

RAPPORT D'ÉTAPE DU PROJET  
UTILISATION DE RÉGULATEURS DE CROISSANCE POUR OBTENIR  
DES PLANTS FORESTIERS MIEUX ÉQUILIBRÉS

PAR

Daniel Lord, professeur  
Sylvain Morissette, biologiste

Département des sciences fondamentales  
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI  
555 Boul. de l'Université  
Chicoutimi (Québec)  
G7H 5Y1

COMPAGNIE DEMANDERESSE:

COOPÉRATIVE FORESTIÈRE DE LATERRIÈRE-ST-HONORÉ  
4910 Boul. Talbot  
Laterrière (Québec)  
G0V 1K0

Responsables: MM. Bertin Côté, directeur général,  
Daniel Pelletier, ing. for.,  
Alain Bédard, tech. for.

ORGANISMES PARTICIPANTS:

LE BUREAU DES INNOVATIONS TECHNIQUES ET ADMINISTRATIVES  
(BITA)

LE CNRC, PROGRAMME PARI-L

Chicoutimi , le 30 septembre 1990

# UTILISATION DE RÉGULATEURS DE CROISSANCE POUR OBTENIR DES PLANTS FORESTIERS MIEUX ÉQUILIBRÉS

## INTRODUCTION

Les plants forestiers livrés pour le reboisement doivent rencontrer certaines exigences de croissance pour être acceptés par le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MER). Les critères de hauteur et de rapport hauteur de tige sur son diamètre (rapport H/D) sont particulièrement importants. Le mode de production en tunnels oblige les producteurs à utiliser des scénarios de culture qui s'étendent sur de grandes périodes de temps (1,5 à 2,5 ans, dépendamment des espèces). Il arrive souvent que la croissance en hauteur de ces plants forestiers soit trop forte comparativement à celle en diamètre, ce qui résulte en un rapport H/D anormalement élevé. Celui-ci ne respectant plus le critère "rapport H/D" spécifié au contrat de production alloué par le MER, une bonne proportion des plants produits se trouve déclassée, entraînant ainsi une perte financière non-négligeable pour le producteur. Le contrôle de la croissance en longueur des plants forestiers permettrait de diminuer le nombre de plants déclassés, donc améliorerait sensiblement la marge de manœuvre et la rentabilité des entreprises concernées. Depuis mai 1986, la Coopérative forestière de Laterrière-St-Honoré produit de l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP), du pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.) et du mélèze (*Larix laricina* (Du Roi) Koch) pour le Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. À chaque année, elle fait face à ce problème de croissance en longueur trop rapide.

L'utilisation de substances de croissance sur des jeunes conifères a principalement eu pour objectifs de remédier à des problèmes comme le taux de survie à l'hiver (Weston *et al.*, 1980) ou à influencer la croissance des plants (Cathey, 1975; Backhaus *et al.*, 1976; Hare, 1982 et 1984). L'éthylène gazeux et les produits chimiques comme l'Ethrel® et l'etephon sont reconnus pour retarder la croissance tout en améliorant le rapport racine/tige chez certains conifères, y compris *Picea glauca* (Blake *et al.*, 1980; Weston *et al.*, 1980; Graham et Linderman, 1981). Les morphactines retardent la croissance de la tige des semis de *Picea glauca* et certains *Pinus* (Doss *et al.*, 1977; Weston *et al.*, 1980). Des retardants connus comme AMO-1618, B-995, CCC et Phosphon D® sont généralement plus efficaces avec des Cupressacées et des Taxodiacées (Pharis *et al.*, 1975; Kuo et Pharis, 1975), quoique tous ces produits ont plus d'effets avec des jeunes semis (Ross *et al.*, 1983). L'antiauxine TIBA et L'Ancymidol® ont aussi été étudiés pour leur effet sur la croissance de

jeunes conifères, les résultats étant plutôt encourageants (Cathey, 1975; Cheung, 1975; Weston *et al.*, 1980).

L'objectif de ce projet expérimental est d'évaluer la possibilité d'utiliser deux régulateurs de croissance (A-Rest et Ethrel®) en conditions commerciales de production de plants pour le reboisement afin de réduire la croissance en longueur de la tige et améliorer le rapport H/D.

Ce rapport présente les données récoltées à l'été 1990. L'une des 4 populations sous étude fera l'objet d'échantillonnages supplémentaires à l'automne 1990 et au printemps 1991 afin de voir le comportement à long terme des plants traités. Pour cette raison, le rapport n'est pas encore final pour cette population, mais il l'est pour les 3 autres.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quatre populations de conifères ont été semées dans les tunnels de la Coopérative forestière de Laterrière-St-Honoré, dans des récipients de 45 cavités d'une densité de 110 cm<sup>3</sup> (IPL 45-110). Une population d'épinette noire 3-0 (*Picea mariana* (Mill.) BSP) a été semée au début juin 1988; les trois autres populations ont été semées en 1989, au milieu mai pour le pin gris 2-0 (*Pinus banksiana* Lamb.), et au début juin pour l'épinette noire 3-0 (*Picea mariana* (Mill.) BSP) et le mélèze (2-0) (*Larix laricina* (Du Roi) Koch). Cinq semaines après le semis, la population de pin gris 2-0 a été transportée sur des aires de croissance extérieures pour continuer leur croissance, alors que les trois autres populations n'ont été transférées qu'au printemps 1989 pour l'épinette noire 3-0 et au printemps 1990 pour les deux autres. Les populations 2-0 de *Pinus banksiana* Lamb. et 3-0 de *Picea mariana* (Mill.) BSP ont été livrées en juillet 1990, tandis que les populations 2-0 de *Picea mariana* (Mill.) BSP et 2-0 de *Larix laricina* (Du Roi) Koch le seront en juillet 1991.

Deux concentrations de A-Rest (Ancymidol®) et quatre concentrations d'Ethrel® ont été utilisées. Pour chacune de ces substances, deux dates d'application ont été considérées. L'Ethrel® a été distribué par application foliaire à des concentrations de 100 et 500 ppm pour la première date d'application, et de 1000 ppm et 5000 ppm pour la deuxième date d'application. L'augmentation des concentrations d'Ethrel® pour la deuxième date d'application s'explique par la faible réaction des plants aux traitements à 100 et 500 ppm. Le A-Rest était appliqué directement dans le sol à l'aide d'une seringue. Les concentrations utilisées étaient de 1 mg/récipient (0,02 mg/plant) et de 2 mg/récipient (0,04 mg/plant) pour les deux dates d'application.

Le choix des dates d'application des produits tenait compte de la date de débourrement de chacune des populations et du potentiel de reprise de croissance en longueur de la tige propre à chacune d'entre elles (tableau 1). Par exemple, il est reconnu que *Pinus banksiana* Lamb. démarre très rapidement au printemps comparativement à *Picea mariana* (Mill.) BSP. Un premier échantillonnage a été effectué le 30 avril 1990 sur toutes les populations. Il s'agit de l'échantillonage de départ et il a été réalisé avant l'ouverture des bourgeons (fin de la période de dormance). Le tableau 2 montre les autres dates d'échantillonnage effectué après traitements.

TABLEAU 1: Dates d'application des produits en fonction de la date de débourrement des populations et de leur potentiel de reprise de croissance en longueur de la tige

Population	Date de débourrement	Date d'application des produits
<i>Pinus banksiana</i> Lamb 2-0	4 mai 1990	4 mai 1990
		18 mai 1990
<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP 3-0	24 mai 1990	7 juin 1990
		21 juin 1990
<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP 2-0	14 mai 1990	28 mai 1990
		11 juin 1990
<i>Larix laricina</i> (Du Roi) Koch 2-0	2 mai 1990	2 mai 1990
		16 mai 1990

TABLEAU 2. Dates des échantillonnages après traitement

Population	Date de débourrement	Date d'échantillonnage
<i>Pinus banksiana</i> Lamb. 2-0	4 mai 1990	1 juin 1990 *
		16 juillet 1990
<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP 3-0	24 mai 1990	21 juin 1990 *
		2 juillet 1990
<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP 2-0	14 mai 1990	11 juin 1990 *
		9 juillet 1990
<i>Larix laricina</i> (Du Roi) Koch 2-0	2 mai 1990	automne 1990
		8 juillet 1991
		30 mai 1990 *
		16 juillet 1990

\* Echantillonnages ne concernant que les plants traités à la première date d'application

Les aires de croissance de la Coopérative étaient constituées de blocs de plusieurs milliers de récipients pour chacune des populations. À l'intérieur de chaque bloc, neuf parcelles de deux récipients étaient choisis. Huit de ces parcelles étaient traitées alors que l'autre était une parcelle témoin. Chacun de ces dispositifs était répété quatre fois par population, pour un grand total de 144 parcelles (figure 1). Les plants échantillonnés ont été sélectionnés aléatoirement à l'aide d'un programme informatique, à raison de cinq plants par parcelle par échantillonnage.

Les conditions de culture étaient celles retrouvées en conditions commerciales de croissance de production de plants forestiers dans les tunnels et les aires de croissance de la Coopérative forestière de Laterrière-St-Honoré. Les paramètres mesurés lors des échantillonnages étaient la longueur du plant, le diamètre au collet, le rapport hauteur/diamètre

(H/D), le nombre de branches et de bourgeons, et les poids secs de la tige, du feuillage et des racines.

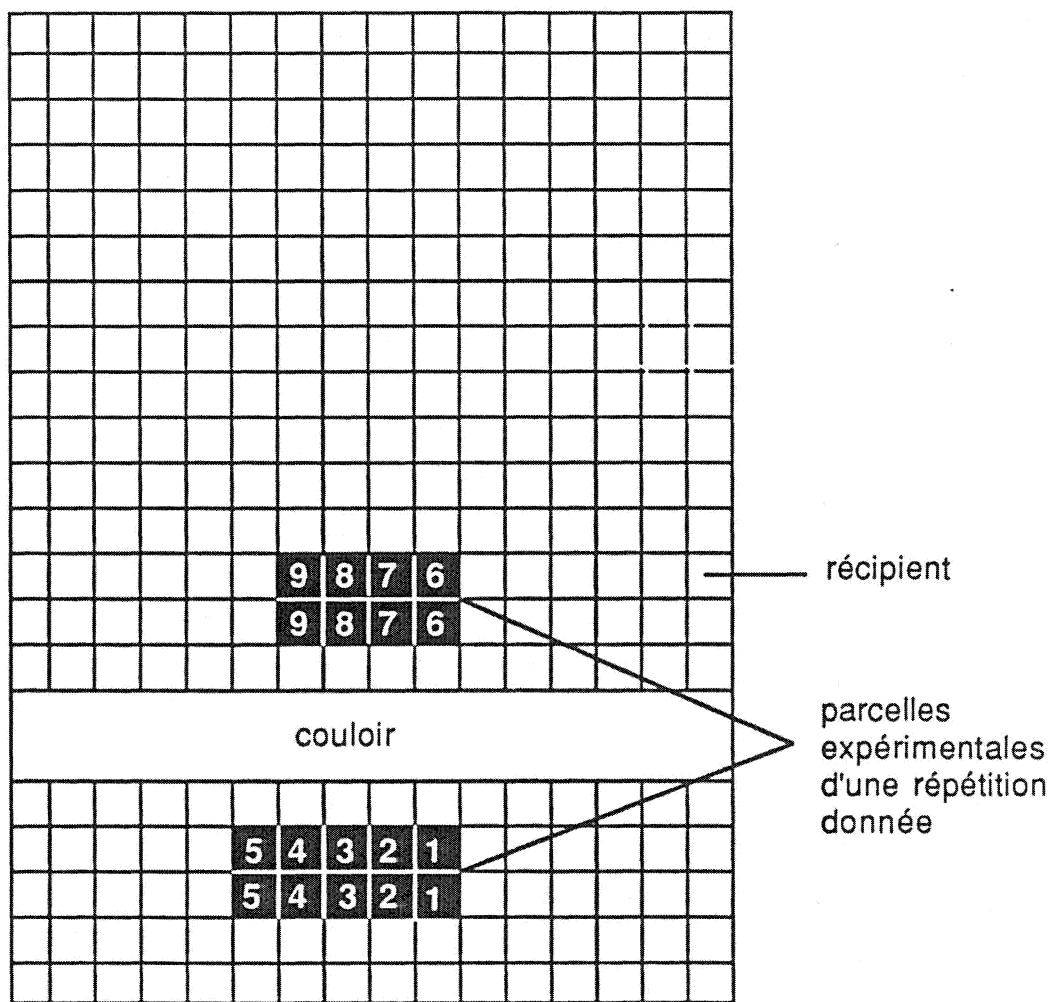


FIGURE 1: Dispositif expérimental dans les aires de croissance de la coopérative forestière de Laterrière-St-Honoré; exemple d'une répétition:

- 1 population (par ex.: *Pinus banksiana* Lamb. 2-0)
- 9 parcelles (1 témoin et 8 traitées: 2 produits x 2 concentrations x 2 dates d'application)
- 1 parcelle témoin (traitement 0-0-0)
- 8 parcelles traitées
- les parcelles sont distribuées au hasard

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 3 donne la signification des abréviations numériques servant à identifier les témoins et chaque combinaison de traitements retrouvées aux tableaux 4, 5, 6 et 7. Ceux-ci fournissent un résumé des données de base recueillies au deuxième échantillonnage pour chacune des populations et chacune des combinaisons de traitement.

TABLEAU 3: Signification des identificateurs numériques retrouvés à la colonne traitement des tableaux 4, 5, 6 et 7, ainsi qu'aux figures 7 et 8.

Produit (colonne 1)	Concentration (colonne 2)	Dates d'application* (colonne 3)
0 = non-traité	0 = non-traité	0 = non-traité
1 = A-Rest	1 = 1 mg/récipient 2 = 2 mg/récipient	1 = 1e date 2 = 2e date
2 = Ethrel®	1 = 100 ppm 2 = 500 ppm 3 = 1000 ppm 4 = 5000 ppm	1 = 1e date 2 = 2e date

\* Voir le tableau 1 qui fournit les dates précises pour chaque population.

Exemple: le traitement 1-1-1 indique que les plants échantillonnés de la population visée ont été traités avec du A-Rest, à une concentration de 1 mg/récipient, lors de la première date d'application.

TABLEAU 4: Mesures effectuées 72 jours après la date de débourrement dans la population *Pinus banksiana* Lamb. 2-0. Significations des abréviations: LT (Longueur Totale), DH (Diamètre), NBb (Nombre de Branches et de bourgeons), PST (Poids Sec de la Tige), PSF (Poids Sec du Feuillage), PSR (Poids Sec des Racines)

Traitement	LT (mm)	DH (mm)	NBb	PST (g)	PSF (g)	PSR (g)
0-0-0	231.0	3.05	2.75	0.7327	1.0950	0.7920
1-1-1	223.7	2.96	3.10	0.6536	1.0429	0.7526
1-1-2	224.8	2.97	2.85	0.6532	1.0280	0.8243
1-2-1	234.2	2.78	2.95	0.6642	1.1010	0.8900
1-2-2	239.1	3.08	3.05	0.7097	1.1533	0.8753
2-1-1	230.9	2.98	2.90	0.6676	1.0284	0.8033
2-2-1	256.3	3.43	2.70	0.8838	1.2007	0.8669
2-3-2	236.0	3.29	2.65	0.7244	1.0341	0.7212
2-4-2	221.4	3.23	3.10	0.6767	0.9882	0.6689

TABLEAU 5: Mesures effectuées 37 jours après la date de débourrement dans la population *Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0

Traitement	LT (mm)	DH (mm)	NBb	PST (g)	PSF (g)	PSR (g)
0-0-0	284.3	2.67	31.80	0.5633	0.8482	0.6060
1-1-1	277.8	2.81	30.75	0.5863	0.8964	0.6159
1-1-2	298.3	2.95	31.50	0.6634	0.9255	0.6722
1-2-1	300.8	3.03	32.30	0.6943	0.9163	0.6544
1-2-2	286.5	2.88	31.05	0.6245	0.8683	0.6110
2-1-1	311.6	2.92	34.84	0.7139	1.0077	0.7058
2-2-1	294.3	2.84	33.60	0.6606	0.9369	0.6188
2-3-2	268.0	2.56	30.95	0.5657	0.8123	0.5891
2-4-2	275.8	2.53	28.20	0.5329	0.7874	0.5500

TABLEAU 6: Mesures effectuées 56 jours après la date de débourrement dans la population *Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0

Traitement	LT (mm)	DH (mm)	NBb	PST (g)	PSF (g)	PSR (g)
0-0-0	132.7	1.32	12.30	0.1057	0.2247	0.1225
1-1-1	117.2	1.28	10.05	0.0837	0.2016	0.1044
1-1-2	128.0	1.40	12.30	0.1082	0.2540	0.1401
1-2-1	117.4	1.33	10.55	0.0971	0.2246	0.1154
1-2-2	119.9	1.36	10.55	0.0957	0.2377	0.1254
2-1-1	122.4	1.27	10.80	0.0877	0.1973	0.1323
2-2-1	127.2	1.29	10.35	0.1102	0.2188	0.1215
2-3-2	133.0	1.48	11.30	0.1223	0.2412	0.1180
2-4-2	112.2	1.37	8.84	0.1082	0.2098	0.1190

TABLEAU 7: Mesures effectuées 74 jours après la date de débourrement dans la population *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0

Traitement	LT (mm)	DH (mm)	NBb	PST (g)	PSF (g)	PSR (g)
0-0-0	158.3	2.56	10.55	0.1959	0.3639	0.2704
1-1-1	136.8	2.46	11.05	0.1745	0.3939	0.2746
1-1-2	121.8	2.15	9.05	0.1477	0.3210	0.2490
1-2-1	122.3	2.54	10.15	0.1610	0.3442	0.2785
1-2-2	122.0	2.51	10.00	0.1545	0.3605	0.2833
2-1-1	167.3	2.67	10.80	0.1996	0.3695	0.2727
2-2-1	161.0	2.65	10.00	0.1863	0.3431	0.2620
2-3-2	162.3	2.79	10.25	0.2003	0.2965	0.2624
2-4-2	85.0	2.75	8.70	0.1256	0.2132	0.1776

Les populations n'ont pas réagi de la même façon aux différents traitements. Une population peut montrer une augmentation de croissance pour chacun des paramètres, tandis qu'une autre peut montrer une baisse de croissance. Cependant, à l'intérieur d'une même population, les paramètres mesurés ont montré sensiblement les mêmes tendances et variations de croissance. Par exemple, si la longueur de la tige augmente, alors le diamètre augmente aussi, souvent de façon proportionnelle. La figure 2 illustre cet exemple pour le pin gris 2-0. C'est ce qui explique en bonne partie la faible variation du rapport H/D chez les plants traités à l'Ethrel® lors de la première date d'application comparativement aux plants témoins (figure 3). Le lien entre la croissance en hauteur et le nombre de branches et de bourgeons est tout aussi évident (tableaux 4, 5, 6 et 7). La résultante est un nombre de branches et de bourgeons par unité de longueur de tige qui demeure relativement indépendant des traitements.

Il est possible que le moment de la première application ait un rôle à jouer dans la faible réaction des plants à l'Ethrel®. Par exemple, les populations de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0 ont été traitées au débourrement; les bourgeons n'étaient probablement pas assez ouverts pour que le produit soit bien absorbé par les plants. Par contre, les populations 2-0 et 3-0 de *Picea mariana* (Mill.) BSP ont été traitées deux semaines après la date de débourrement et les résultats obtenus sont similaires. L'âge des plants peut également être mis en cause. En effet, il serait préférable de traiter les plants durant leur première année de croissance, imitant en cela les expériences effectuées par Weston *et al.* (1980), et par l'équipe de recherche de l'UQAC en 1990 (voir le texte et les figures de la demande de subvention pour plus de détails). Les réponses seraient alors plus marquées. D'autre part, il est possible que les températures relativement froides qui ont prévalu lors des dates coïncidant avec les premières dates d'application (tableau 1) soient partiellement responsables de la faible réponse des plantes aux applications d'Ethrel®. Biddle *et al.* (1976) et Goudey *et al.* (1987) ont rapporté des ralentissements importants dans la vitesse de décomposition de l'agent actif de l'Ethrel® lorsque les températures descendent sous les 25°C, ce qui était le cas lors de la première date d'application sur les populations. Cette hypothèse s'ajoute à l'âge des plants pour expliquer les différences importantes entre les résultats obtenus à la Coopérative et ceux obtenus en serre à l'UQAC au printemps 1990. Le même produit, les mêmes concentrations et les mêmes espèces (sauf pour *Larix laricina* (Du Roi) Koch) étaient étudiés, mais la température de l'air de la serre lors des périodes d'application atteignait 25°C. La résultante était une réduction significative de croissance en longueur des tiges.

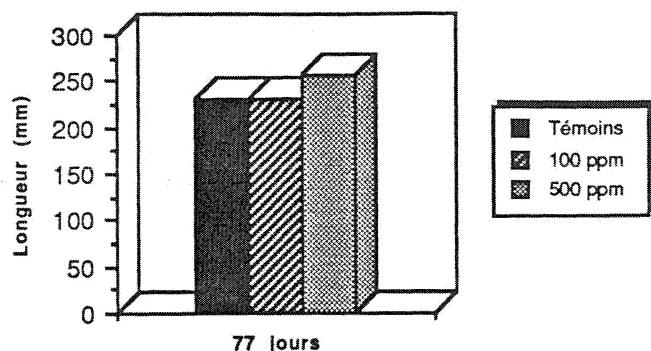


Figure 2a: Croissance en longueur de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 en fonction de l'Éthrel (1ère date d'application)

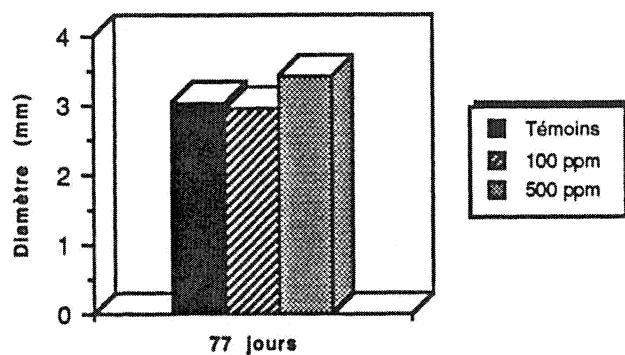


Figure 2b: Diamètre de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 en fonction de l'Éthrel (1ère date d'application)

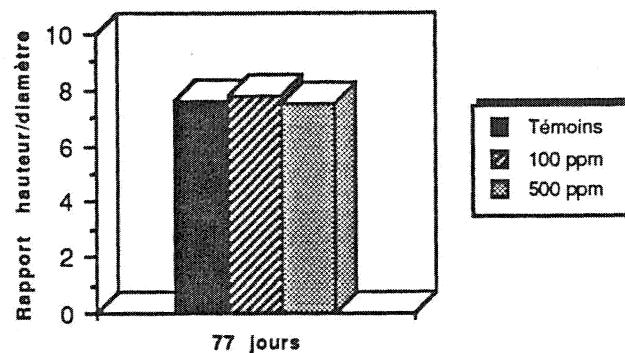


Figure 2c: Rapport H/D de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 en fonction de l'Éthrel (1ère date d'application)

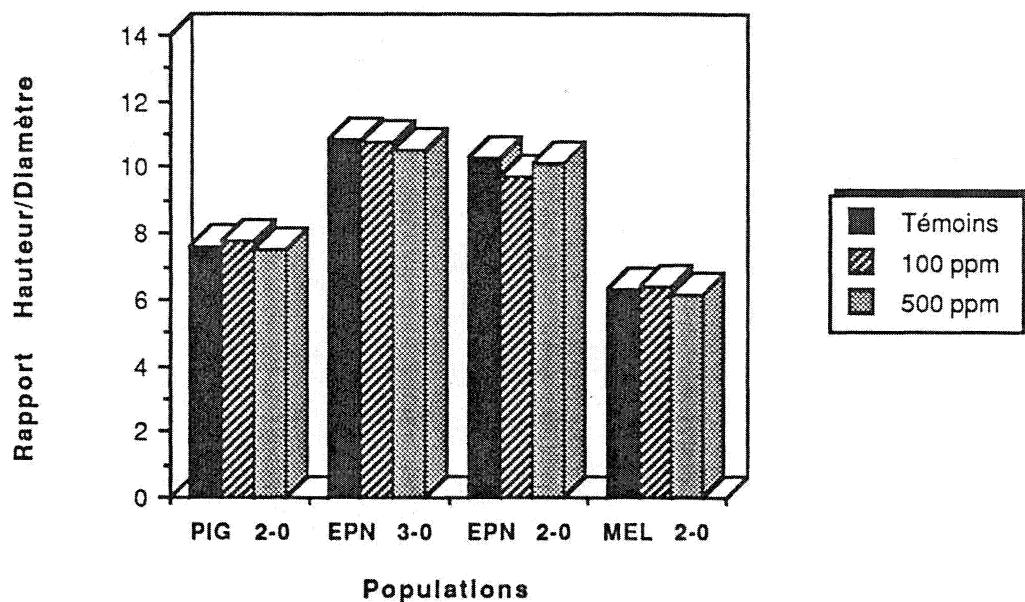


Figure 3: Variation du rapport H/D en fonction en fonction de l'Éthrel (1ère date d'application)

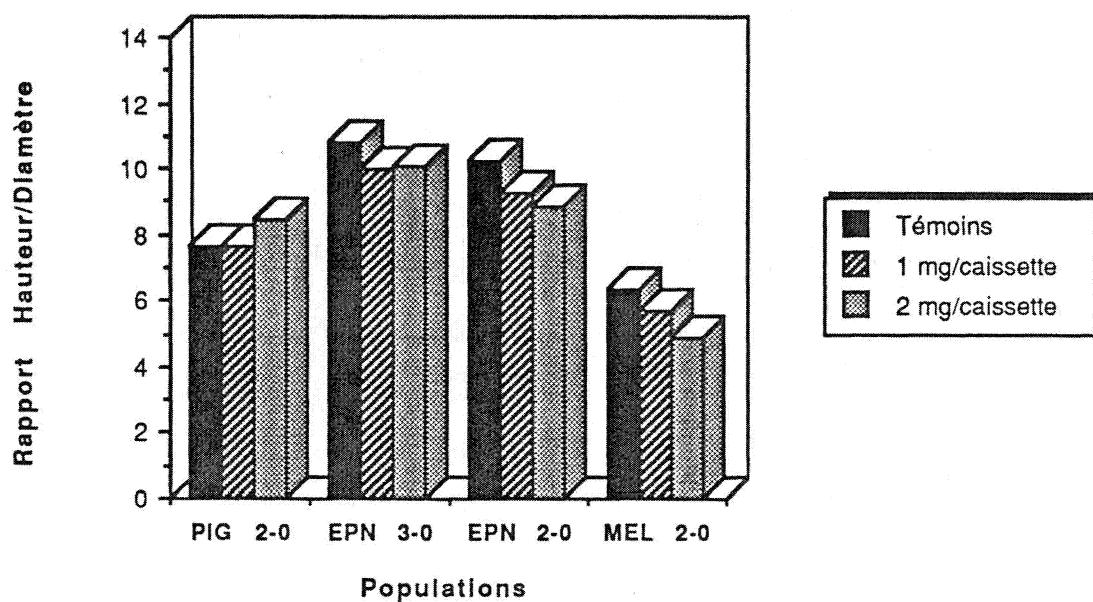


Figure 4: Variation du rapport H/D en fonction en fonction du A-Rest (1ère date d'application)

À l'exception de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 et toujours pour la première date d'application, la réaction des populations traitées au A-Rest est légèrement plus accentuée que celle obtenue avec l'Ethrel®, de sorte que le rapport H/D est généralement inférieur à celui des plants témoins, la diminution allant de 6,7% pour *Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0 à 23% pour la population de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0 (figure 4). De plus les rapports H/D diminuent avec l'augmentation de la concentration de A-Rest. L'application de A-Rest se faisant directement dans le sol, ce produit a été absorbé très rapidement par les racines. D'ailleurs, celles-ci commencent leur activité printanière avant qu'il n'y ait action perceptible dans la partie aérienne. Cela explique la meilleure réaction des plants traités au A-Rest lors de la première date d'application, sauf évidemment pour le *Pinus banksiana* Lamb. 2-0.

Les plants traités à la deuxième date d'application montrent des réactions beaucoup plus importantes qu'à la première date. Les populations de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 et de *Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0 traitées à l'Ethrel® ne montrent pas de différences significatives par rapport aux plants témoins, quoique les rapports H/D du *Pinus banksiana* Lamb. soient légèrement inférieurs aux témoins (figure 5). Les populations de *Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0 et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0 montrent toutefois des différences importantes. En effet, dans les deux cas, la croissance en hauteur a été fortement ralentie, ce qui a amené des rapports H/D de beaucoup inférieurs aux témoins, ces rapports diminuant en fonction de la concentration (figure 5). Cependant, les concentrations utilisées étaient dix fois plus élevées qu'à la première date d'application. Les produits ont fortement endommagé les plants, surtout à la concentration de 5000 ppm, de telle sorte que les plants n'auraient pu être livrés sans triage. Weston *et al.* (1980) font d'ailleurs une mise en garde sur l'utilisation de l'Ethrel® à 5000 ppm. Selon eux, le produit provoque le rougissement du feuillage chez *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm. La mise en garde de ces auteurs ne se vérifie pas chez les populations de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 et de *Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0. Les plants sont alors de taille beaucoup plus grande qu'une production de première année de *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm. (Weston *et al.*, 1980). Par contre, la taille des populations de *Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0 et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0 est semblable à celle des populations de *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm et de *Picea glauca* (Moench) Voss. utilisées par Weston *et al.* (1980). De plus, le feuillage est devenu rouge suite au traitement. Ce résultat indique que la taille et la stature des plants sont aussi importantes que la concentration du produit lors de l'application de retardants de croissance.

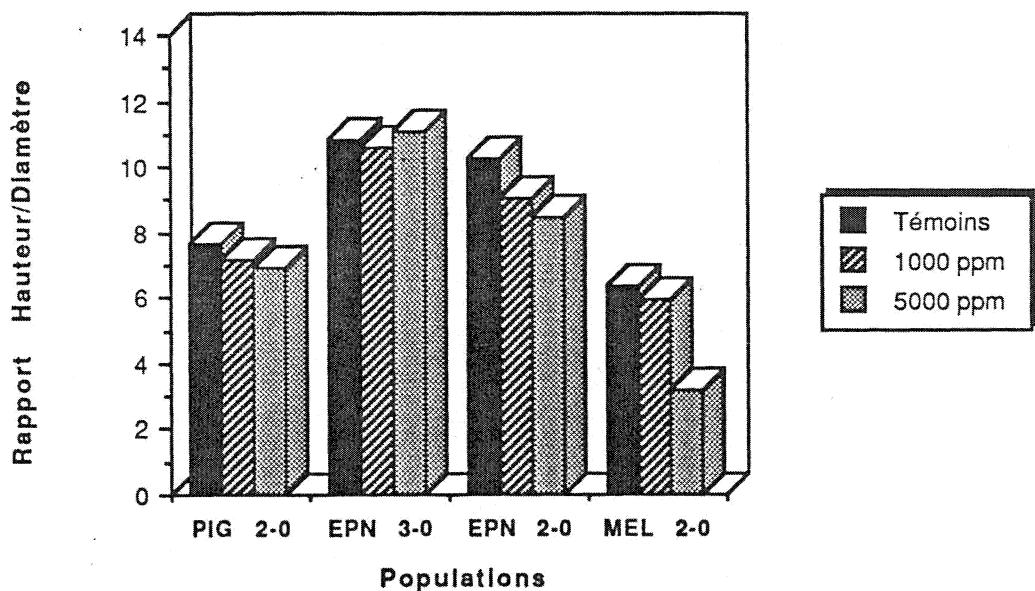


Figure 5: Variation du rapport H/D en fonction de la  
en fonction de l'Éthrel (2ème date d'application)

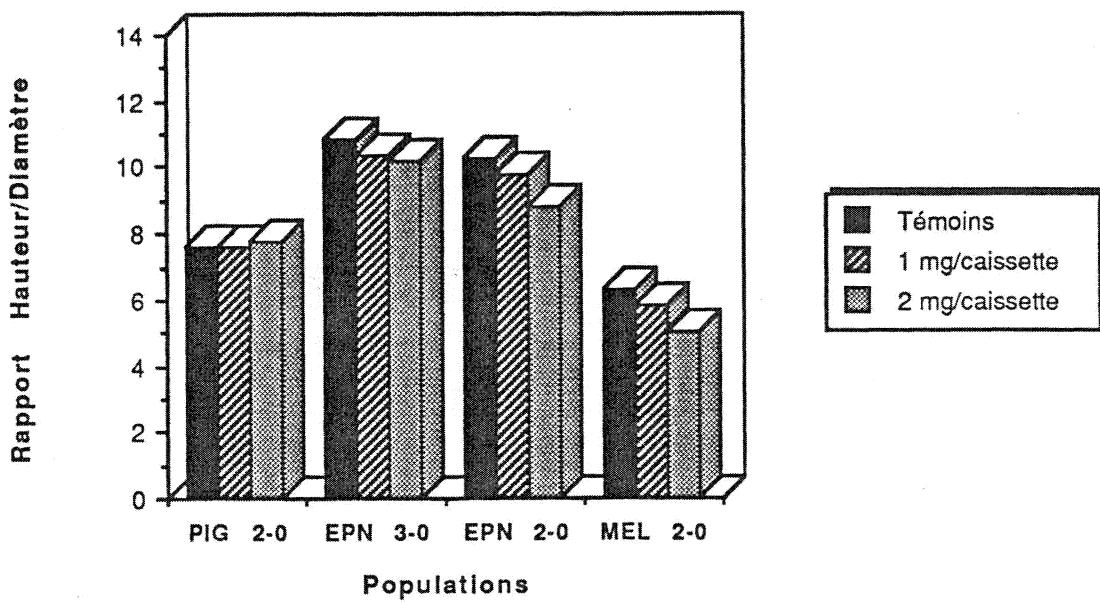


Figure 6: Variation du rapport H/D en fonction de la  
en fonction du A-Rest (2ème date d'application)

Tout comme à la première date d'application, la réaction des plants de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 traités à la seconde date avec du A-Rest est négligeable (figure 6). Les rapports H/D sont sensiblement pareils à ceux des témoins. La population de *Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0 montre un rapport H/D légèrement inférieur à celui des témoins. La population 2-0 de *Picea mariana* (Mill.) BSP montre le même patron que la population 3-0, sauf que la réponse de cette population est beaucoup plus significative. Une production traitée dès la première année pourrait donner des tendances encore plus marquées. On remarque également une diminution du rapport H/D en fonction de la quantité de A-Rest administrée à la population de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0. Les résultats les plus significatifs ont donc été obtenus chez les populations de plus petite stature, comme les populations 2-0 de *Picea mariana* (Mill.) BSP et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch (figure 6).

Les rapports de poids secs de la partie aérienne sur la partie souterraine (PSA/PSR) varient selon les traitements et les populations (figure 7). Le tableau 3 explique la signification des différents traitements inscrits en abscisse. Les résultats les plus notables se remarquent pour les traitements au A-Rest chez les populations de *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0. Pour ces deux populations, les traitements au A-Rest amènent une redistribution de la matière sèche vers les racines, sauf pour le traitement à 1 mg/récipient de la première date d'application. Les traitements à l'Ethrel® n'amènent pas cette redistribution de la matière sèche. Dans leur expérience avec *Pinus contorta* var. *latifolia* Engelm., Weston *et al.* (1980) avaient cependant remarqué une diminution du rapport PSA/PSR pour des semis traités à l'Ethrel®. Il est possible que l'application de A-Rest directement dans le sol soit en partie responsable de la redistribution de la matière sèche dans les différentes parties de l'arbre. Cependant, ça ne peut tout expliquer car la matière sèche n'a presque pas été redistribuée chez les deux populations de *Picea mariana* (Mill.) BSP. Il est à noter que les fortes concentrations d'Ethrel® utilisées à la seconde date d'application n'ont pas entraîné de redistribution notable de la matière sèche entre les parties aériennes et racinaires, malgré des dommages forts perceptibles au feuillage.

Le rapport du poids sec de la tige sur celui du feuillage (PSA/PSF) ne montre pas de patron caractéristique (figure 8). Les rapports sont constants, peu importe le traitement, et ils sont sensiblement équivalents aux rapports des plants témoins. Une variation existe toutefois entre les populations. La plus caractéristique est celle existant entre les deux populations d'épinette noire, la quantité de feuillage comparativement à la tige augmentant dans le temps.

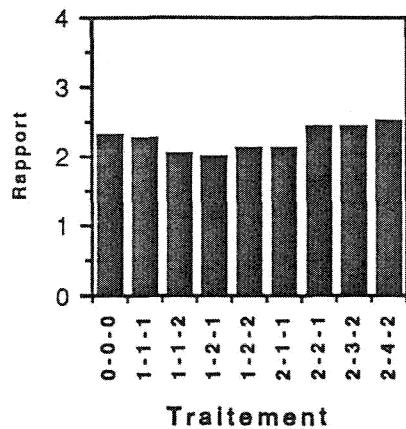


Figure 7a: Distribution de la matière sèche aérienne/racinaire (PSA/PSR)  
(*Pinus banksiana* Lamb. 2-0)

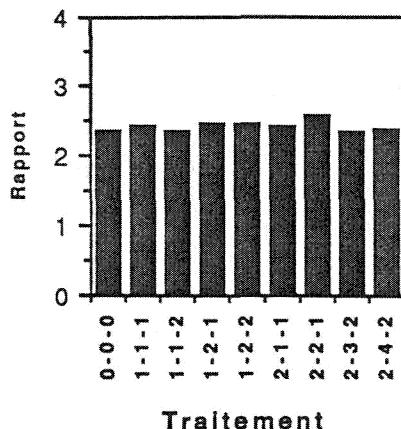


Figure 7b: Distribution de la matière sèche aérienne/racinaire (PSA/PSR)  
(*Picea mariana* (Mill.) BSP 3-0)

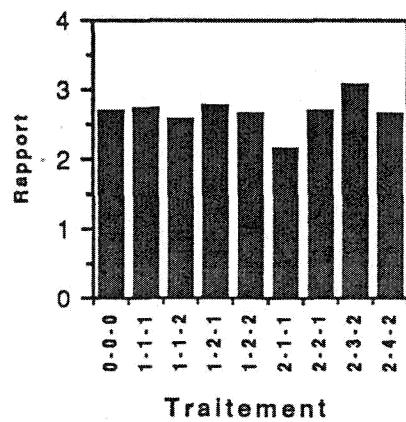


Figure 7c: Distribution de la matière sèche aérienne/racinaire (PSA/PSR)  
(*Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0)

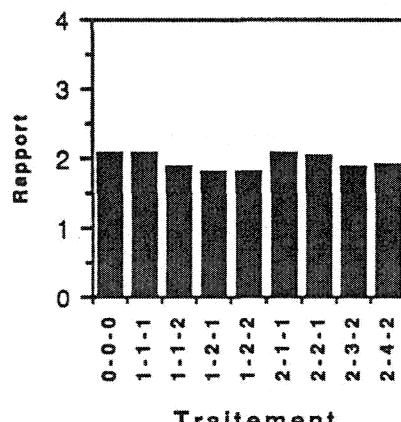


Figure 7d: Distribution de la matière sèche aérienne/racinaire (PSA/PSR)  
(*Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0)

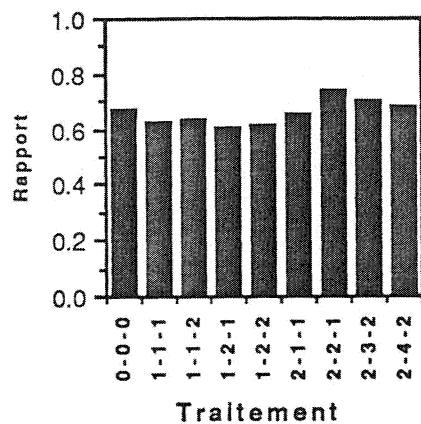


Figure 8a: Distribution de la matière sèche tige/feuillage (PST/PSF)  
(*Pinus banksiana* Lamb. 2-0)

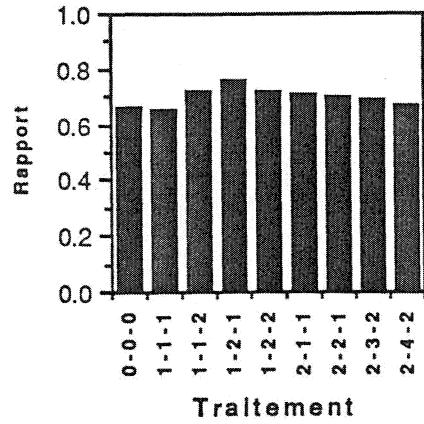


Figure 8b: Distribution de la matière sèche tige/feuillage (PST/PSF)  
(*Picea mariana* (MILL.) BSP 3-0)

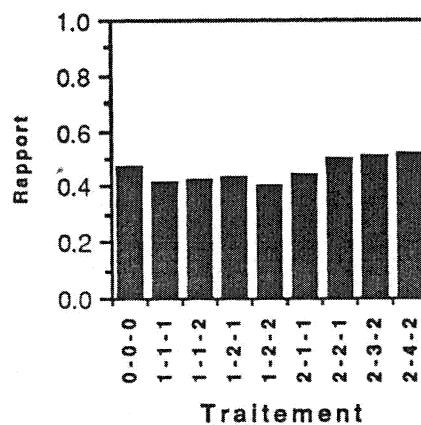


Figure 8c: Distribution de la matière sèche tige/feuillage (PST/PSF)  
(*Picea mariana* (MILL.) BSP 2-0)

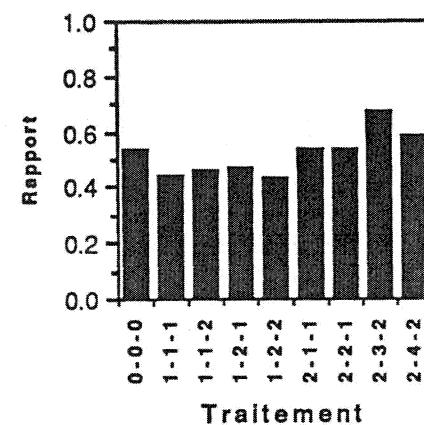


Figure 8d: distribution de la matière sèche tige/feuillage (PST/PSF)  
(*Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0)

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce projet expérimental fait ressortir plusieurs points.

Il serait plus avantageux de traiter les plants au cours de leur première année de croissance et de refaire des traitements à chaque année jusqu'à la livraison, quitte à augmenter les concentrations d'une année à l'autre. Cette solution risque toutefois d'être non rentable étant donné le coût élevé des produits utilisés et des méthodes d'application.

Dans le cas d'une application foliaire, il serait aussi préférable de traiter les plants lorsque le débourrement est complété, ce qui favoriserait l'absorption du produit par les aiguilles et augmenterait les chances que les conditions de température de l'air au niveau des plantes se rapprochent de 25°C lors de l'application. D'ailleurs, il serait important d'attendre une journée clémente en terme de température de l'air et de précipitations avant de faire l'application du produit choisi. Ces remarques valent assurément pour l'Ethrel® appliqué par vaporisation foliaire.

L'Ethrel® a très peu d'effet sur les plants âgés de plus d'un an, sauf pour les populations de *Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0 et de *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0 lorsque des concentrations de 1000 et 5000 ppm sont employées. Ces concentrations provoquaient certes une baisse importante du rapport H/D, mais leur utilisation occasionnait des dommages forts importants aux plants. Et même si les plants ont survécu par suite du traitement, ils n'étaient pas aptes à la livraison. Un suivi de la population de *Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0 jusqu'à l'été 1991 nous permettra de vérifier si les dommages sont réparables et si les plants survivront complètement au traitement et au froid. Il sera aussi possible d'évaluer leur capacité de récupération en vue d'atteindre les critères de livraison.

Le A-Rest entraîne une réduction du rapport H/D, réduction qui est encore une fois plus notable chez des plants plus petits et plus jeunes (*Picea mariana* (Mill.) BSP 2-0 et *Larix laricina* (Du Roi) Koch 2-0). Ceci renforce l'idée de traiter les plants au cours de la première année de croissance. Cependant la méthode d'application est à discuter. L'application par "soil drenching" est très coûteuse en temps, alors qu'il est impensable d'augmenter les quantités de produit étant donné son coût d'achat élevé par unité de volume. Une application foliaire devrait être envisagée pour réduire les coûts d'application.

Pour l'ensemble des paramètres mesurés, les produits utilisés semblent les affecter de la même façon. Ainsi, lorsque la croissance en hauteur augmente, le diamètre, le nombre de branches et de bourgeons, et le poids sec augmentent également. Ce qui est logique puisque ces paramètres sont étroitement corrélés les uns aux autres. La croissance en hauteur et le diamètre sont les deux paramètres les plus liés l'un à l'autre.

Enfin le *Pinus banksiana* Lamb. 2-0 a très peu réagi aux différents traitements, sauf peut-être une faible réaction aux fortes concentrations d'Ethrel®. Cette observation suggère fortement d'appliquer des traitements dès la première année de croissance, à des doses plus faibles, et de les augmenter à chaque année, s'il y a lieu, jusqu'à la livraison. Il importe de souligner, une fois de plus, que l'interaction température froide et dégradation de l'Ethrel® devrait aussi être approfondie lorsque ces produits sont utilisés en conditions commerciales.

## BIBLIOGRAPHIE

- Backhaus, R.A., R.M. Sachs, et H.Z. Hield. 1976. Tree growth inhibition by bark applications of morphactins. Hortscience, 11: 578-580.
- Biddle, E., D.G.S. Kerfoot, Y.H. Kho, et K.E. Russell. 1976. Kinetic studies of the thermal decomposition of 2-chloroethyl-phosphonic acid in aqueous solution. Plant Physiol., 58: 700-702.
- Blake, T.J., R.P. Pharis, et D.M. Reid. 1980. Ethylene, gibberellins, auxin and the apical control of branch angle in conifer, *Cupressus arizonaca*. Planta, 148: 64.
- Cathey, H.M. 1975. Comparative plant growth retarding activities of ancymidol with ACPC, phosphon, chlormequat and SADH on ornamental plant species. Hortscience, 10: 204-216.
- Cheung, K.W. 1975. Induction of dormancy in container-grown western hemlock: effects of growth retardants and inhibitors. B.C. For. Serv. Res. Note No 73.
- Doss, R.P., P.M. Neumann, R.A. Backhaus, et R.M. Sachs. 1977. Bark banding of *Pinus radiata* with morphactin (IT3456): influence on trunk anatomy, assimilate transport and growth. Physiol. Plant., 39: 280-284.
- Goudey, J.S., H.S. Saini, et M.S. Spencer. 1987. Factors affecting the decomposition of 2-chloroethylphosphonic acid in soils. Plant, Cell and Environ., 10: 347-349.
- Graham, J.H., et R.G. Linderman. 1981. Effect of ethylene on root growth, ectomycorrhiza formation, *Fusarium* infection in Douglas fir. Can. J. Bot., 59: 149.
- Hare, R.C. 1982. Effect of nine growth retardants applied to loblolly and slash pine. Can. J. For. Res., 12: 112-114.
- Hare, R.C. 1984. El-500: an effectice growth retardant for dwarfing southern pine seedlings. Can. J. For. Res., 14: 123-127.

Kuo, C.G., et R.P. Pharis. 1975. Effects of AMO-1618 and B-995 on growth and endogenous gibberellin content of *Cupressus arizonica* seedlings. Physiol. Plant., 34: 288.

Pharis, R.P., M. Ruddat, et C. Phillips. 1975. Gibberellins, growth retardants, and apical dominance in Arizona cypress. Naturwissenschaften, 52: 88.

Ross, S.D., R.P. Pharis, et W.D. Binder. 1983. Growth regulators and conifers: their physiology and potential uses in forestry. pp. 35-78 in Plant growth regulating chemicals. V. II. L.G. Nickell (éd). CRC Press Inc. Boca Raton, Florida. 256 pages.

Weston, G.D., Carlson, L.W., et Wambold, E.C. 1980. The effect of growth retardants and inhibitors on container-grown *Pinus contorta* and *Picea glauca*. Can. J. For. Res., 10: 510-516.