

Note de recherche forestière n° 89

Plants de fortes dimensions à racines nues : performance après huit ans en plantation

JEAN-MARC VEILLEUX * ET YVON LÉVESQUE **

.F.D.C. 232.4(047.3)(714)
L.C. SD 405

Résumé

Les premières productions de plants de fortes dimensions (PFD) à racines nues ont été mises à l'essai en 1988 et 1989. L'utilisation de PFD vise d'abord à contrer la végétation de compétition. Dans le cadre de plantations comparatives, leurs performances ont été évaluées au plan de la survie et de leurs croissances en hauteur et en diamètre. Les PFD (51 cm et +) qui possèdent les plus fortes caractéristiques (hauteur et diamètre) au moment de leur mise en terre démontrent les meilleurs accroissements après huit ans et ces différences s'accroissent avec le temps, ce qui laisse présager des rendements supérieurs en fin de rotation. Ces croissances supérieures démontrent que les PFD ont un avantage compétitif sur la végétation de framboisier qu'ils dominent après trois ans de plantation, sans aucun dégagement chimique ou mécanique.

Mots-clés : plant de fortes dimensions (PFD), végétation de compétition, plantation comparative, survie, croissance en hauteur, croissance en diamètre, fertilisation, pincement des bourgeons terminaux.

Abstract

Large stock bare root seedlings : performance eight years after planting. The first large stock bare root seedling productions were put under trial in 1988 and 1989. The use of large stock seedlings (LSS) is aimed at defeating competing vegetation. In comparative plantations, their performances were evaluated for survival, height growth and diameter increment. LSS (51 cm and +) that show the best characters (height and diameter) at the time of planting also show the best increments after eight years and these differences increase with time, which leads to anticipating superior yields at the end of the rotation. These superior growths show that LSS have a competitive advantage over the raspberry vegetation that they overcome three years after planting, without any chemical or mechanical clearing.

Key words : large stock seedling (LSS), competing vegetation, comparative plantation, survival, height growth, diameter increment, fertilization, terminal bud pinching.

*

*

* Ing.f., M.Sc., ancien chef de Division, ancien chargé de recherches sur l'amélioration des sols et l'établissement des plantations de plants de fortes dimensions à racines nues, Service de l'amélioration des arbres.

** Techn.f., Service de l'amélioration des arbres.

Tableau 1. Plantations expérimentales comparatives réalisées avec des plants conventionnels et des PFD

Années d'essais	Essences utilisées	Types de plants – Classe de hauteur ¹
1988	EPB	Récipients, 15-35 cm (RE) Racines nues, 15-35 cm (RN) Racines nues, 36-50 cm (RN) - PFD
	EPN	Récipients, 15-35 cm (RE) Racines nues, 15-35 cm (RN) Racines nues, 36-50 cm (RN) - PFD Racines nues \geq 51 cm (RN) - PFD
1989	EPB, EPN, EPØ	Récipients, 15-35 cm (RE) Racines nues, 15-35 cm (RN) Racines nues, 36-50 cm (RN) - PFD Racines nues, \geq 51 cm (RN) - PFD

¹ Classe de hauteur : plants en récipient ou à racines nues classés selon leur hauteur initiale au moment de la plantation.
Les différentes catégories de plants ont été produites en faisant varier la densité de repiquage et la durée de culture (4 ou 5 ans).

Tableau 2. Caractéristiques des plants au moment de la plantation

Essence	Année d'essais	Type de plants/Âge ¹	Hauteur (H ₀) moyenne cm	Diamètre (D ₀) moyen mm	Rapport H/D
EPN	1988	RE 2-0	25,7	2,6	9,9
		RN 2-2	29,8	4,0	7,3
		RN 2-2	42,8	6,1	7,0
		RN 2-3	62,1	10,5	5,9
	1989	RE 2-0	22,9	2,7	8,5
		RN 2-2	28,7	3,5	8,2
		RN 2-3	39,4	5,5	7,2
		RN 2-3	46,4	7,1	6,5
EPB	1988	RE 2-0	26,1	3,5	7,5
		RN 2-2	26,5	4,2	6,3
		RN 2-3	42,9	8,6	5,0
	1989	RE 2-0	17,5	2,3	7,6
		RN 2-2	24,0	3,7	6,5
		RN 2-3	35,9	6,6	5,4
		RN 2-3	50,5	9,2	5,5
	EPØ	1989	RE 2-0	19,2	2,4
RN 1-2			26,4	4,0	6,6
RN 2-3			38,1	5,7	6,7
RN 2-3			52,3	9,3	5,6

¹ Type de plants/Âge : RE 2-0 = Semis produits en récipient (45-110)
RN 2-2 = Plants repiqués à racines nues.

Introduction

Au printemps 1988, la pépinière forestière de Saint-Modeste (MRN) produisait sur une base expérimentale les premiers plants à racines nues de fortes dimensions d'épinette noire et d'épinette blanche.

C'est à la suite d'une demande du Service de la régénération forestière que des dispositifs expérimentaux ont été établis afin de suivre l'évolution en plantation de ces premiers PFD et de comparer leur performance avec celle de plants conventionnels sur des stations à forte compétition par le framboisier.

Aucun dégagement des plantations n'a été prévu pour toute la durée des essais, c'est-à-dire pour les dix premières années des plantations. Cependant, afin de favoriser l'établissement des plants et leur croissance en hauteur, des traitements de fertilisation et de pincement des bourgeons terminaux ont été appliqués en début de plantation. Ces derniers visaient à assurer un développement initial rapide des plants afin de contrer l'effet de la compétition par la végétation indésirable et de réduire ainsi les interventions de dégagement nécessaires pour rendre les plants libres de croître.

Dans le contexte actuel d'une politique visant à éliminer l'utilisation des phytocides chimiques en milieu forestier, la plantation de plants de fortes dimensions (PFD) cadre très bien avec le volet de recherche sur les moyens alternatifs de lutte contre la végétation concurrente.

Les résultats obtenus après cinq et huit ans de plantation, aux points de vue des taux de survie et des croissances en hauteur et en diamètre, sont présentés ci-après, à la suite d'essais réalisés en 1988 et 1989.

Matériel et méthodes expérimentales

Essences et types de plants utilisés

Pour les deux années d'essais, la pépinière de Saint-Modeste a produit toutes les catégories de plants d'épinette noire et d'épinette blanche nécessaires tandis que ceux d'épinette de Norvège, utilisés en 1989 seulement, ont été fournis par la pépinière de Berthierville. Le tableau 1 résume la situation des plantations comparatives réalisées en 1988 et 1989. La même provenance sert à produire les types de plants d'une même essence.

Caractéristiques morphologiques des plants

Les caractéristiques des plants au moment de la plantation sont consignées dans le tableau 2. Bien que les techniques de production alors utilisées diffèrent de celles qui sont d'usage courant aujourd'hui pour produire des PFD, ceux produits en 1988 et 1989 présentaient des caractéristiques morphologiques intéressantes au point de vue de la hauteur (> 36 cm) et un fort diamètre (> 6 mm). Par contre, les caractéristiques des plants produits en 1988 étaient supérieures à celles des plants de 1989, surtout au point de vue du système racinaire et de l'équilibre cime/racine.

Caractéristiques physiologiques des plants

Au printemps 1988 et 1989, les aiguilles des pousses de la dernière année ont été prélevées sur un certain nombre de semis et de plants afin de former un échantillon composite pour chaque type de chacune des essences. L'analyse chimique des feuilles visait à déterminer les concentrations des principaux éléments nutritifs (N, P, K, Ca et Mg) au moment de la plantation.

Les concentrations foliaires sont exprimées au tableau 3. Leur comparaison avec les standards produits par Swan (1969, 1971 et 1972) permet de faire ressortir certaines déficiences foliaires observées pour trois éléments en particulier (N, P et Mg).

Traitements physiologiques et morphologiques

Au moment de la plantation, certains traitements physiologiques et morphologiques ont été appliqués afin de favoriser l'établissement des plants et leur croissance en hauteur au cours des premières années de la plantation. Les différents traitements appliqués sont :

1. P_0F_0 : témoin, aucun traitement.
2. P_0F_1 : fertilisation avec l'engrais à dissolution lente *Agriform* - 20-10-5 appliqué sous forme de pastilles à raison de 20 g/plant pour les plants 15-35 cm et de 40 g/plant pour les PFD 36-50 cm et > 51 cm.
3. P_0F_2 : fertilisation avec l'engrais granulaire 8-24-12 appliqué au taux de 50 g/plant sur les plants 15-35 cm et de 100 g/plant sur les PFD 36-50 cm et > 51 cm.
4. P_0F_3 : fertilisation avec l'engrais granulaire 0-25-10 au taux de 50 g/plant sur les plants 15-35 cm et de 100 g/plant pour les PFD 36-50 cm et > 51 cm ; au printemps de la 2^e saison de croissance, application de 5 ou 10 g/plant d'azote sous forme de nitrate d'ammonium (NH_4NO_3 - 34-0-0).
5. P_1*F_0 : pincement des bourgeons terminaux localisés sur les rameaux, en excluant la flèche terminale.
6. P_1*F_1 : traitements combinés.
7. P_1*F_2 : traitements combinés.

* Le traitement P_1 n'a pu être appliqué aux plants produits en récipient.

Caractéristiques des stations

Les deux dispositifs de recherche se trouvent sur des superficies soumises à une coupe totale en 1985-86. Ces stations sont envahies, ou susceptibles de l'être, par une végétation concurrente aux plants forestiers mis en terre.

Plus précisément, les sites d'expérimentation sont situés de part et d'autre du ruisseau Richard, dans le canton de Rouillard, dans la Forêt domaniale du Grand Portage, à une vingtaine de kilomètres à l'est de la ville de Dégelis, comté de Témiscouata. Le dispositif de 1988 occupe la pente nord-ouest tandis que celui de 1989 occupe le versant sud-est du bassin du ruisseau Richard.

Tableau 3. Concentration totale (%) en éléments nutritifs dans les tissus foliaires¹, au moment de la plantation

Essence	Année de plantation	Type de plants	Concentration (% de la matière sèche)				
			N	P	K	Ca	Mg
EPN	1988	RE 15-35	1,11*	0,17*	0,73	0,38	0,14
		RN 15-35	1,31*	0,10*	0,66	0,85	0,23
		RN 36-50	1,41*	0,10*	0,53	0,73	0,15
		RN ≥ 51 cm	1,73	0,12*	0,62	0,46	0,07*
	1989	RE 15-35	1,44*	0,23	0,64	0,42	0,09*
		RN 15-35	1,69	0,15*	0,42	0,36	0,09*
		RN 36-50	1,56	0,14*	0,37*	0,53	0,07*
		RN ≥ 51 cm	1,65	0,15*	0,36*	0,61	0,08*
EPB	1988	RE 15-35	1,25*	0,19	0,61	0,61	0,25
		RN 15-35	1,45*	0,12*	0,42	0,85	0,16
		RN 36-50	1,56	0,11*	0,53	0,81	0,18
	1989	RE 15-35	1,02*	0,22	0,62	0,53	0,12
		RN 15-35	1,14*	0,14*	0,40	0,47	0,09*
		RN 36-50	1,98	0,21	0,59	0,52	0,07*
		RN ≥ 51 cm	1,86	0,21	0,55	0,30	0,07*
EPØ	1989	RE 15-35	0,95*	0,21	0,66	0,36	0,08*
		RN 15-35	1,51*	0,18*	0,39*	0,63	0,10*
		RN 36-50	1,19*	0,15*	0,44*	0,62	0,10*
		RN ≥ 51 cm	1,29*	0,14*	0,38*	0,55	0,08*

¹ Aiguilles prélevées sur les pousses de la dernière année.

* Élément présentant une déficience selon les standards de SWAN (1969, 1971 et 1972).

Tableau 4. Résultats des analyses physico-chimiques des sols pour les essais de reboisement de Dégelis, 1988 et 1989

Éléments	1988	1989
1. Analyse chimique		
Azote total (%)	0,25	0,23
Matière organique (%)	10,60	7,42
pH (CaCl ₂)	3,90	4,16
Phosphore disp. (P ₂ O ₅ - kg/ha)	892	638
Potassium éch. (K ₂ O - kg/ha)	96	112
Calcium éch. (CaO - kg/ha)	513	681
Magnésium éch. (MgO - kg/ha)	67	94
Capacité d'échange cationique (m.é./100 g)	34,58	29,83
2. Analyse granulométrique		
Sable (%)	39,0	36,0
Limon (%)	37,0	37,0
Argile (%)	24,0	27,0
Classe texturale	Loam	Loam

Tableau 5. Taux de survie obtenus après cinq et huit ans dans les plantations de Dégelis, 1988 et 1989

Année	Traitements ¹	Types de plants							
		RE 15-35 cm		RN 15-35 cm		RN 36-50 cm		RN > 51 cm	
		TS ₅ ²	TS ₈ ³	TS ₅	TS ₈	TS ₅	TS ₈	TS ₅	TS ₈
Épinette noire									
1988	P ₀ F ₀	80,0	71,7	91,7	86,7	83,3	80,0	76,7	76,7
	P ₀ F ₁	76,7	68,3	86,7	81,7	85,0	81,7	83,3	83,3
	P ₀ F ₂	85,0	80,0	88,3	83,3	66,7	60,0	95,0	90,0
	P ₀ F ₃	66,7	61,7	87,7	82,5	66,7	53,3	85,0	78,3
	P ₁ F ₀	83,3	76,7	84,7	72,9	85,0	85,0	90,0	88,3
	P ₁ F ₁	90,0	85,0	86,7	75,0	88,3	85,0	80,0	76,7
	P ₁ F ₂	85,0	71,7	90,0	76,7	78,3	66,7	85,0	80,0
	Moyenne	81,0	73,6	88,0	79,8	79,0	73,1	85,0	81,9
1989	P ₀ F ₀	83,3	68,3	73,3	66,7	36,7	31,7	51,7	46,7
	P ₀ F ₁	90,0	78,3	70,0	58,3	45,0	45,0	65,0	60,0
	P ₀ F ₂	96,7	83,3	58,3	43,3	40,0	33,3	50,0	45,0
	P ₀ F ₃	61,7	53,3	55,0	45,0	45,0	38,3	45,0	43,3
	P ₁ F ₀	n.d.	n.d.	71,7	56,7	46,7	38,3	63,3	56,7
	P ₁ F ₁	n.d.	n.d.	71,7	60,0	51,7	46,7	70,0	66,7
	P ₁ F ₂	n.d.	n.d.	61,7	40,0	60,0	51,7	58,3	50,0
	Moyenne	81,7	70,8	66,0	52,9	46,4	40,7	57,6	52,6
Épinette blanche									
1988	P ₀ F ₀	91,7	85,0	81,7	73,3	96,7	93,3	n.d.	n.d.
	P ₀ F ₁	90,0	86,7	85,0	76,7	86,7	85,0	n.d.	n.d.
	P ₀ F ₂	90,0	83,3	90,0	85,0	90,0	83,3	n.d.	n.d.
	P ₀ F ₃	95,0	91,7	75,0	68,3	85,0	80,0	n.d.	n.d.
	P ₁ F ₀	88,3	85,0	85,0	83,3	85,0	78,3	n.d.	n.d.
	P ₁ F ₁	93,3	90,0	85,0	70,0	81,7	75,0	n.d.	n.d.
	P ₁ F ₂	81,7	78,3	81,7	75,0	91,7	86,7	n.d.	n.d.
	Moyenne	90,0	85,7	83,3	75,9	88,1	83,1	n.d.	n.d.
1989	P ₀ F ₀	91,7	90,0	55,0	50,0	71,7	68,6	83,3	80,0
	P ₀ F ₁	91,7	86,7	40,0	35,0	63,3	51,7	63,3	55,0
	P ₀ F ₂	93,3	91,7	30,0	26,7	71,7	65,0	71,7	70,0
	P ₀ F ₃	81,7	80,0	45,0	40,0	76,7	73,3	70,0	61,7
	P ₁ F ₀	n.d.	n.d.	50,0	50,0	80,0	66,7	73,3	70,0
	P ₁ F ₁	n.d.	n.d.	40,0	35,0	81,7	76,7	85,0	80,0
	P ₁ F ₂	n.d.	n.d.	40,0	35,0	78,3	73,3	65,0	61,7
	Moyenne	89,6	87,1	42,9	38,8	74,8	67,9	73,1	68,3
Épinette de Norvège									
1989	P ₀ F ₀	95,0	90,0	71,7	70,0	65,0	56,7	75,0	60,0
	P ₀ F ₁	86,7	76,7	66,7	60,0	70,0	63,3	75,0	68,3
	P ₀ F ₂	88,3	78,3	48,3	46,7	58,3	48,3	76,7	70,0
	P ₀ F ₃	75,0	68,3	55,0	50,0	66,7	61,7	60,0	51,7
	P ₁ F ₀	n.d.	n.d.	51,7	48,3	70,0	55,0	75,0	71,7
	P ₁ F ₁	n.d.	n.d.	65,0	58,3	71,7	63,3	80,0	80,0
	P ₁ F ₂	n.d.	n.d.	71,7	65,0	63,3	61,7	66,7	60,0
	Moyenne	86,2	78,3	61,4	56,9	66,4	58,6	72,6	66,0

¹ Traitements : P₀ : non pincé ; P₁ : pincé ; F₀ : non fertilisé ; F₁ : Agriform 20-10-5 ; F₂ : démarreur (8-24-12 F₃ : (0-25-10) + (34-0-0).

² TS₅ = Taux de survie obtenu après cinq ans en plantation.

³ TS₈ = Taux de survie obtenu après huit ans en plantation.

Au point de vue écologique, les sites expérimentaux se retrouvent dans la région écologique 4a, Collines de Mégantic, lacs Etchemin et Squatec, du domaine de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune (THIBAUT 1985). Sur ces stations, on retrouve principalement l'érablière à bouleau jaune où le sapin abonde. La température annuelle moyenne varie de 2,5 à 3,0 °C ; le nombre de jours sans gel se situe autour de 90 tandis que la longueur moyenne de la période de végétation se maintient entre 165 et 170 jours.

Les sols riches dominés par des tills glaciaires sont bien drainés et caractérisés par des loams. Le tableau 4 fait ressortir les résultats moyens des analyses physico-chimiques des sols prélevés dans les vingt premiers centimètres, pour les deux années d'essais. Bien que ces sols soient très acides (pH 3,9 à 4,16), les teneurs en azote total, matière organique et phosphore disponible et la capacité d'échange cationique caractérisent des sols de fertilité élevée. Seules les teneurs en magnésium échangeable semblent faibles pour supporter les plantations d'épinette mises à l'essai.

Préparation de terrain

Les sites de plantation ont tous été préparés à l'automne de 1987, à l'aide d'un buteur muni d'un râteau pour mettre en andains les déchets de coupe tout en évitant de scalper les sols.

Plantation

La mise en terre des plants a été faite manuellement avec une pelle selon un espacement de deux mètres.

Dispositif expérimental et analyse

Pour chaque essence et pour chaque type de plants, un bloc expérimental a été établi selon un dispositif factoriel à sept niveaux avec six sous-blocs complets aléatoires. Chaque sous-bloc contient 70 plants répartis en sept parcelles (traitements) de 10 plants chacune. Le plan d'expérience est désigné comme un plan à randomisation restreinte et comme certaines combinaisons des facteurs (essence, types de plants, traitements) ne sont pas toujours présentes, il est dit incomplet puisqu'il comporte des cellules vides.

Le modèle d'analyse de variance (ANOVA) qui a été considéré est un modèle mixte, c'est-à-dire qu'il comporte des facteurs à effets fixes (T = type de plants, P = pincement, F = fertilisation) et à effets aléatoires (an, répétition). En fait, les ANOVAs sont effectuées simultanément sur les deux dispositifs regroupés (années 88 et 89), ce qui est nécessaire afin de créer des répétitions des unités expérimentales auxquelles on a attribué le facteur type de plants (T).

Un test de comparaisons multiples (LSD de Fisher) a été utilisé lorsqu'un effet est significatif ($p < 0,05$) et qu'il y a plus de deux niveaux à comparer.

Résultats

1. Taux de survie

Les taux de survie après cinq et huit ans en plantation sont consignés au tableau 5, pour chaque essence, selon l'année d'établissement, le traitement et le type de plants utilisés. Il ressort que les différences entre les taux de survie pour chaque type de plants varient selon le dispositif et qu'il est impossible de généraliser.

Dans les plantations de 1988, les taux de survie sont supérieurs à 80 % pour la plupart des types de plants des deux essences en cause (EPN et EPB). D'ailleurs, l'analyse de variance ne fait ressortir aucune différence significative entre les taux de survie, peu importe le traitement.

Dans les dispositifs de 1989 par contre, ce sont les plants en récipient qui ont donné les meilleurs taux de survie (TS_5 et TS_8) pour les trois essences plantées (EPN, EPB et EPØ) et qui diffèrent de façon significative de ceux des trois catégories de plants à racines nues ($p < 0,01$). Pour l'épinette noire, les PFD à RN 36-50 cm de $TS_5 = 46,4$ % et $TS_8 = 40,7$ % donnent les moins bons résultats ($p = 0,05$) tandis que pour l'épinette blanche, ce sont les plants conventionnels qui montrent la plus faible survie ($p = 0,05$) avec $TS_5 = 42,9$ % et $TS_8 = 38,8$ %. De plus, pour l'EPN, il y a une tendance à une interaction Type de plants (T) x Pincement (P) ($p < 0,10$), qui se traduit par un gain différent en terme de survie, selon le type de plants et le fait que les bourgeons aient été pincés ou non. Plus spécifiquement, parmi les plants non pincés, ceux de la classe 15-35 cm (RÉ et RN) présentent un taux de survie supérieur (80 % à 77 %) à celui des PFD (62 % et 73 %) et il y aurait un gain à avoir pincé les bourgeons pour la classe RN 36-50 cm (77 % contre 62 % pour les non pincés). Pour l'épinette de Norvège (EPØ) plantée seulement en 1989, les types de plants présentent une survie moyenne différente selon qu'ils ont été pincés ou non et fertilisés ou non (Interaction T x P x F, $p = 0,03$). Il ressort surtout que les plants RÉ 15-35 cm présentent un taux de survie plus élevé que les trois types de plants à racines nues et que ce sont les plants non fertilisés qui ont les meilleurs taux de survie ($TS_5 = 95$ % et $TS_8 = 90,0$ %).

Par ailleurs, pour les deux essences EPN et EPB, l'interaction significative Années (An) x Types de plants (T) : $p < 0,01$ indique des différences entre les taux de survie de 1988 et ceux de 1989 pour les types de plants comparés. Ainsi, les taux de survie sont nettement plus élevés dans les plantations de 1988, pour les trois catégories de plants à racines nues, comme le démontrent les résultats des tests de comparaisons multiples (LSD de Fisher) effectués avec les taux de survie après cinq ans :

Variable	Essence	Effet (α) ¹	Niveaux comparés ²				
			T :	12	11	21	31
TS.5	EPN	An x T (0,05)	An : 88	0,81	0,85	0,85	0,79
			89	0,82	0,69	0,68	0,56
			T :	12	11	21	31
TS.5	EPB	An x T (0,05)	An : 88	0,90	0,83	0,88	n.d.
			89	0,90	0,52	0,77	0,76
			T :	12	11	21	31
TS.5	EPØ	T (< 0,01)	An : 89	0,86	0,66	0,73	0,73
			T :	12	11	21	31

¹ Seuil théorique des tests de comparaisons multiples.

² Niveaux comparés : An = années de plantation, 1988 et 1989. T = Types de plants : 12 = RE 15-35 cm ; 11 = RN 15-35 cm ; 21 = RN 36-50 cm ; 31 = RN > 51 cm. Les données reliées par une ligne horizontale ou verticale ne diffèrent pas entre elles de façon significative.

Hauteurs (H_5 et H_8)

Les données sur les hauteurs moyennes initiales et après cinq et huit ans en plantation ainsi que les accroissements en hauteur correspondants sont présentés aux figures 1, 2 et 3 pour les deux années d'essais, 1988 et 1989, respectivement pour l'épinette noire, l'épinette blanche et l'épinette de Norvège.

Selon l'analyse de variance, les différences entre les hauteurs moyennes après cinq ans (H_5) pour chaque type de plants varient selon le dispositif ; on ne peut donc généraliser. Pour l'épinette noire, dans le dispositif 88, les hauteurs moyennes (H_5 et H_8) sont toutes différentes et l'ordre décroissant est le suivant : RN > 51 cm, RN 36-50 cm, RN 15-35 cm et RÉ 15-35 cm. Dans les essais de 1989 par contre, les PFD de la classe RN > 51 cm sont plus hauts que tous les autres types de plants qui, eux, ne

diffèrent pas significativement entre eux. Pour l'épinette blanche dans le dispositif de 1988, les PFD de la classe RN 36-50 cm sont, en moyenne, plus hauts (H_5 et H_8) que ceux de la classe 15-35 cm dans laquelle il n'y a pas de différence significative entre les modes de production RN et RÉ. Pour les plantations d'EPB et d'EPØ de 1989, les hauteurs moyennes (H_5 et H_8) des types de plants sont toutes différentes et l'ordre décroissant est le suivant : RN > 51 cm, RN 36-50 cm, RN 15-35 cm et RÉ 15-35 cm.

Pour l'EPN et l'EPB par ailleurs, l'analyse de variance (An x T : $p < 0,01$) et les tests de comparaisons multiples font ressortir que les hauteurs après cinq ans (H_5) sont nettement différentes entre les deux années d'essais. Il ressort que les plants sont plus hauts dans les dispositifs de 1988 par rapport à ceux des dispositifs de 1989, sauf pour les plants d'EPN en récipient :

Variable	Essence	Effet (α) ¹	Niveaux comparés ²				
			T :	12	11	21	31
H_5	EPN	An x T (0,05)	An : 88	85,5	107,5	137,5	190,5
			89	86,8	82,7	91,8	117,0
			T :	12	11	21	31
H_5	EPB	An x T (0,05)	An : 88	81,5	72,5	139,5	n.d.
			89	50,3	59,0	91,6	113,7
			T :	12	11	21	31
H_5	EPØ	T (0,05)	An : 89	49,0	69,7	87,8	122,3
			T :	12	11	21	31

À noter que les analyses ne font ressortir aucun effet significatif sur la hauteur (H_5) à la suite des traitements de fertilisation ($F_1 \Rightarrow F_3$) et de pincement des bourgeons terminaux (P), appliqués seuls ou combinés.

Accroissements en hauteur (AH₅ et AH₈)

Pour les accroissements moyens en hauteur (AH₅ et AH₈), les modèles sont identiques à peu de chose près à ceux des hauteurs moyennes totales. Ainsi, les différences d'accroissement moyen en hauteur pour chaque type de plants varient selon le dispositif et il est impossible de généraliser. Cependant, pour toutes les essences, les PFD ont une croissance moyenne en hauteur plus importante que celle des plants standards (RÉ et RN 15-35 cm) et ce sont les PFD à RN > 51 cm qui ont les meilleurs accroissements dans tous les cas. De même, pour l'EPN et l'EPB, l'analyse de variance (An x T : $p < 0,001$) et les tests de comparaisons multiples (An x T : 0,05) font ressortir que les accroissements en hauteur (AH₅) obtenus après cinq ans diffèrent entre les deux années d'essais et qu'ils sont nettement plus faibles à la suite des plantations de 1989 :

Après huit saisons de croissance, ce sont les diamètres à hauteur de poitrine (DHP) qui ont été mesurés et qui le seront lors des remesurages ultérieurs si nécessaire ; aucune analyse n'a été effectuée à partir de ces données.

Pour l'EPB et l'EPN, l'analyse des données des diamètres moyens après cinq ans fait ressortir des différences qui varient en fonction des dispositifs ; encore ici, on ne peut généraliser (An x T : $p < 0,001$). Toutefois, aucune différence significative due aux traitements appliqués (fertilisation et pincement des bourgeons) n'a été démontrée. Pour l'épinette noire plantée en 1988, les diamètres moyens des types de plants sont tous différents de façon significative après cinq ans selon l'ordre décroissant suivant : RN > 51 cm, RN 36-50 cm, RN15-35 cm et RÉ 15-35 cm. Dans les dispositifs plantés en 1989, l'ordre est sensible-

Variable	Essence	Effet (α)	Niveaux comparés				
AH ₅	EPN	A x T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 88	59,6	77,8	94,9	128,2
			89	63,9	53,6	52,0	68,8
AH ₅	EPB	A x T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 88	55,4	46,1	96,4	n.d.
			89	32,7	34,9	56,2	63,3
AH ₅	EPØ	T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 89	29,8	43,4	50,1	69,2

À l'instar de la hauteur, aucun effet significatif des traitements de fertilisation (F₁ à F₃) et du pincement des bourgeons terminaux (P₁), appliqués seuls ou combinés, n'a été décelé par les analyses de variance sur les accroissements en hauteur (AH₅).

Diamètre (D₅)

Les diamètres mesurés à la hauteur du collet (DHC) au moment de la plantation et après cinq ans en plantation pour les deux années d'essais, ainsi que les accroissements en diamètre correspondants sont présentés dans les figures 4, 5 et 6 respectivement pour l'EPN, l'EPB et l'EPØ. Noter qu'en 1989, les données sur les diamètres au moment de la plantation (D₀) n'étant pas disponibles, c'est le diamètre mesuré à la fin de la première saison de croissance qui a été utilisé dans les figures ; ainsi, l'accroissement ne reflète que quatre années de croissance. C'est pourquoi les analyses de variance n'ont pu être réalisées pour les variables D₀ et AD₅ dans les dispositifs de 1989.

ment le même, sauf que les plants conventionnels RN 15-35 cm et RÉ 15-35 cm ne diffèrent pas entre eux. Pour l'épinette blanche plantée en 1988, ce sont les PFD à RN 36-50 cm qui ont, en moyenne, un diamètre plus élevé que les plants 15-35 cm. Pour ces derniers, le mode de production RÉC présente un diamètre moyen plus élevé que le mode RN après cinq ans. Quant à l'épinette de Norvège (EPØ) plantée en 1989 seulement, tous les types de plants montrent un diamètre moyen différent après cinq ans, D₅ = ($p < 0,01$) et l'ordre décroissant est le suivant : RN > 51 cm, RN 36-50 cm, RN 15-35 cm et RÉ 15-35 cm.

Toutefois, les performances ont été inférieures dans les plantations de 1989 qui ont des diamètres (D₅) beaucoup plus petits après cinq ans, particulièrement les plants à racines nues, PFD et conventionnels. Ces différences significatives sont confirmées par l'analyse de variance (interaction An x T : $p < 0,01$) ainsi que par les résultats des tests de comparaisons multiples qui suivent :

Variable	Essence	Effet (α)	Niveaux comparés				
D ₅	EPN	A x T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 88	13,4	18,1	22,4	34,7
			89	11,5	11,5	13,4	18,4
D ₅	EPB	A x T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 88	13,7	11,8	25,3	n.d.
			89	10,9	10,9	15,6	21,0
D ₅	EPØ	T (0,05)	T :	12	11	21	31
			An : 89	7,1	10,7	13,4	20,6
D ₅	EPØ	T x P (0,05)	T :	12	11	21	31
			P : 0	7,1	10,6	13,5	19,4*
			1	n.d.	10,9	13,1	22,2*

* Différence significative qui démontre l'avantage d'avoir pincé les bourgeons des PFD à RN > 51 cm en regard du diamètre moyen après cinq ans (D₅).

Accroissements en diamètre (AD₅)

Seuls les accroissements en diamètre au niveau du collet pour les plantations de 1988 ont été considérés dans les analyses de variance, étant donné que pour les dispositifs de 1989, les mesures initiales des diamètres ne sont pas disponibles. Cependant, la comparaison de l'évolution de diamètres entre les dispositifs de 1988 et ceux de 1989, dans les figures 4, 5 et 6, démontre qu'ils sont comparables bien que les accroissements des dispositifs de 1989 soient plus faibles.

Il ressort que pour les épinettes (EPN et EPB) plantées en 1988, les accroissements de cinq ans en diamètre (AD₅) sont tous différents en regard de l'effet du type de plants ($p < 0,01$). Ainsi, pour l'épinette noire, en considérant l'ordre décroissant des moyennes, on retrouve les RN > 51 cm, RN 36-50 cm, RN 15-35 cm et RE 15-35 cm. Pour l'EPB, c'est le même ordre qui existe à l'exception d'une inversion pour les plants standards, RÉ 15-35 cm > RN 15-35 cm. Enfin, quelques tendances sont observées en regard d'effets significatifs de certains traitements. Ainsi, chez l'épinette noire et l'épinette blanche, le traitement F₃ aurait un effet négatif quant à l'accroissement en diamètre de même que le fait d'avoir pincé les bourgeons terminaux. Les résultats des tests de comparaisons multiples sont exprimés ci-après :

Variable	Essence	Effet (α)	Niveaux comparés				
AD ₅	EPN	T (0,05)	T :	12	11	21	31
			10,7	14,1	16,4	24,1	
		P (0,05)	P :	0	1		
			16,6	15,4			
		F (0,10)	F :	0	1	2	3
			16,4	16,8	16,4	14,4	
AD ₅	EPB	T (0,05)	T :	12	11	21	31
			10,7	14,1	16,4	24,1	
		P (0,05)	P :	0	1		
			11,9	10,7			
		T x F (0,10)	T :	11			
			F :	0	1	2	3
7,4	8,0	8,7	4,7				

Tableau 6. Taux de survie, hauteur moyenne et hauteur cumulative après huit ans de plantation pour les plants témoins

Essence	Dispositif	Types de plants	TS _s %	H ₀ cm	H ₈ cm	Hauteur cumulative	
						m/ha	Différence %
EPN	Dégelis 88	REC 15-35 cm	71,7	25,4	177,6	3 183	--
		RN 15-35 cm	86,7	29,5	211,2	4 578	+ 44
		RN 36-50 cm	80,0	42,8	270,8	5 416	+ 70
		RN > 51 cm	76,7	64,8	322,4	6 182	+ 94
	Dégelis 89	REC 15-35 cm	68,3	22,9	172,1	2 939	--
		RN 15-35 cm	66,7	27,0	126,3	2 106	- 28
		RN 36-50 cm	31,7	38,0	148,9	1 180	- 60
		RN > 51 cm	46,7	47,6	233,7	2 728	- 7
EPB	Dégelis 88	REC 15-35 cm	85,0	26,5	177,9	3 780	--
		RN 15-35 cm	73,3	26,6	131,9	2 417	- 36
		RN 36-50 cm	93,3	41,2	262,4	6 120	+ 62
	Dégelis 89	REC 15-35 cm	90,0	17,9	91,9	2 068	--
		RN 15-35 cm	50,0	23,1	116,4	1 455	- 30
		RN 36-50 cm	68,6	36,2	174,9	3 000	+ 45
		RN > 51 cm	80,0	50,2	216,7	4 334	+ 110
		EPØ	Dégelis 89	REC 15-35 cm	90,0	18,4	79,9
EPØ	Dégelis 89	RN 15-35 cm	70,0	25,7	148,9	2 606	+ 45
		RN 36-50 cm	56,7	42,0	178,8	2 534	+ 41
		RN > 51 cm	60,0	50,2	228,5	3 428	+ 91
		EPN ¹	Région 01	REC 15-35 cm	76,0	22,0	177,0
EPN ¹	Région 01	RN 15-35 cm	71,0	27,0	149,0	2 445	--
		EPB ¹	Région 01	REC 15-35 cm ²	90,0	17,0	65,0
EPB ¹	Région 01	RN 15-35 cm	69,0	24,0	102,0	1 804	--
		EPØ	Région 01	REC 15-35 cm ²	81,0	22,0	89,0
EPØ	Région 01	RN 15-35 cm	73,0	28,0	111,0	1 649	--

¹ Selon Dorais, 1991.

² Données de cinq ans disponibles seulement.

Hauteur cumulative

Le tableau 6 fait ressortir, pour les seuls plants témoins, les performances exprimées par la hauteur cumulative (m/ha). Cette dernière représente la somme de hauteurs de toutes les tiges mesurées, exprimée en fonction de la superficie d'un hectare ; ce paramètre intègre le taux de survie et la hauteur moyenne après huit ans. Le tableau permet aussi de comparer, en fin de la période retenue, les taux de survie ainsi que la hauteur moyenne totale.

À titre de référence et pour fins de comparaisons, les performances des plantations établies dans les forêts publiques de la région Bas-Saint-Laurent — Gaspésie, entre 1980 et 1989 (DORAIS 1991) sont indiquées au tableau 6.

Ainsi, la hauteur cumulative prouve que, sauf pour l'épinette noire plantée en 1989, les grands plants ont eu des performances supérieures de 41 à 110 % à celles des plants conventionnels (RE 15-35 cm), selon l'essence plantée. Dans l'ensemble, les performances des plantations de Dégelis 1988 et 1989 sont le plus souvent très supérieures pour les mêmes types de plants lorsqu'on les compare à celles que mentionne DORAIS (1991).

Discussion

Dans l'ensemble des différents dispositifs établis en 1988 et 1989, les analyses ne font ressortir, après cinq ans, aucun effet significatif des traitements de fertilisation et de pincement des bourgeons, tant sur les taux de survie, les hauteurs et les diamètres que sur les accroissements respectifs des deux dernières variables.

Bien que le tableau 5 sur les taux de survie et les figures 1 à 6 sur les hauteurs et les diamètres montrent parfois des différences entre les traitements selon les types de plants, ces différences ne sont pas significatives et, de plus, il est impossible de généraliser à cause des variations observées entre les dispositifs. Tout au plus, les quelques tendances constatées font ressortir un effet négatif des traitements de pincement des bourgeons et de fertilisation.

L'effet inconstant et parfois négatif de la fertilisation et des traitements d'élagage au moment de la plantation a déjà été rapporté dans d'autres essais (VEILLEUX et LÉVESQUE 1996) à la suite desquels ces traitements n'étaient pas recommandés. De plus, BROCKLEY (1988) a démontré que l'application d'engrais solubles au moment de la plantation réduit les taux de survie et n'améliore pas la croissance initiale des semis d'épinette blanche en plantation. D'ailleurs, les dimensions initiales des plants ont eu peu d'effet sur la réaction à la fertilisation.

Les hauteurs moyennes et les diamètres moyens mesurés après cinq et huit saisons de croissance ainsi que les accroissements correspondants font ressortir que les plants des plus fortes dimensions connaissent les meilleu-

res croissances et que ces différences tendent à s'accroître avec le temps, ce qui laisse présager des rendements supérieurs en fin de rotation, comme l'ont démontré VEILLEUX et LÉVESQUE, 1996.

Bien que la littérature scientifique soit avare de rapports faisant état de résultats obtenus avec les PFD, il ressort de chacun qu'il y a un avantage certain à utiliser les PFD à cause du meilleur potentiel de croissance de ces derniers (NIENSTAEDT 1981). Ainsi, STROTHMANN (1980) démontre que des PFD de douglas taxifolié ont connu une croissance en hauteur de 82 % supérieure à celle de semis standards. Ailleurs, NEWTON *et al.* (1993) précisent que la croissance des semis est reliée positivement à leur taille initiale, tandis qu'une étude réalisée en Angleterre par SOUTH et MASON (1993) démontre qu'après six ans, des PFD d'épinette de Sitka de 30 cm d'hauteur connaissent une meilleure croissance en hauteur que des semis conventionnels de 20 cm de hauteur.

Ainsi, avec des croissances en hauteur supérieures, les PFD auraient un avantage compétitif sur la végétation colonisant les stations. Les avantages de celle utilisation ont déjà été mis en évidence en Orégon (E.-U.) dans une végétation composée de fougères et de feuillus de lumière (HOWARD et NEWTON 1984). Dans les plantations de Dégelis 1988, les PFD (RN > 51 cm) d'épinette noire qui atteignaient déjà 1,35 mètre de hauteur moyenne après trois ans dominaient déjà de 1,25 cm la compétition des framboisiers. Pour les PFD à RN 36-50 cm d'EPN et d'EPB, ce n'est qu'après cinq ans de plantation avec $H_5 = 1,42$ m qu'ils pouvaient dominer les framboisiers.

Les performances des plantations en 1989 ont été bien en deçà de celles de 1988 pour l'EPN et l'EPB, surtout dans le cas des PFD. Plusieurs facteurs ont été identifiés qui expliquent ces rendements moindres :

- les dimensions initiales des plants (H_0 et D_0) qui étaient plus faibles, surtout la hauteur, ce qui est confirmé par l'analyse de variance et les comparaisons multiples et pour les deux essences ($H_0 : A \times T = p < 0,01$) ;
- les plants à racines nues de 1989, particulièrement les PFD, montraient un système racinaire moins abondant, d'où un rapport cime/racine élevé ;
- une compétition plus forte par le framboisier, due à un délai plus long entre le moment de la préparation du terrain et la plantation ;
- enfin, en 1989, des précipitations nettement inférieures de 161,5 mm (40 %) par rapport à la moyenne pour les quatre mois d'été (juin à septembre), comme le démontre le tableau 7. Ainsi, les plants à racines nues seraient plus sensibles à la sécheresse qui sévit après la mise en terre, ce qui expliquerait les écarts dans les taux de survie.

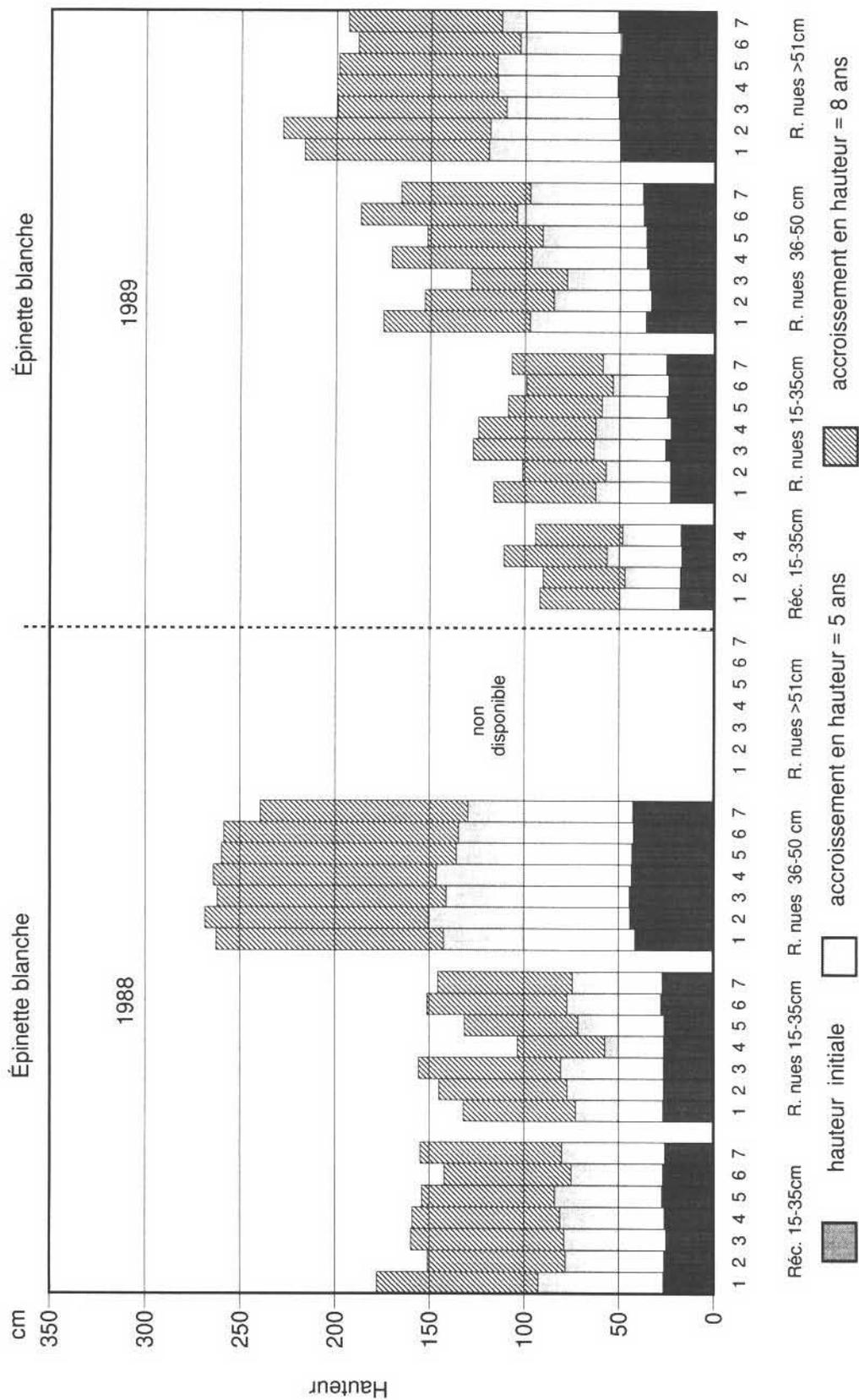


Figure 2. Hauteur et accroissement en hauteur après 8 ans pour les dispositifs de Dégelis 1988 et 1989.

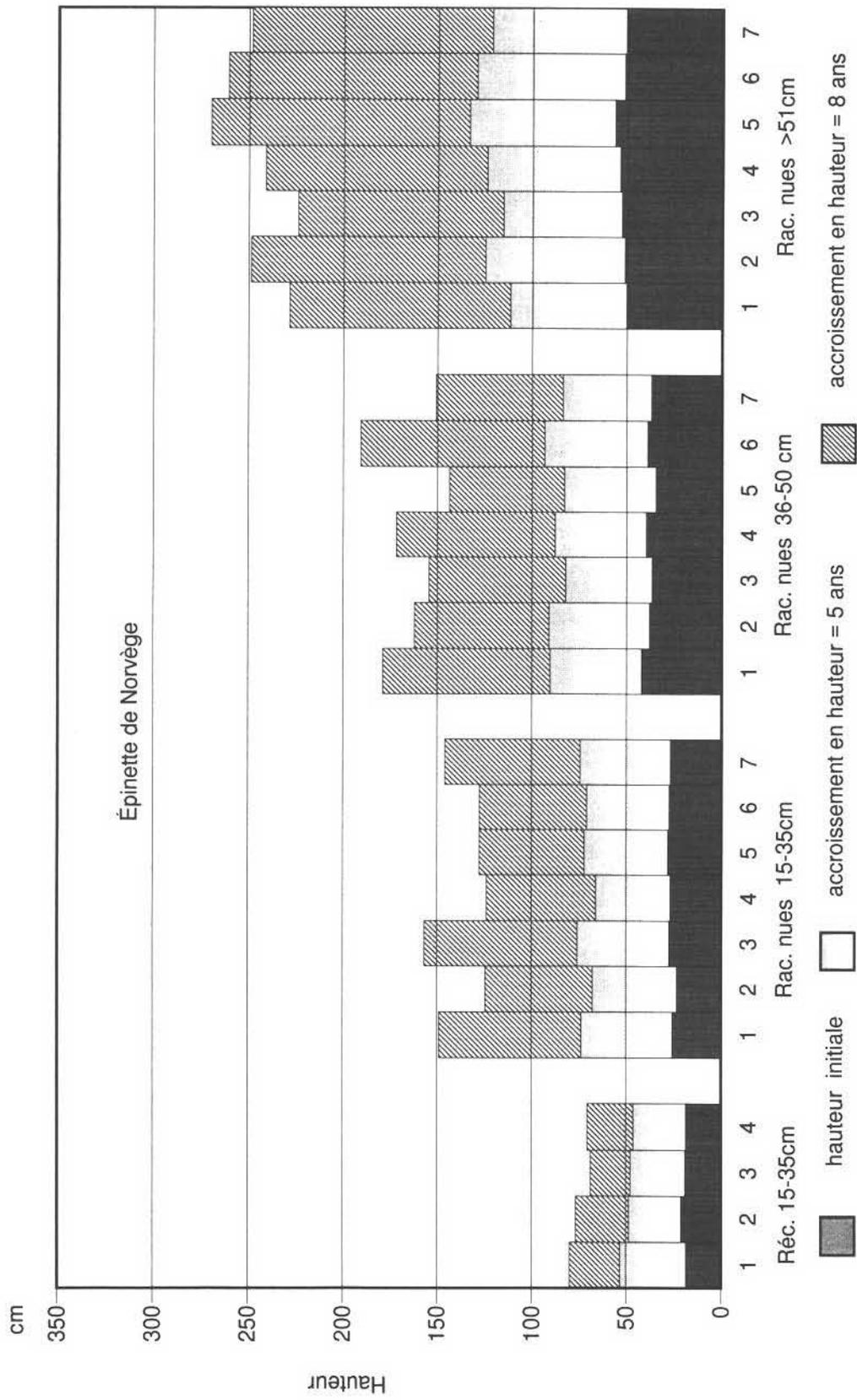


Figure 3. Hauteur et accroissement en hauteur après 8 ans pour les dispositifs de Dégelis 1989.

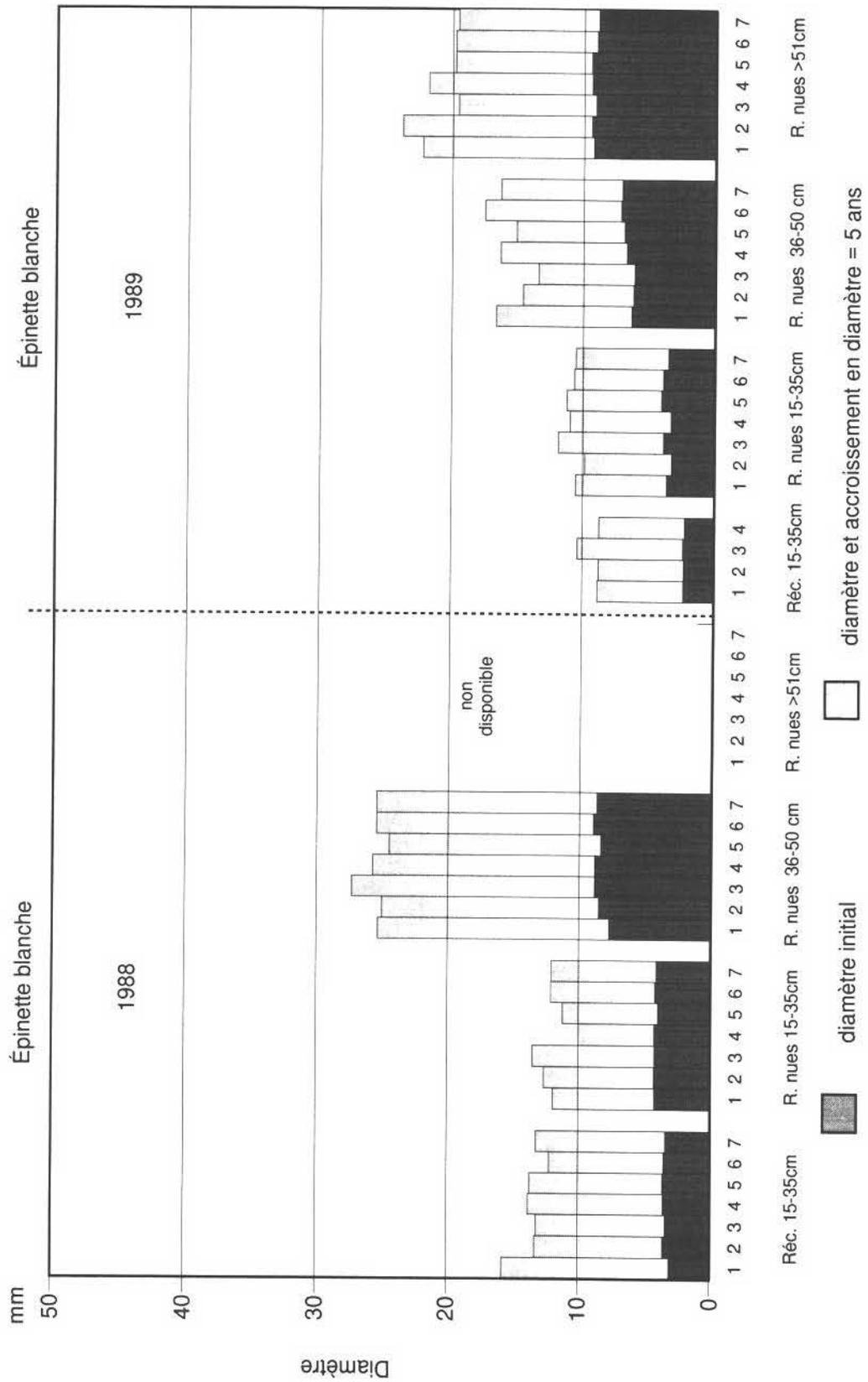


Figure 5. Diamètre et accroissement en diamètre après 5 ans pour les dispositifs de Dégelis 1988 et 1989.

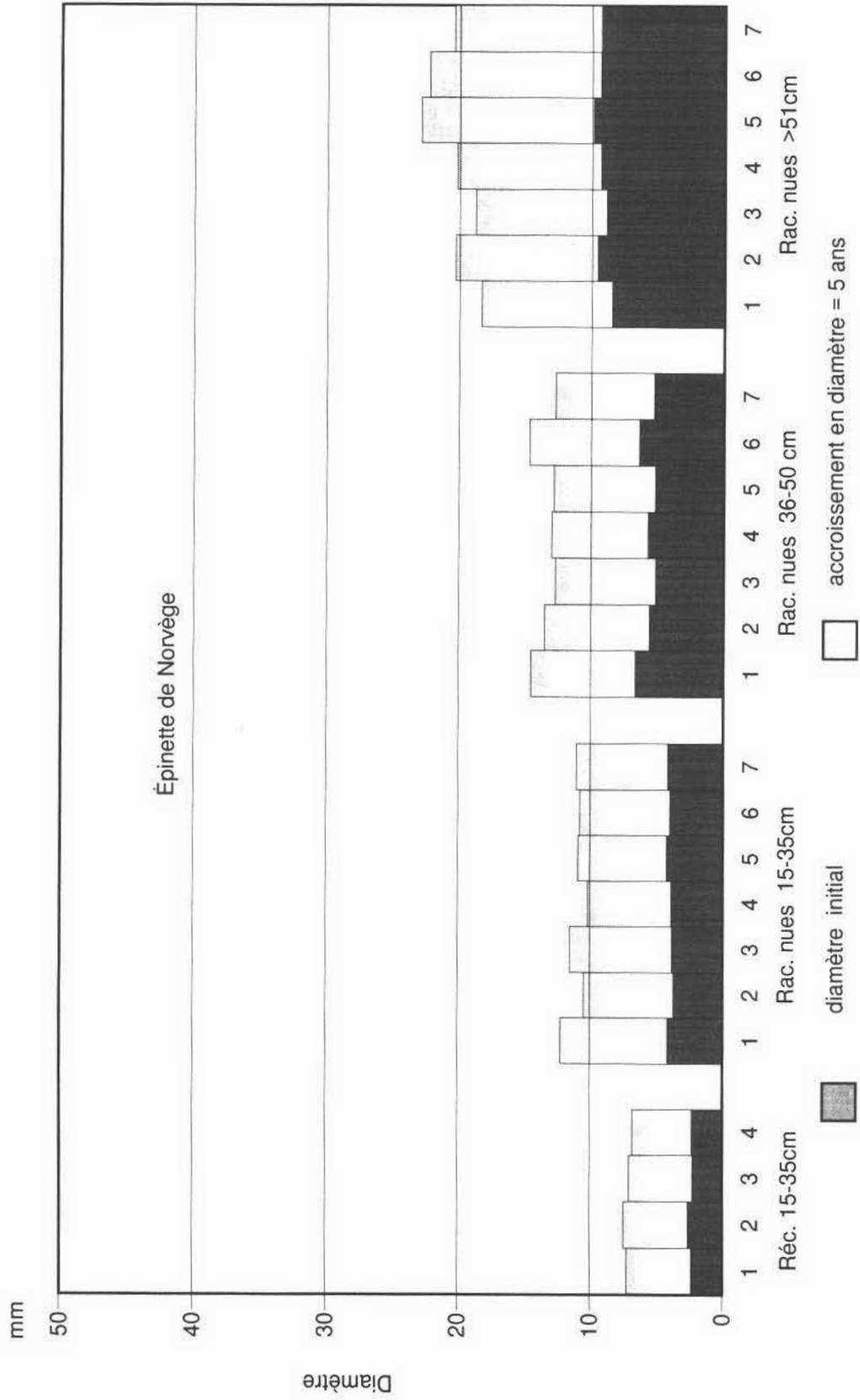


Figure 6. Diamètre et accroissement en diamètre après 5 ans pour les dispositifs de Dégelis 1989.

Tableau 7. Précipitations mensuelles en pluie (mm) – Sainte-Rose-du-Dégelis¹

Mois	Moyenne	Années	
		1988	1989
Mai	84,5	61,6	139,9
Juin	95,9	108,3	66,1
Juillet	114,3	104,8	62,6
Août	107,0	135,2	57,0
Septembre	88,8	76,7	58,8
Octobre	72,6	81,2	76,2
Total	563,1	567,8	460,6

¹ Source : Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la météorologie : Statistiques annuelles et mensuelles.

Conclusion

Les traitements de fertilisation et de pincement des bourgeons terminaux appliqués au moment de la plantation n'ont eu aucun effet significatif sur l'amélioration des performances de 1988 et 1989 ; tout au plus, les quelques tendances constatées font-elles ressortir un effet négatif de ces deux traitements, tant sur la survie que sur les accroissements en hauteur et en diamètre. Ces résultats concordent avec ceux d'autres essais qui se retrouvent dans la littérature et c'est pourquoi nous ne recommandons pas ces traitements.

Les PFD qui présentent les plus fortes caractéristiques dendrométriques (hauteur et diamètre) au moment de leur mise en terre démontrent les meilleurs accroissements après huit ans et les différences initiales s'accroissent avec le temps, ce qui laisse présager des rendements supérieurs en fin de rotation. Ces croissances supérieures démontrent que les PFD ont un avantage compétitif sur la végétation de framboisiers ; en fait, ils dominent après trois ans de plantation, sans qu'il y ait eu aucun dégagement chimique ou mécanique.

Ainsi, avec des plants qui réussissent très tôt à dominer la compétition et qui deviennent libres de croître, il est possible de diminuer et même d'éliminer l'utilisation des phytocides chimiques ou les dégagements mécaniques. Ajoutons que les frais engagés pour assurer un démarrage rapide des plantations sont en général très vite amortis car ils permettent, outre le futur gain de production, une économie sur les dégagements qui peut être importante (CHAMPS 1978).

Les contre-performances observées à la suite des essais de 1989 pour les plants à racines nues font ressortir l'importance de mettre en terre des plants qui possèdent les caractéristiques optimales qui favorisent leur comportement en fonction des divers types de compétition et des diverses conditions environnementales du milieu forestier.

La réussite des PFD en plantation sera assurée par l'emploi de plants génétiquement améliorés et qui possèdent un état physiologique supérieur combiné à des caractéristiques morphologiques qui vont favoriser leur installation et leur développement : plants robustes, bien équilibrés au point de vue du rapport cime/racines, ayant une bonne densité racinaire caractérisée par une forte capacité de croissance et, enfin, une hauteur de plus de 50 cm au moment de la plantation.

Remerciements

Les auteurs tiennent d'abord à remercier le personnel de l'Unité de gestion du Grand-Portage pour sa collaboration aux travaux de plantation, ainsi que celui de la pépinière de Saint-Modeste alors dirigé par monsieur Lionel Godbout, pour la production expérimentale des plants qui ont servi à nos essais. Nous nous devons également d'adresser des remerciements à monsieur Hervé Lortie, techn.f. du Service de l'amélioration des arbres, pour son assistance technique pendant toutes les phases de réalisation de ce projet. Nous remercions de plus le personnel de la section de biométrie de la Direction de la recherche forestière, plus particulièrement Mme Lise Charette, pour la rigueur apportée aux analyses statistiques. Nous profitons de l'occasion pour mentionner le travail de Mme Nicole Durand pour la dactylographie du texte, et de M. Fabien Caron, qui assuré la révision du manuscrit et réalisé son édition de même que la traduction du résumé. Enfin, nos remerciements s'adressent aux évaluateurs de cette publication pour leurs corrections et suggestions visant à en améliorer le contenu.

Ce texte est un rapport partiel du projet de recherche n° 0898-301S : « Recherches sur les plantations de plants de fortes dimensions à racines nues. »

Références bibliographiques

- Brockley, R.P., 1988. *The effects of fertilization on the early growth of planted seedlings : a problem analysis*. B.C., Min. For. Lands, FRDA Report 011. 16 p.
- Champs, J. de, 1978. *Un démarrage très rapide des plantations : condition indispensable pour une forte production*. Afocel, ArmeF, Inform. Forêt n° 2, fasc. 103 : 55-62.
- Dorais, P., 1991. *Performance des plantations établies dans les forêts publiques du Québec, entre 1980 et 1989*. Gouv. Québec, Min. Forêts, Dir. ass. techn., Serv. techn. interv. for. 91 p.
- Howard, K.M. et M. Newton, 1984. *Overtopping by successional coast-range vegetation slows douglas-fir seedlings*. Journal of Forestry 82 : 178-180.
- Newton, M., E.C. Cole et D.E. White, 1993. *Tall planting stock for enhanced growth and domination of brush in the Douglas-rif region*. New Forests 7 : 107-121.
- Nienstaedt, H., 1981. *Super spruce seedlings continue superior growth for 18 years*. USDA, Forest Service, North Central Exp. St., Res. Note NC-265. 4 p.
- South, D.B. et W.L. Mason, 1993. *Influence of differences in planting stock size on early height growth of Sitka spruce*. Forestry 66 : 83-96.
- Strothmann, R.O., 1980. *Large stock and fertilizer improve growth of Douglas-Fir planted on unstable granitic soil in Northern California*. USDA, Forest Service, Pac. Southw. For. and Range Exp. Sta., Res. Note PSW-345. 7 p.
- Swan, H.S.D., 1969. *Relationships between nutrient supply, growth and nutrient concentrations in the foliage of black spruce and jack pine*. PPRIC, Woodlands Rep. No. 19, 46 p.
- Swan, H.S.D., 1971. *Relationships between nutrient supply, growth and nutrient concentrations in the foliage of white and red spruce*. PPRIC, Woodlands Rep. No. 34, 27 p.
- Swan, H.S.D., 1972. *Foliar nutrient concentration in Norway spruce as indicators of tree nutrient status and fertilizer requirement*. PPRIC, Woodlands Rep. No. 40, 20 p.
- Thibault, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional*. Deuxième approximation. Gouv. Québec, Min. Énergie & Ress., Serv. rech. et Serv. carto., Carte au 1 : 125 000.
- Veilleux, J.-M. et Y. Lévesque, 1996. *Plantations de grands plants : taux de survie et croissance en hauteur et en diamètre après dix ans*. Gouv. Québec, min. Ress. Nat., Dir. rech. for., Note rech. for. n° 74. 14 p.



Gouvernement du Québec
**Ministère des Ressources
naturelles**

RN98-3013

ISBN 2-550-32631-8

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1998

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

© 1998 Gouvernement du Québec