

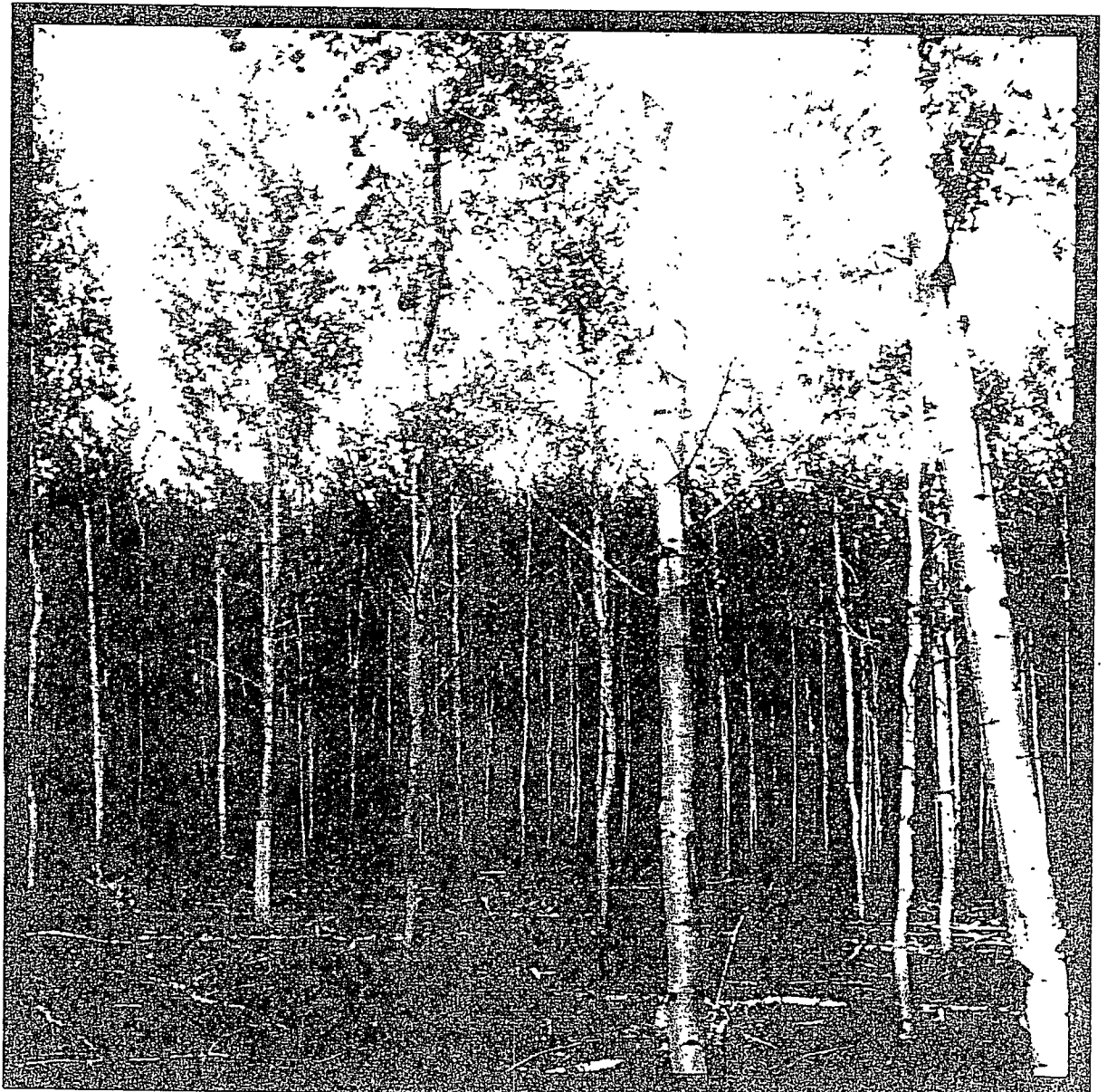


Mémoire n° 76

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT SUR LE PEUPLIER

**XVIII-RÉSULTATS QUINQUENNAUX DE TRAITEMENTS
D'ÉCLAIRCIE ET DE FERTILISATION
DANS DES PEUPLERAIES NATURELLES
DE DIVERSES CLASSES D'ÂGE**

par René Doucet et Jean-Marc Veilleux



ERI-5310-76

O.D.C. 242+237.422.41 (047.3)(714)

L.C. SD 408 .P85

RENÉ DOUCET est bachelier ès sciences appliquées (foresterie) de l'université Laval depuis 1966 et maître ès sciences forestières de la même institution depuis 1968. De 1967 à 1969, il a étudié au State University of New York College of Environmental Sciences and Forestry dont il recevait le diplôme de Doctor of Philosophy en 1974. Depuis 1969, il est à l'emploi du Service de la recherche (Terres et Forêts), à titre de chargé de recherches en sylviculture.

JEAN-MARC VEILLEUX est bachelier ès sciences appliquées (foresterie) de l'université Laval depuis 1965 et maître ès sciences forestières de la même institution depuis 1975. En 1965, il entrainait à la division des sols de l'ancien Bureau de sylviculture et de botanique du ministère des Terres et Forêts du Québec et, en 1967, il passait au Service de la recherche, à titre de chargé de recherches en fertilité des sols et reboisement.



RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT SUR LE PEUPLIER

XVIII - RÉSULTATS QUINQUENNAUX DE TRAITEMENTS
D'ÉCLAIRCIE ET DE FERTILISATION DANS DES
PEUPLERAIES NATURELLES DE DIVERSES CLASSES D'ÂGE

par

RENÉ DOUCET

et

JEAN-MARC VEILLEUX

MÉMOIRE N° 76

SERVICE DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
(TERRES ET FORÊTS)
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

1982

Ce texte constitue un rapport partiel du projet de recherche TP-TS 71-1.

ERRATA

Page	Parag.	Ligne	
11	Titre		...éclaircie ¹
33	1	3	blement (figures 2 et <u>6</u>). Dans....
33	2	5	(figure <u>6</u>); mais en pourcentage....

ISBN 2-550-02541-5

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

Tous droits réservés - Gouvernement du Québec

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier toutes les personnes qui ont contribué au déroulement de cette étude. Monsieur Gilles Gignac, technicien forestier, a collaboré à toutes les phases de ce projet, depuis le choix des secteurs expérimentaux jusqu'à l'analyse des données et monsieur Conrad Thomassin, technicien forestier, l'a aidé lors de l'application des traitements. MM. Yvon Richard et Mario Ménard, ing.f., ont apporté leur concours au traitement des données.

1981

RÉSUMÉ

Sept dispositifs expérimentaux ont été établis dans des peupleraies naturelles âgées de 12 à 45 ans, dans la région du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, afin d'étudier les effets de l'éclaircie et de la fertilisation, seules ou combinées, sur la croissance des peuplements. En plus des placettes témoins, deux intensités d'éclaircie ont été appliquées: l'éclaircie modérée, avec environ 1 500 tiges résiduelles par hectare, et l'éclaircie forte avec 750. Quant à la fertilisation, elle a consisté à appliquer 0, 112 et 224 kg/ha de chacun des éléments suivants: azote sous forme d'urée, phosphore sous forme de superphosphate triple et potassium sous forme de muriate de potasse. Deux répétitions de chaque traitement ont été utilisées. Les mesurages ont eu lieu immédiatement avant et après l'application des traitements et chaque automne pendant les cinq années suivantes.

L'augmentation de croissance due aux traitements a atteint un maximum vers la troisième année et, malgré une légère baisse par la suite, elle s'est maintenue à un niveau supérieur aux témoins. La fertilisation a augmenté la croissance des 494 plus grosses tiges par hectare de 15 à 30 p. 100 et même plus dans un peuplement de peuplier baumier. L'éclaircie, pour sa part, a augmenté la croissance de ces

mêmes tiges de 15 à 70 p. 100 selon les peuplements et l'intensité du traitement. L'effet des traitements combinés est généralement égal à la somme des effets séparés.

Le choix des traitements et l'époque d'intervention dépendront de leur effet à long terme et de leur rentabilité. Une éclaircie précoce dans des peuplements denses, croissant sur une bonne station, permettra d'augmenter considérablement la dimension des tiges; quant à la fertilisation, elle devrait probablement être appliquée plus tard dans la vie du peuplement, si les conditions économiques la justifient.

ABSTRACT

Seven experimental areas were established in natural trembling aspen or balsam poplar stands, in the Bas-Saint-Laurent - Gaspésie region of Québec, in order to study the effects of thinning and fertilization, either singly or in combination, on tree and stand growth. These stands ranged in age from 12 to 45 years. Thinning intensities consisted of control, 1 500 and 750 residual stems per hectare; rates of fertilization were 0, 112 and 224 kg/ha of each of the following elements: nitrogen as urea, phosphorus as triple superphosphate, and potassium as muriate of potash. Each treatment was applied to two sample plots in a randomized block, split plot design. Measurements were taken immediately before and after treatment and each fall for the following five years.

Treatments resulted in increased growth over control, and the effect was maximum by the third year. Despite a slight decline thereafter, growth of treated plots was still greater than control by the fifth year. Fertilization increased the growth of the 494 largest stems per hectare from 15 to 30 percent over control and even more in the balsam poplar stand. Thinning, on the other hand, increased the

growth of these same trees from 15 to 70 percent over control depending on stand and treatment.

Long-term results will be needed to determine which treatment should be applied and when. Thinning early in dense stands growing on good sites will greatly increase stem dimensions. As far as fertilization is concerned, it should probably be reserved for later in the rotation, provided that it is economically justified.

TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vii
TABLE DES MATIÈRES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS	3
CHAPITRE II - MATÉRIEL ET MÉTHODES	7
2.1 Description des aires d'étude	7
2.2 Traitements	12
2.2.1 Éclaircie	12
2.2.2 Fertilisation	13
2.3 Dispositifs expérimentaux	13
2.4 Observations sur le terrain et traitement des échantillons	14
2.4.1 Mesures dendrométriques	14
2.4.2 Échantillonnage foliaire	15
2.5 Analyse des résultats	17
2.5.1 Données dendrométriques	17
2.5.2 Analyses foliaires	18

	page
CHAPITRE III - RÉSULTATS	19
3.1 Accroissement des arbres individuels	19
3.1.1 Accroissement annuel	19
3.1.2 Accroissement quinquennal	22
3.2 Accroissement du peuplement total	22
3.2.1 Accroissement en diamètre moyen	22
3.2.2 Accroissement en surface terrière et en volume	25
3.3 Mortalité	29
3.4 Traitements supplémentaires	33
3.4.1 Augmentation du taux de fertilisation	33
3.4.2 Peuplier baumier	33
3.4.3 Traitement d'un peuplement de six ans	34
3.5 Analyses foliaires	34
CHAPITRE IV - DISCUSSION	43
CONCLUSION	51
RÉFÉRENCES	53

LISTE DES TABLEAUX

	page
Tableau 1 Localisation et caractéristiques des secteurs expérimentaux	9
Tableau 2 Caractéristiques des peuplements immédiatement après l'éclaircie	11
Tableau 3 Effet des traitements sur l'accroissement quinquennal des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare	24
Tableau 4 Pourcentage d'accroissement quinquennal de tout le peuplement, par rapport aux témoins, en fonction des secteurs et des niveaux d'éclaircie et de fer- tilisation	28
Tableau 5 Effet des traitements sur l'accroissement quinquennal net de tout le peuplement	30
Tableau 6 Mortalité quinquennale	31
Tableau 7 Teneurs initiales en azote, phosphore, potas- sium, magnésium et calcium du feuillage dans les placettes non fertilisées de chaque secteur expérimental et seuils de carence	35
Tableau 8 Résultats annuels moyens des analyses foliaires pour le secteur expérimental de Matapédia 23 (I) et pour l'ensemble de tous les secteurs	37
Tableau 9 Résultats des analyses de variance pour les analyses foliaires	38

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1	Localisation des secteurs expérimentaux 8
Figure 2	Accroissement annuel en surface terrière (m ² /ha), par traitement, des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare (secteur II) 20
Figure 3	Pourcentage d'accroissement annuel en surface terrière de chaque traitement, par rapport aux témoins, pour les 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare (secteur II) 21
Figure 4	Pourcentage d'accroissement quinquennal en diamètre moyen des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare, par rapport aux témoins, en fonction des secteurs et des niveaux d'éclair- cie et de fertilisation 23
Figure 5	Pourcentage d'accroissement en diamètre moyen du peuplement, par rapport aux témoins, en fonction des secteurs et des niveaux d'éclaircie et de fertilisation 26
Figure 6	Accroissement quinquennal en diamètre du peuplier, par classe de diamètre et par traitement (secteur II) 27

INTRODUCTION

Le programme de recherche et de développement sur le peuplier a débuté en 1968, par des travaux d'amélioration des espèces indigènes au Québec et d'introduction de clones européens et ontariens sous la direction de Vallée (1970). Par la suite, un programme complet était élaboré (Groupe de chercheurs sur le peuplier, 1972), dans lequel les travaux d'amélioration étaient complétés par des études portant sur l'écologie (Gagnon et al., 1978), le rendement (Le Goff et al., 1976), les méthodes de régénération (Doucet, 1979) ainsi que l'éclaircie et la fertilisation (Doucet et Veilleux, 1973) des peupleraies naturelles de l'Est-du-Québec. Ce dernier projet a nécessité la mise en place de sept secteurs expérimentaux en 1971 et 1972, et ce sont les résultats quinquennaux qui sont présentés ici.

L'établissement de ces secteurs avait pour but de déterminer les réactions des peupleraies naturelles à l'éclaircie et à la fertilisation, en fonction de la qualité de station et de l'âge des peuplements. Il n'était donc pas question, dans un premier temps, de tenter d'identifier les meilleurs traitements, surtout en ce qui concerne la fertilisation. Ceci devait venir dans une deuxième étape, si les résultats de la première étape le justifiaient. C'est pourquoi

la présente étude se limite à mesurer l'effet des trois principaux éléments minéraux, azote, phosphore et potassium, pris ensemble, sur la croissance des peupleraies naturelles, selon trois intensités d'éclaircie. L'effet de chaque élément pris séparément pourra par la suite être étudié dans les peuplements les plus prometteurs.

CHAPITRE I

REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Le peuplier faux-tremble, comme les autres peupliers, a longtemps été considéré comme une espèce presque sans valeur (Mead, 1977). Son utilisation est très inférieure à la possibilité (Fitzpatrick et Stewart, 1968) même si, dans certaines régions, notamment dans le Bas-Saint-Laurent - Gaspésie, elle est loin d'être négligeable (Gauthier et al., 1975). Il n'est donc pas surprenant de constater que les recherches sur le peuplier aient été assez peu nombreuses dans le passé. Pourtant, cet arbre jouit de certains avantages indéniables: il se régénère facilement par drageonnement (Brinkman et Roe, 1975) et sa croissance est rapide, spécialement dans son jeune âge (Jarvis, 1968).

Ces deux caractéristiques sont à la base des études entreprises depuis quelques années dans le but d'évaluer le potentiel de production du peuplier sur de courtes révolutions (Einspahr et Benson, 1968; 1970). On s'est rendu compte que le peuplier faux-tremble

pouvait produire rapidement une quantité importante de biomasse (Bella et Jarvis, 1967; Doucet, 1977; Bella et DeFranceschi, 1980). En effet, la production maximale est atteinte entre les âges de 15 et 20 ans (Perala, 1973; Ek et Brodie, 1975). Cependant, elle se maintient à un niveau élevé pendant plusieurs années.

Malgré que les études les plus anciennes aient plutôt porté sur les moyens à prendre pour remplacer le peuplier faux-tremble (Waldron, 1961), les éclaircies ont quand même fait l'objet de quelques recherches (Bickerstaff, 1947). Zasada (1952) a trouvé qu'une éclaircie systématique à l'âge de 13 ans augmentait le volume produit et raccourcissait la période de révolution de 10 à 15 ans. Par contre, l'éclaircie d'un peuplement de 37 ans n'a pas augmenté le volume total ni le nombre de tiges propres au déroulage (Schlaegel et Ringold, 1971). De même, une éclaircie à un an n'a pas eu non plus beaucoup d'effet (Sorensen, 1968). Il semble que les éclaircies fréquentes et d'intensité modérée soient les plus aptes à augmenter la production totale (Steneker et Jarvis, 1966). Par contre, deux éclaircies fortes à 10 et 30 ans seraient aussi très efficaces (Steneker, 1976; Perala, 1978), de même qu'une seule éclaircie vers 10 ans (Steneker, 1974).

Contrairement à l'éclaircie, les études sur la fertilisation du peuplier faux-tremble sont pratiquement inexistantes. Van Cleve (1973) signale un effet positif de l'azote, du phosphore et du potassium sur la croissance en diamètre d'un peuplement de 15 ans en Alaska. De même, dans le Maine, la croissance en diamètre et en hauteur a été augmentée par la fertilisation, mais moins cependant que

celle du peuplier à grandes dents, du bouleau à papier et de l'érable rouge (Czapowskyj et Safford, 1979).

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DES AIRES D'ÉTUDE

Tous les secteurs expérimentaux sont situés dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent - Gaspésie (figure 1). Les quatre premiers font partie de la région forestière des Grands-Lacs-et-du-Saint-Laurent, section de Témiscouata-Restigouche (Rowe, 1972) et les trois autres, de la région forestière Boréale, section de Gaspé. Les caractéristiques du milieu varient considérablement d'un secteur à l'autre (tableau 1): six de ces peuplements sont dominés par le peuplier faux-tremble (Populus tremuloides Michx.), tandis que dans le secteur Cuoq (V), c'est le peuplier baumier (P. balsamifera L.) qui domine, tout en se retrouvant à l'occasion dans les autres secteurs. Seul le deuxième peuplement résulte d'une coupe à blanc, tous les autres provenant d'incendies forestiers; leur âge varie de 12 à 45 ans.

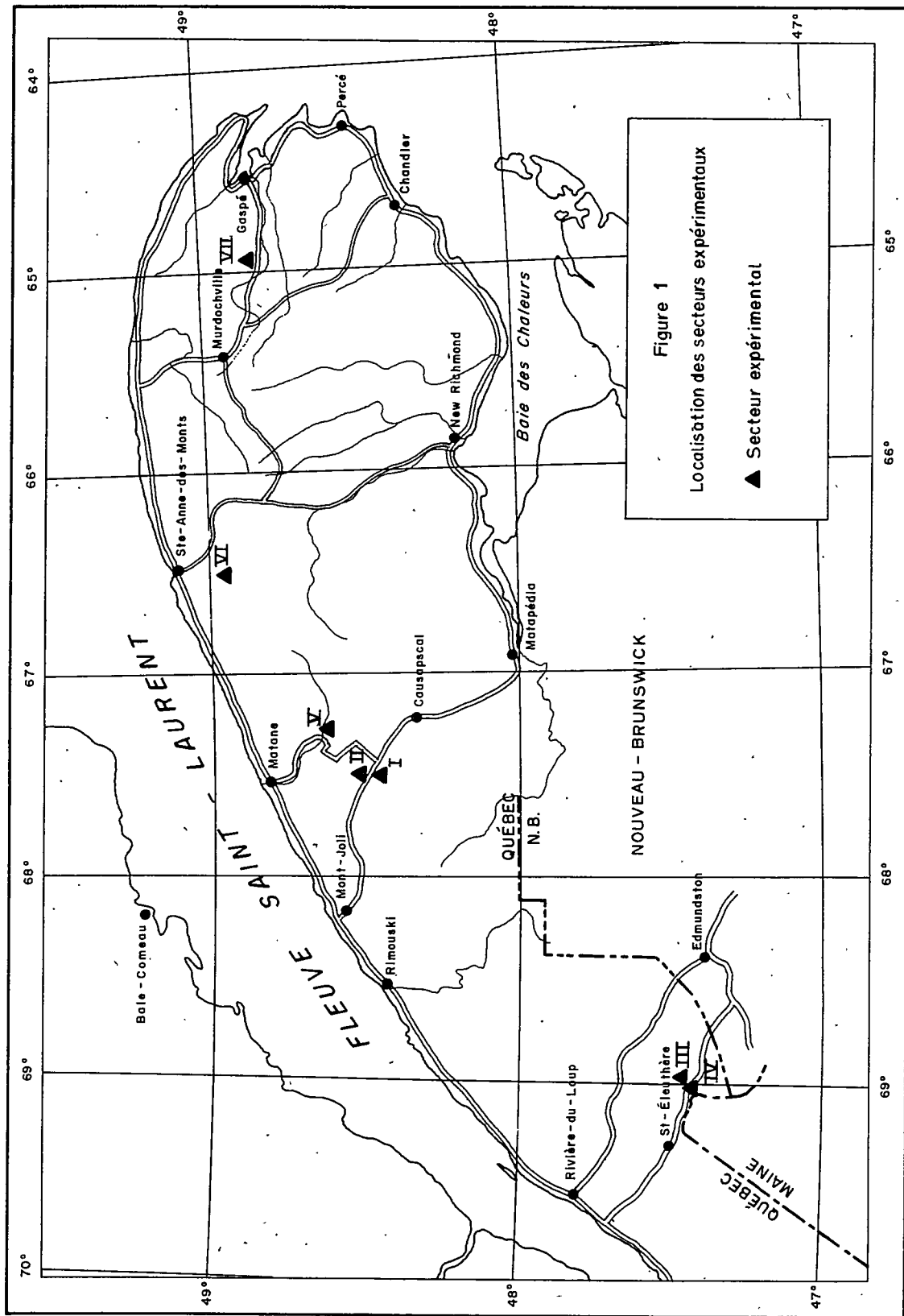


Figure 1
 Localisation des secteurs expérimentaux
 ▲ Secteur expérimental

Tableau 1
Localisation et caractéristiques des secteurs expérimentaux

Caractéristiques	Secteurs expérimentaux						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Canton ou seigneurie	Lac Matapédia	Lac Matapédia	Cabano	Estcourt	Cuoq	Cap-Chat	Larocque
Latitude N.	48°31'	48°31'	47°31'	47°30'	48°38'	49°00'	48°48'
Longitude O.	67°26'	67°26'	69°04'	69°07'	67°13'	66°24'	64°57'
Altitude (m)	200	180	260	250	100	190	180
Exposition	S.O.	-	N.O.	S.E.	-	-	S.E.
Pente (%)	5	0	15	0	0	0	15
Dépôt	Till	Till	Till	Fluvio-glaciaire	Terrasse alluviale	Till	Till
Texture	Loam argileux	Loam sablo-argileux	Loam sablo-argileux	Loam sableux	Loam	Loam sablo-argileux	Loam sablo-argileux
Type de sol	Podzol ferr.	Podzol ferr.	Podzol ferr.	Podzol ferr.	Podzol gley.	Podzol ferr.	Podzol ferr.
Humus	Moder	Moder	Moder	Moder	Moder	Moder	Moder
Classe de drainage	2	3	2-3	1-2	5	2	2
Classe de fertilité	II	II	II	III	II +	III	III
Origine du peuplement	feu	coupe	feu	feu	feu	feu	feu
Age du peuplement	23	15	25	25	20	12	45
Hauteur totale (m)	12,5	9,4	14,3	10,7	12,5	6,1	14,6
Nombre de tiges/ha	7374 ^a	9983 ^a	3410 ^a	2664 ^a	3262 ^b	5432 ^a	2792 ^b
Surface terrière (m ² /ha)	27,1	16,4	20,8	15,0	22,1	8,5	29,8
Volume total (m ³ /ha)	155,1	73,4	125,0	80,5	120,8	36,7	202,0
d.h.p. moyen (cm)	6,8	4,6	8,8	8,5	9,3	4,5	11,7

a) d.h.p. > 1 cm
b) d.h.p. > 4 cm

Dans cinq des stations, le type géomorphologique rencontré est la moraine (till). À Estcourt (IV) par contre, le matériel s'est formé sur les dépôts fluvio-glaciaires tandis que le peuplement de peuplier baumier du canton Cuoq (V) s'est établi sur une terrasse alluviale. Tous ces dépôts sont caractérisés par une proportion relativement élevée de terre fine, à l'exception du dépôt fluvio-glaciaire d'Estcourt où la texture est celle d'un loam sableux; ailleurs, les classes texturales rencontrées varient entre les loam, loam argileux et loam sablo-argileux. Ce sont des podzols orthiques qui se sont développés partout, sauf à Cuoq où l'on trouve un podzol gleyifié, à cause du drainage ralenti (classe 5); aux autres endroits le drainage est bon ou moyen (classes 2 ou 3). L'humus est soit un moder, soit un mor.

Les caractéristiques dendrométriques des peuplements sont présentées au tableau 2. Tous sont composés d'au moins 75 pour 100 de peuplier. Les deux premiers ont une densité très forte alors que celle de tous les autres est inférieure à la densité normale (Le Goff et al., 1976).

En plus des secteurs décrits aux tableaux 1 et 2, un peuplement âgé de six ans, de qualité plutôt médiocre, a reçu quelques-uns seulement des traitements, dans huit placettes de 0,04 ha. Le but recherché était d'augmenter la gamme des âges, malgré la rareté des peuplements les plus jeunes.

Tableau 2

Caractéristiques des peuplements immédiatement après l'éclaircie²

Secteur	Traitement	Nombre de tiges/ha	Pourcentage de peuplier	Diamètre moyen (cm)	Surface terrière totale (m ² /ha)	Volume total (m ³ /ha)	Volume marchand ² (m ³ /ha)
I	Témoin	4370	75,5	8,5	24,9	135,5	50,7
	E. modérée	1484	95,5	9,9	11,4	62,5	18,3
	E. forte	799	95,7	11,3	8,0	44,4	17,6
II	Témoin	4291	84,4	6,1	12,4	59,5	4,6
	E. modérée	1364	98,8	6,4	4,4	21,4	0,3
	E. forte	736	100,0	7,6	3,3	16,7	0,0
III	Témoin	2417	74,5	10,2	19,8	107,3	48,7
	E. modérée	1129	97,3	12,4	13,6	75,9	36,4
	E. forte	717	98,9	12,8	9,2	51,6	24,1
IV	Témoin	2528	80,1	9,1	16,3	84,1	18,3
	E. modérée	1058	99,6	9,3	7,2	40,4	5,0
	E. forte	738	98,0	10,7	6,6	36,1	10,0
V	Témoin	3262	94,7	9,3	22,1	120,8	52,5
	E. forte	741	98,8	14,2	11,7	75,5	48,1
VI	Témoin	5432	95,5	4,5	8,5	36,7	0,0
	E. modérée	1429	97,6	5,5	3,4	15,8	0,0
	E. forte	745	99,7	6,1	2,2	10,6	0,0
VII	Témoin	2792	90,8	11,7	29,8	202,0	122,3
	E. forte	733	91,4	15,4	13,7	101,2	75,1

¹ Voir note 1, page 14.² Tiges de 9,0 cm et plus au d.h.p.

2.2 TRAITEMENTS

2.2.1 ÉCLAIRCIE

L'intensité d'éclaircie a été définie en termes d'espacements moyens, qui sont les mêmes pour toutes les classes d'âge. En se basant sur les travaux de Steneker et Jarvis (1966), on a établi que, pour un peuplement de 25 ans, l'espacement produisant un accroissement optimum était d'environ 2,6 m, soit 1482 tiges/ha; en réduisant de moitié ce nombre, on obtenait un espacement de 3,7 m et 741 tiges/ha. Les niveaux d'éclaircie ont donc été définis comme suit:

E_0 : témoin;

E_1 : éclaircie modérée, 1482 tiges résiduelles/ha;

E_2 : éclaircie forte, 741 tiges résiduelles/ha.

Les tiges à conserver ont été marquées et toutes les autres ont été abattues et laissées sur le terrain. Dans certaines placettes, le nombre de tiges résiduelles pouvait différer légèrement de l'objectif fixé, afin d'éviter les trouées trop importantes ou un espacement insuffisant entre des tiges concurrentes. Le traitement E_1 n'existe pas dans les secteurs V et VII; dans le premier cas, les dimensions du peuplement ne permettaient pas l'établissement du nombre de placettes requises alors que dans le second, l'âge du peuplement ne justifiait pas une éclaircie modérée.

La réduction du nombre de tiges, de la surface terrière et du volume total a été proportionnelle à la densité initiale du peuplement et à l'intensité de l'éclaircie. Ainsi, la réduction de surface terrière causée par l'éclaircie forte a été généralement supérieure à 50 pour 100 et a même atteint près de 80 pour 100 dans certains cas.

En contrepartie, l'éclaircie a eu pour effet d'augmenter considérablement le diamètre moyen, par l'élimination des tiges les plus petites.

2.2.2 FERTILISATION

Pour le choix des traitements de fertilisation, les informations alors disponibles ne permettaient pas de fixer les éléments et les taux d'application qui seraient les plus susceptibles de produire les meilleurs effets sur la croissance. Il a donc été décidé d'utiliser des quantités égales de chacun des trois éléments majeurs: azote, phosphore et potassium. Les traitements retenus ont été les suivants:

F₀ : témoin, pas de fertilisation;

F₁ : 112 kg/ha de chaque élément (N, P, K);

F₂ : 224 kg/ha de chaque élément (N, P, K).

Lorsque les dimensions du peuplement le permettaient, quelques placettes supplémentaires ont reçu une application de 448 kg/ha de chaque élément afin de déterminer si des phénomènes de toxicité se produiraient à ce niveau: ce traitement, combiné seulement aux niveaux d'éclaircie E₁ et E₂, a été identifié comme F₄. Les fertilisants ont été appliqués au printemps, à l'aide d'épandeurs manuels, sous forme d'urée (46 p. 100 d'N), de superphosphate triple (46 p. 100 de P₂O₅) et de muriate de potasse (60 p. 100 de K₂O).

2.3 DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

Le dispositif choisi est celui du *split plot* à blocs complets (Steel et Torrie, 1960): chaque secteur a d'abord été divisé en deux blocs, eux-mêmes subdivisés par la suite en trois superficies

auxquelles les traitements d'éclaircie ont été attribués de façon aléatoire. Dans chaque compartiment, trois ou quatre placettes d'échantillonnage selon le cas, de forme circulaire et d'une superficie de 0,04 ha chacune, ont été établies aux fins de la fertilisation et des études sur la croissance. L'attribution des traitements de fertilisation a été, elle aussi, aléatoire. Les engrais ont été appliqués sur une superficie circulaire de 0,08 ha, ce qui comprend la placette d'échantillonnage en plus d'une couronne de 4,7 m de largeur autour de celle-ci. Enfin, une bande de sécurité a été laissée entre les placettes, dont les centres sont distants d'au moins 40 m.

Ce type de dispositif a été choisi parce qu'il permet d'obtenir une plus grande précision dans l'analyse des résultats de la fertilisation, tout en facilitant l'exécution de l'éclaircie qui peut être réalisée sur de plus grandes superficies..

2.4 OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

2.4.1 MESURES DENDROMÉTRIQUES

L'inventaire avant traitement de chaque placette a consisté à pointer toutes les tiges par classe de diamètre; par la suite, on a établi l'âge à la souche de plusieurs tiges abattues. Après l'éclaircie, les tiges résiduelles ont été numérotées¹, et leur

¹ Dans le cas des placettes témoins, on a jugé qu'il n'était pas nécessaire de mesurer chaque année les tiges de moins de 4 cm au d.h.p., sauf dans le secteur II; où quelques tiges inférieures à ce diamètre ont été mesurées et dans le secteur VI qui comprend toutes les tiges de 1 cm et plus. La plupart des tiges omises sont mortes au cours des premières années d'observation.

diamètre, mesuré à 1,37 m au dessus du sol; elles ont aussi été classifiées selon l'essence et la classe d'étage et les défauts visibles, notés; ces mesures ont été reprises tous les automnes pendant cinq ans. Enfin, la hauteur de quinze arbres distribués dans les différentes classes de diamètre a été mesurée la première et la cinquième années. Les unités de mesures utilisées étaient celles du système canadien, en usage au moment de l'établissement des dispositifs expérimentaux. Ce système de mesure a été conservé lors des remesurages mais, lors des compilations, les valeurs moyennes ont été converties en unités du système international (SI) pour se conformer à l'usage actuel.

2.4.2 ÉCHANTILLONNAGE FOLIAIRE

A la fin du premier été après la fertilisation, des échantillons foliaires ont été prélevés dans le tiers supérieur de la cime de trois arbres dominants ou codominants par placette, sans tenir compte de l'orientation des branches. Ces mêmes arbres ont été échantillonnés à nouveau les deuxième, troisième et cinquième années, toujours dans la dernière semaine d'août ou la première de septembre.

Les échantillons recueillis ont été placés séparément dans des sacs de polyéthylène, numérotés et conservés en chambre froide à une température de 0°C, pour une période ne dépassant pas 15 jours. Par la suite, les feuilles ont été séchées à 65°C pendant 24 heures dans une étuve à circulation forcée. Les tissus secs ont été moulus à 20 mailles dans un broyeur *Wiley* muni de couteaux d'acier. Enfin, un échantillon composite a été préparé pour chaque placette, en mélangeant un volume égal de chacun des trois échantillons broyés. Le

mélange a été conservé dans des contenants hermétiques en plastique jusqu'au moment de l'analyse, que l'on a réalisée de la façon suivante:

A) Préparation de la solution de base pour le dosage des cations métalliques

La méthode d'oxydation de la matière organique par voie humide, telle que décrite par Amiot et Bernier (1962), a été utilisée pour la minéralisation des aiguilles (acide nitrique et acide perchlorique). Les solutions de base obtenues, servant au dosage des cations métalliques, ont été conservées dans des fioles de polyéthylène de 125 ml.

B) Dosage des cations métalliques

La détermination des principaux cations minéraux a été faite à partir de la solution de base:

- a) pour K, Ca et Na: par spectrophotométrie à flamme;
- b) pour Mg, Cl, Mn : par spectrophotométrie d'absorption atomique.

C) Dosage de l'azote et du phosphore (totaux)

Pour ces deux éléments, l'échantillon a été digéré par l'action combinée de l'acide sulfurique et du peroxyde d'hydrogène, en présence d'un catalyseur (K_2SO_4 + Sé).

Ces analyses avaient pour but d'étudier les variations dans la teneur en éléments nutritifs du feuillage en fonction du temps, afin de déterminer jusqu'à quel moment l'effet de la fertilisation se fait sentir dans le feuillage, et de relier si possible ces variations aux effets des traitements sur la croissance des tiges.

2.5 ANALYSE DES RÉSULTATS

2.5.1 DONNÉES DENDROMÉTRIQUES

A l'aide des données recueillies, on a calculé, pour chaque placette, la surface terrière, le diamètre moyen, les volumes total et marchand, la mortalité ainsi que l'accroissement en diamètre par classe de diamètre. Les accroissements nets en surface terrière et en volume ont été obtenus en soustrayant les valeurs initiales des valeurs calculées à la fin des périodes de mesure; en y ajoutant la mortalité, on a obtenu les accroissements bruts. Le secteur VI ne comporte pas d'analyse de croissance en volume, car les tarifs de cubage existants ne permettent pas un calcul précis lorsque le peuplement est formé en majorité de tiges de faible diamètre.

Le volume du peuplier a été estimé au moyen de tarifs de cubage locaux préparés à partir des tarifs généraux de Tremblay (1966) et des courbes diamètre-hauteur calculées pour chacun des secteurs expérimentaux. Au début de l'expérience, une seule courbe diamètre-hauteur a été calculée par secteur. A la fin des cinq saisons de croissance, une nouvelle courbe diamètre-hauteur a été calculée et on a vérifié si elle pouvait s'appliquer à tous les traitements d'un secteur donné pour la préparation des tarifs locaux, ce qui s'est avéré être le cas. Le volume des autres feuillus et des résineux, qui forment une part assez faible du peuplement, a été estimé au moyen des tarifs calculés par Le Goff et al. (1976) lors de la préparation de tables de rendement pour les peupleraies naturelles dans les comtés de Montmagny à Rimouski.

Des analyses graphiques ont porté sur la croissance annuelle et quinquennale en diamètre, en surface terrière, en volume total et en volume marchand de tout le peuplement et des 494 plus gros peupliers par hectare. Ce dernier nombre provient de la transformation en unités du système SI des mesures de 200 tiges par acre et il représente le nombre de tiges que l'on peut espérer trouver à maturité dans l'étage dominant. Des analyses de covariance ont permis d'identifier les différences de croissance significatives entre les traitements, avec la surface terrière initiale des 494 plus gros peupliers comme variable indépendante. Les valeurs ajustées ont servi à présenter les résultats des secteurs II, III, V et VI.

2.5.2 ANALYSES FOLIAIRES

Les résultats annuels moyens des analyses chimiques des échantillons du feuillage prélevés dans les placettes de chaque secteur ont été soumis à des analyses de variance afin de faire ressortir les différences significatives.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

3.1 ACCROISSEMENT DES TIGES DOMINANTES

3.1.1 ACCROISSEMENT ANNUEL

Afin d'avoir une base uniforme de comparaison pour tous les traitements, on a calculé la croissance en surface terrière des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare. Tant pour l'éclaircie que pour la fertilisation, l'accroissement maximum a été atteint, le plus souvent, la troisième ou la quatrième année dans tous les secteurs, qu'il soit exprimé en valeur absolue (figure 2) ou en pourcentage du témoin (figure 3). Par la suite, on assiste à une baisse appréciable; toutefois, même la cinquième année, l'accroissement dû aux traitements est supérieur à celui des témoins. Les accroissements en diamètre et en volume se comportent de la même façon.

Figure 2: Accroissement annuel en surface terrière (m^2/ha), par traitement, des plus grosses tiges de peuplier par hectare (secteur II)

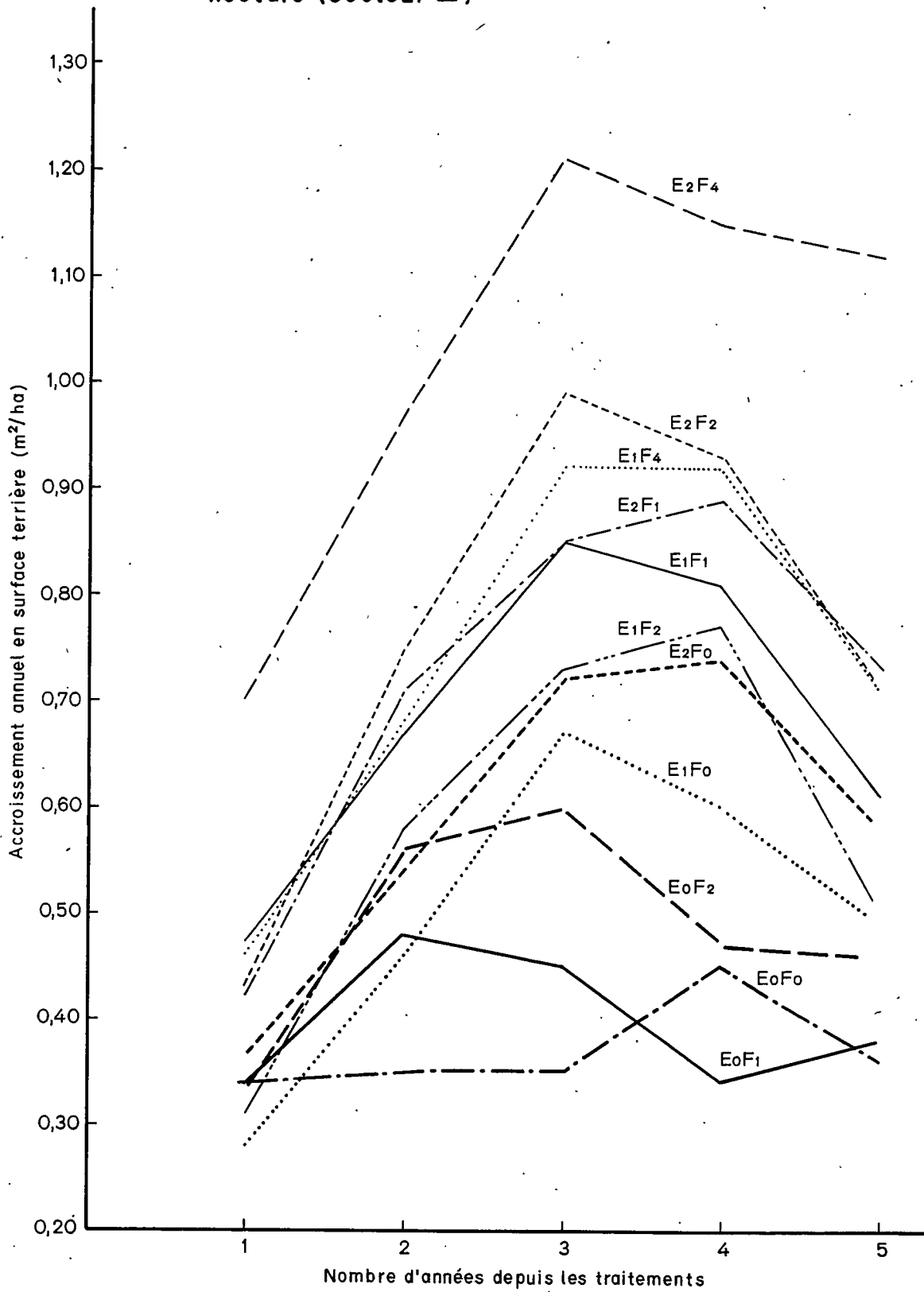
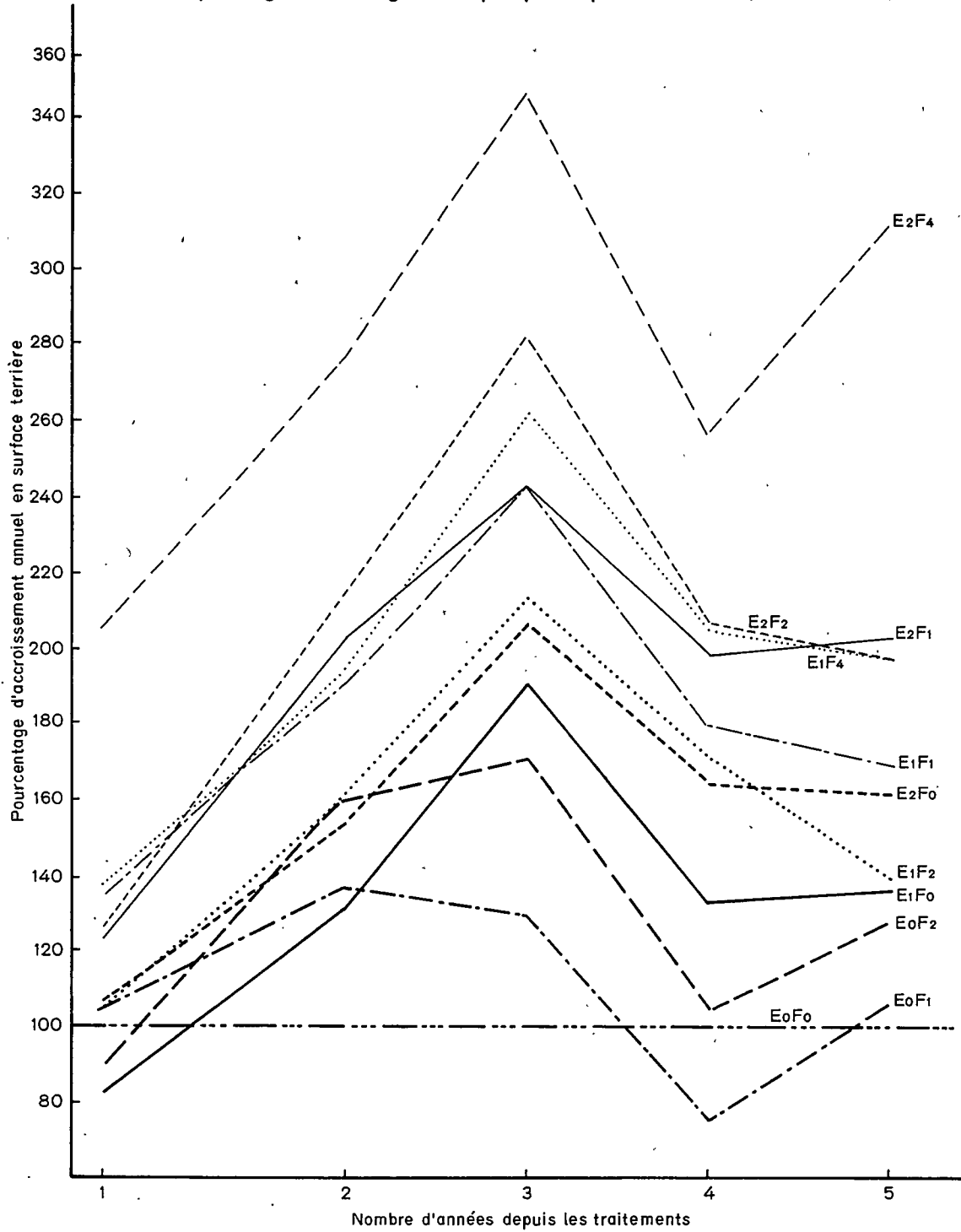


Figure 3: Pourcentage d'accroissement annuel en surface terrière de chaque traitement par rapport aux témoins, pour les 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare (secteur II)



3.1.2 ACCROISSEMENT QUINQUENNAL

L'éclaircie a augmenté la croissance en diamètre des plus grosses tiges de 15 à 70 p. 100 par rapport aux témoins, selon les peuplements et l'intensité du traitement (figure 4); les différences sont statistiquement significatives, au niveau de probabilité de 90 p. 100 et plus, dans les secteurs II, IV et V.

L'augmentation de croissance causée par la fertilisation est de l'ordre de 15 à 30 p. 100, sauf pour le peuplier baumier (secteur V) qui a beaucoup mieux réagi. Les différences sont statistiquement significatives dans tous les secteurs à l'exception des secteurs III et VII. L'application de 224 kg/ha de chaque élément produit généralement un accroissement supérieur au taux intermédiaire, sauf dans les secteurs III et V où les deux taux produisent des accroissements semblables, et dans le secteur VII où la fertilisation ne produit aucun effet.

Les résultats sont sensiblement les mêmes lorsque la croissance est mesurée au moyen de la surface terrière ou du volume (tableau 3). L'interaction entre les traitements n'est significative dans aucun cas.

3.2 ACCROISSEMENT DU PEUPEMENT TOTAL

3.2.1 ACCROISSEMENT EN DIAMÈTRE

L'accroissement en diamètre moyen du peuplement (figure 5) s'est comporté de la même façon que celui des 494 plus grosses tiges par hectare. L'éclaircie a produit une augmentation dans tous les cas,

Figure 4: Pourcentage d'accroissement quinquennal en diamètre moyen des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare, par rapport aux témoins, en fonction des secteurs et des niveaux d'éclaircie et de fertilisation

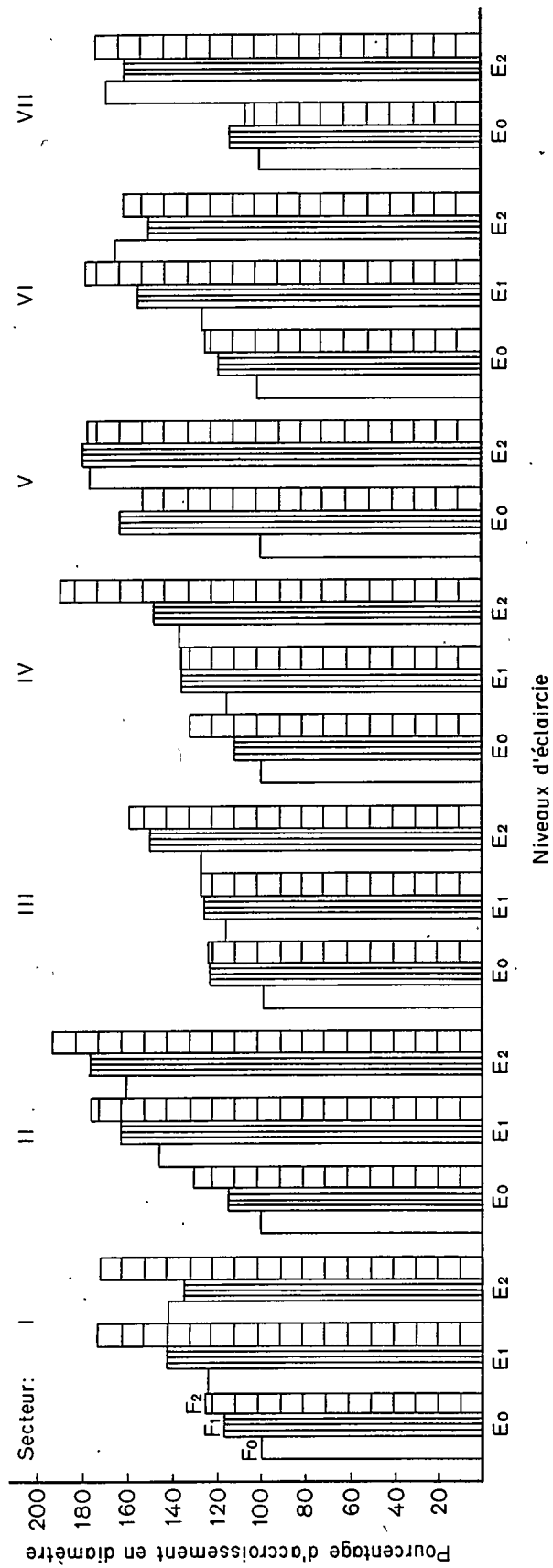


Tableau 3

Effet des traitements sur l'accroissement quinquennal
des 494 plus grosses tiges de peuplier par hectare

Secteur	Caractéristique	Accr. des témoins	Accroissements supplémentaires dus au traitements							
			E ₀ F ₁	E ₀ F ₂	E ₁ F ₀	E ₁ F ₁	E ₁ F ₂	E ₂ F ₀	E ₂ F ₁	E ₂ F ₂
I	S.T. (m ² /ha)	2,50	0,41	0,64	0,69	1,14	2,09	1,18	0,98	1,93
	V.T. (m ³ /ha)	23,66	2,71	2,95	3,38	8,68	17,06	10,02	8,12	14,99
	V.M. (m ³ /ha)	26,40	2,49	1,65	2,50	8,37	17,68	6,00	3,74	15,17
II	S.T. (m ² /ha)	1,72	0,30	0,63	1,03	1,36	1,63	1,29	1,68	2,04
	V.T. (m ³ /ha)	10,72	2,80	3,50	5,99	8,74	10,79	8,99	10,81	12,76
	V.M. (m ³ /ha)	3,85	1,30	4,09	5,44	8,15	9,31	8,45	10,25	12,64
III	S.T. (m ² /ha)	2,45	0,57	0,53	0,37	0,62	0,63	0,63	1,21	1,46
	V.T. (m ³ /ha)	21,01	4,92	4,50	2,94	5,36	5,30	5,44	10,08	12,39
	V.M. (m ³ /ha)	20,70	5,00	4,75	3,38	5,43	5,50	5,59	10,50	12,71
IV	S.T. (m ² /ha)	1,88	0,23	0,62	0,29	0,66	0,65	0,69	0,92	1,71
	V.T. (m ³ /ha)	13,16	1,30	3,07	2,43	2,93	4,46	4,35	7,01	11,53
	V.M. (m ³ /ha)	12,45	1,80	4,92	1,51	3,94	3,67	4,01	6,13	12,23
V	S.T. (m ² /ha)	3,64	2,29	1,90	-	-	-	2,78	2,88	2,75
	V.T. (m ³ /ha)	27,15	17,25	14,37	-	-	-	19,85	21,98	21,57
	V.M. (m ³ /ha)	27,80	17,20	14,31	-	-	-	20,32	21,82	21,62
VI	S.T. (m ² /ha)	1,99	0,36	0,47	0,50	1,08	1,54	1,29	0,97	1,20
VII	S.T. (m ² /ha)	1,92	0,20	0,16	-	-	-	1,03	1,07	1,60
	V.T. (m ³ /ha)	16,46	1,59	1,10	-	-	-	8,65	8,87	12,81
	V.M. (m ³ /ha)	16,04	1,62	1,06	-	-	-	8,71	8,79	12,52

bien que de façon non significative dans les secteurs III, IV et VII. Cependant, la différence entre les éclaircies forte et modérée est généralement moindre que celle qui existe entre cette dernière et les témoins. Pour ce qui est de la fertilisation, elle a aussi fait sentir son effet sur la croissance en diamètre moyen du peuplement; les différences sont significatives dans les secteurs I à IV.

Toutes les classes de diamètre ont réagi aux traitements et l'augmentation de croissance pour chacune est sensiblement la même en valeur absolue, comme l'illustre la figure 6, qui provient des données du secteur II; en effet, toutes les courbes ont à peu près la même pente. Il s'ensuit donc que l'augmentation des témoins, exprimée en pourcentage, est plus forte pour les petites tiges.

Cependant, aucun des traitements n'a affecté la croissance quinquennale en hauteur des dominants. Celle-ci varie de 1,4 à 3,0 m selon les secteurs; elle est généralement plus forte dans les peuplements les plus jeunes.

3.2.2 ACCROISSEMENT EN SURFACE TERRIÈRE ET EN VOLUME

L'éclaircie a diminué l'accroissement brut en surface terrière dans tous les secteurs (tableau 4), sauf dans le secteur V où il s'est maintenu au même niveau que chez les témoins. Son effet a toutefois été moins fort sur l'accroissement net, qui a même été augmenté par l'éclaircie modérée dans le secteur I. On peut faire la même constatation dans le cas du volume total. Quant à l'accroissement en volume marchand, il a augmenté de façon marquée dans le secteur II et aussi dans les secteurs III et V, mais il a diminué dans les autres.

Figure 6: Accroissement quinquennal en diamètre du peuplier, par classe de diamètre et par traitement (secteur II)

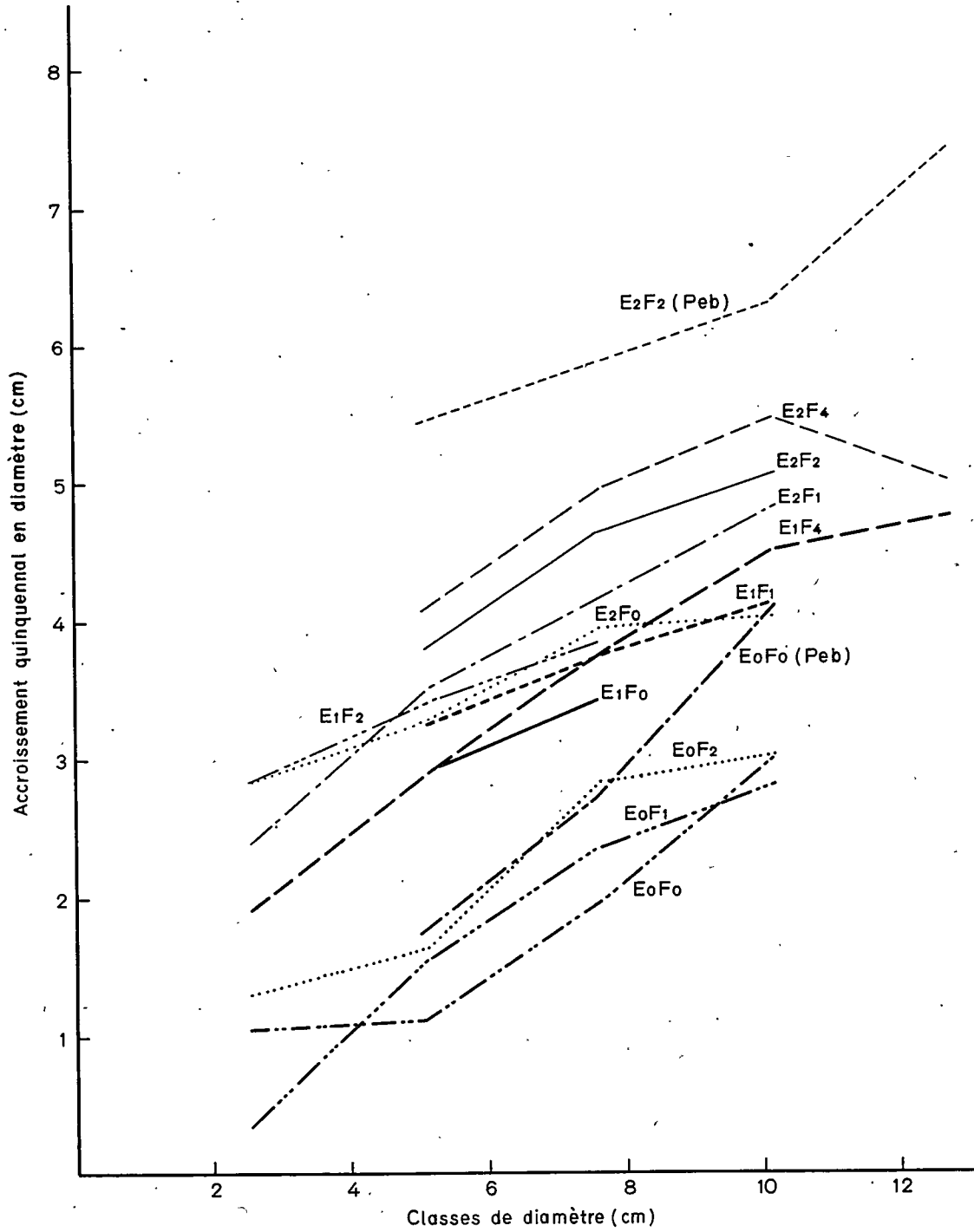


Tableau 4

Pourcentage d'accroissement quinquennal de tout le peuplement, par rapport aux témoins, en fonction des secteurs et des niveaux d'éclaircie et de fertilisation

Secteur	Traitement	Surface terrière brute			Surface terrière nette			Volume total brut			Volume total net			Volume marchand brut			Volume marchand net		
		F ₀	F ₁	F ₂	F ₀	F ₁	F ₂	F ₀	F ₁	F ₂	F ₀	F ₁	F ₂	F ₀	F ₁	F ₂	F ₀	F ₁	F ₂
I	E ₀		22	19		13	33		13	10		15	24		19	13		16	10
	E ₁	-11	4	24	5	25	62	-17	1	12	-3	28	49	-19	1	25	-25	0	30
	E ₂	-33	-31	-15	-28	-7	10	-24	-27	-18	-15	-2	9	-15	-17	-1	-23	-17	-1
II	E ₀		20	36		16	24		-14	-7		-18	-18		59	93		58	92
	E ₁	-21	1	-1	-20	14	0	-36	-16	-18	-39	-10	-19	55	106	126	49	106	123
	E ₂	-42	-30	-18	-46	-25	-11	-51	-46	-34	-55	-44	-32	106	135	178	94	128	176
III	E ₀		24	19		31	19		28	26		40	32		32	38		47	48
	E ₁	-34	2	0	-22	33	19	-18	8	12	-8	33	28	8	32	35	20	61	51
	E ₂	-41	-24	-21	-23	-20	7	-32	-6	-4	-16	-3	17	-4	28	34	20	33	59
IV	E ₀		-3	18		21	41		-3	14		11	24		3	-6		3	-6
	E ₁	-53	-39	-34	-46	-29	-38	-48	-31	-25	-43	-27	-30	-53	-53	-32	-53	-53	-41
	E ₂	-49	-42	-27	-31	-28	4	-44	-36	-21	-35	-29	-3	-47	-24	-4	-47	-24	-4
V	E ₀		34	43		29	39		39	46		38	46		43	49		44	50
	E ₁	-1	5	-4	20	29	11	3	11	0	12	22	4	21	32	18	24	35	17
	E ₂		0	13		-2	3		-2										
VI	E ₀		-43	-21		-44	-26		-44	-26		-16	-32		0	-16		-2	-21
	E ₁	-52	-55	-49	-56	-55	-49		-55	-49		15	-2	-21	-13	-15		-9	-14
	E ₂		-6	-10		-40	-30		-40	-30									
VII	E ₀		-32	-22		48	50		-1	-23		-2	-32		-21	-15		-2	-21
	E ₁		-20	-22		74	50		-13	-18		15	-2	-21	-13	-15		-9	-14
	E ₂																		

La fertilisation, pour sa part, a augmenté de façon appréciable et significative l'accroissement en surface terrière et en volume marchand dans les secteurs I, II, III et V; dans les secteurs IV et VI, la différence est beaucoup moins marquée mais tout de même significative et dans le secteur VII, l'accroissement est demeuré stable ou a diminué. Dans certains cas, le résultat de la fertilisation à 224 kg/ha de chaque élément était supérieur et, d'autres fois, égal ou inférieur à celui du traitement intermédiaire.

L'effet de la fertilisation a semblé parfois varier avec l'intensité d'éclaircie; mais l'interaction est significative seulement dans le secteur V, où la fertilisation produit un effet marqué dans les placettes non éclaircies et n'a pas d'effet lorsqu'elle est combinée à l'éclaircie.

En valeur absolue, l'accroissement quinquennal net supplémentaire dû à la fertilisation a atteint un maximum de 2,47 m²/ha de surface terrière et environ 23 m³/ha en volumes total et marchand dans le secteur V (tableau 5).

3.3 MORTALITÉ

La mortalité exprimée en nombre de tiges ou en surface terrière par hectare est presque toujours plus grande dans les placettes non éclaircies (tableau 6) et ces différences sont statistiquement significatives, au niveau de probabilité de 90 p. 100 ou plus, dans les secteurs I, II, VI et VII dans le cas du nombre de tiges et dans les secteurs I, III et VII dans le cas de la surface terrière. Pour ce qui est du volume total, on peut faire la même constatation, sauf dans le secteur IV; de plus, même exprimée en pourcentage de la

Tableau 5

Effet des traitements sur l'accroissement quinquenal net de tout le peuplement

Secteur	Variable dendrométrique	Accr. quinq. des témoins	Accroissements supplémentaires dus aux traitements								
			E ₀ F ₁	E ₀ F ₂	E ₁ F ₀	E ₁ F ₁	E ₁ F ₂	E ₂ F ₀	E ₂ F ₁	E ₂ F ₂	
I	S.T. (m ² /ha)	4,81	0,61	1,60	0,25	1,45	2,99	- 1,33	- 0,33	0,49	
	V.T. (m ³ /ha)	38,88	5,78	9,29	- 1,66	10,85	18,95	- 5,75	- 0,74	3,41	
	V.M. (m ³ /ha)	44,17	7,27	4,53	-11,22	- 0,09	13,35	-10,27	- 7,35	- 0,52	
II	S.T. (m ² /ha)	5,74	0,92	1,36	- 1,21	0,82	- 0,01	- 2,64	- 1,42	- 0,63	
	V.T. (m ³ /ha)	47,19	- 8,55	- 8,58	-18,36	- 4,90	- 9,09	-25,85	-20,60	-14,91	
	V.M. (m ³ /ha)	6,39	3,69	5,87	3,12	6,82	7,84	6,03	8,17	11,27	
III	S.T. (m ² /ha)	3,56	1,13	0,62	- 0,79	1,18	0,67	- 0,84	- 0,70	0,26	
	V.T. (m ³ /ha)	28,71	11,70	9,20	- 2,25	9,46	8,05	- 4,12	- 1,42	4,97	
	V.M. (m ³ /ha)	22,26	10,44	10,62	4,56	13,53	11,39	4,44	7,31	13,13	
IV	S.T. (m ² /ha)	4,11	0,86	1,69	- 1,89	- 1,20	- 1,58	- 1,27	- 1,15	0,17	
	V.T. (m ³ /ha)	30,81	3,44	7,46	-13,33	- 8,30	- 9,24	-10,30	- 8,81	- 0,95	
	V.M. (m ³ /ha)	28,32	1,96	- 1,00	-14,61	-14,88	-11,06	-13,05	- 6,39	2,00	
V	S.T. (m ² /ha)	6,37	1,83	2,47				1,26	1,86	0,72	
	V.T. (m ³ /ha)	50,12	19,15	22,96				6,21	11,05	1,79	
	V.M. (m ³ /ha)	46,41	20,49	23,06				11,00	16,42	7,87	
VI	S.T. (m ² /ha)	8,34	- 0,10	0,28	- 3,65	- 2,89	- 2,11	- 4,64	- 4,56	- 4,06	
VII	S.T. (m ² /ha)	2,48	- 0,98	- 0,74				1,18	1,85	1,25	
	V.T. (m ³ /ha)	31,85	- 5,20	-10,15				-0,58	4,68	- 0,60	
	V.M. (m ³ /ha)	37,20	- 0,87	- 7,77				- 6,35	- 3,49	- 5,35	

Tableau 6

Mortalité quinquennale

Secteur	Variable dendrométrique	Traitements									
		E ₀ F ₀	E ₀ F ₁	E ₀ F ₂	E ₁ F ₀	E ₁ F ₁	E ₁ F ₂	E ₂ F ₀	E ₂ F ₁	E ₂ F ₂	
I	N.T./ha	618	840	469	74	86	98	62	24	37	
	S.T. (m ² /ha)	1,82	2,67	1,46	0,75	0,66	0,42	0,98	0,08	0,35	
	V.T. (m ³ /ha)	7,70	12,40	4,70	5,00	3,86	2,49	6,46	0,62	2,17	
	V.M. (m ³ /ha)	0,38	1,78	1,56	3,02	0,85	0,68	4,17	0,00	0,63	
II	N.T./ha	320	308	481	49	37	62	62	49	24	
	S.T. (m ² /ha)	0,79	0,97	1,68	0,27	0,25	0,18	0,52	0,35	0,13	
	V.T. (m ³ /ha)	3,53	4,04	8,42	1,47	1,20	0,73	2,86	1,87	0,84	
	N.T./ha	198	247	297	74	49	74	24	74	24	
III	S.T. (m ² /ha)	1,54	1,66	1,84	0,62	0,49	0,85	0,26	1,04	0,22	
	V.T. (m ³ /ha)	8,89	8,76	9,23	3,94	2,94	5,84	1,70	6,93	1,43	
	V.M. (m ³ /ha)	5,06	4,29	4,68	1,87	1,71	3,88	0,75	4,47	0,44	
	N.T./ha	383	185	272	111	98	260	24	74	24	
IV	S.T. (m ² /ha)	1,94	0,88	1,38	0,61	0,79	2,04	0,22	0,56	0,15	
	V.T. (m ³ /ha)	7,82	3,20	5,68	2,58	4,23	9,91	1,29	2,72	0,71	
	V.M. (m ³ /ha)	1,15	0,20	0,50	0,00	0,50	2,26	0,24	0,55	0,00	
	N.T./ha	383	618	642				24	0	24	
V	S.T. (m ² /ha)	1,55	2,41	2,21				0,23	0,00	0,45	
	V.T. (m ³ /ha)	5,10	7,23	7,00				0,74	0,00	2,93	
	V.M. (m ³ /ha)	1,28	1,14	0,73				0,23	0,00	2,03	
	N.T./ha	272	346	605	24	62	24	12	0	12	
VI	S.T. (m ² /ha)	0,28	0,31	1,08	0,11	0,20	0,26	0,07	0,00	0,09	
	N.T./ha	593	704	383				0	0	12	
VII	S.T. (m ² /ha)	2,90	3,56	3,08				0,00	0,00	0,46	
	V.T. (m ³ /ha)	10,18	14,88	10,69				0,00	0,00	2,95	
	V.M. (m ³ /ha)	1,66	2,88	3,18				0,00	0,00	2,74	

surface terrière, elle est généralement plus grande dans les placettes non éclaircies. Enfin, la mortalité exprimée en termes de volume marchand est, généralement faible et donc à peu près égale à tous les niveaux d'éclaircie.

La fertilisation ne semble pas avoir affecté le taux de mortalité; même si on remarque une certaine tendance à l'augmentation de la mortalité avec le niveau de fertilisation dans les placettes non éclaircies des secteurs V et VI, ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

Le chancre hypoxylonien est de loin la cause principale de mortalité dans les secteurs III et IV, même dans les placettes non éclaircies. Dans les secteurs I, II et VI, il représente aussi la majorité de la mortalité des placettes éclaircies, mais moins de la moitié de celle des témoins; il n'a pas été rencontré dans les secteurs V et VII.

En plus des tiges mortes, plusieurs tiges affectées par le chancre étaient encore vivantes au moment du mesurage quinquennal; elles représentaient de 30 à 50 p. 100 de toutes les tiges attaquées, selon les secteurs. Le nombre de tiges attaquées, mortes ou vivantes, est plus fort dans les secteurs III et IV (10 et 15 p. 100 du nombre total respectivement) que dans les secteurs I, II et VI (4, 6 et 2 p. 100 respectivement). Les arbres dont la croissance est déjà lente ont tendance à mourir très rapidement alors que les tiges vigoureuses résistent plus longtemps et conservent souvent un fort taux de croissance. Le pourcentage des tiges affectées ne semble pas influencé par l'éclaircie ou la fertilisation, mais on trouve parfois des diffé-

rences significatives entre les blocs d'un même secteur.

3.4 TRAITEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

3.4.1 AUGMENTATION DU TAUX DE FERTILISATION

Dans le secteur II, les quelques placettes fertilisées au taux de 448 kg/ha de chaque élément (traitement F_4) ont réagi favorablement (figures 2 et 5). Dans les secteurs I et III, au contraire, l'augmentation du taux de fertilisation n'a pas produit d'accroissement supérieur au traitement F_2 .

3.4.2 PEUPLIER BAUMIER

Dans le secteur II, deux placettes supplémentaires, une témoin et une éclaircie et fertilisée, renferment uniquement du peuplier baumier. A traitement égal, la croissance de ces deux placettes est supérieure, en valeur absolue, à celle du peuplier faux-tremble (figure 5); mais en pourcentage, elle est du même ordre de grandeur. La même constatation, basée sur une seule placette, a été faite dans le secteur III.

3.4.3 TRAITEMENT D'UN PEUPEMENT DE SIX ANS

Huit placettes établies dans ce peuplement ont reçu les traitements suivants: E_0F_0 , E_0F_1 , E_1F_0 , E_1F_1 . Sur une période de cinq ans, les accroissements des 494 plus grosses tiges par hectare, exprimés en pourcentage de ceux des témoins, ont été plus importants que dans les autres secteurs, spécialement en ce qui concerne l'éclaircie; en effet, ils ont atteint 216 et 289 p. 100 respectivement pour le diamètre et la surface terrière. De plus, l'effet durera plus longtemps car, même si la croissance en diamètre a fléchi

légèrement au cours de la cinquième année, les augmentations de croissance calculées en surface terrière se sont maintenues. La fertilisation seule a augmenté la croissance en diamètre de 50 p. 100 mais, combinée à l'éclaircie, elle a eu un effet assez restreint.

Contrairement aux résultats observés dans les autres secteurs, la fertilisation a augmenté la croissance en hauteur d'environ 35 p. 100, tandis que l'éclaircie l'a doublée, la faisant passer de 2,14 à 4,35 m en cinq ans. Par contre, la fertilisation combinée à l'éclaircie n'a pas produit d'effets additionnels.

3.5 ANALYSES FOLIAIRES

Le tableau 7 montre, pour chaque peuplement, les résultats des analyses foliaires des échantillons prélevés l'automne suivant la fertilisation dans les placettes qui n'ont pas reçu d'engrais. Les seuils de carence pour le peuplier sont présentés au bas du tableau 7. En tenant compte que le tremble est une essence pionnière et probablement moins exigeante, on constate que les concentrations en calcium et potassium sont beaucoup plus faibles, surtout lorsqu'elles sont inférieures à 2,00 p. 100 pour Ca et 1,20 p. 100 pour K. L'azote foliaire est inférieur à 2,20 p. 100 dans les secteurs III, IV, V et VII tandis que le phosphore des feuilles de la peupleraie à peuplier baumier (V) atteint le palier de la déficience. Dans ce dernier secteur d'ailleurs, toutes les teneurs en éléments foliaires sont faibles sauf celle du magnésium.

La présentation des résultats annuels moyens (tableau 8) des analyses foliaires d'un seul dispositif (I) en plus de ceux de l'ensemble des sept secteurs expérimentaux suffit à la compréhension

Tableau 7

Teneurs initiales en azote, phosphore, potassium, magnésium et calcium du feuillage dans les placettes non fertilisées de chaque secteur expérimental, et seuils de carence

Secteur expérimental	Azote p. 100	Phosphore p. 100	Potassium p. 100	Magnésium p. 100	Calcium p. 100
I - Matapédia 23 ans	2,26	0,20	1,21	0,19	1,80
II - Matapédia 15 ans	2,30	0,24	1,04	0,23	1,50
III - Cabano	2,06	0,21	1,00	0,31	1,45
IV - Estcourt	2,16	0,23	1,05	0,22	1,72
V - Cuoq	2,08	0,13	0,95	0,26	1,66
VI - Cap-Chat	2,22	0,22	0,77	0,23	1,60
VII - Larocque	2,01	0,19	1,07	0,21	1,45
Seuils de carence pour le peuplier ¹	2,20	0,17	1,20	0,12 à 0,20	2,00

¹ Tiré de: LEROY, 1969.

des variations à ces niveaux. Il aurait été superflu et compliqué de présenter tous les résultats d'analyses foliaires de chacun des sept secteurs expérimentaux et pour chacun des éléments analysés. En fait, le secteur identifié ici montre le plus de variations dans les concentrations foliaires, à la suite surtout des traitements de fertilisation. Dans les autres peuplements, les réactions sont identiques à celle du secteur I et dans la plupart des cas, les variations sont moins prononcées ou inexistantes. D'ailleurs, le tableau 9 résume l'ensemble des résultats des analyses de variance effectuées séparément pour les concentrations foliaires, en regard des traitements et des années d'échantillonnage de chaque élément.

De ces analyses de variance, il ressort que les traitements d'éclaircie n'affectent à peu près pas les teneurs en éléments du feuillage du peuplier faux-tremble et du peuplier baumier. Dans les cas où des variations ont été notées, elles n'étaient pas significatives et la plupart du temps très faibles; de plus, elles ne présentaient aucune constance pour un même élément entre les secteurs. Ainsi, l'azote foliaire semble augmenter très légèrement avec l'intensité d'éclaircie dans les secteurs I et VII. Ailleurs, dans les secteurs V et VI, les teneurs en potassium semblent diminuer. De faibles augmentations en calcium foliaire sont aussi observées dans les secteurs I, III et V.

Par contre, les additions d'engrais ont provoqué des variations, plus ou moins fortes selon le cas, dans les teneurs en éléments des feuilles. Les augmentations des concentrations d'azote foliaire sont les plus marquées, dès le premier automne qui suit la

Tableau 8

Résultats annuels moyens des analyses foliaires pour le secteur expérimental de Matapédia 23 (I) et pour l'ensemble de tous les secteurs. Les résultats sont regroupés par traitement de fertilisation en négligeant volontairement les niveaux d'éclaircie

Élément	Années après traitement	Secteur I - Matapédia 23				Moyennes pour l'ensemble des secteurs			
		F ₀	F ₁	F ₂	F ₄ ¹	F ₀	F ₁	F ₂	F ₄ ¹
Azote P. 100.	1 an	2,26	2,51	2,70	2,67	2,20	2,42	2,65	2,72
	2 ans	2,35	2,58	2,91	2,98	2,25	2,37	2,68	2,89
	3 ans	1,91	2,07	2,28	2,20	1,88	1,96	2,13	2,17
	5 ans	2,10	2,20	2,25	2,23	2,18	2,15	2,27	2,38
Phosphore P. 100	1 an	0,19	0,29	0,30	0,26	0,20	0,25	0,25	0,26
	2 ans	0,20	0,27	0,29	0,26	0,19	0,22	0,23	0,25
	3 ans	0,18	0,25	0,25	0,23	0,19	0,22	0,22	0,23
	5 ans	0,18	0,28	0,28	0,26	0,20	0,23	0,23	0,27
Potassium P. 100	1 an	1,21	1,30	1,23	1,44	1,02	1,10	1,13	1,41
	2 ans	1,12	1,21	1,14	1,11	0,99	1,01	1,03	1,09
	3 ans	1,09	1,17	1,06	1,05	1,00	1,09	0,99	1,06
	5 ans	1,40	1,65	1,56	1,48	1,21	1,35	1,27	1,58
Magnésium P. 100	1 an	0,19	0,16	0,20	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22
	2 ans	0,17	0,16	0,17	0,16	0,21	0,21	0,20	0,16
	3 ans	0,17	0,15	0,16	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15
	5 ans	0,20	0,17	0,18	0,20	0,23	0,21	0,21	0,19
Calcium P. 100	1 an	1,80	1,80	1,76	1,66	1,61	1,65	1,51	1,38
	2 ans	1,86	1,79	1,89	1,66	1,54	1,56	1,49	1,29
	3 ans	1,84	1,84	1,95	2,07	1,56	1,63	1,53	1,40
	5 ans	2,04	2,02	2,09	2,36	1,80	1,84	1,80	1,85

¹ Le traitement F₄ a été combiné aux éclaircies F₁ et F₂ seulement et dans trois dispositifs qui sont: I, II et III. Ces résultats ne sont pas compris dans les calculs d'analyse de variance.

Tableau 9

Résultats des analyses de variance pour les analyses foliaires

Secteur	Années après traitement	Azote		Phosphore		Potassium		Magnésium		Calcium			
		Ecl.	Fert.	E x F	Ecl.	Fert.	E x F	Ecl.	Fert.	E x F	Ecl.	Fert.	E x F
I - Matapédia 23 ans	1 an	ns ¹	**2	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2 ans	**3	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3 ans	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II - Matapédia 15 ans	1 an	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns
	2 ans	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	*	ns	ns
	3 ans	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
III - Cabano	1 an	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
	2 ans	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
	3 ans	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV - Estcourt	1 an	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3 ans	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V - Cuoq	1 an	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
VI - Cap-Chat	1 an	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
	2 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3 ans	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
VII - Larocque	1 an	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3 ans	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5 ans	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

¹ ns : valeur de F non significative à 95 p. 100

² ** : valeur de F significative à 99 p. 100

³ * : valeur de F significative à 95 p. 100

fertilisation. Elles sont significatives à 99 p. 100 dans les secteurs I, II, III et VI tandis que dans les trois autres peuplements, les augmentations existent mais ne sont pas significatives. L'effet persiste toujours au cours des deux années subséquentes dans les trois premiers secteurs avec une tendance à diminuer à partir de la troisième année. Les autres peupleraies ne montrent que des différences positives. Dans les trois premiers secteurs, les différences entre les teneurs en azote du feuillage des placettes fertilisées sont proportionnelles aux taux d'application de l'azote F_0 , F_1 et F_2 . Le traitement supplémentaire F_4 ne produit pas une augmentation de l'azote foliaire nécessairement supérieure à F_2 . Par exemple, la première année, dans le secteur I, les teneurs en F_0 , F_1 , F_2 et F_4 sont respectivement de 2,26, 2,51, 2,70 et 2,67 p. 100 d'azote total. Après cinq ans, l'effet est presque complètement disparu.

Les additions de superphosphate triple se reflètent sur la concentration en phosphore du feuillage dès le premier automne qui suit la fertilisation; les différences sont significatives dans quatre secteurs: I, III, V et VI. Dans ce dernier, l'effet significatif disparaît dès la deuxième année alors qu'il est observé jusqu'à la cinquième année dans les trois autres peupleraies (I, III et V). Ailleurs, l'effet se traduit par de faibles augmentations la première année, qui demeurent faibles ou qui ne sont plus perceptibles par la suite. Il est intéressant de noter que les différences sont fortes entre les traitements F_0 et F_1 tandis que F_2 et F_4 ne produisent pas une augmentation de la teneur en phosphore foliaire plus marquée que F_1 ; même F_4 est souvent inférieur à F_1 et F_2 . Dans le secteur

I, le phosphore dosé après cinq ans dans les feuilles de peuplier faux-tremble atteint pour les traitements F_0 , F_1 , F_2 et F_4 des concentrations respectives de 0,18, 0,28, 0,28 et 0,26 p. 100 et les différences sont significatives à 99 p. 100.

Les augmentations du potassium foliaire dans les placettes fertilisées avec KCl sont bien moins marquées que pour l'azote et le phosphore. Elles sont plus difficiles à déceler, surtout que cet élément subit des variations annuelles importantes. Trois secteurs présentent des différences significatives le premier automne après la fertilisation; ce sont II, III et VI. Pour la deuxième année, un seul (V) montre des résultats d'analyse du potassium foliaire qui diffèrent significativement. En troisième et en cinquième année, les différences sont significatives dans deux secteurs: II et V; c'est le traitement F_1 qui diffère surtout de F_0 puisque les concentrations de potassium obtenues à la suite des traitements F_2 et F_4 sont égales ou inférieures à F_1 . Dans les autres secteurs, les différences, bien que positives entre F_0 et F_1 , sont faibles et même nulles dans le secteur Larocque; dans l'ensemble, toutes les différences entre les traitements diminuent avec les années. Dans le secteur II, les teneurs en potassium des feuilles atteignent en 1974, trois ans après la fertilisation, des concentrations de 0,93, 0,99, 1,03 et 1,04 p. 100 respectivement pour les traitements F_0 , F_1 , F_2 et F_4 et elles sont différentes au niveau de $P = 0,95$.

Les teneurs en magnésium du feuillage ont été modifiées à la suite de la fertilisation même si cet élément n'était pas contenu dans les engrais. L'interaction qui est négative, produit des

différences significatives dans trois secteurs, jusqu'à cinq ans après la fertilisation dans les secteurs II et IV et jusqu'à quatre ans dans le secteur VI. Dans le secteur III, les différences existent mais elles sont moins élevées et non significatives tandis que dans les autres peupleraies, les effets sont moins marqués ou plus difficilement interprétables. Les différences sont caractérisées par des concentrations en magnésium qui décroissent à l'inverse des taux d'application des engrais. Toutefois, les différences entre F_0 et F_1 sont plus grandes qu'entre F_1 et F_2 ou F_4 . Ainsi, pour l'ensemble des secteurs, après cinq ans, on obtient pour F_0 , F_1 , F_2 et F_4 des teneurs respectives en magnésium total de 0,23, 0,21, 0,21 et 0,19 p. 100.

A l'instar du magnésium, les teneurs en calcium du feuillage des peupleraies fertilisées subissent des diminutions à la suite des traitements F_2 et F_4 tandis que le traitement F_1 cause une légère augmentation. C'est dans le secteur II qu'on enregistre le plus de différences significatives, soit pour 1972, 73 et 74, tandis qu'en III et VI seule l'année 1972 montre des différences significatives. Aucun effet n'est décelé dans les secteurs I et VII. Pour les autres secteurs, les effets sont identiques à ceux des trois peuplements nommés ci-dessus mais ils ne sont pas significatifs. A titre d'exemple, après cinq ans, le calcium foliaire a été dosé à 1,80, 1,84, 1,80 et 1,85 p. 100 pour les traitements F_0 , F_1 , F_2 et F_4 respectivement pour l'ensemble des secteurs.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

L'effet des traitements, calculé sur un nombre égal de tiges dominantes, y est plus apparent que sur le peuplement total, car une partie de la variation initiale entre les placettes se trouve ainsi éliminée. Tous les traitements ont eu un effet positif, (tableau 3 et figure 4) et, compte tenu du petit nombre de répétitions, il n'est pas surprenant que ces différences ne soient pas toujours statistiquement significatives. Toutefois, l'éclaircie et la fertilisation semblent agir indépendamment, puisque l'interaction n'est en général pas significative.

L'éclaircie a stimulé la croissance dans tous les peuplements, bien que de façon plus marquée dans les peuplements les plus jeunes, les plus denses et croissant sur les meilleures stations. Le traitement le plus intense a produit un accroissement supérieur à celui de l'éclaircie modérée mais, dans le cas des peuplements jeunes en particulier, la différence entre les éclaircies forte et modérée

est moins grande qu'entre celle-ci et les témoins, puisqu'elle représente une diminution supplémentaire moins importante de la concurrence entre les tiges résiduelles.

En ce qui concerne le peuplement total, l'éclaircie forte amène une diminution de la production quinquennale nette, sauf dans le peuplement de peuplier baumier (secteur V); dans le cas du peuplement le plus âgé (secteur VII), une augmentation de la croissance nette en surface terrière se traduit tout de même par une diminution de la croissance en volume. Ceci résulte de la mort de nombreuses tiges de faible diamètre dans les placettes témoins. Quant à l'éclaircie modérée, elle diminue la production totale dans les peuplements les plus jeunes (secteurs II et VI) ou pauvres et initialement peu denses (secteur IV); mais dans les secteurs I et III, la production totale se maintient sensiblement au même niveau. La surface terrière à conserver pour obtenir un accroissement en surface terrière maximum est du même ordre de grandeur que celle qui a été déterminée par Steneker et Jarvis (1966), puisqu'elle varie d'environ 9 m²/ha dans le peuplement le plus jeune (12 ans) à 20 m²/ha dans le plus âgé (45 ans). Comme l'effet de l'éclaircie se fait encore sentir après cinq ans, on peut penser que sa position s'améliorera par rapport aux témoins, même s'il faudra plus de temps dans le cas des peuplements les plus jeunes. Dans des conditions favorables, Perala (1978) a trouvé qu'une éclaircie laissant 1 350 tiges/ha à dix ans permettait de récolter, à cinquante ans, un volume total égal ou supérieur à celui du peuplement non éclairci. Dans le peuplement le plus âgé, la réaction a été meilleure que prévue car, en plus de récolter un volume qui aurait

été perdu par mortalité, on a obtenu une croissance accéléré des tiges résiduelles. Généralement, l'éclaircie n'est pas recommandée dans les peuplements qui approchent l'âge de la coupe finale (Schlaegel et Ringold, 1971; Brinkman et Roe, 1975).

La réaction rapide du peuplier à l'éclaircie, qui lui permet d'atteindre son maximum de croissance en diamètre trois ans après le traitement, semble être une caractéristique de cette essence, puisque Steneker et Jarvis (1966) ont obtenu le même résultat. De plus, les mêmes auteurs ont constaté que l'effet se faisait encore sentir après onze ans et que toutes les classes de diamètre réagissaient à l'éclaircie, comme dans le cas présent. Notons toutefois qu'un même accroissement en diamètre, sur des tiges de dimensions différentes, représente un plus fort accroissement en surface terrière et en volume pour les tiges les plus grosses.

L'éclaircie ne semble pas avoir affecté la croissance en hauteur, sauf dans le peuplement de six ans où elle l'a augmentée substantiellement. Ce dernier résultat devrait toutefois être accueilli avec réserve, car on s'accorde généralement pour dire que la croissance en hauteur n'est pas influencée par l'éclaircie (Steneker et Jarvis, 1966; Sorensen, 1968).

La plupart des auteurs conseillent d'intervenir tôt dans la vie du peuplement; à dix ans, l'on recommande de laisser entre 1 250 et 2 500 tiges/ha, ou entre 500 et 750 à l'âge de 30 ans (Hubbard, 1972; Steneker, 1974, 1976; Perala, 1977, 1978). Les avantages en sont: une production totale supérieure si l'on inclut les produits d'éclaircie, une récolte finale au moins égale sinon supé-

rieure, des tiges de plus gros diamètre, une réduction des coûts de récolte et une diminution de la période de révolution. Ces avantages prennent toute leur signification lorsque l'on sait que le peu d'utilisation du peuplier est dû beaucoup plus à une faible dimension des tiges et à l'importance de la carie qu'à toute autre cause (Balatinecz, 1979).

Les possibilités d'utilisation complète de la biomasse devraient rendre plus attrayants les traitements précoces. A titre d'exemple, une éclaircie à l'âge de quinze ans dans le peuplement du secteur II aurait permis de récolter environ 13 t/ha de matière sèche en tenant compte uniquement du bois de la tige et de 18 à 20 t/ha en incluant l'écorce et les branches (Perala, 1973; Schlaegel, 1975). De même, une intervention semblable à 23 ans dans le secteur I aurait donné 23 et 34 t/ha selon le degré d'utilisation. Des machines pour récolter ce type de matériel sont présentement en développement (Hakkila et Mäkelä, 1975; Koch et Savage, 1980).

A la suite de l'éclaircie, la mortalité a diminué comme prévu; le chancre hypoxylonien n'a pas augmenté, contrairement aux résultats d'autres études (Anderson et Anderson, 1968; Bruck et Manion, 1980) qui relie l'activité de ce pathogène à la densité du peuplement. Comme la sécheresse de la station et les carences en éléments nutritifs semblent jouer un certain rôle dans le développement du chancre (Bruck et Manion, 1980), la densité peut très bien n'être qu'un reflet de ces facteurs. Dans la présente étude, l'importance du chancre est plus grande dans les deux secteurs les moins denses à l'origine et aussi les plus secs. D'ailleurs, Zehngraff

(1949) a constaté que dix ans après une éclaircie, le peuplement résiduel était relativement peu affecté.

Quant au fait que les arbres vigoureux peuvent être attaqués autant que les autres, tout en maintenant un taux de croissance comparable à celui des arbres sains, il correspond à ce qui est généralement admis (Baranyay, 1967; Manion et Valentine, 1971). Jusqu'à présent, le chancre ne cause pas trop de problèmes, sauf peut-être dans les secteurs III et IV, car les tiges sont assez nombreuses pour profiter de l'espace libéré par les quelques arbres qui meurent. Il est conseillé de ne pas traiter les peuplements déjà peu denses et de garder un nombre suffisant de tiges pour faire face à ce problème.

Les peuplements éclaircis trop fortement peuvent parfois souffrir d'insolation (Zehngraff, 1949; Anderson, 1972). Toutefois, aucun cas n'a été rencontré lors de cette expérience, même à la suite de l'intervention la plus intense.

La fertilisation au taux de 112 kg/ha de chaque élément (N, P, K) produit une augmentation de croissance de l'ordre de 15 à 20 p. 100 dans la plupart des cas, ce qui est assez peu. La meilleure réaction est obtenue avec le peuplier baumier (secteur V). A un taux plus élevé (F_2), la croissance est généralement améliorée, mais en proportion inférieure à la quantité d'engrais ajoutée. La réaction des quelques placettes qui ont reçu une quantité beaucoup plus élevée (F_4) vient confirmer que le taux de fertilisation qui produit un accroissement maximum se situe près de 224 kg/ha ou même plus bas. Ceci semble confirmé par le comportement des teneurs en azote, phosphore et potassium dans les feuilles.

Dans l'État du Maine, Czapowskyj et Safford (1979) ont trouvé que le peuplier faux-tremble réagissait moins à la fertilisation que les essences feuillues qui lui sont associées et ils ont expliqué ce résultat en partie par l'acidité du sol. Dans nos essais, les sols s'avèrent très acides, avec des pH de 4,3 et 4,8 dans les secteurs où les réactions ont été les plus faibles (VI et VII). Ils sont particulièrement pauvres en calcium échangeable et la fertilisation a causé une diminution des teneurs en calcium et surtout en magnésium foliaires, les effets étant plus prononcés avec les taux d'application les plus élevés. Timmer (1979) relate des phénomènes semblables et les attribue à des effets d'antagonisme ou de dilution. Il eut été intéressant de chauler ces sols acides.

Le dispositif expérimental utilisé ne permet pas de déterminer quel élément apporté par la fertilisation est principalement responsable de l'augmentation de croissance. Les expériences antérieures tendent à démontrer que l'azote est l'élément le plus limitant parmi les trois utilisés (Blackmon et White, 1972; Lamson, 1978). Les analyses foliaires corroborent cet argument puisque la corrélation semble forte entre la teneur en azote et la réaction à la fertilisation.

Les teneurs en azote foliaire diminuent sensiblement à partir de la troisième année après la fertilisation, au moment où la stimulation de la croissance atteint un maximum. Toutefois, les effets sur la croissance sont encore évidents après cinq ans, surtout aux taux de fertilisation les plus élevés.

La croissance du peuplier est grandement influencée par la disponibilité en eau (Fralish et Loucks, 1975) et par la texture du sol (Stoeckeler, 1948; Fralish, 1972; Heeney et al., 1975) qui lui est d'ailleurs liée. Ceci expliquerait que le peuplier baumier a mieux réagi à la fertilisation, comme à l'éclaircie, même dans les placettes établies dans les secteurs à dominance de peuplier faux-tremble, car on le trouve dans les endroits qui ont un meilleur approvisionnement en eau (Larsson, 1979).

Pour améliorer la précision des résultats, il serait à conseiller, lors du remesurage décennal, de procéder à des études d'arbres. En reliant les taux de croissance avant et après les traitements, on pourra éliminer une partie de la variation naturelle. D'autre part, un dispositif expérimental établi en 1979 à la lumière des résultats préliminaires incorpore une gamme plus étendue de traitements de fertilisation et un plus grand nombre de répétitions; il devrait permettre de préciser les effets mesurés lors de cette étude.

CONCLUSION

Une éclaircie réalisée assez tôt, soit vers l'âge de 10 à 15 ans, et qui laisse environ 1 500 tiges/ha, permet à ces dernières de réagir vigoureusement. Une perte temporaire de production en résultera, mais elle devrait être négligeable ou nulle à la fin d'une période normale de révolution. Ce traitement devrait permettre de réaliser une éclaircie commerciale vers l'âge de 30 ans lorsque les conditions économiques s'y prêtent. Pour être rentable, ce système d'aménagement doit amener une diminution suffisante de la période de révolution et des coûts de récolte, ou être nécessité par la production de bois de sciage ou de déroulage. Ces interventions seraient d'autant plus justifiées si l'on faisait une utilisation complète du matériel abattu.

D'autre part, une seule éclaircie, commerciale, pourrait être pratiquée dans les meilleures stations à partir de 30 ans, en laissant environ 700 tiges/ha. En plus de permettre la récolte d'une quantité appréciable de bois, elle stimulerait la croissance des tiges résiduelles pendant plusieurs années.

Une augmentation de production de 15 à 30 p. 100 obtenue par la fertilisation peut sembler assez faible et il serait hasardeux

de recommander ce traitement, surtout que l'on ne connaît pas la durée de son action. Elle pourrait toutefois avoir un rôle à jouer dans la production de tiges de plus grandes dimensions. Il ne semble y avoir aucun avantage à y recourir en même temps que l'éclaircie. Elle pourrait donc être différée jusqu'à une dizaine d'années avant la coupe finale.

Dans le cas de la fertilisation comme dans celui de l'éclaircie, il est préférable d'intervenir dans les meilleurs stations. En plus de l'indice de qualité de station, l'approvisionnement en eau, la texture du sol de même que l'apparence générale du peuplement devraient être des critères importants dans le choix des peuplements à traiter.

RÉFÉRENCES

- AMIOT, L.-P. et B. BERNIER, 1962. *Méthodes d'analyses chimiques usu-elles des sols et des tissus végétaux*. Les Presses de l'Univ. Laval, Québec. 117 p.
- ANDERSON, G.W., 1972. *Diseases*. In: Aspen Symposium Proceedings. U.S. Forest Serv., North Central For. Exp. Sta., Gen. Tech. rep. NC-1: 74-82.
- ANDERSON, G.W. et R.L. ANDERSON, 1968. *Relationship between density of quaking aspen and incidence of hypoxylon canker*. For. Sci. 14: 107-112.
- BALATINECZ, J.J., 1979. *A perspective on poplar utilization in Canada. Past experience and future opportunities*. In: Fayle, D.C.F., L. Zsuffa et H.W. Anderson, Poplar research, management and utilization in Canada. Ont. Min. Nat. Res., For. Res. Inf. Paper No.102.
- BARANYAY, J.A., 1967. *Notes on hypoxylon canker of aspen in Alberta*. For. Chron. 43: 372-380.
- BELLA, I.E. et J.P. DeFRANCESCHI, 1980. *Biomass productivity of young aspen stands in western Canada*. Environnement Canada, Serv. can. for., rapp. inf. NOR-X-219. 23 p.
- BELLA, I.E. et J.M. JARVIS, 1967. *High total productivity of a young aspen stand in Manitoba*. Pulp. Pap. Mag. Can. 68(10): 432-437.
- BICKERSTAFF, A., 1947. *The effect of thinning upon the growth and yield of aspen stands*. Min. des Mines et Ress., Serv. can. for., Note de rech. sylv. n° 80.
- BLACKMON, B.G. et E.H. White, 1972. *Nitrogen fertilization increases cottonwood growth on old field soil*. U.S. For. Serv., South. For. Exp. Sta., Res. Note SO-143. 5 p.

- BRINKMAN, K.A. et E.I. ROE, 1975. *Quaking aspen: silvics and management in the Lake States*. U.S. For. Serv., Agric. Handbook No. 486. 52 p.
- BRUCK, R.I. et P.D. MANION, 1980. *Interacting environmental factors associated with the incidence of hypoxylon canker on trembling aspen*. J. Can. Rech. For. 10: 17-24.
- CZAPOWSKYJ, M.M. et L.O. SAFFORD, 1979. *Growth response to fertilizer in a young aspen-birch stand*. U.S. For. Serv., Northeast For. Exper. Sta., Res. Note NE-274. 6 p.
- DOUCET, R., 1977. *Biomasse d'un peuplement de peuplier faux-tremble âgé de six ans*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., note n° 7. 8 p.
- DOUCET, R., 1979. *Méthodes de coupe et de préparation du terrain pour favoriser la régénération naturelle de quelques tremblaies de l'Est-du-Québec*. For. Chron. 55: 133-136.
- DOUCET, R. et J.-M. VEILLEUX, 1973. *Etude des effets de la fertilisation et de l'éclaircie dans les peupleraies naturelles*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., rapp. interne n° 138. 13 p.
- EINSPAHR, D.W. et M.K. BENSON, 1968. *Management of aspen on 10 to 20 year rotations*. J. For. 66: 557-560.
- EINSPAHR, D.W. et M.K. BENSON, 1970. *Intensive aspen forestry urged for Lake States area*. Pulp and Paper 44(4): 105-107.
- EK, A.R. et J.D. BRODIE, 1975. *A preliminary analysis of short-rotation aspen management*. J. Can. Rech. For. 5: 245-258.
- FITZPATRICK, J.M. et J.V. STEWART, 1968. *The poplar resource and its challenge to Canadian forestry*. In: *Growth and utilisation of poplar in Canada*, p. 214-239. Min. des Forêts et du Dével. rural, Div. des forêts, publ. n° 1205.
- FRALISH, J.S., 1972. *Youth, maturity and old age*. In: *Aspen Symposium Proceedings*. U.S. Forest Serv., North Central For. Exp. Sta., Gen. Tech. Rep. NC-1: 52-58.
- FRALISH, J.S. et O.L. LOUCKS, 1975. *Site quality evaluation models for aspen Populus tremuloides Michx. in Wisconsin*. J. Can. Rech. For. 5: 523-528.
- GAGNON, G., L. CARRIER et J. THOMAS, 1978. *Recherche et développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec. X - Classification écologique des peupleraies naturelles des comtés de Montmagny à Rimouski*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., mémoire n° 42. 87 p.

- GAUTHIER, POULIN, THÉRIAULT et ASSOCIES, 1975. *Le marché du peuplier au Québec de 1985 à 1995*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la restaur. 76 p.
- GROUPE DE CHERCHEURS SUR LE PEUPLIER, 1972. *Recherche et développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec. I - Présentation des projets*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., mémoire n° 8. 115 p.
- HAKKILA, P. et M. MÄKELÄ, 1975. *Pallari Busharvester*. Folia Forestalia, Institutum Forestale Fenniae n° 249. 18 p.
- HEENEY, C.J., J.A. KEMPERMAN et G. BROWN, 1975. *A silvicultural guide to the Aspen Working Group in Ontario*. Ont. Min. Nat. Res., Div. of Forests. 47 p.
- HUBBARD, J.W. 1972. *Effects of thinnig on growth and yield*. In: Aspen Symposium Proceedings. U.S. Forest Serv., North Central For. Exp. Stat., Gen. Tech. Rep. NC-1, p. 126-130.
- JARVIS, J.M., 1968. *Sylviculture and management of natural poplar stands*. In: Growth and utilization of poplar in Canada, p. 70-87. Min des Terres et du Dével. rural, Div. des forêts, publ. n° 1205.
- KOCH, P. et T.E. SAVAGE, 1980. *Development of the swathe-felling mobile chipper*. J. For. 78: 17-21.
- LAMSON, I., 1978. *Fertilization increases growth of sawlog-size yellow-poplar and red oak in West Virginia*. U.S. Forest Serv., Northeast. For. Exp. Sta., Res. Pap. NE-403. 6 p.
- LARSSON, H.C., 1979. *Poplars on the lowland sites in southern Ontario*, In: Fayle, D.C.F., L. Zsuffa et H.W. Anderson, Poplar research, management and utilization in Canada. Ont. Min. Nat. Res., For. Res. Inf. Paper No. 102.
- LeGOFF, N., M. MÉNARD et Y. RICHARD, 1976. *Recherche et développement sur le peuplier dans la région de l'Est-du-Québec. VIII - Tables de rendement pour les peupleraies naturelles dans les comtés de Montmagny à Rimouski*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., mémoire n° 32. 80 p.
- LEROY, P., 1969. *La fertilisation du peuplier. Connaissances acquises et difficultés d'application*. Rev. for. fr. 21(3): 163-182.
- MANION, P.D. et F.A. VALENTINE, 1971. *Diseases of trembling aspen in the Adirondack region of New York*. Plant Disease Reporter 55: 662-665

- MEAD, D.A., 1977. *Aspen, the ugly duckling*. For. Chron. 53: 353-354.
- PERALA, D.A., 1973. *Stand equations for estimating aerial biomass, net productivity and stem survival of young aspen suckers on good sites*. J. Can. Rech. For. 3: 288-292.
- PERALA, D.A., 1977. *Manager's handbook for aspen in the north central States*. U.S. Forest Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Gen. Tech. Rep. NC-36. 30 p.
- PERALA, D.A., 1978. *Thinning strategies for aspen: a prediction model*. U.S. For. Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Res. Pap. NC-161. 19 p.
- ROWE, J.S., 1972. *Les régions forestières du Canada*. Min. de l'environnement, Serv. can. for., publ. n° 1300F. 171 p.
- SCHALAEDEL, B.E. 1975. *Estimating aspen volume and weight for individual trees, diameter classes, or entire stands*. U.S. Forest Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Gen. Tech. Rep. NC-20. 16 p.
- SCHLAEGEL, B.E. et S.B. RINGOLD, 1971. *Thinning pole-sized aspen has no effect on number of veneer trees or total yield*. U.S. For. Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Res. Note NC-121. 2 p.
- SORENSEN, R.W., 1968. *Size of aspen crop trees little affected by initial sucker density*. U.S. For. Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Res. Note NC-51. 4 p.
- STEEL, R.G.D. et J.H. TORRIE, 1960. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill, New York. 481 p.
- STENEKER, G.A., 1974. *Thinning of trembling aspen (Populus tremuloides Michx.) in Manitoba*. Environnement Canada, Serv. can. for., rapp. inf. NOR-X-122. 17 p.
- STENEKER, G.A., 1976. *Guide to the silvicultural management of trembling aspen in the prairie provinces*. Environnement Canada, Serv. can. for., rapp. inf. NOR-X-164. 6 p.
- STENEKER, G.A. et J. M. JARVIS, 1966. *Thinning in trembling aspen, Manitoba and Saskatchewan*. Min. des Forêts du Canada, Publ. n° 1140, 28 p.
- STOECKELER, J.H., 1948. *The growth of quaking aspen as affected by soil properties and fire*. J. For. 46: 727-737.
- TIMMER, V.R., 1979. *Foliar diagnosis of nutrient status and growth response in forest trees*. Graduate School, Cornell Univ., Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy.

- TREMBLAY, P.-H., 1966. *Tarifs de cubage généraux*. Gouv. du Québec, min. des Terres et Forêts. 44 p.
- VALLÉE, G., 1970. *Programme franco-québécois de recherche et de développement sur la productivité et la culture du peuplier dans les comtés de l'Islet à Rimouski en collaboration avec la SICORES*. Gouv. du Québec, Min. des Terres et Forêts, Serv. de la rech., rapp. interne n° 59. 11 p.
- VAN CLEVE, K., 1973. *Short-term growth response to fertilization in young quaking aspen*. J. For. 71: 758-759.
- WALDRON, R.M., 1961. *Girdling, basal spraying and frilling of mature aspen*. Timber Can. 22(12): 34-35.
- ZASADA, Z.A., 1952. *Does it pay to thin young aspen?* J. For. 50: 747-748.
- ZEHNGRAFF, P.J., 1949. *Aspen as a forest crop*. J. For. 47: 555-565.

Les essences à croissance rapide deviennent de plus en plus importantes pour combler les besoins toujours croissants de matière ligneuse. Parmi ces essences, les peupliers offrent des caractéristiques culturelles très favorables; ils ont une croissance rapide et une forte production et ils réagissent de façon accentuée aux traitements sylvicoles. Conscient du rôle que peut jouer le peuplier dans l'approvisionnement de plusieurs industries forestières, le ministère de l'Énergie et des Ressources, par l'entremise du Service de la recherche (Terres et Forêts), poursuit une série de travaux de recherche et de développement sur le peuplier.



Éditeur officiel du Québec
Imprimé au Québec