

Note de recherche forestière n° 74

Plantations de grands plants : taux de survie et croissances en hauteur et en diamètre après dix ans

Jean-Marc VEILLEUX et Yvon LÉVESQUE¹

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

*

*

Résumé

Afin de contrer la végétation de compétition, le Service de l'amélioration des arbres a entrepris en 1983 un projet de recherche sur l'utilisation de grands plants à racines nues. Des plantations comparatives réalisées avec des plants à racines nues de deux classes de hauteur : 1) 15-35 cm et 2) plus de 36 cm, ont été évaluées au point de vue de leur performance au plan de la survie et leurs croissances en hauteur et en diamètre, jusqu'à dix saisons de croissance après la plantation. Dans l'ensemble et pour les essences testées, épinettes blanche, noire et de Norvège, les grands plants (> 36 cm) ont démontré des performances supérieures à celles des plants conventionnels (15-35 cm). Des traitements de fertilisation et d'élagage, appliqués au moment de la plantation afin de faciliter un développement initial rapide des plants, ont eu des effets négatifs sur les performances des plantations et ils ne sont pas recommandés. Par contre, les grands plants ont démontré un potentiel intéressant pour les reboisements effectués particulièrement sur les stations où l'on prévoit des problèmes de compétition avec des espèces non désirées.

Mots-clés : grand plant à racines nues, végétation de compétition, plantation comparative, survie, croissance en hauteur, croissance en diamètre, fertilisation, élagage.

Abstract

Large stock plantations : survival rate and height and diameter increments after ten years. *Plantation of large stock bare root coniferous seedlings has been under investigation since 1983, as an alternative to release treatments. Experimental plantations involving two height classes (15-35 cm and > 36 cm) of bare root seedlings were evaluated during a 10-year period in terms of survival, and height and diameter growth. For the tree species tested, white spruce, black spruce, and Norway spruce, the large stock seedlings (> 36 cm in height) showed better results, compared to the conventional stock (15-35 cm in height). Fertilization and pruning treatments were realized at the time of planting to favor initial growth of the seedlings. However, these treatments did not prove their efficacy and are not recommended. Large stock spruce seedlings showed a very good potential for reforesting sites sensitive to colonization by non-crop species.*

Key words : large stock bare root seedling, competing vegetation, comparative plantation, survival, height growth, diameter increment, fertilization, pruning.

¹ Respectivement : ing.f., chef de division, chargé de recherches sur l'amélioration des sols et sur l'établissement des plantations de plants de fortes dimensions à racines nues; et techn.f., tous deux du Service de l'amélioration des arbres.

Tableau 1. Plantations expérimentales réalisées avec des grands plants

Année d'essais	Endroit	Essences	Types de plants	Classe de hauteur ¹
1983	Villeroy et Caplan	Épinette blanche et Épinette noire	Racines nues	15-35 cm > 36 cm
1984	Caplan	Épinette noire	Racines nues	15-35 cm > 36 cm
1985	Caplan	Épinette de Norvège	Racines nues	15-35 cm > 36 cm

¹ Classe de hauteur : plants à racines nues classés selon leur hauteur initiale au moment de la plantation.

Tableau 2. Caractéristiques des plants au moment de la plantation

Année	Endroit	Essence	Type/Âge ¹	Hauteur (H ₀) moyenne cm	Diamètre (D ₀) moyen au collet mm	Rapport H/D
1983	Villeroy	Épinette blanche	RN/2-2	29,2	4,7	6,2
			RN/2-4	43,5	8,2	5,3
		Épinette noire	RN/2-2	37,0	5,6	6,6
			RN/2-4	54,0	9,0	6,0
1983	Caplan	Épinette blanche	RN/2-2	24,6	3,7	6,6
			RN/2-4	43,2	7,5	5,8
		Épinette noire	RN/2-2	23,7	2,7	8,8
			RN/2-4	46,4	7,0	6,6
1984	Caplan	Épinette noire	RN/1,5-1,5	19,6	2,1	9,4
			RN/2-3	69,2	6,5	10,6
1985	Caplan	Épinette de Norvège	RN/2-2	27,2	4,0	6,8
			RN/2-2	50,2	6,2	8,1

¹ Type/Âge : plants repiqués à racines nues (RN).

Tableau 3. Caractéristiques des stations

Caractéristiques	Endroits	
	Villeroy 83	Caplan 83, 84, 85
Région écologique	2.c, Québec	4.b, Baie-des-Chaleurs
Domaine climacique	Érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune	Sapinière à bouleau jaune
Température annuelle moyenne	4,4 °C	2 à 3 °C
N. de jours sans gel	< 115	< 110
Période de végétation (> 5,5 °C)	160 jours	155 jours
Type de sol et de drainage	Sables marins bien drainés ¹	Tills glaciaires minces, loam sableux bien drainé

¹ À la suite de travaux de drainage.

Introduction

C'est en 1983 que le Service de l'amélioration des arbres a entrepris un projet de recherche sur l'utilisation de grands plants à racines nues afin de contrer la végétation de compétition qui s'installe et nuit au développement des plants de reboisement.

Dans le but de favoriser l'établissement des plants et leur croissance en hauteur au cours des premières années de plantation, des traitements physiologiques et morphologiques ont été appliqués. Ainsi, par un développement initial rapide des plants, il serait possible de diminuer l'effet de la compétition par la végétation indésirable et réduire ainsi les interventions de dégagement.

Dans le contexte actuel d'une politique visant à éliminer l'utilisation des phytocides chimiques en milieu forestier, la plantation de grands plants avec manipulations physiologiques et morphologiques cadre très bien dans le volet de recherche sur les moyens alternatifs de lutte contre la végétation concurrente.

Les résultats obtenus après dix 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 1983, 1984 et 1985.

Matériel et méthodes expérimentales

Essences et types de plants utilisés

Selon les disponibilités des essences et des types de plants produits, le tableau 1 résume la situation des plantations comparatives réalisées au cours des trois années d'essais.

Caractéristiques des plants

Les caractéristiques dendrométriques des plants utilisés au cours des trois années sont consignées dans le tableau 2.

Il est bon de noter que les grands plants n'avaient pas été produits précisément pour en faire des plants de fortes dimensions (PFD). En fait, ils avaient été cultivés en pépinière selon les méthodes conventionnelles, sur une plus longue période, pour les besoins d'un autre projet de recherche. Ainsi, leurs hauteur et diamètre étaient plus grands que ceux des plants repiqués conventionnels et ils étaient normalement plus âgés.

Caractéristiques des stations

Le tableau 3 fait ressortir, pour les deux endroits d'essais, les principales caractéristiques concernant la région écologique, le climat et les sols (VEILLEUX et LÉVESQUE 1993).

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 :

- Traitement n° 1 - T : témoin
- Traitement n° 2 - F : fertilisation (100 g/plant de l'engrais 7-27-12)
- Traitement n° 3 - E₁ : élagage complet de toutes les branches de la tige
- Traitement n° 4 - E₂ : élagage partiel, sauf le dernier verticille
- Traitement n° 5 - E₁ + F : élagage complet + fertilisation
- Traitement n° 6 - E₂ + F : élagage partiel + fertilisation.

Les traitements ont été appliqués aux semis selon un dispositif factoriel à six niveaux, avec six blocs complets aléatoires. Chaque bloc contient 60 plants répartis en 6 parcelles (traitements) de 10 plants chacune.

Préparation de terrain

Les sites de plantation ont tous été préparés 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.

La plantation

La mise en terre des plants a été faite manuellement avec une pelle selon un espacement de 2 mètres.

Études particulières

Les mesures suivantes ont été prises sur chacun des plants du dispositif expérimental :

- Hauteur : initiale et après 1, 2, 3, 4, 5, 8 et 10 ans de plantation
- Diamètre au collet : initial et après 5, 8 et 10 ans de plantation
- Survie : après 1, 2, 3, 4, 5, 8 et 10 ans de plantation.

Dégagement des plantations

Toutes les plantations ont été maintenues dans un état de croissance libre. Pour ce faire, jusqu'à deux dégagements ont été nécessaires au cours des premières années suivant la plantation. Un phytocide chimique a d'abord été appliqué en deuxième année de croissance tandis qu'un dégagement mécanique était réalisé si nécessaire en cinquième ou sixième année.

Tableau 4. Épinette blanche - taux de survie (%) après 10 ans

Traitement	Villeroy 83		Caplan 83	
	15-35 cm	> 36 cm	15-35 cm	> 36 cm
1- T	41,7	83,3	36,7	90,0
2- F	48,3	61,7	38,3	86,7
3- E1	61,7	31,7	28,3	70,0
4- E2	43,3	38,3	38,3	81,7
5- E1F	26,7	41,7	33,3	61,7
6- E2F	31,7	48,3	43,3	75,0
Moyenne	42,2	50,8	36,4	77,5

Tableau 5. Épinette noire - Analyse de variance pour les taux de survie

Facteur	dl	Villeroy 83		Caplan 83		Caplan 84	
		F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
Classes de plants	1	12,73	0,0008	13,09	0,0007	7,75	0,0006
Élagage	2	6,83	0,0024	6,80	0,0024	5,02	0,0425
Fertilisation	1	9,34	0,0036	13,48	0,0006	5,51	0,0479

Tableau 6. Épinette noire - Taux de survie (%) après 10 ans

Traitement	Villeroy 83		Caplan 83		Caplan 84	
	15-35 cm	> 36 cm	15-35 cm	> 36 cm	15-35 cm	36 cm
1- T	80,0	66,7	91,7	80,0	68,3	94,9
2- F	71,7	53,3	76,7	76,7	78,3	84,7
3- E ₁	61,7	48,3	86,7	58,3	63,3	89,8
4- E ₂	78,3	56,7	78,3	66,7	71,7	78,0
5- E ₁ F	55,0	35,0	53,3	40,0	61,7	79,3
6- E ₂ F	56,7	51,7	80,0	51,7	55,0	62,7
Moyenne	67,2	51,9	77,8	61,2	66,4	81,6

Tableau 7. Épinette de Norvège - Taux de survie (%) après 10 ans

Traitement	Caplan 85	
	15-35 cm	> 50 cm
1- T	90,0	90,0
2- F	83,3	95,0
3- E ₁	88,3	81,7
4- E ₂	85,0	83,7
5- E ₁ F	91,7	90,0
6- E ₂ F	85,0	95,0
Moyenne	87,2	89,2

Résultats et discussion

Compte tenu de l'important volume de données disponibles, il est impossible de présenter ici tous les résultats détaillés. Nous tentons de faire ressortir ceux qui ont des effets significatifs sur les taux de survie ainsi que sur les croissances en hauteur et en diamètre. Des analyses de variance ont été réalisées avec les données initiales ainsi qu'avec celles obtenues après cinq et huit ans de plantations.

Taux de survie

Épinette blanche

Deux dispositifs, Caplan 83 et Villeroy 83, présentent des plantations comparatives pour l'épinette blanche. Aux deux endroits, des taux de survie faibles (40 %) sont observés pour les plants témoins conventionnels (15-35 cm de hauteur) parce qu'ils ont été affectés par des causes externes aux traitements ; d'abord, le gel tardif observé en juin 1986 aux deux endroits tandis qu'en plus, à Caplan, des accumulations d'eau de surface à la suite d'une préparation de terrain inadéquate ont eu des effets négatifs sur la survie des plants, qui ont masqué les réactions aux traitements physiologiques et morphologiques.

À Villeroy, par contre, les grands plants (36 cm) élagués et les plants fertilisés montrent des taux de survie plus faibles, et de façon significative par rapport aux plants témoins (Élagage : $F = 8,71$; $Pr > F = 0,0006$. Fertilisation $F = 4,07$; $Pr > F = 0,0492$). À Caplan, seuls les plants ayant subi un élagage complet ont un taux de survie significativement inférieur. Dans l'ensemble, les plants fertilisés présentent un taux de survie inférieur à celui des témoins bien que les différences significatives se situent principalement entre le fait d'être élagué ou non.

Comme le démontre le tableau 4, les résultats obtenus après dix ans font ressortir, surtout pour les grands plants, qu'il est préférable de ne pas les élaguer ni de les fertiliser. Pour les plants conventionnels, l'effet des traitements a été masqué par les dommages subis par le gel en 1986 ou les accumulations d'eau. Les taux de survie obtenus avec les grands plants témoins sont supérieurs à ceux exprimés par DORAIS (1991) avec des plants à racines nues dans les deux régions concernées, Québec et la Gaspésie.

Épinette noire

Trois dispositifs ont été réalisés avec l'épinette noire : Villeroy 83, Caplan 83 et Caplan 84. Pour chacun, les analyses de variance font ressortir trois facteurs qui influencent de façon significative les taux de survie après huit ans : le type de plants, l'élagage et la fertilisation. Le tableau 5 montre les résultats de l'analyse de variance pour ces facteurs.

Aucune interaction n'est significative. Par contre, l'étude des contrastes stipule que les comparaisons élagage-témoin et élagage complet (E_1)-élagage partiel (E_2) donnent des résultats significatifs tandis qu'on remarque une tendance dans l'effet de la fertilisation.

Les données sur les taux de survie obtenus après 10 ans et consignées dans le tableau 6, démontrent que les plants témoins sont supérieurs aux plants élagués ou fertilisés. Dans les dispositifs de Villeroy 83 et Caplan 83, les plants conventionnels (15-35 cm) montrent les meilleurs taux de survie tandis que dans celui de Caplan 84, les grands plants (36 cm) ont été les meilleurs. Par comparaison avec les données de DORAIS (1991), les taux de survie obtenus pour les deux types de plants utilisés dans nos dispositifs sont supérieurs.

Épinette de Norvège

Un seul dispositif, Caplan 85, est constitué d'épinette de Norvège. Les analyses de variance ne font ressortir aucun effet significatif bien qu'il y ait des tendances pour l'interaction (types de plants X fertilisation) ($p = 0,0796$) et pour le traitement fertilisation ($p = 0,0606$).

Après dix ans, les taux de survie sont très élevés puisqu'ils atteignent 90 %, tant pour les plants conventionnels que pour les grands plants témoins. Ces données sont meilleures que celles présentées dans DORAIS (1991) pour la Gaspésie. Le gel tardif de juin 1986 n'a pas affecté les taux de survie des plants d'épinette de Norvège. Le tableau 7 fait ressortir les taux de survie obtenus après 10 ans.

Hauteur moyenne (H) et accroissements en hauteur (AH)

Épinette blanche

Dans les deux dispositifs d'épinette blanche, Caplan 83 et Villeroy 83, les performances des plants conventionnels au point de vue de la croissance en hauteur sont nettement supérieures à celles présentées par DORAIS (1991) pour les deux régions concernées (R-01 : $H_8 = 102$ cm ; R-03 : $H_8 = 88$ cm) puisque l'épinette blanche témoin atteint 163 cm à Caplan et 112,4 cm à Villeroy, après huit ans de plantation. Il faut noter que ces plantations ont été dégagées au moins une fois au cours des cinq premières années.

L'analyse de variance fait ressortir un effet significatif dû aux classes de plants et à l'élagage et dans ce cas-ci c'est la comparaison entre témoin et élagué qui est significative, comme le démontre le tableau 8.

Les résultats pour la hauteur moyenne et les accroissements en hauteur exprimés dans le tableau 9 font ressortir qu'après 10 ans de plantation, les arbres les plus grands au départ sont toujours les plus hauts et leur accroissement en hauteur est plus élevé ; il en est de même pour les arbres témoins par rapport à ceux qui ont été élagués. Par ailleurs, la fertilisation n'aurait pas d'effet sur la hauteur et l'accroissement en hauteur.

Pour les deux classes de plants, l'accroissement décennal en hauteur (AH_{10}) a été nettement supérieur dans le dispositif de Caplan où les plants témoins (15-35 cm) sont plus grands de 87,5 cm tandis que ceux de plus de 36 cm ont fait 40,6 cm de plus. La qualité du sol de Caplan est plus favorable à l'épinette blanche.

Tableau 8. Épinette blanche - Analyse de variance pour la hauteur et l'accroissement en hauteur

Facteur	dl	Villeroy 83				Caplan 83			
		H ₈		AH ₈		H ₈		AH ₈	
		F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
Classes de plants	1	19,66	0,0001	6,39	0,0149	20,17	0,0001	3,82	0,0565
Élagage	2	10,14	0,0002	11,68	0,0001	23,68	0,0001	26,32	0,0001
Témoin vs Élagage	1	20,10	0,0001	23,28	0,0001	35,90	0,0001	39,07	0,0001

Tableau 9. Épinette blanche - Hauteur (H) et accroissement en hauteur (AH) après 10 ans (cm)

Traitement	Classes de plants					
	15-35 cm			> 36 cm		
	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀
Villeroy 83						
1- T	27,4	162,6	135,9	42,3	222,8	180,3
2- F	28,7	151,2	122,6	42,2	213,7	171,9
3- E ₁	29,9	132,9	102,2	44,8	156,9	112,1
4- E ₂	30,2	138,6	107,4	43,4	161,6	119,3
5- E ₁ F	28,2	115,0	86,6	44,6	172,3	129,3
6- E ₂ F	30,2	115,7	85,1	43,9	169,0	128,5
Moyenne	29,2	138,2	108,7	43,5	191,0	148,8
Caplan 83						
1- T	23,2	248,2	223,4	42,9	263,4	220,8
2- F	26,5	248,2	221,0	43,0	282,5	239,2
3- E ₁	24,3	169,5	144,9	42,7	182,3	143,2
4- E ₂	25,5	190,4	165,2	42,0	248,3	206,9
5- E ₁ F	25,0	208,3	182,3	44,0	195,7	151,4
6- E ₂ F	22,8	218,4	194,3	44,5	239,5	199,2
Moyenne	24,6	215,8	190,5	43,2	239,3	197,6

Épinette noire

Les performances au point de vue de l'accroissement en hauteur des plants conventionnels d'épinette noire des trois dispositifs (Villeroy 83, Caplan 83 et Caplan 84) sont supérieures de 40 à 50 cm après 8 ans par rapport à celles rapportées par DORAIS (1991). Par exemple, ce dernier donne pour la Région 1, une hauteur de moyenne de 149 cm alors qu'à Caplan 83 et 84, les hauteurs moyennes après 8 ans sont respectivement de 186,9 cm et 192,9 cm. Pour la Région 3, Dorais rapporte une hauteur moyenne après huit ans de 145 cm alors que les plantations de Villeroy 83 atteignent quelque 195,7 cm.

L'analyse des données sur la hauteur et les accroissements en hauteur fait ressortir que les facteurs classes de plants et élagage sont significatifs et c'est dans la comparaison entre l'élagage et le témoin que l'effet devient significatif (tableau 10).

Le tableau 11 fait ressortir que les arbres témoins ont des mesures généralement plus élevées tant pour les plants conventionnels que pour les grands plants. La fertilisation est sans effet significatif sur la croissance en hauteur des plants ; de plus, elle n'a pas le même effet dans les deux classes de hauteur pour le dispositif de Villeroy 83 ; dans les deux autres dispositifs, les arbres fertilisés ont une croissance en hauteur inférieure à celle des plants témoins. Dans l'ensemble, peu importe la classe de hauteur des plants, les arbres témoins ont des hauteurs et des accroissements en moyenne supérieurs aux arbres élagués et aux arbres fertilisés. De plus, le gain en croissance n'est pas le même d'une classe de plants à l'autre puisque les grands plants démontrent des accroissements supérieurs de 20,0 à 54,4 cm selon l'endroit.

Tableau 10. Épinette noire - Analyse de variance pour la hauteur (H) et l'accroissement en hauteur (AH) après 8 ans

Facteurs	dl	H ₈		AH ₈	
		F	Pr > F	F	Pr > F
Dispositif de Villeroy 83					
Classes de plants	1	28,57	0,0001	6,71	0,0725
Élagage	2	45,38	0,0001	44,53	0,0001
Témoin vs élagage	1	87,11	0,0001	85,57	0,0001
Dispositif de Caplan 83					
Classes de plants	1	19,77	0,0001	17,87	0,0001
Élagage	2	61,48	0,0001	60,29	0,0001
Témoin vs élagage	1	117,57	0,0001	115,63	0,0001
Dispositif de Caplan 84					
Classes de plants	1	13,07	0,0001	26,90	0,0001
Élagage	2	3,37	0,0425	18,35	0,0001
Témoin vs élagage	1	4,62	0,0365	35,79	0,0001

Épinette de Norvège

L'épinette de Norvège du dispositif de Caplan 85 montre, après huit ans, un taux de croissance supérieur à celui indiqué par DORAIS (1991) pour la Gaspésie, où la hauteur moyenne de plantations est de 111 cm comparativement à 172,3 cm dans le dispositif de Caplan.

L'analyse de variance fait ressortir des effets significatifs pour ce qui est des facteurs élagage et fertilisation, tant pour la hauteur que pour l'accroissement en hauteur. Un effet significatif entre les classes de plants est observé pour l'accroissement en hauteur (tableau 12).

L'analyse des données (tableau 13) fait ressortir que les arbres témoins présentent des mesures de hauteur et d'accroissement plus grandes que les arbres élagués et ce, de façon significative. Pour ce qui est de la fertilisation dans la classe des plants conventionnels (15-35 cm) les arbres fertilisés montrent des hauteurs et des accroissements supérieurs à ceux des arbres non fertilisés.

Diamètre moyen au collet et accroissement en diamètre

Le comportement pour les accroissements en diamètre dans les différents dispositifs suit un modèle absolument identique à celui de l'accroissement en hauteur. Ainsi, des effets significatifs sont généralement notés pour les facteurs classes de hauteur et les traitements d'élagage. La fertilisation favorise la croissance en diamètre de façon significative seulement chez les plants conventionnels d'épinette de Norvège.

Dans l'ensemble, pour les épinettes blanches et noires, les diamètres et les accroissements sont plus grands chez les grands plants (< 36 cm). De plus, les arbres témoins des

deux classes de plants, montrent des diamètres et des accroissements plus élevés que chez les arbres élagués et les arbres fertilisés.

Afin d'éviter d'allonger le texte, nous présentons dans un même tableau (14) les données sur les diamètres pour tous les dispositifs établis avec chacune des essences.

Rendements prévus

À partir des tables de production pour l'épinette blanche et l'épinette de Norvège (BOLGHARI et BERTRAND 1984) et celles pour l'épinette noire (PRÉGENT *et al.* 1996), il est possible de déterminer l'indice de qualité de station pour chaque plantation et de prédire leur volume total à 50 ans (EPB et EPØ) ou à 35 ans (EPN). Ces tables sont construites en tenant compte de l'âge total des arbres et de la hauteur moyenne dominante de chaque plantation.

Rappelons que la classe de fertilité, qui correspond à une certaine production en m³/ha, dépend de la hauteur dominante. Cette dernière est elle-même fonction de la fertilité de la station dans laquelle interviennent les facteurs naturels comme le climat, le sol, les agents perturbateurs etc., et ceux dus à l'intervention de l'homme, comme la provenance, la qualité des plants et de la plantation, le travail du sol, etc.

Les indices de qualité de station (IQS) ainsi que les prédictions du volume total (VT) pour toutes les plantations concernées dans ces essais (EPB et EPØ à 50 ans et EPN à 35 ans) ont été calculés par monsieur Guy Prégent (communication personnelle). Les calculs tiennent compte de l'âge total des arbres plantés et des hauteurs dominantes des arbres des placettes témoins. Il ressort qu'après dix ans, les grands plants qui montrent (sauf exception) un taux de survie égal ou supérieur à celui des plants conventionnels,

Tableau 11. Épinette noire - Hauteur (H) et accroissement en hauteur (AH) après 10 ans (cm)

Traitement	Classes de plants					
	15-35 cm			> 36 cm		
	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀
Villeroy 83						
1- T	37,2	276,9	238,9	54,1	313,6	258,9
2- F	37,2	261,2	223,4	55,6	332,0	278,1
3- E ₁	38,4	213,8	175,2	54,3	231,9	179,5
4- E ₂	36,5	209,1	173,0	54,9	261,4	206,5
5- E ₁ F	36,7	208,1	173,2	52,2	238,1	187,0
6- E ₂ F	35,9	226,2	190,1	52,7	267,9	216,1
Moyenne	37,0	234,8	197,8	54,0	278,5	225,2
Caplan 83						
1- T	23,8	266,4	242,6	47,6	343,4	297,0
2- F	23,7	249,6	225,8	46,1	320,9	274,7
3- E ₁	22,1	205,8	183,3	47,5	214,3	168,7
4- E ₂	24,4	231,3	207,2	46,1	212,8	167,7
5- E ₁ F	22,6	216,3	194,2	46,3	213,0	166,4
6- E ₂ F	25,8	223,3	197,3	44,7	230,4	184,7
Moyenne	23,7	233,4	209,6	46,4	265,7	219,8
Caplan 84						
1- T	18,7	286,8	268,3	68,2	371,2	303,1
2- F	20,0	264,4	244,3	70,0	362,9	291,5
3- E ₁	19,4	248,7	229,6	67,5	307,9	240,4
4- E ₂	19,7	266,5	247,4	68,7	295,0	226,9
5- E ₁ F	20,0	233,3	213,7	69,5	283,8	218,8
6- E ₂ F	20,0	251,3	231,6	71,2	299,7	228,4
Moyenne	19,6	259,5	240,1	69,2	322,8	254,4

Tableau 12. Épinette de Norvège - Analyse de variance pour la hauteur et l'accroissement en hauteur après 8 ans

Facteurs	dl	H ₈		AH ₈	
		F	Pr > F	F	Pr > F
Classes de plants	1	1,79	0,1866	50,38	0,0001
Fertilisation	1	12,75	0,0008	9,12	0,0040
Élagage	2	16,69	0,0001	15,25	0,0001
Élagage vs témoin	1	26,83	0,0001	26,54	0,0001

Tableau 13. Épinette de Norvège - Hauteur (H) et accroissement en hauteur (AH) après 10 ans (cm)

Traitements	Classes de plants					
	15-35 cm			> 36 cm		
	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀	H ₀	H ₁₀	AH ₁₀
1- T	26,9	246,4	219,2	47,4	280,8	233,2
2- F	28,6	263,2	234,3	48,6	265,1	216,7
3- E ₁	27,9	214,6	186,4	47,6	171,2	124,4
4- E ₂	27,5	238,8	211,3	51,8	183,4	132,7
5- E ₁ F	25,4	208,5	183,0	51,8	205,2	153,1
6- E ₂ F	26,6	230,9	203,6	53,9	278,6	224,1
Moyenne	27,2	233,3	205,9	50,2	233,0	182,9

Tableau 14. Diamètre moyen au collet (D) et accroissement en diamètre (AD) obtenus après 10 ans (mm)

Traitement	Classes de plants					
	15-35 cm			> 36 cm		
	D ₀	D ₁₀	AD ₁₀	D ₀	D ₁₀	AD ₁₀
Épinette blanche - Villeroy 83						
1- T	4,4	50,8	46,5	8,1	50,8	46,5
2- F	4,7	46,4	41,6	7,8	46,4	41,6
3- E ₁	4,8	37,9	32,9	8,1	37,9	32,9
4- E ₂	5,0	39,6	34,3	8,0	39,6	34,3
5- E ₁ F	4,5	32,7	27,7	8,0	32,7	27,7
6- E ₂ F	4,7	32,1	20,7	8,6	32,1	20,7
Moyenne	4,7	40,7	35,8	8,2	40,7	35,8
Épinette blanche - Caplan 83						
1- T	3,5	46,4	42,7	7,7	60,3	52,6
2- F	4,2	50,4	45,8	7,5	63,2	55,6
3- E ₁	3,5	34,6	31,0	7,5	38,8	31,2
4- E ₂	3,9	38,8	34,9	6,9	54,8	47,8
5- E ₁ F	3,8	38,8	34,8	7,7	42,7	35,3
6- E ₂ F	3,5	42,3	38,7	7,8	51,6	43,6
Moyenne	3,7	42,2	38,3	7,5	52,9	45,3
Épinette noire - Villeroy 83						
1- T	5,6	64,5	58,8	8,8	74,1	65,0
2- F	5,4	60,3	54,7	9,5	81,1	72,3
3- E ₁	5,9	47,2	41,3	9,1	51,2	42,5
4- E ₂	5,8	46,2	40,4	9,5	59,0	49,1
5- E ₁ F	5,6	46,7	41,6	8,6	52,243,7	
6- E ₂ F	5,6	52,2	46,6	8,5	55,947,5	
Moyenne	5,6	53,4	47,7	9,0	63,5	54,6

Tableau 14 (fin). Diamètre moyen au collet (D) et accroissement en diamètre (AD) obtenus après 10 ans (mm)

Traitement	Classes de plants					
	15-35 cm			> 36 cm		
	D ₀	D ₁₀	AD ₁₀	D ₀	D ₁₀	AD ₁₀
Épinette noire - Caplan 83						
1- T	2,8	54,0	51,2	7,4	69,1	61,7
2- F	2,6	50,4	47,7	7,2	64,4	57,2
3- E ₁	2,6	38,6	36,0	7,0	39,3	32,4
4- E ₂	2,9	45,6	42,7	6,9	40,6	33,9
5- E ₁ F	2,5	38,9	36,5	7,0	38,7	31,4
6- E ₂ F	2,8	42,9	40,1	6,6	44,6	37,9
Moyenne	2,7	45,5	42,8	7,0	51,7	44,7
Épinette noire - Caplan 84						
1- T	2,1	61,4	59,3	6,9	86,0	79,0
2- F	2,1	58,1	56,0	6,2	81,074,9	
3- E ₁	2,1	59,9	55,8	6,7	65,7	58,9
4- E ₂	2,0	59,8	57,7	6,2	62,6	56,3
5- E ₁ F	2,2	52,5	50,4	6,4	60,6	54,1
6- E ₂ F	2,1	53,9	51,8	6,7	64,1	57,2
Moyenne	2,1	57,5	55,4	6,5	70,8	64,2
Épinette de Norvège - Caplan 85 ¹						
1- T	3,8	38,2	34,4	5,9	44,0	38,0
2- F	3,9	40,5	36,6	5,9	42,8	36,9
3- E ₁	4,0	34,0	29,8	5,6	29,4	23,8
4- E ₂	4,1	36,4	32,3	6,3	31,3	25,1
5- E ₁ F	3,9	33,0	29,1	6,5	32,3	25,7
6- E ₂ F	4,0	36,8	32,8	6,6	40,9	34,3
Moyenne	4,0	36,4	32,4	6,2	37,0	30,9

¹ Pour le dispositif de Caplan 85, les données du D₈ et AD₈ sont présentées à la place de celles du D₁₀ et AD₁₀ car ces dernières ne sont pas disponibles.

présentent des différences de hauteur qui se sont accrues depuis la plantation. Ceci laisse présager des rendements supérieurs avec les grands plants en fin de rotation, tels que démontrés dans le tableau 15.

L'utilisation des tables de rendement est recommandée pour des plantations dont le taux de survie est généralement supérieur à 75 %. Ce qui n'est pas le cas pour les plantations d'épinette blanche avec la classe de plants (15-35 cm) à Villeroy 83 et Caplan 83 dans lesquelles les taux de survie atteignent environ 40 % ; ainsi, le volume total prévu à 50 ans est surestimé dans ces deux plantations.

Afin de faire ressortir et de comparer la performance des plantations après 10 ans, le tableau 16 qui suit, reproduit pour les plants témoins, le taux de survie, la hauteur moyenne totale ainsi que la hauteur cumulative (m/ha). Cette dernière représente la somme des 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 dix ans. Ainsi, la hauteur cumulative fait ressortir que les grands plants montrent, sauf une exception (-5,6 %), une performance supérieure variant de 12,5 à 173,7 %.

La figure 1 fait ressortir, pour les plants témoins de chaque essence et classe de plants et dans chaque dispositif, l'évolution des hauteurs initiale, quinquennale et décennale. Elle permet en outre de mieux visualiser les performances supérieures des grands plants au point de vue de la croissance en hauteur, après 10 ans de plantation. La différence serait encore plus grande s'il n'y avait pas eu de dégagements systématiques qui ont favorisés beaucoup plus les plants conventionnels.

Il est bon de rappeler que les faibles taux de survie des plants conventionnels (15-35 cm) d'épinette blanche dans les deux dispositifs (Villeroy 83 et Caplan 83) ainsi que pour ceux d'épinette noire < 36 cm à Villeroy, ont été affectés par des

Tableau 15. Indice de qualité de station et rendements prévus en volume total

Dispositif	Essence	Classe de plants	Âge ¹ total (ans)	Hauteur ² dominante (m)	IQS ³ (m)	VT ⁴ (m ³ /ha)
Villeroy 83	EPB	15-35 cm	14	2,22	4,8	87,97
		> 36 cm	16	3,18	5,7	116,74
	EPN	15-35 cm	14	3,69	8,8	151,4
		> 36 cm	16	4,02	7,7	130,39
Caplan 83	EPB	15-35 cm	14	2,79	6,0	127,45
		> 36 cm	16	3,38	6,0	128,52
	EPN	15-35 cm	14	3,36	8,0	136,75
		> 36 cm	16	4,28	8,2	141,22
Caplan 84	EPN	15-35 cm	13	3,63	9,8	160,53
	EPN	> 36 cm	15	4,59	9,8	160,75
Caplan 85	EPØ	15-35 cm	14	3,61	8,3	294,74
	EPØ	> 36 cm	14	3,89	8,7	311,22

¹ Âge total : âge total en années des arbres depuis leur ensemencement.

² Hauteur dominante : hauteur moyenne en mètres des arbres dominants.

³ IQS : indice de qualité de station exprimé par la hauteur moyenne dominante en mètres à l'âge de 25 ans, selon Guy Prégent (communication personnelle).

⁴ VT : volume total exprimé en m³/ha. Les tables consultées donne le VT à 50 ans pour EPB et EPØ et à 35 ans pour EPN, selon Guy Prégent (communication personnelle).

causes extérieures aux traitements expérimentaux. L'effet de ces derniers a ainsi été masqué par les dommages subis à la suite du gel et de l'accumulation d'eau.

Discussion

Dans l'ensemble, pour les trois essences testées, les grands plants ont démontré des performances supérieures à celles des plants conventionnels, tant pour les taux de survie que pour la croissance en hauteur, obtenus après dix ans.

Ces résultats se comparent à ceux de NIENSTAEDT (1981), qui a obtenu avec des semis (2-2) d'épinette blanche d'une hauteur moyenne de 47,0 cm à la plantation des augmentations de croissances supérieures de 30 % par rapport à celle de plants (2-2) de 20 cm, après 18 ans en plantation. Des essais avec des grands plants de douglas (NEWTON *et al.* 1993, STROTHMANN 1980) démontrent que les taux de survie et la croissance ont été meilleurs pour les plants de fortes dimensions et que ces derniers étaient favorisés par rapport à la compétition.

D'ailleurs, CHAMPS (1978) fait ressortir l'importance d'une croissance maximale dès les premières années de la vie d'une plantation, qui conditionne sa production future. C'est

à la plantation et dans les années qui suivent qu'il faut tout mettre en oeuvre pour la réussir ; le temps perdu à ce moment-là, sous forme de hauteur moyenne, ne se rattrape que très difficilement.

Dans tous les dispositifs, les traitements d'élagage ont eu des effets négatifs et très significatifs sur les taux de survie et les croissances en hauteur et en diamètre, dans les deux classes de plants utilisés. Les arbres témoins sont en moyenne plus grands et ont de plus gros diamètres que les arbres élagués ; il est donc préférable de ne pas élaguer les plants.

L'effet de la fertilisation n'est pas constant mais, dans l'ensemble, même si son effet n'est pas toujours significatif, elle montre une tendance à réduire les taux de survie et de croissance en hauteur et en diamètre. Dans quelques cas, la fertilisation n'a pas eu le même effet dans les deux classes de hauteur. Il en ressort que la fertilisation au moment de la plantation est une méthode coûteuse et souvent inefficace. Comme l'a démontré BROCKLEY (1988), l'application d'engrais solubles au moment de la plantation réduit les taux de survie et n'améliore pas la croissance initiale en plantation des semis d'épinette blanche en plantation. De plus, les dimensions initiales ont peu d'effet sur la réaction à la fertilisation.

Tableau 16. Taux de survie, hauteur moyenne et hauteur cumulative après 10 ans de plantation

Dispositif	Essence	Classe de plants	TS 10 %	H ₀		H ₁₀		Hauteur cumulative	
				cm	diff.	cm	diff.	(m/ha)	diff. %
Villeroy 83	EPB	15-35 cm	41,7	27,4		162,6		1 695,1	
		> 36 cm	83,3	42,3	14,9	222,8	60,2	4 639,8	173,7
Caplan 83	EPB	15-35 cm	36,7	23,2		248,2		2 277,2	
		> 36 cm	90,0	42,9	19,7	263,4	15,2	5 926,5	160,3
Villeroy 83	EPN	15-35 cm	80,0	37,2		276,9		5 538,0	
		> 36 cm	66,7	54,1	16,9	313,6	36,7	5 229,3	- 5,6
Caplan 83	EPN	15-35 cm	91,7	23,8		266,4		6 107,2	
		> 36 cm	80,0	47,6	23,8	343,4	77,0	6 868,0	12,5
Caplan 84	EPN	15-35 cm	68,3	18,7		286,8		4 897,1	
		> 36 cm	94,9	68,2	49,5	371,2	84,4	8 806,7	79,8
Caplan 85	EPØ	15-35 cm	90,0	26,9		246,4		5 544,0	
		> 36 cm	90,0	47,4	20,5	280,8	34,4	6 318,0	14,0

Conclusion

Au moment de la plantation, les traitements d'élagage complet ou partiel ainsi que la fertilisation sont à proscrire parce que leur effet est négatif tant sur la survie que sur la croissance en hauteur et en diamètre des plants.

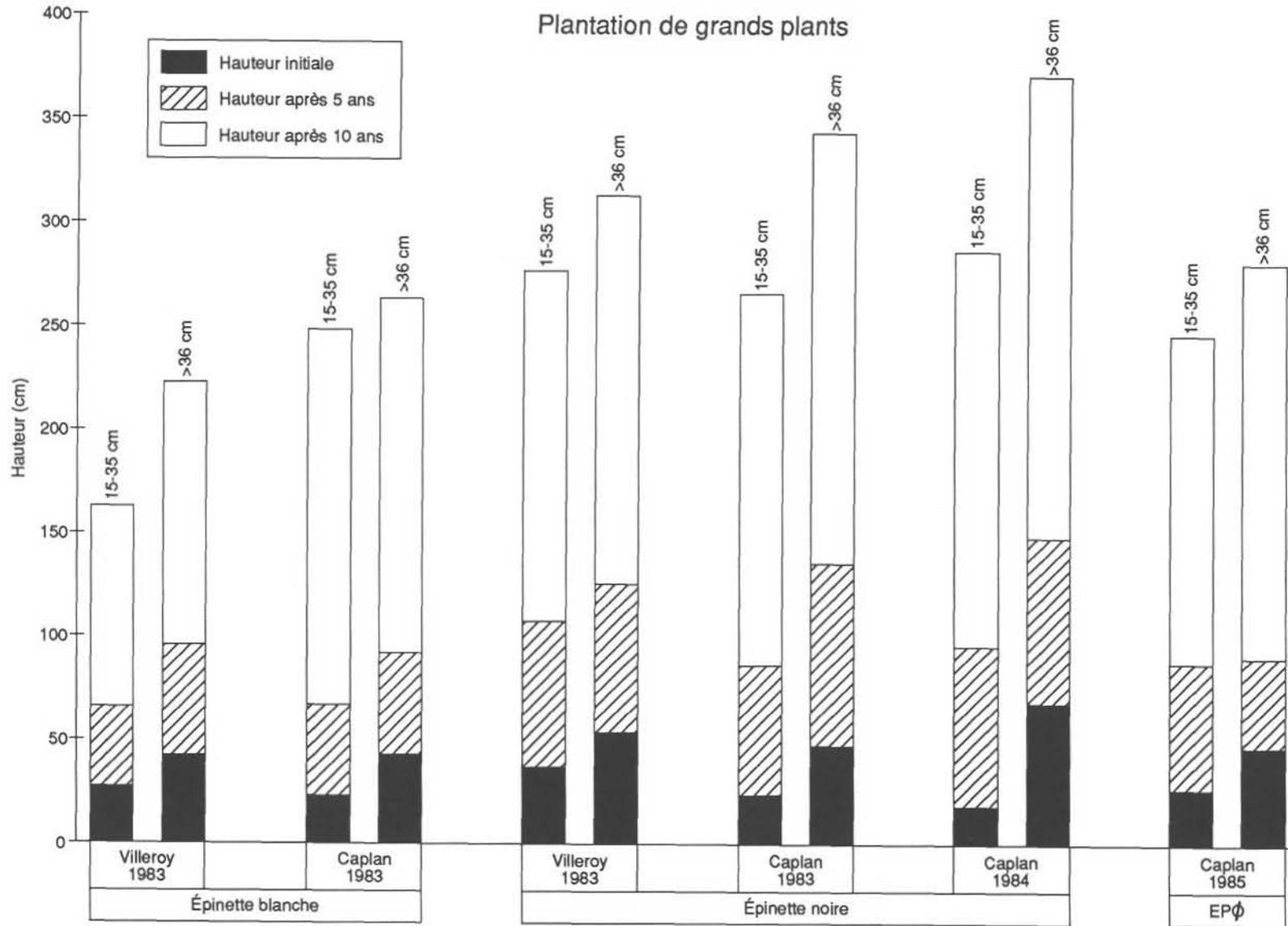
Les performances des grands plants en plantation démontrent qu'ils ont un potentiel dans le reboisement, particulièrement sur les sites où l'on prévoit des problèmes de compétition avec des espèces non désirées.

Pour les essences testées, les taux de survie sont comparables entre les plants conventionnels et les grands plants ; les échecs observés ont été causés par un gel tardif ou des accumulations d'eau dues à une mauvaise préparation de terrain.

Cependant, les croissances en hauteur et en diamètre des grands plants sont toujours supérieures et les différences en hauteur et en diamètre entre les classes de plants au

moment de la plantation s'accroissent avec l'âge de la plantation et la qualité de station. Ceci laisse présager des rendements supérieurs pour les plantations de grands plants. Même s'il est impossible, en l'absence de références sur une très longue période, de dire ce que seront ces différences à 50 ans, il y a fort à parier que ce qui est acquis après 10 ans de plantation demeure et même que les écarts se creusent encore.

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. Parce qu'avec des plants qui réussissent très tôt à dominer la compétition et qui deviendraient libres de croître, il serait possible de diminuer et même d'éliminer l'utilisation des phytocides chimiques ou les dégagements mécaniques. C'est l'objectif d'investigation poursuivie depuis 1988 dans le cadre du projet de recherche en plantation avec les premières productions de plants de fortes dimensions (PFD).



Hauteurs moyennes initiale, quinquennale et décennale des plants témoins.

Remerciements

Les auteurs tiennent d'abord à remercier le personnel de l'Unité de gestion de la Baie-des-Chaleurs pour sa collaboration aux travaux de plantation et d'entretien. Nous nous devons également d'adresser des remerciements à M. Hervé Lortie, du Service de l'amélioration des arbres, pour son assistance technique lors de toutes les phases de réalisation de ce projet. Nous remercions de plus le personnel de la section biométrie de la Direction de la recherche forestière, plus particulièrement monsieur Steeve Méthot et madame Lise Charette, pour la rigueur apportée aux analyses statistiques. Nous désirons souligner la collaboration de monsieur Guy Prigent, du Service de l'amélioration des arbres, pour les calculs des valeurs estimées des rendements des plantations.

Nous profitons de l'occasion pour mentionner le travail de madame Nathalie Langlois pour la dactylographie du texte et de monsieur Fabien Caron, qui a assuré la révision du manuscrit et réalisé son édition. Enfin, nos remerciements s'adressent aux évaluateurs de cette publication pour leurs corrections et suggestions visant à améliorer le contenu, et à monsieur Robert Jobidon pour la traduction du résumé.

Références bibliographiques

- BOLGHARI, H.A. et V. BERTRAND, 1984. *Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec*. Min. Énergie et Ressources, Serv. rech., Mémoire n° 79. 392 p.
- 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, Arnef, Inform. Forêt n° 2, fasc. 103 : 55-62.
- DORAI, 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.
- 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.
- NILNSTAEDT, H., 1981. *Super spruce seedlings continue superior growth for 18 years*. USDA, Forest Service, North Central Exp. St., Res. Note NC-265. 4 p.
- PRÉSENT, G., V. BERTRAND et L. CHARETTE, 1996. *Tables préliminaires de rendement pour les plantations d'épinette noire au Québec*. Gouv. Québec, Min. Ress. nat., Dir. rech. for. Mémoire de rech. for. n° 118. 78 p.
- 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.
- VEILLEUX, J.-M. et Y. LÉVESQUE, 1993. *Les plants de fortes dimensions, une alternative de lutte contre la végétation concurrente*. Gouv. Québec, Min. Forêts, Dir. rech. [Texte d'une conférence au Carrefour 93 de la recherche forestière, 17 novembre 19 p.]

ERRATA

Page 4	Tableau 6	Caplan 84	> 36 cm		
Page 4	Tableau 7	Caplan 85	> 36 cm		
Page 9	Tableau 14	Épinette noire...5- E ₁ F... 6- E ₂ F...	56,2 55,9	43,7 47,5	
Page 10	"	... Caplan 84	2- F...	81,0	74,9

RN96-3094

ISBN 2-550-30678-3

ISSN 0834-4833

Dépôt légal 1996

Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 1996 Gouvernement du Québec



Gouvernement du Québec
**Ministère des Ressources
naturelles**