

Direction du développement de la faune
Direction de la recherche sur la faune
Direction de l'aménagement de la faune de Chaudière-Appalaches
Direction de l'aménagement de la faune des Laurentides
Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie
Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec

**ÉVALUATION DES DEUX TRAITEMENTS SYLVICOLES LES PLUS UTILISÉS
DANS LE CADRE DU PROGRAMME D'AIDE À L'AMÉNAGEMENT DES
RAVAGES DE CERFS DE VIRGINIE (PAAR)**

Par

Michel Crête, Stéphanie Boucher, Claude Daigle, Sylvie Desjardins, Michel
Hénault, Alain Lussier et Jean Milette

Société de la faune et des parcs du Québec

Octobre 2003

Référence à citer :

CRÊTE, M., S. BOUCHER, C. DAIGLE, S. DESJARDINS, M. HÉNAULT, A. LUSSIER et J. MILETTE. 2003. Évaluation des deux traitements sylvicoles les plus utilisés dans le cadre du programme d'aide à l'aménagement des ravages de cerfs (PAAR). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune, Direction de la recherche sur la faune, directions de l'aménagement de la faune. 54 pp.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2003
ISBN: 2-550-41710-0

RÉSUMÉ

Au cours du printemps 2002, nous avons échantillonné des peuplements de quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie qui avaient subi une éclaircie précommerciale (ÉPC) ou une éclaircie commerciale (ÉC) depuis 2 à 11 ans. Nous désirions tester l'hypothèse que l'ouverture de la végétation à la suite des deux traitements serait temporaire et que la fermeture en conifères de la voûte forestière augmenterait rapidement après la coupe. De même nous prédisions que les deux traitements stimuleraient, au moins temporairement, la production de brouet. Nous avons pris des mesures sur les arbres, les gaulis, les semis hauts, les semis bas, le brouet et les fumées. Nous désirions échantillonner neuf peuplements par traitement dans chacune des aires d'hivernage, mais il nous fut impossible d'atteindre cet objectif à quatre occasions à cause de la rareté des peuplements traités. L'ÉPC n'a produit l'effet anticipé au niveau de la fermeture qu'à Island Brook, et à aucun endroit ce traitement n'a stimulé clairement la production de brouet. À La Macaza, la chronoséquence après l'ÉPC alla dans le sens inverse des prédictions, présumément à cause de l'application du traitement à des peuplements inappropriés. Un trop faible effectif et une grande variabilité n'ont pas permis de déceler de tendance claire après l'ÉPC à Daveluyville et Kinnear's Mills. L'ÉC n'a produit la réponse attendue de la fermeture qu'à Kinnear's Mills alors que la tendance opposée s'observa à Daveluyville, à cause de l'inclusion de deux plantations très fermées de pin rouge traitées en 2000. L'ÉC n'a pas stimulé la production de brouet, mais le brouetement des cerfs pourrait avoir empêché une réponse de la végétation, en particulier à Island Brook et La Macaza. Malgré la grande variabilité de nos résultats, nous doutons de l'effet bénéfique de ces traitements sur l'habitat du cerf. Nous concluons qu'il faut revoir la stratégie de conservation de l'habitat hivernal du cerf de Virginie au Québec et réévaluer la pertinence des traitements les plus utilisés dans le cadre du PAAR.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	iii
TABLE DES MATIÈRES	iv
LISTES DES TABLEAUX	vi
LISTES DES FIGURES	viii
1. INTRODUCTION	1
2. AIRE D'ÉTUDE ET MÉTHODE.....	4
3. RÉSULTATS.....	7
3.1 L'éclaircie précommerciale	7
3.2 L'éclaircie commerciale	10
4. DISCUSSION.....	14
4.1 A-t-on accéléré la fermeture de la voûte forestière?	15
4.2 A-t-on stimulé la production de brout?	16
4.3 La conservation de l'habitat hivernal du cerf : une stratégie à revoir	18
5. RECOMMANDATIONS.....	22
REMERCIEMENTS	23
LISTES DES RÉFÉRENCES.....	24

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Quelques prédictions concernant l'évolution, à l'échelle d'une décennie, du couvert, de la régénération et de l'utilisation du peuplement par les cerfs à la suite d'une éclaircie précommerciale (ÉPC) ou d'une éclaircie commerciale (ÉC) réalisées dans une aire d'hivernage du cerf de Virginie au Québec.....	31
Tableau 2. Caractéristiques des peuplements forestiers inventoriés au printemps 2002 dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec et ayant subi une éclaircie précommerciale (ÉPC) ou une éclaircie commerciale (ÉC) dans le cadre du PAAR. Pour l'éclaircie précommerciale, les mesures relatives aux conifères et aux feuillus sont présentées en termes de tiges/ha alors que pour l'éclaircie commerciale l'unité apparaît en m ² /ha. Ces renseignements proviennent du rapport des conseillers forestiers.....	32
Tableau 3. Densité (tiges/ha) et diamètre à hauteur de poitrine (cm) moyen des arbres (DHP >9 cm) croissant dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.....	33
Tableau 4. Importance relative (%) des principales espèces d'arbres (DHP >9 cm) recensées dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie situées au sud du Québec.....	34
Tableau 5. Importance relative (%) des principales espèces et densité moyenne des gaulis dénombrés dans les peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale et situés dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec, printemps 2002.	35
Tableau 6. Densité de semis hauts, disponibilité et taux d'utilisation du brout ainsi que densité des fumées dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.....	36

Tableau 7. Coefficient de distribution (%) des semis bas des conifères et importance relative des espèces (%) dans des peuplements de quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans, printemps 2002.....	37
Tableau 8. Densité (tiges/ha) et diamètre à hauteur de poitrine (cm) moyen des arbres (DHP >9 cm) croissant dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.....	38
Tableau 9. Importance relative (%) des principales espèces d'arbres (DHP >9 cm) recensées dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie situées au sud du Québec	39
Tableau 10. Densité moyenne (tiges/ha) des gaulis dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	40
Tableau 11. Densité de semis hauts, disponibilité et taux d'utilisation du brout ainsi que densité des fumées dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.....	41
Tableau 12. Coefficient de distribution (%) et importance relative des semis bas de conifères dans des peuplements de quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans, printemps 2002	42
Tableau 13. Disponibilité de brout, exprimée en terme de tiges/ha (semis hauts; feuillus et conifères combinés), de ramilles décidues/m ² , dans diverses aires d'hivernage du cerf de Virginie du Québec.....	43

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1. Localisation des quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie où l'on a étudié l'évolution des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale ou une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans le cadre du PAAR.....	47
Figure 2. Fermeture moyenne en conifères de la voûte forestière dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.....	48
Figure 3. Surface terrière moyenne couverte par les conifères dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	49
Figure 4. Densité des ramilles décidues (nombre/m ²) dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	50
Figure 5. Fermeture moyenne en conifères de la voûte forestière dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	51
Figure 6. Surface terrière moyenne couverte par les conifères dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	52
Figure 7. Densité des ramilles décidues (nombre/m ²) dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec	53

Figure 8. Densité moyenne des semis bas, des semis hauts, des gaulis et des arbres dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du Québec pour des peuplements ayant subi (A) une éclaircie commerciale et (B) une éclaircie précommerciale. Voir les tableaux appropriés pour connaître les valeurs absolues54

1. INTRODUCTION

Pendant le dernier siècle, le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) connu, au Québec, une période de rareté extrême au tournant des années 1970. Une chasse trop libérale s'avéra le principal facteur provoquant l'effondrement des effectifs, aggravé par des hivers rigoureux et la coupe de conifères dans les aires d'hivernage (Huot et al. 1984). Aussi, les premières études québécoises sur le cerf portèrent sur son habitat hivernal (Pichette 1972; Huot 1974), un élément vital pour le maintien et la reconstruction des effectifs. On constata que les cerfs se servaient des conifères pour diminuer leurs coûts de locomotion puisque ces arbres interceptent la neige qui s'accumule moins sous leurs cimes. Au niveau des peuplements, on remarqua que les forêts mixtes ou dominées par les conifères présentaient les taux de fréquentation les plus élevés durant l'hiver. Dès lors, la protection du couvert résineux devint une priorité pour le maintien d'un habitat du cerf de qualité, et l'on déploya de grands efforts pour convaincre les forestiers qu'il fallait éviter les coupes totales dans les peuplements de conifères situés à l'intérieur des aires d'hivernage.

La volonté de protection de l'habitat hivernal du cerf se traduisit en plans d'aménagement forestier pour les aires d'hivernage situées sur des terres publiques. La situation s'avérait plus complexe sur les terres privées puisque les propriétaires possédaient le droit de disposer de leurs boisés librement. Pour les encourager à conserver des peuplements de conifères dans les aires d'hivernage, on en vint, à la suite de la création de la Fondation de la faune du Québec, à mettre sur pied un programme de subvention pour favoriser les traitements sylvicoles bénéfiques à l'habitat hivernal du cerf. Le Programme d'aide à l'aménagement des ravages de cerfs (PAAR) naquit ainsi en 1989. Ce programme poursuivait trois objectifs : conserver les peuplements résineux et mélangés, aménager ces peuplements par des coupes qui favorisent leur maintien ou accélèrent leur croissance, et sensibiliser les propriétaires au potentiel de leurs terres comme habitats fauniques. Les subventions octroyées

dans le cadre du PAAR s'ajoutaient à d'autres versées par le ministère des Ressources naturelles (MRN), notamment pour défrayer les coûts supplémentaires occasionnés par les travaux d'hiver. Les objectifs poursuivis par les subventions du MRN différaient de ceux du PAAR car ils visaient à stimuler la production de bois pour l'industrie forestière. Nous nous concentrons ici uniquement sur les objectifs du PAAR.

Depuis la création du PAAR, les populations de cerfs connaissent une croissance d'effectif un peu partout au Québec en raison d'une gestion prudente de la chasse et de pratiques agricoles vraisemblablement plus favorables. De plus, de nouveaux travaux de recherche mirent en lumière que l'alimentation hivernale devait être prise en compte tout autant que le couvert puisque les cerfs tirent plus de 70% de leurs besoins énergétiques hivernaux de leur nourriture (Dumont et al. 1998), leurs réserves corporelles étant limitées. On arriva aussi à la conclusion que la compétition pour la nourriture hivernale régularisait les populations de cerfs vivant en l'absence de prédateurs efficaces (Dumont et al. 2000).

Après une dizaine d'années d'existence du PAAR, Poulin et Sansregret (2001) procédèrent à un bilan des superficies traitées. Ce rapport révéla que seulement 37 km², soit 1,4% des superficies admissibles, firent l'objet de traitements sylvicoles subventionnés pendant la période, les deux traitements les plus communs étant l'éclaircie précommerciale (ÉPC : 14 km²) et l'éclaircie commerciale (ÉC : 13 km²). On prit alors la décision de mesurer la réponse de la végétation aux principaux traitements sylvicoles pratiqués dans le cadre du PAAR, ce qui déboucha sur une campagne de terrain réalisée au printemps 2002 dans quatre régions administratives du Québec.

Le but de l'étude actuelle était de vérifier si l'ÉPC et l'ÉC ont produit l'effet escompté, soit d'accélérer la croissance des conifères et ainsi la fermeture de la voûte forestière. La production de brouillard a aussi été prise en compte vu son

importance dans les aires d'hivernage, particulièrement le brout décidu (Dumont et al. 2000).

L'ÉPC concerne des peuplements jeunes et composés de gaulis denses (Zwarts 1998). Au départ, ce traitement sylvicole vise à réduire la densité de gaulis à 2 500 tiges/ha afin de diminuer la compétition entre les individus et de stimuler la croissance des gaulis épargnés. Les ÉPC réalisées dans les aires d'hivernage des cerfs devraient, au surplus, accélérer la venue de peuplements résineux et ainsi favoriser les conifères au détriment des espèces feuillues. Par rapport à un peuplement non traité, on s'attendrait à ce que l'ÉPC accélère la croissance des conifères, accélère la fermeture en conifères de la voûte forestière, réduise la densité des arbres et des gaulis et stimule, à court terme (≈ 5 ans), la production de brout ligneux dans les strates basses à cause des rejets de souche (Tableau 1). L'effet de l'ÉPC devrait s'estomper dans le temps.

L'ÉC s'applique à des peuplements rendus au milieu de la période de révolution normale, et vise à réduire de 30 à 40% le volume de bois (Zwarts 1998). En diminuant la compétition entre les tiges résiduelles, ce traitement stimule leur croissance et le rendement du peuplement. L'ÉC tend notamment à récupérer les tiges commerciales susceptibles de mourir avant la prochaine récolte. Dans les aires d'hivernage du cerf, l'ÉC favorise généralement les conifères au détriment des espèces feuillues. Aussi, on prédit que l'ÉC, par rapport à un peuplement non traité, devrait accélérer la croissance des conifères, permettre le maintien sinon l'augmentation à long terme de la fermeture en conifères de la voûte forestière et, stimuler, au moins temporairement, la production de brout à cause de la plus grande quantité de lumière atteignant le sol à la suite de l'ouverture de la voûte forestière (Tableau 1).

2. AIRES D'ÉTUDE ET MÉTHODES

Nous avons retenu une approche par cas type afin d'évaluer les principaux traitements subventionnés par le PAAR. Ainsi, nous avons choisi, comme sites d'étude, quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie ayant subi de nombreux aménagements forestiers (Fig. 1) : Island Brook (Estrie), Kinnear's Mills (Chaudière-Appalaches), La Macaza (Laurentides) et Daveluyville/Barbue (Centre-du-Québec). Il aurait été préférable d'utiliser une comparaison entre des peuplements traités et des peuplements témoins pour cette étude, mais il était impossible de localiser des peuplements équivalents non traités; nous avons dû nous limiter à étudier l'évolution des peuplements après les traitements.

Les travaux sylvicoles s'effectuent sur la base des peuplements forestiers par propriété foncière, et un plan simple de gestion les précède. Avant leur réalisation, un ingénieur forestier prépare des prescriptions sylvicoles et un rapport d'exécution suit les travaux. Une copie de ces documents parvient à la Fondation de la faune du Québec qui voit à verser les subventions. Nous avons utilisé les plans simples de gestion et les rapports d'exécution accumulés par la Fondation de la faune pour choisir les peuplements à échantillonner. Notre objectif était d'inventorier neuf sapinières traitées dans chaque aire d'hivernage, autant pour l'ÉPC que L'ÉC. Nous avons choisi les peuplements en fonction du temps écoulé depuis le traitement, en essayant de couvrir uniformément toute la période écoulée depuis les premiers travaux, soit 11 ans. Cependant, il nous fut impossible d'atteindre l'objectif de neuf peuplements traités à Daveluyville (3) et Kinnear's Mills (6) pour l'ÉPC, et à Daveluyville (5) et Island Brook (8) pour l'ÉC. Nous avons tenté de compléter l'échantillonnage de Daveluyville avec des peuplements de l'aire voisine de la rivière Barbue, mais la qualité douteuse des informations relatives aux peuplements traités (année, emplacement) nous a forcés à mettre de côté ces données.

Les relevés sur le terrain ont eu lieu entre le 22 avril et le 12 juin 2002, dans l'ordre suivant : Island Brook, Daveluyville, Kinnear's Mills, La Macaza. Dans chaque peuplement choisi, nous avons distribué, de façon systématique, 10 parcelles espacées de 20 m le long de transects parallèles. L'espacement entre les transects et leur longueur étaient fonction de la taille des peuplements, ceux-ci couvrant généralement plus de 1 ha. À chaque parcelle, nous avons mesuré le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) des arbres (> 9 cm) ainsi que leur surface terrière, par espèce, en échantillonnant avec un prisme métrique de facteur deux. Nous avons dénombré les gaulis (1 cm < DHP < 9 cm) par espèce ainsi que les semis hauts (>50 cm) dans une parcelle circulaire couvrant 4 m² (rayon = 1,13 m). Nous avons compté les ramilles (>10 cm : broutées et non broutées séparément) associées à chaque tige de gaulis ou de semis haut qui était à portée des cerfs durant l'hiver, soit une hauteur par rapport au sol comprise entre 0,50 et 2,25 m. Les ramilles d'éricacées ne furent cependant pas dénombrées. Nous avons noté la présence de semis bas (<50 cm) de conifères, par espèce, dans les parcelles circulaires de sorte que nous avons obtenu, pour chaque peuplement, un coefficient de distribution des semis de conifères. Nous avons estimé le taux de fermeture offert par les branches des gaulis hauts et des grands conifères au-dessus de chaque parcelle en notant si de telles branches obstruaient verticalement le centre de chaque parcelle, à condition que ces branches se trouvent à plus de 3 m du sol. Nous avons ajouté trois parcelles de fermeture entre chaque parcelle de 4 m² pour avoir 40 points d'échantillonnage par peuplement afin d'estimer le degré de fermeture des conifères de la voûte forestière. À titre indicatif du degré de fréquentation des peuplements, nous avons noté le nombre de fumées de cerf situées à moins de 1 m de chaque côté de la corde de 20 m utilisée pour localiser chaque parcelle (40 m²).

Étant donné la grande hétérogénéité des peuplements traités et les effectifs réduits à certains endroits, l'analyse statistique a porté sur chaque aire d'hivernage séparément. Une analyse de régression linéaire a servi à déterminer si la variable d'intérêt évoluait après le traitement selon le patron prédit. Nous

avons considéré le peuplement comme l'unité d'échantillonnage de sorte que nous présentons, pour chaque aire d'hivernage, la moyenne des moyennes de chaque peuplement pour toutes les variables d'intérêt.

3. RÉSULTATS

3.1 L'éclaircie précommerciale

Les peuplements traités par l'ÉPC couvraient des superficies très variables avec une moyenne oscillant entre 2 et 4 ha sauf à Daveluyville où elle atteignait 12 ha (Tableau 2). À Island Brook et Kinnear's Mills où l'information était disponible dans les rapports des conseillers forestiers, le sapin baumier et l'épinette blanche dominaient les peuplements traités avant l'intervention. Ceux-ci comptaient un peu moins de 11 000 gaulis/ha à La Macaza et plus de 16 000 gaulis/ha à Daveluyville et Island Brook, en majorité des conifères. Le traitement a réduit la densité des gaulis à environ 2 100 tiges/ha à La Macaza et à 2 800 tiges/ha à Daveluyville, éliminant presque toutes les tiges décidues. Quelques particularités caractérisaient certains peuplements traités : orignal très présent dans un peuplement à Daveluyville et à Kinnear's Mills, un peuplement très humide à La Macaza et présence de nombreux gros arbres dans trois peuplements traités entre 1997 et 1999 à La Macaza.

Le temps écoulé depuis la réalisation de l'ÉPC a varié entre 2 et 11 ans selon les peuplements. L'évolution de la fermeture en conifères après l'ÉPC suivit le patron escompté à Island Brook ($P = 0,008$; $R^2 = 0,61$) alors que la tendance inverse s'observa à La Macaza, les plus vieux peuplements étant les plus ouverts ($P = 0,080$; $R^2 = 0,29$) (Fig. 2). À Kinnear's Mills et Daveluyville, le petit effectif et la grande variabilité de la fermeture empêchèrent la détection de toute tendance claire. La surface terrière des conifères (DHP >9 cm) suivit le même patron après le traitement (Fig. 3). La pente était positive et significative à Island Brook ($P = 0,039$; $R^2 = 0,40$) mais négative à La Macaza ($P = 0,118$; $R^2 = 0,21$). À Island Brook, deux peuplements traités depuis 11 ans possédaient une surface terrière voisine de 30 m²/ha alors qu'un peuplement traité depuis cinq ans avait déjà une surface terrière de 24 m²/ha. À Kinnear's Mills et Daveluyville, la

majorité des peuplements traités depuis 10 ou 11 ans possédaient des surfaces terrières encore inférieures à 15 m²/ha.

La densité des conifères (DHP >9 cm) dans les peuplements ayant subi une ÉPC variait entre 628 et 1165 tiges/ha (Tableau 3) selon les aires d'hivernage. Partout mais dans une moindre mesure à La Macaza, les conifères dominaient largement dans ces peuplements. Le DHP moyen des conifères était d'environ 12 à 14 cm et les arbres décidus possédaient des diamètres plus gros que ceux des conifères (Tableau 3). Le sapin baumier et l'épinette blanche dominaient largement à Island Brook et Kinnear's Mills, alors que les espèces de conifères étaient plus variées à Daveluyville. Les peuplements de La Macaza contenaient la plus grande diversité d'espèces, notamment plusieurs espèces feuillues (Tableau 4).

La densité des gaules de conifères dans les peuplements ayant subi une ÉPC variait entre 1306 et 1667 tiges/ha (Tableau 5), soit une diminution d'environ 40% par rapport à l'année du traitement (Tableau 2). Plusieurs gaules initiaux étaient probablement passés dans la catégorie des arbres (DHP >9 cm) au moment de l'inventaire. Par contre, les gaules décidus avaient augmenté en abondance depuis le traitement, particulièrement à Daveluyville et La Macaza. Les gaules d'érable rouge prenaient une importance particulièrement grande à Daveluyville alors que l'aulne rugueux représentait l'espèce feuillue la plus commune à La Macaza, suivant de près le sapin baumier.

La densité de semis hauts décidus variait en fonction de l'âge du traitement uniquement à Island Brook ($P = 0,013$; $R^2 = 0,56$) et la relation était négative, les vieux peuplements contenant moins de semis hauts que les plus jeunes. À cet endroit seulement, le degré de fermeture de la voûte forestière était relié à la densité des semis hauts décidus ($P = 0,043$) mais ce facteur n'expliquait que 39% de la variation observée ($R^2 = 0,39$). La densité moyenne des semis hauts décidus variait entre 2042 tiges/ha à Kinnear's Mills et 28167 tiges/ha à

Daveluyville (Tableau 6). La densité des semis hauts de conifères était reliée de façon négative à l'âge du traitement à Island Brook ($P = 0,025$; $R^2 = 0,47$), mais de façon positive à La Macaza ($P = 0,027$; $R^2 = 0,46$). La densité de semis hauts de conifères était reliée négativement au degré de fermeture de la voûte forestière à Island Brook ($P = 0,002$; $R^2 = 0,73$) et à La Macaza ($P = 0,014$; $R^2 = 0,55$). La densité moyenne de semis hauts de conifères atteignait la valeur la plus grande à La Macaza (4556 tiges/ha) et la plus faible à Daveluyville (1333 tiges/ha) (Tableau 6).

Partout, la densité de semis bas de conifères a varié indépendamment du temps écoulé depuis le traitement ($P > 0,312$). On a observé des semis bas dans plus de 50% des parcelles de 4 m² dans toutes les aires d'hivernage, le coefficient de distribution oscillant entre 57% à Daveluyville et 82% à Island Brook. Le sapin baumier dominait partout, suivi de l'épinette blanche et du thuya; à La Macaza, les semis d'épinette noire représentaient 18% des cas (Tableau 7).

L'abondance de brout décidu a diminué en fonction du temps écoulé depuis le traitement à Island Brook ($P = 0,011$; $R^2 = 0,58$) alors que son abondance avait tendance à croître avec le temps écoulé à La Macaza ($P = 0,128$; $R^2 = 0,20$) (Fig. 4). Ailleurs, les effectifs étaient trop petits et les résultats trop variables pour dégager des tendances. La densité des ramilles en conifères a varié partout indépendamment du temps écoulé depuis le traitement ($P > 0,099$). On ne comptait que 2 ramilles décidues/m² à Kinnear's Mills contre 18,8 ramilles/m² à Daveluyville (Tableau 6). Sauf à Daveluyville, les ramilles de conifères étaient plus nombreuses que les ramilles décidues, atteignant une densité moyenne de 29,4 ramilles/ha à Kinnear's Mills.

Le taux d'utilisation du brout décidu par les cerfs a augmenté en fonction du temps écoulé depuis le traitement à Island Brook ($P = 0,018$; $R^2 = 0,57$) alors que le taux d'utilisation variait indépendamment du temps ailleurs. Le taux d'utilisation était inversement relié à la disponibilité des ramilles décidues à La Macaza ($P =$

0,003; $R^2 = 0,77$) et à Island Brook ($P = 0,069$; $R^2 = 0,36$). Le taux d'utilisation des ramilles de conifères a varié indépendamment du temps écoulé depuis le traitement ($P > 0,408$). Le taux de consommation des ramilles décidues fut compris entre 14% à Daveluyville et 54% à La Macaza (Tableau 6); pour les ramilles de conifères, les moyennes oscillaient entre 6% et 18%.

Le taux de fréquentation des peuplements ayant subi une ÉPC a eu tendance à croître avec le temps écoulé depuis le traitement à Kinnear's Mills ($P = 0,056$; $R^2 = 0,55$) et à diminuer en fonction du temps à La Macaza ($P = 0,058$; $R^2 = 0,34$). La densité des fumées de cerfs était indépendante du taux d'utilisation du brouet décidé partout sauf à La Macaza où les deux variables étaient liées positivement ($P = 0,007$; $R^2 = 0,68$). La densité des fumées dans les ÉPC fut la plus faible à Island Brook (242 tas/ha) et la plus forte à La Macaza (633 tas/ha) (Tableau 6).

3.2 L'éclaircie commerciale

Les peuplements qui ont fait l'objet d'une ÉC ne couvraient, en moyenne, que 2 ou 3 ha, sauf à La Macaza où ils étaient deux fois plus grands (Tableau 2); les coupes avaient été pratiquées depuis 2 à 11 ans. Les conifères dominaient largement et la surface terrière totale avant coupe avoisinait 40 m²/ha partout sauf à La Macaza où elle atteignait 30 m²/ha. Le traitement a réduit la surface terrière des conifères de 25% à 31% selon les endroits alors que la réduction fut supérieure pour les feuillus (Tableau 2). À Island Brook et Kinnear's Mills où les rapports des conseillers forestiers le précisaient, les peuplements traités se composaient principalement de sapinières contenant de l'épinette blanche et du thuya occidental. Deux peuplements traités provenaient de plantations à chaque endroit : plantation de pin rouge à La Macaza et Daveluyville, d'épinette blanche à Island Brook et d'épinette de Norvège à Kinnear's Mills. Un peuplement fit l'objet d'un prélèvement très léger à La Macaza.

L'évolution de la fermeture de la voûte forestière après le traitement a suivi la trajectoire prévue à Kinnear's Mills ($P = 0,036$; $R^2 = 0,31$) alors qu'elle s'inversa à Daveluyville ($P = 0,006$; $R^2 = 0,92$) où les peuplements les plus récemment traités, deux plantations, possédaient une fermeture plus grande (Fig. 5). À Island Brook et La Macaza, la fermeture de la voûte forestière variait indépendamment du temps écoulé depuis le traitement ($P > 0,546$). La fermeture moyenne des peuplements dépassait généralement 60% partout sauf à Island Brook où elle était un peu plus faible (Fig. 5). La surface terrière en conifères a suivi une tendance identique après le traitement (Fig. 6), augmentant à Kinnear's Mills ($P = 0,057$; $R^2 = 0,25$) et diminuant à Daveluyville ($P = 0,003$; $R^2 = 0,95$). En général, les peuplements n'avaient pas retrouvé une surface terrière comparable à celle existant avant le traitement, même une dizaine d'années après son exécution.

Les peuplements ayant subi une ÉC comptaient en moyenne entre 750 et 1000 arbres/ha, surtout des conifères bien que les peuplements fussent plus mélangés à Island Brook (Tableau 8). Les DHP moyens des conifères dépassaient 18 cm partout sauf à La Macaza; les feuillus des peuplements traités possédaient des DHP plus petits que ceux des conifères à Daveluyville et Island Brook alors que l'inverse s'observa aux deux autres endroits. Le sapin baumier, l'épinette blanche et le thuya occidental dominaient les peuplements traités partout sauf à Daveluyville où le pin rouge comptait pour plus de la moitié des arbres mesurés (Tableau 9).

La densité de gaulis feuillus a diminué progressivement à la suite du traitement à Kinnear's Mills ($P = 0,002$; $R^2 = 0,58$) alors qu'ailleurs aucune tendance n'apparaissait ($P > 0,767$). La densité des gaulis de conifères n'a pas varié en fonction du temps écoulé depuis l'ÉC, sauf à Daveluyville où la relation allait dans le sens opposé à la tendance attendue. La densité moyenne de gaulis était relativement faible partout avec des valeurs variant autour de 1000 tiges/ha à

Island Brook, Kinnear's Mills et La Macaza, et de 200 gaulis/ha à Daveluyville (Tableau 10).

La densité des semis hauts dans les peuplements traités par ÉC a suivi la même tendance que celle des gaulis. On a observé une relation négative entre leur densité et le temps écoulé depuis le traitement à Kinnear's Mills ($P = 0,003$; $R^2 = 0,57$), aucune tendance n'apparaissant ailleurs ($P > 0,423$). Les semis hauts de conifères variaient partout indépendamment du temps passé depuis la coupe ($P > 0,303$). La densité de semis haut était la plus faible à Island Brook, avec environ 1 250 tiges/ha, contre près de 10 000 tiges/ha à Daveluyville (Tableau 11). La grande majorité des semis hauts se composait d'espèces feuillues.

La présence de semis bas de conifères n'était pas reliée au temps écoulé depuis le traitement ($P > 0,485$), sauf à Daveluyville ($P = 0,028$; $R^2 = 0,79$); à cet endroit, deux plantations de pin rouge ne comptant aucun semis bas et coupées en 2000 engendraient un artéfact qui produisait une pente positive. L'absence de régénération dans ces deux plantations diminuait le coefficient de distribution pour Daveluyville (30%), alors qu'ailleurs il dépassait 50% (Tableau 12). Le sapin baumier représentait l'espèce comptant le plus de semis bas partout; les semis d'épinette blanche et de thuya occidental étaient aussi assez répandus.

La disponibilité de brout décidu a progressivement diminué à la suite de l'ÉC à Kinnear's Mills seulement ($P = 0,016$; $R^2 = 0,40$), aucune tendance n'étant apparente ailleurs (Fig. 7). En moyenne, la disponibilité de brout décidu était faible et variait entre 0,4 et 4,2 ramilles/m²; la disponibilité de ramilles de conifères couvrait la même fourchette de valeurs (Tableau 11). Le taux d'utilisation du brout n'a pas varié en fonction du temps écoulé depuis le traitement, autant pour les feuillus ($P > 0,098$) que pour les conifères ($P > 0,334$). Pour les essences décidues, il oscillait entre 29% à Kinnear's Mills et 60% à La Macaza; pour les conifères, le taux d'utilisation des ramilles n'excédait pas 5% sauf à La Macaza (31%).

Le taux de fréquentation des peuplements, basé sur la densité des fumées, a diminué en fonction du temps écoulé depuis la coupe à Island Brook seulement ($P = 0,025$; $R^2 = 0,47$). Il a varié indépendamment du taux d'utilisation des ramilles décidues partout ($P > 0,401$). Le taux de fréquentation le plus élevé fut observé à La Macaza (947 fumées/ha) et le plus faible à Daveluyville (220 fumées/ha) (Tableau 11).

4.. DISCUSSION

Les deux types de traitement sylvicole réalisés le plus fréquemment dans le cadre du PAAR, l'ÉPC et l'ÉC, visent le même objectif bien qu'ils ne s'appliquent pas à des peuplements d'âge identique : éclaircir les peuplements pour réduire la compétition entre les tiges et pour fournir plus de lumière afin de stimuler la croissance du couvert. Par ricochet, l'ÉPC et l'ÉC devraient aussi favoriser le développement de la strate arbustive et augmenter, temporairement, la quantité de nourriture disponible pour les cerfs. Les résultats se sont avérés toutefois décevants puisque l'ÉPC n'a produit les effets attendus qu'à Island Brook alors que l'évolution inverse survint à La Macaza. Les résultats ne furent pas mieux dans le cas de l'ÉC puisque ce traitement ne produisit l'effet attendu qu'à Kinnear's Mills alors que la tendance inverse s'observa à Daveluyville. Plusieurs raisons expliquent le patron observé.

Nous désirions au départ standardiser le plus possible le protocole pour réduire les sources de variations contrôlables. Ainsi, nous souhaitons que la composition végétale soit la plus semblable possible pour une même aire d'hivernage à tout le moins, et pour toutes les aires, si possible. Cela s'est avéré impossible à cause du petit nombre de peuplements traités. Nous avons choisi des sapinières quand nous avons le choix, mais cela fut souvent impossible et nous avons dû échantillonner plusieurs plantations. Enfin, nous n'avons pu atteindre l'effectif désiré (9 peuplements) à Kinnear's Mills pour l'ÉPC, à Island Brook pour l'ÉC et à Daveluyville pour les deux traitements. À ce dernier endroit, nous avons tenté de compléter l'échantillonnage avec des peuplements d'une aire voisine, mais la qualité douteuse des informations concernant la localisation exacte des peuplements et la date d'exécution du traitement nous ont forcés à rejeter ces données au retour du terrain. L'hétérogénéité des peuplements, l'intensité variable des éclaircies, les petits effectifs et la période de temps couverte expliquent donc une partie des résultats négatifs obtenus; il aurait fallu

un effectif encore plus grand pour observer les tendances véritables en présence d'une grande hétérogénéité.

À La Macaza, les conseillers forestiers ont vraisemblablement prescrit l'ÉPC dans plusieurs peuplements qui ne convenaient pas de sorte que la chronoséquence après traitement prit une allure inverse de celle attendue. On a traité un peuplement très humide au début du programme, et on a traité des peuplements contenant beaucoup d'arbres après 1996. D'ailleurs, la densité moyenne des tiges résineuses avant traitement était plus basse à La Macaza que dans les autres aires d'hivernage pour les deux traitements (Tableau 2).

4.1 A-t-on conservé ou accéléré la fermeture de la voûte forestière?

On sait maintenant que l'ÉPC ne produit pas d'augmentation de la croissance en hauteur dans les sapinières à moins que la densité des tiges soit très élevée; une densité de 15 000 tiges/ha (gaulis et arbres) n'a pas ralenti la croissance en hauteur des tiges de sapin au Bas-Saint-Laurent (Pothier 2002). Par contre, l'ÉPC stimule la croissance radiale. Comme c'est principalement la cime des conifères qui intercepte la neige et provoque la fermeture de la voûte forestière, il est peu probable que l'ÉPC ait accéléré la fermeture de la voûte forestière dans les peuplements traités de toutes les régions, compte tenu que la densité des gaulis avant le traitement n'était pas excessive (Tableau 2). Une dizaine d'années après le traitement, la fermeture offerte par les cimes des conifères atteignait environ 60 à 80% (Fig. 2). Les cerfs recherchent les peuplements de cette nature quand la locomotion dans la neige est contraignante (Dumont et al. 1998)

L'ÉC n'a pas eu pour conséquence d'augmenter la fermeture de la voûte forestière puisqu'elle fut appliquée dans des peuplements dominés par les conifères (Tableau 2). Au contraire, le traitement a réduit la fermeture puisque environ un quart des conifères fut récolté. Dans les peuplements traités par ÉC,

la fermeture dépassait 50% presque partout après le traitement (Fig. 5). Malgré la réduction du couvert, de tels peuplements offrent encore un abri valable pour le cerf (Zwarts 1998; Dumont et al. 1998).

Sans les traitements, la fermeture serait vraisemblablement demeurée similaire ou même supérieure parce que les conifères dominaient dans la grande majorité des peuplements traités. Au Bas-Saint-Laurent, où les hivers sont plus rigoureux que dans les sites étudiés, les cerfs fréquentent le plus les peuplements possédant une fermeture comprise entre 50 et 80% (Dumont et al. 1998). Pour faire des gains en termes de peuplements offrant une bonne fermeture dans les aires étudiées, il aurait fallu appliquer l'ÉPC et l'ÉC dans des peuplements mélangés à dominance feuillue et favoriser les conifères au détriment des feuillus.

Même si les peuplements étudiés pour l'ÉC étaient jeunes, certains auraient pu faire l'objet d'une coupe finale en l'absence des subventions octroyées par le PAAR. Un objectif du programme visait à aménager ces peuplements pour maintenir, sinon améliorer la fermeture en conifères. Il n'est pas possible de quantifier la proportion d'abri ainsi «sauvée», mais cet objectif a été atteint puisque les peuplements traités par ÉC offraient un bon abri après traitement, alors que ceux traités par ÉPC avaient atteint un seuil satisfaisant. Le PAAR a aussi permis de sensibiliser les propriétaires impliqués aux besoins d'habitat du cerf.

4.2 A-t-on stimulé la production de brouet?

L'ÉPC se pratique dans des peuplements jeunes et denses qui offrent au départ beaucoup de ramilles à portée des cerfs. Au Bas-Saint-Laurent, quatre peuplements situés dans des aires d'hivernage comptaient en moyenne 18 ramilles décidues/m² avant le traitement (Richer et al. 2003). La coupe a réduit substantiellement la densité des ramilles qui a ensuite augmenté pendant

quelques années; cinq ou six ans après coupe, la disponibilité de ramilles a semblé plafonner un peu en deçà de la densité antérieure à l'ÉPC, soit entre 10 et 25 ramilles décidues/m². Au Bas-Saint-Laurent, la densité des cerfs approche actuellement 1 cerf/km² dans leur habitat d'été et leur broutement affecte peu la végétation (Boucher 2003). Ainsi, la chronoséquence après l'ÉPC a suivi une trajectoire dominée par la compétition entre végétaux. Contrairement à Richer et al. (2003), on ne connaît pas la disponibilité des ramilles décidues qu'il y avait dans les peuplements que l'on a étudiés avant l'ÉPC. Après l'exécution du traitement, il fut difficile de percevoir une tendance, sauf à Island Brook où l'on a noté une baisse progressive (Fig. 4). En moyenne, on a dénombré moins de ramilles décidues dans les peuplements que nous avons échantillonnés (2-19 ramilles/m²) que dans la région du Bas-Saint-Laurent (10-25 ramilles/m² : Tableau 13). Il se peut que le broutement répété des cerfs ait réduit quelque peu la disponibilité de brout décidu dans les peuplements étudiés. Si l'on compare la disponibilité de brout en termes de tiges/ha, seul un peuplement de Daveluyville ayant subi une ÉPC se situait au-dessus de la moyenne des meilleures aires d'hivernage échantillonnées durant les années 1970 et 1980, quand les densités de cerfs étaient basses (Moyenne = 14 326 tiges/ha, Tableau 13). En comparant nos résultats avec ceux de travaux réalisés dans l'Est du Québec (Richer et al. 2003), nous concluons que l'ÉPC n'a pas stimulé la production de nourriture pour les cerfs, voire qu'elle l'a vraisemblablement diminuée au départ. Par contre, les peuplements traités offraient encore passablement de nourriture et ils furent fréquentés par les cerfs qui ont consommé entre 14 et 54% des ramilles décidues (Tableau 6).

L'ÉPC possède des effets néfastes sur l'habitat du lièvre dont le cœur des domaines vitaux se compose de jeunes peuplements denses comptant plus de 13 000 gaulis/ha (Beaudoin 2001). Aussi, il n'est pas surprenant d'observer une chute de la fréquentation des peuplements traités par ÉPC dans les années suivant le traitement (P. Blanchette, non publ.). L'ÉPC réduit aussi l'habitat

propice à l'élevage des jeunes gélinottes huppées qui recherchent les jeunes peuplements denses de gaulis (Bélanger 2000).

L'ÉC s'applique à des peuplements à mi-parcours de leur période de rotation, dont la voûte forestière est relativement fermée. À ce stade, les arbustes et les arbrisseaux devraient y être clairsemés et la disponibilité de brouit réduite, variant en fonction de la densité des arbres et de la nature du peuplement. Dans l'aire d'hivernage de Pohénégamook, deux peuplements traités par ÉC comptaient 0,6 et 6 ramilles décidues/m² avant le traitement (Richer et al. 2003) et la disponibilité de brouit y a augmenté pendant quatre ans après traitement pour vraisemblablement plafonner à 6 et 7 ramilles décidues/m² (Tableau 13). Nous n'avons pas observé ce patron dans les peuplements ayant subi une ÉC que nous avons étudiés et, en moyenne, ils comptaient moins de ramilles décidues disponibles que ceux suivis au Bas-Saint-Laurent (Tableau 13). En terme de disponibilité de tiges, les peuplements étudiés offraient en général moins de brouit que ce que l'on retrouvait dans la majorité des aires d'hivernage au cours des années 1970 et 1980 (Tableau 13). Nous concluons que l'ÉC n'a clairement pas stimulé la production de brouit à Island Brook et La Macaza (Fig. 7), alors qu'elle l'a peut-être fait aux deux autres endroits. On peut émettre l'hypothèse que le brouitement annuel du cerf a vraisemblablement entravé l'expansion de la strate arbustive après l'ÉC dans certaines aires d'hivernage, compte tenu du potentiel du cerf à modifier, par son brouitement, la composition et la biomasse végétale (Boucher 2003).

4.3 La conservation de l'habitat hivernal du cerf : une stratégie à revoir

Le PAAR a été conçu avec l'intention de protéger les peuplements de conifères dans les aires d'hivernage situées sur les terres privées, selon les recommandations de Germain et al. (1991), en offrant aux propriétaires un incitatif pour des modes de récolte alternatifs à la coupe totale. Depuis sa mise en place, le cerf de Virginie a connu une croissance spectaculaire de ses effectifs

presque partout au Québec, au point où l'on vise maintenant à réduire son abondance dans plusieurs zones de chasse (Huot et al. 2002). Une gestion conservatrice de la chasse (Huot et al. 2002) et des pratiques agricoles favorables à plusieurs endroits dans le sud du Québec (Rouleau et al. 2002) expliquent l'abondance actuelle du cerf de Virginie. Comme des études récentes démontrent que le cerf s'avère une menace pour la biodiversité dans les zones où il abonde le plus (Boucher 2003; Horsley et al. 2003), il devient maintenant nécessaire de revoir les priorités d'investissement pour maintenir, voire améliorer son habitat. Par contre, il faut aussi se prémunir contre les changements climatiques qui pourraient conduire à des hivers plus rigoureux ou à des épisodes de verglas plus fréquents (Houle 2003). À cet effet, il faut s'assurer du maintien d'un habitat convenable dans les aires d'hivernage historiques qui ont persisté pendant la période de rareté du cerf des années 1970.

Les cerfs utilisent davantage les peuplements mixtes dominés par les conifères quand l'hiver est rigoureux car ceux-ci fournissent de la nourriture tout en facilitant la locomotion (Dumont et al. 1998). Les cerfs fréquentent aussi intensément les peuplements purs de conifères durant l'hiver. Ces peuplements leur offrent vraisemblablement du couvert de fuite et de la connectivité entre des peuplements fournissant de la nourriture. Le cœur des aires d'hivernage se compose donc de peuplements dans lesquels dominant les conifères, et il faut assurer leur maintien.

Les conifères les plus communs dans le cœur des aires d'hivernage sont le sapin baumier, le thuya occidental, l'épinette blanche et la pruche (*Tsuga canadensis*). Le cerf broute le sapin baumier, le thuya et la pruche, et il peut empêcher que les semis bas de ces espèces atteignent la taille de semis hauts et de gaulis. Ainsi, dans les aires d'hivernage utilisées depuis longtemps et où les cerfs sont relativement abondants, les sous-bois des peuplements de conifères sont clairsemés et la régénération pratiquement inexistante. Dans un tel contexte et sur la base de nos résultats, nous constatons que des coupes partielles, comme

l'éclaircie commerciale, ne semblent pas permettre le remplacement des arbres matures. Dans les quatre aires d'hivernage que nous avons étudiées, les conifères produisaient des graines qui germaient et produisaient de nombreux semis bas. Par contre, on a dénombré peu de semis hauts et encore moins de gaulis de conifères de sorte que la pyramide d'âge était irrégulière, avec une densité d'arbres plus grande que celle des arbrisseaux (Fig. 8). Pour garantir la pérennité des peuplements de conifères dans les aires d'hivernage du cerf qui sont utilisées intensément, il faut donc, en tout premier lieu, considérer d'autres types de traitement dont notamment la coupe avec protection de la régénération et des sols sur de petites superficies. L'ouverture massive de la voûte forestière permettra la croissance rapide des semis de conifères qui pourront échapper aux cerfs. D'ailleurs la plupart des peuplements traités par ÉPC, qui provenaient vraisemblablement de coupes totales, de friches, ou d'épidémies d'insectes, comptaient suffisamment de gaulis pour permettre la reconstitution d'un peuplement dense de conifères (Fig. 8). Si les cerfs devaient empêcher la croissance d'un nombre suffisant de conifères comme c'est le cas à Anticosti (Potvin et al. 2000), on devrait envisager une réduction substantielle de la population, ou l'érection de clôtures pour protéger les conifères. Cette dernière alternative s'avérerait une solution très coûteuse, notamment pour de petites surfaces. Historiquement, il se peut que les aires d'hivernage des cerfs se soient maintenues grâce à des perturbations catastrophiques comme le feu ou les épidémies d'insectes, éliminant ou réduisant substantiellement pour un temps les populations locales de cerfs. Les aires d'hivernage représentent des entités relativement stables mais dont les limites se déplacent avec le temps (Lesage et al. 2000).

Là où l'on désire aménager l'habitat hivernal du cerf de Virginie, il faudra aussi prévoir des traitements sylvicoles destinés à la production de brout décidu puisque la nourriture disponible détermine la capacité de support d'une aire d'hivernage (Dumont et al. 1998). Il faudra privilégier les peuplements mixtes où l'on favorisera la récolte des espèces feuillues plutôt que celle des conifères, par

exemple en pratiquant des coupes de jardinage. Les coupes devront ouvrir suffisamment la voûte forestière afin que les cerfs ne puissent entraver complètement la croissance des semis. La situation des peuplements traités par rapport aux zones de concentration hivernale des cerfs, la taille des peuplements traités, la densité estivale de la population et la proximité de terres en culture représentent autant de facteurs susceptibles d'affecter la réponse de la végétation aux traitements sylvicoles.

5. RECOMMANDATIONS

Compte tenu des résultats obtenus, nous formulons les recommandations suivantes :

- 1) Il faut revoir la stratégie de conservation de l'habitat hivernal du cerf de Virginie au Québec à la lumière de la situation actuelle tout en gardant à l'esprit que le climat risque de changer continuellement.
- 2) Il faudra réévaluer le PAAR à la lumière de cette nouvelle stratégie de conservation de l'habitat du cerf et, s'il y a lieu, l'adapter au contexte actuel.
- 3) À la suite de la réévaluation du PAAR, il faudra s'assurer que les renseignements pris par les conseillers forestiers soient complets et qu'on mette sur pied un système informatisé d'archivage des données.
- 4) À la suite de la réévaluation du PAAR, il faudra mettre en place un dispositif expérimental pour évaluer la réponse de la végétation aux traitements sylvicoles réalisés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier en tout premier lieu ceux et celles qui nous ont assistés lors de la prise des données sur le terrain : Martin Arvisais, Chantal Brosseau, Marianne Cusson, Andréane Désy, Frédéric Hébert, Benoît Langevin et François Renaud. Nous exprimons aussi notre gratitude envers la Fondation de la faune du Québec qui a fourni les archives et qui a financé une partie de l'étude. Jacinthe Bouchard et Jean Berthiaume ont préparé les figures; Jacinthe a de plus fait la révision linguistique. Enfin, nous remercions François Potvin ainsi que Michel Huot et Magella Morasse qui ont aimablement commenté une version antérieure du rapport.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- BEAUDOIN, C. 2001. Modification de l'utilisation de l'espace et de la sélection de l'habitat chez le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) en fonction du risque de prédation. Thèse de M. Sc., Université Laval, Québec. 65 p.
- BÉLANGER, G. 2000. Impacts des éclaircies précommerciales sur l'habitat d'élevage de la gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*) et du tétras du Canada (*Dendragapus canadensis*). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. 43 p.
- BOUCHER, S. 2003. Relation entre la taille du cerf de Virginie et la qualité de son habitat estival. Mémoire de M. Sc., Université du Québec à Rimouski, Rimouski. 67 p.
- BRETON, L, F. POTVIN, D. ST-HILAIRE et B. LANGEVIN. 1988. La population de cerfs de Virginie et l'habitat des ravages de Duhamel, Kiamika-Lac-du-Cerf et Notre-Dame-du-Laus en 1986. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. Rap. 1542.
- DUMONT, A., J.-P. OUELLET, M. CRÊTE et J. HUOT. 1998. Caractéristiques des peuplements forestiers recherchés par le cerf de Virginie en hiver à la limite nord de son aire de répartition. *Can.J. Zool.* 76: 1024-1036.
- DUMONT, A., M. CRÊTE, J.-P. OUELLET, J. HUOT et J. LAMOUREUX. 2000. Population dynamics of northern white-tailed deer during a series of mild winters : evidence of regulation by food competition in winter. *Can. J. Zool.* 78: 764-776.

- GERMAIN, G., F. POTVIN et L. BÉLANGER. 1991. Caractérisation des ravages de cerfs de Virginie. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. Rap. SP1912.
- GOUDREAU, F. et B. LANGEVIN. 1989. Inventaire du brout et de la population de cerf de Virginie dans le ravage du Trente-et-Un-Milles en 1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, Hull. 38 p.
- HÉNAULT, M. 1995. Inventaire terrestre du cerf de Virginie dans le ravage du lac David au printemps 1989. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal. Rap. 06-45.
- HORSLEY, S. B., S. L. STOUT et D. E. DeCALESTA. 2003. White-tailed deer impact on the vegetation dynamics of a northern hardwood forest. *Ecol. Applic.* 13: 98-118.
- HOULE, D. 2003. La fertilité des sols et les effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers. Actes des colloques du Carrefour de la recherche forestière, Québec. Ministère des Ressources naturelles, Rap. 2003-3020. p. 79-82.
- HUOT, J. 1972. Winter habitat preferences and management of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus borealis*) in the Thirty-One Mile Lake area (Gatineau and Labelle counties, Québec). Thèse de M. Sc., University of Toronto. 163 p.
- HUOT, J. 1974. Winter habitat of white-tailed deer at Thirty-One-Mile lake, Québec. *Can. Field-Nat.* 88: 293-301.

- HUOT, J. et F. POTVIN. 1974. Étude du cerf de Virginie dans le ravage du lac Pohénégamook : l'habitat et la population hiver 1971-72. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 33 p.
- HUOT, J., F. POTVIN et M. BÉLANGER. 1984. Southern Canada. *In* L.K. Halls, éd. White-tailed deer : ecology and management. Stackpole Books, Harrisburg, PA, USA.
- HUOT, M., G. LAMONTAGNE et F. GOUDREAU. 2002. Plan de gestion du cerf de Virginie au Québec, 2002-2008. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec, Rap. 8047-02-03. 290 p.
- JUNIPER, I. 1971. The white-tailed deer of southern Québec. Thèse de M. Sc., Bishop University, Lennoxville. 92 p.
- LESAGE, L., M. CRÊTE, J. HUOT, A. DUMONT et J.-P. OUELLET. 2000. Seasonal home range size and philopatry in two northern white-tailed deer populations. *Can. J. Zool.* 78: 1930-1940.
- MASSÉ, G. 1973. Étude du broutage et estimation de la population du cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus borealis*) dans l'aire d'hivernage de la montagne de Rigaud, comté Vaudreuil, P. Qué. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, District Montréal-Laurentides, Montréal. 26 p.
- PARÉ, M. 1992. La population de cerfs de Virginie et l'habitat du ravage de Mattawa (rivière des Outaouais) en 1991. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rouyn-Noranda. 30 p.

- PICHETTE, C. 1972. Description of a marginal deer yard in the Macaza area with special reference to the influence of the snow on deer distribution. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Québec. 180 p.
- PICHETTE, C. 1979. Population et habitat du ravage de cerf d'Armstrong. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. RRF 58.
- POTHIER, D. 2002. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. *Forest Ecol. Manage.* 168: 177-186.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ, A. GINGRAS et D. POTHIER. 2000. Le cerf et les sapinières de l'Île d'Anticosti. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec. Rap. 4286-00-02.
- POULIN, S. et H. SANSREGRET. 2001. Bilan du programme d'aide à l'aménagement des ravages de cerfs de Virginie (PAAR). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune, Québec. 21 p. plus annexes.
- RICHER, M.-C., J.-P. OUELLET, M. CRÊTE, L. LAPOINTE et J. HUOT. 2003. Réponse de la végétation et des cerfs, suite à différents traitements sylvicoles dans les ravages, et réponse de la végétation au broutement estival simulé. Université du Québec à Rimouski, Société de la faune et des parcs du Québec, Université Laval, rapp. non publ. 39 p. plus annexes.
- ROULEAU, I., M. CRÊTE et J.-P. OUELLET. 2002. Contrasting the summer ecology of white-tailed deer inhabiting a forested and an agricultural landscape. *Écoscience* 9: 459-469.
- ZWARTS, F. 1998. Guide d'aménagement des ravages de cerfs de Virginie. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Rapp. 3823-98-03.

Tableaux

Tableau 1. Quelques prédictions concernant l'évolution, à l'échelle d'une décennie, du couvert, de la régénération et de l'utilisation du peuplement par les cerfs à la suite d'une éclaircie précommerciale (ÉPC) ou d'une éclaircie commerciale (ÉC) réalisées dans une aire d'hivernage du cerf de Virginie au Québec.

	<i>ÉPC</i>	<i>ÉC</i>
Couvert		
Fermeture	Augmentation	Stable ou augmentation
Surface terrière	Augmentation	Stable ou augmentation
Nombre d'arbres	Augmentation	Stable ou augmentation
Nombre de gaulis	Stable ou déclin	Augmentation
Régénération		
Semis hauts	Augmentation	Augmentation
Brout	Augmentation	Augmentation
Semis bas (conifères)	Stable ou augmentation	Stable ou augmentation
Utilisation		
Broutement (%)	Augmentation ou stable	Augmentation ou stable
Nombre de fumées	Augmentation ou stable	Augmentation ou stable

Tableau 2. Caractéristiques des peuplements forestiers inventoriés au printemps 2002 dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec et ayant subi une éclaircie précommerciale (ÉPC) ou une éclaircie commerciale (ÉC) dans le cadre du PAAR. Pour l'éclaircie précommerciale, les mesures relatives aux conifères et aux feuillus sont présentées en termes de tiges/ha alors que pour l'éclaircie commerciale l'unité apparaît en m²/ha. Ces renseignements proviennent du rapport des conseillers forestiers.

Traitement	Nombre de peuplements	Superficie moyenne (ha)	Conifères		Feuillus		Espèces dominantes ^c
			Avant	Après	Avant	Après	
ÉPC							
Daveluyville	3	12 (11 ^a ; 3 ^b)	12867 (9667 ^a)	2767 (58)	4396 (3424)	0	n. d.
Island Brook	9	4 (3; 9)	14898 (8511)	2522 (358)	1564 (2205)	124 (159)	sab, ep
Kinnear's Mills	6	2 (1; 6)	11167 (5672)	2342 (636)	n.d.	0	sab epb
La Macaza	9	4 (4; 9)	8901 (5401)	2072 (313)	1756 (2815)	76 (84)	n. d.
ÉC							
Daveluyville	5	3 (4; 5)	38 (13 ^a ; 4 ^b)	27 (12; 4)	2 (2; 4)	1 (2; 4)	n. d.
Island Brook	8	3 (2; 8)	32 (12; 8)	22 (7; 8)	7 (5; 8)	3 (2; 8)	sab tho epb
Kinnear's Mills	12	2 (1; 12)	41 (11; 11)	30 (6; 11)	1 (2; 12)	<1 (1; 12)	sab epb tho
La Macaza	9	7 (4; 9)	24 (7; 9)	18 (4; 9)	6 (5; 8)	3 (2; 9)	n. d.

^a Écart type de la moyenne

^b Nombre de peuplements pour lesquels la donnée était disponible

^c sab = sapin baumier; epb = épinette blanche; tho = thuya occidental

Tableau 3. Densité (tiges/ha) et diamètre à hauteur de poitrine (cm) moyen des arbres (DHP >9 cm) croissant dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

	Tiges/ha		DHP (cm)	
	Conifères	Feuillus	Conifères	Feuillus
Daveluyville	628 (162; 3) ^a	11 (11; 3)	12,2 (0,2; 3)	15,1 (n,d;; 1)
Island Brook	1165 (251; 9)	57 (17; 9)	12,7 (0,2; 9)	14,2 (1,2; 8)
Kinnear's Mills	863 (166; 6)	7 (6; 6)	12,6 (0,3; 6)	22,4 (2,2; 2)
La Macaza	701 (214; 9)	222 (75; 9)	13,5 (0,5; 7)	15,5 (1,0; 7)

^a(Écart type de la moyenne; n)

Tableau 4. Importance relative (%) des principales espèces d'arbres (DHP >9 cm) recensées dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie situées au sud du Québec.

Espèce	Daveluyville (120 ^a)	Island Brook (735)	Kinnear's Mills (344)	La Macaza (642)
Bouleau à papier		<1	2	11
Érable rouge	3	1		7
Peuplier à grandes dents				9
Peuplier faux-tremble		<1		7
Épinette blanche	19	16	19	8
Épinette noire	25	<1		16
Mélèze laricin	13	<1		<1
Pin blanc	8	<1		2
Sapin baumier	33	69	76	36
Thuya occidental		2	2	2
Autres espèces		10	<1	1

^aNombre de tiges dans les parcelles qui ont servi à établir les pourcentages

Tableau 5. Importance relative (%) des principales espèces et densité moyenne des gaulis dénombrés dans les peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale et situés dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec, printemps 2002.

	Daveluyville (46 ^a)	Island Brook (8)	Kinnear's Mills (51)	La Macaza (121)
Espèce				
Bouleau gris	11	0	0	0
Érable rouge	50	0	4	13
Aulne rugueux	0	0	0	28
Sapin baumier	24	75	55	29
Épinette noire	0	0	0	12
Autres espèces	15	25	39	18
Densité (tiges/ha)				
Conifères	1667 (363 ^b)	1306 (330)	1458 (472)	1639 (441)
Feuillus	3083 (1310)	556 (291)	792 (350)	1778 (823)

^aNombre de tiges dans les parcelles ayant servi à établir les pourcentages

^bÉcart type de la moyenne

Tableau 6. Densité des semis hauts, disponibilité et taux d'utilisation du brout ainsi que densité des fumées dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

	Daveluyville	Island Brook	Kinnear's Mills	La Macaza
Semis hauts (tiges/ha)				
Feuillus	28167 (21921;3 ^a)	8028 (4929; 9)	2042 (1052; 6)	10083 (3581; 9)
Conifères	1333 (601; 3)	2444 (1192; 9)	3833 (1441; 6)	4556 (2180; 9)
Brout (ramilles/m ²)				
Feuillus	18,8 (14,0; 3)	4,8 (2,4; 9)	2,0 (0,8; 6)	6,7 (2,4; 9)
Conifères	13,0 (2,0; 3)	11,0 (5,4; 9)	29,4 (9,9; 6)	18,9 (9,7; 9)
Taux de broutement (%)				
Feuillus	14,2 (6,1; 3)	42,4 (13,8; 9)	23,2 (10,9; 6)	54,2 (11,5; 9)
Conifères	5,8 (3,9; 3)	5,9 (3,7; 9)	14,4 (13,5; 6)	18,2 (11,2; 9)
Fumées (tas/ha)	333 (167; 3)	242 (41; 9)	629 (325; 6)	633 (134; 9)

^aÉcart type de la moyenne; nombre de peuplements

Tableau 7. Coefficient de distribution (%) des semis bas des conifères et importance relative des espèces (%) dans des peuplements de quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans, printemps 2002.

	Daveluyville (18 ^a)	Island Brook (86)	Kinnear's Mills (56)	La Macaza (74)
Coefficient de distribution	57 (9; 3) ^b	82 (6; 9)	68 (11; 6)	69 (9; 9)
Espèces				
Sapin baumier	56	85	64	62
Épinette blanche	28	6	18	11
Épinette noire				18
Thuya occidental	11	7	18	8
Pin blanc	6	1		1

^aNombre de mentions dans les parcelles

^bÉcart type de la moyenne; nombre de peuplements

Tableau 8. Densité (tiges/ha) et diamètre à hauteur de poitrine (cm) moyen des arbres (DHP >9 cm) croissant dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

Aire	Tiges/ha		DHP	
	Conifères	Feuillus	Conifères	Feuillus
Daveluyville	709 (31; 5) ^a	45 (39; 5)	19,0 (2,6; 5)	13,6 (1,8; 2)
Island Brook	647 (122; 9)	346 (101; 9)	18,4 (0,7; 9)	16,3 (1,1; 8)
Kinnear's Mills	997 (82; 12)	39 (14; 12)	18,2 (0,7; 12)	21,4 (3,0; 8)
La Macaza	753 (69; 9)	161 (44; 9)	16,3 (0,8; 9)	17,6 (0,9; 7)

^a(Écart type de la moyenne; n)

Tableau 9. Importance relative (%) des principales espèces d'arbres (DHP >9 cm) recensées dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie situées au sud du Québec.

Espèce	Daveluyville (558 ^a)	Island Brook (1170)	Kinnear's Mills (1732)	La Macaza (957)
Érable rouge	4	8	<1	3
Peuplier faux-tremble	0	6	<1	4
Bouleau jaune	0	4	1	2
Épinette blanche	14	29	20	15
Épinette noire	17	<1	1	0
Épinette de Norvège	0	0	17	0
Pin rouge	55	1	0	22
Sapin baumier	6	23	27	25
Thuya occidental	0	16	28	16
Autres espèces	4	12	4	13

^aNombre de tiges dans les parcelles et ayant servi à établir les pourcentages

Tableau 10. Densité moyenne (tiges/ha) des gaulis dans des peuplements forestiers ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

Aire	Conifères	Feuillus	Peuplements échantillonnés (n)
Daveluyville	150 (100) ^a	50 (50)	5
Island Brook	333 (161)	556 (355)	9
Kinnear's Mills	419 (172)	479 (186)	12
La Macaza	639 (236)	417 (156)	9

^aÉcart type de la moyenne

Tableau 11. Densité de semis hauts, disponibilité et taux d'utilisation du brout ainsi que densité des fumées dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

	Daveluyville	Island Brook	Kinnear's Mills	La Macaza
Semis hauts (tiges/ha)				
Feuillus	9400 (3509; 5) ^a	1028 (416; 9)	3854 (1490; 12)	4000 (1259; 9)
Conifères	100 (100; 5)	222 (222; 9)	417 (237; 12)	556 (276; 9)
Brout (ramilles/m ²)				
Feuillus	4,2 (2,1; 5)	0,4 (0,3; 9)	2,6 (1,1; 12)	1,5 (0,5; 9)
Conifères	0,4 (0,4; 5)	1,0 (0,7; 9)	4,9 (3,1; 12)	1,8 (1,2; 9)
Taux de broutement (%)				
Feuillus	42 (19; 5)	35 (13; 9)	29 (10; 12)	60 (13; 9)
Conifères	5 (5; 5)	<1 (0,5; 9)	5 (4; 12)	31 (14; 9)
Fumées (tas/ha)	220 (102; 5)	647 (304; 9)	476 (126; 12)	947 (201; 9)

^aÉcart type de la moyenne; nombre de peuplements

Tableau 12. Coefficient de distribution (%) et importance relative des semis bas de conifères dans des peuplements de quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans, printemps 2002.

	Daveluyville (17 ^a)	Island Brook (58)	Kinnear's Mills (104)	La Macaza (84)
Coefficient de distribution	30 (13; 5) ^b	60 (9; 9)	68 (7; 12)	64 (0,8; 9)
Espèces				
Sapin baumier	76	90	72	67
Épinette blanche	6	2	13	18
Thuya occidental		7	15	12
Pin blanc	18	2		1
Pin rouge				2

^aNombre de mentions dans les parcelles ayant servi à établir les pourcentages

^bÉcart type de la moyenne; nombre de peuplements

Tableau 13. Disponibilité de brout, exprimée en terme de tiges/ha (semis hauts; feuillus et conifères combinés), de ramilles décidues/m², dans diverses aires d'hivernage du cerf de Virginie du Québec.

Aire d'étude	Année	Tiges/ha	Ramilles/m ²	Source
Daveluyville				
ÉPC	2002	29 500	19	Cette étude
ÉC	2002	9 500	4	Cette étude
Kinnear's Mills				
ÉPC	2002	5 875	2	Cette étude
ÉC	2002	4 271	3	Cette étude
Island Brook				
ÉPC	2002	10 472	5	Cette étude
ÉC	2002	1 250	<1	Cette étude
La Macaza				
ÉPC	2002	14 639	7	Cette étude
ÉC	2002	4 556	2	Cette étude
Mattawa	1991	18 900	17,6 ^a	Paré 1992
Trente-et-Un-Milles	1969	16 238		Huot 1972
Trente-et-Un-Milles	1987	21 595		Goudreault et Lagevin 1989
Duhamel	1986	11 220	9,0	Breton et al. 1988
Kiamika	1986	24 710	12,6	Breton et al. 1988
Notre-Dame-du-Laus	1986	10 180	5,9	Breton et al. 1988
Lac David	1989	23 016	11,5	Hénault 1995
La Macaza	1969	13 832		Pichette 1972
Rigaud	1973	12 264		Massé 1973
Rivière-aux-Cerises	1970	2 700		Juniper 1971
Armstrong	1978	7 100		Pichette 1979
Pohénégamook	1972	10 160		Huot et Potvin 1974
Bas-Saint-Laurent				
ÉPC 4-6 ans	2002		11-25	Richer et al. 2003
ÉC 4 ans	2002		6-7	Richer et al. 2003

^aincluant le sapin baumier

Figures

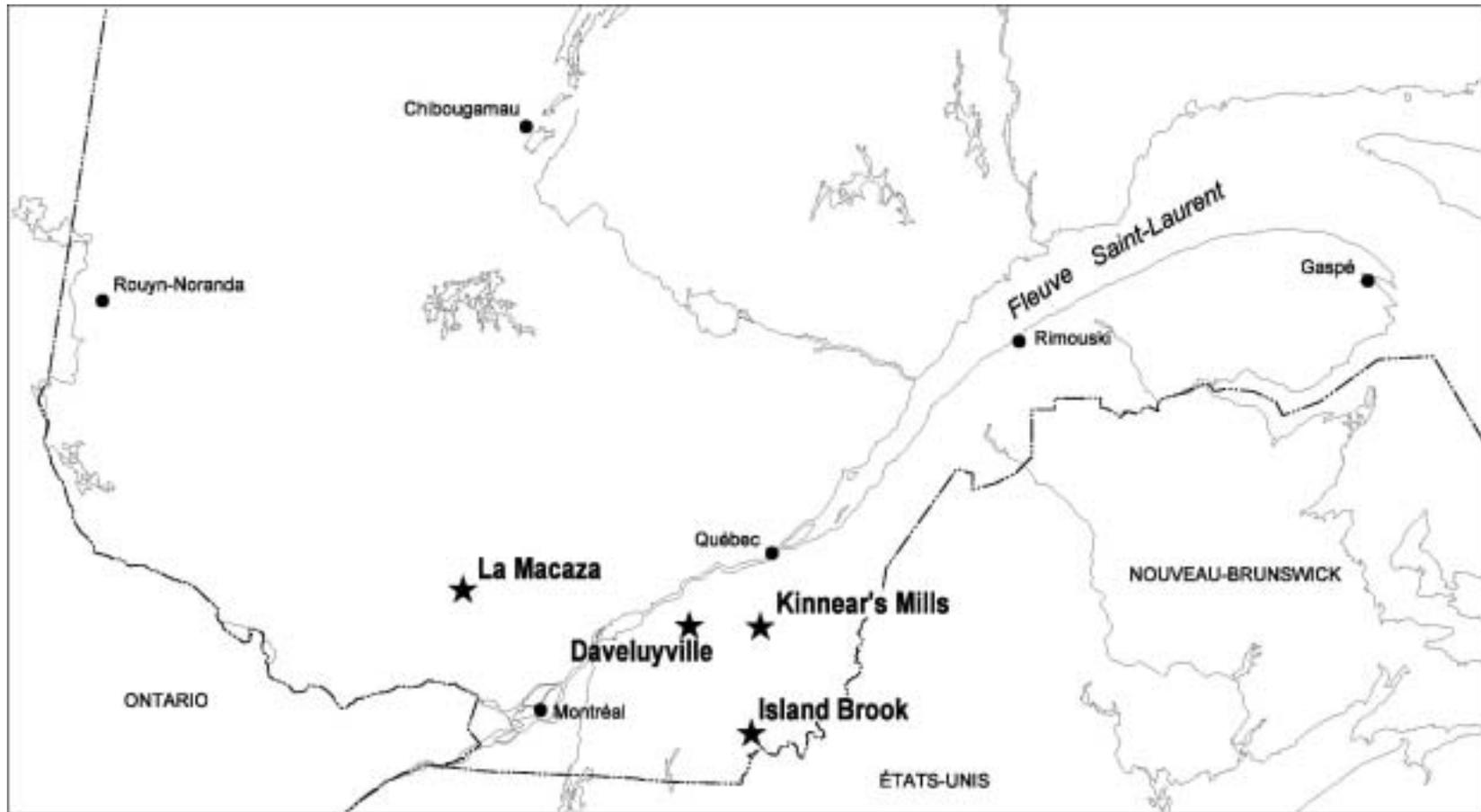


Figure 1. Localisation des quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie où l'on a étudié l'évolution des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale ou une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans le cadre du PAAR.

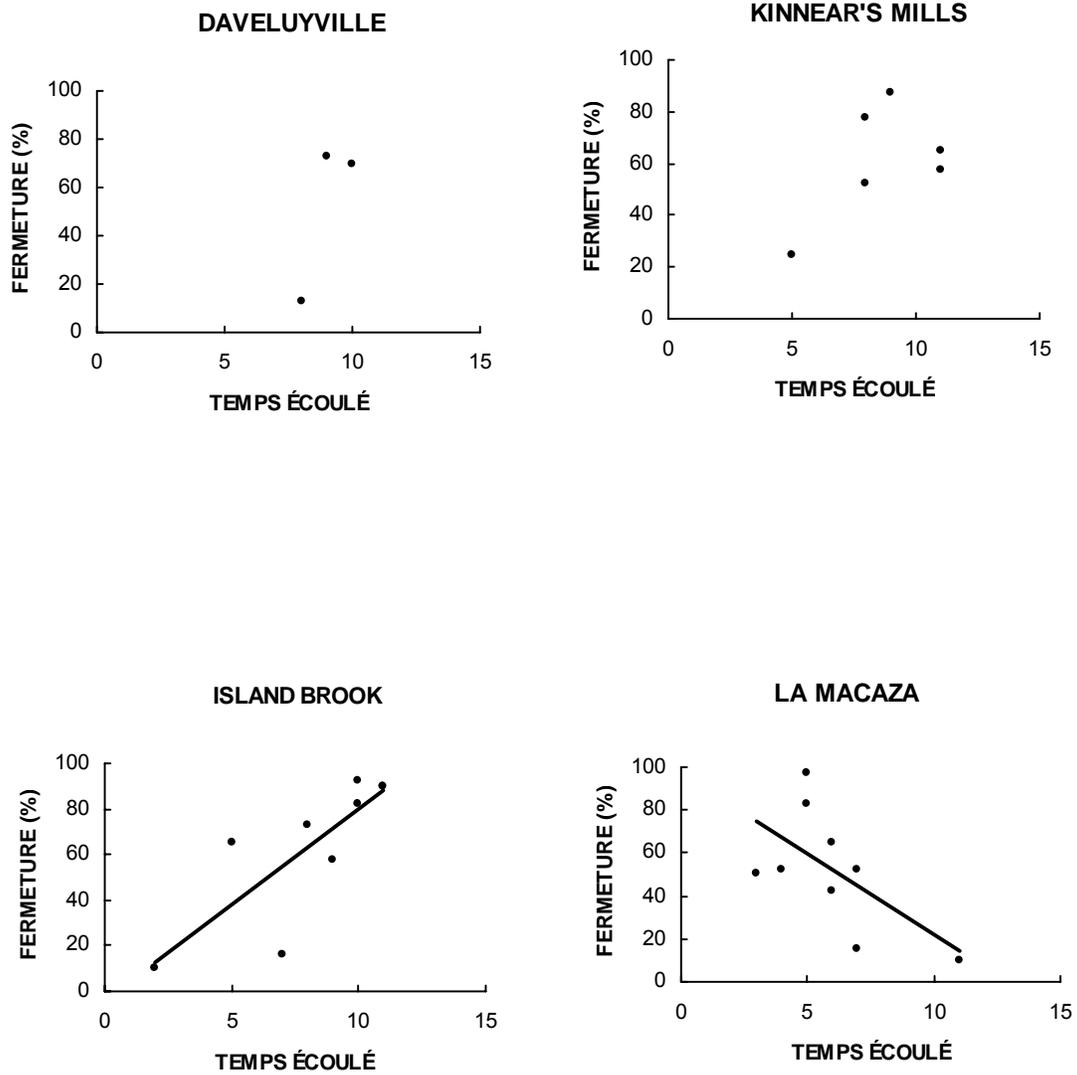


Figure 2. Fermeture moyenne en conifères de la voûte forestière dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

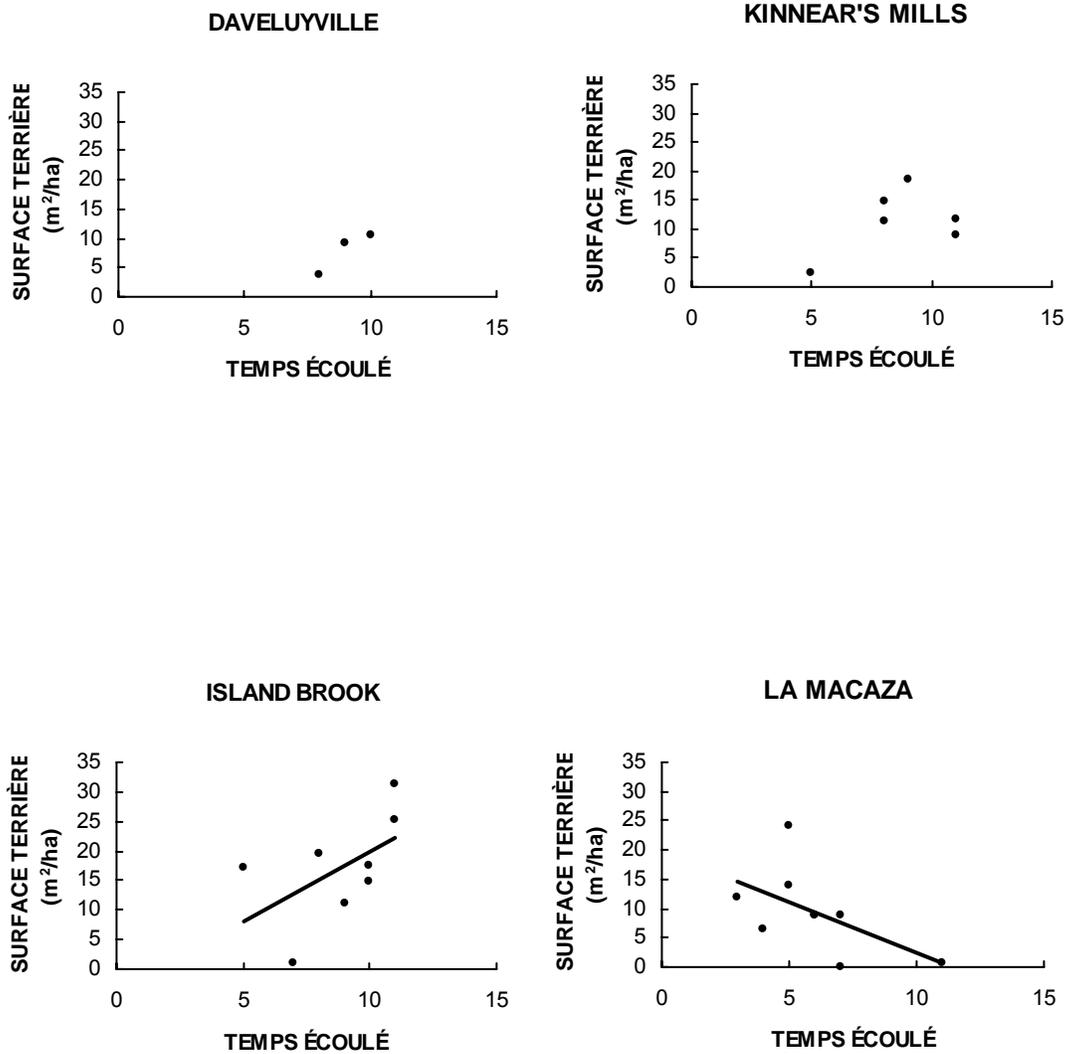


Figure 3. Surface terrière moyenne couverte par les conifères dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

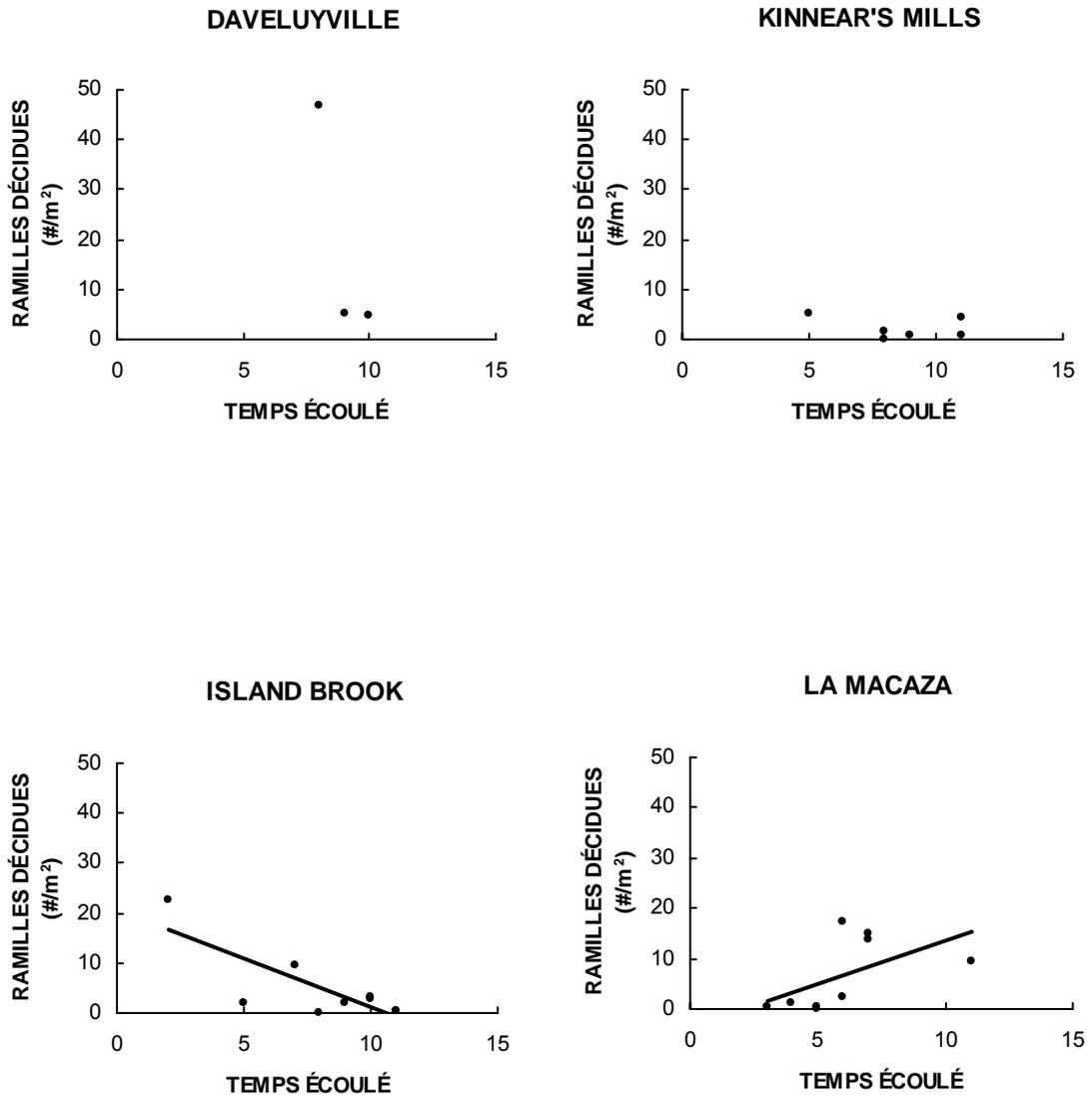


Figure 4. Densité des ramilles décidues (nombre/m²) dans des peuplements ayant subi une éclaircie précommerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

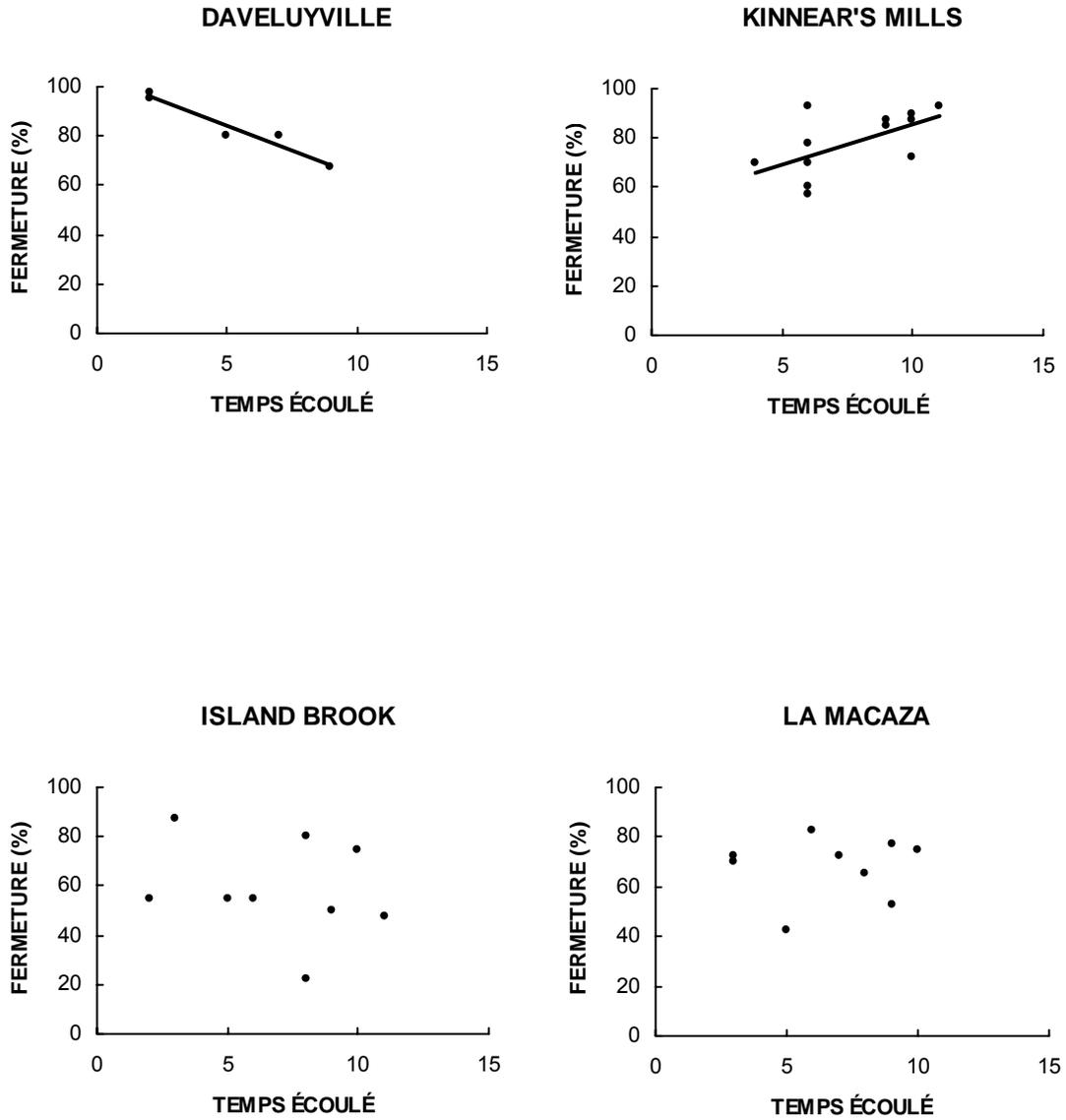


Figure 5. Fermeture moyenne en conifères de la voûte forestière dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

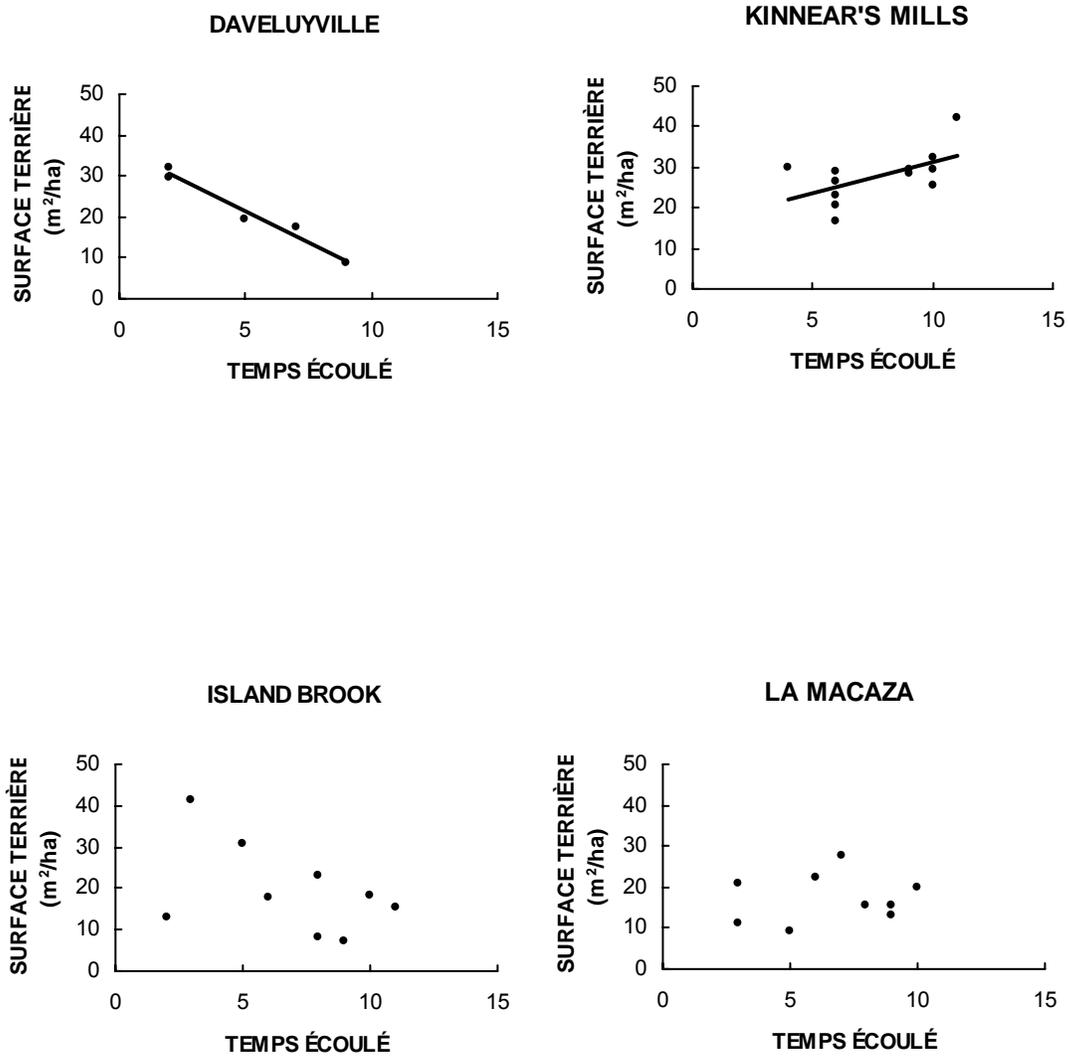


Figure 6. Surface terrière moyenne couverte par les conifères dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

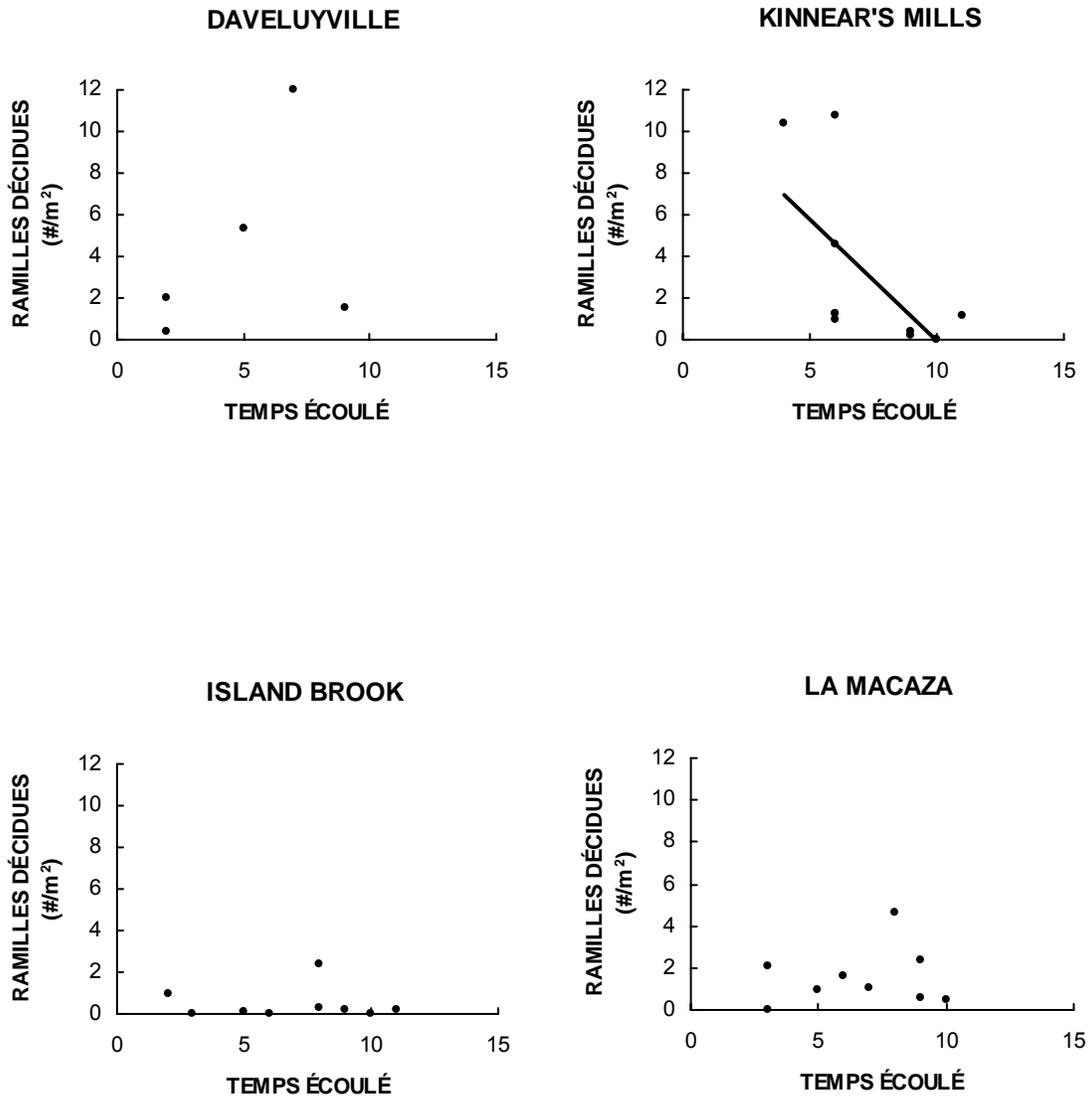
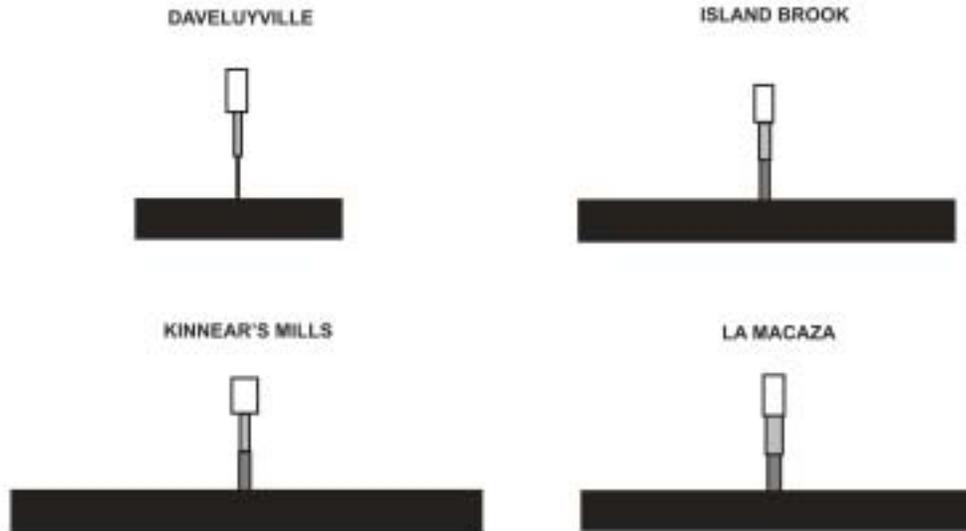


Figure 7. Densité des ramilles décidues (nombre/m²) dans des peuplements ayant subi une éclaircie commerciale depuis 2 à 11 ans dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du sud du Québec.

A- ÉCLAIRCIE COMMERCIALE



B- ÉCLAIRCIE PRÉCOMMERCIALE

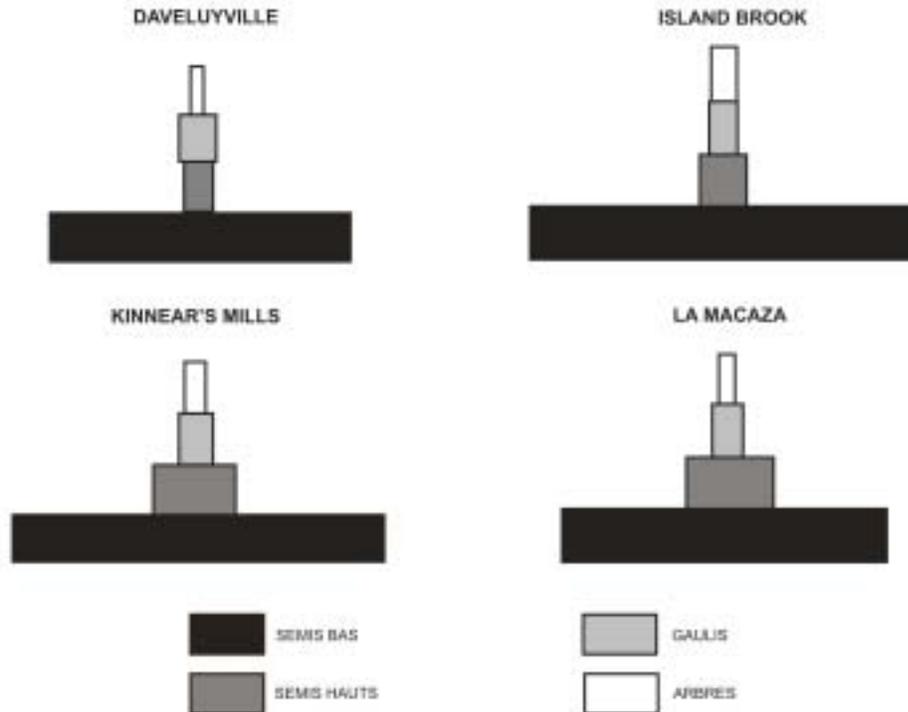


Figure 8. Densité moyenne des semis bas, des semis hauts, des gaulis et des arbres de conifères dans quatre aires d'hivernage du cerf de Virginie du Québec pour des peuplements ayant subi (A) une éclaircie commerciale et (B) une éclaircie précommerciale. Voir les tableaux appropriés pour connaître les valeurs absolues.