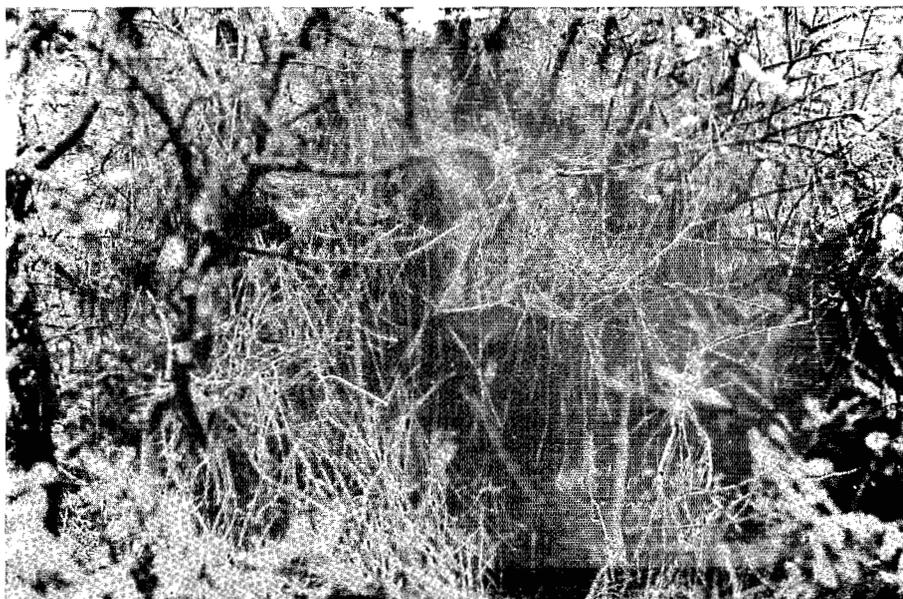
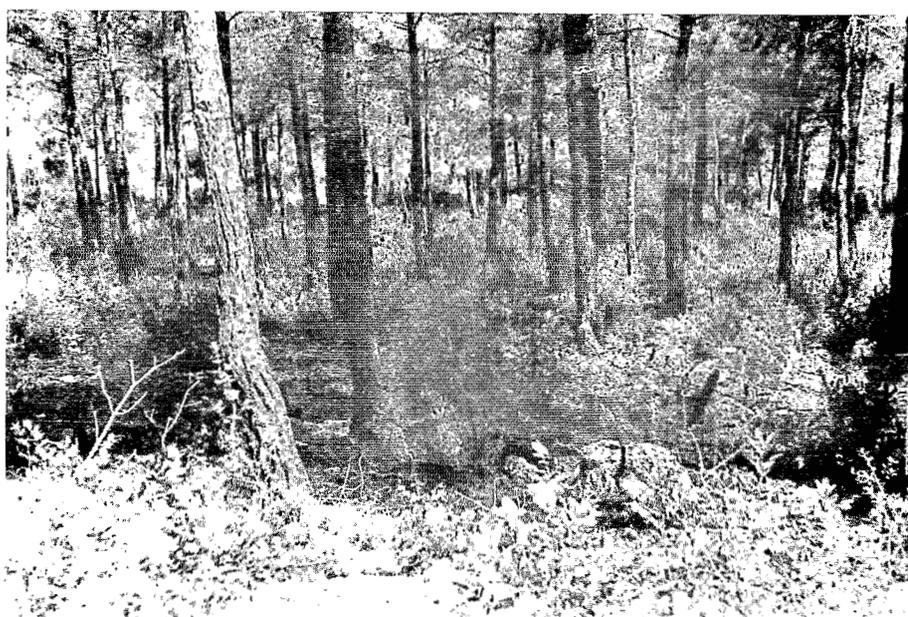


Figure 7. La placette de la figure 1, 5 et 6, deux ans après le 2ème feu.



pour les 15 dernières années afin d'obtenir sa régénération naturelle (la régénération n'était pas obtenue, fig. 4), on a d'abord procédé à une éclaircie relativement forte et à l'élagage des arbres laissés. Au mois de janvier on a mis le feu, qui a consommé la majeure partie de la biomasse du sous-étage et des débris de l'éclaircie et de l'élagage. Le résultat est démontré dans la figure 5 en comparaison avec la figure 6. Deux ans après on a mis le feu une seconde fois, et le résultat est donné dans la figure 7. Il est bien évident que le feu prescrit constitue un moyen efficace pour la conversion du sous-étage haut et dense à une végétation basse de rejets et de plantes herbacées accessibles au bétail.

Dans un autre essai de nature plutôt démonstrative dans un peuplement naturel de pin d'Alep à l'île Eubée et d'un âge de 45 ans environ, on a procédé à peu près aux mêmes interventions de préparation, et au mois d'avril 1984 on a mis le feu et ensuite on a semé des graines de plantes fourragères sur la centre. Les résultats sont démontrés dans les figures 8 et 9 ainsi qu'au tableau 2.

Dans le premier cas du pin brutia on n'a pas pu pâturer après le feu en raison des règles administratives très strictes. Par contre, dans le cas du pin d'Alep le pâturage des chèvres a été pratiqué après l'installation des plantes herbacées semées et la poussée des rejets des arbustes.

Par ces deux essais il a été aussi démontré que les arbres de pin brutia et d'Alep peuvent bien supporter l'effet du feu, mis sous des conditions précises d'humidité du combustible, de l'air et du sol, de la température à l'air, ainsi que de la vitesse du vent. Le diagramme de la fig. 10 donne la combinaison des conditions ci-dessus sous laquelle le feu peut être efficace sans risquer des dégâts au peuplement et au sol.

9. Dans un troisième essai dans un peuplement artificiel de *Pinus brutia*, situé dans la zone bioclimatique subhumide (classification d'Emberger), dessiné

d'une façon plus minutieuse, on a tâché de chercher et trouver, comme on le supposait, s'il y a des bénéfices et lesquels d'un tel traitement en faveur de l'entreprise forestière.

Trois placettes de 0,1 ha chacune avec une zone périphérique de sécurité de 5 m de largeur ont été sélectionnées en 1967 dans une parcelle homogène de 30 ans, mise chacune sous différents traitements.

Une placette a été fortement éclaircie plusieurs fois et proprement élaguée. Après chaque éclaircie on appliquait le feu prescrit, suivi quelquefois par un ensemencement de plantes fourragères (*placette A*).

Une seconde placette a été traitée d'après les principes de la sylviculture traditionnelle : coupe des arbres dominés et maintien de la densité pour étouffer le sous-étage, obtenir des fûts droits et l'élagage naturel, accélérer la décomposition de la litière etc. (*placette B*).

Une troisième placette a été laissée sans aucune intervention comme témoin (*placette C*).

Sur le tableau 3 sont données quelques caractéristiques du capital sur pied lors de l'installation des placettes, ainsi qu'au fur et à mesure qu'on procédait au traitement prévu pour chaque placette. C'est ainsi qu'à présent dans la placette A' on a 250 arbres/ha, à la placette B' 560 arb/ha, et à la placette C' 990 arb./ha. Cela donne une idée bien claire de l'intensité des éclaircies à la placette A' en comparaison avec la placette B'. Le nombre de tiges dans la placette C' diminuait progressivement en raison de la mort des arbres, due au fait de la concurrence développée entre les arbres de pin avec le progrès de l'âge du peuplement. La capacité de charge en biomasse dans chaque écosystème est définie par la station.

Il faut noter ici, que le peuplement de pin brutia dans lequel on a installé les placettes d'expérimentation était déjà surchargé dès le début (voir fig. 11). Comme on peut constater sur le disque de la figure 10 la compétition entre les arbres de pin avait commencé à peu près 15 ans avant. Cela montre qu'il fallait pro-

Tableau 2

Biomasse du sous-étage de pin d'Alep avant et après l'application du feu prescrit

Sous-étage	Biomasse sèche en ton/ha			
	Feuilles herbes	Branches de d < 1 cm	Branches de d > 1 cm	Total
Avant le feu	12,6	9,6	16,1	38,3
Après le feu	1,0	2,0	11,3	14,3
Consommé	11,6	7,6	4,8	24,0

Figure 8. Placette de démonstration en forêt naturelle de pin d'Alep avant toute intervention (a) et après l'éclaircie et l'élagage artificiel.

a



b



Figure 9. La même placette après le feu ; vue générale (a) et vue de près (b).

a



b

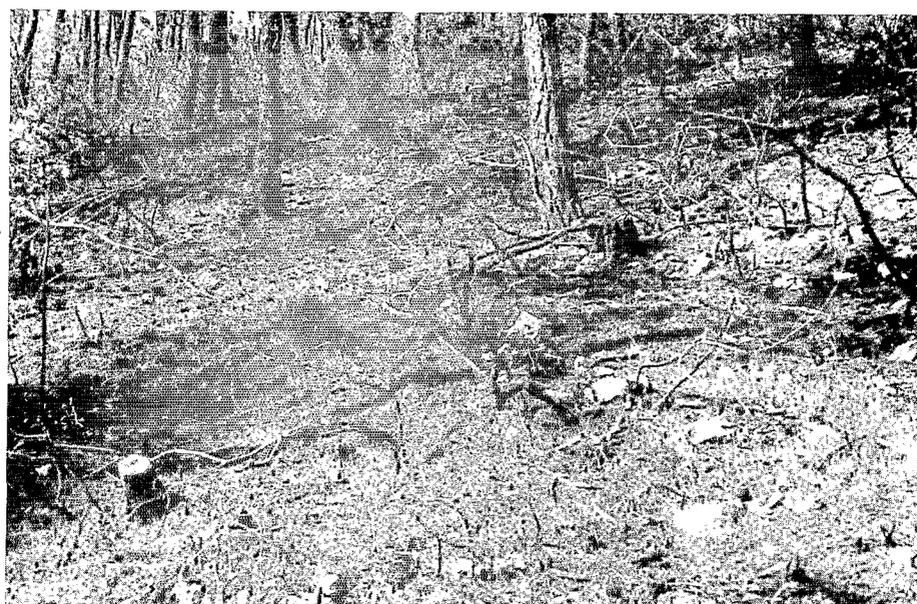


Figure 10. Diagramme de prescription des elements du risque de feu pour determiner quand on doit mettre le feu. Il ne faut pas bruler si la temperature de l'air est superieure de 12° C et inferieure de -5°C.

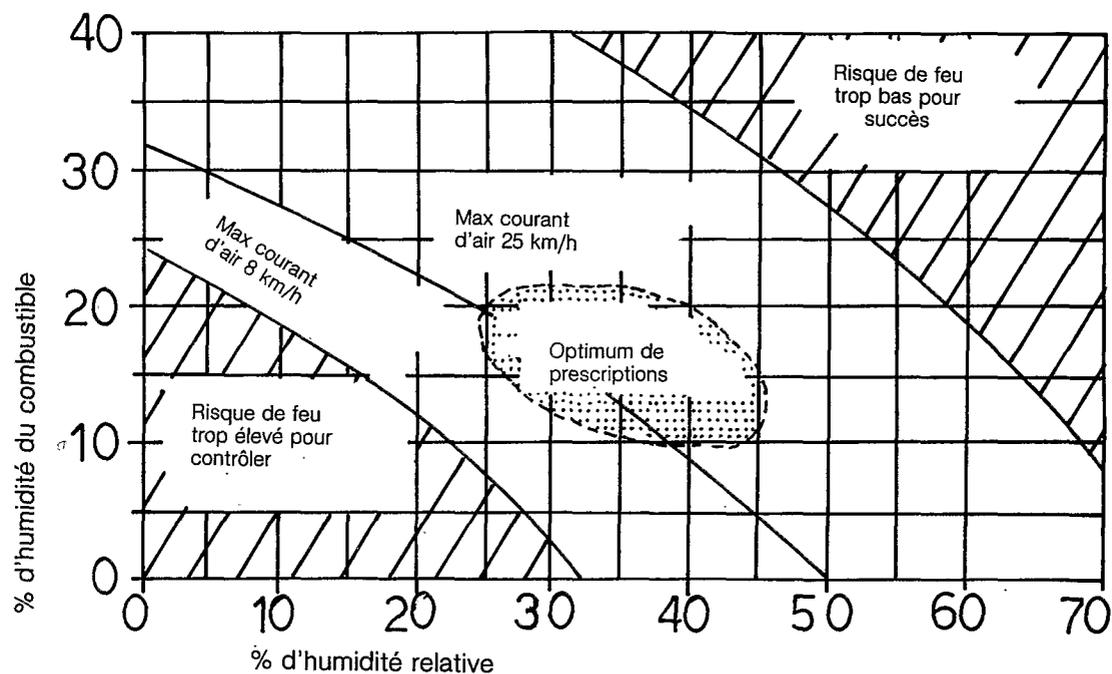
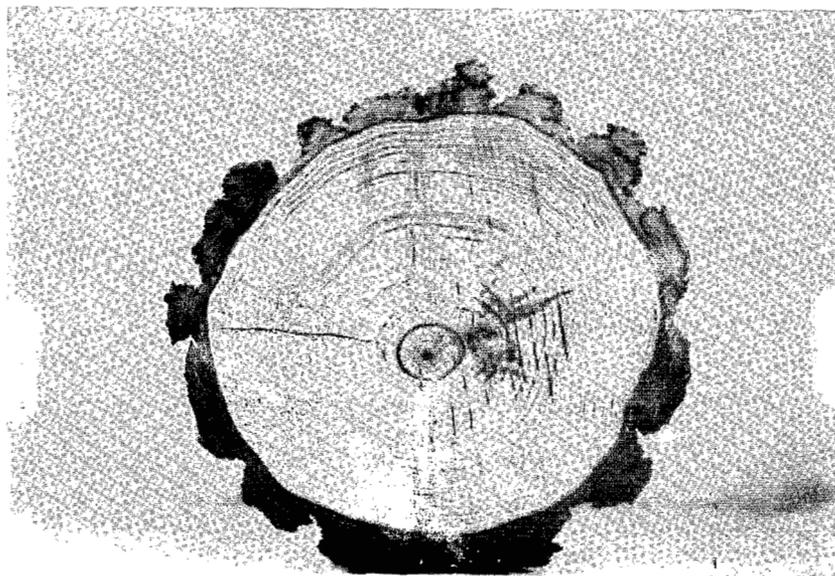


Tableau 3

Nombre de tiges, volume sur pied, volume récolté

Placettes	Nombre de tiges/ha					Volume sur pied m³/ha					Volume récolté m³/ha				
	1969	1972	1976	1982	à 1983	1969	1972	1976	1982	à 1983		1972	1976	1982	à 1983
A	1070	390	280	250	250	205,3	123,6	112,8	149,6	156,0	42,5	129,8	177,5	190,8	190,8
B	760	700	700	600	560	193,4	215,6	266,1	289,2	285,3	15,2	15,2	15,2	32,7	38,2
C	1370	1210	1210	1090	990	179,3	187,6	243,3	256,2	244,2					

Figure 11. Disque de l'arbre moyen des placettes d'expérimentation de pin brutia de 30 ans. La dépression du peuplement pendant les derniers 15 ans est évidente.



céder aux éclaircies 15 ans avant pour éviter la dépression du peuplement, qui entre autres, a provoqué une réaction lente et non satisfaisante des arbres laissés dans les éclaircies tardives.

10. Cette expérimentation suivie maintenant depuis 16 ans (1967-84) a bien clairement démontré qu'on peut contrôler le sous-étage par le feu prescrit et ensuite par le pâturage du bétail. Un pâturage pratiqué rationnellement et supporté par les propres actions du forestier (ensemencement des plantes herbacées, choix des espèces propres d'animaux, intensité et temps d'exercice du pâturage, etc.) peut amener à une substitution du sous-étage arbustif par une pelouse herbacée. Une fois que le sous-étage de la forêt est constitué de plantes herbacées, son contrôle peut être bien assuré seulement par l'exercice d'un pâturage rationnel. C'est le cas p. ex. des forêts de chêne-liège au Maroc, pâturées sous contrôle par le mouton ⁽²⁸⁾. Ainsi, le forestier aménageur libéré de la menace d'un éclatement du sous-étage, peut procéder aux travaux nécessaires (nettoyements, éclaircies, etc) et maintenir le peuplement à une densité convenable, éliminant presque la compétition entre les arbres, pour amener ainsi la forêt à sa productivité maximum.

11. Les bénéfices d'un tel traitement intense des forêts du groupe de pin d'Alep sont très appréciables.

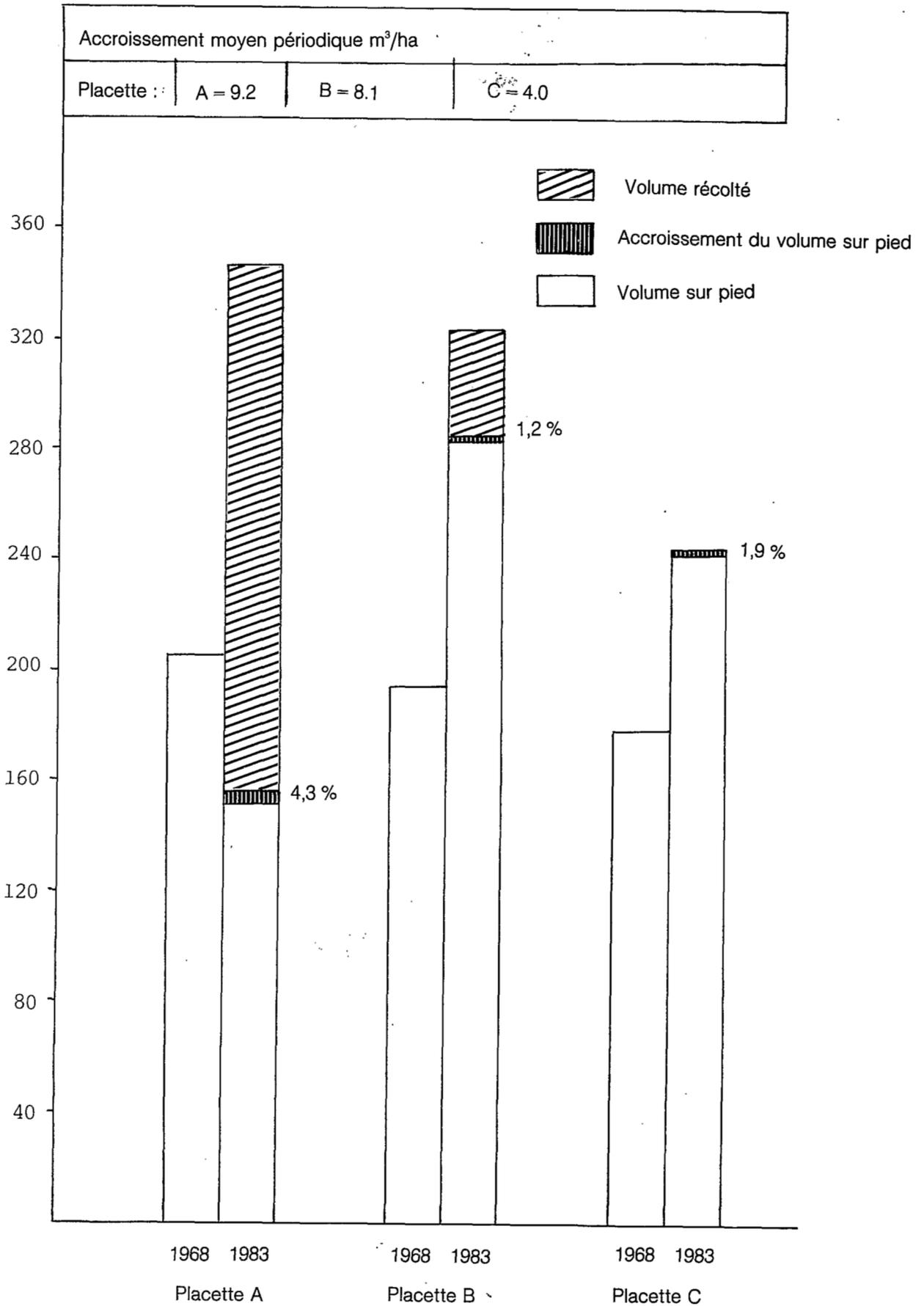
Les expériences ci-dessus mentionnées ont amené aux résultats ci-dessous :

a) *Augmentation de l'accroissement par unité de surface* : Dans la placette A', traitée d'après la méthode préconisée on est arrivé après des éclaircies successives à une densité de tiges de 280/ha à l'âge de 40 ans (à présent à l'âge de 45 ans la densité est de 250/ha) tandis que dans la placette B' elle était de 780/ha (à présent elle est de 560/ha). Le Facteur de Concurrence des Cimes calculé était de 96,7 et 186,7 respectivement. Cela montre que la densité du peuplement à la placette A' était presque la propre (F.C.C. 100). Par contre à la parcelle B' (traitée d'après la sylviculture traditionnelle) elle était trop élevée, c'est-à-dire qu'il y a une compétition intense entre les arbres, chose qui a causé des pertes de métabolisme excessives aux dépens de la production nette de bois. C'est ainsi que l'accroissement par unité de surface était plus élevé à la parcelle A' (9,2 m³/ha) qu'à la placette B' (8,1 m³/ha) comme on peut voir à la figure 12. A la placette C il était de 4,0 m³/ha.

Des expériences analogues faites en France par J. Parde ⁽²⁷⁾ dans un peuplement artificiel de pin d'Alep, ont montré qu'à l'âge de 40 ans la propre densité était de 390 tiges/ha.

b) *Augmentation de l'accroissement du volume sur*

Figure 12. Volume sur pied, récolté, et accroissement par unité de surface et du volume sur pied.



piéd : L'opération forestière, comme toute autre entreprise, s'intéresse à augmenter au maximum l'intérêt produit par le capital de bois engagé. Dans la placette A cet intérêt a été de l'ordre de 4,3%, tandis qu'à la placette B il était de 1,2% (fig. 12).

c) *Amélioration de la qualité du bois produit* : Etant donné que le nombre de tiges/ha est à peu près 2 fois inférieur à la placette A qu'à la B, que de plus l'accroissement par unité de surface est plus élevé à la A qu'à la B, il en résulte que l'accroissement des arbres en diamètre est plus élevé dans la placette A qu'à la B. Par conséquent, la qualité du bois ainsi produit est meilleure. Le diagramme de la figure 13 montre l'augmentation supérieure en diamètre de la tige moyenne à la placette A. (voir aussi fig. 14).

Ici, on doit se référer au problème de la densité du peuplement dès le début, c'est-à-dire de sa régénération naturelle ou artificielle ou même en cas de reboisement.

Il est bien clair de nos jours, que les dépressages des plantations ainsi que l'exécution des éclaircies qui ne donnent pas de produits commerciaux couvrant au moins les frais d'abattage, ne se font plus. Ce matériel reste sur place et constitue non seulement du combustible idéal pour l'éclatement des incendies, mais aussi des pertes considérables de l'activité de l'écosystème, et en cas de reboisement en plus des frais considérables de plantation sans rapport. Il serait, donc, préférable d'avoir dès le début une telle densité (espacement) qu'on pourrait récolter dès la première éclaircie nécessaire -pour éviter la concurrence entre les arbres- des produits commerciaux. Dans le cas des pins du groupe halepensis, cette densité des tiges paraît ne devoir dépasser les 1 100 tiges/ha ; c'est-à-dire l'espacement 3x3 m. Sans doute, l'application de cette technique dépend de la possibilité de contrôle du sous-étage. Certes, le pâturage et le cas échéant le feu prescrit, donnent la meilleure solution ; ainsi, toute activité productrice de l'écosystème s'investe aux produits utilisables (bois, fourrage). Certes, pour arriver à la pratique de cette technique, il reste encore beaucoup de travail.

d) *Réduction de la rotation* : On sait bien qu'un des inconvénients de l'opération forestière est la longue durée d'attente pour liquider la production annuelle ; c'est-à-dire, la longue rotation. D'après les données ci-dessus, il est évident que la rotation des forêts du groupe de pin d'Alep, qui à présent est supérieure à 70 ans, peut être réduite considérablement. La figure 11 montre que l'accroissement moyen par diamètre peut être maintenu à plus de 1 cm et par conséquent la rotation pourrait être abaissée au moins à 40-45 ans.

e) *Amélioration des conditions de décomposition* : L'activité des organismes de décomposition, dont l'importance est bien reconnue, n'est pas satisfaisan-

te dans des peuplements denses et avec un sous-étage riche (fig. 1, 2, 3). Les facteurs négatifs sont principalement, à mon avis : (a) L'épuisement précoce de l'humidité du sol et de la biomasse morte avant que la température soit suffisamment élevée. (b) L'acidité du sol qui est la règle sous les peuplements denses de résineux.

Quant à l'activité microbienne du sol (activité des organismes de décomposition) on a mesuré la respiration du sol, dont les résultats sont indiqués sur la figure 15. Bien que les différences n'aient pas été grandes, on doit admettre qu'il y a une amélioration dans la placette A. Certes, à l'amélioration de l'activité microbienne dans le sol, a aussi contribué le fait que l'épuisement de l'humidité du sol a été retardé dans la placette A (pas de compétition comme on peut le voir sur le diagramme de la figure 16, qui donne les résultats des mesures du potentiel hydrique des feuilles faites en 1982, 1983 et 1984).

f) *Régénération naturelle assurée* : Des mesures faites ont démontré que la régénération naturelle du peuplement était bien satisfaisante à la placette A, tandis que dans les deux autres on a constaté seulement des plantes d'un an, qui se desséchaient lors de la deuxième année. Le tableau 4 donne les mesures faites.

Tableau 4

Nombre de semis observés dans les trois placettes

Placettes	Nombre de semis	
	d' un an	de deux ans
A	20	15
B	16	1
C	23	0

Certes, quand on parle de la régénération naturelle d'un peuplement de pin, soumis au parcours du bétail, il faut reconnaître les difficultés presque insurmontables. Cependant, des expériences faites ailleurs ont montré qu'avec un plan de pâturage rationnel bien organisé et appliqué on peut éliminer tout dégât.

g) *Élimination presque complète des incendies* : On sait bien que dans la région méditerranéenne presque la totalité des incendies commencent par l'inflammation du combustible accumulé sur la surface du sol, c'est-à-dire du sous-étage dans notre cas. Mais, avec l'exercice d'un pâturage rationnel et si nécessaire avec l'application du feu prescrit, on peut complètement éliminer toute accumulation de combustible sur la surface du sol (fig.9) et presque éliminer ainsi le danger des incendies.

Figure 13. Variation du diamètre moyen à 1.30 m.

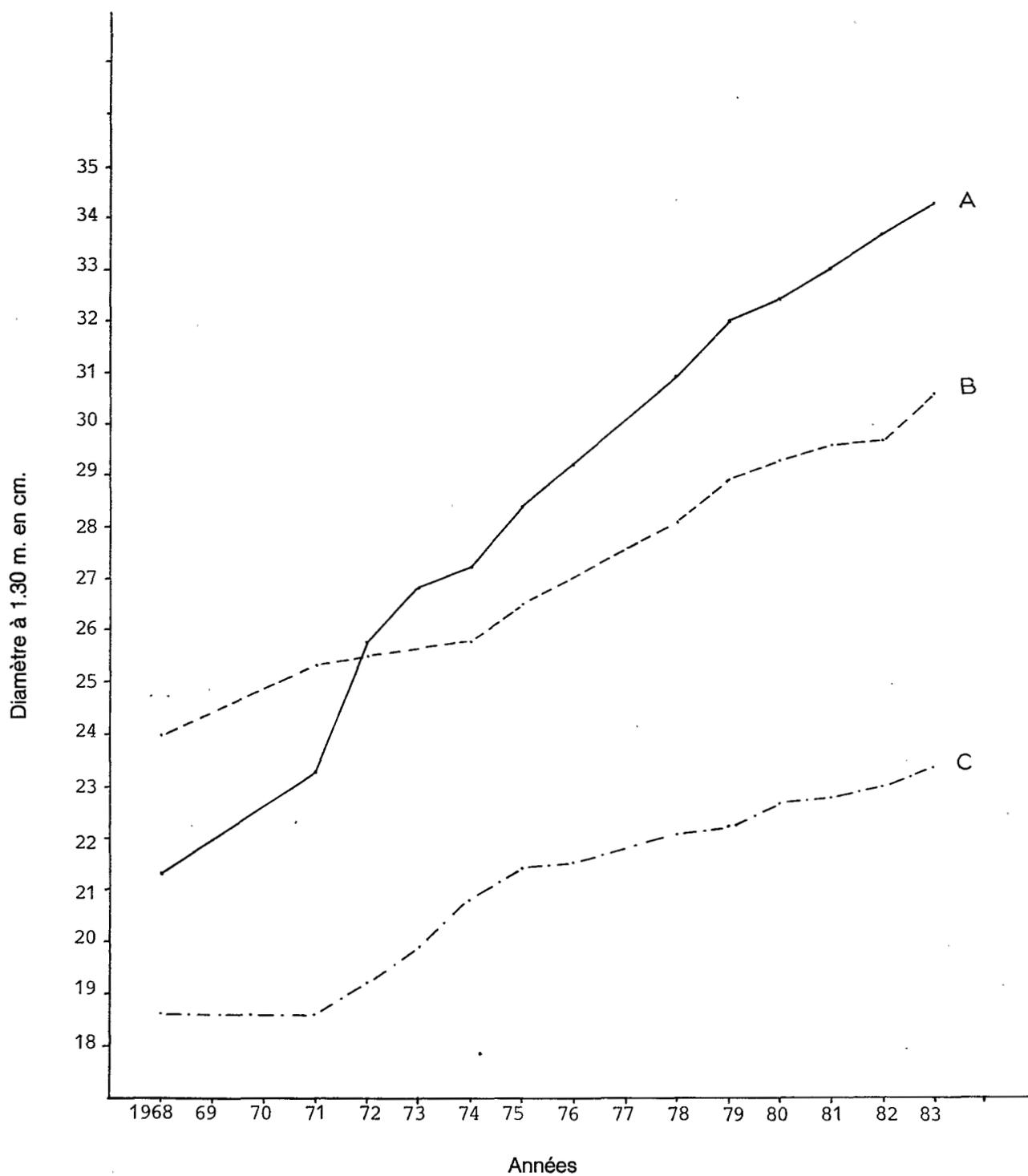


Figure 14. Placette de pin brutia traitée intensivement. Des troncs à diamètre plus grands en comparaison des arbres des autres placettes avec une pelouse herbacée sur le sol.



Figure 15. Respiration du sol. Moyenne des mesures faites en 1982, 1983 et 1984.

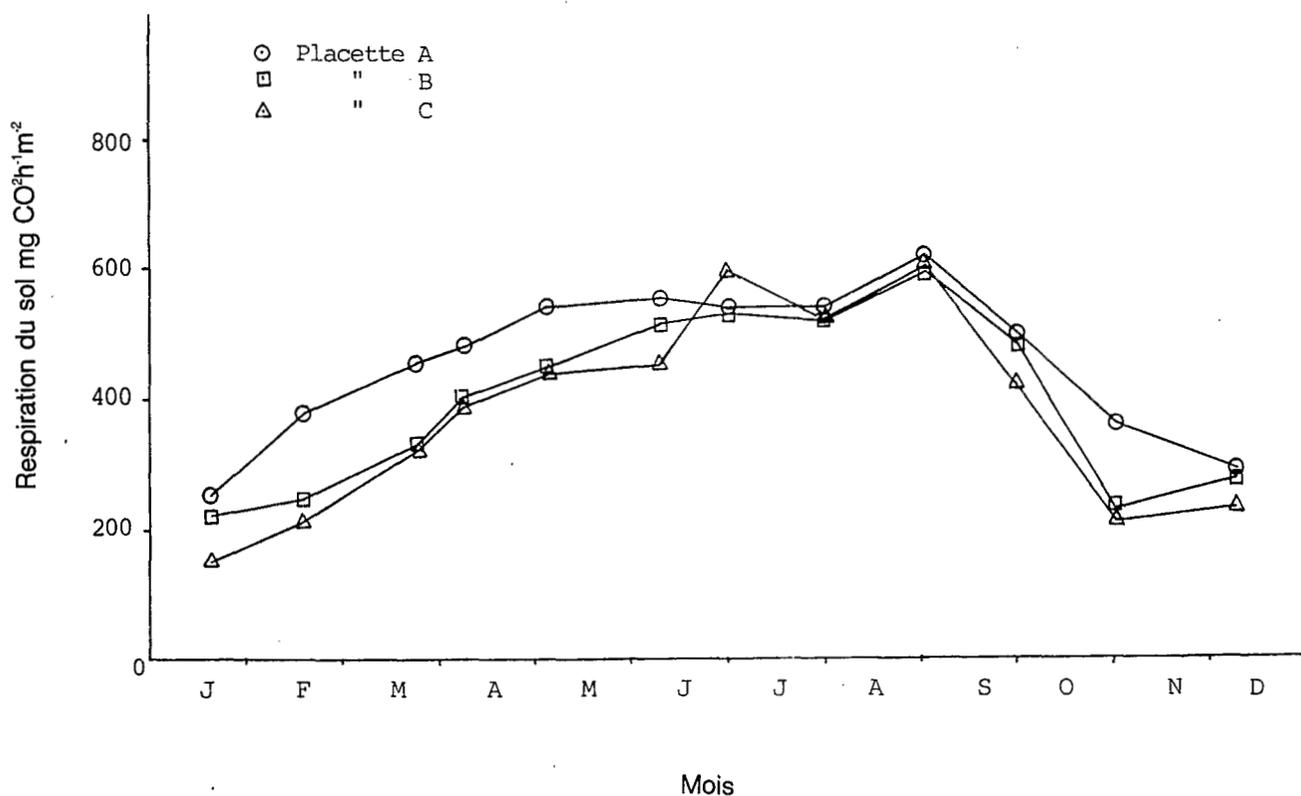
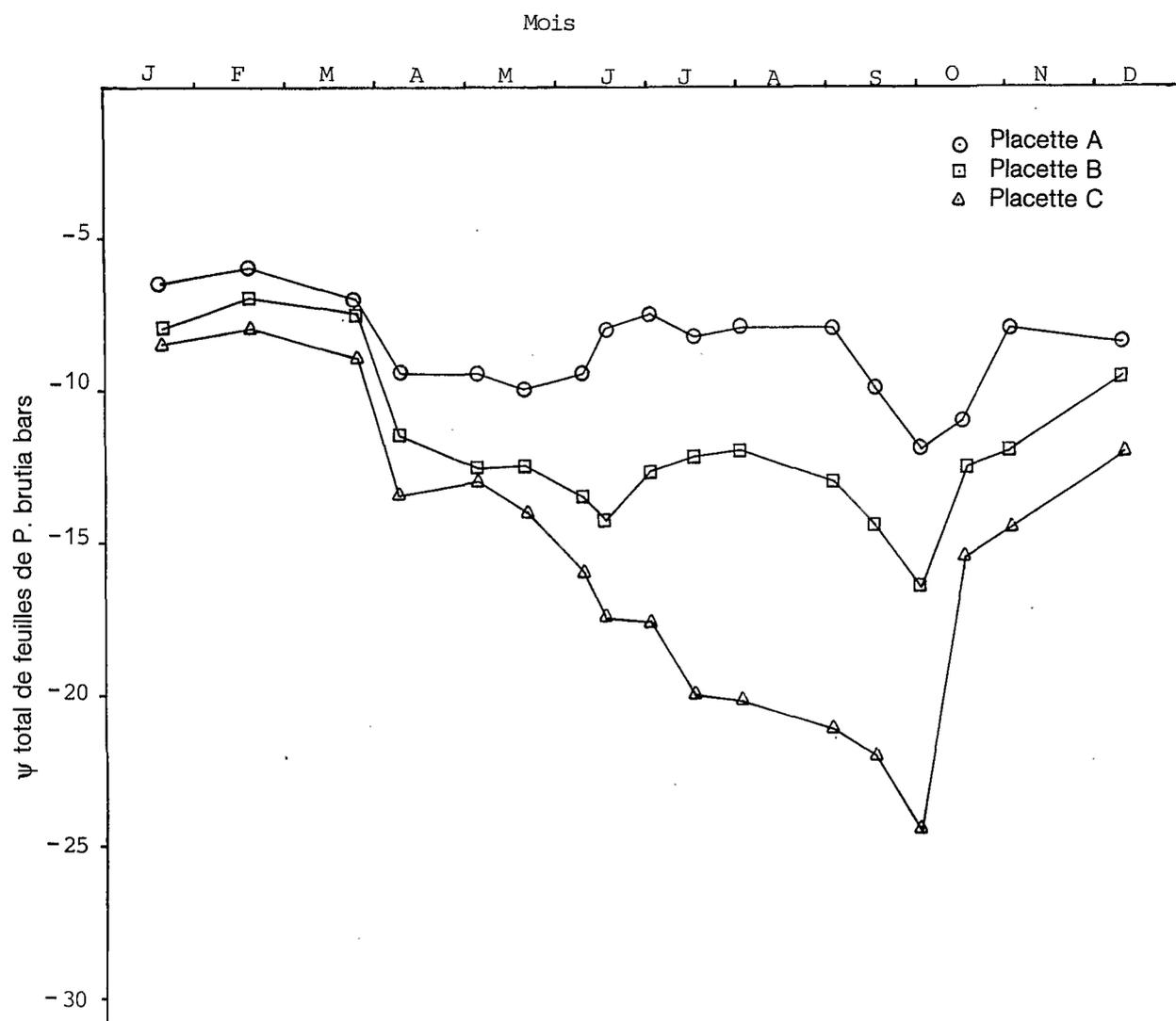


Figure 16. Potentiel hydrique. Moyenne des mesures faites en 1982, 1983, 1984.



h) *Produits secondaires considérables* : En dehors des bénéfices qu'on vient d'énumérer concernant la production purement forestière une production secondaire très considérable de fourrage résulte du traitement intense. Des mesures du fourrage produit sous les plantations de différentes espèces de pin (*P. radiata*, *P. nigra*, *P. pinea*) avec un espacement de 3x3 m ont donné une production fourragère de 2000 à 3500 kg/ha (fig. 17, 18, 19). Sous pâturage rationnel le taux de fourrage qui peut être brouté monte à 50% en moyenne. C'est-à-dire, la quantité de fourrage disponible est de 1000 à 1750 kg/ha ; ou 100 à 17 kg/ha de viande. Il est évident que la production secondaire avec un tel traitement dépasse largement la valeur de la production principale. Il est certain que la production de fourrage ci-dessus est très élevée (zone sub-humide) comparée à celle moyenne de l'ai-

re géographique du groupe *Pinus halepensis*. Cependant, on serait dans ces limites de grande sécurité, si on acceptait une production moyenne de fourrage disponible pour le bétail de 60 kg/ha.

Si on voulait, maintenant, faire une évaluation de la possibilité de production de fourrage et de viande sous les forêts du groupe du pin d'Alep dans tous les pays méditerranéens (superficie correspondant d'après Le Houerou ⁽¹⁶⁾ à 6832000 ha) on arriverait à :

- Fourrage : 6832000 X 60 kg 409920000 kg.
- Viande : 6832000 X 6 40992000 kg.

Sans doute cela constitue un "challenge" pour le forestier méditerranéen.

Je ne voudrais pas terminer mon exposé sans me ré-

féder à d'autres avantages du traitement intense décrit, qui très brièvement sont :

- L'amélioration de la vigueur des arbres poussant en absence de concurrence⁽³¹⁾ qui amène à une réduction considérable des dégâts des attaques par les insectes et les maladies. D. Kallides⁽¹⁴⁾ estime que ces dégâts s'élèvent à 15% de la production nette totale.
- Possibilité et justification pleine de la fertilisation des peuplements, car seules des plantes utilisables (arbres élites, plantes fourragères) en profitent. Des essais faits pendant deux ans consécutifs ont montré que par l'application de N et D on a pu augmenter la production de fourrage de 8,0 kg/ha à 78,7 kg/ha.
- Amélioration des conditions d'exécution des travaux forestiers ayant parfaitement nettoyé la surface du sol.
- Amélioration des conditions de l'exercice du loisir forestier qui à nos jours devient l'utilisation la plus importante des terrains boisés.

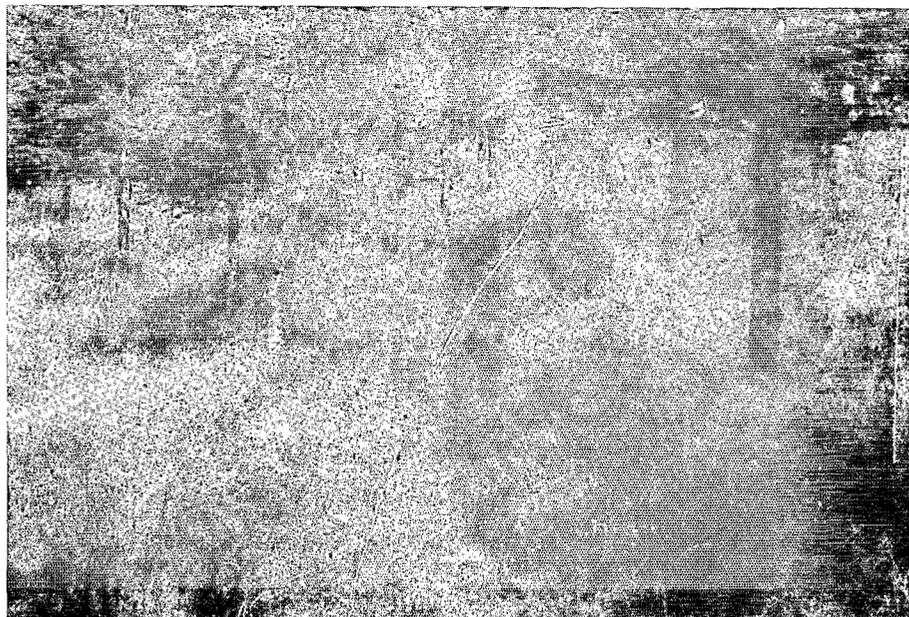
Figure 17. Plantation 3 x 3m de pin noir avec une pelouse riche en sous-étage.



Figure 18. Plantation 3 x 3m de *Pinus pinea* avec une pelouse dense en sous-étage.



Figure 19. Plantation 3 x 3m de *Cedrus atlantica* avec une pelouse dense en sous-étage.



BIBLIOGRAPHIE

1. ADAMS, S.N., 1975 ; *Sheep and cattle grazing in Forests : A review*. J. Appl. Ecol. 12 143-52.
2. BERTRAM, H.Ch.I. MILLER ; Th.W. BEERS, 1972 ; *Forest Mensuration*. The Ronald Press Co.N.Y.
3. BARRET, T.W. ; C.T. YOUNGBERG, 1965 ; *Effect of Tree Spacing and Understory Vegetation on Water Use in a Pumice Soil*. Soil Science Society Proceedings p.p. 472-475.
4. BUTTOUD, C., 1976 ; *Première Contribution à l'Economie de la Fertilisation du Pin Maritime Adulte dans les Landes de Gascogne*. Annales de Sciences Forestières. Vol. 33 No 3, 139-150.
5. CHANDLER, C., 1983 ; *Fire in Forestry*. Vol. I and II. John Willey and Sons p. 648.
6. COOK C. WAYNE, 1970 ; *Energy budget of the range and the livestock*. Colo. State Univ. Exp. Sta. Bull. TB 109 p. 28.
7. DAFIS, S., 1966 ; *Standorts -und Ertragskundliche Untersuchungen in Eichen und Kastanienniederwälder der U.O. Chalkidiki* in greek . Thess. Univ. p. 120.
8. DELABRAZE, P. and J.Ch. VALETTE, 1983 ; *The fire, a tool for clearing the french mediterranean forests associations*. 2nd Symposium Feuécologie p.p. 27-38.
9. DELAVEAUD, P., 1981 ; *Le Feu Outil Sylvicole*. INRA, E.N.I.T.E.F. p. 91.
10. DUCHAUFOR, Ph., 1952 ; *Etudes sur L'Ecologie et la Sylviculture du Mélèze*. II. Pédologie et facteurs Biotiques. A.E.N.E.F. Tome XIII-fasc. 1 p.p. 133-203.
11. F.A.O., 1952 ; *Forêt et Pâturage*. Rome p. 185.
12. F.A.O., 1964 ; *Politiques de l'Elevage de la chèvre dans la région Méditerranéenne et le Proche-Orient*. (mimeographed) Rome.
13. HARVEY, A.E. ; LARSEN, M.J. ; JURGENSEN, M.F., 1979 ; *Fire-Decay : Interactive roles regulating wood accumulation and soil development in the Northern Rocky Mountains USDA-F.S., Res. Note INT-263 p. 4.*
14. KAILIDIS, S. DIMITRIOS, 1976 ; *"Hyloriki"*. (Textbook of Forest protection in Greek). Thes. Univ. p. 255.
15. KOMAREK, E.V., 1982 ; *Economic and environmental evaluation of prescribed burning and alternatives U.S.D.A.-F.S. S.K.* p. 188.
16. LE HOUEROU N., HENRY, 1973 ; *Fire and Vegetation in the Mediterranean Basin*. Proceedings T.T.F.E.C. No 13 p.p. 237-277.
17. LIACOS, L., 1970 ; *Present use of Forest Land for grazing purposes and analysis of trends*. Eleventh Session F.A.O. - Silva Mediterranea.
18. LIACOS, L., 1977 ; *Fire and Fuel Management in Pine Forest and Evergreen Brushland Ecosystems of Greece*. Proceedings of the Symposium on Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems.
19. LIACOS, L. ; PAPANASTASIS, V. ; TSIOUVARAS, K. ; *Contribution to the conversion of kermes oak brushlands to grasslands and comparison of their production with improved brushlands in Greece* (in press).
20. NAHAL, I., 1962 ; *Le Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.). Etude taxonomique, Phytogéographique, écologique et sylvicole* A.E.N.E.F. tome XIX-fasc. 4 p.p. 473-686.
21. NAVEH, Z., 1974 ; *Effects of Fire in the Mediterranean Region-Fire and Ecosystems*. Edited by T.T. Kozlowski/C.E. Ahlgren p.p. 401-434.
22. ODUM, E., 1971 ; *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company p. 570.
23. OLIVER, W.W., 1984 ; *Brush reduces growth of thinned ponderosa pine in northern California U.S.D.A.-F.S. P.S.T.R.* En Sta-Res. paper B.S.W. 172 p. 7.
24. PANETSOS, K.P., 1981 ; *Monograph of Pinus halepensis (Mill) and P. brutia (Ten)*; Annales Forestales, Tug. Academy of Sciences. Zagreb. p.p. 39-77.
25. PAPANASTASIS, V., 1982 ; *Effects of Cattle grazing on young Pine Plantations in Macedonia, Greece*. I.F.R. Athens. p.p. 215-241.
26. PAPANASTASIS, V. ; LIACOS, L., 1980 ; *Productivity and management of kermes oak brushland for goats*. Paper presented in the "Browse Symposium" held in Addis Abeba, Ethiopia, April 8-12.
27. PARDE, J., 1957 ; *La Productivité des Forêts de Pin d'Alep en France*. A.E.N.E.F. Tome XV fasc. 2 p.p. 360-414.
28. POUPON, J., 1980 ; *L'aménagement et l'amélioration des Parcours Forestiers au Maroc*. 1^{ère} partie-Forêt Méditerranéenne Tome I. No 2 p.p. 141-150.
29. POWER, R.F. and G.P. JACKSON, 1978 ; *Ponteros pine response to fertilization : influence of brush removal and soil type*. Res. Paper PWS-132. P.S.F.R.E.S. p. 9.
30. QUEZEL, P., 1979 ; *La région Méditerranéenne Française et ses essences Forestières*. Signification Ecologique dans le Contexte Circum-Méditerranéen. Forêt Méditerranéenne tome I No 1 p.p. 7-18.

31. SAMSON, G.R. ; BETTERS, D.R. and LOVE, R., 1980 ; *Proceeding potential for insect-infected Front Range Forests* USDA-F.S. Res. Bul. RM-1, 4 p. Rocky Mountain For. Res. Exp. Sta. Fort Collins.
32. TRIAT-LAVAL, H., 1979 ; *Histoire de la Forêt Provençale depuis 15000 Ans. D'Après l'analyse pollinique. Forêt Méditerranéenne*, tome I No 1 p.p. 19-24.
33. VEGA, J.A. ; S. BARA and C. GIL, 1983 ; *Prescribed burning in pine-stands for fire prevention in the N.W. of Spain : Some results and Effects*. 2nd Symposium Feuerökologie Friburg p.p. 49-74.
34. ZIANI, P., 1964 ; *Les perspectives et les principes de la technique de l'élevage des chèvres dans les pays Méditerranéens*. Séminaire sur les Politiques de l'élevage des Caprins dans la région Méditerranéenne et le Proche-Orient. 11 Sept. 3 Oct. Yougoslavie, Turquie, Grèce p. 29.
35. YOUNGBERG, C.T., 1975 ; *Effects of fertilization and thinning on the growth of Ponterosa pine*. Soil Science Society Proceedings Vol. 30 No 1 p.p. 137-139.