

**RELEVÉS HIVERNAUX DE PISTES DANS DE GRANDES AIRES DE COUPE
POUR MESURER L'UTILISATION DE LA FORÊT RÉSIDUELLE PAR LA FAUNE**

par

François Potvin

Société de la faune et des parcs du Québec

Normand Bertrand

Ministère des Ressources naturelles

Jean Ferron

Université du Québec à Rimouski

Direction de la recherche sur la faune
Société de la faune et des parcs du Québec

Mars 2001

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec

ISBN: 2-550-37453-3

RÉSUMÉ

La technique de récolte actuellement la plus répandue en forêt boréale est la coupe avec protection de la régénération et des sols (CPRS). En l'absence de régénération préétablie, une telle coupe est assimilable à une coupe à blanc. Ce genre de pratique suscite de vives controverses particulièrement en rapport avec la faune. Au Québec, même si la réglementation actuelle limite à 150 ha la superficie des assiettes de coupe, celles-ci sont généralement distribuées de façon regroupée et espacées les unes des autres par des séparateurs de 60 à 100 m de largeur. Il en résulte de grandes aires d'intervention pouvant atteindre des dizaines et parfois des centaines de km². Afin d'évaluer l'utilisation par la faune de la forêt résiduelle dans ce type de mosaïque forestière, le ministère des Ressources naturelles et la Société de la faune et des parcs du Québec ont conduit un projet de recherche de 1997 à 2000. Dans le cadre de ce projet, des relevés hivernaux de pistes ont été effectués dans le but de mesurer l'utilisation hivernale de l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*), du lièvre (*Lepus americanus*) et du tétras (*Falci pennis canadensis*) et de documenter la présence d'autres espèces.

L'étude s'est déroulée dans l'aire commune 25-03, située au nord-ouest du lac Saint-Jean. La forêt de type boréal appartient au domaine de la pessière noire à mousses, au nord, et à la sapinière à bouleau blanc, au sud. Le dispositif expérimental est formé de six secteurs correspondant à autant d'aires d'intervention (23 à 256 km²). Dans le secteur du lac Montréal, nous avons réalisé des relevés de pistes dans cinq séparateurs non riverains (SN), cinq séparateurs riverains (SR) et deux blocs résiduels (BR) de 200 m de largeur. Dans chacun des autres secteurs, nous avons retenu trois SN et trois SR. Lors du dernier relevé, 15 sites témoins, situés en forêt non perturbée, ont aussi été parcourus. Au total, cinq relevés ont eu lieu au lac Montréal et deux dans les autres secteurs. Lors de chaque relevé, tout le dispositif a été parcouru simultanément, généralement deux ou trois nuits après une chute de neige qui altérerait les vieilles pistes, de façon à ne compter que les signes d'activité récente.

Pour l'ensemble des relevés, plus de 4000 observations ont été enregistrées sur un parcours total de 95 km. Les indices les plus fréquents étaient les pistes simples d'écureuil roux, les pistes et les sentiers de lièvre de même que les pistes de martre (*Martes americana*), de belette (*Mustela erminea*) et de tétras. Les signes d'activité d'espèces comme le vison (*M.*

vison), le renard roux (*Vulpes vulpes*), la loutre (*Lontra canadensis*) et le lagopède (*Lagopus sp.*) étaient plutôt exceptionnels. Aucune piste de lynx (*Lynx canadensis*) n'a été aperçue au cours des trois années.

Malgré un parcours identique, nous avons noté une grande variabilité d'un relevé à l'autre, avec un écart du simple au triple pour le nombre global d'observations. Le secteur G, appartenant à la sapinière, était davantage fréquenté par le lièvre, alors que les autres secteurs, situés en pessière, différaient peu entre eux. L'écureuil roux était présent de façon généralisée dans tous les types de structures. Le lièvre et le tétras ont été observés dans environ un séparateur (SN ou SR) sur trois. Dans les deux BR, le lièvre était présent à chaque relevé et le tétras lors de la majorité d'entre eux. La belette et la martre ont été signalées dans tous les types de structures mais la présence de la martre était plus sporadique et son déplacement linéaire (généralement une seule piste dans l'axe longitudinal du séparateur). En terme d'abondance relative, le lièvre fréquentait davantage les sites témoins que les autres structures. Il préférait les séparateurs plus larges (> 100 m en général), ceux adjacents à un massif de forêt (>25 ha) et ceux possédant un couvert vertical arbustif plus dense et une plus grande proportion de sapin (*Abies balsamea*). Au plan de l'aménagement, la principale implication concerne le lièvre, compte tenu de l'importance de cette proie pour plusieurs prédateurs. Afin d'augmenter la densité du lièvre dans de grandes aires d'intervention, nous recommandons de laisser des séparateurs de 100 m ou plus de largeur, localisés dans des sites possédant un bon couvert arbustif, souvent associé à la présence de sapin.

Potvin, F., N. Bertrand and J. Ferron. 2001. Relevés hivernaux de pistes dans de grandes aires de coupe pour mesurer l'utilisation de la forêt résiduelle par la faune. Société de la faune et des parcs du Québec, Rapport. 45 p.

ABSTRACT

Clear-cutting, the most widespread harvest technique in the boreal forest, is very controversial especially as regards wildlife. Although maximum size of each cut is limited to 150 ha in Québec, cutover patches are generally distributed in a clustered pattern and are separated by 60-100 m buffer strips. This results in clear-cut landscapes between 10 to over 100 km². In order to measure the use of the residual forest by wildlife in this type of landscape, a research project was conducted from 1997 to 2000 by Ministère des Ressources naturelles and Société de la faune et des parcs du Québec. As part of the project, we used winter track surveys to evaluate the occurrence of red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus*), snowshoe hare (*Lepus americanus*) and spruce grouse (*Falci pennis canadensis*) as well as other wildlife species.

The study took place in forest management unit 25-03, located north-west of lake St. Jean. The boreal forest in this area belongs to the black spruce - feather moss bioclimatic zone, in the northern part, and the balsam fir - white birch zone, in the southern part. Six clear-cut landscapes (23-256 km²) were studied. In lake Montréal landscape, track surveys were conducted in five non riparian strips (NS), five riparian strips (RS) and two residual blocks (RB) 200-m wide. Three NS and three RS were surveyed in each other landscape. For the last survey, 15 control sites in uncut forest outside cutovers were added. Over three winters, five surveys were realized in lake Montréal landscape and two in the other landscapes. In each survey, all structures were censused simultaneously, generally two or three nights after a snow fall that enabled counting only recent tracks.

Overall, 4000 tracks were recorded along 95 km of transects. Most frequent signs were single tracks of red squirrel, tracks and trails of snowshoe hare, and tracks of ermine (*Mustela erminea*), marten (*Martes americana*), and spruce grouse. The occurrence of mink (*M. vison*), red fox (*Vulpes vulpes*), otter (*Lontra canadensis*) and ptarmigan (*Lagopus sp.*) was rare. No lynx (*Lynx canadensis*) tracks were reported over the three years.

The total number of tracks was variable (one to three fold differences) among surveys using the same transects. Snowshoe hare was more common in landscape G, located in the balsam fir - white birch zone, as compared to the other landscapes that belonged to the black spruce zone. The occurrence of the red squirrel was general in all types of forest structures. Snowshoe hare and spruce grouse were present in about one third of the strips surveyed (NS or RS). In the two RB, snowshoe hare was recorded in each survey and spruce grouse in most surveys. Ermine and marten occurred in every type of structure but marten was less common and tended to move in a straight line pattern (single track) along the strip. Snowshoe hare was more abundant in control sites than in residual forest. This species was associated to larger strips (generally > 100 m), adjacent to residual forest patches (> 25 ha), and having a greater shrub crown closure and a greater proportion of balsam fir (*Abies balsamea*). The principal management implication of this study is related to snowshoe hare, an important prey for many predators. To maintain snowshoe hare at higher densities in large clear-cut landscapes, buffer strips larger than 100 m should be left, located in areas having a good vertical shrub cover, usually associated with the presence of balsam fir.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----|
| RÉSUMÉ..... | III |
| 1. INTRODUCTION..... | 1 |
| 2. SECTEURS D'ÉTUDE | 3 |
| 3. MÉTHODES..... | 7 |
| 3.1 Relevés de pistes | 7 |
| 3.2 Caractéristiques de l'habitat | 7 |
| 3.3 Traitement statistique | 11 |
| 4. RÉSULTATS..... | 13 |
| 4.1 Conditions d'inventaire et bilan global..... | 13 |
| 4.2 Comparaisons entre relevés | 15 |
| 4.3 Comparaisons entre secteurs | 15 |
| 4.4 Comparaisons entre types de structures de forêt résiduelle | 21 |
| 4.5 Influence des caractéristiques de l'habitat | 24 |
| 5. DISCUSSION..... | 31 |
| 5.1 Aspects méthodologiques..... | 31 |
| 5.2 Représentativité régionale du secteur du lac Montréal | 32 |
| 5.3 Utilisation hivernale des séparateurs par l'écureuil roux, le lièvre et le tétras | 33 |
| 5.4 Présence hivernale d'autres espèces dans les séparateurs | 34 |

| | |
|--|----|
| 5.5 Influence des caractéristiques des séparateurs sur la fréquentation..... | 35 |
| 6. REMERCIEMENTS..... | 37 |
| LISTE DES RÉFÉRENCES..... | 38 |
| ANNEXES | 41 |

1. INTRODUCTION

En 1996, le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public (RNI), rattaché à la Loi sur les forêts, a été mis à jour (Québec 1996). Des modifications ont notamment été apportées aux modalités régissant la taille et la distribution spatiale des coupes forestières. Jusqu'à ce moment, les coupes étaient délimitées par des lisières de forêt d'au moins 3 m de hauteur et de 60 ou 100 m de largeur, qu'on laissait intactes en guise de séparateurs (figure 1). La nouvelle version du règlement a réduit la taille maximale des coupes et offert aux planificateurs forestiers la possibilité d'utiliser une alternative aux séparateurs, l'aire équivalente, constituée par un bloc de forêt laissée intacte entre les zones récoltées et dont la superficie doit évaluer au moins celle de la plus grande coupe adjacente. Cette nouvelle alternative laisse sur le territoire une proportion plus importante de forêt résiduelle, répartie dans des massifs de plus grande taille.

Afin d'évaluer les répercussions sur la faune de ces nouvelles mesures, le ministère des Ressources naturelles (MRN) et le ministère de l'Environnement et de la Faune (devenu la Société de la faune et des parcs du Québec ou FAPAQ) mettaient conjointement sur pied, en 1997, un projet de recherche de trois ans. L'objectif général du projet était d'évaluer l'utilisation par la faune de la forêt résiduelle après la récolte forestière réalisée selon les modalités prescrites au RNI (Bertrand et Potvin 2001). À cette fin, un secteur d'étude principal (lac Montréal) a d'abord été sélectionné, auquel se sont ajoutés cinq autres secteurs afin de s'assurer de la représentativité des résultats à l'échelle régionale. Cinq espèces ou groupes d'espèces ont été étudiés: passereaux (Darveau *et al.* 2000), écureuils (Côté *et al.* 2000), lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) (Cusson *et al.* 2000), tétras du Canada (*Falci pennis canadensis*) (Potvin *et al.* 2001b) et orignal (*Alces alces*) (Potvin *et al.* 2001a). Diverses techniques de mesure ont été utilisées, dont plusieurs ne procuraient qu'une vision estivale de l'utilisation du territoire par les espèces considérées. Les relevés hivernaux de pistes, qui constituent un volet du projet global, avaient pour but de fournir un portrait hivernal de l'utilisation par la faune des structures de forêt résiduelle après coupe, à une échelle régionale. Ce volet visait les objectifs spécifiques suivants:

1. vérifier la représentativité régionale du secteur du lac Montréal en le comparant à d'autres aires d'intervention de grande dimension;

2. mesurer si l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*), le lièvre et le tétras utilisent les divers types de structures de forêt résiduelle en hiver;
3. documenter la présence hivernale des prédateurs terrestres des espèces précédentes et d'autres espèces non étudiées intensivement;
4. déterminer l'influence des caractéristiques des structures de forêt résiduelle (type de structure, configuration spatiale et végétation) sur la fréquentation hivernale par la faune.



Figure 1. Vue aérienne de deux aires d'intervention typiques, caractérisées par une distribution regroupée des assiettes de coupe.

2. SECTEURS D'ÉTUDE

Le dispositif expérimental de base pour les relevés de pistes a été implanté au nord du lac Saint-Jean, à environ 30 km au nord-ouest de Saint-Thomas-Didyme, dans le secteur du lac Montréal (49° 09' N; 72° 59' O) (figure 2). Mis en place en 1997 dans une zone d'interventions forestières en progression de l'aire commune 25-03 (Produits forestiers Donohue, actuellement Abitibi-Consolidated), ce dispositif a été utilisé, au cours des trois années du projet global, pour les relevés rattachés à l'ensemble des espèces fauniques étudiées (Bertrand et Potvin 2001). En vue d'augmenter le nombre d'échantillons et d'évaluer la représentativité à l'échelle régionale du secteur du lac Montréal, cinq secteurs ont été ajoutés la deuxième et la troisième année. Situés au nord et à l'ouest, à des distances variant d'environ 50 à 90 km du dispositif principal (figure 3), ces secteurs appartiennent aussi à l'aire commune 25-03 et ont fait l'objet de coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS) entre 1991 et 1997. Dans l'ensemble des secteurs, les assiettes de coupe sont réparties de façon regroupée, formant des aires d'intervention dont la superficie varie de 23 à 256 km² si l'on réunit l'ensemble des parcelles récoltées qui sont juxtaposées. En vertu du RNI, la taille maximale des assiettes de coupe est de 250 ha pour celles antérieures à 1996 et de 150 ha pour les plus récentes.

Le secteur du lac Montréal est situé à la jonction des domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau blanc et de la pessière noire à mousses (Thibault 1985). Bien que localisé à la limite nord de la sapinière, ce secteur présente en général une végétation typique de la pessière. Quatre des cinq secteurs complémentaires sont localisés dans le domaine de la pessière, le cinquième (secteur G) appartenant au domaine de la sapinière. La forêt des six secteurs d'étude est largement dominée par l'épinette noire (*Picea mariana*). Le sapin (*Abies balsamea*) est présent en quantité variable dans les sites de relevé, alors que le pin gris (*Pinus banksiana*) est peu abondant et se rencontre localement. Le mélèze (*Larix laricina*) est rare et habituellement présent uniquement en milieu riverain. Finalement, les feuillus intolérants sont également peu fréquents, quoique sporadiquement associés aux résineux.

Le relief régional est relativement plat et modelé par endroit de collines avec des versants en pente faible. L'altitude maximale des sommets atteint environ 450 m. La température annuelle moyenne est inférieure à 0,0 °C et les précipitations moyennes, sur une base annuelle, varient en général de 900 à 1100 mm, dont 30 % de fraction nivale (Robitaille et Saucier 1998).

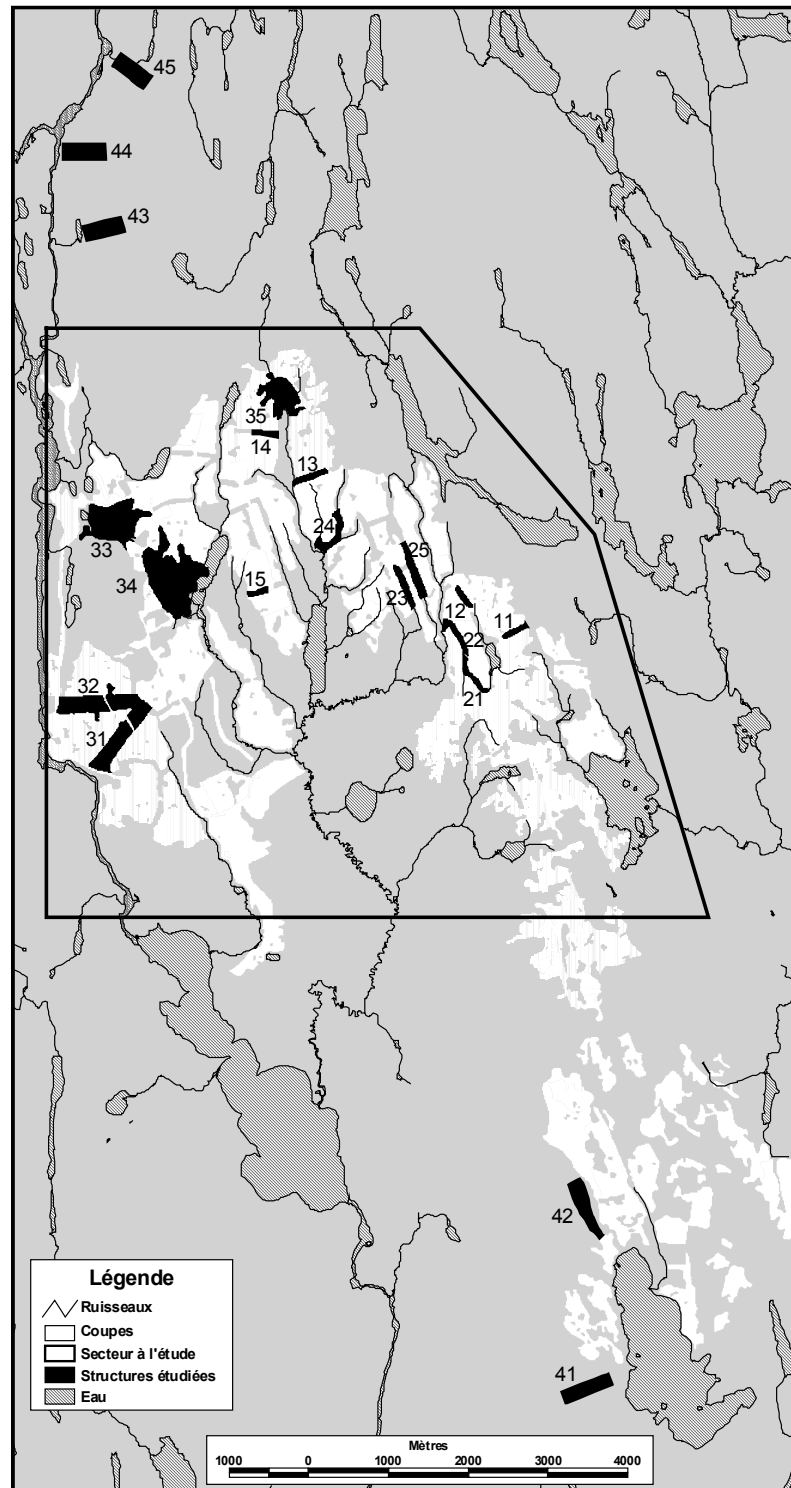


Figure 2. Dispositif expérimental de base dans le secteur du lac Montréal. Les relevés de pistes furent réalisés dans cinq séparateurs non riverains (11 à 15), cinq séparateurs riverains (21 à 25) et deux blocs résiduels (31 et 32).

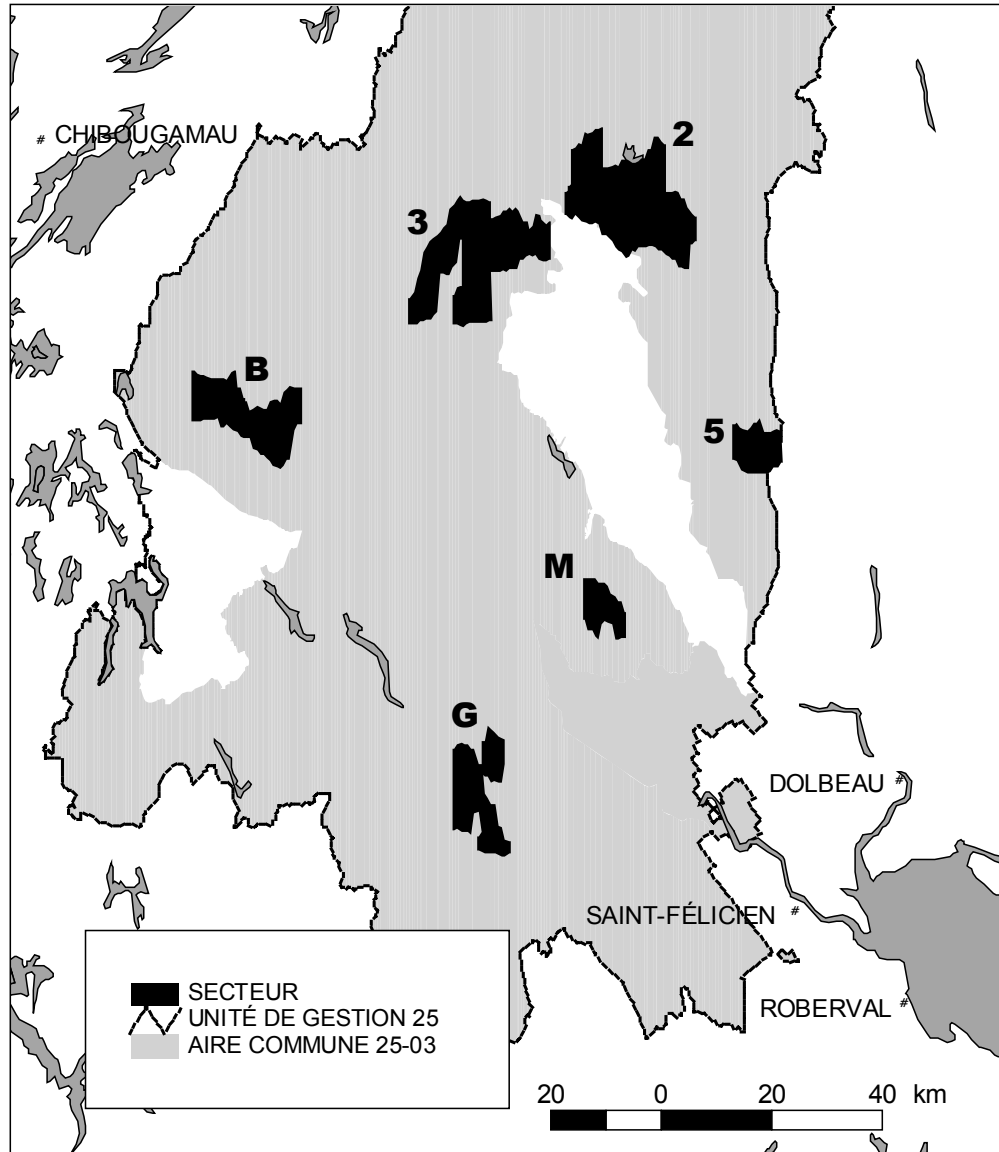


Figure 3. Localisation des six secteurs (2, 3, 5, B, G, et M), situés dans l'aire commune 25-03, où furent réalisés des relevés de pistes en hiver dans des structures de forêt résiduelle.

Au lac Montréal, les relevés ont été réalisés dans trois types de structures de forêt résiduelle: des séparateurs non riverains (SN) de 60 m de largeur ($n = 5$), des séparateurs riverains (SR) de 60 m (caractérisés par la présence d'un cours d'eau permanent) ($n = 5$) et des blocs de forêt de 20 ha (200 m de largeur) laissés après coupe (blocs résiduels, BR) ($n = 2$). En 1999, cinq sites témoins (TE), situés en forêt non perturbée à l'extérieur de l'aire d'intervention, y ont aussi été mesurés à titre comparatif. Dans chacun des autres secteurs, nous avons choisi aléatoirement trois SN et trois SR parmi l'ensemble des séparateurs présents et ajouté deux TE en forêt périphérique en 1999. La largeur moyenne des SN et SR retenus variait de 52 à 132 m.

3. MÉTHODES

3.1 Relevés de pistes

Dans les SN et SR sélectionnés pour les relevés au lac Montréal, des virées équidistantes de 50 m ont été tracées perpendiculairement à l'axe longitudinal du séparateur. Dans les BR, l'espacement était de 100 m. La première virée était localisée à 50 m de la jonction de la structure avec un massif forestier, lorsqu'un tel massif était présent, sinon à 50 m de l'une de ses extrémités. Le nombre de virées par structure variait de 5 à 14. Dans les autres secteurs, le nombre de virées fut fixé à huit par séparateur. Une seule virée de 500 m de longueur a été effectuée dans chaque TE.

Chaque équipe était formée de deux personnes, qui se déplaçaient d'un séparateur à l'autre en motoneige (lac Montréal) ou en hélicoptère (autres secteurs, deux équipes par hélicoptère). Les membres d'une équipe se partageaient les virées et les parcouraient individuellement en raquettes, sauf quand l'enneigement était très faible. Lors des relevés successifs, les mêmes virées furent utilisées afin que les données par structure soient comparables. Les relevés furent réalisés après une période minimale de 36 heures (deux nuits) suivant une chute de neige suffisamment importante pour altérer les vieilles pistes au sol. Le long du parcours, tous les indices fauniques postérieurs à la dernière chute de neige et situés en deçà de 1 m de part et d'autre de la virée furent notés (tableau 1). Une piste qui sortait de la bande d'observation puis y pénétrait à nouveau comptait pour un nouvel indice. Chaque indice a été positionné en mesurant avec un topofil la distance parcourue (± 1 m) à partir du début de la virée.

3.2 Caractéristiques de l'habitat

Nous avons caractérisé l'habitat de chaque séparateur (SN, SR) à l'aide de mesures de configuration spatiale et d'inventaires de végétation. Les indices de configuration ont été calculés avec le logiciel ArcView (ESRI 1997), sur une base de données construite à partir des cartes topographiques numériques 1:20 000 (plans d'eau, milieux humides) et de l'interprétation de photographies aériennes 1:15 000 (assiettes de coupe de 1991 à 1997). Les 11 indices de configuration retenus décrivent la taille de chaque structure, la superficie de forêt résiduelle présente à proximité, le degré d'isolement par rapport à de grands massifs boisés et l'effet de bordure causé par la présence de coupes adjacentes (tableau 2).

Tableau 1. Codification des indices fauniques pour les relevés de pistes.

| Espèce | Indice | Code |
|----------|---|------|
| Belette | Piste | B1 |
| Écureuil | Piste simple | E1 |
| | Pistes multiples (≥ 2 pistes simples) | E2 |
| | Réseau ^a de pistes | E3 |
| Lagopède | Piste simple | LG1 |
| | Réseau de pistes | LG3 |
| Lièvre | Piste simple | L1 |
| | Sentier (≥ 2 pistes simples) | L2 |
| | Réseau de pistes | L3 |
| Loup | Piste | LP1 |
| Loutre | Piste | LT1 |
| Lynx | Piste | LY1 |
| Martre | Piste | M1 |
| Renard | Piste | R1 |
| Tétras | Piste simple | T1 |
| | Pistes multiples (≥ 2 pistes simples) | T2 |
| | Réseau de pistes | T3 |
| Vison | Piste | V1 |

^a Un réseau est un ensemble de pistes non dénombrables, correspondant habituellement à une activité d'alimentation. Pour cet indice, la longueur (± 1 m) occupée sur la virée a été mesurée.

Tableau 2. Indices de configuration spatiale calculés pour caractériser chaque séparateur de coupe.

| Caractéristique | Indice |
|--|--|
| Taille | <ul style="list-style-type: none"> • Largeur moyenne (m) • Superficie totale (ha) ^a • Superficie intérieure (ha) obtenue en retranchant une bordure de 20 m au pourtour ^a |
| Superficie de forêt résiduelle à proximité | <ul style="list-style-type: none"> • Superficie de forêt (ha) à l'intérieur de 3 cercles concentriques de 25, 100 et 500 ha, centrés sur la structure |
| Isolement | <ul style="list-style-type: none"> • Distance (m) du plus proche massif de forêt (largeur \geq 200 m) de 25, 100 et 500 ha • Adjacence (oui/non) d'un massif de forêt d'au moins 25 ha |
| Effet de bordure | <ul style="list-style-type: none"> • Périmètre de contact entre la structure de forêt résiduelle et des coupes (m/ha) ^a |

^a Indices calculés pour le secteur du lac Montréal seulement car les relevés y ont été réalisés sur l'ensemble de chaque structure. Dans les autres secteurs, les virées couvrent une portion seulement de chaque séparateur.

Pour caractériser la végétation de chaque séparateur au lac Montréal, nous avons retenu 14 variables provenant des inventaires réalisés par le MRN en 1997 et 1998, dans le cadre du projet global (Bertrand et Paquet 1998) (tableau 3). Ces variables mesurent les strates arborescente et arbustive, incluant le brout (tiges disponibles/ha) et les éricacés. Dans les autres secteurs, nous avons réalisé une prise de données spécifique lors de l'inventaire du tétras en mai 1999 (Potvin *et al.* 2001a).

Tableau 3. Mesures de végétation effectuées pour caractériser chaque séparateur de coupe.

| Mesure | Description et prise de données à chaque station |
|---|--|
| Couvert vertical | |
| Arborescent (%) | Présence ou absence d'une cime d'arbre (> 4 m de hauteur) évaluée sur 10 points équidistants de 3 m |
| Arbustif (%) | Présence ou absence d'une cime d'arbuste (1,5 - 4 m de hauteur) évaluée sur 10 points équidistants de 3 m |
| Total (%) | Présence ou absence d'une cime d'arbre ou d'arbuste ($\geq 1,5$ m de hauteur) évaluée sur 10 points équidistants de 3 m |
| Strate arborescente | |
| Surface terrière par essence (m ² /ha) | Évaluation de la surface terrière pour les tiges de dhp > 9 cm à l'aide du prisme 2x |
| EPN | Épinette noire |
| PIG | Pin gris |
| SAB | Sapin baumier |
| MEL | Mélèze laricin |
| BOP | Bouleau à papier |
| PET | Peuplier faux-tremble |
| Total | Toutes essences |
| Strate arbustive | |
| Couvert latéral (%) | 2 lectures du % d'obstruction à 15 m de part et d'autre d'une planche à profil de 2 m de hauteur, divisée en 4 sections de 50 cm |
| 0-200 cm | (Nudds 1977); l'estimation a été effectuée séparément pour chaque section, puis compilée selon 2 regroupements de hauteur |
| 100-200 cm | |
| Brout (tiges/ha) | Dénombrement des tiges ligneuses (avec au moins 1 ramille entre 50 et 300 cm) dans 3 parcelles de 3,14 m ² |
| Éricacés (%) | Évaluation visuelle du % de recouvrement dans 3 parcelles de 3,14 m ² |

3.3 Traitement statistique

Comme la longueur des virées et le nombre de nuits après une chute de neige variaient entre les structures et les relevés, nous avons pondéré chaque indice en le ramenant sur une base de 60 m de longueur et de deux nuits après une chute de neige:

$$\text{INDICE PONDÉRÉ} = \text{NOBS} \times (60 / \text{LONG}) \times (2 / \text{NUITS})$$

où NOBS = nombre d'observations de l'indice, LONG = longueur de la virée (m) et NUITS = nombre de nuits depuis la dernière chute de neige. Pour le lièvre, nous avons aussi calculé un indice global (L123) qui intègre les pistes simples (L1), les sentiers (L2) et la longueur (m) des réseaux de pistes (L3):

$$\text{INDICE GLOBAL (L123)} = L1 + (2 \times L2) + L3.$$

Nous avons attribué la valeur de deux pistes simples à chaque sentier parce que la plupart des sentiers observés comptaient deux pistes seulement, en raison du peu de temps écoulé depuis la dernière chute de neige et de la faible densité du lièvre dans ce type de milieu. Les indices pondérés par relevé et par type de structure au lac Montréal ont été comparés à l'aide de l'Anova à mesures répétées. Nous avons également appliqué cette analyse aux indices présence/absence. Pour l'ensemble des six secteurs, nous avons utilisé une Anova à mesures répétées pour les relevés 4 et 5, avec trois facteurs (relevé, secteur, type de structure), et une Anova à deux facteurs pour le relevé 5 pris séparément.

En vue de limiter le nombre de variables de configuration spatiale et de végétation dans les SN et SR, nous avons d'abord effectué une analyse en composantes principales. Cette analyse permet d'identifier les variables qui contribuent le plus à la variabilité et d'éliminer les variables redondantes. Des coefficients de corrélation (r de Pearson) ont aussi été calculés entre ces variables et les principaux indices pondérés. Dans le cas du lièvre, nous avons également appliqué la régression linéaire multiple (*stepwise*) pour décrire la relation entre l'indice pondéré de pistes et l'indice global (variables dépendantes) et les variables explicatives les plus probantes (configuration spatiale, végétation). Enfin, pour les relevés 4 et 5, nous avons vérifié

si les séparateurs où le lièvre était présent différaient de ceux où il était absent en terme de configuration spatiale et de végétation, à l'aide du test de t ou de Chi^2 .

Nous avons effectué deux analyses spatiales supplémentaires avec les données du lièvre. Dans les SN et SR, nous avons d'abord vérifié si la distance séparant chaque virée d'un massif de forêt d'au moins 25 ha, directement adjacent au séparateur, influençait l'abondance du lièvre par virée. Le test utilisé est celui de Friedman (Anova non paramétrique), en considérant les séparateurs comme les sujets et les classes de distance des virées comme les traitements. Nous avons aussi examiné l'effet de la proximité du bord de la coupe sur la fréquentation du lièvre, pour les séparateurs ($n = 40$) et les blocs résiduels ($n = 2$) séparément. À cette fin, chaque virée a été subdivisée en segments de 10 m à partir de l'interface coupe-forêt. Le segment 0-10 m regroupe les deux portions adjacentes à la coupe situées de part et d'autre de la virée (c.-à-d. au début et à la fin de la virée) et ainsi de suite (10-20 m, 20-30 m, etc.). L'indice pondéré a été recalculé par segment. L'analyse utilisée est le test de Friedman (virées = sujets, classes de proximité des segments = traitements).

4. RÉSULTATS

4.1 Conditions d'inventaire et bilan global

Cinq relevés de pistes ont été réalisés au cours des trois hivers, dont trois en 1997-1998 (décembre, janvier, mars), un en 1998-1999 (janvier) et un en 1999-2000 (février) (tableau 4). Chaque relevé s'est étalé sur un ou deux jours, sauf celui de janvier 1999 qui a pris quatre jours à cause d'un bris d'hélicoptère. Il y avait présence de neige poudreuse en surface lors de tous les relevés, mais l'épaisseur totale et la qualité de la neige sous-jacente variaient.

Tableau 4. Conditions d'inventaire et résultats globaux de chacun des relevés de pistes.

| Relevé et date | Dernière chute de neige | | Conditions | Nombre de structures recensées | Nombre total de virées | Distance totale parcourue (km) | Nombre total d'observations |
|-----------------|-------------------------|---------------|--|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Date | Quantité (cm) | | | | | |
| 1 1997-12-09/10 | 12-07 | 5-6 | Neige poudreuse (25 cm) | 12 | 107 | 9,7 | 498 |
| 2 1998-01-16/17 | 01-13 | - | Neige poudreuse (65 cm), très froid | 12 | 107 | 9,3 | 437 |
| 3 1998-03-06 | 03-04 | 2-4 | 2 cm de neige sèche sur neige durcie (60 cm) | 12 | 107 | 9,8 | 854 |
| 4 1999-01-28/31 | 01-26 | 2-4 | 2-4 cm de neige sèche sur neige durcie (60 cm) | 42 | 343 | 29,3 | 1804 |
| 5 2000-02-18/19 | 02-16 | 3-7 | Neige poudreuse (120 cm) | 42 ^a | 342 ^a | 29,5 ^a | 535 ^a |

^a En plus, 15 virées (500 m chacune) ont été parcourues dans des sites témoins, en forêt périphérique aux aires d'intervention. Au total, 230 observations ont été enregistrées le long de ces virées.

Un total de 107 virées, représentant un parcours d'environ 10 km, ont été recensées à chaque relevé dans le secteur du lac Montréal. Dans l'ensemble des six secteurs, plus de 340 virées, totalisant 29 km, ont été parcourues lors de chacun des deux derniers relevés. À ceci s'additionnent 15 sites témoins visités lors du relevé 5. Le nombre global d'observations dépasse 4000 et a fortement varié d'un relevé à l'autre. Lors des trois premiers relevés, effectués au lac Montréal seulement, deux fois plus d'observations ont été notées en mars

qu'en décembre ou en janvier. De même, dans l'ensemble des six secteurs, trois fois plus de signes d'activité ont été enregistrés lors du relevé 4 que lors du relevé 5.

La figure 4 présente la compilation globale des indices fauniques pour l'ensemble des relevés des six secteurs. Les pistes simples d'écureuil représentent de loin l'indice le plus fréquent. Il s'agit de l'écureuil roux dans la quasi totalité des cas. Les pistes simples et les sentiers de lièvre suivent en deuxième et troisième place. Des pistes de martre (*Martes americana*), de belette (ermine, *Mustela erminea*) et de tétras furent notées à l'occasion, alors que les indices d'espèces comme le vison (*M. vison*), le lagopède (*Lagopus sp.*), le renard (*Vulpes vulpes*) et la loutre (*Lontra canadensis*) étaient plutôt exceptionnels. Les indices associés au vison ont tous été relevés dans des SR. Pour le lagopède, les observations proviennent uniquement du relevé de février 2000, à la faveur d'une migration occasionnelle de l'espèce vers le sud. Aucune piste de lynx du Canada (*Lynx canadensis*) n'a été rapportée au cours des trois années. Compte tenu de leur plus grande abondance, nous analyserons plus en détails les indices reliés à l'écureuil roux, au lièvre, à la belette, à la martre et au tétras.

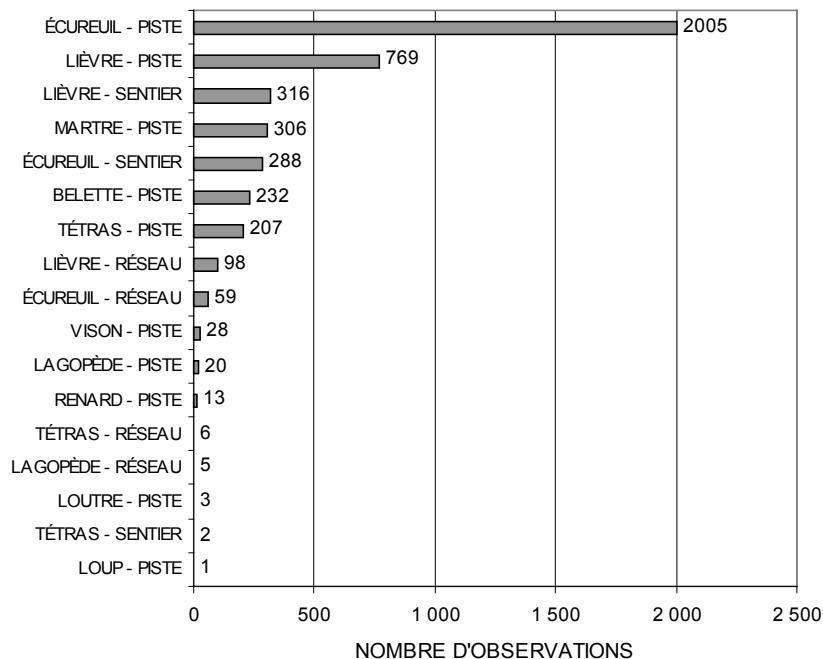


Figure 4. Nombre d'observations par type d'indice faunique pour l'ensemble des relevés de pistes des six secteurs.

4.2 Comparaisons entre relevés

Le tableau 5 présente l'incidence des principaux indices fauniques par structure et par relevé. L'écureuil roux était présent partout lors de tous les relevés excepté le dernier, alors que son taux d'incidence ne fut que de 68 % ($n = 57$ structures). On a observé le lièvre dans environ un séparateur sur trois, sauf lors du relevé 3 où il fréquentait toutes les structures du lac Montréal. La belette, la martre et le tétras furent rencontrés à chaque relevé mais leur présence variait d'une structure à l'autre. L'analyse statistique a confirmé un effet significatif ($P < 0,05$) du facteur relevé pour la présence du lièvre, tant au lac Montréal que dans les six secteurs, de même que pour celle de l'écureuil roux, de la martre et du tétras dans l'ensemble des secteurs (tableaux 6 et 7).

Les variations d'un relevé à l'autre sont encore plus marquées si l'on considère l'abondance (indice pondéré: nombre d'observations / 60 m x 2 nuits) (annexe 1). L'indice pondéré de pistes pour l'écureuil roux a varié d'un relevé à l'autre dans un rapport de plus 1 à 20 pour une même structure. Des écarts importants sont aussi notés à l'intérieur des structures fréquentées à plus d'une reprise par les autres espèces. L'analyse statistique, sur la base de l'indice pondéré, a retenu le facteur relevé comme significatif ($P < 0,05$) pour les pistes d'écureuil, les pistes de lièvre (lac Montréal seulement), l'indice global du lièvre, les pistes de martre (séparateurs des six secteurs) et les pistes de tétras (tableaux 6 et 7).

4.3 Comparaisons entre secteurs

L'ensemble des SN et SR des six secteurs a été parcouru lors des relevés 4 et 5 (figure 5). On note une variation significative ($P < 0,05$) entre les secteurs dans le cas de l'indice pondéré pour l'écureuil roux et le lièvre, mais non pour la belette, la martre ou le tétras (tableau 6). Par contre, l'indice présence/absence ne diffère pas entre les secteurs quelle que soit l'espèce ($P > 0,05$). Le secteur 5 compte deux fois plus de pistes d'écureuil que les autres secteurs lors du relevé 4 (figure 5). Lors des deux relevés, le secteur G se démarque des autres secteurs par sa plus grande abondance du lièvre. Ce secteur mis à part, on constate que le secteur du lac Montréal présente globalement des résultats assez semblables à ceux des autres secteurs pour l'ensemble des espèces.

Tableau 5. Incidence par structure et par relevé (1 à 5) des principaux indices fauniques (E1, L1, L123, B1, M1, T1).

| Secteur | # | E1 | | | | | L1 | | | | | L123 | | | | | B1 | | | | | M1 | | | | | T1 | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | |
| M | 11 | X | X | X | X | X | | | | X | X | | | | | X | X | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 12 | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 | X | X | X | X | X | X | | | X | X | X | X | X | X | | | | | X | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | X |
| | 14 | X | X | X | X | | | | | X | X | | | | | X | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 15 | X | X | X | X | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | X | X | X | X | | | | | | X | | | | | X | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 22 | X | X | X | X | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 23 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 24 | X | X | X | X | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 25 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 31 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 32 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | 41 | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 2 | 11 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | |
| | 13 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| | 15 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| | 22 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 12 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 13 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 24 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 25 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 12 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| | 13 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 16 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 22 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 23 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 25 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 41 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 11 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 12 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 14 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 21 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 22 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 41 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 42 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G | 12 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 13 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 14 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 21 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 24 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 25 | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X |
| | 41 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | 42 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |

X signifie qu'au moins un indice de l'espèce a été noté dans la structure lors du relevé.

E1 Écureuil - piste simple

11-16 Séparateur non riverain

L1 Lièvre - piste simple

21-25 Séparateur riverain

L123 Lièvre - indice global

31-32 Bloc résiduel

B1 Belette - piste simple

41-48 Site témoin en forêt non perturbée

M1 Martre - piste simple

T1 Tétrás - piste simple

Tableau 6. Analyse statistique des principaux indices fauniques dans six secteurs, selon le relevé (4, 5), le secteur et le type de structure (SN séparateur non riverain, SR séparateur riverain, TE site témoin).

| Variable dépendante | Facteur ^a | Relevés 4 et 5 ^b (20 SN, 20 SR) | | | | | Relevé 5 ^c (20 SN, 20 SR, 15 TE) | | |
|----------------------|-------------------------|---|----------------|--------------------------|------------------|--------------|--|----------------|--------------|
| | | dl | Indice pondéré | | Présence/absence | | dl | Indice pondéré | |
| | | | F | P | F | P | | F | P |
| Écureuil - pistes | Relevé | 1 | 29,84 | 0,000^d | 19,34 | 0,000 | | | |
| | Secteur | 5 | 5,47 | 0,001 | 2,50 | 0,054 | 5 | 4,55 | 0,002 |
| | Type de structure | 1 | 2,03 | 0,165 | 0,05 | 0,825 | 2 | 1,31 | 0,281 |
| Lièvre - pistes | Relevé | 1 | 0,63 | 0,432 | 3,82 | 0,061 | | | |
| | Secteur | 5 | 2,80 | 0,036 | 1,78 | 0,150 | 5 | 2,64 | 0,039 |
| | Type de structure | 1 | 4,38 | 0,045 | 2,21 | 0,148 | 2 | 5,19 | 0,010 |
| Lièvre - global | Relevé | 1 | 9,80 | 0,004 | 5,25 | 0,030 | | | |
| | Secteur | 5 | 2,70 | 0,041 | 2,39 | 0,063 | 5 | 6,36 | 0,000 |
| | Type de structure | 1 | 5,09 | 0,032 | 1,73 | 0,199 | 2 | 9,39 | 0,001 |
| | Secteur x type | | 1,86 | 0,134 | 0,26 | 0,931 | 10 | 3,32 | 0,004 |
| | Secteur x relevé | 5 | 3,31 | 0,018 | 2,14 | 0,090 | | | |
| | Type x relevé | 1 | 4,72 | 0,038 | 0,02 | 0,894 | | | |
| Belette - pistes | Relevé | 1 | 1,75 | 0,196 | 0,62 | 0,437 | | | |
| | Secteur | 5 | 1,32 | 0,285 | 0,20 | 0,958 | 5 | 2,68 | 0,037 |
| | Type de structure | 1 | 1,01 | 0,324 | 0,03 | 0,859 | 2 | 3,44 | 0,043 |
| | Secteur x type | 5 | 4,99 | 0,002 | 2,44 | 0,059 | 10 | 2,95 | 0,008 |
| Martre - pistes | Relevé | 1 | 4,64 | 0,040 | 5,51 | 0,026 | | | |
| | Secteur | 5 | 1,72 | 0,164 | 2,14 | 0,089 | 5 | 1,89 | 0,120 |
| | Type de structure | 1 | 0,38 | 0,541 | 0,23 | 0,637 | 2 | 0,72 | 0,493 |
| | Secteur x type | | 1,52 | 0,216 | 1,58 | 0,199 | 10 | 2,27 | 0,035 |
| | Secteur x type x relevé | 5 | 3,42 | 0,016 | 2,97 | 0,028 | | | |
| Tétras - pistes | Relevé | 1 | 7,98 | 0,009 | 5,76 | 0,023 | | | |
| | Secteur | 5 | 1,41 | 0,252 | 1,35 | 0,274 | 5 | 0,62 | 0,683 |
| | Type de structure | 1 | 0,03 | 0,873 | 3,12 | 0,088 | 2 | 4,43 | 0,019 |

^a Les interactions non mentionnées sont non significatives ($P > 0,05$).

^b Anova à mesures répétées.

^c Anova à deux facteurs.

^d Les valeurs en gras correspondent à $P < 0,05$.

Tableau 7. Analyse statistique (Anova à mesures répétées) des principaux indices fauniques dans le secteur du lac Montréal, selon le relevé ($n = 5$) et le type de structure (SN séparateur non riverain, SR séparateur riverain, BR bloc résiduel).

| Variable dépendante | Facteur | Relevés 1 à 5 (5 SN, 5 SR, 2 BR) | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------------------------|----------------|--------------------------|------------------|--------------|
| | | dl | Indice pondéré | | Présence/absence | |
| | | | F | P | F | P |
| Écureuil - pistes | Relevé | 4 | 29,69 | 0,000^a | 1,80 | 0,150 |
| | Type de structure | 2 | 2,22 | 0,165 | 0,56 | 0,589 |
| | Relevé x type | 8 | 2,51 | 0,028 | 0,56 | 0,801 |
| Lièvre - pistes | Relevé | 4 | 8,25 | 0,000 | 4,88 | 0,003 |
| | Type de structure | 2 | 1,56 | 0,262 | 3,78 | 0,064 |
| | Relevé x type | 8 | 1,93 | 0,085 | 1,24 | 0,304 |
| Lièvre - global | Relevé | 4 | 2,90 | 0,035 | 4,88 | 0,003 |
| | Type de structure | 2 | 0,81 | 0,473 | 3,78 | 0,064 |
| | Relevé x type | 8 | 1,69 | 0,135 | 1,24 | 0,304 |
| Belette - pistes | Relevé | 4 | 0,55 | 0,702 | 1,17 | 0,340 |
| | Type de structure | 2 | 0,84 | 0,462 | 0,47 | 0,641 |
| | Relevé x type | 8 | 0,51 | 0,839 | 1,11 | 0,381 |
| Martre - pistes | Relevé | 4 | 0,26 | 0,902 | 2,49 | 0,060 |
| | Type de structure | 2 | 0,05 | 0,950 | 3,63 | 0,070 |
| | Relevé x type | 8 | 2,07 | 0,066 | 5,80 | 0,000 |
| Tétras - pistes | Relevé | 4 | 3,11 | 0,027 | 1,56 | 0,206 |
| | Type de structure | 2 | 0,74 | 0,506 | 11,60 | 0,003 |
| | Relevé x type | 8 | 0,82 | 0,586 | 0,68 | 0,708 |

^a Les valeurs en gras correspondent à $P < 0,05$.

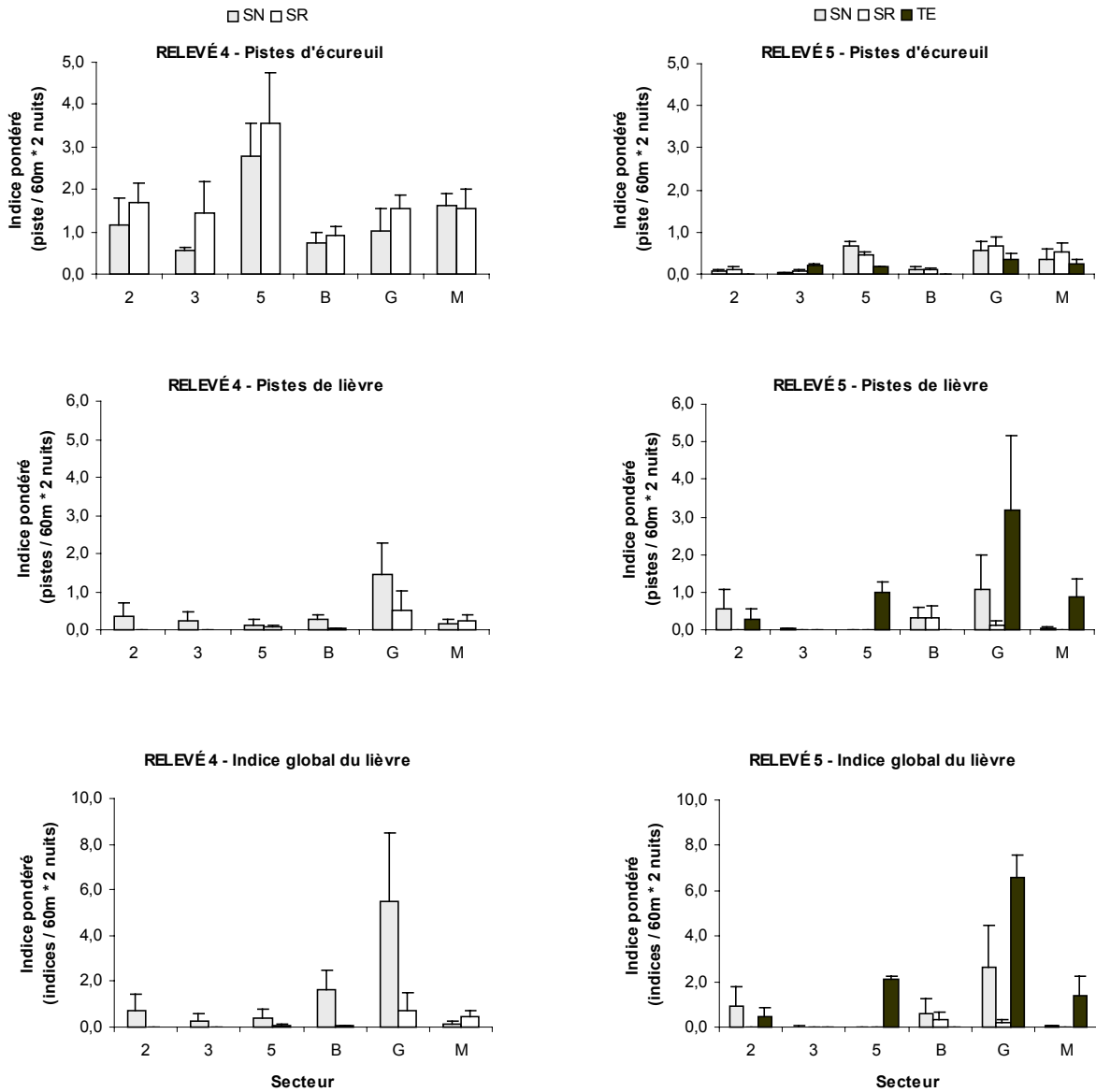


Figure 5. Résultats des relevés de pistes (moyenne, erreur type) dans des séparateurs de coupe (SN séparateur non riverain, SR séparateur riverain) et des sites témoins (TE) par secteur lors des relevés 4 et 5.

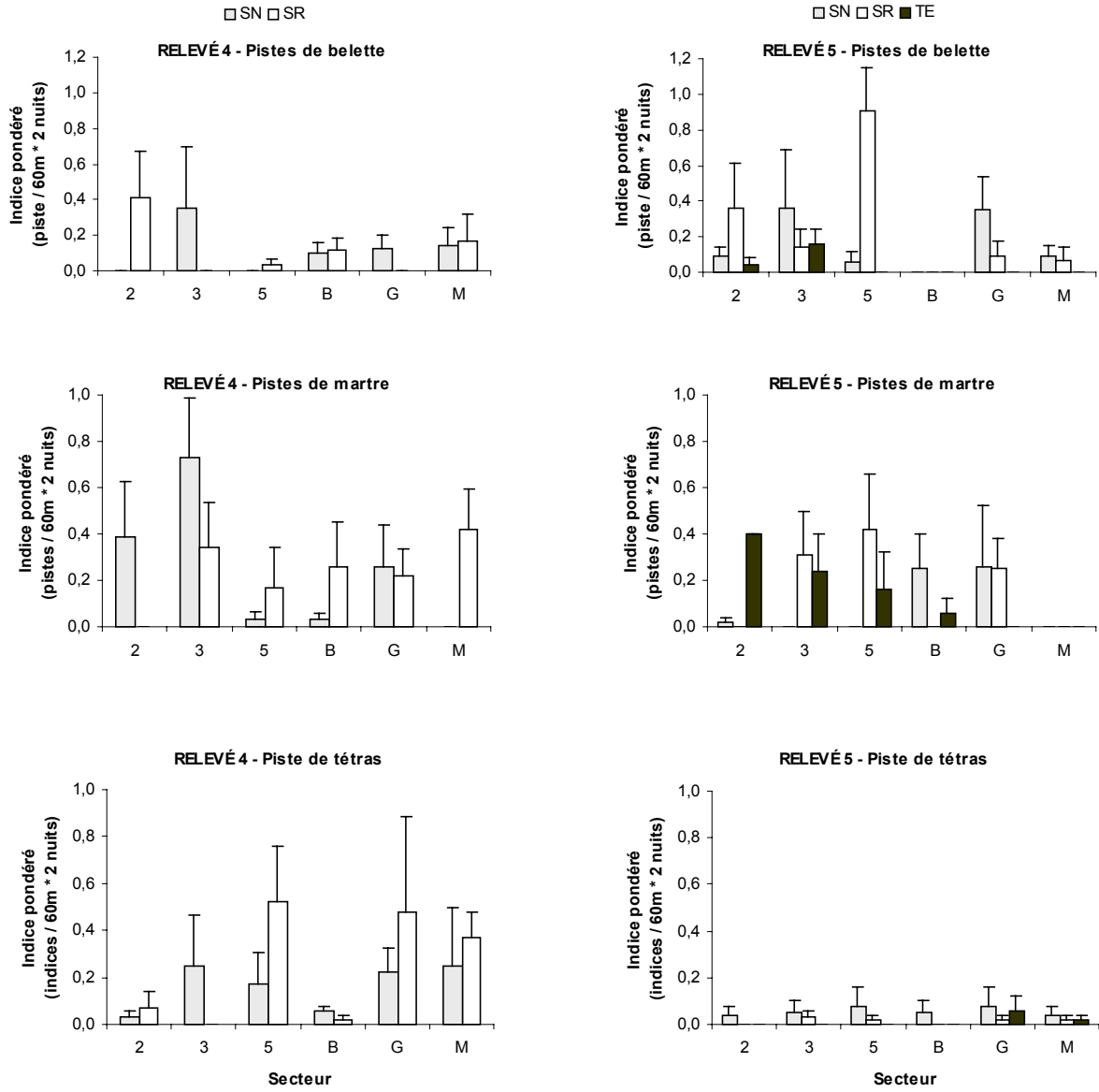


Figure 5. (suite)

4.4 Comparaisons entre types de structures de forêt résiduelle

La figure 5 présente les résultats observés dans chaque type de structure pour les principaux indices fauniques et pour chaque secteur d'étude lors des relevés 4 et 5. Des TE ont été ajoutés lors du relevé 5, ce qui permet de les comparer avec des SN et SR. Globalement, on constate que les TE sont en moyenne plus fréquentés que les séparateurs dans le cas du lièvre ($P \leq 0,01$) (tableau 6). Cette affirmation ne peut cependant être généralisée puisque deux secteurs (2 et B) montrent une tendance divergente, ce que confirme l'interaction significative entre le secteur et le type de structure pour l'indice global ($P = 0,004$). À l'inverse, la belette ($P = 0,043$) et le tétras ($P = 0,019$) étaient davantage présents dans les SN et SR que dans les TE, alors que l'écureuil roux et la martre fréquentaient indistinctement tous les types de milieux.

Le type de séparateur (SN ou SR) influence seulement l'abondance du lièvre ($P < 0,05$) (et non sa présence) quand on examine l'ensemble des relevés 4 et 5 réalisés dans les six secteurs (tableau 6). Beaucoup plus de pistes de lièvre ont été observées en moyenne dans les SN que dans les SR lors des relevés 4 (0,41 piste / 60 m x 2 nuits vs 0,15) et 5 (0,30 vs 0,07).

La figure 6 montre les résultats des principaux indices fauniques relevés dans le secteur du lac Montréal lors de chacun des cinq relevés, pour les SN, les SR et les BR. Dans le cas des pistes d'écureuil, aucune tendance claire n'apparaît entre les types de structures pour l'abondance ($P = 0,165$) ou la présence ($P = 0,589$) (tableau 7), mais les SN ont été les milieux les plus utilisés lors de trois des cinq relevés. Dans le cas du lièvre, les BR semblent constituer les milieux les plus fréquentés, mais l'écart entre les types de structures s'avère non significatif pour l'abondance ($P \geq 0,26$) et presque significatif pour la présence ($P = 0,064$). Pour la belette et la martre, aucune tendance ne se dessine. On retrouvait la belette en général dans presque tous les types de structures inventoriées et à chacun des relevés (tableau 5). Dans le cas de la martre, les résultats sont plus disparates: l'espèce n'était souvent présente que dans un ou deux types de structures à chaque relevé, mais tous les milieux ont cependant été fréquentés à un moment ou à un autre. Finalement, le tétras fréquentait en général tous les types mais était plus assidu dans les BR ($P = 0,003$ pour la présence).

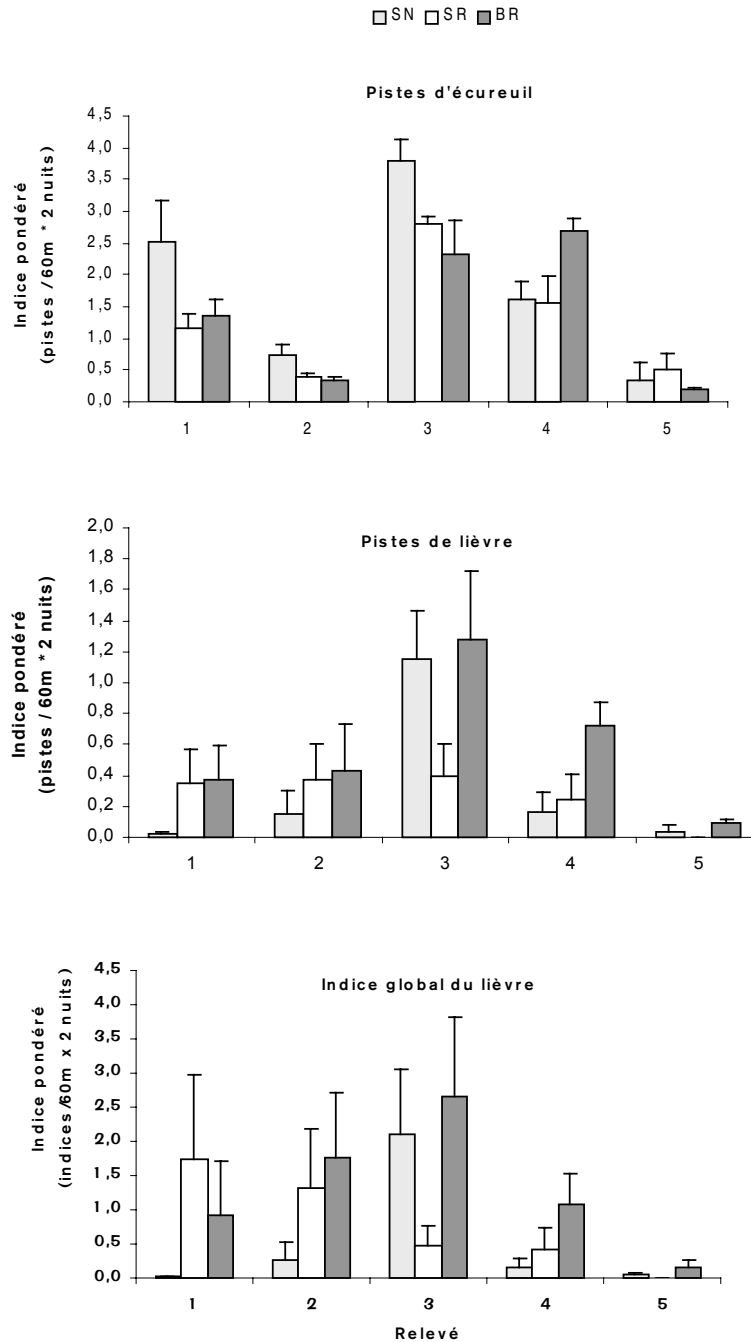


Figure 6. Résultats des relevés de pistes (moyenne, erreur type) dans trois types de structures de forêt résiduelle (SN séparateur non riverain, SR séparateur riverain, BR bloc résiduel) au lac Montréal, selon le relevé (1 à 5).

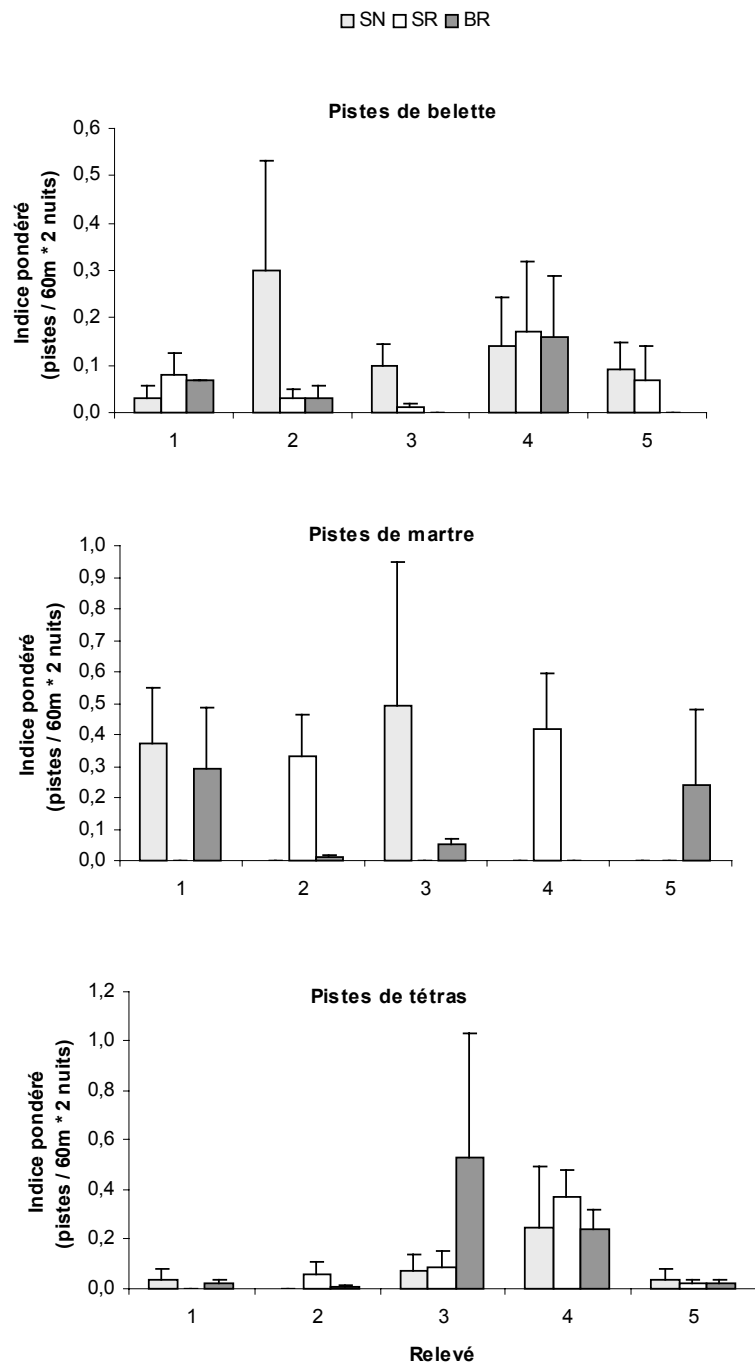


Figure 6. (suite)

4.5 Influence des caractéristiques de l'habitat

Les SN et SR différaient d'un secteur à l'autre, au plan de la configuration spatiale et de la végétation (tableaux 8 et 9). Les SN des secteurs 2, 3, B et G et les SR du secteur G étaient en moyenne plus larges (environ 90 à 100 m) que les autres séparateurs (environ 60 à 70 m). Si la superficie de forêt résiduelle présente à proximité des séparateurs (cercles de 25, 100 et 500 ha) variait peu d'un secteur à l'autre, leur isolement par rapport à un grand massif montrait par contre de grandes fluctuations. Dans les plus grandes aires d'intervention (secteurs 2 et 3), les séparateurs inventoriés étaient en moyenne situés à plus de 1 ou 2 km d'un massif de 100 ha ou plus. Par contre, ceux du lac Montréal (SN et SR) et ceux du secteur G (SR) étaient à moins de 400 m d'un tel massif.

Tableau 8. Configuration spatiale des séparateurs inventoriés dans six aires d'intervention de l'aire commune 25-03.

| Indice ^a | SN | | | | | | SR | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 2 | 3 | 5 | B | G | M | 2 | 3 | 5 | B | G | M |
| Largeur moyenne (m) | 89 | 97 | 60 | 100 | 104 | 68 | 74 | 69 | 64 | 70 | 97 | 71 |
| Superficie | | | | | | | | | | | | |
| Totale (ha) | | | | | | 2,7 | | | | | | 4,9 |
| Intérieure (ha) | | | | | | 1,0 | | | | | | 2,1 |
| Superficie de forêt (ha) | | | | | | | | | | | | |
| Cercle 25 ha | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7 | 4 | 7 | 8 |
| Cercle 100 ha | 15 | 28 | 32 | 24 | 27 | 31 | 22 | 26 | 29 | 25 | 34 | 30 |
| Cercle 500 ha | 106 | 190 | 224 | 130 | 154 | 201 | 146 | 136 | 229 | 153 | 232 | 202 |
| Distance d'un massif (m) | | | | | | | | | | | | |
| > 25 ha | 916 | 1153 | 317 | 908 | 628 | 295 | 577 | 1081 | 677 | 613 | 295 | 367 |
| > 100 ha | 2157 | 1718 | 633 | 1271 | 768 | 386 | 2236 | 1293 | 677 | 723 | 295 | 367 |
| >500 ha | 2522 | 1718 | 1093 | 1271 | 894 | 590 | 2674 | 1686 | 1169 | 723 | 324 | 367 |
| Adjacence d'un massif | 33% | 67% | 100% | 67% | 100% | 58% | 0% | 33% | 67% | 33% | 67% | 33% |
| Bordure CPRS (m/ha) | | | | | | 325 | | | | | | 285 |

^a Les indices sont définis au tableau 2.

SN Séparateur non riverain (3 SN mesurés dans les secteurs 2, 3, 5, B et G; 5 SN mesurés dans le secteur M)

SR Séparateur riverain (3 SR mesurés dans les secteurs 2, 3, 5, B et G; 5 SR mesurés dans le secteur M)

Au plan de la végétation, la strate arborescente était partout dominée par l'épinette noire (tableau 9). Le pin gris était surtout présent dans les secteurs G et Montréal et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) dans le secteur 5 (SN). Le mélèze apparaissait de façon sporadique dans les SR de tous les secteurs mais était totalement absent des SN. Les SN du lac Montréal avaient beaucoup moins de tiges de brout et davantage d'éricacés que ceux des autres secteurs, alors que les SR étaient davantage comparables entre secteurs.

Tableau 9. Composition végétale moyenne des structures inventoriées dans six aires d'intervention de l'aire commune 25-03.

| Variable ^a | SN | | | | | | SR | | | | | |
|---------------------------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| | 2 | 3 | 5 | B | G | M | 2 | 3 | 5 | B | G | M |
| Couvert vertical (%) | | | | | | | | | | | | |
| Arborescent | 39 | 48 | 61 | 50 | 46 | 45 | 41 | 47 | 40 | 33 | 38 | 54 |
| Arbustif | 25 | 13 | 28 | 19 | 20 | 17 | 16 | 12 | 17 | 8 | 3 | 25 |
| Total | 53 | 57 | 78 | 60 | 59 | 60 | 52 | 55 | 52 | 41 | 41 | 70 |
| Strate arborescente | | | | | | | | | | | | |
| Surface terrière (m ² /ha) | | | | | | | | | | | | |
| EPN | 15,8 | 23,3 | 26,3 | 17,8 | 16,3 | 22,6 | 23,8 | 28,2 | 16,2 | 21,7 | 15,7 | 23,7 |
| PIG | 0,0 | 0,2 | 1,2 | 1,2 | 7,5 | 5,5 | 1,3 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 4,2 |
| SAB | 2,0 | 0,7 | 0,0 | 2,3 | 1,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,3 | 0,2 | 0,5 |
| MEL | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1,8 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,6 |
| BOP | 0,2 | 0,8 | 0,3 | 0,2 | 1,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| PET | 0,0 | 1,0 | 4,5 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| Total | 18,0 | 26,0 | 32,3 | 21,5 | 26,2 | 28,9 | 25,6 | 31,7 | 18,3 | 22,2 | 17,0 | 29,6 |
| Strate arbustive | | | | | | | | | | | | |
| Couvert latéral (%) | | | | | | | | | | | | |
| 0-200 cm | 70 | 49 | 48 | 62 | 63 | 54 | 60 | 61 | 68 | 50 | 55 | 64 |
| 100-200 cm | 61 | 33 | 41 | 57 | 50 | 41 | 42 | 50 | 60 | 34 | 40 | 54 |
| Brout (tiges/ha) | 9700 | 10400 | 13300 | 5400 | 15600 | 1200 | 11600 | 9900 | 8700 | 20300 | 7200 | 8400 |
| Éricacés (%) | 12 | 14 | 10 | 15 | 9 | 27 | 19 | 22 | 23 | 17 | 12 | 22 |

^a Les variables sont définies au tableau 3.

SN Séparateur non riverain (3 SN mesurés dans les secteurs 2, 3, 5, B et G; 5 SN mesurés dans le secteur M)

SR Séparateur riverain (3 SR mesurés dans les secteurs 2, 3, 5, B et G; 5 SR mesurés dans le secteur M)

L'analyse en composantes principales des indices de configuration spatiale des SN et SR a identifié deux axes principaux (saturation > 1) (annexe 2). La première composante est reliée positivement à la quantité de forêt résiduelle à proximité de la structure et négativement à la distance d'un grand massif. La seconde composante est surtout liée à la largeur du séparateur (effet positif) et à la superficie de forêt dans un cercle de 25 ha (effet positif). Pour les variables de végétation qui sont plus nombreuses, nous nous limiterons aux trois premiers axes (annexe

3). L'axe 1 est associé à la strate arborescente, l'axe 2 au couvert total (arborescent et arbustif) et au sapin et l'axe 3 au brout.

D'après les coefficients de corrélation, il y a peu de liens entre les principaux indices fauniques dans les séparateurs (SN, SR) des six secteurs lors des relevés 4 et 5 et les variables de configuration spatiale ou de végétation (tableau 10). De plus, la plupart des relations significatives ($P < 0,05$) ne le sont que pour un seul des deux relevés, ce qui dénote une certaine inconsistance. Pour le lièvre, l'indice global est relié à la largeur moyenne du séparateur et au couvert vertical arbustif, qui ont un effet positif (figure 7). La surface terrière en sapin joue aussi un rôle favorable sur les deux indices d'abondance du lièvre, mais seulement pour le dernier relevé. Les séparateurs où le lièvre était présent étaient en moyenne plus larges que ceux où il était absent (72 vs 86 m), $P = 0,050$) (tableau 11). Ils étaient aussi plus souvent adjacents à un massif de forêt (74 vs 43 %, $P = 0,049$). D'après les régressions multiples, la variable qui prédit le mieux le nombre de pistes et l'indice global du lièvre est la largeur du séparateur (tableau 12). Pour le relevé 5, le modèle ajoute le couvert vertical arbustif comme seconde variable.

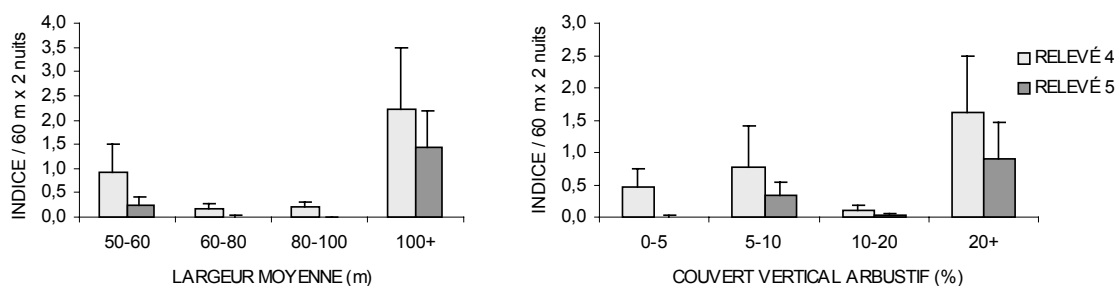


Figure 7. Indice global d'abondance du lièvre (moyenne, erreur type) dans des séparateurs non riverains et riverains ($n = 40$) en fonction de la largeur moyenne du séparateur et du couvert vertical arbustif.

Tableau 10. Coefficients de corrélation (r de Pearson) entre les principaux indices fauniques par structure et les variables de configuration spatiale et de végétation des séparateurs non riverains et riverains ($n = 40$), pour les relevés 4 et 5.

| Variable | E1 | | L1 | | L123 | | B1 | | M1 | | T1 | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|---|--------|-------|
| | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| Largeur moyenne (m) | -0,35* | • | • | 0,46** | 0,32* | 0,45** | • | • | • | • | • | • |
| Superficie de forêt (ha) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Cercle de 25 ha | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 0,28* | • |
| Cercle de 100 ha | • | 0,37** | • | • | • | • | • | • | • | • | 0,35* | • |
| Cercle de 500 ha | • | 0,33* | • | • | • | • | • | • | • | • | 0,41** | • |
| Distance d'un massif (m) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| ≥ 25 ha | • | -0,33* | • | • | • | • | • | 0,38** | • | • | • | • |
| ≥ 100 ha | • | -0,36* | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| ≥ 500 ha | • | -0,34* | • | • | • | • | • | 0,27* | • | • | • | • |
| Adjacence d'un massif ≥ 25 ha | • | • | 0,33* | • | 0,30* | • | • | • | • | • | • | • |
| Couvert vertical (%) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Arborescent | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Arbustif | • | • | 0,38** | 0,40** | 0,38** | 0,40** | • | • | • | • | • | • |
| Total | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Surface terrière (m ² /ha) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| EPN | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | -0,33* | • |
| PIG | • | • | • | • | • | • | • | • | -0,29* | • | • | • |
| SAB | • | • | • | 0,39** | • | 0,35* | • | • | • | • | • | • |
| MEL | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| BOP | • | • | • | • | • | • | • | 0,48** | • | • | • | • |
| PET | • | 0,37** | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 0,34* |
| Total | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | -0,34* | • |
| Couvert latéral (%) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 0-200 cm | • | • | • | • | • | • | • | 0,30* | • | • | • | • |
| 100-200 cm | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Brout (tiges/ha) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Éricacés (%) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

• $P > 0,05$ * $P < 0,05$ ** $P < 0,01$.

E1 Écureuil - piste simple L1 Lièvre - piste simple L123 Lièvre - indice global
 B1 Belette - piste simple M1 Martre - piste simple T1 Tétràs - piste simple

Tableau 11. Configuration spatiale et végétation (moyenne, erreur type) des séparateurs non riverains et riverains parcourus lors des relevés 4 et 5 dans les six secteurs, selon que le lièvre était absent ou présent.

| Variable ^a | Lièvre absent (n = 42) | | Lièvre présent (n = 38) | | Test de t ou Chi ² (P) |
|--|---------------------------|------|----------------------------|------|--------------------------------------|
| | \bar{x} | ET | \bar{x} | ET | |
| Largeur moyenne (m) | 72,2 | 3,7 | 85,9 | 5,8 | 0,050^b |
| Superficie de forêt (ha) | | | | | |
| Cercle 25 ha | 6,1 | 0,3 | 6,4 | 0,5 | 0,596 |
| Cercle 100 ha | 26 | 1,9 | 30 | 1,9 | 0,090 |
| Cercle 500 ha | 171 | 14 | 194 | 14 | 0,252 |
| Distance d'un massif (m) | | | | | |
| > 25 ha | 715 | 149 | 473 | 91 | 0,184 |
| > 100 ha | 1105 | 278 | 791 | 197 | 0,372 |
| >500 ha | 1437 | 279 | 886 | 198 | 0,122 |
| Adjacence d'un massif (% des séparateurs) | 43% | | 74% | | 0,049 |
| Couvert vertical (%) | | | | | |
| Arborescent | 48 | 2,7 | 45 | 3,2 | 0,379 |
| Arbustif | 17 | 2,9 | 17 | 3,7 | 0,972 |
| Total | 60 | 2,9 | 56 | 3,8 | 0,401 |
| Strate arborescente | | | | | |
| Surface terrière (m ² /ha) | | | | | |
| EPN | 21,8 | 1,7 | 20,2 | 2,1 | 0,550 |
| PIG | 2,7 | 0,9 | 1,4 | 0,5 | 0,207 |
| SAB | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,4 | 0,463 |
| MEL | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,251 |
| BOP | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,280 |
| PET | 1,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,103 |
| Total | 27,0 | 1,6 | 23,0 | 2,1 | 0,124 |
| Strate arbustive | | | | | |
| Couvert latéral (%) | | | | | |
| 0-200 cm | 61 | 3 | 56 | 3 | 0,306 |
| 100-200 cm | 48 | 3 | 45 | 4 | 0,547 |
| Brout (tiges/ha) | 9540 | 1210 | 10100 | 1930 | 0,792 |
| Éricacés (%) | 17 | 1,8 | 18 | 2,3 | 0,869 |

^a Les variables sont définies aux tableaux 2 et 3.

^b Les valeurs en gras correspondent à $P < 0,05$.

Tableau 12. Régressions linéaires multiples (*stepwise*) entre les indices d'abondance du lièvre et les variables de configuration spatiale ou de végétation des séparateurs non riverains et riverains ($n = 40$).

| Relevé | Modèle | P | R^2 |
|-----------|--|----------------|-------|
| 4 | L123 = -1,470 + 0,0285 LARGEUR | 0,041 | 0,105 |
| 5 | L1 = -0,723 + 0,0115 LARGEUR | 0,003 | 0,215 |
| | L1 = -0,874 + 0,0105 LARGEUR | 0,003 | 0,334 |
| | + 0,0132 COUV_ARBU | 0,014 | |
| | L123 = -1,438 + 0,0227 LARGEUR | 0,003 | 0,206 |
| | L123 = -1,721 + 0,0209 LARGEUR + 0,0247 COUV_ARBU | 0,003 0,026 | 0,307 |
| L1 | Pistes / 60 m x 2 nuits | | |
| L123 | Indice global / 60 m x 2 nuits | | |
| LARGEUR | Largeur moyenne (m) | | |
| COUV_ARBU | Couvert vertical arbustif (%) | | |

Pour le lièvre, l'analyse spatiale de la fréquentation en fonction de la distance séparant chaque virée d'un massif de forêt adjacent au séparateur (≥ 25 ha) indique que ce facteur n'a pas d'influence significative. L'indice du nombre de pistes et l'indice global ne diffèrent pas entre les classes de distance, tant pour les séparateurs les plus longs (analyse basée sur 8 virées, $n = 47$ sujets) ($P \geq 0,42$) que pour l'ensemble des séparateurs (5 virées, $n = 62$ sujets) ($P \geq 0,19$). Par contre, la proximité de la bordure de la coupe affecte très négativement la fréquentation du lièvre dans le séparateur (tableau 13). Dans les SN et SR, l'indice de pistes et l'indice global sont trois fois plus abondants passé 20 m vers l'intérieur qu'aux abords immédiats de la coupe (0-10 m) ($P = 0,004$ et $0,016$, respectivement) et on note une croissance soutenue des deux indices à mesure qu'on progresse vers le centre du séparateur. Dans les BR, l'indice de pistes suit la même tendance mais la différence s'avère non significative ($P = 0,27$), cependant que l'indice global n'est pas affecté.

Tableau 13. Indice d'abondance (moyenne \pm erreur type) du lièvre dans des séparateurs de coupe non riverains (SN) et riverains (SR) et dans des blocs résiduels (BR), selon la proximité de la bordure de la coupe.

| Distance de la coupe (m) | SN et SR ($n = 110$) | | BR ($n = 10$) | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | Indice de pistes / 60 m x 2 nuits | Indice global / 60 m x 2 nuits | Indice de pistes / 60 m x 2 nuits | Indice global / 60 m x 2 nuits |
| 0-10 | 0,12 \pm 0,03 | 0,30 \pm 0,09 | 0,33 \pm 0,16 | 1,33 \pm 0,63 |
| 10-20 | 0,25 \pm 0,06 | 0,52 \pm 0,13 | 0,40 \pm 0,17 | 0,73 \pm 0,36 |
| 20-30 ^a | 0,40 \pm 0,08 | 0,96 \pm 0,24 | 0,63 \pm 0,23 | 1,45 \pm 0,50 |
| 30-40 | | | 0,65 \pm 0,24 | 1,08 \pm 0,39 |
| > 40 | | | 0,60 \pm 0,17 | 1,35 \pm 0,39 |

^a Comprend aussi les observations distantes de plus de 30 m dans le cas des SN et SR dont la largeur excède 60 m.

5. DISCUSSION

5.1 Aspects méthodologiques

Les relevés de pistes permettent d'obtenir des informations sur la densité relative de plusieurs espèces animales à faible coût (Byers et Cumberland 1995, N.B. Dep. Nat. Resour. En. 1996), à tout le moins quand les déplacements d'un site à l'autre ne requièrent pas l'utilisation de l'hélicoptère. Sur une période de cinq ans dans la forêt boréale de l'est de l'Ontario, Thompson *et al.* (1989) ont montré que les indices de pistes étaient bien reliés avec l'abondance de la martre, de l'écureuil roux et de l'ermine, mesurée par le nombre de captures de ces espèces.

Le principal inconvénient de la technique des relevés de pistes est sa grande variabilité. Pour un parcours identique, nous avons obtenu un nombre global d'observations qui variait du simple au triple entre relevés. Les relevés les plus productifs furent le relevé 3, au lac Montréal, et le relevé 4, dans l'ensemble des secteurs (tableau 4). Ces deux relevés ont en commun un faible enneigement récent (2 à 4 cm de neige poudreuse) sur fond de neige durcie. Au niveau de structures individuelles, les écarts étaient encore plus importants, atteignant jusqu'à 20 fois dans le cas de l'écureuil roux. Pour éviter les fluctuations de population causées par la mortalité hivernale, Thompson *et al.* (1989) ont recommandé de faire les relevés au début de l'hiver (mi-décembre). Dans le secteur du lac Montréal lors du premier hiver, nous avons au contraire obtenu davantage d'indices en mars qu'en décembre ou en janvier. À l'évidence, les conditions de neige influencent grandement l'activité des animaux. Pour diminuer la variabilité, les auteurs recommandent de faire les relevés peu de temps après une chute de neige, soit après 12 à 96 h (Thompson *et al.* 1989) ou même 12 à 36 h (Byers et Cumberland 1995). Par la suite, les résultats sont ramenés sur une même base temporelle. Nous avons appliqué cette procédure pour calculer notre indice pondéré, ce qui corrige la variabilité liée à la prise de données (étalée sur un à quatre jours) mais non celle liée à l'activité des animaux. Sur trois années, des variations du même ordre que les nôtres ont été rapportées au Nouveau-Brunswick pour l'écureuil, les gallinacés et le lièvre (N.B. Dep. Nat. Resour. En. 1996).

En raison de ces grandes variations temporelles, il serait inapproprié de comparer les résultats de relevés dans des milieux différents qui n'auraient pas été effectués simultanément. C'est pourquoi nous avons utilisé l'hélicoptère pour parcourir en un court laps de temps l'ensemble du dispositif dans les secteurs autres que celui du lac Montréal. Dans notre étude, nous

considérons donc que les comparaisons entre secteurs et types de structures sont valides à l'intérieur d'un même relevé. Mis à part le recours à l'hélicoptère, la réalisation simultanée de relevés de pistes nécessite aussi un grand nombre de personnes. Pour les relevés 4 et 5, nous avons fait appel à quatre équipes (huit personnes). À cause des conditions météorologiques imprévisibles, l'organisation de ce type d'inventaire a été complexe. D'une part, il fallait que tout le personnel ainsi que le transporteur aérien demeurent en disponibilité jusqu'à ce que les conditions favorables se présentent (deux nuits après une chute de neige). D'autre part, comme le travail s'étalait en général sur deux jours, une nouvelle précipitation ou des vents forts en cours d'exécution risquaient d'obliger à recommencer l'ensemble du relevé.

L'identification de certains indices a pu poser un problème. Des pistes de gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*) ont possiblement été confondues avec des pistes de tétras. Dans les secteurs 5 et G, les peuplements mixtes propices à la gélinotte sont plus nombreux et nous y avons effectivement aperçu quelques gélinottes lors des inventaires de tétras en mai 1999. La majorité des structures ont cependant une composition résineuse dominée par l'épinette noire, ce qui en fait des milieux peu attirants pour la gélinotte. Par ailleurs, à cause du chevauchement de leur taille (Murie 1974), certaines pistes d'hermine et de vison ont pu être confondues, tout comme des pistes de vison et de martre.

5.2 Représentativité régionale du secteur du lac Montréal

Au plan de la configuration spatiale, le secteur du lac Montréal se compare aux aires d'intervention de moyenne dimension (5, B, G). Par contre, les secteurs 2 et 3 dépassent 200 km², de sorte que leurs séparateurs sont davantage isolés de grands massifs forestiers. Au plan de la composition forestière, quatre secteurs, dont celui du lac Montréal, ont des caractéristiques propres à la pessière, alors que le secteur G appartient à la sapinière. Malgré ces quelques différences, les relevés de pistes confirment que le secteur du lac Montréal est représentatif de l'ensemble de l'aire commune 25-03 au plan régional. Les indices de pistes pour l'écureuil roux et le tétras ne différaient pas entre secteurs. Le lièvre pour sa part était plus abondant dans le secteur G, mais fréquentait de façon similaire les autres secteurs. Nous concluons donc que les résultats obtenus pour ces trois espèces au lac Montréal, par des techniques plus laborieuses (capture-marquage-recapture, télémétrie, inventaires de crottin et de brout, stations d'appel) peuvent être extrapolés à l'ensemble de la région étudiée.

5.3 Utilisation hivernale des séparateurs par l'écureuil roux, le lièvre et le tétras

Les relevés de pistes ont confirmé la présence généralisée de l'écureuil roux dans tous les types de structures en hiver. Ce résultat va dans le même sens que celui obtenu par marquage-capture-recapture au lac Montréal en été (Mathieu *et al.* 2000).

Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, le lièvre était au haut de son cycle en 1999 (figure 8). Dans ce contexte, l'espèce est susceptible d'utiliser davantage d'habitats marginaux, de sorte que nos résultats doivent être interprétés avec une certaine prudence. En bas de cycle, la sélection d'habitat pourrait mieux représenter les exigences strictes de l'espèce. Toutefois, la plupart des séparateurs étaient constitués de forêts mûres d'épinette noire, un milieu pauvre pour le lièvre à tout moment du cycle. Lors de nos relevés, le lièvre était présent dans environ un séparateur sur trois. Souvent, une seule piste était observée dans le centre du séparateur (indice pondéré ≤ 1 piste / 60 m * 2 nuits). Sur les 40 SN et SR, seulement deux ont été l'objet, à un moment ou l'autre, d'une fréquentation que l'on peut qualifier de modérée à élevée pour l'indice pondéré de pistes (indice pondéré $> 2,0$ pistes) et quatre pour l'indice global (indice global $> 5,0$) (annexe 1). Le lièvre avait tendance à être plus assidu dans les BR mais n'y était pas plus abondant. Dans les TE cependant (sites témoins situés en forêt intacte, en périphérie des assiettes de coupe), l'indice pondéré de pistes était cinq fois plus élevé que dans les séparateurs. À partir d'inventaires de crottin, d'inventaires de brout et de suivi télémétrique, Cusson *et al.* (2000) ont suggéré que les SN et SR représentaient des habitats marginaux pour le lièvre. Les résultats de nos relevés de pistes montrent la même situation en hiver.

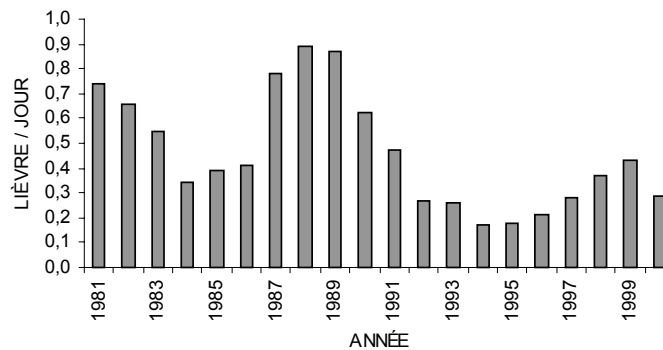


Figure 8. Succès de chasse pour le lièvre dans les zecs de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean de 1979 à 2000 (Source: FAPAQ, Région 02, données non publ.).

La présence du tétras était faible mais régulière dans les SN et SR. Contrairement à la gélinotte huppée, le tétras se déplace peu au sol car il s'alimente dans la cime des arbres (Allan 1985). Les relevés de pistes sont donc une technique mal adaptée pour vérifier la présence de cet oiseau. Malgré tout, nos résultats confirment ceux obtenus au lac Montréal, particulièrement lors de la télémétrie hivernale, à l'effet que le tétras fréquente tous les types de structures de forêt résiduelle (Potvin *et al.* 2001a).

5.4 Présence hivernale d'autres espèces dans les séparateurs

Des pistes d'ermine et de martre ont été aperçues régulièrement lors des relevés. L'hermine est un prédateur généraliste des petits mammifères dont les besoins en habitat sont peu connus (Thompson 1988). En milieu boréal, elle serait souvent abondante dans les forêts résineuses et les écotones (Ray 2000). D'après nos relevés, l'hermine fréquenterait davantage les SN et SR que les TE. La présence de la martre dans des séparateurs situés dans de grandes aires d'intervention est étonnante. Ce type de mosaïque, où il reste beaucoup moins que 50 % de forêt intacte, ne convient pas à la martre (Potvin *et al.* 2000). De façon typique, les pistes de martre observées montraient un déplacement linéaire dans l'axe longitudinal du séparateur. Il s'agissait souvent d'une seule piste que recoupaient plusieurs virées. Ce type de comportement ne peut être assimilé à une activité de chasse intense mais correspond plutôt à un déplacement rapide où le prédateur peut, à l'occasion, surprendre une proie. Il n'y avait aucun lien entre l'indice de pistes de martre et la proximité d'un grand massif de forêt (> 25, 100 ou 500 ha), ce qui indique une fréquentation occasionnelle de séparateurs quelle que soit la distance du bord de l'aire d'intervention. Il faudrait une étude plus intensive (télémétrie) pour vérifier si les séparateurs constituent seulement des extensions du domaine vital d'animaux vivant dans la forêt périphérique, à l'extérieur de l'aire d'intervention, ou si ce sont au contraire des zones d'utilisation intensive.

Peu de pistes de vison (28 au total) ont été aperçues, toutes associées à des SR, de même que trois pistes de loutre. Pour ces deux espèces semi-aquatiques, la technique des relevés de pistes est peu appropriée. Nos données confirment simplement leur présence occasionnelle. Le renard, pour sa part, fréquente normalement les milieux perturbés, comme les coupes (Thompson 1988). Seulement 13 pistes de renard ont été notées lors des relevés. La rareté de ce prédateur généraliste dans les séparateurs de coupe peut sembler un résultat

positif, car elle signifie moins de risques de prédation pour le lièvre et le tétras. Nous croyons qu'il faut au contraire s'en inquiéter car cette situation tend à confirmer que des proies comme le lièvre ou les petits mammifères n'étaient pas en nombre suffisant dans ce type de milieu pour supporter les populations de prédateurs.

L'absence complète de pistes de lynx du Canada nous laisse également perplexes. Le lynx est un spécialiste du lièvre dont l'habitat est lié en bonne partie à celui de sa proie (Thompson 1988). Tout comme ce dernier, il préfère les forêts d'environ 20 ans (Thompson *et al.* 1989), mais il pourrait avoir besoin à la fois d'un mélange de jeune forêt et de forêt mûre (Thompson 1988). Lorsque le lièvre est en bas de cycle, le lynx tend à se concentrer dans des pochettes où sa proie reste localement abondante (Ray 2000) car il chasse à l'affut et non en se déplaçant constamment comme la martre. Dans de grandes aires d'intervention, nous avons trouvé très peu d'endroits où la densité du lièvre pouvait être considérée comme abondante, même en période de haut de cycle. C'est vraisemblablement ce qui explique l'absence du lynx des structures de forêt résiduelle dans des aires d'intervention récentes.

5.5 Influence des caractéristiques des séparateurs sur la fréquentation

De façon globale, les caractéristiques des séparateurs (type, configuration spatiale, composition végétale) influençaient peu la présence ou l'abondance de l'écureuil roux, de la belette, de la martre et du tétras. En Nouvelle-Écosse, Cameron (1997) a fait des relevés de pistes dans des SN et SR de 40 à 60 m de largeur. Il n'a pas trouvé de différence d'utilisation entre les deux types, que ce soit pour l'écureuil, la belette ou le lièvre.

La largeur de certains de nos séparateurs excédait 100 m, alors que celle des deux BR au lac Montréal était de 200 m. Le lièvre avait tendance à fréquenter plus assidûment les BR que les SN et SR dans ce secteur ($P = 0,064$ pour l'indice de présence). Dans l'ensemble des secteurs, le lièvre était trois à quatre fois plus abondant dans les SN que dans les SR. Cependant, il faut tenir compte du fait que les SN étaient en moyenne plus larges que les SR, plusieurs dépassant 100 m. D'après le modèle de régression linéaire, la largeur du séparateur est la variable qui expliquait le mieux la fréquentation du lièvre (indice global) lors des relevés 4 et 5. À l'intérieur même du séparateur, l'intensité d'utilisation variait selon la proximité de la bordure, étant plus faible près de la coupe et de plus en plus élevée à mesure qu'on approchait

du centre de la structure. Cette relation confirme d'une autre façon que la largeur du séparateur est un facteur primordial. Nous suggérons donc que l'abondance plus grande du lièvre dans les SN s'explique surtout par leur plus grande largeur par rapport aux SR. Pour le lièvre, les séparateurs de coupe seraient des milieux à risque, probablement à cause de la prédation. Lors du suivi télémétrique au lac Montréal, le taux de survie estival des lièvres associés aux séparateurs tendait à être plus faible que celui des lièvres associés aux BR (Cusson *et al.* 2000). L'adjacence d'un massif forestier de bonne taille (> 25 ha) favorisait aussi la présence du lièvre. Ceci indique que les structures résiduelles de grande dimension offriraient au lièvre un meilleur habitat que des séparateurs étroits, mais que ces derniers seraient davantage fréquentés s'ils étaient reliés à un plus grand massif.

En terme de composition végétale, les deux caractéristiques propices au lièvre sont le couvert vertical arbustif et la surface terrière en sapin. L'obstruction latérale, une variable classique pour évaluer l'habitat du lièvre (Litvaitis *et al.* 1985), n'a pas été retenue dans notre analyse. Cette variable variait moins d'une structure à l'autre (coefficient de variation = 22 %) que le couvert arbustif vertical (84 %), ce qui explique probablement l'absence de relation avec la présence du lièvre. L'obstruction latérale et le couvert vertical arbustif sont corrélés entre eux ($r = 0,33$ pour la classe 0-200 cm, $P = 0,020$; $r = 0,37$ pour la classe 100-200 cm, $P = 0,009$). Dans ce type de milieu, le couvert vertical arbustif semble mieux traduire la capacité d'une structure de forêt résiduelle à offrir une protection efficace contre les prédateurs potentiels. Pour sa part, la surface terrière en sapin est une variable liée au couvert vertical arbustif, car les pessières à sapin possédaient généralement un sous-bois plus dense.

Au plan de l'aménagement, nous suggérons qu'il faut augmenter la densité du lièvre dans de grandes aires d'intervention, compte tenu de l'importance de cette proie pour plusieurs prédateurs aériens et terrestres. À cette fin, nous recommandons de laisser des séparateurs d'au moins 100 m en forêt boréale. De préférence, ceux-ci devraient être localisés dans des portions de forêt qui possèdent un bon couvert arbustif, lequel est souvent associé à la présence du sapin.

6. REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord Serge Gravel, technicien de la faune au bureau régional de la FAPAQ à Jonquière, qui fut présent lors de tous les relevés et qui nous a habilement guidés dans le secteur du lac Montréal. Merci à l'ensemble des personnes qui ont participé aux relevés, soit les techniciens de la FAPAQ et du MRN et les étudiants gradués de l'UQAR. Claude Paquet, technicien au MRN, a également réalisé les analyses géomatiques dans le secteur du lac Montréal. Nous sommes reconnaissants envers le personnel du Centre de Plein Air du lac à Jim, pour son hospitalité. Les pilotes d'hélicoptère des compagnies Héli-Inter et Les Hélicoptères canadiens ont fourni un service très professionnel. Enfin, la Société forestière Donohue (actuellement Abitibi-Consolidated) nous a aimablement transmis la mise à jour des coupes récentes dans l'aire commune 25-03.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- ALLAN, T.A. 1985. Seasonal changes in habitat use by Maine spruce grouse. *Can. J. Zool.* 63:2738-2742.
- BERTRAND, N. et C. PAQUET. 1998. Projet des séparateurs de coupes. Méthodes de relevé et base de données de végétation. Unité de gestion St-Félicien, aire commune 25-03 (Cie Donohue), secteur lac Montréal. Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Rapport. 10 p.
- BERTRAND, N., et F. POTVIN. 2001. Utilisation par la faune de la forêt résiduelle après coupe: synthèse d'une étude de trois ans au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Québec, Ministère des Ressources naturelles, Rapport en préparation.
- BYERS, T. C., et R. E. CUMBERLAND. 1995. A summary of the furbearer track transect pilot project 1993-1995: a proposal for future fieldwork. New Brunswick, Dep. Nat. Resour. En., Fish Wildl. Br., Furbearer Rep. 11. 14 p.
- CAMERON, R. 1997. Utilisation de couloirs boisés par la faune, dans les zones de coupe à blanc en hiver. *Serv. can. for.*, Centre for. Atlantique, Rapport R&D 16F. 25 p.
- CÔTÉ, M., J. FERRON, M.H. ST-LAURENT et A. CARON. 2000. Utilisation de différents types de forêt résiduelle après coupe en forêt boréale par trois espèces de sciuridés. Université du Québec à Rimouski, Rapport. 58 p.
- CUSSON, M., M. H. ST-LAURENT, J. FERRON et A. CARON. 2000. Utilisation à court terme de trois types de forêts résiduelles par le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) en forêt boréale. Université du Québec à Rimouski, Rapport. 79 p.
- DARVEAU, M., M. BOULET, C. VALLIÈRES, L. BÉLANGER et J. C. RUEL. 2000. Utilisation par les oiseaux de paysages forestiers résultant de différents scénarios de récolte ligneuse pour la pessière noire. Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Rapport. 33p.
- ESRI. 1987. ARC/INFO user's manual. Environ. Syst. Res. Inst., Redlands, Calif.
- LITVAITIS, J. A., J. A. SHERBURNE et J. A. BISSONETTE. 1985. Influence of understory characteristics on snowshoe hare habitat use and density. *J. Wildl. Manage.* 49:866-873.
- MURIE, O. J. 1974. A field guide to animal tracks. 2è éd. Houghton Mifflin Company, Boston.

- N.B. DEP. NAT. RESOUR. EN. 1996. The annual furbearer track transect project 1995-1996. New Brunswick Dep. Nat. Resour. & En., Fish Wildl. Br., Furbearer Rep. 18. 7 p.
- NUDDS, T. D. 1977. Quantifying the vegetation structure of wildlife cover. *Wildl. Soc. Bull.* 5:113-117.
- POTVIN, F., L. BÉLANGER et K. LOWELL. 2000. Marten habitat selection in a clearcut landscape. *Conserv. Biol.* 14:844-857.
- POTVIN, F., R. COURTOIS et C. DUSSAULT. 2001a. Fréquentation hivernale de grandes aires de coupe récentes par l'orignal en forêt boréale. Société de la faune et des parcs du Québec, Rapport en préparation.
- POTVIN, F., R. COURTOIS, C. GIRARD, et J. B. STROBEL. 2001b. Fréquentation par le tétras du Canada de la forêt résiduelle dans de grandes aires de coupe. Société de la faune et des parcs du Québec, Rapport en préparation.
- QUÉBEC. 1996. Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public [F-4.1, r.1.001.1]. Éditeur officiel du Québec. 35 p.
- RAY, J. C. 2000. Mesocarnivores of northeastern North America: status and conservation issues. *Wildl. Conserv. Soc., Working Paper* 15. 84 p.
- ROBITAILLE, A. et J. P. SAUCIER. 1998. Paysages régionaux du Québec méridional. Les publications du Québec. 213 p.
- THIBAUT, M. 1985. Les régions écologiques du Québec méridional (deuxième approximation). Québec, Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche, Carte 1:1 250 000.
- THOMPSON, I. D. 1988. Habitat needs of furbearers in relation to logging in boreal Ontario. *For. Chron.* 64:251-261.
- THOMPSON, I. D., I. J. DAVIDSON, S. O'DONNELL et F. BRAZEAU. 1989. Use of track transects to measure the relative occurrence of some boreal mammals in uncut forest and regeneration stands. *Can. J. Zool.* 67:1816-1823.

ANNEXES

1. Valeurs pondérées (nombre d'observations / 60 m x 2 nuits) par structure et par relevé pour les principaux indices fauniques
2. Résultats de l'analyse en composantes principales pour les indices de configuration spatiale dans les séparateurs non riverains ($n = 27$) et riverains ($n = 21$) de six aires d'intervention
3. Résultats de l'analyse en composantes principales pour les variables de végétation dans les séparateurs non riverains ($n = 27$) et riverains ($n = 21$) de six aires d'intervention

Annexe 1

Valeurs pondérées (nombre d'observations / 60 m x 2 nuits) par structure
et par relevé pour les principaux indices fauniques

| Secteur | # | N virées | Longueur (m) | E1 | | | | | L1 | | | | | L123 | | | | | B1 | | | | | M1 | | | | | T1 | | | | | | | | | | |
|---------|----|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | |
| M | 11 | 7 | 440 | 1,09 | 0,73 | 3,14 | 0,82 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 1,64 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,59 | 0,68 | 0,00 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,23 | 0,00 |
| | 12 | 5 | 300 | 1,40 | 0,80 | 3,00 | 1,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | 13 | 9 | 598 | 2,21 | 0,20 | 4,01 | 1,54 | 1,40 | 0,10 | 0,00 | 0,60 | 0,13 | 0,20 | 0,10 | 0,00 | 0,80 | 0,13 | 0,20 | 0,00 | 0,30 | 0,10 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | | |
| | 14 | 7 | 494 | 4,74 | 0,97 | 4,01 | 2,55 | 0,00 | 0,00 | 0,73 | 1,70 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,34 | 1,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,49 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | | |
| | 15 | 5 | 309 | 3,11 | 1,04 | 4,85 | 1,94 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,52 | 0,00 | 0,97 | 0,00 | 2,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| | 21 | 11 | 641 | 1,05 | 0,62 | 3,09 | 0,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,59 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 22 | 11 | 584 | 1,85 | 0,41 | 2,47 | 1,23 | 1,37 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,00 | 0,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,00 | | | |
| | 23 | 10 | 720 | 1,17 | 0,17 | 2,83 | 0,75 | 0,33 | 0,75 | 1,17 | 0,17 | 0,67 | 0,00 | 2,42 | 2,42 | 0,17 | 1,50 | 0,00 | 0,17 | 0,08 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | 0,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 24 | 10 | 849 | 1,34 | 0,39 | 2,97 | 1,91 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | | | |
| | 25 | 14 | 1185 | 0,41 | 0,38 | 2,63 | 3,09 | 0,59 | 0,98 | 0,68 | 0,10 | 0,61 | 0,00 | 6,31 | 4,18 | 0,10 | 0,66 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,76 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,10 | | | |
| | 31 | 9 | 1720 | 1,60 | 0,40 | 2,86 | 2,48 | 0,22 | 0,14 | 0,14 | 0,84 | 0,87 | 0,11 | 0,14 | 0,80 | 1,50 | 1,53 | 0,26 | 0,07 | 0,05 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | 0,49 | 0,02 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,31 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 32 | 9 | 1913 | 1,10 | 0,26 | 1,79 | 2,89 | 0,15 | 0,60 | 0,73 | 1,73 | 0,56 | 0,06 | 1,69 | 2,71 | 3,83 | 0,63 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,49 | 0,03 | 0,00 | 1,04 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 41 | 1 | 500 | | | | | 0,24 | | | | | 2,28 | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 42 | 1 | 500 | | | | | 0,48 | | | | | 1,92 | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 46 | 1 | 500 | | | | | 0,36 | | | | | 0,12 | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 47 | 1 | 500 | | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,12 | | | |
| | 48 | 1 | 500 | | | | | 0,24 | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| 2 | 11 | 8 | 710 | | | | 2,37 | 0,18 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,18 | | | 0,34 | 0,00 | | | | | | | 0,08 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 13 | 8 | 555 | | | | 0,86 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,00 | 0,07 | 0,00 | | | | |
| | 15 | 8 | 878 | | | | 0,27 | 0,00 | | | | 1,09 | 1,63 | | | | 2,19 | 2,69 | | | | 0,00 | 0,10 | | | 0,82 | 0,05 | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 21 | 8 | 555 | | | | 2,05 | 0,28 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,32 | 0,85 | | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,22 | 0,00 | | | | |
| | 22 | 8 | 596 | | | | 0,81 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,91 | 0,22 | | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 25 | 8 | 626 | | | | 2,20 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 41 | 1 | 500 | | | | | 0,00 | | | | 0,56 | | | | | | 0,88 | | | | | 0,08 | | | | | | | | | | 0,40 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 42 | 1 | 500 | | | | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | 0,40 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| 3 | 12 | 8 | 802 | | | | 0,67 | 0,05 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 1,03 | | | 0,60 | 0,00 | | | | | | | 0,67 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 13 | 8 | 687 | | | | 0,61 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,05 | 0,00 | | 1,22 | 0,00 | | | | | | | 1,00 | 0,00 | 0,00 | | | | |
| | 15 | 8 | 839 | | | | 0,36 | 0,00 | | | | 0,72 | 0,05 | | | | 0,86 | 0,05 | | | | 0,00 | 0,05 | | | 0,36 | 0,00 | | | | | | | 0,07 | 0,00 | | | | |
| | 21 | 8 | 611 | | | | 2,95 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,08 | | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,00 | 0,08 | 0,00 | | | |
| | 24 | 8 | 533 | | | | 0,56 | 0,18 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | 0,68 | 0,27 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 25 | 8 | 510 | | | | 0,82 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,32 | | | 0,35 | 0,65 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 41 | 1 | 500 | | | | | 0,24 | | | | 0,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0,08 | | | | | | | | | | 0,40 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 42 | 1 | 500 | | | | | 0,16 | | | | 0,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0,24 | | | | | | | | | | 0,08 | | 0,00 | 0,00 | | | |
| 5 | 12 | 8 | 419 | | | | 1,43 | 0,66 | | | | 0,38 | 0,00 | | | | 1,15 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | 0,10 | 0,00 | | | | | | | 0,00 | 0,19 | 0,00 | | | | |
| | 13 | 8 | 486 | | | | 2,80 | 0,51 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,82 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,08 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 16 | 4 | 272 | | | | 4,12 | 0,85 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,17 | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | 0,44 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 22 | 8 | 701 | | | | 1,20 | 0,52 | | | | 0,17 | 0,00 | | | | 0,17 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,76 | | | 0,51 | 0,00 | | | | | | | 0,91 | 0,06 | 0,00 | | | |
| | 23 | 8 | 404 | | | | 5,05 | 0,55 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,10 | 1,39 | | | 0,00 | 0,83 | | | | | | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 25 | 8 | 428 | | | | 4,39 | 0,34 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,60 | | | 0,00 | 0,43 | | | | | | 0,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 41 | 1 | 500 | | | | | 0,16 | | | | 1,28 | | | | | | 1,92 | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | | |
| | 42 | 1 | 500 | | | | | 0,16 | | | | 0,72 | | | | | | 2,24 | | | | | 0,00 | | | | | | | | | | 0,32 | | | 0,00 | 0,00 | | |
| B | 11 | 8 | 857 | | | | 0,28 | 0,00 | | | | 0,08 | 0,89 | | | | 3,33 | 1,86 | | | | 0,22 | 0,00 | | 0,08 | 0,00 | | | | | | | 0,03 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 12 | 8 | 846 | | | | 1,02 | 0,14 | | | | 0,37 | 0,00 | | | | 0,82 | 0,00 | | | | 0,06 | 0,00 | | 0,00 | 0,22 | | | | | | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 14 | 8 | 704 | | | | 0,95 | 0,17 | | | | 0,41 | 0,00 | | | | 0,68 | 0,00 | | | | 0,03 | 0,00 | | 0,00 | 0,52 | | | | | | | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 21 | 8 | 482 | | | | 0,65 | 0,12 | | | | 0,00 | 0,00 | | | | 0,10 | 0,00 | | | | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 22 | 8 | 723 | | | | 1,29 | 0,15 | | | | 0,03 | 0,00 | | | | 0,03 | 0,00 | | | | 0,17 | 0,00 | | | 0,63 | 0,00 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 25 | 8 | 483 | | | | 0,84 | 0,00 | | | | 0,05 | 0,95 | | | | 0,05 | 0,95 | | | | 0,20 | 0,00 | | | 0,15 | 0,00 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 41 | 1 | 500 | | | | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0,00 | | | | | | | | | 0,12 | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | 42 | 1 | 500 | | | | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | | 0,00 | | | | | 0, | | | | | | | | | | | | | | | | |

Annexe 2

Résultats de l'analyse en composantes principales pour les indices de configuration spatiale dans les séparateurs non riverains ($n = 27$) et riverains ($n = 21$) de six aires d'intervention

| Indice | Saturation | |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| | Composante 1 | Composante 2 |
| Largeur moyenne (m) | • | 0,83 |
| Superficie de forêt (ha) | | |
| Cercle de 25 ha | 0,81 | 0,72 |
| Cercle de 100 ha | 0,87 | • |
| Cercle de 500 ha | 0,81 | • |
| Distance d'un massif (m) | | |
| ≥ 25 ha | • | • |
| ≥ 100 ha | -0,82 | • |
| ≥ 500 ha | -0,88 | • |
| Adjacence d'un massif ≥ 25 ha | -0,48 | 0,43 |
| Total | 3,91 | 1,44 |

• < 0,30.

Annexe 3

Résultats de l'analyse en composantes principales pour les variables de végétation dans les séparateurs non riverains ($n = 27$) et riverains ($n = 21$) de six aires d'intervention

| Variable | Saturation | | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| | Composante 1 | Composante 2 | Composante 3 |
| Couvert vertical(%) | | | |
| Arborescent | 0,80 | 0,42 | • |
| Arbustif | -0,36 | 0,60 | • |
| Total | 0,46 | 0,77 | • |
| Surface terrière des arbres (m ² /ha) | | | |
| EPN | 0,85 | • | • |
| PIG | 0,34 | • | 0,47 |
| SAB | -0,41 | 0,64 | • |
| MEL | • | • | • |
| BOP | • | 0,48 | • |
| PET | • | 0,31 | -0,51 |
| Total | 0,95 | • | • |
| Couvert latéral (%) | -0,35 | 0,40 | • |
| Brout (tiges/ha) | • | • | -0,70 |
| Éricacés (%) | • | • | 0,63 |
| Total | 3,05 | 2,26 | 1,59 |

• < 0,30.