

DYNAMIQUE ET IMPACT DES ATTAQUES DU CHARANÇON DU PIN BLANC SUR L'ÉPINETTE DE NORVÈGE EN PLANTATION

Jacques Morissette, Robert Lavallée et Louis Archambault

Service canadien des forêts - Région du Québec
1055, rue du P.E.P.S., C.P. 3800, Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7
Tél. : (418) 648-5155 Téléc. : (418) 648-5849

Résumé

Dans une jeune plantation d'épinettes de Norvège du sud du Québec, les taux d'attaques annuelles du charançon du pin blanc ont progressé de façon continue de 1983 à 1993. Au cours de cette période, 99,1 % des arbres ont subi entre une et neuf années d'attaques, avec en moyenne trois années d'attaques par arbre. La vitesse de progression des dommages a augmenté de façon marquée lorsque le pourcentage d'arbres attaqués a atteint 10 %. Le nombre moyen de flèches attaquées annuellement, par arbre, est passé à deux, lorsque la proportion d'arbres jamais atteints est tombée à 2,7 %, après dix ans d'attaques. Les arbres les plus petits ont subi un nombre moyen d'attaques inférieur à ceux qui avaient plus de 1,5 m en 1987. Au-delà de cette hauteur, le nombre moyen d'attaques par arbre augmente et se stabilise rapidement. Finalement, l'étude de l'impact des attaques, sur la croissance en hauteur des arbres, permet d'estimer des pertes théoriques moyennes de 83 à 123 cm sur une période de six ans, selon un nombre d'années d'attaques qui varie de un à cinq.

Abstract

In a young Norway spruce plantation in southern Quebec, annual white pine weevil attack rates increased continuously from 1983 to 1993. Over this period, 99.1% of the trees suffered from one to nine years of attacks, the average being three years per tree. The speed with which damage spread increased noticeably when the proportion of trees attacked reached 10%. The average number of shoots attacked per tree per year rose to two when the proportion of trees never attacked fell to 2.7% after ten years. The smallest trees suffered fewer attacks on average than those that had attained a height of over 1.5 m in 1987. Above that height, the average number of attacks per tree rose, then quickly stabilized. Finally,

examination of the impact of attacks on tree height growth yielded estimated theoretical losses averaging 83 to 123 cm over a six-year period, on the basis of one to five years of attacks.

Introduction

Le charançon du pin blanc (*Pissodes strobi* Peck) est l'insecte le plus dommageable à la croissance des plantations de pins blancs (*Pinus strobus* L.) et d'épinettes de Norvège (*Picea abies* [L.] Karst) de l'est de l'Amérique du Nord (Belyea et Sullivan, 1956). Au printemps, les femelles déposent leurs oeufs dans la partie supérieure de la flèche terminale des arbres. Le développement larvaire s'effectue sous l'écorce, occasionnant la mort de la pousse de l'année courante et de l'année précédente (Wallace et Sullivan, 1985).

Le charançon du pin blanc représente une menace importante à la croissance des plantations et risque de devenir un obstacle majeur à l'utilisation de l'épinette de Norvège à des fins de reboisement. Au Québec, 97,1 millions de plants d'épinettes de Norvège ont été mis en terre de 1972 à 1986 (Gouvernement du Québec, 1992). Environ 40 % de ces plants sont situés dans la région du centre-sud du Québec, composée des régions administratives de Québec (03), de Chaudière-Appalaches (12) et de l'Estrie (05) (Gouvernement du Québec, 1992). En 1986, une plantation sur trois était affectée avec un taux moyen d'attaques d'environ 2 % (Gouvernement du Québec, 1987).

La plupart des travaux relatifs à la progression des attaques du charançon du pin blanc ou à l'évaluation de l'impact des dommages sur son hôte ont été réalisés sur le pin blanc (Marty et Mott, 1964; Morrow, 1965) et l'épinette de Sitka (Silver, 1968; Alfaro, 1982). En 1986, un dispositif d'étude a été établi dans le but d'améliorer les connaissances relatives à cet insecte sur l'épinette de Norvège en plantation.

Les objectifs de cette étude étaient *i*) de suivre la progression annuelle d'une infestation par le charançon du pin blanc sur l'épinette de Norvège en plantation, *ii*) de dénombrer les flèches attaquées par arbre annuellement, *iii*) de déterminer la fréquence des attaques par arbre, *iv*) d'examiner la distribution des attaques en fonction de classes de hauteur d'arbres et *v*) d'estimer l'impact de ces attaques sur la croissance en hauteur des arbres sur un site adéquat pour cette espèce.

Matériel et méthodes

Les observations de la présente étude ont été faites dans une plantation d'épinettes de Norvège située au sud du Québec (45°34'N, 70°51'O) à 445 m d'altitude, près de la municipalité de Lac-Mégantic, dans la région écologique de la Beauce (3e) (Thibault, 1985). Cette plantation de 8,6 ha a été établie sur une ancienne terre agricole bordée au sud par un boisé à dominance résineuse d'environ 12 m de hauteur.

L'âge des arbres en 1986 était de onze ans et il a été déterminé en sondant trois tiges à 15 cm du sol et en ajoutant deux années au nombre de cernes annuels observés en laboratoire à l'aide d'un binoculaire. La texture du sol (horizon C) était loameuse, soit 51 % de sable, 37 % de limon et 12 % d'argile, le drainage modéré, la pente faible (3 à 6 %) et l'exposition nord ouest (320°).

Le dispositif était constitué de deux parcelles-échantillons rectangulaires de 0,25 ha (50 m par 50 m) totalisant 1 053 arbres. La hauteur de tous les arbres a été mesurée (± 0.1 m) en 1987 et en 1993 à l'aide d'une perche télescopique et les accroissements annuels de 1986 et de 1987 ont été mesurés (± 1 cm) à l'aide d'un gallon métallique.

Pour suivre la progression des attaques, un relevé annuel des dommages sur chaque arbre a été effectué de 1986 à 1993 entre les mois de juillet et de novembre. Une année d'attaque sur un arbre se définit par la présence de dommages annuels, peu importe le nombre de flèches attaquées. La persistance sur les arbres d'anciens dommages a permis de préciser l'âge des attaques antérieures à 1986.

Pour l'estimation des pertes de croissance en hauteur, on a comparé pour chaque arbre, son accroissement annuel périodique pendant la période d'attaques (1988 à 1993) à celui antérieur à la période d'attaques (1986 à 1987), en supposant un taux de croissance annuel constant pour l'ensemble des deux périodes. Les analyses de variance et les comparaisons orthogonales des moyennes ont été faites à l'aide du logiciel SAS (1990).

Résultats

La densité moyenne des arbres dans le dispositif en 1986 était de 2 130 tiges/ha, passant à 2 106 tiges/ha en 1993, soit un pourcentage de mortalité de 1,1 %. Tous les arbres morts étaient supprimés et avaient une hauteur inférieure à 1 m en 1986. Aucun d'eux n'est mort des attaques du charançon du pin blanc.

Pour l'ensemble du dispositif, la hauteur moyenne des arbres en 1987 et 1993 était respectivement de 2,31 et 4,40 m. L'accroissement annuel périodique pour cette période était de 34,8 cm par année, variant de 1 à 65 cm. L'indice de qualité de station, calculé selon la méthode de Bolghari et Bertrand (1984), est de 11 m à 25 ans, soit une station de classe de fertilité II.

Progression des attaques

Le tableau 1 montre que les attaques du charançon du pin blanc ont débuté dès l'âge de huit ans (1983) et se sont poursuivies durant les dix années suivantes. Les taux d'attaques annuels ont varié de 0,2 % à 71,9 %, atteignant un maximum de 77,1 % en 1992. On constate que pendant les sept premières

années (1983 à 1989) les taux ont progressé lentement et sont demeurés inférieurs à 5 %. À partir de la huitième année (1990), ils ont augmenté rapidement jusqu'en 1992.

Tableau 1. Nombre d'arbres attaqués annuellement par le charançon du pin blanc, entre 1983 et 1993 sur une superficie de 0,50 ha comprenant 1 053 arbres

	Année										
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
N ^{bre} d'arbres	2	4	18	11	19	35	52	280	706	812	757
%	0,2	0,4	1,7	1,0	1,8	3,3	4,9	26,6	67,0	77,1	71,9

En ce qui concerne le pourcentage d'arbres jamais attaqués par le charançon du pin blanc, il est passé de 89,7 % en 1989 à seulement 2,7 % en 1992 (figure 1). En trois ans seulement, soit de 1990 à 1992, l'insecte s'est propagé sur 87,0 % des arbres. En 1993, le pourcentage d'arbres encore sains dans le dispositif n'était plus que de 0,9 %.

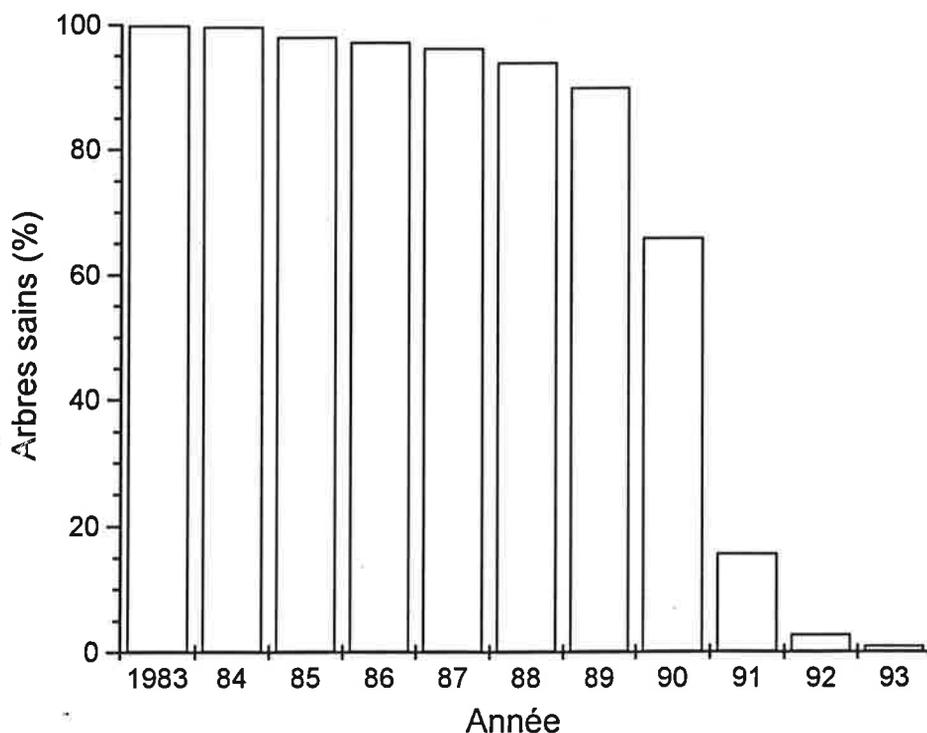


Figure 1. Pourcentage d'arbres jamais attaqués par le charançon du pin blanc entre 1983 et 1993.

Nombre de flèches attaquées par arbre annuellement

De 1987 à 1992, une attention particulière a été portée sur l'observation des dommages annuels de façon à relever le nombre de flèches attaquées par arbre, annuellement. Ainsi, jusqu'en 1991, le nombre d'arbres supportant plus d'une flèche attaquée était peu important (tableau 2). À ce moment, seulement 93 arbres des 706 atteints avaient plus d'une flèche d'attaquée. Toutefois, en 1992, on dénombrait 1492 flèches attaquées sur un total de 812 arbres, soit une moyenne de 1,84 flèche attaquée par arbre. Le nombre maximal de flèches attaquées par arbre une même année a été de huit.

Tableau 2. Progression du nombre d'arbres et de flèches attaqués par le charançon du pin blanc entre 1987 et 1992

Année	Nombre total d'arbres attaqués	Nombre total de flèches attaquées	Nombre d'arbres								Nombre moyen de flèches attaquées par arbre
			Nombre de flèches attaquées par arbre								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1987	19	22	18	0	0	1	-	-	-	-	1,16
1988	35	36	34	1	-	-	-	-	-	-	1,03
1989	52	53	51	1	-	-	-	-	-	-	1,02
1990	280	282	278	2	-	-	-	-	-	-	1,01
1991	706	815	613	78	14	1	-	-	-	-	1,15
1992	812	1 492	382	258	118	38	11	3	1	1	1,84

Fréquence d'attaques par arbre

En fonction de l'âge de l'infestation par le charançon du pin blanc dans la plantation, on retrouve au tableau 3 la distribution des arbres (en pourcentage) selon le nombre total d'années d'attaques qu'ils ont subies. Après onze années de présence du charançon du pin blanc dans la plantation, seulement 0,9 % des arbres sont encore sains, 10,7 % n'ont subi qu'une seule attaque et le reste des arbres (88,4 %) ont subi des dommages pendant plus d'une année. Nous avons dénombré jusqu'à neuf années d'attaques par l'insecte sur un même arbre. Finalement, il y a eu en onze ans un total de 2 696 attaques sur 1 044 des 1 053 arbres, soit une moyenne de près de trois attaques par arbre.

Ces résultats mettent en évidence qu'avec un nombre croissant d'années d'attaques, l'insecte retourne sur des arbres ayant déjà été attaqués. Cependant, ce n'est pas avant la quatrième année (1986) que ce phénomène a pu être observé.

Tableau 3. Distribution des arbres (pourcentages) selon le nombre total d'années d'attaques subies par arbre en fonction de l'âge de l'infestation

Âge de l'infestation	% d'arbres									
	Nombre total d'années d'attaques par arbre									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 ₁₉₈₃	99,8	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2 ₁₉₈₄	99,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
3 ₁₉₈₅	97,9	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
4 ₁₉₈₆	97,1	2,8	0,2	-	-	-	-	-	-	-
5 ₁₉₈₇	96,1	3,0	0,7	0,2	-	-	-	-	-	-
6 ₁₉₈₈	93,8	4,8	0,8	0,4	0,2	-	-	-	-	-
7 ₁₉₈₉	89,7	8,4	1,2	0,4	0,2	0,1	-	-	-	-
8 ₁₉₉₀	65,8	30,4	2,7	0,8	0,2	0,1	0,1	-	-	-
9 ₁₉₉₁	15,6	66,4	15,1	2,0	0,7	0,1	0,0	0,1	-	-
10 ₁₉₉₂	2,7	30,6	51,1	12,8	1,9	0,8	0,1	0,0	0,1	-
11 ₁₉₉₃	0,9	10,7	36,5	39,3	10,0	1,9	0,7	0,0	0,0	0,1

Distribution des attaques en fonction des classes de hauteur d'arbres

Pour la période de 1988 à 1993, le tableau 4 présente le nombre d'arbres, le nombre d'arbres attaqués, le nombre total d'attaques et le nombre moyen d'attaques par arbre en fonction des classes de hauteur d'arbres de 1987. D'une part, les arbres dont la hauteur en 1987 était supérieure à 2 m ont tous été attaqués. D'autre part, bien qu'à première vue la distribution du nombre total d'attaques ressemble à celle du nombre d'arbres par classe de hauteur (voir les valeurs entre parenthèses), l'analyse du nombre moyen d'attaques par arbre révèle que les arbres dont la hauteur était inférieure à 1,5 m en 1987 ont été moins attaqués que les autres; en effet, le nombre moyen d'attaques par arbre augmente rapidement dans les deux premières classes de hauteur pour se stabiliser par la suite ($P = 0,0002$ pour la composante linéaire et $P = 0,0001$ pour la composante quadratique).

Impact des attaques sur la croissance en hauteur

La comparaison entre l'accroissement annuel périodique mesuré avant la période d'attaques (1986 à 1987) et celui mesuré durant cette période (1988 à 1993) permet d'estimer de façon théorique, des pertes moyennes de croissance en hauteur. Ainsi, selon le nombre d'années d'attaques qu'ont subi les arbres, la perte de croissance en hauteur varie de 83 à 123 cm pour une période de six ans (tableau 5). Exprimées en pourcentage, ces pertes sont de l'ordre de 22 % à 41 %. Toutefois, les différences entre les classes ne sont pas significatives ($P_{(cm)} = 0,6754$ et $P_{(%) } = 0,4257$, pour les tests de l'hypothèse qu'il n'y a pas de différence entre les pertes selon le nombre d'années d'attaques) étant donné la grande variation autour des moyennes.

Tableau 4. Distribution des attaques du charançon du pin blanc entre 1988 et 1993 en fonction de classes de hauteur d'arbres de 1987

Classes de hauteur (m)	Nombre d'arbres ¹	Nombre d'arbres attaqués		Nombre total d'attaques	Nombre moyen d'attaques par arbre ³
		% de la classe			
0,50-0,99	33 (3,3) ²	27	81,8	41 (1,6) ²	1,24
1,00-1,49	102 (10,1)	101	99,0	188 (7,5)	1,84
1,50-1,99	199 (19,7)	197	99,0	471 (18,8)	2,37
2,00-2,49	266 (26,4)	266	100,0	721 (28,8)	2,71
2,50-2,99	230 (22,8)	230	100,0	611 (24,4)	2,66
3,00-3,49	138 (13,7)	138	100,0	362 (14,5)	2,62
3,50-3,99	36 (3,6)	36	100,0	99 (4,0)	2,75
4,00-4,49	5 (0,5)	5	100,0	10 (0,4)	2,00
Total	1009	1000		2503	

¹ Arbres non attaqués avant 1988

² Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage par rapport au total de la colonne

³ Composante linéaire : $P = 0,0002$ et composante quadratique : $P = 0,0001$.

Tableau 5. Estimation des pertes moyennes de croissance en hauteur \pm E.S. (Erreur standard de la moyenne) en fonction du nombre d'années d'attaques par arbre

Nombre d'années d'attaques par arbre	Nombre d'arbres ¹	Pertes de croissance en hauteur entre 1988 et 1993				Hauteurs moyenne (m)	
		cm		%		1987	1993
		Moyenne	\pm E.S.	Moyenne	\pm E.S.		
1	37	83	15	22	5	2,84	5,46
2	235	97	6	26	2	2,71	4,98
3	291	103	5	27	2	2,71	4,87
4	84	99	10	29	3	2,72	4,75
5	7	123	34	41	10	2,80	4,39

¹ Arbres non attaqués avant 1988 et dont la hauteur en 1986 était supérieure à 1,5 m.

Par ailleurs, lorsque l'on compare les hauteurs moyennes atteintes par les arbres en 1993 pour chacune des classes, on observe qu'elles diminuent de façon linéaire en fonction du nombre d'années d'attaques (composante linéaire : $P = 0,0002$). Il est bon de noter qu'au départ, la hauteur moyenne en 1987 de chacune des classes était uniforme ($P = 0,5232$).

Discussion

Les résultats montrent que, dans une jeune plantation d'épinettes de Norvège située sur un site mésique, les attaques du charançon du pin blanc peuvent atteindre des niveaux très importants, allant jusqu'à 99,1 % des arbres en 11 ans. Les mêmes observations ont été faites par Archambault *et al.* (1993). Toutefois, la présence d'un boisé adjacent à la plantation a pu contribuer à favoriser l'installation de l'insecte et son développement. En effet, Archambault *et al.* (1993 et 1994) ont montré que les taux d'attaques étaient plus élevés dans la partie située à l'intérieur d'une distance de 3 *h* (*h* = hauteur du peuplement ou du brise-vent) d'un peuplement ou d'un brise-vent.

Le suivi de la progression des attaques montre qu'au-delà du seuil de 10 % d'arbres atteints, le taux d'attaques annuelles augmente rapidement. En effet, en trois ans seulement, le pourcentage d'arbres atteints a augmenté de 10,3 % à 97,3 %, traduisant ainsi la vitesse avec laquelle le charançon étend ses attaques d'un arbre à l'autre. Cette progression s'apparente à la courbe de croissance sigmoïdale, observée fréquemment en dynamique des populations (Odum, 1959). Cependant, six ans après l'apparition des premières attaques, seulement 6,2 % des arbres étaient atteints. Dans le contexte d'une intervention visant à freiner la progression de l'insecte, cette période aurait été propice pour effectuer un contrôle mécanique (Lavallée et Morissette, 1989). Cette recommandation a aussi été formulée pour le pin blanc (Lavallée, 1992).

L'augmentation avec les années du nombre de flèches attaquées annuellement par arbre est un élément important à considérer lorsqu'un contrôle mécanique est envisagé. De plus, pour l'estimation du niveau d'attaques annuelles, les méthodes d'échantillonnage utilisées lors des inventaires entomologiques devraient être raffinées pour tenir compte du nombre de flèches attaquées par arbre. Ceci, afin de ne pas sous-estimer les niveaux de population.

Les résultats obtenus sur la fréquence des attaques par arbre sont différents de ceux observés chez l'épinette de Sitka par Alfaro (1989). En effet, ce dernier a observé que 21 % des arbres étaient encore sains 10 ans après l'apparition de l'insecte alors que pour notre étude sur l'épinette de Norvège, cette proportion n'était que de 2,7 %. Ceci laisse supposer un comportement différent selon les essences. Ainsi, en comparant les distributions du nombre d'années d'attaques par arbre entre ces deux hôtes, chez l'épinette de Sitka, le charançon a tendance à retourner plus souvent sur les mêmes arbres, alors que sur l'épinette de Norvège, il semble rechercher des arbres sains avant de réattaquer les mêmes arbres.

L'analyse de la fréquence des attaques en fonction de la hauteur des arbres montre que ceux qui avaient moins de 1,5 m en 1987 ont été moins attaqués. En effet, ces arbres étaient souvent supprimés et portaient des flèches terminales visiblement plus petites, donc moins intéressantes pour le charançon. Pour ceux dont la hauteur était supérieure à 1,5 m en 1987, le nombre moyen d'attaques par arbre a augmenté légèrement avec la hauteur des arbres. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus sur l'épinette de Sitka par Silver (1968) et Alfaro (1989). Cependant, dans un contexte d'aménagement d'une

plantation, tous les arbres deviennent rapidement susceptibles aux attaques du charançon du pin blanc lorsqu'ils atteignent une hauteur de 1,5 m. Mentionnons par ailleurs que quelques arbres dominants ont été attaqués plus tard que les autres. Nous avons observé qu'ils possédaient des aiguilles et des rameaux plus courts et que leur phénologie était plus tardive.

Sur le pin blanc, Morrow (1965) estime des pertes minimales de croissance en hauteur de 60 % à 70 % de la croissance annuelle moyenne pour chaque attaque. Notons que dans son évaluation des pertes, Morrow a tenu compte de l'effet cumulatif des dommages pendant les quatre années qui suivent une attaque. Les données disponibles dans notre étude ne tiennent pas compte de cet effet. Par conséquent, une attaque survenue au début de la période de mesure (1988) a donné des pertes plus importantes qu'une attaque ayant eu lieu à la fin de la période (1993). Malgré ces imprécisions dans l'estimation des pertes, nos résultats montrent tout de même de légères différences d'accroissements en hauteur selon le nombre d'années d'attaques qu'un arbre a subies. Toutefois, il ne faut pas s'attarder aux valeurs absolues des pertes estimées, mais plutôt aux différences relatives entre elles. Le faible écart existant entre une ou cinq années d'attaques est probablement dû au fait que dans plusieurs cas, le charançon réattaque la même flèche que l'année précédente (Lavallée *et al.*, 1990). De plus, la présence de plusieurs branches latérales qui se redressent pour remplacer la flèche endommagée contribue à minimiser l'impact des dommages sur la croissance en hauteur des arbres. C'est pourquoi la différence entre les hauteurs moyennes atteintes en 1993 par les arbres ayant subi des attaques pendant une ou cinq années n'est que de 20 %, soit environ un mètre.

Aucune donnée n'ayant été prise dans le but de classer les arbres d'après la qualité de leur tige, des études supplémentaires devraient être entreprises afin de connaître les effets réels du charançon du pin blanc sur la qualité du bois en production dans les nombreuses plantations d'épinettes de Norvège du Québec.

Remerciements

Nous remercions M^{me} Michèle Bernier-Cardou pour sa généreuse contribution aux analyses statistiques et à la révision du manuscrit, ainsi que MM. Robert Blais, Luc Coté et Richard Trudel pour leur assistance lors des relevés de terrain.

Bibliographie

- Alfaro, R. I. 1982. Fifty-year-old Sitka spruce plantations with a history of intense weevil attack. *J. Environ. Soc. Brit. Colum.* 79: 62-65.
- _____. 1989. Stem defects in Sitka spruce induced by Sitka spruce weevil, *Pissodes strobi*. In *Insects affecting reforestation: Biology and damage*. XVIII Int. Cong. Entomol. Canada. 177-185.

- Archambault, L., J. Morissette, R. Lavallée & B. Comtois. 1993.** Susceptibility of Norway spruce plantations to white pine weevil attacks in southern Québec. *Can. J. For. Res.* 23(11): 2362-2369.
- _____, **R. Lavallée et J. Morissette. 1994.** Influence des facteurs de site sur les taux d'attaque et le développement du charançon du pin blanc en plantations d'épinette de Norvège. *In* Colloque sur le charançon du pin blanc, 27 et 28 septembre 1994, Sainte-Foy, Québec. Ressources naturelles Canada et ministère de Ressources naturelles du Québec. 10 p.
- Belyea, R. M. & C. R. Sullivan. 1956.** The white pine weevil: a review of current knowledge. *For. Chron.* 32: 58-67.
- 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. Énerg. Ress., Serv. rech., Mémoire n° 79.* Québec. 392 p.
- Gouvernement du Québec. 1987.** Insectes et maladies des arbres. Québec 1986. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la protection contre les insectes et maladies. Supplément de Forêt Conservation 53(10). 32 p.
- _____, **1992.** Insectes et maladies des arbres Québec 1991. Ministère des Forêts, Service de la protection contre les insectes et les maladies. Pub. FQ92-3023. Québec. 38 p.
- Lavallée, A. 1992.** Observations sur l'évolution des dégâts occasionnés par *Pissodes strobi* Peck et caractérisation des jeunes plantations de pins blancs attaquées par ce charançon. *For. Can., Région du Québec, Sainte-Foy, Qc. Inf. Rep. LAU-X-98E.*
- Lavallée, R., C. Guertin, J. Morissette et B. Comtois. 1990.** Observations sur le développement du charançon du pin blanc chez l'épinette de Norvège au Québec. *Rev. Entomol. Québec* 35(1-2): 31-44.
- _____, **et J. Morissette. 1989.** Le contrôle mécanique du charançon du pin blanc. Forêts Canada - Région du Québec, Sainte-Foy, Québec. Feuillet d'information CFL 25. 9 p.
- Marty, R. & D. G. Mott. 1964.** Evaluating and scheduling white pine weevil control in the northeast. *US Dep. Agric., For. Serv. Res. Pap. NE-19,* 56 p.
- Morrow, R. R. 1965.** Height loss from white pine weevil. *J. For.* 63: 201-203.
- Odum, E. P. 1959.** *Fundamentals of ecology.* W.B. Saunders Co., Philadelphia.
- SAS Institute Inc. 1990.** *SAS user's guide: statistics, version 6.* SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Silver, G. T. 1968.** Studies on the Sitka spruce weevil, *Pissodes sitchensis*, in British Columbia. *Can. Entomol.* 100: 93-110.
- Thibault, M. 1985.** Les régions écologiques du Québec méridional (seconde approximation). Carte couleur à l'échelle 1: 1 250 000. Service de la recherche forestière et Service de la cartographie, ministère de l'Énergie et des Ressource du Québec, Québec.
- Wallace, D. R. & Sullivan, C. R. 1985.** The white pine weevil, *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae): a review emphasizing behavior and development in relation to physical factors. *In* Proceedings of the White Pine Symposium, 14 Sept. 1984, Petawawa, Ont. *Proc. Entomol. Soc. Ont.* 116(Suppl.): 39-62.