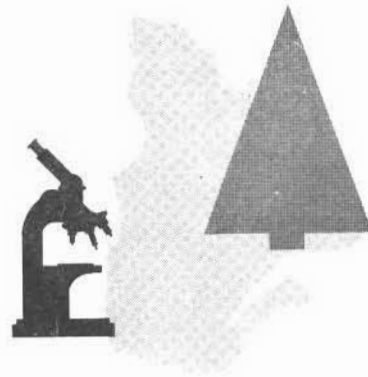




Gouvernement du Québec
Ministère de l'Énergie
et des Ressources
**Service de la recherche
forestière**



NOTE N^o 12 1980

EFFETS DE LA FERTILISATION SUR LA FORME DU TRONC DU SAPIN BAUMIER EN GASPESIE

Yvon Richard et Jean-Marc Veilleux¹

O.D.C. 232.322.41 + 524.12(047.3)(714)
L.C. SD 408

RESUME

Les variations de la forme du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) - exprimées par le coefficient absolu de forme - ont été étudiées 10 ans après fertilisation dans deux sapinières de la Gaspésie fertilisées en 1970. Dans un cas, les augmentations des coefficients de forme varient de 0,2 à 1,9 p. 100 selon les traitements alors que dans l'autre, elles varient de 1,3 à 4,4 p. 100. Quoique non significatives statistiquement, ces variations sont reliées aux réactions des peuplements aux traitements et contribuent à augmenter d'autant les tarifs de cubage. L'étude indique aussi que les tarifs de cubage utilisés par Weetman *et al.* (1976) sont trop faibles, dans une proportion de 16 p. 100 dans le secteur Horton et de 17 p. 100 dans le secteur Lemieux.

SUMMARY

Variations in tree form - expressed by the absolute form factor - were analysed on balsam fir (Abies balsamea (L.) Mill.) 10 years after

¹ Ingénieurs forestiers, respectivement chargé de recherches en biométrie et traitement des données, et chargé de recherches en traitement des sols et en reboisement.

fertilization in two balsam fir stands of Gaspé Peninsula treated in 1970. In one stand, increases in form factor vary from 0,2 to 1,9 p. 100 according to the treatment while in the other they vary from 1,3 to 4,4 p. 100. Although these increases do not differ significantly, they are related to stand responses to treatments and contribute to increase volume tables by an equivalent amount. The study also indicates that volume tables applied by Weetman et al. (1976) are too low by an amount of 16 p. 100 in the Horton Sector and of 17 p. 100 in the Lemieux Sector.

INTRODUCTION

Dans les expériences de fertilisation en forêt où l'on estime l'accroissement en volume, on utilise généralement les mêmes tarifs de cubage dans les placettes d'échantillonnage fertilisées et non fertilisées. Toutefois, selon certains auteurs [Camiré (1980), Gagnon *et al.* (1979), Popovich (1977), Mitchell et Kellogg (1972), Pegg (1966), Farrar (1961)], cette méthode est plus ou moins exacte puisque la forme ou le défilement des arbres peut être modifié par la fertilisation.

Le but premier de cette étude est d'évaluer l'effet de la fertilisation sur la forme du tronc du sapin baumier; son but secondaire est de comparer les tarifs de cubage utilisés et publiés par Weetman *et al.* (1976). Les données proviennent de deux dispositifs fertilisés au printemps 1970 dans le cadre du projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles (Anonyme, 1973) dont les traitements appliqués sont énumérés au tableau 1. Les données ont été recueillies en 1979 à la fin de la dixième saison complète de croissance après fertilisation.

DESCRIPTION DES PEUPEMENTS

Le choix des deux sapinières retenues pour l'étude a d'abord été fait en fonction de leur réaction à la fertilisation, basée sur les résultats du remesurage quinquennal de 1974 (Weetman *et al.* 1976). De plus, même si ces peuplements présentent des dommages dus à la tordeuse des bourgeons de l'épinette, les taux de mortalité chez les tiges dominantes et codominantes sont les plus faibles.

Les principales caractéristiques des peuplements ainsi que leur accroissement quinquennal sont présentés au tableau 2. Une description plus détaillée et des renseignements plus complets sont contenus dans le mémoire de Veilleux et Sheedy (1978). Le tableau 2 montre que le secteur Horton a un indice de fertilité beaucoup plus élevé que le secteur Lemieux, mais présente des accroissements beaucoup plus faibles. D'ailleurs, selon Weetman *et al.* (1976), la fertilisation a produit un effet significatif dans le secteur Lemieux mais non dans le secteur Horton même si, dans ce dernier, les différences sont positives par rapport au témoin.

METHODES

Les données nécessaires à l'étude ont été recueillies sur 15 arbres par placette d'échantillonnage dans chacun des dispositifs expérimentaux. Rappelons qu'il s'agit de dispositifs à blocs complets comportant 2 répétitions et 6 ou 8 traitements, selon le secteur. Le choix des arbres a été effectué comme suit:

1) Le d.h.p. avant fertilisation (1969) de tous les arbres encore vivants après 10 ans (1979) a été mis en tableau par classe de diamètre;

2) Le nombre d'arbres à échantillonner par classe de diamètre a été établi proportionnellement aux nombres d'arbres vivants, tout en fixant un minimum de 3 tiges dans les classes de diamètre les plus importantes;

3) Les arbres d'une même classe de diamètre sont appariés entre les placettes d'un même secteur. Il ne doit pas y avoir plus de 2,5 mm de différence entre les arbres ainsi appariés, afin d'utiliser des individus semblables au départ.

Sur le terrain, chaque arbre choisi a été abattu et on en a mesuré la hauteur totale et la longueur de la cime (figure 1). A l'aide d'un galon circonférenciel, on a mesuré le diamètre à 15 cm (d.h.s.), à 1,37 m (d.h.p.) ainsi qu'à tous les dixièmes de la hauteur totale (figure 2). L'épaisseur de l'écorce a été mesurée à chaque point de mesure des diamètres. Des rondelles ont été prélevées à 1,37 m et à demi-hauteur de la tige aux fins des études d'accroissement.

ANALYSE DES DONNEES ET RESULTATS

Dans le but d'évaluer si la fertilisation améliore la forme de l'arbre et, par le fait même, augmente le tarif du cubage, il fallait trouver une variable qui tienne compte du défilement complet de l'arbre tout en étant indépendante du diamètre. Après divers essais, nous avons opté pour le coefficient absolu de forme (rapport entre le volume de l'arbre à partir de son d.h.p. et celui d'un cylindre correspondant). Le volume de chaque arbre au-dessus du d.h.p. a été calculé en appliquant la formule de Smalian à chacun des tronçons mesurés, sauf au dernier auquel on a appliqué la formule du cône. Le volume total de chaque arbre a été obtenu en ajoutant le volume sous le d.h.p. au volume au-dessus du d.h.p. Le volume de la souche est égal au volume d'un cylindre.

Le coefficient de forme tient compte du défilement complet de l'arbre; plus il est élevé, plus la forme de l'arbre se rapproche de celle du cylindre. De plus, ce coefficient est pratiquement indépendant du d.h.p. comme l'indiquent les coefficients de corrélation

du tableau 3. Seules 3 valeurs sur 28 y sont significatives; les autres sont tantôt positives, tantôt négatives et en général très faibles. On ne peut cependant expliquer pourquoi deux de ces valeurs appartiennent au témoin du secteur Lemieux.

En comparant les accroissements supplémentaires présentés au tableau 2 et les différences en pourcentage du tableau 4, on constate que, dans le secteur Horton, les traitements donnant les meilleurs accroissements modifient à peine la forme de l'arbre. Par contre, dans le secteur Lemieux, les traitements donnant les meilleurs accroissements donnent aussi les meilleures différences, à une exception près (traitement 2N). Etant donné la faible réaction dans le secteur Horton, on peut l'oublier. Par contre, en se basant sur le secteur Lemieux, on pourrait conclure que plus la fertilisation a d'effet sur l'accroissement en volume, plus elle améliore la forme de l'arbre et augmente les tarifs de cubage. Il en résulterait donc un accroissement en volume supérieur à celui qui est rapporté en utilisant un seul tarif de cubage.

Le tableau 4 présente les coefficients de forme par traitement ainsi que la différence entre les placettes traitées et la placette non traitée, par secteur. Cette valeur correspond en réalité au pourcentage de différence entre les tarifs de cubage des traitements par rapport au témoin. Les résultats de l'analyse de variance (bas du tableau 4) indiquent qu'il n'y a aucune différence significative ($P = 0,65$) entre les coefficients dans chacun des secteurs.

Selon le tableau 4, le défilement a été beaucoup moins modifié dans le secteur Horton que dans le secteur Lemieux. Les différences s'échelonnent entre 1,3 et 4,4 p. 100 dans ce dernier alors qu'elles varient de 0,2 à 1,9 p. 100 dans l'autre. Ces résultats vont de pair avec ceux du remesurage quinquennal (Weetman *et al.* 1976) puisque le secteur qui a réagi le plus à la fertilisation est aussi celui où le défilement des arbres est le plus amélioré.

En plus du défilement, les données permettent de comparer les tarifs de cubage utilisés par Weetman *et al.* et le volume total réel. La colonne 1 du tableau 5 présente le volume total des 30 arbres abattus par traitement (15 par bloc) et par secteur. La colonne 2 donne le volume total de ces mêmes arbres selon les tarifs de cubage tandis que la colonne 3 indique la différence en pourcentage par rapport au volume des tarifs de cubage. Les résultats du tableau 5 indiquent clairement que, pour chaque traitement et chaque secteur, le volume réel des 30 arbres abattus est toujours supérieur au volume basé sur les tarifs de cubage pour les mêmes arbres. Ces données doivent être utilisées uniquement pour comparer les tarifs de cubage à l'intérieur de chaque traitement. Elles ne peuvent servir à comparer les traitements entre eux parce qu'elles ne représentent que les 30 arbres échantillonnés et qu'elles ne peuvent être ramenées à l'hectare. Les différences rapportées au tableau 5 comprennent les différences dans la forme des arbres et sont supérieures à 16 p. 100 en moyenne dans les deux secteurs. Les tarifs utilisés étaient donc beaucoup trop faibles.

CONCLUSION

Selon les analyses statistiques, les effets de la fertilisation sur la forme du tronc du sapin baumier, évaluée par le coefficient de forme, sont non significatifs dans les deux secteurs étudiés. Il y a cependant des modifications qui sont reliées aux effets des traitements sur les peuplements. Plus le peuplement réagit à la fertilisation, plus le coefficient de forme est augmenté; il en résulte donc une augmentation des tarifs de cubage qui contribue à accroître davantage les effets de la fertilisation. Les résultats indiquent aussi que les tarifs de cubage utilisés par Weetman *et al.* (1976) sont trop faibles dans les deux secteurs.

Si l'on considère que les sapinières ont été affectées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette et qu'elles ont réagi modérément à la fertilisation, il serait intéressant de poursuivre l'étude dans des peuplements ayant fortement réagi à la fertilisation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à souligner la collaboration de M. Gilles Sheedy, ing.f., du Service de la recherche forestière, co-titulaire pour le projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles réalisé au Québec.

Des remerciements sincères s'adressent aux techniciens forestiers MM. Yvon Lévesque et Conrad Thomassin à qui incombaient les tâches d'organiser et de diriger le travail sur le terrain ou en laboratoire.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué de quelque façon à la réalisation du présent travail.



Figure 1: Mesure de la longueur totale et de la hauteur de cime d'un arbre abattu



Figure 2: Tous les diamètres sont mesurés à l'aide d'un galon circonférenciel

REFERENCES

- ANONYME, 1973. *Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles - Rapport d'étape 1969/72*. Service Canadien des Forêts, Publ. n° 1319, 21 p.
- CAMIRE, C., 1980. *Fertilisation azotée en forêt de pin gris (Pinus banksiana Lamb.)*. Université Laval, Faculté de Foresterie et de Géodésie, Thèse de doctorat, 121 p.
- FARRAR, J.L., 1961. *Longitudinal variation in the thickness of the annual ring*. For. Chron. 37 (4): 323-330 + 349.
- GAGNON, J.-D., M. ROBERGE, T.D. PHU et H.S.D. SWAN, 1979. *Effets de la fertilisation, après 10 ans, sur la croissance et le milieu d'une sapinière naturelle de 60 ans au nord-est du Québec*. Serv. Can. For., Min. Env., Centre Rech. For. Laur., Rapp. Inf. LAU-X-36, 17 p.
- MITCHELL, K.J. et R.M. KELLOGG, 1972. *Distribution of area increment over the bole of fertilized Douglas-fir*. Can. Journ. For. Res. 2: 95-97.
- PEGG, R.E., 1966. *Stem form of fertilized loblolly pine*. Journ. Forestry, 64 (1): 19-20.
- POPOVICH, S., 1977. *Effet possible de la fertilisation azotée sur le coefficient de forme du pin gris*. Dans: *Essai opérationnel de fertilisation aérienne de peuplements de pin gris dans la Mauricie*. Min. Terres et Forêts, Dir. Gén. For., Serv. Rech., Mém. 41: 81-82.
- ROWE, J.S., 1972. *Les régions forestières du Canada*. Min. Env., Serv. Can. For., Publ. n° 1300 F, 172 p.
- VEILLEUX, J.-M. et G. SHEEDY, 1978. *Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles. 1- Effets de la fertilisation sur quelques caractéristiques de sept sapinières en Gaspésie*. Min. Terres et Forêts, Dir. Gén. For., Serv. Rech., Mémoire n° 45, 63 p.
- WEETMAN, G.F., H.H. KRAUSE et E. KOLLER, 1976. *Projet interprovincial de fertilisation des forêts naturelles. Résultats du premier remesurage quinquennal dans trente installations fertilisées en 1969, remesurées en 1974*. Min. Env., Serv. Can. For., Rapp. Techn. For. 16, 34 p.

TABLEAU 1

TRAITEMENT DE FERTILISATION

Traitement	Type d'engrais	Quantité d'élément
Témoin		
N	Urée (45 p. 100 d'azote)	112 kg/ha
2N	Urée	224 kg/ha
2N + P	Urée	224 kg/ha
	Triple superphosphate (45 p. 100 de P ₂ O ₅)	112 kg/ha
2N + K	Urée	224 kg/ha
	Muriate de potasse - KCl (60,5 p. 100 de K ₂ O)	112 kg/ha
2N + PK	Urée	224 kg/ha
	Triple superphosphate	112 kg/ha
	Muriate de potasse	112 kg/ha
* 2Nn	Nitrate d'ammonium - NH ₄ NO ₃ (34 p. 100 d'azote)	224 kg/ha
* 2Ns	Sulfate d'ammonium - (NH ₄) ₂ SO ₄ (20,5 p. 100 d'azote)	224 kg/ha

* Traitements supplémentaires appliqués dans le secteur Lemieux

TABLEAU 2

CARACTERISTIQUES DES STATIONS ET
ACCROISSEMENT QUINQUENNAL APRES FERTILISATION

Caractéristique	Secteur Horton 69-02	Secteur Lemieux 69-06																												
Unité de gestion	12 Bas-Saint-Laurent	15 Chic-Chocs																												
Section forestière (Rowe 1972)	Gaspé B-2	Gaspé B-2																												
Drainage	modéré	modéré																												
Texture du sol	loam sableux	loam sableux																												
Physionomie du peuplement	Sab ¹ : 93 p. 100 Epb ² : 3 p. 100	Sab ₃ : 98 p. 100 Epn : 2 p. 100																												
Age	48 ans	60 ans																												
Hauteur	13,4 m	12,5 m																												
Indice de fertilité	13,7 m	10,7 m																												
Tiges par hectare	4379	4824																												
d.h.p. initial	12,1 cm	9,9 cm																												
Volume total initial	259,2 m ³ /ha	243,4 m ³ /ha																												
Accroissement 5 ans en volume total	30,9 m ³ /ha	32,1 m ³ /ha																												
Accroissements supplémentaires en volume total dus aux traitements	<table style="border: none;"> <tr><td style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td><td>N</td><td>2,8 m³/ha</td></tr> <tr><td></td><td>2N</td><td>3,1 m³/ha</td></tr> <tr><td></td><td>2N + P</td><td>1,7 m³/ha</td></tr> <tr><td></td><td>2N + K</td><td>10,5 m³/ha</td></tr> <tr><td></td><td>2N + PK</td><td>7,9 m³/ha</td></tr> <tr><td></td><td>2Nn</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td>2Ns</td><td>-</td></tr> </table>	{	N	2,8 m ³ /ha		2N	3,1 m ³ /ha		2N + P	1,7 m ³ /ha		2N + K	10,5 m ³ /ha		2N + PK	7,9 m ³ /ha		2Nn	-		2Ns	-	<table style="border: none;"> <tr><td>14,8 m³/ha</td></tr> <tr><td>15,5 m³/ha</td></tr> <tr><td>8,5 m³/ha</td></tr> <tr><td>9,4 m³/ha</td></tr> <tr><td>14,5 m³/ha</td></tr> <tr><td>14,3 m³/ha</td></tr> <tr><td>10,0 m³/ha</td></tr> </table>	14,8 m ³ /ha	15,5 m ³ /ha	8,5 m ³ /ha	9,4 m ³ /ha	14,5 m ³ /ha	14,3 m ³ /ha	10,0 m ³ /ha
{	N	2,8 m ³ /ha																												
	2N	3,1 m ³ /ha																												
	2N + P	1,7 m ³ /ha																												
	2N + K	10,5 m ³ /ha																												
	2N + PK	7,9 m ³ /ha																												
	2Nn	-																												
	2Ns	-																												
14,8 m ³ /ha																														
15,5 m ³ /ha																														
8,5 m ³ /ha																														
9,4 m ³ /ha																														
14,5 m ³ /ha																														
14,3 m ³ /ha																														
10,0 m ³ /ha																														

¹ Sab: Sapin baumier, *Abies balsamea* (L.) Mill.

² Epb: Epinette blanche, *Picea glauca* (Moench) Voss.

³ Epn: Epinette noire, *Picea mariana* (Mill.) B.S.P.

TABLEAU 3

COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE LE DIAMETRE
A HAUTEUR DE POITRINE ET LE COEFFICIENT DE FORME ABSOLU

Traitement	Horton (69-02)		Lemieux (69-06)	
Témoin	0,245	0,024	-0,688**	-0,536*
N	0,054	-0,349	0,117	0,064
2N	-0,195	0,300	-0,140	-0,069
2N + P	-0,053	0,199	0,040	0,408
2N + K	0,559*	-0,394	0,212	0,159
2N + PK	0,186	0,177	-0,005	0,357
2Nn	-	-	-0,110	-0,102
2Ns	-	-	0,168	-0,510

* Significatif à P = 0,05

** Significatif à P = 0,01

TABLEAU 4

COEFFICIENTS DE FORME ABSOLUS (p. 100) PAR TRAITEMENT
DIFFERENCE PAR RAPPORT AU TEMOIN ET TEST DE SIGNIFICATION

Traitement	Horton (69-02) Coefficient Différence		Lemieux (69-06) Coefficient Différence	
Témoin	46,6	-	43,5	-
N	46,8	0,2	47,4	3,9
2N	48,0	1,4	45,8	2,3
2N + P	48,5	1,9	44,8	1,3
2N + K	47,1	0,5	46,3	2,8
2N + PK	47,4	0,8	47,9	4,4
2Nn	-	-	47,4	3,9
2Ns	-	-	47,2	3,7
Test de signifi- cation	$F = 1,58$ avec 5 et 5 d.l Différences non significatives		$F = 1,35$ avec 7 et 7 d.l Différences non significatives	

TABLEAU 5

VOLUME TOTAL (m³) REEL DES ARBRES ABATTUS PAR TRAITEMENT ET
VOLUME (m³) DES MEMES ARBRES SELON LES TARIFS DE CUBAGE

Traitement	Secteur Horton			Secteur Lemieux		
	Volume réel observé	Volume Tarif	Différence p. 100	Volume réel observé	Volume Tarif	Différence p. 100
Témoin	3,675	3,184	15,4	2,963	2,782	6,5
N	3,476	2,997	16,0	3,611	2,983	21,1
2N	3,249	2,840	14,4	3,514	3,058	14,9
2N + P	3,340	2,862	16,7	3,295	2,955	11,5
2N + K	3,589	3,055	17,5	3,450	2,957	16,7
2N + PK	3,541	3,028	16,9	3,705	3,048	21,6
2Nn	-	-	-	3,924	3,262	20,3
2Ns	-	-	-	3,713	3,076	20,7
TOTAL	20,870	17,966	16,2	28,175	24,121	16,8

Tarif Horton

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = -0,0106 + 0,001854 \text{ DHP} + 0,0002312 \overline{\text{DHP}}^2 + 0,000013663 \overline{\text{DHP}}^3$$

Tarif Lemieux

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = 0,0582 - 0,014457 \text{ DHP} + 0,0014305 \overline{\text{DHP}}^2 - 0,000014674 \overline{\text{DHP}}^3$$