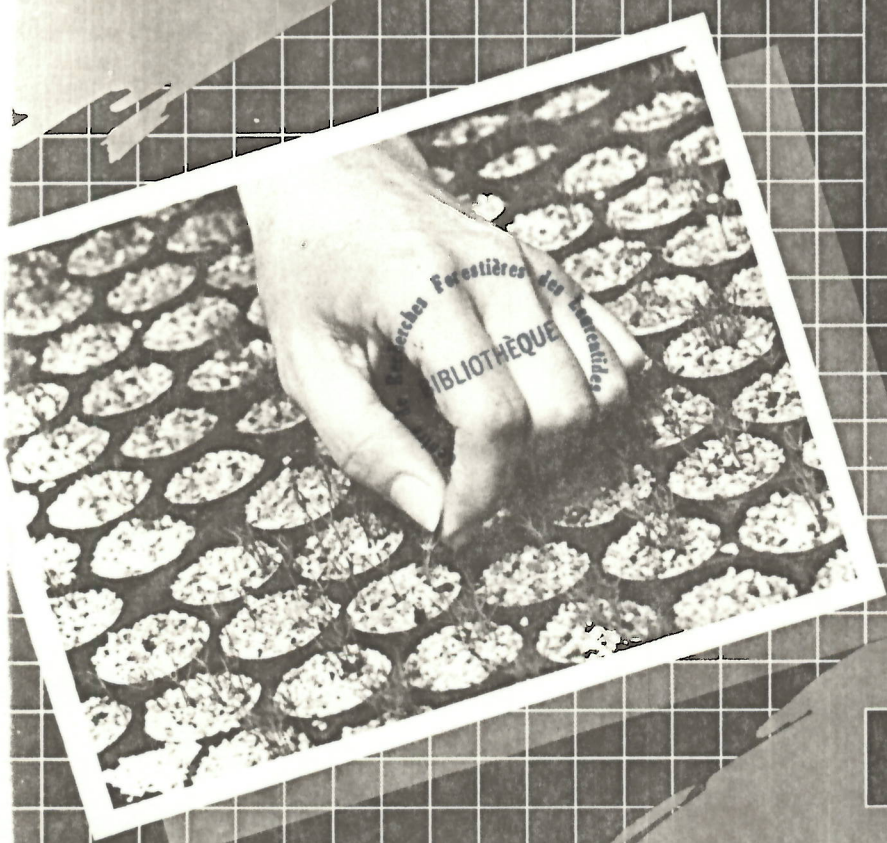


A.L.D. D'AOUST

Conférences présentées au

# **D** **DEUXIÈME ATELIER DE TRAVAIL SUR LA CULTURE DES SEMIS EN RÉCIPIENTS**



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

Service  
canadien des  
forêts

Canadian  
Forestry  
Service



Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie  
et des Ressources



Ordre  
des ingénieurs  
forestiers  
du Québec

Sainte-Foy, Québec  
29-30 novembre 1984

Cet atelier de travail était  
une réalisation conjointe de:

Service canadien des forêts  
Centre de recherches forestières  
des Laurentides

Ministère de l'Énergie et des Ressources  
du Québec

Ordre des ingénieurs forestiers  
du Québec



L'ENDURCISSEMENT AU GEL ET AU STRESS DU MILIEU, PAR DES TRAITEMENTS PHOTO-  
THERMOPERIODIQUES, CHEZ DES SEMIS D'EPINETTE NOIRE EN CONTENEURS

André L. D'Aoust\* avec la collaboration de Diane Trudel\*\*

---

**Résumé.** Le Québec fait face à un grave problème de régénération forestière. La solution envisagée est le reboisement intensif, principalement à l'aide de semis en conteneurs. Même si cette technologie, de la production et de la plantation des semis en conteneurs, est opérationnelle depuis une dizaine d'années au Canada, certains résultats soulèvent le problème de la qualité des semis envoyés au reboisement. En milieu contrôlé, la survivance des semis au gel dépend de la photopériode et de la température qui précèdent les essais. Afin de rendre pratiques ces conditions d'endurcissement des semis, nous avons procédé, durant un mois, avec des plants âgés de seize semaines, à des traitements de photopériode en serre et en ombrière; ces expériences faisant suite à deux périodes de culture et pour trois années consécutives. Les résultats obtenus montrent que ces traitements modifient la croissance des semis. En serre, par rapport à l'ombrière, la croissance est réduite par l'excès de chaleur. De plus, les jours courts ralentissent la croissance des semis. La survivance au gel en milieu artificiel est inversement proportionnelle à la croissance des semis. Les résultats obtenus sur le terrain indiquent clairement l'effet bénéfique du conditionnement jour-court pour la plantation d'automne. La saison de la plantation a un effet marqué sur la survivance des semis plantés et les conditions de culture des semis influencent leur croissance et leur survivance au stress du milieu.

---

INTRODUCTION

En 1977, la Conférence nationale sur la régénération forestière<sup>1</sup> montrait l'état alarmant de nos forêts et particulièrement l'accumulation de superficies non régénérées (28 x 10<sup>6</sup> ha). Graduellement, depuis ces révélations, on semble voir une volonté politique de reprendre une partie du terrain perdu; ainsi, des 200 000 ha régénérés artificiellement au Canada au début des années 80, on prévoit tripler ces superficies à travailler (REED, 1982)

et, en particulier au Québec, des quelque 40 000 ha prévus pour les années 83-84, les chiffres avancés pour 88-89 représentent 300 millions de semis à mettre en terre (DUHAIME, Yves, 1984<sup>2</sup>).

La régénération artificielle n'est pas récente au pays. Au début du siècle, des travaux de plantation étaient réalisés dans presque toutes les provinces canadiennes (STIELL, 1980) et parmi celles-ci, une des plus importantes

---

1 Canada: Urgence forêt, Québec les 19-21 oct. 1977. Association forestière canadienne.

2 Conférence du ministre de l'Energie et des Ressources du Québec prononcée le 27 mars 84, à l'occasion du Colloque sur le reboisement, organisé par l'Association des étudiants en foresterie de l'Université Laval

\* Ph.D., chercheur scientifique, Centre de recherches forestières des Laurentides, Sainte-Foy.

\*\* Technicienne, Centre de recherches forestières des Laurentides, Sainte-Foy.

serait la plantation de Grand-Mère (GAGNON, 1972). Avec les années cinquante, on a dépassé le million de plants produits en pépinière au Québec (HAWEY, 1977), mais c'est seulement depuis une dizaine d'années qu'on s'inquiète de l'état des plantations réalisées. Ainsi, le rapport rédigé par Lamarre et Paquet (1978) indique que, pour les plantations de 1969 à 1976, sur les forêts publiques, le taux moyen de survie est de 73,4 p. 100 pour les plantations de printemps et seulement de 44,9 p. 100 pour l'automne. D'ailleurs, cette constatation de la supériorité de survivance des plantations de printemps sur l'automne a été confirmée plusieurs fois pour le climat tempéré et la région boréale (SUTTON, 1982).

L'ampleur des projets de reboisement anticipés durant la prochaine décennie, nous oblige à travailler la qualité des semis à mettre en terre et, si possible, étendre la saison de reboisement. Les travaux de Veilleux (1979) et du Sutton (1982) indiquent clairement que l'extension de la saison, malgré l'utilisation d'entreposage à froid, est presque impossible après la fin de juillet avec des semis à racines nues. Par contre, la plantation d'automne a eu ses adeptes (GAGNON, et al., 1971; STIELL, 1980), mais un désavantage avoué de cette dernière période a toujours été la main-d'oeuvre moins disponible.

L'utilisation des semis cultivés en conteneurs a fait réapparaître certains espoirs. Ainsi, la survivance des semis en conteneurs est généralement plus élevée que les semis à racines nues (ARNOTT, 1974) et particulièrement pour les mois de juillet et août (WALKER et JOHNSON, 1980). Nos propres résultats (HATCHER, 1984)<sup>3</sup> montrent, avec les semis en conteneurs, que, même si certaines années donnent de bons résultats à l'automne, la survivance peut être plus faible pour cette saison tardive par rapport au printemps.

La préparation des semis, produits hors sol, contre le choc de plantation, est reconnue (TINUS et McDONALD, 1979; CARLSON, 1983) mais la signification de cette acclimatation semble encore incomplète et particulièrement en ce qui a trait à la survivance sur le terrain. Ainsi, une période en ombrière est généralement admise comme instrument de transition entre la serre à milieu contrôlé et le terrain forestier mais, à part quelques expériences, le contrôle de la photopériode jointe à des températures plus fraîches ont été peu utilisées pour des essais sur le terrain en milieu forestier (MEXAL et al., 1979, D'AOUST et

CAMERON, 1982; ROSVALL-AHNEBRINK, 1981).

Le but de ce travail est de mesurer l'influence de traitements photo-thermopériodiques sur la croissance des semis d'épinette noire et d'évaluer la survivance des semis vis-à-vis des essais au gel en milieu artificiel et leur survivance sur le terrain.

#### Matériel et méthodes

Les semis d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P., provenance Roberval, canton Damville) cultivés, suivant les observations, sur deux périodes: une première, de la fin de janvier à la mi-juin et une seconde, du début de mai à la mi-septembre. Ces périodes de culture ont été répétées durant trois années consécutives.

Les semis sont germés et cultivés sur de la tourbe de sphaigne dans le tube québécois (BARBULESCU, 1982; GONZALEZ, 1981) placé en serre. Le thermostat de chaleur est ajusté à un minimum de 22°C et l'ouverture au pignon de la serre, pour faire sortir l'excès de chaleur, s'ouvre aux températures supérieures à 35°C. L'humidité relative de l'air ambiant est variable tout au long des périodes de culture. L'irradiation naturelle procure l'essentiel du rayonnement, mais exception faite des traitements photopériodiques, un minimum de 16 h de photopériode est assuré par des ampoules incandescentes (150 W au 2,2 m<sup>2</sup>)<sup>4</sup>.

Après l'ensemencement, la surface des conteneurs est arrosée avec une solution de Captan (8 g/4,5 L) pour prévenir la fonte des semis. Durant le premier mois, la teneur en eau du substrat d'enracinement est maintenue à 90 p. 100 de la saturation effective, par la suite ce niveau est abaissé à 70 p. 100 par des arrosages périodiques, lesquels sont jugés par la pesée de plateaux échantillons. Aussi, durant le premier mois, les plantules ne reçoivent que de l'eau; par la suite une solution de 20-20-20 (Plant Product Co.) est appliquée une fois par semaine (20 g de 20-20-20 et 1,2 g de sulfate de magnésium par m<sup>2</sup> de table) durant les douze semaines de croissance active et pour les trois dernières semaines de culture, la nutrition est changée par du 10-52-10 (20 g/m<sup>2</sup>) au début de la semaine.

Vingt-huit plateaux de quarante-cinq semis ont été utilisés pour les observations

4 En 1982 et 1983 les lampes étaient allumées continuellement entre 7 et 23 h, mais en 1981, durant l'hiver, l'allumage était réglé entre 16 et 24 h et au printemps entre 19 et 24 h.

3 Hatcher, 1984. Communication personnelle.

de chacune des six périodes de culture ; un plateau par traitement d'endurcissement pour évaluer l'influence sur la croissance des semis et six plateaux pour évaluer la tolérance au gel et la survivance aux conditions de terrain.

Les traitements d'endurcissement, d'une durée de trois à quatre semaines, sont : c'est-à-dire aux conditions de la serre, avec un minimum de 16 h de photopériode assuré par les ampoules incandescentes (jours longs - serre, LS) ; une photopériode courte en serre (8 h, 4 jours sur 7), à l'aide d'une toile opaque qui est placée au-dessus des semis à 16 h et enlevé le lendemain matin à 8 h (jours courts - serre, CS) ; une photopériode naturelle en ombrière à l'extérieur, c'est-à-dire ayant des températures plus fraîches (naturelles - ombrière, NO) et une photopériode courte en ombrière, c'est-à-dire que la photopériode est réduite à l'aide de couvercles opaques qui sont placés sur les plateaux de semis entre 16 h et 8 h le lendemain, du lundi au jeudi inclusivement (jours courts - ombrière, CO). Après ces traitements, les semis sont âgés de 19 semaines, un plateau par traitement est conservé pour les mesures de croissance, deux plateaux sont utilisés pour les tests au gel en milieu artificiel et quatre autres sont envoyés sur le terrain pour essais de survivance (au total : 4 traitements x 7 plateaux par période de culture).

Pour la croissance des semis, des mesures de hauteur, masse fraîche et sèche sont prises des parties aériennes et racinaires, en plus du diamètre au collet.

Dans le cas du test au gel, tous les plateaux sont placés 24 h à +4°C, pour réduire le choc thermal, ensuite, les plateaux passent 24 h à -4°C, et après quoi, ils sont retirés et replacés aux conditions normales de culture en serre pour évaluer le degré de tolérance au gel des semis. Les observations sont effectuées après une dizaine de jours en serre : dommage léger c'est-à-dire 10-40 p. 100 du feuillage endommagé ; dommage sévère 40-90 p. 100 du feuillage affecté et les semis morts. Sur le terrain (une terre agricole récemment abandonnée, à Saint-Antoine de Tilly, Québec) une superficie est dégagée annuellement à l'aide d'un motoculteur, pour permettre l'établissement de notre dispositif expérimental. En tout, trente-deux placettes rectangulaires (4 x 20 m) sont identifiées pour recevoir quarante semis chacune, avec quatre répétitions par traitement d'endurcissement et pour deux saisons. La plantation d'été est faite à la fin du mois de juin et celle d'automne à la fin de septembre durant trois années consécutives. Au printemps suivant la plantation, on note les observations et par la suite, une fois par année, à l'automne. Les observations compilées sont la mortalité et le degré de dommage évalué comme dans le

test au gel.

## Résultats

Les observations sur la croissance des semis sont limitées aux quatre dernières périodes de culture, en effet, durant la première année les deux périodes de culture ne comportaient pas suffisamment de semis pour cette échantillonnage.

Des mesures enregistrées, on observe que les paramètres de la croissance donnent des valeurs significativement différentes entre les différentes périodes de culture (tableau 1). Par exemple, la croissance mesurée, suite aux traitements d'endurcissement et lorsqu'il y a des différences significatives, la tendance favorise le traitement photopériode naturel en ombrière par opposition aux jours courts en serre ; malheureusement, les données météorologiques récoltées au cours de ces périodes de culture ne nous permettent pas d'établir la relation entre les croissances observées et la somme d'heures d'insolation ou la somme des degrés-jours. Ce qui est particulièrement frappant, c'est la grande diversité de croissance pour les quatre périodes de culture travaillées, mais malgré cette variation, la relation de croissance entre les parties n'est pas modifiée par les traitements photo-thermopériodiques (figure 1). Sur cette figure, on remarque quelques exceptions au fait que les croissances les plus importantes se rencontrent en jours longs, mais ces exceptions s'expliqueraient par la faible croissance observée en serre en septembre 1982 et juin 1983 et l'arrêt de croissance en ombrière à l'automne 1982, le tout associé à de faibles conditions climatiques pour ces périodes<sup>5</sup>. Donc, les traitements photo-thermopériodiques modifient la croissance des semis : l'ombrière, avec ses conditions plus fraîches, favorise la croissance des semis d'épinette noire par rapport à des températures plus élevées (serre) et les jours courts réduisent la croissance ; de plus, les conditions climatiques des périodes de culture modifient la croissance des semis.

Des travaux préliminaires, en milieu contrôlé, ont montré que des traitements jours courts et/ou températures fraîches procurent un endurcissement des semis au gel (D'AOUST et CAMERON, 1982). Il devenait important d'évaluer des conditions moins rigides de contrôle de températures et de photopériodes sur la tolérance au gel des semis cultivés. Nos semis réagissent au gel de façon différente suivant les traitements photo-thermopériodiques (figure 2). Ainsi,

5 Rapport mensuel météorologique, Aéroport de Québec, Environnement atmosphérique, Environnement Canada.

Tableau 1. L'influence de traitements photo-thermopériodiques et des périodes de culture sur la croissance de semis d'épinette noire.\*

Traitements	Jun 82	Sept. 82	Jun 83	Sept. 83
HAUTEUR (cm)				
LS	18,8 b**	14,4 ab	14,5 a	20,6 b
CS	17,1 a	15,4 b	16,9 c	18,2 a
NO	20,8 c	14,7 ab	17,2 c	22,7 c
CO	18,3 b	13,7 a	15,8 b	18,3 a
MASSE SECHE TOTALE (mg)				
LS	764 b	445 ab	469 a	659 b
CS	522 a	390 a	472 a	532 a
NO	878 c	464 b	644 b	862 c
CO	736 b	386 a	645 b	594 ab

\* Les semis ont été cultivés durant seize semaines en serre avant de subir les traitements: jours longs - serre (LS); jours courts - serre (CS); photopériode naturelle - ombrière (NO); jours courts - ombrière (CO).

\*\* Croissance moyenne pour un minimum de trente semis, séparée par un test de Duncan pour une même période de culture au niveau 95 p. 100.

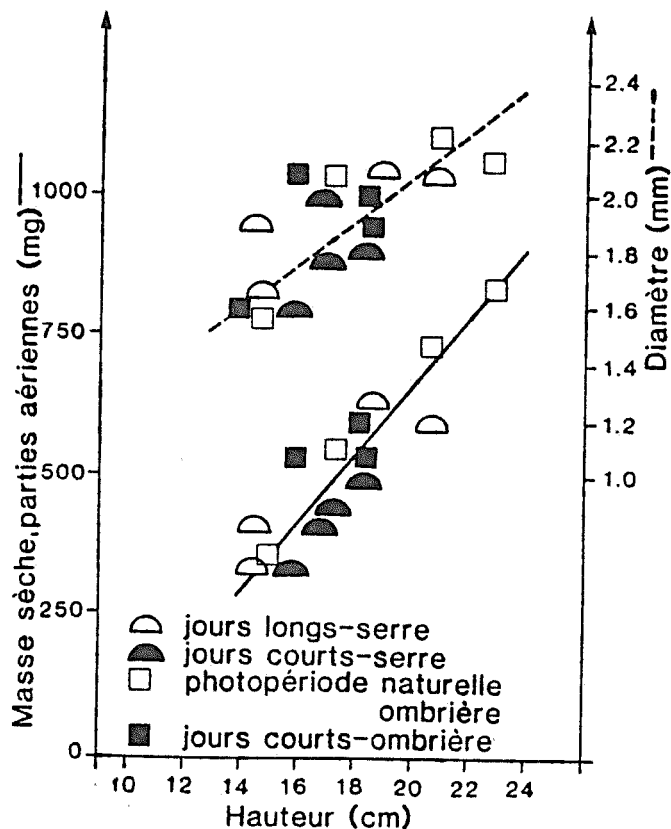


Figure 1. Relation de croissance chez des semis d'épinette noire après trois semaines de traitement photo-thermopériodiques. Les semis étaient âgés de 16 semaines lorsque l'on a débuté les traitements, pour une durée de trois semaines.

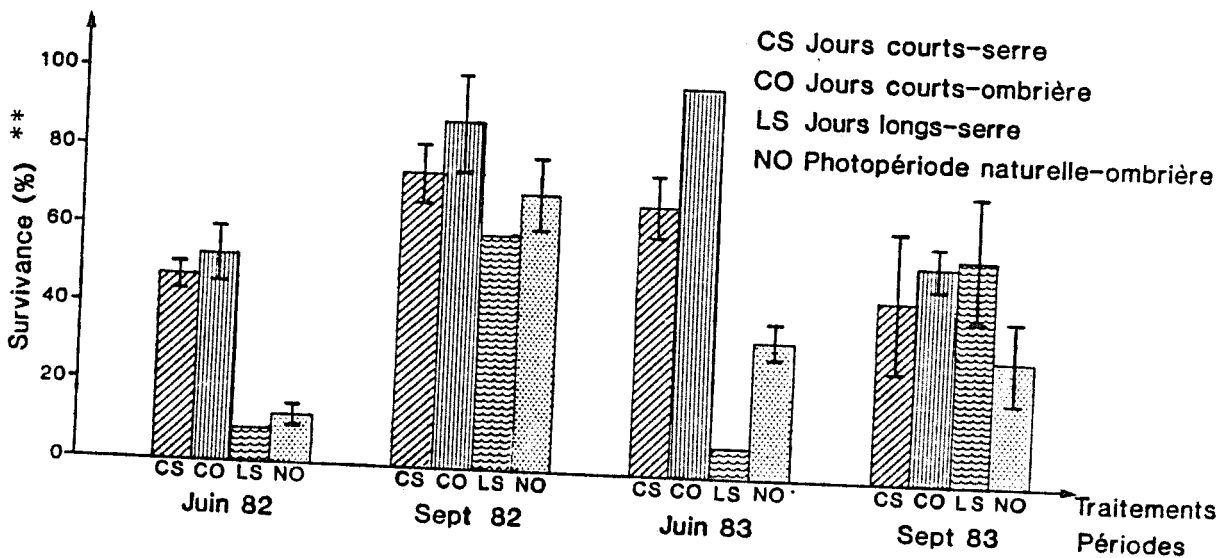


Figure 2. Influence des traitements photo-thermopériodiques et des périodes de culture sur la tolérance au gel (24 h - 40°C) de semis d'épinette noire. Les semis étaient âgés de seize semaines lorsqu'ils ont subi trois semaines de traitements: jour-court en serre (CS); jour-court en ombrière (CO); jour-long en serre (LS) et photopériode naturelle en ombrière (NO).

\*\* Survivance moyenne (%) de deux plateaux de 45 semis.

sauf pour une seule exception, les jours courts favorisent une meilleure tolérance au gel par rapport aux jours longs; aussi, les différences entre les traitements sont plus marquées pour les semis de juin par rapport à ceux de septembre. Malgré que ces traitements photo-thermopériodiques modifient le degré d'endurcissement des semis, il est clair que les conditions de culture précédant la période de traitement (période de culture) ont aussi un effet déterminant sur la tolérance au gel des semis.

Une analyse de la tolérance au gel vis-à-vis des croissances obtenues par les différents traitements, indique une tendance négative (figure 3), par contre, on trouve aucune relation entre la tolérance au gel et le quotient de robustesse (H/D) des semis, pas plus qu'avec la teneur en eau des tissus. Il apparaît donc que ni la teneur en eau, ni le quotient de robustesse sont des indices précis de prédiction du degré d'endurcissement des semis contre le gel.

Afin de voir le comportement sur le terrain du matériel travaillé, des semis ont été

plantés à la fin de juin et de septembre. Après une première année sur le terrain, les observations indiquent que la saison de la plantation et les traitements d'endurcissement ont une influence marquée sur la réaction des semis au stress du milieu (figure 4). La plantation de printemps obtient un succès intéressant avec très peu de mortalité, (survivance > 95 p. 100), de plus, on rencontre peu de semis endommagés. Par contre, la survivance des semis de la plantation d'automne est fonction des traitements d'endurcissement, des jours courts résultent les pourcentages les plus faibles de mortalité, aussi, on rencontre à cette saison un nombre important de semis endommagés.

Si l'on reprend les observations, pour un même terrain, avec trois années consécutives de plantation, on confirme à nouveau que le travail de printemps donne une survivance supérieure à 95 p. 100 durant la première année et cette moyenne est indépendante des traitements d'endurcissement (tableau 2). Par contre, à

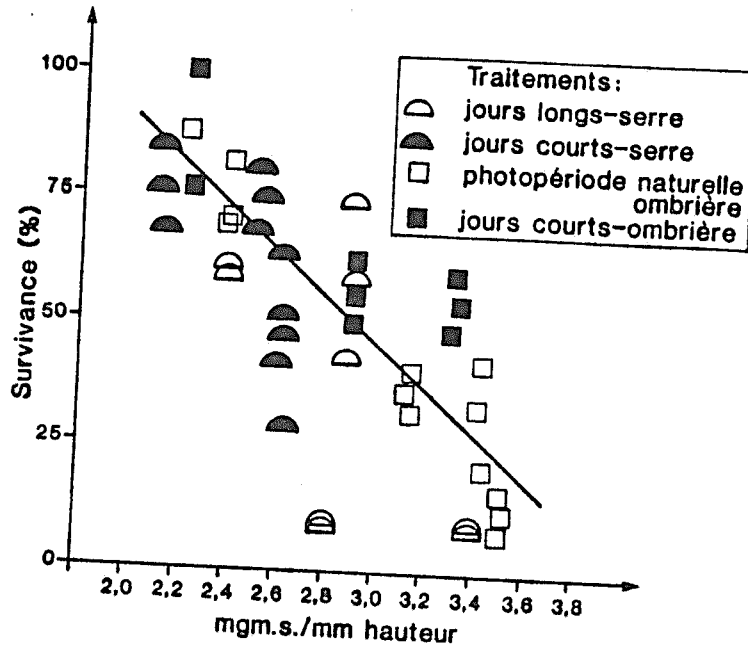


Figure 3. Influence du quotient d'accumulation de la matière sèche sur la survivance des semis au gel traités en milieu artificiel. Le quotient d'accumulation de matière sèche est calculé à partir des masses sèches des parties aériennes sur la hauteur de la tige.

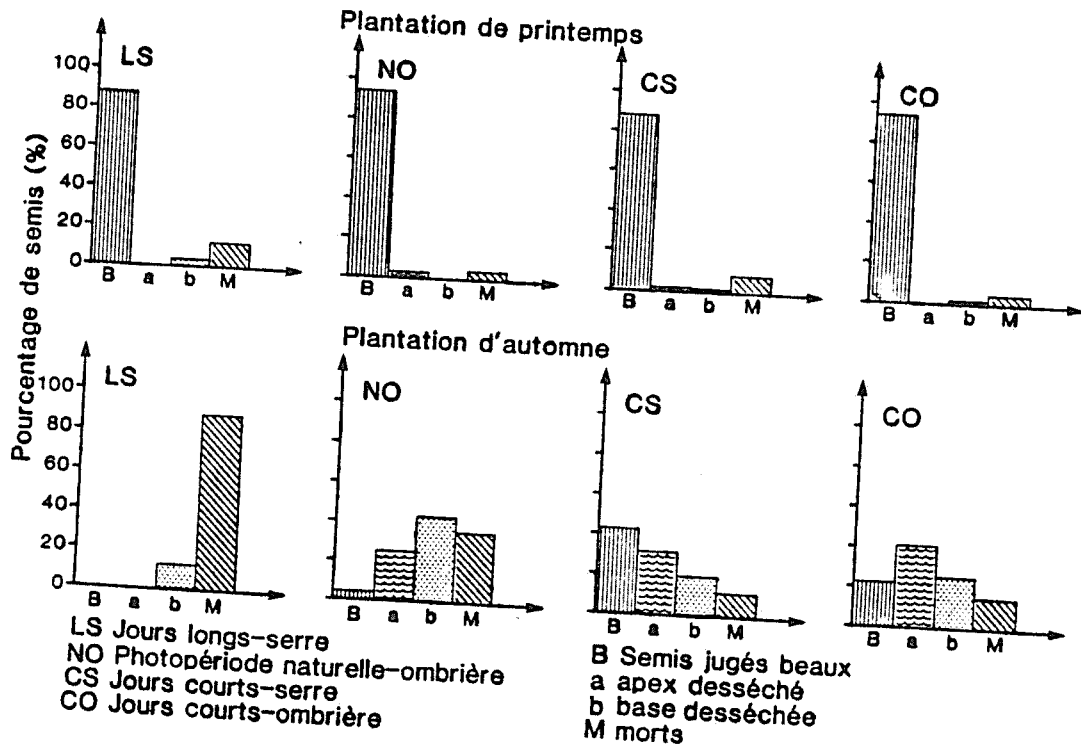


Figure 4. Influence de la saison de plantation et des traitements d'endurcissement sur la survivance de semis d'épinette noire après la première année en plantation.



Tableau 2. La survivance après une année sur le terrain pour trois années consécutives de plantation (St-Antoine de Tilly).\*

	P-81	P-82	P-83	A-81	A-82	A-83
CS	85,0	95,0	100,0	97,5	72,5	60,0
	87,5	97,5	97,5	100,0	70,0	75,0
	92,5	100,0	95,0	95,0	92,5	67,5
	97,5	92,5	100,0	37,5	47,5	52,5
	<u>90,6</u>	<u>96,2</u>	<u>98,1</u>	<u>82,5</u>	<u>70,6</u>	<u>63,8</u>
CO	100,0	100,0	100,0	97,5	85,0	97,5
	97,5	100,0	100,0	77,5	20,0	92,5
	97,5	100,0	95,0	92,5	82,5	97,5
	92,5	97,5	97,5	85,0	77,5	100,0
	<u>96,9</u>	<u>99,4</u>	<u>98,1</u>	<u>88,1</u>	<u>66,3</u>	<u>96,9</u>
LS	95,0	100,0	95,0	25,0	12,5	55,0
	90,0	100,0	100,0	15,0	22,5	10,0
	82,5	100,0	95,0	50,0	32,5	92,5
	85,0	97,5	95,0	40,0	15,0	5,0
	<u>88,1</u>	<u>99,4</u>	<u>96,3</u>	<u>32,5</u>	<u>20,6</u>	<u>40,6</u>
NO	100,0	100,0	100,0	70,0	57,5	60,0
	92,5	100,0	100,0	85,0	52,5	77,5
	90,0	100,0	95,0	80,0	92,5	95,0
	100,0	97,5	97,5	67,5	57,5	70,0
	<u>95,6</u>	<u>99,4</u>	<u>98,1</u>	<u>75,6</u>	<u>65,0</u>	<u>75,6</u>

\* Plantation de printemps (P) ou d'automne (A) avec les observations enregistrées le printemps suivant.

l'automne, la survie est significativement affectée par les traitements à l'essai, en particulier, les jours courts favorisent un meilleur durcissement des semis au stress du terrain; de même la photopériode naturelle à l'automne en ombrière agirait dans le même sens, c'est-à-dire que, à cette période de l'année, la photopériode naturelle passe de 13,4 h à 12,5 h par jour au site de traitement, donc il serait normal que ces conditions donnent des résultats qui tendent à ceux des jours courts (D'AOUST, 1981).

Enfin, l'analyse statistique de l'ensemble de ces données du terrain indique un effet traitement et un effet saison très significatifs de même qu'une interaction traitement-saison hautement significative sur le taux de mortalité des semis après une année complète sur le terrain (tableau 3).

#### Discussion

Ces travaux ont été réalisés afin de répondre à un besoin des pépiniéristes pour une

méthode d'endurcissement des semis, aussi pour fournir au physiologiste une base de référence sur la culture et la survivance des plants en conteneurs envoyés au reboisement.

Pour ce qui est de la culture des semis en serre, comme on pouvait le soupçonner, des variations importantes sont rencontrées suivant la période de culture et les traitements photothermopériodiques (tableau 1). Mais, il semblerait que les conditions météorologiques sont plus importantes que la saison de culture, ainsi pour la somme d'heures d'insolation, seule la culture terminée en juin 83 aurait été déficitaire (626 h). Quant à la somme des degrés-jours calculée pour ces différentes périodes, la variation serait en-deça de 10 p. 100, mais il se peut que la culture achevée en septembre 82 ait souffert d'un excès de chaleur en serre (2 920 degrés-jours). Ainsi, ces observations confirmeraient les travaux de Pollard et Logan (1975) avec la même essence; d'ailleurs, les résultats, suite aux trois semaines de traitement en ombrière (température plus fraîche) ont tendance à supporter cet effet de la température sur la croissance des semis.

Tableau 3. L'analyse de variance, pour un dispositif complètement aléatoire sur le pourcentage de semis morts après une première année en plantation (Saint-Antoine de Tilly)

Source de variations		Degrés de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F Calculé	F Théorique
Années de plantation	A	2	525,91	262,95	0,89	4,26
Blocs	D(A)	9	2661,33	295,70	--	--
Traitements	C	3	12125,78	4041,93	35,37	4,76
Saisons	B	1	25676,04	25676,04	37,54	18,5
Traitements-saisons	CB	3	8505,21	2835,07	16,74	4,76
Année-traitements	AC	6	685,55	114,26	0,72	2,47
Année-saisons	AB	2	1368,10	684,05	1,91	4,26
Année-trait-saison	ACB	6	1016,28	169,38	1,00	4,26
Blocs-traitements	D(A)C	27	4307,42	159,53	--	--
Blocs-saisons	D(A)B	9	3218,36	357,60	--	--
Blocs-trait-saisons	D(A)CB	27	4578,52	169,57	--	--
Total:		95				

Les résultats de croissance après les traitements photo-thermopériodiques sont plus variables que ceux obtenus précédemment (D'AOUST, 1981), mais cette situation serait due aux conditions expérimentales utilisées: dans les expériences antérieures, les conditions de température étaient optimales ou réduites progressivement dans l'enceinte climatisée, dans ces nouvelles expériences les températures, en ombrière sont inférieures à celles de la serre qui d'ailleurs seraient trop élevées (POLLARD et LOGAN, 1975).

Dans le cas de l'endurcissement des semis, deux situations ont été étudiées: un test au gel (24 h à -40°C) en milieu artificiel et l'essai sur le terrain. A part les traitements photo-thermopériodiques qui jouent un rôle d'endurcissement des semis (D'AOUST et CAMERON, 1982), la période de culture avant le test au gel peut être déterminant pour la tolérance ultérieure des plants (figure 2). Ainsi, les deux périodes de faible croissance, septembre 82 et juin 83, résultant en une meilleure tolérance globale au gel par rapport aux périodes où la croissance était plus marquée (tableau 1 et figure 2); par contre, ces résultats sont à l'opposé de ceux obtenus par Rosvall-Ahnebring (1977) avec l'épinette de Norvège, mais nos résultats sont conformes à l'hypothèse que les contraintes du milieu modifient la tolérance des semis au gel (HUBAC et DA SILVA, 1980).

Pour ce qui est plus spécifiquement des traitements photo-thermopériodiques, on observe leurs effets bénéfiques sur la tolérance au gel (figure 2) et la survivance sur le terrain (figure 4 et tableau 2). Malheureusement, le traitement en ombrière avec une photopériode naturelle occasionne des difficultés. En effet,

au printemps et à l'automne, l'action de la photopériode naturelle est opposée. De plus, l'interaction période de culture et photopériode est sans doute agissante; d'ailleurs, les résultats montrent des anomalies pour l'automne 81 et 83. Malgré ces difficultés, il est clair que la photopériode courte est déterminante dans l'endurcissement des semis contre certains stress du milieu (VAN DEN DRIESSCHE, 1970; WEISER, 1970; HUBAC et CORNIC, 1978). Dans le cas particulier du gel, les jours courts ajouteraient 25 p. 100 de tolérance additionnelle aux semis en essai et dans le cas de la survivance sur le terrain. Cette valeur pourrait même être encore plus élevée par rapport aux témoins; le traitement en ombrière donc, avec des températures plus fraîches, ajouterait 16 p. 100 de tolérance au gel en milieu artificiel. De plus, il y aurait une influence autre que celle des traitements photo-thermopériodiques, c'est-à-dire les conditions des semis, sur la survivance au stress du milieu.

L'influence du quotient d'accumulation de matière sèche sur la tolérance au gel (figure 3) ne se retrouve pas exactement dans le cas de la survivance sur le terrain. De plus, contrairement à ce qu'on supposait, aucune relation précise n'a été déterminée entre la tolérance au gel et la survivance sur le terrain. Il est à noter que ces deux types d'observations sont fonction d'un certain degré de mortalité, lequel ne se retrouve pas nécessairement sur le terrain; ainsi, les semis plantés au printemps semblent rencontrer peu de contraintes dans ces travaux (tableau 2).

Enfin, dans ce travail, aucun paramètre morphologique (masse, coefficient de robustesse, indice de qualité) semble montrer une relation avec la survivance des semis plantés sur le

terrain. Par conséquent, la définition de la qualité des semis utilisés ne semble pas être une simple relation de croissance avant la plantation mais bien plus une qualité propre (ou physiologique) des semis à réagir au stress du milieu.

Laurentides, Ste-Foy, Québec. Rapport inf. LAU-X-48. 21 p.

HUBAC, C.; CORNIC, G., 1978. Influence de la photopériode sur la résistance à la sécheresse du cotonnier (*Gossypium hirsutum* L. var.) B.J.A.; Bull. Serv. Ecophysical. 3(1): 51-53.

HUBAC, C.; DA SILVA, J.V., 1980. Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques. *Physiol. Vég.* 18(1): 45-53.

## REFERENCES

- ARNOTT, J.F., 1974. Performance in British Columbia Pages. 283-290 in R.W. Tinus *et al.* Eds. Proc. North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 21-29, 1974. Great Plains Agricultural Council Publication no. 68.
- BARBULESCU, A., 1982. An integrated industrial system for the production of tree seedling container. Pages 225-229 in J.B. Scarrat *et al.* Eds. Canadian Containerized Tree Seedling Symposium. Toronto, Ont. 14-16 Sept. 1981 COJFRC Symp. O-P-10 460 p. 1982.
- CARLSON, L.W., 1983. Guidelines for rearing containerized conifer seedlings in the Prairies Provinces. North. For. Res. Centr., Edmonton, Alberta, Inf.Rep. NOR-X-214E 64 p. (revised 1983).
- D'AOUST, A.L., 1981. Dormance induite par le traitement jours courts chez des semis d'épinette noire en conteneurs. Can.Centr. Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Québec. Rapport inf. LAU-X-47. 15 p.
- D'AOUST, A.L.; CAMERON, S.J., 1982. The effect of dormancy induction, low temperature and moisture stress on cold hardening of containerized black spruce seedlings. Pages 153-161 in J.B. Scarrat *et al.* Eds. Canadian Containerized Tree Seedling Symposium. Toronto, Ont. 14-16 Sept. 1981. COJFRC Symp. O-P-10. 460 p.
- GAGNON, J.D.; POPOVICH, S.; DEMERS, A., 1971. Effet de la date de plantation sur la survie et la croissance de l'épinette de Norvège sur sols sablonneux. Can.Min. Pêches For., Serv. Can. For., Lab. Rech. For. Ste-Foy, Rapport inf. Q-F-X-12. 24 p.
- GAGNON, J.D. 1972. Les plantations de Grand-Mère modèle de reboisement pour l'avenir. Can. Minist. Environ. Serv. Can. For. Centr. Rech. For. Laurentides, Ste-Foy, Québec, Rapport inf. Q-X-30F. 32 p.
- GONZALEZ, A., 1981. Bref aperçu des propriétés physico-chimiques de la tourbe utilisée dans les conteneurs du Québec (CRIQ). Can. Minst. Environ., Serv. Can. For., Centr. Rech. For.
- LAMARRE, R.; PAQUET, G., 1978. Analyse des résultats obtenus dans les plantations réalisées sur les forêts publiques de 1969 à 1976. MTF, Serv. Restauration, Québec. Rapport interne (3 mars 1978).
- MEXAL, J.G.; TIMMIS, R.; MORRIS, W.A., 1979. Cold hardiness of containerized Loblolly pine seedlings. *Southern J. Appl. For.* 3:15-19.
- POLLARD, D.F.W.; LOGAN, K.T., 1975. Prescription of the aerial environment for a plastic greenhouse nursery. U.S.D.A. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC-26. 181-191.
- REED, F.L.C., 1982. You can choose your future in forestry. *Pulp Pap. Can.* 83(8): 33-36.
- ROSVALL-AHNEBRINK, G., 1977. Artificial hardening of spruce and pine seedlings in plastic greenhouse. Library Environment Canada, translation QOENVTR-1874: 10p.
- ROSVALL-AHNEBRINK, G., 1981. Practical application of dormancy induction techniques to greenhouse-grown conifers in Sweden. Pages 163-170 in J.B. Scarrat *et al.* Eds. Canadian Containerized Tree Seedling Symposium, Toronto, Ont. 14-16 Sept. 1981. COJFRC Symp. O-P-10: 460 p.
- STIELL, W.M., 1980. L'épinette blanche: régénération artificielle au Canada. Institut forestier national de Petawawa, Chalk River, Ont. Rapport inf. FMR-X-85F: 322 p.
- SUTTON, R.F., 1982. Plantation establishment in the boreal forest: planting season extension. Canada, Great Lakes For. Res. Centre, Sault Ste.Marie, Ont. Rep. O-X-344. 129 p.
- TINUS, R.W.; McDONALD, S.E., 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. U.S.D.A. For. Serv. Rocky Mountain For. Range Exp. Stn. Gen. Tech. Rep. RM-60. 256 p.
- VAN DEN DRIESSCHE. 1970. Influence of light intensity and photoperiod on frost hardiness development in Douglas fir seedlings. *Can.J. Bot.* 48: 2129-2134.

VEILLEUX, J.M., 1979. Taux de survie et accroissement en hauteur obtenus après cinq ans à la suite d'essais de reboisement continu. Gouv. Québec, MER, Serv. Rech. Mémoire no 58: 59p.

WALKER, N.R.; JOHNSON, H.Y., 1980. Containerized conifer seedling field performance in Alberta and the Northwest territories. Can. Min. Environ. Can. For. Serv. Northern For. Centr. Edmonton, Alberta. NOR-X-218. 34 p.

WEISER, C.J., 1970. Cold resistance and injury in woody plants. Science 169: 1269-1278.