

**Expérimentation de coupes de grande superficie
pour régénérer le sapin baumier de l'île Anticosti
en présence de densités élevées de cerfs**

Rapport

réalisé par

Jean-David Moore¹

David Pothier¹

et

François Potvin²

projet n° 0312-4660 de la Direction de la recherche forestière

Ministère des Ressources naturelles

juin 2000

¹ Direction de la recherche forestière, Forêt Québec, min. des Ressources naturelles du Québec, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy, Québec, Canada, G1P 3W8.

² Direction de la recherche sur la faune, Société de la faune et des parcs du Québec, 675 boul. René-Lévesque est, Québec, Québec, Canada, G1R 5V7.

Résumé

La population de cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus* Boddaert) de l'île d'Anticosti est estimée à plus de 120 000, soit une densité de plus de 15 cerfs/km². À cette densité, le broutement intensif du cerf limite grandement le développement de la régénération du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.). Dans ce contexte, des coupes de grande superficie ont été appliquées dans l'espoir que le centre de ces coupes pourra se soustraire à l'action du cerf. La régénération de sept blocs de 3 km², ayant subi une coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS) en 1995 et 1996, a été suivie à l'aide de dispositifs comprenant des aires clôturées et des semis marqués.

Avant les coupes, la régénération du sapin baumier était abondante (170 000 semis/ha) et bien distribuée (coefficient de distribution de la régénération = 94 %). Cependant, la hauteur des semis était alors généralement inférieure à 5 cm. Un an après les coupes de 1995, le nombre de semis de sapin a diminué de 84 %, ce qui est entièrement imputable à l'application de la CPRS. Au cours des deux années suivantes, le cerf est responsable d'une baisse additionnelle de 9 % du nombre de semis de sapin. Le broutement sélectif du cerf a bouleversé la succession naturelle des sapinières dont la régénération, dominée antérieurement par le sapin, est maintenant dominée par l'épinette blanche (*Picea glauca* (Moench) Voss). La distance de la coupe par rapport à la bordure forestière n'a pas influencé le broutement du cerf et même le centre de la coupe a été affecté. Finalement, les débris ligneux laissés au sol lors des coupes ne semblent pas avoir eu jusqu'à maintenant d'effet protecteur envers les semis de sapin. Nous concluons qu'après trois ans, la coupe de grande superficie n'a pas empêché le broutement du cerf de compromettre l'avenir du sapin sur l'île d'Anticosti.

Table des matières

Résumé	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des figures.....	v
1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes	2
2.1. Aire d'étude.....	2
2.2. Les dispositifs expérimentaux.....	2
2.2.1. Le dispositif des exclos	2
2.2.2. Le dispositif des semis marqués	7
2.3. L'analyse statistique	7
3. Résultats et discussion.....	9
3.1. Statut initial du peuplement dans le dispositif des exclos	9
3.2. Effet de la saison et de l'année de coupe sur les semis	9
3.3. Effet de la coupe sur les semis	9
3.4. Impact du broutement du cerf sur la régénération en sapin après les CPRS	15
3.5. Effet de la distance de la coupe sur le broutement des semis de sapin par le cerf	24
3.6. Effet des débris de coupe sur les semis	24
3.7. Effet de la surface terrière initiale sur le nombre de semis de sapin avant les CPRS	27
4. L'avenir du cerf à Anticosti et les recommandations d'aménagement	32
4.1. L'avenir du cerf à Anticosti	32
4.2. La mise en place d'exclos	33
4.3. Autres techniques de coupes	33
4.4. Augmentation du prélèvement du cerf et introduction de prédateurs	34
5. Conclusion.....	35
Références citées	36

Liste des tableaux

Tableau 1. Description des blocs expérimentaux.....	4
Tableau 2. Surface terrière marchande avant les CPRS de 1995 et 1996.....	10
Tableau 3. Nombre de semis/ha avant les CPRS de 1995 et 1996.....	11
Tableau 4. Coefficient de distribution de la régénération avant les CPRS de 1995 et 1996.....	12
Tableau 5a. Effet des CPRS de 1995 et du broutement du cerf sur la densité des semis.	16
Tableau 5b. Effet des CPRS de 1996 et du broutement du cerf sur la densité des semis.	17
Tableau 6a. Effet des CPRS de 1995 et du broutement du cerf sur le coefficient de distribution de la régénération.	21
Tableau 6b. Effet des CPRS de 1996 et du broutement du cerf sur le coefficient de distribution de la régénération.	22
Tableau 7. Relation entre les caractéristiques des débris ligneux et le nombre de semis de sapin à l'hectare trois ans après les coupes de 1995.....	28
Tableau 8. Comparaison du nombre de semis de sapin à l'hectare dans les parcelles non clôturées, dégagées et des exclos un an après les coupes de 1996.....	29

Liste des figures

Figure 1. Localisation de l'île d'Anticosti.....	3
Figure 2. Localisation des sept blocs de 3 km ² coupés dans des sapinières en 1995 et 1996. En 1997, un chablis a forcé l'agrandissement du bloc H à 9,8 km ² alors que les blocs C et D ont dû être fusionnés et augmentés à 10 km ²	5
Figure 3. Nombre de semis/ha de sapin avant et un an après les CPRS dans les parcelles non clôturées de 1995. Les semis d'une hauteur supérieure à 30 cm ne sont pas présentés étant donné leur quantité négligeable (< 200 semis/ha). Les paires d'histogrammes ayant des lettres différentes sont significativement différentes ($P = 0,05$) selon le test de Student. Les barres représentent l'erreur type.....	13
Figure 4. Coefficient de distribution des semis de sapin avant et un an après les CPRS dans les parcelles non clôturées de 1995. Les paires d'histogrammes ayant des lettres différentes sont significativement différentes ($P = 0,05$) selon le test de Student. Les barres représentent l'erreur type.....	14
Figure 5. Évolution du nombre de semis de sapin à l'hectare dans les parcelles clôturées et non clôturées des CPRS de 1995.....	18
Figure 6. Évolution du coefficient de distribution des semis de sapin (A) et d'épinette blanche (B) dans les parcelles clôturées et non clôturées des CPRS de 1995.....	20
Figure 7. Proportion de sapin et d'épinette blanche un an et trois ans après les CPRS de 1995.	23
Figure 8. Nombre de semis de sapin à l'hectare selon l'éloignement de la bordure forestière trois ans après les coupes de 1995 (A) et deux ans après les coupes de 1996 (B). Note: N = nombre de semis/ha, D = distance de la bordure.....	25
Figure 9. Taux de broutement mensuel des semis de sapin marqués selon l'éloignement de la bordure forestière dans cinq blocs coupés en 1995 et 1996.....	26
Figure 10. Nombre de semis de sapin à l'hectare en fonction de la surface terrière en sapin (A) et de la surface terrière totale (B) avant les coupes de 1995 et 1996.....	30

1. Introduction

Au début du siècle, 220 cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus* Boddaert) ont été introduits sur l'île d'Anticosti (Newsom 1937). Depuis ce temps, le nombre de cerfs est passé à plus de 120 000, soit une densité d'environ 15 cerfs/km² (Potvin et al. 1991). Le grand nombre de cerfs sur cette île est le résultat de l'absence de prédateurs naturels et d'un climat relativement favorable. Le broutement intensif des cerfs limite le développement de la régénération du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) (Potvin et al. 2000). Le broutement du cerf a souvent été mis en cause pour les problèmes de régénération rencontrés dans certaines forêts mixtes et feuillues du Nord-Est américain (Frontz 1930; Graham 1952; Grisez 1959; Beals 1960; Shafer et al. 1961; Tierson et al. 1966; Jordan 1967; Marquis 1974; Anderson et Loucks 1979; Frelich et Lorimer 1985; Alverson et al. 1988; Tilghman 1989; Trumbull et al. 1989; Waller et al. 1996). Cependant, mis à part certains travaux réalisés à l'île d'Anticosti (Pimlott 1954; Lachance 1958; Pimlott 1963; Potvin et Breton 1992), aucun n'a mentionné cette problématique en forêt boréale.

C'est ainsi qu'à l'île d'Anticosti, on appréhende une disparition quasi complète des sapinières existantes dans une cinquantaine d'années (Potvin et al. 2000). Ce phénomène pourrait se traduire par une baisse de la population de cerfs de plus de la moitié. Cependant, il est possible que des coupes de grande superficie puissent améliorer la survie de la régénération du sapin. En effet, même si l'on constate généralement une augmentation du broutement du cerf à la suite de coupes forestières (Monthey 1984; Wentworth et al. 1990; Ford et al. 1993), cet effet a tendance à diminuer lorsque l'on s'éloigne de la bordure de la coupe (Drolet 1978; Williamson et Hirth 1985). Ainsi, le centre de la coupe pourrait être épargné du broutement du cerf, ce qui permettrait à la régénération de sapin de se développer. Pour vérifier cette hypothèse, une étude a été entreprise dans différents blocs de coupe réalisés en 1995 et 1996. À notre connaissance, il s'agit de la première étude traitant de l'utilisation de coupes de grande superficie dans le but de diminuer le broutement du cerf de Virginie en forêt boréale.

2. Matériel et méthodes

2.1. Aire d'étude

L'île d'Anticosti (49° 30' N, 63° 00' O) est située dans le golfe St-Laurent et couvre une superficie de 7943 km² (Figure 1). Elle s'étend sur une longueur de 220 km et une largeur maximale de 56 km. On y retrouve une topographie peu accidentée et une élévation moyenne de 126 m. La région est caractérisée par un climat maritime subboréal, avec des étés frais, des hivers relativement doux et une température annuelle moyenne est de 1,5 °C (Huot 1982). Les précipitations annuelles moyennes sont de 900 mm dont 280 sont sous forme de neige. On retrouve de la neige au sol six mois par année et son épaisseur excède 50 cm durant 72 jours en moyenne (Potvin et al. 1992). La forêt de l'île d'Anticosti se compose principalement de peuplements d'épinettes blanches (*Picea glauca* (Moench) Voss), de sapins baumiers et d'épinettes noires (*Picea mariana* (Mill.) BSP). On y retrouve aussi le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.), le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.), le peuplier baumier (*Populus balsamifera* L.) et le mélèze laricin (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch) distribués plus sporadiquement. La strate arbustive est pratiquement absente étant donné le broutement du cerf (Potvin et Breton 1992). Les coupes forestières, le feu et les épidémies d'insectes ont affecté un peu plus du tiers de la superficie de l'île au cours des 45 dernières années (Potvin 1992). Ces perturbations ont produit une mosaïque de forêts de composition, de taille et d'âge variables. Même si l'île d'Anticosti constitue la limite nord de l'aire de répartition du cerf de Virginie dans l'est de l'Amérique du Nord (Tremblay 1981; Huot 1982), la densité de cerf du secteur d'étude a été estimée 14 cerfs/km² durant l'hiver 1999-2000 (données non publiées).

2.2. Les dispositifs expérimentaux

2.2.1. Le dispositif des exclos

En 1995 et 1996, sept blocs de forêts de 3 km² chacun ont été déboisés par une coupe de protection de la régénération et des sols (CPRS) (Tableau 1; Figure 2). De plus, dans le but de vérifier si le broutement du cerf pouvait différer en fonction de la saison de coupe, des CPRS d'été et d'automne ont été appliquées à ces blocs. Les blocs ont été

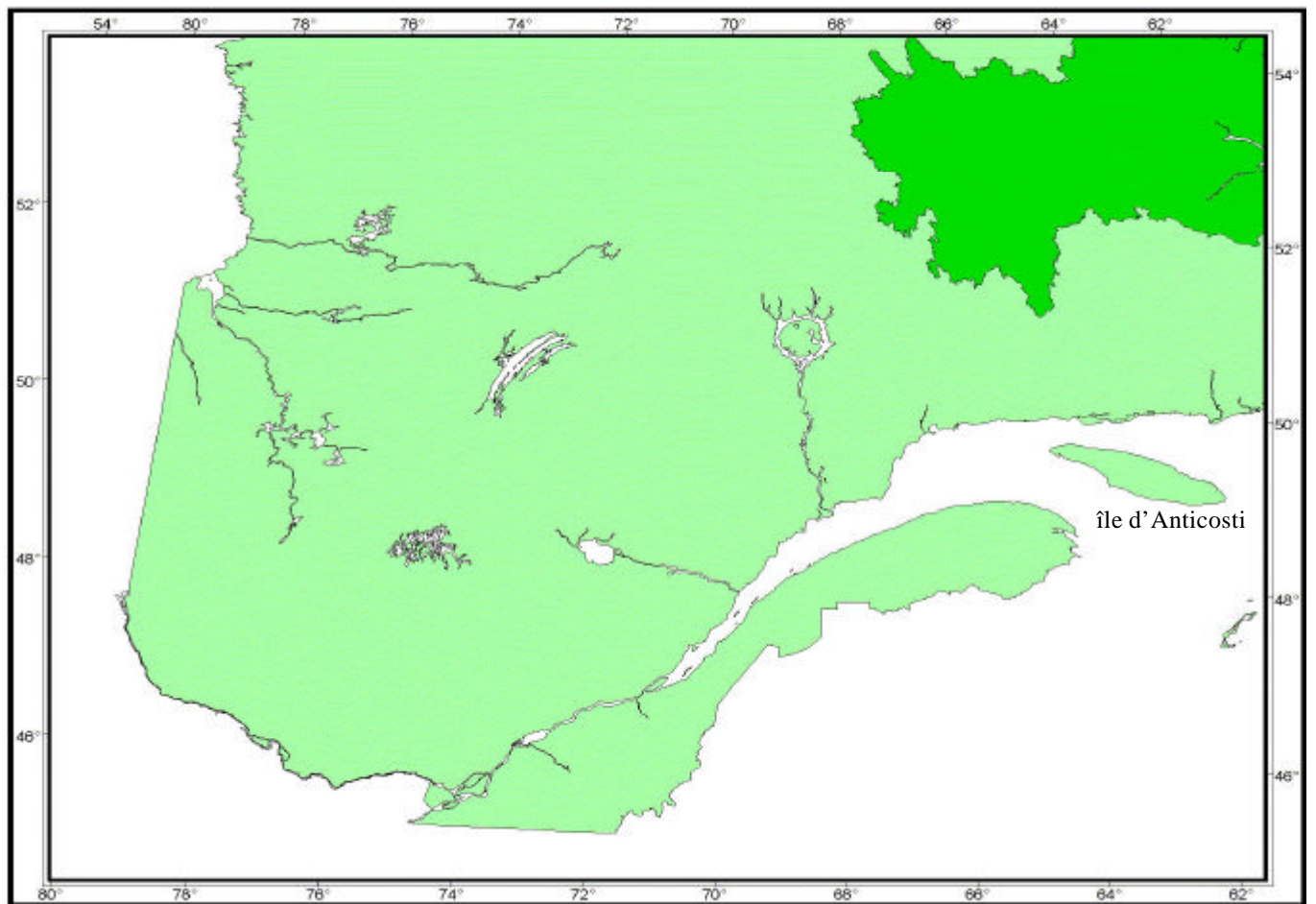


Figure 1. Localisation de l'île d'Anticosti.

Tableau 1. Description des blocs expérimentaux.

Bloc	Superficie (km ²)	Nombre de paires de parcelles par bloc	Traitement	Date de la CPRS	Dates des inventaires avant et après CPRS	Exclusions (îlots de forêt résiduelle) (%)
B	3	9	Coupe d'été	Juillet à octobre 1995	Juin-juillet 1995 Septembre-octobre 1996 Juin 1998	22
E	3	8	Coupe d'été	Juillet à octobre 1995	Juin à octobre 1995 Septembre-octobre 1996 Juin 1998	20
F	3	9	Coupe d'été	Juin à septembre 1996	Juin 1996 Septembre 1997 Juin-août 1998	0
A	3	9	Coupe d'automne	Octobre à novembre 1995	Septembre-octobre 1995 Août-septembre 1996 Mai-juin 1998	0
C + D	10	10	Coupes d'été (C) ou d'automne (D)	C : juin à octobre 1996 D : août à novembre 1996 Coupe de récupération en périphérie en 1997	Juin-juillet (C), septembre (D) 1996 Septembre 1997 Juin 1998	15
H	9,8	7	Coupe d'automne	Août à novembre 1996 Coupe de récupération en périphérie en 1997	Septembre 1996 Septembre 1997 Juin 1998	0

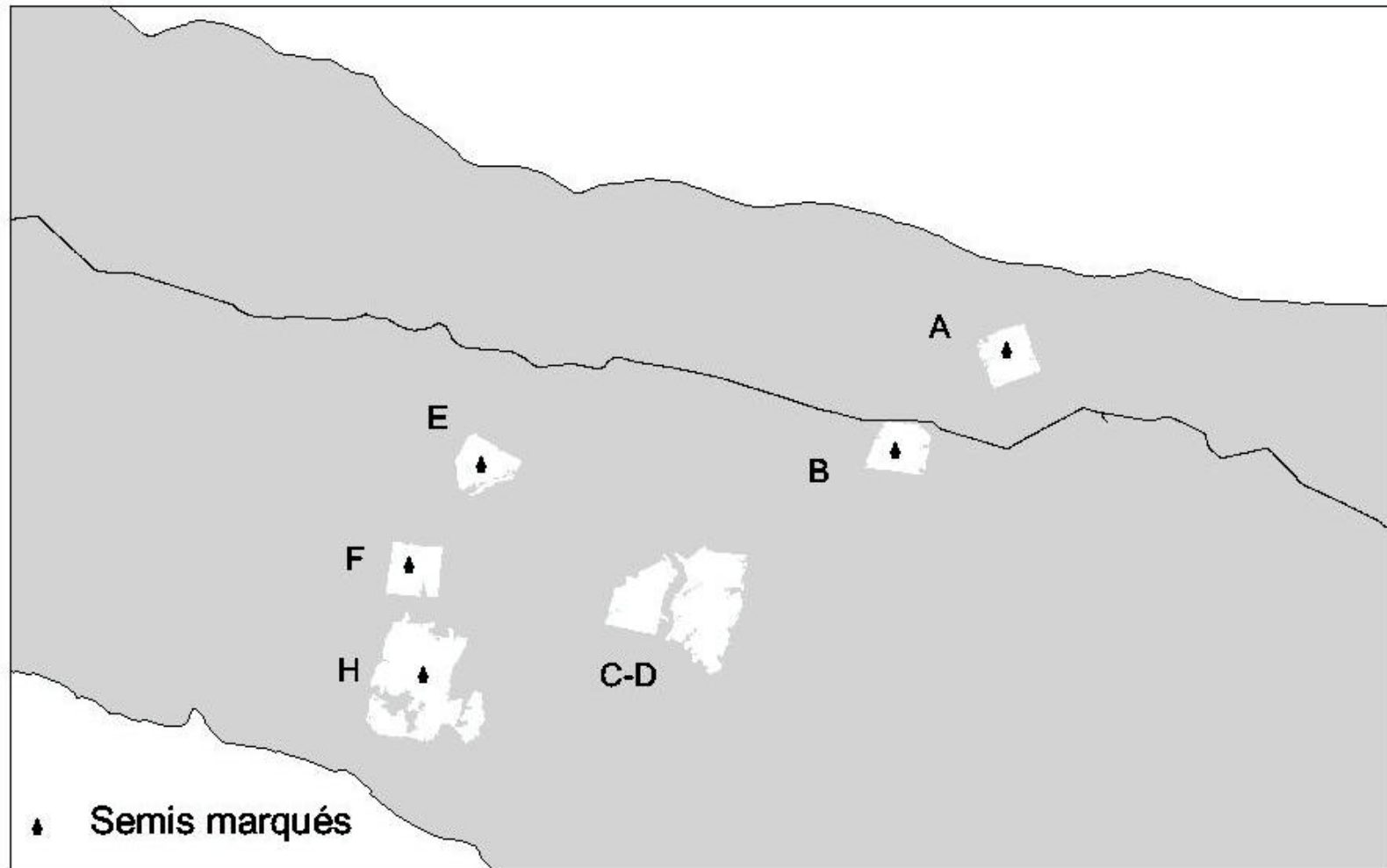


Figure 2. Localisation des sept blocs de 3 km² coupés dans des sapinières en 1995 et 1996. En 1997, un chablis a forcé l'agrandissement du bloc H à 9,8 km² alors que les blocs C et D ont dû être fusionnés et augmentés à 10 km².

sélectionnés parce qu'ils étaient principalement dominés par le sapin baumier dont l'âge dépassait 70 ans. Tous les blocs sont sur sites mésiques. La récolte des tiges a été effectuée à l'aide d'abatteuses à tête multifonctionnelle et le débardage à l'aide de porteurs. L'utilisation de ce type d'abatteuse visait à maximiser la protection de la régénération préétablie et à permettre la distribution des déchets de coupe sur l'ensemble de l'aire de coupe. Dans chacun de ces blocs, de cinq à neuf aires d'échantillonnage ont été établies avant les coupes. Ces aires d'échantillonnage étaient composées de deux superficies circulaires d'environ 80 m² contenant chacune 10 placettes échantillons circulaires de 4 m². Les aires d'échantillonnage ont été localisées à l'aide d'un système de positionnement par satellite (GPS) afin de pouvoir les retrouver après l'application des CPRS. Leur distance respective après la coupe a été mesurée par rapport à la bordure forestière. Immédiatement après les CPRS, une clôture de 2,4 m de hauteur a été placée autour de l'une des deux superficies circulaires (exclos) de façon à empêcher le cerf d'y pénétrer alors que l'autre superficie restait accessible aux cerfs (non clôturée).

Les placettes ont été inventoriées avant la coupe de façon à déterminer le nombre de semis de chaque espèce par classe de hauteur de même que le coefficient de distribution de la régénération. Les classes de hauteur considérées sont: 1) les semis de moins de 5 cm de hauteur, 2) les semis de 5 à 30 cm et 3) les semis plus grands que 30 cm. De plus, la surface terrière avant la coupe a été estimée à l'aide d'un prisme de facteur deux dans chacune des parcelles. Un inventaire de la régénération a également été réalisé un an après la coupe, soit en 1996 ou 1997, selon l'année des CPRS, et en 1998 dans chacun des blocs, soit deux ou trois ans après la coupe. Au cours de cet inventaire, l'épaisseur, la hauteur, le pourcentage de recouvrement des débris ligneux et le pourcentage d'obstacle au sol ont aussi été estimés. De plus, puisque les déchets de coupe masquaient souvent la présence de semis, une troisième superficie circulaire établie avant la CPRS a été inventoriée en enlevant systématiquement les déchets de coupe des placettes de régénération. Par souci de conservation de l'intégrité du milieu, ce décompte ne pouvait être réalisé dans les placettes établies pour un suivi à long terme.

Une caractéristique propre à certains blocs de coupe est la présence de zones d'exclusion sous forme d'îlots de forêt résiduelle qui n'ont pu être exploitées pour diverses raisons (Tableau 1). La proximité de ces îlots a été prise en compte lors des analyses statistiques cherchant à déterminer l'impact de la distance de la bordure de coupe sur le broutement du cerf. Par ailleurs, en décembre 1996, la bordure de trois blocs a été affectée par un chablis. Une coupe de récupération a donc été effectuée autour de ces blocs, ce qui a eu pour effet d'agrandir et de fusionner les blocs C et D (10 km² au total) et d'agrandir le bloc H (9,8 km²).

2.2.2. Le dispositif des semis marqués

Étant donné la présence d'une grande quantité de débris ligneux au sol et leur possible interférence sur le dénombrement de la régénération, un dispositif de semis dégagés et marqués a été établi après les CPRS. Le suivi de 1250 semis a été réalisé dans cinq des blocs coupés (Figure 2). Les semis choisis avaient de 2 à 5 cm de hauteur, ne montraient aucun signe de broutement antérieur et n'étaient pas ramifiés. De plus, ils ont été localisés au centre de placettes circulaires de 40 cm de rayon exemptes de débris ligneux et ont été identifiés par une tige de verre numérotée. Une distance d'environ 30 m séparait ces placettes le long de transects qui s'étendaient sur un peu plus de 800 m, en partant du centre vers la bordure de la coupe. Chaque semis a été examiné de mai à novembre durant les années 1996 à 1999 selon des intervalles de prise de mesure variant de deux à quatre semaines. Les semis ont été classifiés comme 1) vivant et non brouté, 2) mort (desséché), 3) brouté ou 4) disparu. Les semis disparus ont par la suite été considérés comme broutés car nous assumons qu'ils ont été arrachés par le cerf.

2.3. L'analyse statistique

La vérification de l'impact du cerf sur la régénération (nombre de semis/ha et coefficient de distribution) a été effectuée en utilisant des analyses de variance en mesures répétées. Des contrastes polynomiaux orthogonaux ont été utilisés pour évaluer l'effet de la saison et de l'année de coupe sur la régénération. Ces

analyses ont été réalisées en prenant l'année pré-traitement comme covariable. Une analyse de régression a été utilisée pour évaluer l'effet de l'éloignement de la bordure forestière sur le broutement du cerf. Ce type d'analyse a également servi à vérifier l'impact des débris ligneux sur les semis et le broutement des semis par le cerf ainsi que pour évaluer l'effet de la surface terrière sur le nombre de semis avant la coupe. L'évaluation du choc de déboisement sur les semis a été faite à l'aide d'un test de Student sur la différence du nombre de semis et du coefficient de distribution de la régénération avant et après la coupe. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du progiciel SAS (SAS Institute Inc. 1989).

3. Résultats et discussion

3.1. Statut initial du peuplement dans le dispositif des exclos

Le secteur d'étude était constitué, avant les coupes, d'une sapinière à maturité (> 70 ans). La surface terrière marchande moyenne était de 30,8 m²/ha principalement composée de sapins (23,0 m²/ha) et d'épinettes blanches (4,6 m²/ha) (Tableau 2). La densité et le coefficient de distribution des semis de sapin étaient respectivement de 190 000 semis/ha et 95 %, alors que dans le cas de l'épinette blanche ces valeurs s'élevaient à 22 000 semis/ha et 83 % (Tableaux 3 et 4). Ces chiffres indiquent donc que la régénération préétablie des blocs d'étude était largement dominée par le sapin baumier et qu'en des circonstances normales, une sapinière devrait succéder à la sapinière de départ.

3.2. Effet de la saison et de l'année de coupe sur les semis

L'analyse des contrastes indique qu'il n'y a pas d'effet de la saison ($P = 0,288$) ni de l'année ($P = 0,766$) sur le nombre de semis/ha. Par conséquent, les deux saisons ont été regroupées pour les analyses subséquentes. Cependant, étant donné le nombre inégal de blocs, les deux années de coupe ont été traitées séparément.

3.3. Effet de la coupe sur les semis

Selon l'inventaire de la régénération réalisé un an après les CPRS dans les parcelles non clôturées, ce type d'intervention a causé une baisse significative du nombre total de semis de sapin (-84 %) ($P < 0,001$; Figure 3) et celle du coefficient de distribution total de cette espèce (-33 %) ($P < 0,001$; Figure 4). De plus, étant donné la présence de débris de coupe dans les parcelles et la possible interférence de ces débris dans le décompte des semis, l'influence réelle des CPRS sur les semis a été mesurée dans des parcelles dégagées de leur débris. Dans ces parcelles dégagées, on constate des baisses similaires à celles rencontrées dans les parcelles non clôturées. Ces fortes baisses sont semblables aux plus fortes valeurs obtenues par Frisque et al. (1978), qui ont

Tableau 2. Surface terrière marchande avant les CPRS de 1995 et 1996.

Bloc	N	Surface terrière (m ² /ha)					totale
		Sab	Epb	Epn	Bop	Pet	
A	36	25,0	3,6	0,2	1,1	0,1	30,1
B	36	22,2	2,6	1,8	1,7	0,0	28,2
C	20	27,7	1,8	0,6	1,3	0,3	31,7
D	20	27,6	2,4	1,0	0,8	0,4	32,2
E	36	17,0	4,3	4,0	0,7	0,7	27,2
F	36	19,1	10,1	0,9	1,2	1,3	32,6
H	36	22,4	7,6	2,3	1,3	0,0	33,6
Moyenne		23,0	4,6	1,5	1,1	0,4	30,8

Note: N, nombre de points de prisme ayant servi à estimer la surface terrière. Sab, sapin baumier; Epb, épinette blanche; Epn, épinette noire; Bop, bouleau à papier; Pet, peuplier faux-tremble.

Tableau 3. Nombre de semis/ha avant les CPRS de 1995 et 1996.

Bloc	N	Essence	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)			Global
			< 5	5-30	> 30	
A	18	Bop	3514	319	0	3833
	18	Epb	16722	11472	1333	29528
	18	Epn	83	347	569	1000
	18	Pet	0	0	0	0
	18	Sab	101708	12097	42	113847
			<i>Toutes essences</i>	<i>122027</i>	<i>24235</i>	<i>1944</i>
B	18	Bop	3167	264	0	3431
	18	Epb	10125	7361	3056	20542
	18	Epn	153	1056	2986	4194
	18	Pet	0	0	0	0
	18	Sab	137333	13417	56	150806
			<i>Toutes essences</i>	<i>150778</i>	<i>22098</i>	<i>6098</i>
C	10	Bop	6125	1425	0	7550
	10	Epb	13400	5825	1225	20450
	10	Epn	50	250	525	825
	10	Pet	0	625	0	625
	10	Sab	332975	26650	175	359800
			<i>Toutes essences</i>	<i>352550</i>	<i>34775</i>	<i>1925</i>
D	10	Bop	1625	50	0	1675
	10	Epb	9025	8850	1100	18975
	10	Epn	0	25	25	50
	10	Pet	0	0	0	0
	10	Sab	237775	67525	75	305375
			<i>Toutes essences</i>	<i>248425</i>	<i>76450</i>	<i>1200</i>
E	16	Bop	5281	1000	0	6281
	16	Epb	5188	4672	1781	11641
	16	Epn	750	3156	2922	6828
	16	Pet	203	453	0	656
	16	Sab	38313	2406	16	40734
			<i>Toutes essences</i>	<i>49735</i>	<i>11687</i>	<i>4719</i>
F	18	Bop	1444	42	0	1486
	18	Epb	9514	8806	2722	21042
	18	Epn	722	1583	403	2708
	18	Pet	14	389	0	403
	18	Sab	87486	3056	14	90556
			<i>Toutes essences</i>	<i>99180</i>	<i>13876</i>	<i>3139</i>
H	14	Bop	3554	518	18	4089
	14	Epb	16393	13786	4018	34196
	14	Epn	36	1089	518	1643
	14	Pet	0	0	0	0
	14	Sab	227482	43500	411	271393
			<i>Toutes essences</i>	<i>247465</i>	<i>58893</i>	<i>4965</i>
Moyennes	104	Bop	3442	474	2	3918
	104	Epb	11454	8769	2269	22493
	104	Epn	291	1176	1257	2724
	104	Pet	34	197	0	231
	104	Sab	147911	20226	101	168238
			<i>Toutes essences</i>	<i>163132</i>	<i>30842</i>	<i>3629</i>

Tableau 4. Coefficient de distribution de la régénération avant les CPRS de 1995 et 1996.

Bloc	N	Essence	Coefficient de distribution de la régénération par classe de hauteur (cm)			Total
			< 5	5-30	> 30	
A	18	Bop	29	8	0	31
	18	Epb	72	67	24	86
	18	Epn	2	3	4	7
	18	Pet	0	0	0	0
	18	Sab	98	81	2	98
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
B	18	Bop	27	7	0	29
	18	Epb	56	57	40	79
	18	Epn	1	12	22	23
	18	Pet	0	0	0	0
	18	Sab	94	68	2	96
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
C	10	Bop	51	21	0	55
	10	Epb	69	68	18	87
	10	Epn	1	4	8	8
	10	Pet	0	9	0	9
	10	Sab	100	90	6	100
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
D	10	Bop	20	2	0	20
	10	Epb	76	76	17	93
	10	Epn	0	1	1	2
	10	Pet	0	0	0	0
	10	Sab	100	98	3	100
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
E	16	Bop	36	16	0	38
	16	Epb	48	56	21	69
	16	Epn	8	16	19	23
	16	Pet	6	9	0	13
	16	Sab	81	42	1	86
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
F	18	Bop	21	1	0	22
	18	Epb	62	62	27	74
	18	Epn	7	14	6	19
	18	Pet	1	7	0	7
	18	Sab	86	36	1	86
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
H	14	Bop	25	13	1	32
	14	Epb	76	79	26	92
	14	Epn	1	4	5	9
	14	Pet	0	0	0	0
	14	Sab	94	90	5	99
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Moyennes	104	Bop	29	9	0	32
	104	Epb	64	65	26	82
	104	Epn	3	9	10	14
	104	Pet	1	3	0	4
	104	Sab	93	69	2	94
			<i>Toutes essences</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

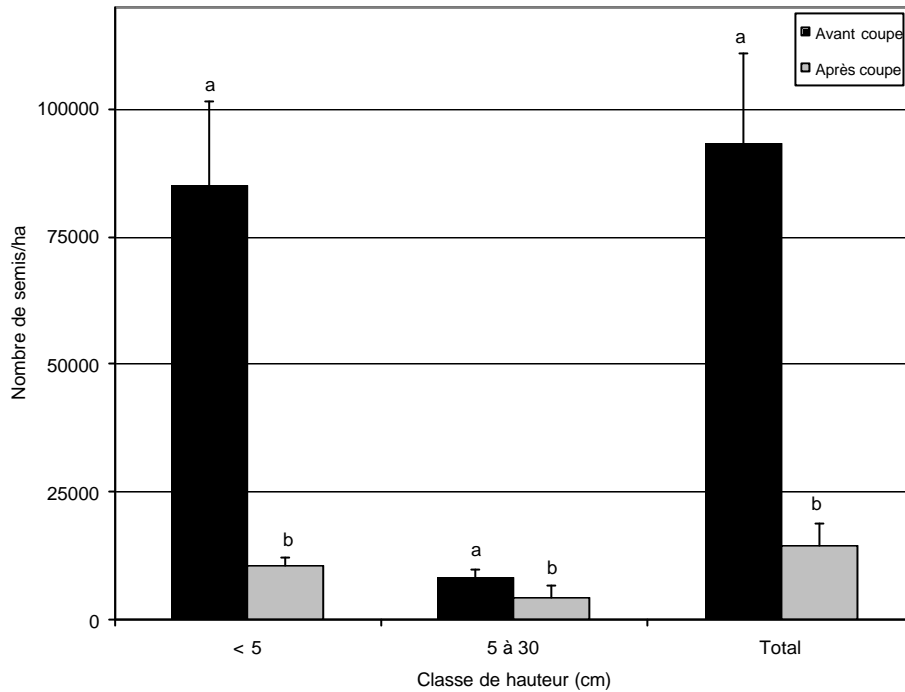


Figure 3. Nombre de semis/ha de sapin avant et un an après les CPRS dans les parcelles non clôturées de 1995. Les semis d'une hauteur supérieure à 30 cm ne sont pas présentés étant donné leur quantité négligeable (< 200 semis/ha). Les paires d'histogrammes ayant des lettres différentes sont significativement différentes ($P = 0,05$) selon le test de Student. Les barres représentent l'erreur type.

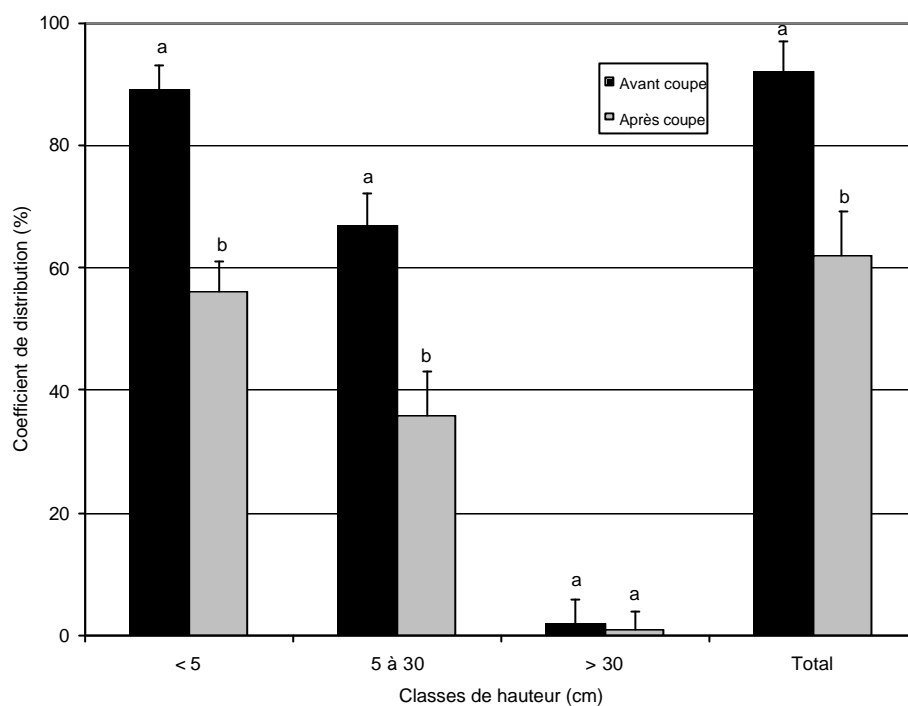


Figure 4. Coefficient de distribution des semis de sapin avant et un an après les CPRS dans les parcelles non clôturées de 1995. Les paires d'histogrammes ayant des lettres différentes sont significativement différentes ($P = 0,05$) selon le test de Student. Les barres représentent l'erreur type.

observé une baisse de densité et du coefficient de distribution du sapin après la coupe variant respectivement de 58 à 80 % et de 4 à 26 %. On constate, dans cette dernière étude, que la plus grande destruction de la régénération a été observée aux endroits où la régénération avant la coupe était la plus abondante. Étant donné les nombreux semis retrouvés dans les sapinières de l'île avant les coupes, la baisse du nombre et de la distribution des semis après les coupes semble conforme aux résultats observés ailleurs au Québec. La mortalité des semis constatée après les coupes peut s'expliquer de deux façons: 1) une destruction d'une partie de la régénération par les opérations forestières (Pothier 1996) et 2) un « choc de déboisement » probablement relié à un assèchement de l'humus et à une hausse de la transpiration des semis occasionnée par une plus forte demande évaporative de l'atmosphère. Ce choc de déboisement cause principalement la mort des petits semis dont le système racinaire est surtout superficiel (Ruel et al. 1995).

Enfin, il est à noter que le coefficient de distribution du sapin (toutes hauteurs) après la coupe était supérieur à 60 % (Figure 4), ce qui suppose que les superficies coupées ont le potentiel pour former des sapinières en l'absence du cerf.

3.4. Impact du broutement du cerf sur la régénération en sapin après les CPRS

Concernant l'impact du broutement du cerf sur la régénération de toutes tailles, une interaction triple statistiquement significative a été constatée entre les espèces, la protection des parcelles (présence ou absence d'exclos) et le temps, dans les coupes de 1995 ($P = 0,024$) et celles de 1996 ($P = 0,014$) (Tableaux 5a,b). En tenant compte de la mortalité non attribuable au cerf telle qu'observée dans les exclos, l'analyse de cette interaction fait ressortir que le broutement du cerf contribue à une mortalité additionnelle des semis de sapin de près de 9 % en trois ans (Figure 5). D'autre part, si l'on compare les parcelles accessibles au cerf à celles clôturées, on observe alors une baisse de 70 % du nombre de semis de sapin trois ans après les coupes de 1995 ($P = 0,028$). Cet effet est particulièrement marqué pour la classe de hauteur de 5 à 30 cm ($P < 0,001$). Ce résultat semble confirmer les appréhensions de Pimlott (1954) qui considérait impossible de favoriser le sapin par la coupe forestière sur l'île d'Anticosti étant donné la

Tableau 5a. Effet des CPRS de 1995 et du broutement du cerf sur la densité des semis.

Sources de variabilité	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)											
	< 5 (N=520)			5-30 (N=520)			> 30 (N=497)			Global (N=497)		
	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F
Effets aléatoires												
Bloc	25,45		0,540	10,66		0,815	42,66		0,563	0		-
Virée(bloc)	28,42		0,238	95,14		0,042	38,19		0,156	272,37		0,032
Virée(bloc*protection)	28,61		0,255	0		-	0		-	0		-
Bloc*protection*essence	76,26		0,040	164,86		0,037	197,68		0,023	389,53		0,041
CS	62,50		0,070	444,05		<0,001	426,46		<0,001	1456,09		<0,001
Erreur	424,17		<0,001	355,15		<0,001	153,56		<0,001	377,28		<0,001
	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F
Effets fixes												
Protection (P)	1	16	0,531	1	16	0,102	1	16	0,499	1	16	0,252
Temps (T)	1	433	<0,001	1	433	<0,001	1	410	0,165	1	410	0,011
Essence (ESS)	4	16	<0,001	4	16	0,022	4	16	0,081	4	16	0,060
T*P	1	433	0,088	1	433	<0,001	1	410	0,007	1	410	0,001
T*ESS	4	433	<0,001	4	433	<0,001	4	410	<0,001	4	410	<0,001
P*ESS	4	16	0,968	4	16	0,568	4	16	0,886	4	16	0,726
T*ESS*P	4	433	0,451	4	433	<0,001	4	410	0,037	4	410	0,024
Covariable	1	433	<0,001	1	433	<0,001	1	410	<0,001	1	410	<0,001

Note: DL = degré de liberté au numérateur (NDL) et au dénominateur (DDL).

Tableau 5b. Effet des CPRS de 1996 et du broutement du cerf sur la densité des semis.

Sources de variabilité	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)											
	< 5 (N=499)			5-30 (N=499)			> 30 (N=499)			Global (N=499)		
	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F	Estimation s^2		P>F
Effets aléatoires												
Bloc	132,14		0,415	0		-	6,63		0,731	0		-
Virée(bloc)	33,44		0,420	43,62		0,405	29,23		0,137	75,94		0,414
Virée(bloc*protection)	40,13		0,407	83,48		0,178	0		-	92,62		0,405
Bloc*protection*essence	447,84		0,003	90,92		0,089	80,20		0,023	461,10		0,010
CS	379,07		<0,001	344,39		<0,001	302,66		<0,001	1130,90		<0,001
Erreur	400,76		<0,001	540,98		<0,001	103,86		<0,001	452,41		<0,001
Effets fixes												
	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F	NDL	DDL	P>F
Protection (P)	1	24	0,756	1	24	0,371	1	24	0,386	1	24	0,486
Temps (T)	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	0,846
Essence (ESS)	4	24	<0,001	4	24	<0,001	4	24	0,007	4	24	<0,001
T*P	1	404	0,004	1	404	0,489	1	404	0,618	1	404	0,044
T*ESS	4	404	<0,001	4	404	<0,001	4	404	0,175	4	404	<0,001
P*ESS	4	24	0,996	4	24	0,442	4	24	0,898	4	24	0,943
T*ESS*P	4	404	0,005	4	404	0,180	4	404	0,097	4	404	0,014
Covariable	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001

Note: DL = degré de liberté au numérateur (NDL) et au dénominateur (DDL).

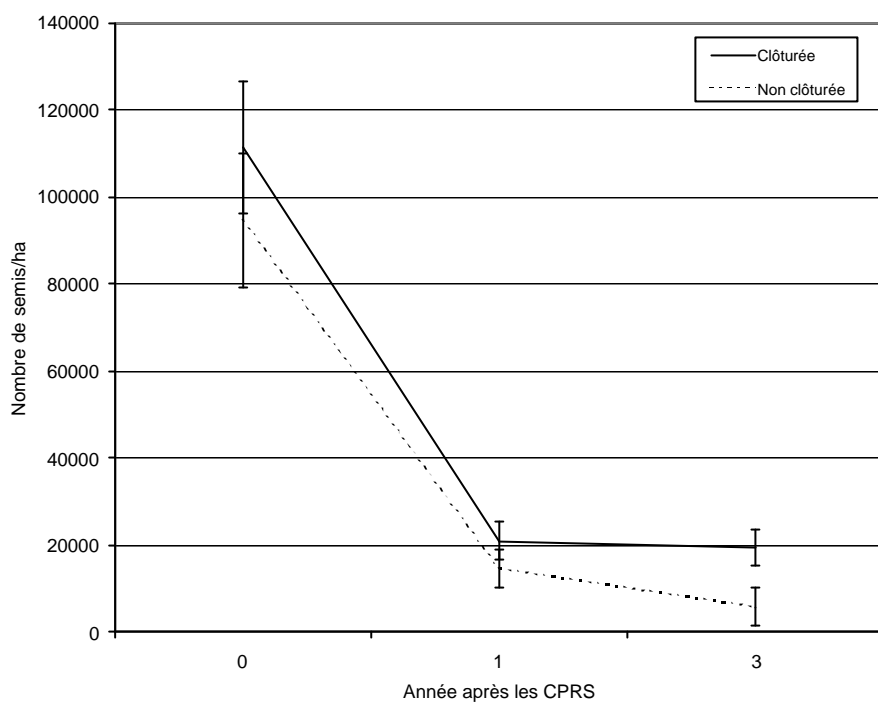


Figure 5. Évolution du nombre de semis de sapin à l’hectare dans les parcelles clôturées et non clôturées des CPRS de 1995.

très forte densité de cerf. Pour ce qui est du coefficient de distribution de la régénération, l'interaction de l'essence et du temps est significative, à la fois pour les coupes de 1995 ($P < 0,001$) et de 1996 ($P < 0,001$) (Tableaux 6a,b). Ce résultat peut s'expliquer par l'effet conjugué de la baisse du coefficient de distribution du sapin au cours des années qui ont suivi la coupe alors que le coefficient de distribution de l'épinette blanche demeurait stable (Figure 6). Dans les parcelles non clôturées, la baisse du coefficient de distribution des semis de sapin, quoique non significativement différente de celle des exclos, n'est pas négligeable. En effet, le coefficient de distribution passe de 62 % à 47 % dans les parcelles non clôturées trois ans après les CPRS de 1995 alors qu'il passe de 72 à 68 % dans les exclos. Marquis (1974) a également observé une baisse du coefficient de distribution de la régénération attribuable au broutement du cerf après la coupe.

Avec moins de 6000 semis/ha et un coefficient de distribution inférieur à 50 % après seulement trois années d'exposition au broutement, il semble peu probable que les semis de sapin résiduels puissent dominer la composition du futur peuplement. D'autres études font également mention de problèmes de régénération de certaines espèces en présence de fortes densités de cerf (Graham 1952; Huntziger 1967; Anderson et Loucks 1979; Frelich et Lorimer 1985; Tilghman 1989; Anderson et Katz 1993; Bowles et Campbell 1993; Kittredge et Ashton 1995). On constate même l'absence complète de régénération lorsque la densité de cerf est trop élevée (Marquis 1974; Jordan 1967). Cependant, un tel impact sur le sapin baumier constitue un cas unique car cette espèce est considérée comme une nourriture secondaire pour le cerf dans le Nord-Est américain (Swift 1946; Graham 1954; Dahlberg et Guettinger 1956; Hosley 1956; Telfer 1967; Williamson et Hirth 1985).

Étant donné la préférence du cerf pour le sapin par rapport aux épinettes, il n'est pas surprenant d'observer un changement de composition forestière à l'île d'Anticosti dans les peuplements établis après 1930 (Pimlott 1963; Potvin et al. 2000). Nos résultats semblent confirmer ce changement. En effet, la proportion de semis de sapin dans les parcelles non clôturées des CPRS de 1995 est passée, sous l'effet du broutement sélectif du cerf, de 69 % en 1996 à 48 % en 1998 alors que celle de l'épinette blanche

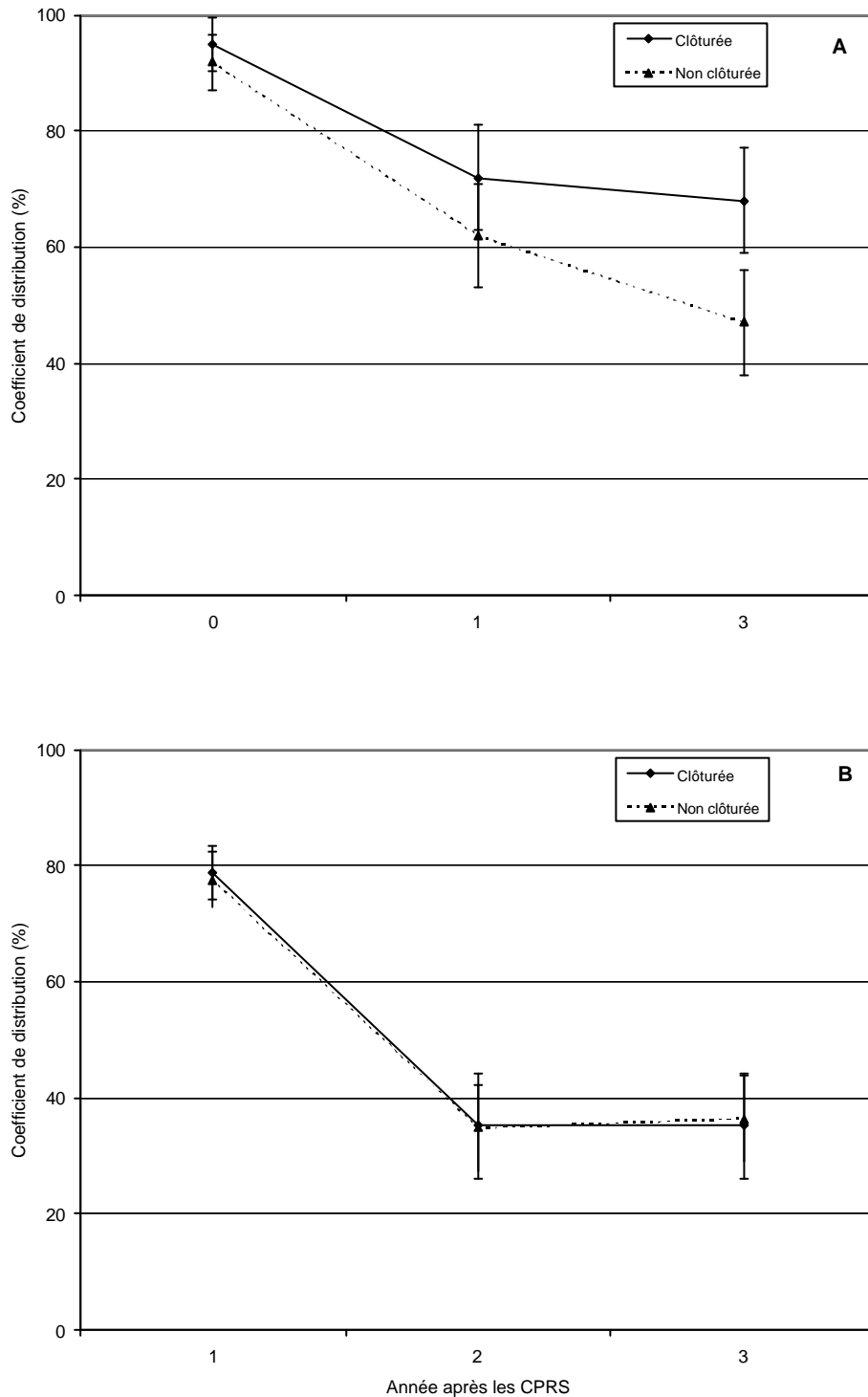


Figure 6. Évolution du coefficient de distribution des semis de sapin (A) et d'épinette blanche (B) dans les parcelles clôturées et non clôturées des CPRS de 1995.

Tableau 6a. Effet des CPRS de 1995 et du broutement du cerf sur le coefficient de distribution de la régénération.

Sources de variabilité	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)															
	< 5 (N=520)			5-30 (N=520)			> 30 (N=497)			Global (N=497)						
	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F				
Effets aléatoires																
Bloc	25,43		0,430	10,42		0,693	16,50		0,539	0		-				
Virée(bloc)	6,02		0,501	18,10		0,279	15,54		0,117	38,00		0,072				
Virée(bloc*protection)	9,13		0,414	18,52		0,306	0		-	0		-				
Bloc*protection*essence	40,08		0,034	102,21		0,156	62,71		0,026	105,82		0,0234				
CS	50,11		0,002	112,67		<0,001	131,46		<0,001	237,81		<0,001				
Erreur	173,16		<0,001	186,25		<0,001	81,28		<0,001	198,46		<0,001				
	NDL	DL	DDL	P>F	NDL	DL	DDL	P>F	NDL	DL	DDL	P>F				
Effets fixes																
Protection (P)	1	16	16	0,365	1	16	16	0,072	1	16	16	0,401	1	16	16	0,098
Temps (T)	1	433	433	<0,001	1	433	433	<0,001	1	410	410	0,003	1	410	410	0,893
Essence (ESS)	4	16	16	0,001	4	16	16	0,679	4	16	16	0,123	4	16	16	0,914
T*P	1	433	433	0,046	1	433	433	0,029	1	410	410	0,006	1	410	410	0,123
T*ESS	4	433	433	<0,001	4	433	433	<0,001	4	410	410	0,010	4	410	410	<0,001
P*ESS	4	16	16	0,861	4	16	16	0,491	4	16	16	0,726	4	16	16	0,482
T*ESS*P	4	433	433	0,557	4	433	433	0,003	4	410	410	0,006	4	410	410	0,460
Covariable	1	433	433	<0,001	1	433	433	<0,001	1	410	410	<0,001	1	410	410	<0,001

Note: DL = degré de liberté au numérateur (NDL) et au dénominateur (DDL).

Tableau 6b. Effet des CPRS de 1996 et du broutement du cerf sur le coefficient de distribution de la régénération.

Sources de variabilité	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)											
	< 5 (N=499)			5-30 (N=499)			> 30 (N=499)			Global (N=499)		
	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F	Estimation s ²		P>F
Effets aléatoires												
Bloc	15,45		0,479	0		-	1,80		0,830	0		-
Virée(bloc)	0,66		0,956	8,14		0,630	10,39		0,288	50,14		0,059
Virée(bloc*protection)	23,67		0,152	29,54		0,179	0		-	0		-
Bloc*protection*essence	62,17		0,008	22,20		0,165	38,99		0,038	110,28		0,0133
CS	57,02		0,003	104,18		<0,001	183,88		<0,001	264,12		<0,001
Erreur	198,70		<0,001	228,74		<0,001	55,30		<0,001	258,98		<0,001
	NDL	DL	DDL	P>F	NDL	DL	DDL	P>F	NDL	DL	DDL	P>F
Effets fixes												
Protection (P)	1	24	0,542	1	24	0,466	1	24	0,362	1	24	0,485
Temps (T)	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	0,800
Essence (ESS)	4	24	<0,001	4	24	0,055	4	24	0,003	4	24	0,005
T*P	1	404	0,0261	1	404	,588	1	404	0,435	1	404	0,664
T*ESS	4	404	<0,001	4	404	<0,001	4	404	0,043	4	404	<0,001
P*ESS	4	24	0,817	4	24	0,212	4	24	0,967	4	24	0,818
T*ESS*P	4	404	,0798	4	404	0,003	4	404	0,192	4	404	0,051
Covariable	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001	1	404	<0,001

Note: DL = degré de liberté au numérateur (NDL) et au dénominateur (DDL).

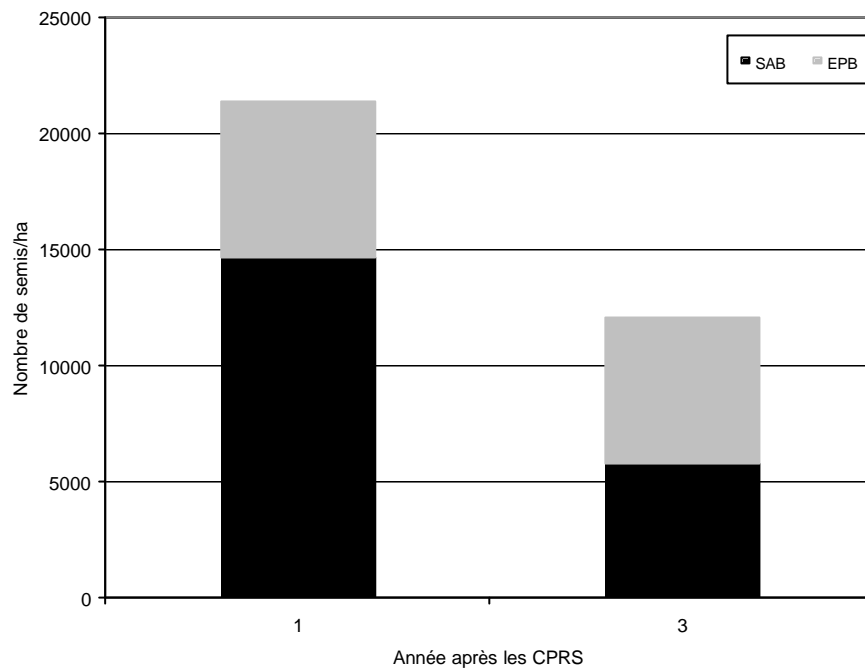


Figure 7. Proportion de sapin et d'épinette blanche un an et trois ans après les CPRS de 1995.

s'est accrue de 31 à 52 % durant la même période (Figure 7). La faible valeur nutritive de l'épinette blanche en fait une espèce peu utilisée par le cerf (Boulet 1980; Potvin 1992; Chouinard 1995), puisqu'elle est surtout broutée en situation de famines (Huot 1982). Un changement de composition de la forêt à la suite du broutement du cerf a également été observé dans d'autres études en Amérique du Nord (Graham 1954; Tierson et al. 1966; Marquis et Grisez 1978; Marquis 1981; Whitney 1984; Frelich et Lorimer 1985; Tilghman 1989; Strole et Anderson 1992; Anderson et Katz 1993). Potvin et al. (2000) prévient même que si aucune action n'est prise, les sapinières de l'île d'Anticosti seront disparues d'ici une cinquantaine d'années et auront été remplacées par des pessières blanches.

3.5. Effet de la distance de la coupe sur le broutement des semis de sapin par le cerf

Une analyse de régression n'a démontré aucun effet de la distance du couvert sur le broutement du cerf dans les parcelles non clôturées du dispositif des exclos, deux et trois ans après les coupes (Figure 8). Le suivi des semis de sapin marqués dans les blocs de coupe indique également que la distance du couvert n'influence pas le broutement du cerf (Figure 9). Dans ce dernier dispositif, le taux de broutement varie de 7 à 13 % mensuellement et est relativement uniforme en fonction de la distance. Williamson et Hirth (1985) avaient pourtant démontré une plus faible utilisation du brout de 61 à 90 m de la bordure. Quant à Drolet (1978), ses résultats indiquent aussi une baisse du broutement en fonction de la distance dans les grandes coupes (60 à 400 ha). Il semble donc que la densité de cerf de l'île d'Anticosti soit à ce point élevée qu'elle compromet la régénération du sapin jusqu'au centre de coupes d'au moins 3 km².

3.6. Effet des débris de coupe sur les semis

L'hypothèse sous-jacente à l'utilisation d'une abatteuse à tête multifonctionnelle lors des opérations forestières était que la présence de débris de coupe au sol pouvait temporairement soustraire les semis de sapin au broutement du cerf et conserver les conditions d'humidité favorisant leur survie. Cependant, les résultats de notre étude ne

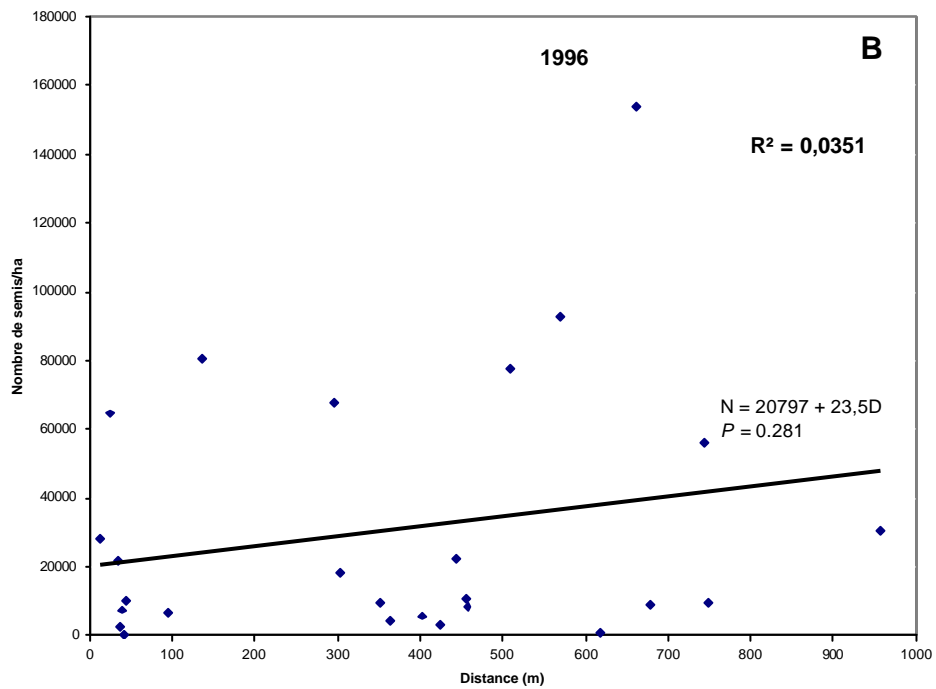
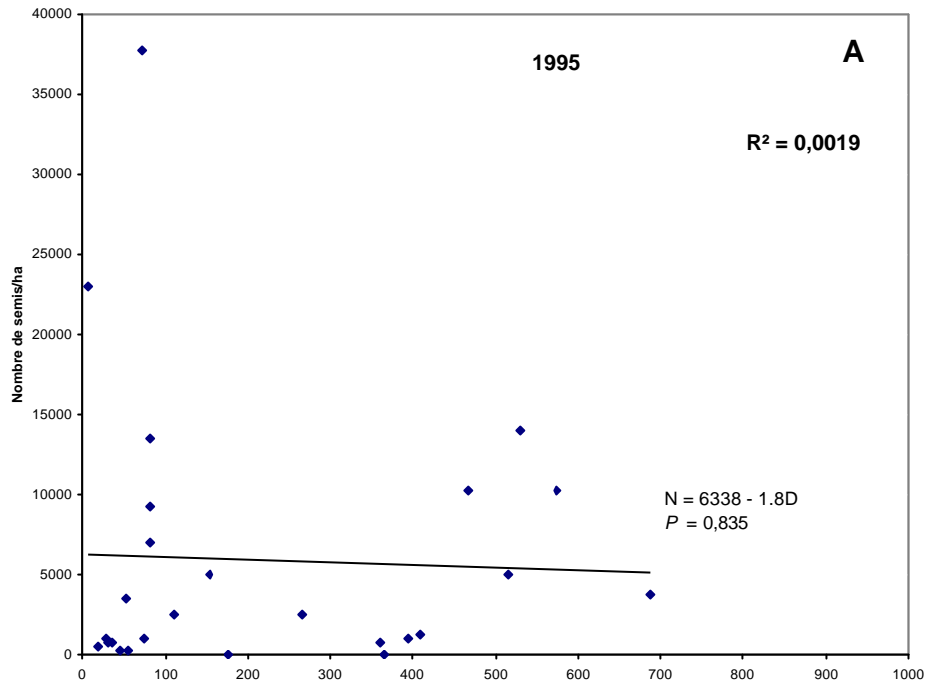


Figure 8. Nombre de semis de sapin à l’hectare selon l’éloignement de la bordure forestière trois ans après les coupes de 1995 (A) et deux ans après les coupes de 1996 (B). Note: N = nombre de semis/ha, D = distance de la bordure.

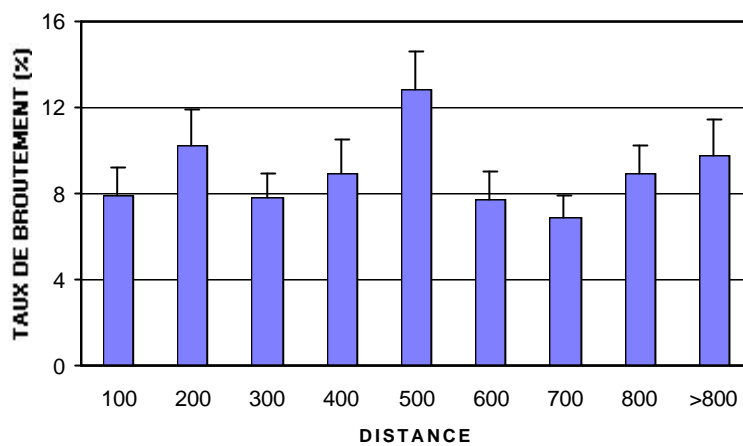


Figure 9. Taux de broutement mensuel des semis de sapin marqués selon la distance de la bordure de la coupe dans cinq blocs coupés en 1995 et 1996.

peuvent confirmer cette hypothèses. L'analyse de la relation entre les caractéristiques des débris ligneux et le nombre de semis de sapin trois ans après les coupes de 1995 montre même un effet négatif significatif de la hauteur des débris ligneux ($P = 0,023$) et de leur pourcentage d'occupation ($P = 0,004$) dans les parcelles non clôturées (Tableau 7). Étant donné que l'on observe le même phénomène dans les exclos (Tableau 7), ces résultats ne peuvent être attribués au broutement des cerfs. Cette baisse du nombre de semis en présence de débris ligneux peut s'expliquer de deux façons: 1) un recouvrement trop important des semis par les débris de coupe limite la quantité de lumière qu'ils reçoivent, ce qui provoque des impacts plus importants pour leur survie que le potentiel effet bénéfique des débris sur la conservation de l'humidité du sol ou 2) les débris ligneux empêchent le dénombrement exact des semis. En effet, la comparaison des parcelles après les coupes de 1996 nous indique une plus grande densité de semis dans les parcelles dégagées comparativement à celles non clôturées et aux exclos (Tableau 8). Par conséquent, il est difficile de conclure sur l'effet de la présence des débris de coupe en regard du broutement exercé par le cerf. Des inventaires ultérieurs nous donneront une meilleure indication de la validité de nos deux hypothèses.

3.7. Effet de la surface terrière initiale sur le nombre de semis de sapin avant les CPRS

Des analyses de régression ont décelé une corrélation positive entre le nombre total de semis de sapin à l'hectare et la surface terrière de toutes les espèces ($P < 0,001$) ou uniquement celle du sapin ($P < 0,001$) (Figure 10). La germination des graines de sapin est généralement meilleure sous un couvert d'environ 75-80 % (Côté et Bélanger 1991; Osawa 1994; McLaren et Janke 1996). Sous ce pourcentage de couverture, les semis sont habituellement à l'abri des extrêmes de température et des déficiences en humidité tout en ayant suffisamment de lumière pour leur croissance. Grisez et Peace (1973) ont démontré que les sites bien régénérés, malgré le broutement du cerf, sont ceux ayant une forte abondance de régénération préétablie. Une abondante régénération préétablie de sapin est particulièrement importante dans le cas de grandes coupes puisque la distance d'ensemencement naturel de cette espèce est limitée à environ 100 m

Tableau 7. Relation entre les caractéristiques des débris ligneux et le nombre de semis de sapin à l'hectare trois ans après les coupes de 1995.

Parcelle	Caractéristique des débris (X)	Hauteur des semis	Valeur de P de la pente	Équation du modèle (S=nombre de semis/ha)	X moyen (N = 260)	Résultats de l'équation (avec X moyen) et variation par rapport aux conditions initiales	
Non clôturée	% d'occupation	< 5 cm	0,003	S=1532-29,9X	48,00	97 (-94 %)	
		5-30 cm	0,060	S=4245-12,3X	48,00	3655 (-14 %)	
		> 30 cm	0,484	S=9,3-0,3X	48,00	-	
		Total	0,004	S=5764-42,6X	48,00	3719 (-35 %)	
	Épaisseur (cm)	< 5 cm	0,085	S=1516-63,3X	7,64	1035 (-32 %)	
		5-30 cm	0,191	S=4238-89,6X	7,64	3557 (-16 %)	
		> 30 cm	0,535	S=9,1+1,49X	7,64	20 (+124 %)	
		Total	0,083	S=5786-151X	7,64	4634 (-20 %)	
	Hauteur (cm)	< 5 cm	0,010	S=1530-61,3X	17,10	482 (-68 %)	
		5-30 cm	0,115	S=4242-70,2X	17,10	3042 (-28 %)	
		> 30 cm	0,430	S=9,3+0,9X	17,10	25 (+166 %)	
		Total	0,023	S=5781-131X	17,10	3541 (-39 %)	
	% d'obstacles	< 5 cm	0,495	S=1531+15,9X	5,37	1616 (+6 %)	
		5-30 cm	0,824	S=4248-91,6X	5,37	3756 (-12 %)	
		> 30 cm	0,364	S=9,2+2X	5,37	20 (+117 %)	
		Total	0,958	S=5788-74X	5,37	5391 (-7 %)	
	Exclos	% d'occupation	< 5 cm	<0,001	S=1707-24,3X	39,00	759 (-55 %)
			5-30 cm	<0,001	S=17364-230X	39,00	
			> 30 cm	0,586	S=47-0,5X	39,00	
			Total	<0,001	S=19118-255X	39,00	9274 (-51 %)
Épaisseur (cm)		< 5 cm	0,035	S=1716-97X	6,77		
		5-30 cm	0,003	S=17458-847X	6,77		
		> 30 cm	0,067	S=47-9,9X	6,77		
		Total	<0,001	S=19222-954X	6,77	12763 (-34 %)	
Hauteur (cm)		< 5 cm	0,019	S=1716-38,5X	16,71		
		5-30 cm	0,020	S=17462-257X	16,71		
		> 30 cm	0,038	S=47-4,5X	16,71		
		Total	0,008	S=19225-300X	16,71	14212 (-26 %)	
% d'obstacles		< 5 cm	0,372	S=1720-23,2X	5,79		
		5-30 cm	0,230	S=17513-683X	5,79		
		> 30 cm	0,477	S=47+2,9X	5,79		
		Total	0,200	S=19281-703X	5,79	15211 (-21 %)	

Tableau 8. Comparaison du nombre de semis de sapin à l'hectare dans les parcelles non clôturées, dégagées et des exclos un an après les coupes de 1996.

Grappe	Nombre de semis/ha par classe de hauteur (cm)			Toutes hauteurs
	< 5	5 à 30	> 30	
Dégagée	47143a	5980a	354a	52092a
Exclos	13081b	4149ab	377a	16153b
Non clôturée	20426b	1420b	286a	20952b

Note: Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($P = 0,05$).

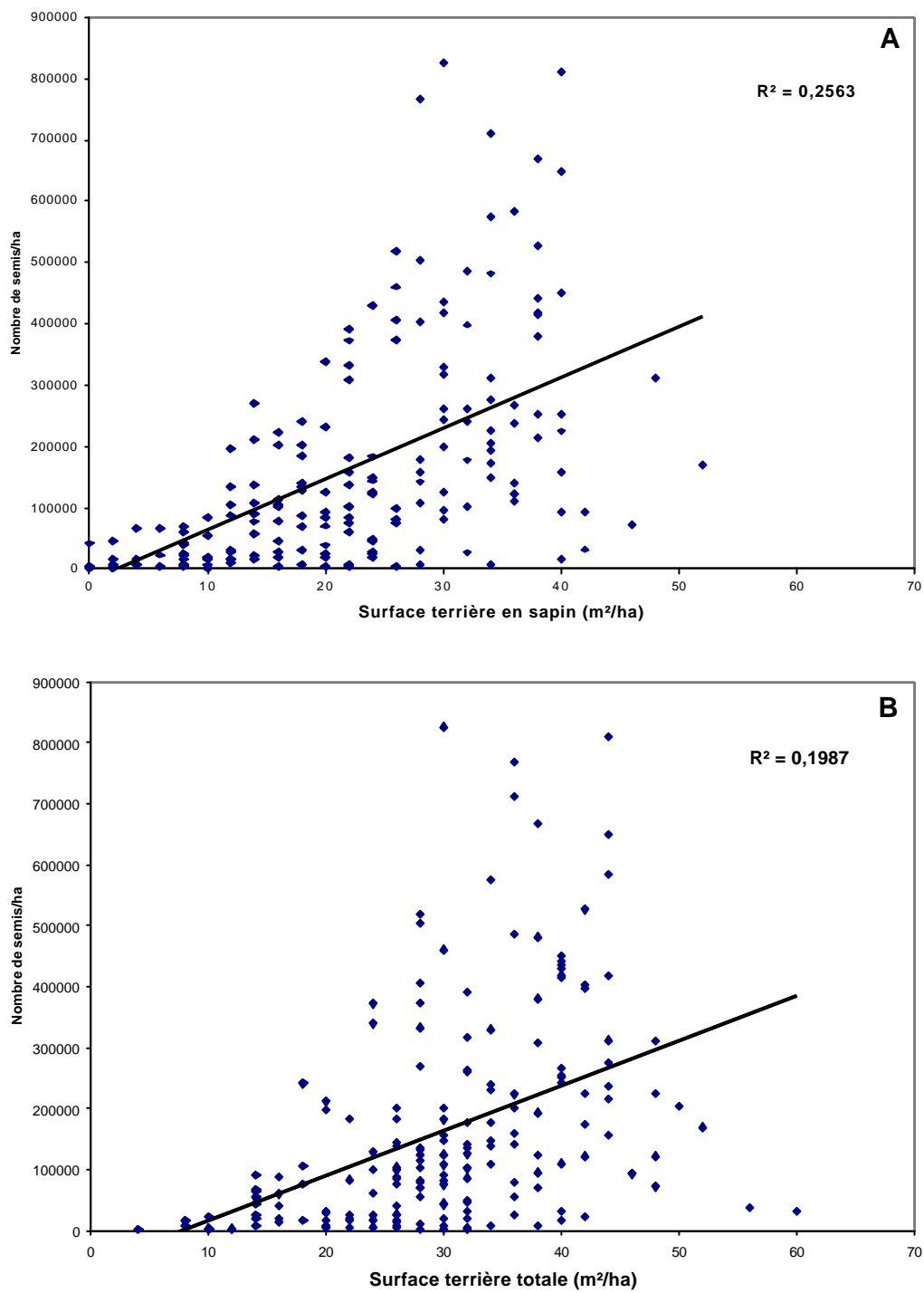


Figure 10. Nombre de semis de sapin à l'hectare en fonction de la surface terrière en sapin (A) et de la surface terrière totale (B) avant les coupes de 1995 et 1996.

(Prévost 1997), ce qui implique que le potentiel de régénération du sapin est largement défini par les semis établis avant la coupe.

4. L'avenir du cerf à Anticosti et les recommandations d'aménagement

4.1. L'avenir du cerf à Anticosti

Plusieurs caractéristiques physiques du cerf sont affectées lorsque la densité de population dépasse la capacité de support d'un milieu (Voigt et al. 1997). mentionnent que la baisse du poids des cerfs, du taux de reproduction, de la dimension des bois et du taux de survie en sont les principales conséquences. Dans les années 1960, Free et Severinghaus (1967) ont conclu que la population de cerfs de l'île d'Anticosti est l'une des plus mal en point en Amérique du Nord en ce qui a trait à leur condition physique. Le poids des cerfs de cette région est d'ailleurs de 25 à 39 % plus faible que celui des cerfs du reste du Québec (Huot 1979; Potvin 1989). En plus d'une moins bonne condition physique, de forts taux de mortalité sont à appréhender lorsqu'une densité de population de cervidés devient trop élevée pour un écosystème (Krefting 1951; Scheffer 1951; Klein 1968). Certains indices permettant d'anticiper cette éventualité ont été décrits par Klein (1968): 1) un broutement excessif des principales espèces végétales composant la diète du cheptel; 2) la mauvaise condition physique de la population au début de l'hiver résultant de la compétition pour la ressource durant la saison estivale; 3) une forte densité de population compétitionnant pour la ressource disponible durant l'hiver; et 4) des conditions climatiques extrêmes durant une saison hivernale (forte accumulation de neige et froid excessif). Le cas de l'île d'Anticosti est d'autant plus préoccupant que les plus fortes densités de cerfs se retrouvent dans les sapinières matures (Gingras et al. 1993). En effet, ce type de forêt ne représente plus que 20 % du territoire (Potvin et al. 2000) et une baisse à moyen terme de la population de cerfs est appréhendée si le taux de disparition des sapinières devait se maintenir. Les sapinières matures sont susceptibles de continuer à disparaître parce qu'elles sont vulnérables à diverses perturbations naturelles comme les épidémies d'insectes et les chablis. Sur l'île d'Anticosti, le sapin est l'hôte principal de l'arpeuteuse de la pruche (*Lambdina fiscellaria fiscellaria* Guen.) et de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.) qui s'attaquent toutes deux aux peuplements surannés. De plus, les chablis sont également à anticiper dans les sapinières matures. Le chablis de 1996 à l'île d'Anticosti en est un bon exemple. Il est donc à prévoir que les superficies couvertes par des sapinières diminuent graduellement à moyen terme et que la population de cerf diminuent en conséquence si aucune action corrective n'est prise.

4.2. La mise en place d'exclos

Dans la situation actuelle, la seule solution à court terme pour assurer le développement de la régénération du sapin semble être la mise en place de clôtures après une coupe. En effet, la densité et le coefficient de distribution des semis de sapin dans les aires clôturées approchent respectivement 20 000 semis/ha et 70 % trois ans après les coupes alors que ces valeurs sont beaucoup moindres lorsque les semis sont soumis à l'action du cerf (Figures 5 et 6). Cependant, pour obtenir de tels résultats dans les aires clôturées, les sapinières sélectionnées devront posséder une régénération préétablie abondante et bien distribuée. De plus, les superficies choisies devront rester clôturées jusqu'à ce que les tiges aient atteint une hauteur suffisante pour être hors de portée des cerfs. Selon Pimlott (1963), la hauteur critique pour que le sapin soit hors d'atteinte du cerf est d'environ 1,2 à 1,5 m. Cependant, la neige portante permet au cerf de brouter les tiges jusqu'à environ 2 m (Potvin, comm. pers. 2000). À l'abri du cerf dans les aires clôturées, les sapins devraient atteindre cette hauteur en une dizaine d'années. Certains travaux sylvicoles pourraient même y être effectués afin de permettre une croissance plus rapide des semis de sapin. Des essais de fertilisation et de dégagement mécanique pourraient être considérés. Toutefois, comme le mentionnent Potvin et al. (2000) concernant les aires clôturées, « on ne pourrait ainsi traiter qu'une partie des sapinières existantes, si bien que la baisse appréhendée de la population de cerf ne serait que partiellement endiguée ».

4.3. Autres techniques de coupes

La coupe par bandes et la coupe avec réserve de semenciers pourraient représenter des options de rechange intéressantes à la CPRS. En effet, ces types de coupe permettent de conserver des semenciers à proximité des secteurs coupés favorisant ainsi l'établissement de la régénération au cours des premières années suivant la coupe (Frank et Bjorkhom 1973; Vézina et al. 1976; Vézina et Roberge 1981; Pothier 2000). Cependant, il est possible que la densité de cerf de l'île d'Anticosti soit actuellement trop élevée pour que ces modes de coupe produisent les résultats escomptés. De plus, puisque le cerf affectionne souvent les bordures de coupe (Severinghaus et Cheatum 1956; Williamson et Hirth 1985), il pourrait exercer une pression accrue sur la

régénération résultant de ces modes de coupe qui favorisent le développement d'une strate arbustive adjacente aux peuplements servant d'abri au cerf. Des travaux de coupes par bandes, de coupes avec îlots semenciers et de coupes progressives d'ensemencement ont tout de même été réalisés en 1998 et 1999 sur l'île d'Anticosti. Les résultats de ces essais devraient nous renseigner davantage sur les effets de ces types de coupe sur le broutement du sapin par le cerf.

4.4. Augmentation du prélèvement du cerf et introduction de prédateurs

Afin d'améliorer la qualité et la viabilité du cheptel à long terme, une augmentation du prélèvement du cerf pourrait être considérée. D'ailleurs, dès les années 1950 et 1960, on recommandait un meilleur contrôle des populations de cerfs de l'île d'Anticosti afin de minimiser son impact sur la végétation (Pimlott 1954, 1963; Lachance 1958). Les dommages à la régénération étaient alors si importants que Pimlott (1954) recommandait de ramener la population à la moitié ou au quart de ce qu'elle était à l'époque. Une telle approche serait cependant difficilement applicable de nos jours étant donné l'importance sociale et économique du cerf à l'île d'Anticosti. De plus, même si l'on parvenait à réduire significativement la population de cerf pendant une ou deux années en augmentant le nombre de chasseurs, il faudrait par la suite maintenir la pression de chasse afin d'empêcher la population de se rétablir (Potvin 2000, comm. pers.). Le prélèvement annuel d'environ 7 % (8000/120 000) effectué sur l'île d'Anticosti depuis 1985 (Gignac et al. 1999) ne semble pas suffisant pour maintenir ou diminuer la population de cerfs. En effet, le nombre de cerfs observés par jour de chasse durant la même période est à la hausse, ce qui indique que la population serait possiblement en augmentation. Pour réduire le cheptel, il faudrait donc que le prélèvement soit augmenté.

Finalement, l'introduction de prédateurs dans le but de contrôler la population de cerf a déjà été envisagé sur l'île d'Anticosti. Cependant, étant donné les difficultés liées à la dynamique des populations en milieu insulaire lors de l'application d'une telle approche, cette option comporte de très grands risques.

5. Conclusion

Les faibles valeurs de densité et de coefficient de distribution des semis de sapin dans les parcelles non clôturées, trois ans après la CPRS, démontrent l'incapacité des coupes de grande superficie à permettre au sapin de se régénérer convenablement en présence d'une forte densité de cerf. De plus, étant donné l'âge avancé des sapinières qui les rend vulnérable à certaines perturbations naturelles, il semble que l'avenir des sapinières soit fortement compromis. Puisque les sapinières constituent l'habitat privilégié du cerf à l'île d'Anticosti, la population de cerfs telle que nous la connaissons aujourd'hui pourrait être grandement affectée. Des actions rapides et énergiques pourraient toutefois permettre de reconstituer une partie des sapinières et ainsi minimiser la baisse anticipée de la population de cerfs au cours des prochaines décennies. Ainsi, la mise en place de coupes clôturées devrait empêcher le broutement des semis de sapin et permettre de reconstituer des sapinières sur une partie de l'île.

Références citées

- Alverson, W.S., D.M. Waller et S.L. Solheim. 1988.** Forests too deer: Edge effects in northern Wisconsin. *Conserv. Biol.* **2**: 348-358.
- Anderson, R.C. et O.L. Loucks. 1979.** White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) influence on the structure and composition of *Tsuga canadensis* forests. *J. Appl. Ecol.* **16**: 855-861.
- Anderson, R.C. et A.J. Katz. 1993.** Recovery of browse-sensitive tree species following release from white-tailed deer *Odocoileus virginianus* Zimmerman browsing pressure. *Biol. Conserv.* **63**: 203-208.
- Beals, E.W., G. Cottam et R.J. Vogl. 1960.** Influence of deer on vegetation of the Apostle Islands, Wisconsin. *J. Wildl. Manage.* **24**(1): 68-80.
- Boulet, M. 1980.** Bilan énergétique du Cerf de Virginie à l'île d'Anticosti durant l'hiver. Thèse M. Sc., Univ. Laval. 204 p.
- Bowles, G.H. et J.M. Campbell. 1993.** Relationship between population density of white-tailed deer and the density of understory trees in forests of Erie County, PA. *J. Pa Acad. Sci.* **67**(3): 109-114.
- Chouinard, A. 1995.** Effets du broutement par le cerf de Virginie sur la régénération du sapin baumier et de l'épinette blanche à l'île d'Anticosti, Québec. Mémoire de bacc. géogr., Univ. Laval, Dép. géogr. 41 p.
- Côté, S. et L. Bélanger. 1991.** Variations de la régénération préétablie dans les sapinières boréales en fonction de leurs caractéristiques écologiques. *Can. J. For. Res.* **21**: 1779-1795.
- Dahlberg, B. L. et C. Guettinger. 1956.** The white-tailed deer in Wisconsin. Wisconsin Conservation Department, Technical Wildlife Bulletin 14.
- Drolet, C.A. 1978.** Use of forest clear-cuts by white-tailed deer in southern New Brunswick and central Nova Scotia. *Can. Field-Nat.* **92**: 275-282.
- Ford, W.M., A.S. Johnson, P.E. Hale et J.M. Wentworth. 1993.** Availability and use of spring and summer woody browse by deer in clearcut and uncut forests of the Southern Appalachians. *South. J. App. For.* **17**: 116-119.
- Frank, R.M. et J.C. Bjorkhom. 1973.** A silvicultural guide for spruce-fir in the Northeast. U.S. Dep. Agric., For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-6. 29 p.

- Free, S. et C.W. Severinghaus. 1967.** Preliminary report on Anticosti island deer collection - March 1966. Consolidated-Bathurst Ltée. Rap. dact. 3.
- Frelich, L.E. et C.G. Lorimer. 1985.** Current and predicted long-term effects of deer browsing in hemlock forest in Michigan, USA. *Biol. Cons.* **34**: 99-120.
- Frisque, G., G.F. Weetman et E. Clemmer. 1978.** Analyse, 10 ans après coupe de bois de pâte, des problèmes de régénération dans l'est du Canada. *Inst. Can. Rech. Génie For. Rapp. Tech.* RT-23.
- Frontz, L. 1930.** Deer damage to forest trees in Pennsylvania. PA Dept. For. and Water Res. Circ. **3**: 10.
- Gignac, L., D. Jean et G. Lamontagne. 1999.** Gros gibier au Québec en 1998 (Exploitation par la chasse et mortalité par des causes diverses). *Soc. Faune et Parcs Qué.*, Dir. faune et hab.
- Gingras, A., F. Potvin et B. Rochette. 1993.** Inventaire aérien du cerf dans trois zones forestières de l'île d'Anticosti, en relation avec une épidémie appréhendée d'arpenteuse de la pruche. Québec, Minist. Loisir Chasse et Pêche, Dir. gestion esp. et hab., Rap. 2132. 31 p.
- Graham, S.A. 1952.** Results of deer enclosure experiments in the Ottawa National Forest. *Trans. N. Am. Wildl. Conf.* **23**: 478-490.
- Graham, S.A. 1954.** Changes in northern Michigan forests from browsing by deer. *Trans. N. Am. Wildl. Conf.* **19**: 526-533.
- Grisez, T.J. 1959.** The hickory run deer enclosure. USDA For. Serv. Res. Note NE-87.
- Grisez, T.J. et M.R. Peace. 1973.** Requirement for advance reproduction in Allegheny hardwoods - an interim guide. USDA For. Serv. Res. Note NE-180.
- Hosley, N.W. 1956.** Management of the white-tailed deer in its environment. *Dans W. P. Taylor (Éd.), The deer of North America.* The Stackpole company, Harrisburg, Pa et The Wildlife Management Institute, Washington, D.C.
- Huntzinger, H.J. 1967.** Seeding black cherry in regeneration cuttings. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-63.
- Huot, J. 1979.** Études sur l'écologie du cerf de Virginie à l'île d'Anticosti. *Dans M. Morasse et M. Morasse (Éd.), Compte rendu de l'atelier 1978 sur le cerf de Virginie.* Minist. du Tourisme, Chasse et Pêche. Pp 29-36
- Huot, J. 1982.** Body condition and food resources of white-tailed deer on Anticosti Island, Québec. Thèse Ph. D., Univ. Alaska. 240 p.

- Jordan, J.S. 1967.** Deer browsing in northern hardwoods after clearcutting. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-57.
- Kittredge, D.B. et P.M.S. Ashton. 1995.** Impact of deer browsing on regeneration in mixed stands in southern New England. NJAF **12**(3): 115-120.
- Klein, D.R. 1968.** The introduction, increase, and crash of reindeer on St. Matthew island. J. Wildl. Manage. **32**(2): 350-367.
- Krefting, L.W. 1951.** What is the future of the Isle Royale moose herd? Trans. North Am. Wildl. Conf. **16**: 461-472.
- Lachance, R.A. 1958.** Report on deer browsing situation on Anticosti island. Consolidated-Bathurst Ltée. Rap. dact.
- Marquis, D.A. 1974.** The impact of deer browsing on Allegheny hardwood regeneration. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-308.
- Marquis, D.A. et T.J. Grisez. 1978.** The effect of deer exclosures on the recovery of vegetation in failed clearcuts on the Allegheny Plateau. USDA For. Serv. Res. Note NE-270.
- Marquis, D.A. 1981.** Effect of deer browsing on timber production in Allegheny hardwood forests of northwestern Pennsylvania. USDA For. Serv. Res. Pap. NE-475.
- McLaren, B.E. et R.A. Janke. 1996.** Seedbed and canopy cover effects on balsam fir seedling establishment in Isle Royale National Park. Can. J. For. Res. **26**(5): 782-793.
- Monthey, R.W. 1984.** Effects of timber harvesting on ungulates in northern Maine. J. Wild. Manage. **48**: 279-285.
- Newsom, W.M. 1937.** Mammals on Anticosti Island. J. Mamm. **18**(4): 435-442.
- Osawa, A. 1994.** Seedling responses to forest canopy disturbance following a spruce budworm outbreak in Maine. Can. J. For. Res. **24**: 850-859.
- Pimlott, D. H. 1954.** The effect of deer-browsing on forest reproduction on Anticosti island. Newfoundland Dep. Mines and Resour. Rap. dact. 13 p.
- Pimlott, D. H. 1963.** Influence of deer and moose on boreal forest vegetation in two areas of eastern Canada. Trans. Int. Union Game Biologists **6**: 105-116.
- Pothier, D. 1996.** Évolution de la régénération après la coupe de peuplements récoltés selon différents procédés d'exploitation. For. Chron. **72**(5): 519-527.
- Pothier, D. 2000.** Ten-year results of strip clear-cutting in Quebec black spruce stands. Can. J. For. Res. **30**: 59-66.

- Potvin, F. 1989.** Morphologie du cerf de Virginie au Québec: variations régionales et annuelles. *Nat. Can.* **116**: 87-100.
- Potvin, F. 1992.** L'habitat du cerf à Anticosti de 1978 à 1988: suivi quinquennal. Québec, Minist. Loisir Chasse et Pêche, Dir. gestion esp. et hab., Rap. SP 1925. 27 p.
- Potvin, F., L. Breton et A. Gingras. 1991.** La population de cerfs d'Anticosti en 1988-1989. Québec, Minist. Loisir Chasse et Pêche, Dir. gestion esp. et hab., Rap. SP 1779. 28 p.
- Potvin, F. et L. Breton. 1992.** Impact du cerf sur la succession végétale après coupe à Anticosti: suivi d'un ensemble d'exclos de 1984 à 1989. Québec, Minist. Loisir Chasse et Pêche, Dir. gestion esp. et hab., Rap. 1932. 20 p.
- Potvin, F., L. Breton, L.-P. Rivet et A. Gingras. 1992.** Application of a double-count aerial survey technique for white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, on Anticosti Island, Québec. *Can. Field-Nat.* **106**: 435-442.
- Potvin, F., P. Beaupré, A. Gingras et D. Pothier. 2000.** Le cerf et les sapinières de l'île d'Anticosti. *Soc. Faune et Parcs Qué.*, Dir. faune et hab., Rap. 35 p.
- Prévost, M. 1997.** Effects of scarification on seedbed coverage and natural regeneration after a group seed-tree cutting in a black spruce (*Picea mariana*) stand. *For. Ecol. Manage.* **94**: 219-231.
- Ruel, J.C., R. Doucet et J. Boily. 1995.** Mortality of balsam fir and black spruce advance growth 3 years after clear-cutting. *Can. J. For. Res.* **25**: 1528-1537.
- Scheffer, V.B. 1951.** The rise and fall of a reindeer herd. *Sci. Monthly* **73**(6): 356-362.
- Severinghaus, C.W. et E.L. Cheatum. 1956.** Life and times of the white-tailed deer. Dans W. P. Taylor (Éd.), *The deer of North America*. The Wildl. Manage. Inst. and the Stackpole Co., Harrisburg. Pp 57-186.
- Shafer, E.L., Grisez, T.J. et E. Sowa. 1961.** Results of deer enclosure studies in northeastern Pennsylvania. *USDA For. Serv. Res. Note* NE-121.
- Strole, T. A. et R.C. Anderson. 1992.** White-tailed deer browsing: species preferences and implications for central Illinois forests. *Natural Areas Journal* **12**: 139-144.
- Swift, E. 1946.** A history of Wisconsin deer. Madison, Wisc. Conserv. Dep. Publ. 96 p.
- Telfer, E.S. 1967.** Comparison of moose and deer winter range in Nova Scotia. *J. Wildl. Manage.* **31**(3): 418-425.
- Tierson, W.C., E.F. Patric et D.F. Behrend. 1966.** Influence of white-tailed deer on the logged northern hardwood forest. *J. For.* **64**: 801-805.

- Tilghman, N.G. 1989.** Impacts of white-tailed deer on forest regeneration in northwestern Pennsylvania. *J. Wildl. Manage.* **53**(3): 524-532.
- Tremblay, J. 1981.** Qualité de la nourriture d'été du cerf de Virginie à l'île d'Anticosti. Thèse M. Sc., Univ. Laval. 106 p.
- Trumbull, V.L., E.J. Zielinski et E.C. Aharrah. 1989.** The impact of deer browsing on the Allegheny forest type. *North. J. Appl. For.* **6**: 162-165.
- Vézina, P.É., C. Labarre, G. Gauthier et J.C. Mercier. 1976.** Traitement et stratégies sylvicoles applicables à divers peuplements forestiers du Québec. Min. Terr. For., Groupe COGEF, Qué. 258 p.
- Vézina, P.É, et M.R. Roberge. 1981.** Comment aménager nos forêts. Presses Univ. Laval, Ste-Foy, Qué. 273 p.
- Voigt, D. R., J.D. Broadfoot, et J.A. Baker. 1997.** Forest Guidelines for the provision of white-tailed deer habitat. Ont. Min. Nat. Res. Tech. Rpt. 33 p.
- Waller, D.M., W.S. Alverson et S. Solheim. 1996.** Local and regional factors influencing the regeneration of eastern hemlock. *Dans* G. Mroz et J. Martin (Éd.), Hemlock ecology and management: proceedings of a regional conference on ecology and management of eastern hemlock. Depart. For., Michigan Tech. Univ. Pp 73-90.
- Wentworth, J.M., A.S. Johnson et P.E. Hale. 1990.** Seasonal use of clearcuts and food plots by whitetailed deer in the Southern Appalachians. *Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish. Wildl. Agencies* **44**: 215-223.
- Whitney, G.G. 1984.** Fifty years of change in the arboreal vegetation of Heart's Content, an old-growth hemlock-white pine-northern hardwood stand. *Ecology* **65**(2): 403-408.
- Williamson, S.J. et D.H. Hirth. 1985.** An evaluation of edge use by white-tailed deer. *Wildl Soc. Bull.* **13**: 252-257.

