

économie et forêt

AU SUJET DE LA RENTABILITÉ DE L'ÉLAGAGE DES BRANCHES VERTES DES RÉSINEUX

J.P. BOUILLET

Le problème de l'élagage artificiel se pose depuis quelques années, avec acuité, pour deux raisons essentielles :

- la France manque de bois d'œuvre résineux et particulièrement de bois de choix ;
- les propriétaires forestiers, afin de réduire les coûts de plantation et de raccourcir la révolution des peuplements plantent de plus en plus à des densités faibles (1 100 - 1 300 tiges/ha). Mais les arbres produits sont alors de moins bonne qualité (gros nœuds, conicité importante...). Or l'élagage artificiel peut pallier ces inconvénients. En effet, différents travaux [1] ⁽¹⁾, [7], [8], [10], [11] ont montré que :

- l'élagage artificiel augmente les qualités technologiques du bois produit ;
- de plus, pour des taux allant jusqu'à 30, 40 % ⁽²⁾, l'élagage ne diminue pas la production des plantations.

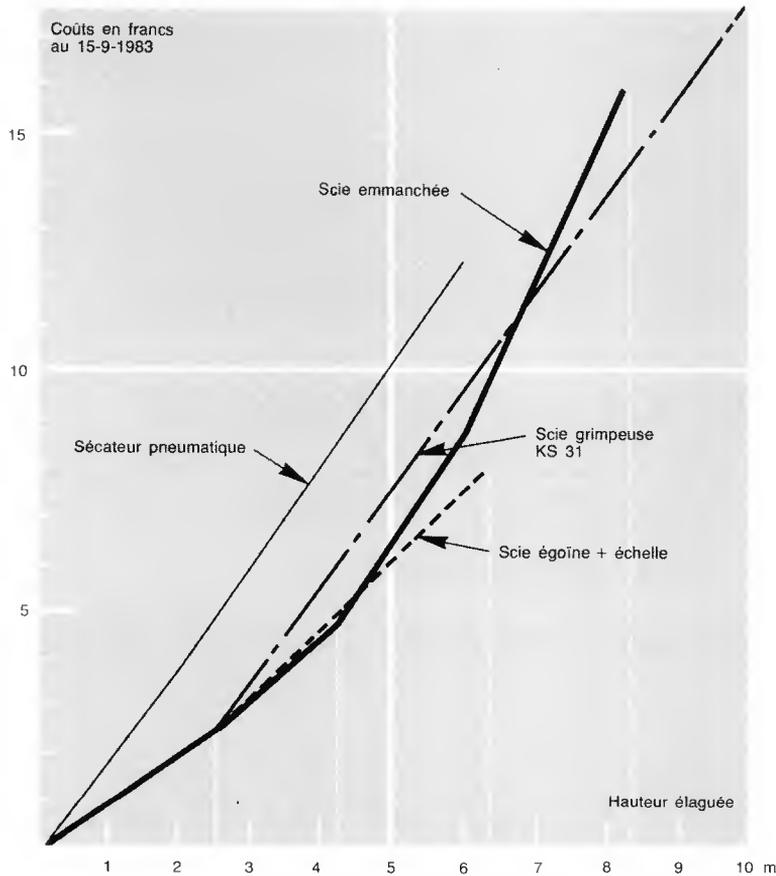
Cependant, une question se pose : l'élagage se justifie-t-il aussi d'un point de vue économique ?

COÛTS D'ÉLAGAGE

Grâce à de nombreuses mesures effectuées par des propriétaires forestiers ou différents organismes, on a pu établir le graphe ci-après indiquant le coût de l'élagage en fonction de la hauteur atteinte.

(1) Les numéros entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

(2) Taux d'élagage : rapport entre la hauteur élaguée et la hauteur totale de l'arbre, au moment de l'élagage.



Cette évaluation des coûts s'entend sur Epicéa et prend en compte les différents paramètres économiques (salaires, amortissements des machines...). Elle peut être entreprise pour d'autres essences résineuses.

Pour des raisons de coût, la limite de l'élagage manuel se situe vers 6 - 6,50 m de hauteur. Au-delà, l'utilisation de la scie grimpeuse est indispensable.

ÉVOLUTION DES COÛTS PAR ARBRE DE L'ÉLAGAGE DES RÉSINEUX en fonction de la hauteur élaguée et du matériel utilisé (moyenne pour Epicéa).

ESTIMATION DE LA PLUS VALUE APPORTÉE PAR L'ÉLAGAGE

Estimation théorique

Un certain nombre d'études sur la rentabilité de l'élagage sont basées sur le gain théorique de bois sans nœud obtenu grâce à cette opération.

Exemple Epicéa : 30 m de haut à la découpe Ø 7 cm
diamètre à hauteur d'homme : 50 cm, sous écorce
défilement sur le diamètre : 1,50 cm/m.

Élagage à 6 m : le volume commercial ⁽³⁾ de bois sans nœud représente 47 % du volume total de l'arbre.

Élagage à 10 m : le volume commercial de bois sans nœud représente 60 % du volume total.

Mais ces rendements importants ne peuvent être retenus car ils ne tiennent pas compte des dosses et délignures contenant du bois sans nœud qui partent en déchet, ni du recouvrement des chicots ou d'éventuelles inclusions de résine...

⁽³⁾ Volume commercial : hauteur (découpe 7 cm) × section au milieu.

Estimation réelle

Olischläger [9] s'est penché sur ce problème en comparant des Epicéas élagués et non élagués. On arrive aux résultats suivants :

Tableau I Pourcentage des différents choix en fonction de l'élagage

Catégorie	1 ^{er} choix	2 ^e choix	3 ^e choix	4 ^e choix
Arbres non élagués	1,5 %	8,5 %	39 %	51 %
Arbres élagués à 6 m	15 %	15 %	38 %	32 %
Arbres élagués à 10 m	28 %	19 %	29 %	24 %

∅ moyen à l'abattage : 50 cm sous écorce ; ∅ à l'élagage : 12 à 20 cm sous écorce.

On voit qu'on arrive à des résultats très différents de l'estimation théorique. Nous retiendrons par la suite ces pourcentages, tout en sachant qu'il peut exister de légères variations suivant les essences.

Il est sans doute regrettable de se baser sur l'augmentation de la qualité des sciages pour étudier la rentabilité de l'élagage, alors que l'objectif de cette opération est plutôt le déroulage [10] mais :

- il n'existe guère de données résultant du déroulage des arbres élagués ;
- cependant, la plus value obtenue est certainement inférieure à celle qu'offrira le déroulage.

Nous nous plaçons donc dans une hypothèse prudente.

ESTIMATION DU PRIX DE VENTE DES BOIS ÉLAGUÉS

Établissement d'une formule estimant le prix de vente des bois élagués

Soit P₁ le prix de vente hors taxe actuellement pratiqué pour 1 m³ sur écorce (découpe 18 cm fin bout). A partir de ce mètre cube, le scieur tirera des plots de menuiserie pour le 1^{er} et 2^e choix, des madriers-bastings, des poutres ou des planches de coffrage pour le 3^e et 4^e choix.

- *Epicéa non élagué*

D'après ce que nous avons vu au paragraphe « Estimation réelle », on tire en moyenne à partir de 1 m³ : 1,5 % de 1^{er} choix, 8,5 % de 2^e choix, 39 % de 3^e choix et 51 % de 4^e choix.

Appelons P₁, P₂, P₃, P₄, le prix unitaire hors taxe de ces différentes qualités.

Entre la valeur des produits à la sortie de la scierie tirés de ce mètre cube et son prix d'achat sur pied, il existe un rapport :

$$r = \frac{a1 (0,015 P_1 + 0,085 P_2) + a2 (0,39 P_3 + 0,51 P_4)}{P}$$

a₁ : rendement moyen au sciage des plots (sur écorce) estimé à 0,75

a₂ : rendement moyen pour les avivés (sur écorce) estimé à 0,50.

Nous allons appliquer ce même rapport r au prix d'achat sur pied de 1 m³ élagué.

• *Arbre élagué à 5,5 m - 6 m*

Nous obtenons en moyenne : 15 % de 1^{er} choix, 15 % de 2^e choix, 38 % de 3^e choix et 32 % de 4^e choix, il vient alors :

$$r = \frac{a1 (0,15 P'_1 + 0,15 P'_2) + a2 (0,38 P'_3 + 0,32 P'_4)}{P2}$$

Avec P2 : prix d'achat hors taxes sur pied de 1 m³ d'un arbre élagué à 5,5 m - 6 m d'où :

$$P2 = \frac{a1 (0,15 P'_1 + 0,15 P'_2) + a2 (0,38 P'_3 + 0,32 P'_4)}{r}$$

Considérer que le rapport r reste constant est une hypothèse prudente. En achetant du bois élagué, de meilleure qualité et donc plus cher, le scieur aura pour un même montant d'achat, proportionnellement moins de frais de transport. En toute logique r devrait alors diminuer et P2 augmenter.

• *Arbre élagué à 10 m*

De la même façon on obtient : P3 : prix d'achat hors taxes sur pied de 1 m³ d'un arbre élagué à 10 m

$$P3 = \frac{a1 (0,28 P'_1 + 0,19 P'_2) + a2 (0,29 P'_3 + 0,24 P'_4)}{r}$$

Estimation du prix de vente des bois élagués à partir des formules précédentes

Nous regrouperons, d'une part le Douglas, l'Epicéa commun et de Sitka et, d'autre part le Pin laricio, le Pin sylvestre et le Mélèze, qui sont achetés sensiblement aux mêmes prix.

Les prix choisis sont ceux pratiqués fin 1983.

• *Douglas, Epicéa commun et de Sitka*

Prix moyen sur pied, non élagué, d'arbres de 45 à 55 cm de diamètre : 335 F/m³ H.T.

Prix moyen des sciages :

— plots (3 m et +) menuiserie,	1 ^{er} choix : 1 500 F/m ³ H.T.
	2 ^e choix : 1 300 F/m ³ H.T.
— charpente, bastaings,	3 ^e choix : 920 F/m ³ H.T.
— coffrage, caisserie,	4 ^e choix : 650 F/m ³ H.T.

En utilisant les formules établies précédemment, on arrive aux résultats suivants :

Prix sur pied d'1 m³ élagué à 5,5 - 6m : 445 F/m³ H.T. soit environ 30 % de plus value.

Prix sur pied d'1 m³ élagué à 10 m : 535 F/m³ H.T. soit environ 60 % de plus value.

• *Pin laricio, Pin sylvestre, Mélèze*

Prix moyen sur pied pour des arbres de 45 à 55 cm de diamètre : 270 F/m³ H.T.

Prix moyen des sciages :

— plots (3 m et +) menuiserie,	1 ^{er} choix : 1 250 F/m ³ H.T.
	2 ^e choix : 1 050 F/m ³ H.T.
— charpente, bastaings,	3 ^e choix : 850 F/m ³ H.T.
— coffrage, caisserie,	4 ^e choix : 700 F/m ³ H.T.

D'où : Prix sur pied d'1 m³ élagué à 5,5 - 6 m : 340 F/m³ H.T. soit environ 25 % de plus value.

Prix sur pied d'1 m³ élagué à 10 m : 395 F/m³ H.T. soit environ 50 % de plus value.

Les prix des bois sur pied, pour des raisons que nous exposerons par la suite, s'entendent pour la Région normande. Ils peuvent ne pas correspondre à telle situation particulière. Cependant ceci ne change pas les plus values calculées (en pourcentage).

ESTIMATION DES TAUX INTERNES DE RENTABILITÉ DE PLANTATIONS RÉSINEUSES SUIVANT LES MODES DE SYLVICULTURE ADOPTÉS

Ces taux ont été établis pour six essences : Douglas, Epicéa commun et de Sitka, Pin laricio, Pin sylvestre et Mélèze.

Nous prendrons ici l'exemple du Douglas, en comparant :

- un mode de sylviculture traditionnel basé sur les tables de production de Décourt, sans élagage artificiel ;
- deux modes de sylviculture plus intensive où l'élagage est effectué à 6 m dans un cas, à 10 m dans l'autre ;
- un mode de sylviculture dynamique, mixte, sans élagage artificiel.

Pour ces sylvicultures dynamiques nous nous sommes appuyés en particulier sur les travaux de Riou - Nivert [12] [13].

Celui-ci a montré, en se basant sur les tables de production anglaises, que la production de plantations à grands écartements (densité initiale de 600 à 1 100 tiges/ha), dans la Région normande, au climat comparable à celui de l'Angleterre pouvait être estimée comme suit :

- sur les vingt premières années une plantation à larges espacements a une production inférieure de 30 % à celle d'une plantation à plus forte densité ;
- le couvert se refermant, la production courante est ensuite identique.

Pour les modes de sylviculture résumés dans le tableau II, nous avons donc utilisé, en les extrapolant parfois, les tables d'Hamilton et Christie (classe 22) pour les sylvicultures dynamiques et de Décourt (Ouest du Massif Central, classe de fertilité 1) pour la sylviculture traditionnelle.

Précisons enfin que la plantation mixte consiste à planter une ligne sur trois de *Abies grandis*, partant en première éclaircie systématique.

Hypothèses économiques (au 30.11.83)

- L'achat d'un terrain de bonne fertilité : environ 8 000 F/ha ;
- La préparation du terrain (dessouchage + labour) : environ 4 000 F/ha ;
- Le prix des plants (1 + 2) : 1 F/plant ;
- La plantation à grands espacements et mixte (plantation soignée) : 1,50 F/plant ; le peuplement dense (plantation au coup de pioche) : 1 F/plant.
- Les travaux d'entretien en terrain plat d'une plantation dense et mixte :
 - entretien mécanique entre les lignes (1, 2, 3, 6^e année) : 500 F/ha à chaque passage (gyrobroyeur)
 - entretien manuel sur la ligne (1, 2, 3, 6^e année) : 800 F/ha.

et d'une plantation claire :

- entretien mécanique entre les lignes (1, 2, 3, 5, 7^e année) : 500 F/ha

Exemples de mode de sylviculture - Douglas

	Année	Plantation claire (110 tiges/ha) non élaguée				Plantation claire élaguée à 6 m				Plantation mixte élaguée à 10 m				Plantation traditionnelle			
		Peuplement principal		Éclaircie		Peuplement principal		Éclaircie		Peuplement principal		Éclaircie		Peuplement principal		Éclaircie	
		Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³	Nbre	Vol. m ³
Préparation terrain	0	oui															
Plantation (tiges)	0	1 110															
Entretien	1	oui															
Entretien	2	oui															
Entretien	3	oui															
Entretien	5	oui															
Entretien	6	non															
Entretien	7	oui															
Élagage à 2,5 m sur toutes les tiges	13	non															
Dépressages	13																
Eclaircie	15	835	275	10	< 10												
1 ligne sur 3 (ligne de Grandis)																	
Élagage à 2,5 m de 200 arbres de place	15	non															
Eclaircie	17	625	210	20	15												
Élagage à 6 m de 350 tiges d'avenir	17	non															
Eclaircie	20	470	85	20	19												
Élagage à 10 m de 200 arbres de place	20	non															
Eclaircie	22																
Coupe intermédiaire	25																
Eclaircie	27																
Coupe intermédiaire	30																
Eclaircie	32																
Eclaircie	37																
Coupe intermédiaire	42																
Coupe finale	45	350 tiges V ≈ 765 m ³ Ø ≈ 50-55 cm	350 tiges élaguées à 6 m V ≈ 765 m ³ Ø ≈ 45-50 cm														
Coupe intermédiaire	47																
Coupe intermédiaire	52																
Coupe intermédiaire	57																
Coupe finale	63																

Economie et forêt

— entretien manuel sur la ligne (1, 2, 3, 5, 7^e année) : 400 F/ha (il y a moins de chemin à parcourir que pour les plantations denses).

• *Les prix de vente sur pied*

A été pris en compte le fait que les tables de production donnent des volumes bois fort (Ø 7 cm fin bout) alors que les prix de vente s'entendent découpe 18 cm fin bout.

Nous avons utilisé, pour tenir compte de ce phénomène, le tableau ci-après établi par Riou - Nivert à partir d'arbres exploités en régie dans la Région normande. Ces chiffres sont comparables à ceux donnés dans les tables anglaises pour les Pins, Mélèze et Douglas.

Tableau III Rapport du volume bois d'œuvre/bois fort en fonction du diamètre

Diamètre (cm)	$\frac{\text{Volume bois d'œuvre}}{\text{Volume bois fort}}$
18 à 20	0,25 à 0,33
21 à 23	0,33
24 à 26	0,50
27 à 29	0,66
30 à 35	0,80
36 à 40	0,90
46 à 50	0,95

Les prix moyens sur écorce par catégorie de diamètre retenus sont les suivants :

Douglas

Ø = 10 cm	— 50 F/m ³ sur pied
10 cm < Ø < 15 cm - éclaircie systématique	15 F/m ³ sur pied
10 cm < Ø < 15 cm - éclaircie sélective	— 20 F/m ³ sur pied
15 cm < Ø < 20 cm	45 F/m ³ sur pied

La découpe s'entend 7 cm fin bout

Ø ≈ 20 cm	160 F/m ³ sur pied, découpe 18 cm fin bout
Ø ≈ 25 cm	190 F/m ³ sur pied, découpe 18 cm fin bout
Ø ≈ 30 cm	220 F/m ³ sur pied, découpe 18 cm fin bout

En tenant compte du rapport volume bois d'œuvre/volume bois fort, on arrive alors à des prix sur pied découpe bois fort comme suit :

Ø ≈ 20 cm	$160 F \times 0,33 + 30^{(4)} \times 0,66 = 75 F/m^3$
Ø ≈ 25 cm	$190 F \times 0,50 + 30 \times 0,50 = 110 F/m^3$
Ø ≈ 30 cm	$220 F \times 0,80 + 30 \times 0,10 = 180 F/m^3$
Ø ≈ 40 cm	$300 F \times 0,90 + 30 \times 0,10 = 275 F/m^3$
Ø ≈ 45-55 cm	$335 F \times 0,95 + 30 \times 0,05 = 320 F/m^3$

Pour les arbres de la coupe finale, dans la plantation claire non élaguée, nous avons appliqué une décote de 20 % (grosses branches, conicité plus importante...) d'où :

Ø ≈ 45-55 cm	255 F/m ³
--------------------	----------------------

(4) Prix d'un mètre cube de bois de trituration sur pied hors premières éclaircies (forêts de France).

J.P. BOUILLET

Tableau IV Bilan des dépenses et des recettes pour différents modes de sylviculture

	Année	Plantation claire non élaguée		Plantation claire élaguée à 6 m		Plantation mixte élaguée à 10 m		Plantation traditionnelle	
		Dépense	Recette	Dépense	Recette	Dépense	Recette	Dépense	Recette
Achat terrain	0	- 8 000		- 8 000		- 8 000		- 8 000	
Préparation terrain	0	- 4 000		- 4 000		- 4 000		- 4 000	
Achat plants	0	- 1 110		- 1 110		- 1 810		- 2 500	
Plantation	0	- 1 665		- 1 665		- 1 810		- 2 100	
Entretien	1	- 900		- 900		- 1 300		- 1 300	
Entretien	2	- 900		- 900		- 1 300		- 1 300	
Entretien	3	- 900		- 900		- 1 300		- 1 300	
Entretien	5	- 900		- 900		0		0	
Entretien	6	0		0		- 1 300		- 1 300	
Entretien	7	- 900		- 900		0		0	
Élagage à 2,5 m	13			- 2 775					
Dépressage	13	- 500		- 500					
Éclaircie	15						+ 2 025		
Élagage à 2,5 m	15					- 500			
Éclaircie	17	- 400		- 400				- 500	
Élagage à 6 m	17			- 2 510					
Éclaircie	20		+ 900		+ 900	- 1 875			
Élagage à 10 m	20					- 3 000			
Éclaircie	22							- 900	
Coupe intermédiaire ...	25						+ 11 000		
Éclaircie	27								+ 2 475
Coupe intermédiaire ...	30		+ 12 325		+ 12 325		+ 20 300		
Éclaircie	32								+ 3 150
Éclaircie	37								+ 6 000
Coupe intermédiaire ...	42								+ 7 400
Coupe finale	45		+ 195 075		+ 325 125		+ 316 200		
Vente terrain	45		+ 8 000		+ 8 000		+ 8 000		
Coupe intermédiaire ...	47								+ 8 250
Coupe intermédiaire ...	52								+ 9 425
Coupe intermédiaire ...	57								+ 11 700
Coupe finale	63								+ 203 500
Vente terrain	63								+ 8 000
		20 175	216 300	25 460	346 350	26 195	357 525	23 200	259 900
		sans impôt	terrain compris	sans impôt	terrain compris	sans impôt	terrain compris	sans impôt	terrain compris

Economie et forêt

Pour les arbres élagués, nous avons retenu les prix établis page 64.

Ø = 45-55 cm, élagué à 6 m	445 × 0,95 + 30 × 0,05 = 425 F/m ³
Ø = 45-55 cm, élagué à 10 m	535 × 0,95 + 30 × 0,05 = 510 F/m ³

Abies grandis

10 cm < Ø < 15 cm 45 F/m³ sur pied en éclaircie systématique.

- *L'élagage*

Pour l'élagage de pénétration (méthode traditionnelle - sécateur ou égoïne) : 1 F/mètre linéaire.

Pour l'élagage à 6 m (scie emmanchée à partir du sol) : 1,75 F/mètre linéaire.

Nous prendrons cette méthode plutôt que celle de « scie égoïne + échelle », moins onéreuse (1,40 F/mètre linéaire), pour nous placer dans une hypothèse prudente.

Pour l'élagage à 10 m (scie grimpeuse) : 15 F/tige.

- *Le capital d'administration*

50 F/ha/an de frais de gestion, garderie... sur toute la durée de vie du peuplement,

30 F/ha/an d'impôt à partir de la trentième année (auparavant, le propriétaire aura bénéficié de l'exonération trentenaire) ⁽⁵⁾.

- *Taux interne de rentabilité* (taux réels en valeurs constantes) - T.I.R.

On trouve les taux suivants :

Plantation claire non élaguée	r = 5,65 %
Plantation claire élaguée à 6 m	r = 6,50 %
Plantation mixte élaguée à 10 m	r = 6,80 %
Plantation traditionnelle	r = 4,20 %

Ces taux montrent que :

— les plantations menées d'une façon dynamique ont une rentabilité supérieure à celle de la plantation traditionnelle (à cause de la révolution plus courte des peuplements).

— *l'élagage* induit au sein même des plantations dynamiques une *rentabilité supérieure*.

Ces résultats se trouvent confirmés par les T.I.R. trouvés pour les autres essences avec la même méthode de calcul.

Tableau V Taux internes de rentabilité pour divers modes de sylviculture
appliqués à différentes essences

	Epicéa commun	Epicéa Sitka	Pin laricio	Pin sylvestre	Mélèze
Plantation traditionnelle	3,35 %	—	2,90 %	2,85 %	—
Plantation dynamique non élaguée	4,40 %	5,70 %	3,60 %	3,45 %	4,20 %
Plantation dynamique élaguée à 6 m	5 %	6,45 %	4,15 %	3,85 %	4,80 %
Plantation dynamique élaguée à 10 m	5,3 %	6,80 %	4,25 %	4,05 %	4,95 %

(5) Le capital d'administration a été admis comme identique dans les 4 cas de figure. Il n'a pas été indiqué dans les tableaux mais a été pris en compte dans le calcul du T.I.R.

Il est certain que les prix que nous avons adoptés peuvent être différents dans une autre région que la Normandie, mais ils sont cohérents entre eux et la comparaison entre les modes de sylviculture reste valable et ce, d'autant plus que des hypothèses prudentes ont toujours été retenues.

Soulignons que nous nous sommes placés dans de bonnes classes de fertilité. Il serait intéressant d'étudier au-dessous de quel niveau de fertilité, l'élagage ne serait plus rentable.

CONCLUSIONS

L'élagage artificiel de branches vertes est donc un complément indispensable aux plantations menées de façon dynamique non seulement d'un point de vue technologique mais aussi d'un point de vue économique.

En effet, cette opération couplée à une sylviculture dynamique semble être une opération très rentable, grâce à la production de bois de choix dans la bille élaguée dans le cas tout au moins des meilleures classes de fertilité.

J.P. BOUILLET Ingénieur civil des Forêts 42, rue de Bellevue 53940 SAINT-BERTHEVIN

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- [1] BUCUR (V.). — Module d'Young, de Coulomb et coefficients de Poisson du bois par mesures ultrasonores sur éprouvettes cylindriques de faible taille. — *Revue d'acoustique*, vol. 63, 1982, pp. 234-238.
- [2] CONDUITE (La) des plantations résineuses : les éclaircies et les élagages. — *Bulletin de la vulgarisation forestière*, n° 70/8, oct. 1970, 14 p.
- [3] ELAGAGE des résineux : coûts et rendements. — *Bulletin de la vulgarisation forestière*, n° 76/3, 1976, p. 45.
- [4] FLAMMARION (J.P.). — Elagage mécanique et coefficient de forme. — Nancy, E.N.G.R.E.F., 1983, 3 p.
- [5] HAMILTON (G.J.), CHRISTIE (J.M.). — Forest management tables (metric). — *Forestry commission Booklet*, n° 34, 1971, 201 p.
- [6] INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE RURAL, DES EAUX ET DES FORÊTS. — Tables de production pour les forêts françaises présentées par N. DECOURT. — Nancy, E.N.G.R.E.F., 1973, 49 p.
- [7] KELLER (R.). — A propos de l'élagage des résineux. — *Forêts de France et Action forestière*, n° 251, 1982, pp. 19-29.
- [8] MAURY (C.). — Contribution à l'étude de l'élagage artificiel de l'Epicéa. — Nancy, E.N.G.R.E.F. ; Champenoux, I.N.R.A., Station de recherches sur la Qualité des bois, 1981, 66 p. (D.E.A. sciences forestières).
- [9] OLISCHLÄGER (K.). — Untersuchungen über des Wertzuwachs von Fichten nach Astugen. — Bamberg, Rodenbusch, 1970, 130 p., résumé anglais (Dissertation Georg August Universität, Göttingen).
- [10] POLGE (H.). — Densité de plantation et élagage des branches vivantes ou pourquoi, quand et comment élaguer. — *Revue forestière française*, vol. 21, n° spécial « Sylviculture », 1969, pp. 451-465.
- [11] POLGE (H.), KELLER (R.), THIERCELIN (F.). — Influence de l'élagage des branches vivantes sur la structure des accroissements annuels et sur quelques caractéristiques du bois de Douglas et de Grandis. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 30, n° 2, 1973, pp. 127-140.
- [12] RIOU-NIVERT (P.). — Plantations à très grands écartements : collecte de références pour l'établissement de nouveaux modèles de sylviculture... Etude bibliographique et enquête de terrain. — Paris, Institut pour le Développement forestier, 1981, 284 p.
- [13] RIOU-NIVERT (P.). — Plantations à très grands espacements : une bonne opération financière. — *Forêt - Entreprise*, n° 83/1 janvier-février 1983, pp. 38-47.
- [14] TOUZET (G.), HEMRICH (J.C.). — Cicatrisation et élagage. — *Association Forêt - Cellulose. Rapport annuel*, 1970, pp. 81-102.