L'inventaire forestier multiressource: les variables critiques de l'habitat faunique¹

par Jean Bissonnette², Louis Bélanger², Pierre Larue³, Stéphane Marchand² et Jean Huot⁴

L'inventaire forestier multiressource peut se définir comme un ensemble cohérent de méthodes pour recueillir l'information nécessaire à l'aménagement intégré des forêts. C'est un outil de gestion qui fournit une base commune de données pour évaluer à la fois les stocks ligneux, la qualité des habitats fauniques et les caractéristiques écologiques du milieu. L'objectif de cette étude était de développer un relevé multiressource qui réponde aux besoins d'aménagement intégré de la matière ligneuse et des habitats fauniques des forêts publiques du Québec. Il s'est avéré que la plupart des variables relatives aux habitats fauniques sont déjà recueillies dans le cadre des inventaires écoforestiers québécois. Toutefois, deux variables critiques seraient à ajouter: la strate arbustive basse et les gros chicots. La strate arbustive basse joue un rôle écologique majeur pour la survie de la plupart des herbivores qui n'hivernent pas. Ces espèces sont des gibiers importants ainsi que des espèces-clés, constituant la nourriture de base de nombreux carnivores. La strate arbustive basse fournit le brout feuillu et assure un couvert d'abri et de fuite pour le petit gibier. Les chicots de gros diamètre sont un facteur limitant pour les espèces qui les utilisent pour leur nidification. Par ailleurs, ces deux composantes sont très vulnérables à une intensification de la sylviculture. Dans certaines situations, certaines autres variables pourraient être utiles dont la physionomie de la végétation et l'abondance des débris ligneux.

A multiresource forest inventory can be defined as a coherent group of methods used to collect the information required for integrated forest management. It represents a management tool that can provide a common data base to evaluate simultaneously wood production, wildlife habitat quality and sensitive ecological variables. The objective of this study was to develop a multiresource inventory adapted to the needs of wood and wildlife habitat supply analysis in Québec's public forests. Special attention was given to identifying the additional variables needed in the present forest inventory to adequately evaluate wildlife habitat quality. Most of the critical habitat variables used in Habitat Suitability Indices Models for a large number of species are already integrated in Québec's forest inventory. However, two critical habitat variables should be added: the shrub layer and snags. The former plays a major ecological role for the survival of most not hibernating herbivores such as snowshoe hare and moose. These species are major game species and the staple prey of many furbearers. The low shrub layer provides both browse and escape cover. Large diameter snags are a limiting factor of many species for nesting. Moreover, those two components are vulnerable to an intensification of forestry practices. In certain situations other variables could be added, notably vegetation physiognomy and coarse wood debris.

Introduction

L'un des principaux défis de la foresterie au Canada est d'élaborer des stratégies d'aménagement susceptibles de concilier les besoins économiques de l'industrie forestière et les nouvelles attentes sociales qui touchent la forêt (Conseil canadien des ministres des Forêts, 1992). C'est dans cette optique que trois anciens ministères du gouvernement québécois (le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, le ministère des Forêts et le ministère de l'Environnement) ont entrepris, en 1991, un projet pilote afin de mettre au point une approche intégrée de gestion de diverses ressources de la forêt publique et, ultérieurement, d'établir un cadre de référence dans ce domaine (Québec 1991). Dans la même veine, le ministère des Ressources naturelles (l'ancien ministère des Forêts) se propose d'appliquer une nouvelle stratégie de protection des forêts qui vise, notamment, à instaurer une sylviculture préventive basée sur une connaissance plus approfondie de l'écologie des écosystèmes forestiers, stratégie qui reflète aussi le souci de respecter la diversité écologique (ministère des Ressources naturelles 1994).

Le développement d'un processus d'aménagement intégré requiert la conception de certains outils indispensables à sa mise en oeuvre. Un des outils considérés par le projet expérimental québécois est l'inventaire forestier dit «multiressource». Cette

approche, développée initialement dans les états du sud-est des États-Unis (Labau 1984; Brooks 1990), vise à intégrer l'évaluation des habitats fauniques à l'inventaire forestier traditionnel. Il s'agit d'un système d'inventaire qui peut se définir comme un *ensemble cohérent de méthodes utilisées pour recueillir l'information nécessaire à l'aménagement intégré: dendrométrie, caractérisation des habitats fauniques, potentiel des sols et physionomie de la végétation* (McClure et al. 1979). L'inventaire multiressource répond très bien au besoin de constituer une base commune de données tout en éliminant les problèmes de redondance et d'incohérence (McClure 1979).

Certaines des provinces canadiennes qui ont adopté des programmes d'aménagement intégré se contentent de mettre à profit l'information forestière disponible pour gérer les habitats fauniques. C'est le cas par exemple au Nouveau-Brunswick, où l'on se base sur les strates d'aménagement forestier pour évaluer la disponibilité des habitats de différentes espèces fauniques (Patch 1987; New Brunswick Department of Natural Resources and Energy 1995). Cette approche peut être limitée par le fait que l'inventaire forestier n'intègre pas nécessairement certaines des variables critiques pour l'évaluation des habitats fauniques, pas plus que les paramètres écologiques déterminants des aptitudes et contraintes écologiques du territoire. Elle amène parfois les gestionnaires à généraliser assez grossièrement l'information dont ils disposent afin d'évaluer tant bien que mal la qualité des divers habitats.

Par contre, l'inventaire multiressource peut s'avérer un instrument de gestion efficace, fournissant une base commune de données, qui permet à la fois de tenir compte des apti-

¹Les résultats présentés proviennent de la thèse de Jean Bissonnette (1993).

²Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4.

³Ministère de l'Environnement et de la Faune, 150, boul. René Lévesque Est (Québec) G1R 4Y1.

⁴Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4.

tudes et contraintes écologiques du milieu, de déterminer la valeur des habitats fauniques et, enfin, d'évaluer l'impact des différents types d'aménagement sur ces habitats. De pas sa nature intégrée, l'inventaire multiressource assure l'intégrité ainsi que la compatabilité des données, permet d'éviter les dédoublements et minimise les coûts associés à la réalisation d'inventaires écologiques, forestiers et de l'habitat faunique effectués séparément. Il permet à tous les intéressés d'obtenir non seulement une description plus complète de l'écosystème forestier et des différentes ressources mais aussi de faciliter l'établissement d'objectifs communs de planification.

Au Québec, les responsables du projet de gestion intégrée des ressources ont décidé d'évaluer la faisabilité de mettre sur pied un inventaire forestier multiressource. Le but était d'améliorer la capacité des gestionnaires à évaluer la qualité des habitats et de faciliter consécutivement l'harmonisation des pratiques forestières avec la conservation des habitats fauniques.

Cette étude se veut une contribution au développement d'une méthode d'inventaire multiressource adaptée au contexte de l'aménagement des forêts québécoises. Deux objectifs étaient visés: (1) l'identification des variables d'habitat faunique à ajouter prioritairement à l'inventaire écoforestier, (2) et la mise au point d'une méthode de relevé de ces données sur le terrain de façon à les intégrer efficacement à l'inventaire forestier traditionnel. Cette méthode a été développée en deux étapes. Un premier guide normatif (LaRue *et al.* 1992) a été élaboré suite à deux projets pilotes, l'un à la Forêt Montmorency (Bissonnette 1993), l'autre dans la réserve faunique de Mastigouche et la réserve faunique des Laurentides. Suite à d'autres essais et à l'avancement du projet de la gestion intégrée des ressources, de nouvelles recommandations sont maintenant présentées.

Methodologie

L'identification des variables d'habitat faunique importantes a été réalisée par l'examen de modèles d'évaluation de la qualité de l'habitat disponibles. L'agence USDI Fish and Wildlife Service a mis au point une méthode d'évaluation des habitats pour prédire et analyser les impacts des projets sur la ressource faunique (USFWS 1981). La procédure d'évaluation des habitats est basée sur des indices de qualité des habitats (*Habitat Suitability Index*) variant de 0 à 1: le 0 indique qu'un milieu est inadéquat pour une espèce donnée alors que le 1 correspond au milieu optimal qu'une espèce peut trouver dans un territoire. Ces modèles d'évaluation de l'indice de qualité des habitats (IQH) sont déterminés et validés par des équipes d'experts qui s'appuient sur une revue de la documentation scientifique, l'opinion de certains spécialistes et des études complémentaires. Les modèles développés pour chaque espèce s'appuient sur une série de variables-clés. Ces dernières sont intégrées et pondérées à l'aide d'une équation grâce à laquelle un indice global de qualité de l'habitat est calculé. Deux groupes de modèles d'indices de qualité de habitat ont été utilisés dans ce travail. Un premier groupe a été élaboré par le ministère de l'Environnement et de la Faune pour certaines espèces vedettes québécoises. Le second groupe est composé de modèles développés par le USDI Fish and Wildlife Service.

Élaboration du relevé multiressource: première approximation

Une première proposition d'inventaire multiressource a été élaborée dans le cadre du projet pilote à la Forêt Montmorency,

Tableau 1. Espèces retenues pour identifier les variables d'habitat critiques de la sapinière boréale humide

Types d'espèces	Espèces
Espèces représentatives de la réserve faunique des Laurentides	
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>
Bruant fauve	<i>Passerella iliaca</i>
Campagnol à dos roux de Gapper	<i>Clethrionomys gapperi</i>
Castor	<i>Castor canadensis</i>
Gélinotte huppée ¹	<i>Bonasa umbellus</i>
Lièvre d'Amérique ¹	<i>Lepus americanus</i>
Martre d'Amérique ¹	<i>Martes americana</i>
Orignal ¹	<i>Alces alces</i>
Ours noir	<i>Ursus americanus</i>
Paruline à poitrine baie ¹	<i>Dendroica castanea</i>
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>
Sittelle à poitrine rousse ¹	<i>Sitta canadensis</i>
Tétràs du Canada	<i>Dendragapus canadensis</i>
Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>
Autres espèces de la sapinière boréale	
Écureuil roux	<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>
Lynx du Canada	<i>Lynx canadensis</i>
Pékan	<i>Martes pennanti</i>
Porc-épic d'Amérique	<i>Erethizon dorsatum</i>
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>
Souris sylvestre	<i>Peromyscus maniculatus</i>
Vison d'Amérique	<i>Mustela vison</i>
Buse à queue rousse	<i>Buteo jamaicensis</i>
Épervier brun	<i>Accipiter striatus</i>
Garrot à oeil d'or	<i>Bucephala clangula</i>
Geai du Canada	<i>Perisoreus canadensis</i>
Grand duc d'Amérique	<i>Bubo virginianus</i>
Grimpereau brun	<i>Certhia americana</i>
Grive à dos olive	<i>Catharus ustulatus</i>
Mésange à tête brune	<i>Parus hudsonicus</i>
Moucherolle tchébec	<i>Empidonax minimus</i>
Paruline à joues grises	<i>Vermivora ruficapilla</i>
Paruline rayée	<i>Dendroica striata</i>
Paruline tigrée	<i>Dendroica tigrina</i>
Paruline verte à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>
Pic à dos noir	<i>Picoides arcticus</i>
Roitelet à couronne rubis	<i>Regulus calendula</i>
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>

¹Espèces représentatives utilisées dans le cadre de l'expérimentation de la gestion intégrée dans la réserve faunique des Laurentides.

située dans le domaine écologique de la sapinière à bouleau blanc. Les variables des habitats fauniques critiques ont été établies à la suite d'une revue de la littérature traitant des 14 espèces jugées représentatives des divers types de peuplements de la sapinière boréale (tableaux 1 et 2). Les espèces retenues aux fins de cette étude l'ont été à partir de quatre critères: la disponibilité des modèles d'indices de qualité des habitats, leur abondance, leur importance économique et le fait d'être considérées comme représentatives de la réserve faunique des Laurentides par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (Lafleur et LaRue 1992). Pour valider les variables d'habitat critiques identifiées, le même exercice a été repris, en ajoutant 23 autres espèces de la sapinière boréale humide.

Les variables retenues ont été comparées à celles prises en compte dans le relevé écoforestier du Québec (Ministère de l'Énergie et des Ressources 1984; Ministère des Forêts 1992) pour déterminer les caractéristiques des habitats fauniques qui ne figurent pas dans ce type d'inventaire et qui devraient être incorporées dans l'inventaire forestier multiressource.

Diverses méthodes de mesure des variables manquantes ont ensuite été expérimentées afin de déterminer la façon la plus adéquate de recueillir les informations nécessaires pour évaluer

Tableau 2. Écosystèmes et les espèces représentatives associées pour le territoire pilote de la réserve faunique des Laurentides

Stade de développement/ Type de milieu	Type de couvert	
	Feuille	Résineux
Régénération	Ours noir	Ours noir Bruant à gorge blanche
Gaulis-perchis	Gélinotte huppée Paruline flamboyante	Bruant fauve
Mature-surannée	Viréo de Philadelphie	Martre d'Amérique Paruline à poitrine baie Sittelle à poitrine rousse Tétras du Canada
Combinaison de couverts et/ou de stade de développement	Orignal Lièvre d'Amérique	Orignal Lièvre d'Amérique
Milieu riverain	Castor Garrot à oeil d'or	Castor Garrot à oeil d'or

les habitats fauniques et mesurer l'effort additionnel à fournir pour ce faire. Cette étude, qui portait sur 190 placettes, a été effectuée pendant deux saisons d'inventaire (1990–1991). Sur la base de ces essais, une première proposition de guide normatif a été élaborée (LaRue *et al.* 1992).

Élaboration du relevé multiressource: deuxième approximation

Le premier guide normatif a ensuite été utilisé lors de travaux d'inventaire plus importants dans les réserves fauniques de Mastigouche et des Laurentides, ainsi qu'à la Forêt Montmorency. Ces essais ainsi que l'avancement du projet de gestion intégrée des ressources nous ont amenés à faire de nouvelles recommandations quant aux variables à ajouter à l'inventaire écoforestier.

Résultats et discussion

1. Variables d'habitat critiques

L'importance des variables d'habitat a été déterminée dans un premier temps à partir de leur récurrence dans les différents modèles d'indices de qualité des habitats étudiés (tableau 3). Les variables les plus fréquentes sont celles liées à la dendrométrie. Le type de couvert et le stade de développement occupent respectivement le premier et le troisième rangs, en termes de récurrence, dans les divers modèles. Les variables relatives à la physionomie de la végétation viennent en deuxième position, le recouvrement de la strate arborescente étant la donnée de ce groupe qui revient le plus souvent comme descripteur d'habitat. Pour leur part, les données relatives aux débris ligneux et au brout occupent respectivement les dixième et onzième rangs.

On constate que l'importance relative des variables critiques des 14 espèces retenues pour la réserve faunique des Laurentides et celle des 37 espèces associées à la sapinière boréale humide sont presque identiques. Dans une autre étude commandée par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche pour déterminer les variables critiques des habitats de 136 espèces de vertébrés, seuls quelques nouveaux descripteurs des habitats ont été identifiés (Gauthier et Guillemin 1991) et la récurrence des principales variables est la même.

2. Variables manquantes: Première approximation

Les variables critiques des habitats fauniques ont été comparées aux variables mesurées aux fins de l'inventaire écoforestier

québécois pour déterminer les éléments manquants ou à modifier dans ce dernier. Cinq variables jugées initialement importantes du point de vue des habitats fauniques ne sont pas considérées dans l'inventaire «écoforestier» (Ministère des Forêts 1992): le brout, les chicots (arbres morts), les débris ligneux, la physionomie de la végétation et l'obstruction visuelle latérale (tableau 4). La première norme de prises de données pour le relevé d'habitat n'avait toutefois retenu que les trois premières variables (LaRue *et al.* 1992).

a) Brout

L'inventaire du brout permet d'estimer la quantité de tiges ligneuses par essence ayant des ramilles disponibles pour l'alimentation de certains herbivores. Cette variable, notamment le brout feuillu, est critique pour la qualité de l'habitat de deux des espèces vedettes de cette région: l'orignal (*Alces alces*) (Crête 1989) et le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) (Guay 1994). Quatre méthodes peuvent être utilisées pour évaluer l'abondance du brout: l'évaluation du recouvrement, le dénombrement des tiges, le dénombrement des ramilles et la mesure de la biomasse (Potvin 1978). Dans certains cas, il est possible de faire des liens entre le type de peuplement et la disponibilité du brout. Toutefois, les connaissances en la matière ne sont pas du tout systématiques et ont rarement tenu compte des traitements sylvicoles.

Il semble que le dénombrement des tiges soit un compromis acceptable entre la précision de la donnée et l'effort requis. Aux fins de la présente étude, le brout est défini comme «le nombre de tiges par essence ayant des ramilles entre 0,5 m et 3 m au-dessus du sol disponibles pour différentes espèces fauniques» (Allen 1987). Nous suggérons de mesurer le brout en dénombrant les tiges correspondant à cette définition dans 5 à 10 microplacettes de 4 m², en ligne le long d'un transect sur la virée d'inventaire. La dimension de la microplacette suggérée est celle utilisée généralement au Québec lors des inventaires de régénération.

b) Les chicots (arbres morts)

Les chicots sont des arbres debout morts ou partiellement vivants ayant de la carie. Un «arbre mort» se définit comme «une tige de plus de 9 cm au DHP et d'une hauteur minimale de 1,3 mètre, qui ne présente aucun signe de vie» (LaRue *et al.* 1992). Un quart des espèces forestières du nord-est américain

Tableau 3. Nature des variables requises pour évaluer la qualité des habitats fauniques des 14 espèces représentatives retenues par le MLCP pour la réserve faunique des Laurentides¹ et de 35 espèces de la sapinière boréale

Types de variables	Variables à inventorier	Récurrence dans les modèles étudiés	
		14 espèces	35 espèces
Dendrométrie	Type de couvert	8	20
	Groupement d'essences	3	5
	Stade de développement d'âge	3	14
	Dénombrement des tiges vivantes	2	13
	Dénombrement des tiges mortes	1	3
Pédologie	Drainage	1	9
Physionomie de la végétation	Recouvrement de la strate arborescente	8	23
	• résineuse	1	4
	• feuillue	1	1
	Recouvrement de la strate arbustive	2	11
	Recouvrement de la strate herbacée	1	6
	Composition de la végétation	3	5
Variables d'habitat spécifiques	Brout		
	• densité	2	3
	• composition	2	4
	• recouvrement		2
	Recouvrement des débris ligneux	1	4
	Pourcentage du milieu humide dominé par la végétation aquatique persistante	1	1
	Nombre de tanières / ha	1	1
	Recouvrement des plantes aquatiques	2	2
	Obstruction visuelle	2	2
	Cavités adéquates		3

¹ Les variables géographiques et climatiques ne sont pas considérées dans ce tableau.

utilisent les chicots comme sites d'alimentation et de reproduction (DeGraaf et Shigo 1985). Une désignation courante anglaise pour les chicots, «wildlife trees», reflète l'importance de cette variable pour certaines espèces fauniques. Ils sont recherchés par des espèces telles que les pics (Evans et Conner 1979). Le nombre de gros chicots serait un facteur limitant pour des espèces telles que le garrot à oeil d'or (*Bucephala clangula*), le canard branchu (*Aix sponsa*) et le grand pic (*Pryocopus pileatus*) (Lafleur et Blanchette 1993). Comme règle générale, la valeur d'une chicot pour la faune augmente avec son diamètre (DeGraaf et Shigo 1985).

L'inventaire des arbres morts peut se faire en même temps que le dénombrement des tiges effectué dans le cadre du relevé dendrométrique. Nous proposons que le diamètre des tiges mortes soit mesuré en classes de deux centimètres (comme celui des arbres vivants) et que l'on note le type d'essence (feuillue ou résineuse) de chaque tige ainsi dénombrée. Idéalement, on devrait également noter les feuillus partiellement morts ayant des cavités en ajoutant une classe de qualité de tige aux quatre classes actuellement retenues (ministère des Forêts 1992).

c) Débris ligneux

On entend par «débris ligneux» les arbres, portions d'arbres, troncs, branches ou débris de coupe qui jonchent le sol en tout en partie. Ces débris forment des abris recherchés par plusieurs mammifères tels que le campagnol à dos roux (*Clethrionomys gapperi*) et constituent des sites favorables à l'alimentation de certaines espèces d'oiseaux et un habitat pour de nombreux invertébrés (Harmon *et al.* 1986; LaRue *et al.* 1992). Cette variable semblait particulièrement importante pour la martre d'Amérique (*Martes americana*), l'une des espèces représentatives retenues par le projet GIR (LaRue 1993). Toutefois, selon certains travaux, dont ceux d'Alvarez (1996), il semble que la martre puisse utiliser d'autres structures en plus des débris ligneux

pour ses accès sous-niveaux, en particulier les branches basses des gaulis de résineux.

Trois techniques ont été expérimentées: l'évaluation oculaire du recouvrement au sol dans une placette de 400 m², l'évaluation oculaire du recouvrement au sol dans six microplacettes de 4 m² et l'évaluation de l'intersection des débris ligneux le long de trois transects de 22,56 m de longueur. Cette dernière méthode est inspirée à la fois de la technique d'évaluation du combustible forestier de Van Wagner (1968) et de celle du transect de Hays *et al.* (1981). Elle s'est révélée une des opérations d'inventaire les plus longues. Cette méthode exige un effort très important si l'on considère la précision requise pour décrire les habitats fauniques. L'évaluation oculaire du recouvrement des débris ligneux au sol sur une superficie de l'ordre de 100 m² est beaucoup plus rapide et semble suffisamment précise pour les besoins d'évaluation de la qualité de l'habitat.

d) Physionomie de la végétation

La stratification physionomique se définit comme étant la disposition des éléments d'une communauté végétale en couches superposées (Payette et Gauthier 1972; Métro 1975). Le recouvrement des strates est habituellement évalué selon la projection verticale des cimes au sol (Robert et Saucier 1988). Comme le pourcentage de recouvrement est évalué visuellement, cette technique est fort peu coûteuse et relativement rapide (Hays *et al.* 1981).

Les variables relatives à la physionomie de la végétation sont couramment utilisées pour déterminer les indices de qualité des habitats (McClure *et al.* 1979). Les caractéristiques de la structure verticale de la végétation et le volume de feuillage sont notamment des variables critiques pour l'ensemble de la faune ailée (MacArthur 1964; Willson 1974; Moss 1978). Elles s'intégreraient facilement à l'inventaire multiresource, car elles sont aisément évaluables et vérifiables (Ohmann 1984).

Tableau 4. Variables relatives aux habitats fauniques à ajouter à l'inventaire écoforestier québécois

Variables à mesurer		Méthode de saisie des données
Priorité 1	Priorité 2	
Strate arbustive basse		
Brout feuillu		Dénombrement des tiges feuillues portant des ramilles entre 0,5 et 3 m au-dessus du sol dans 5 à 10 microplacettes de 4 m ²
Couvert résineux		Dénombrement des tiges résineuses de 0,5 m de haut à 1 cm de DHP dans 5 à 10 microplacettes de 4 m ²
Gros chicots		
	Petits chicots	Dénombrement des tiges mortes de plus de 10 cm en classe feuillue et résineuse sur une parcelle de 400 m ²
	Débris ligneux	Évaluation visuelle par classes de 10% dans 5 à 10 microplacettes de 4 m ²
	Physionomie de la végétation	
	Strate arborescent (4 m et +)	Évaluation visuelle par classes de 10%
	Strate arbustive (0 m à 0,49 m; 0,5 m à 3 m; 3,1 m à 4 m)	Évaluation visuelle par classes de 10%
	Strate herbacée	Évaluation visuelle par classes de 10%
	Strate muscinale et lichénique	Évaluation visuelle par classes de 10%

Certains ont suggéré qu'à Québec cette variable pourrait être obtenue à partir des descriptions phytosociologiques des classifications de types forestiers. Ceci reste à démontrer, surtout en ce qui a trait aux effets de l'ouverture du couvert sur les strates basses.

e) Obstruction visuelle latérale

La qualité de l'habitat hivernal du lièvre d'Amérique est fonction de la qualité du couvert de protection et de la nourriture disponible (Guay 1994). Il semblerait que la meilleure façon d'évaluer le couvert serait de mesurer l'obstruction visuelle des peuplements (Anonyme 1985). Comme le lièvre est à la fois une espèce vedette recherchée lors de la chasse au petit gibier, une espèce-clé formant la base alimentaire de nombreux prédateurs ainsi qu'une espèce représentative des stades forestiers jeunes, il peut être intéressant de mesurer cette variable. Par contre, il semblerait qu'il soit aussi possible d'établir une certaine relation entre le nombre de gaulis résineux ayant du feuillage à moins de 3 m et la qualité du couvert (Guay 1995).

f) Temps supplémentaire requis avec le premier guide normatif

Le relevé multiresource demande évidemment plus de temps que l'inventaire écoforestier, puisqu'il porte sur un plus grand nombre de variables. L'ancien inventaire forestier, qui ne tenait compte que des paramètres dendrométriques, escomptait la mesure de sept à huit placettes-échantillons par virée inventoriée en une journée (ministère de l'Énergie et des Ressources 1984). Le relevé écoforestier actuel exige plus d'efforts, une équipe d'inventaire pouvant faire le relevé cinq à six placettes par jour. Si l'on ajoute les paramètres liés aux habitats fauniques comme proposés dans le premier guide normatif, on doit se contenter de mesurer quatre à cinq placettes par jour. Le ministère de l'Environnement et de la Faune a estimé sommairement que le temps supplémentaire requis pour dresser les relevés d'habitat était de 20 à 30 minutes dans le cas des forêts feuillues, et de 20 à 40 minutes dans celui des forêts résineuses. C'est de 20 à 30% de la durée d'un relevé multiresource. Lors du projet pilote d'inventaire multiresource à la Forêt Montmorency

comprenant 190 placettes, le temps additionnel requis pour mesurer les nouvelles variables d'habitat et écologiques a représenté effectivement de 20 à 40% du temps total requis pour effectuer un relevé (Bissonnette 1993).

3. Variables manquantes: deuxième approximation

Les coûts supplémentaires d'un relevé multiresource présentés dans une première évaluation se sont avérés assez importants, soit de l'ordre de 7 millions \$ (10\$/km²) (Québec 1996). Le ministère de l'Environnement et de la Faune a jugé qu'il n'avait pas les ressources nécessaires pour faire inclure ce volet dans le programme d'inventaire écoforestier de la province, sauf dans le cas de projets spécifiques. Une nouvelle analyse a donc été effectuée afin de réduire les efforts additionnels et le temps nécessaire à l'inclusion des variables manquantes jugées critiques et essentielles au relevé multiresource. Ces nouvelles recommandations sont basées sur deux critères:

- les variables additionnelles doivent être essentielles pour évaluer la qualité d'habitat d'espèces vedettes ou clés;
- les variables additionnelles doivent représenter des composantes végétales vulnérables à une intensification de la sylviculture.

Sur ces bases, nous recommandons d'ajouter à l'inventaire écoforestier du Québec deux variables (tableau 4): (1) la strate arbustive basse feuillue et résineuse (2) et les gros chicots.

a) La strate arbustive basse

La strate arbustive basse joue un rôle déterminant dans les écosystèmes boréaux et tempérés. C'est la strate qui fournit le brout feuillu nécessaire à des espèces-clés de ces régions telles le lièvre d'Amérique, le cerf de Virginie et l'orignal qui sont en plus des gibiers recherchés. Ces espèces sont à la base des chaînes trophiques dont dépendent plusieurs carnivores forestiers tels que le loup et le lynx d'Amérique (*Lynx lynx*), notamment en hiver. C'est aussi une strate végétale critique pour assurer un couvert d'abri et de fuite pour le petit gibier dont le lièvre et la gélinotte huppée (*Bonasa umbellus*).

Par ailleurs, cette strate est fortement modifiée par les travaux de soins à la régénération tels que l'éclaircie

précommerciale et les nettoyements mécaniques ou chimiques. Ces interventions sylvicoles font l'objet d'appréhensions quant à leur impact sur la faune.

Nous recommandons donc d'ajouter au relevé écoforestier le dénombrement des tiges feuillues et résineuses plus grandes que 50 cm et de moins de 1 cm au DHP dans des grappes de 5 à 10 microplacettes de 4 m², en ligne le long d'un transect. Le brout serait ainsi estimé en termes du nombre de tiges feuillues et l'obstruction visuelle latérale par le nombre de tiges résineuses. La même grappe de microplacettes pourrait servir au relevé de la régénération résineuse préétablie. Le nombre de microplacettes suggéré est celui généralement retenu au Québec pour les inventaires de régénération. Lors des essais effectués par Bissonnette (1993), l'inventaire du brout et du couvert arbus-tif résineux dans cinq microplacettes circulaires de 4 m² distribuées le long de la ligne de virée prenait en moyenne 6,8 minutes (écart type = 1,9 min., minimum = 4,1 min., maximum = 12,2 min.).

b) Les gros chicots

Suivant des études réalisées à la fois dans des forêts tempérées et boréales (DeGraaf et Shigo 1985), les chicots les plus limitants pour la nidification sont ceux de gros diamètres. Ce sont également eux qui sont les plus menacés à terme par une sylviculture intensive. Nous recommandons ainsi qu'au moins les chicots d'un DHP de 24 cm et plus soient dénombrés lors du relevé forestier. Ce diamètre est basé sur les dimensions opti-mums des arbres utilisés par les pics pour leur nidification (Evans et Conner 1979). On utilise généralement les besoins des pics pour fixer des objectifs de gestion des chicots étant donné que ce sont eux les excavateurs primaires qui forment les cavités dont dépendent la majorité des utilisateurs secondaires de chicots (DeGraaf et Shigo 1985). Les arbres de valeur faunique comprendraient les gros chicots ainsi que les feuillus parti-ellement morts.

Conclusion

L'inventaire multiressource s'avère un outil de gestion important, car il fournit une base commune de données qui permet à la fois de mieux évaluer les stocks ligneux, de tenir compte des aptitudes et des contraintes du milieu et d'évaluer l'impact des différents types d'aménagement sur les habitats fauniques. Une telle banque commune de données comporte deux avan-tages intrinsèques: elle assure l'intégrité et la compatibilité des données tout en permettant d'éviter les doublages, d'une part, et elle minimise les coûts qu'entraîneraient des inventaires écologiques, forestiers et d'habitat faunique effectués séparé-ment, d'autre part.

Remerciements

Ce projet a été réalisé grâce à l'appui financier de la Fondation de la faune du Québec et du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Jean Bissonnette a également béné-ficié d'une bourse de la compagnie Abitibi-Price. Nous tenons particulièrement à remercier M. François Potvin, du MEF, pour son support. Nous sommes également reconnaissants envers Serge Lemay et Patrick Beauchesne qui nous ont assistés sur le terrain, ainsi qu'envers ceux qui ont commenté les divers-es version de ce texte, soit Jean Bégin, Pierre Blanchette, Jean-Yves Perron et deux lecteurs anonymes.

Bibliographie

- Allen, A.W. 1987. Habitat suitability index models: Moose, Lake Superior Region. USDI Fish Wildl. Serv., Washington, DC. Biological Report 82 (10.155). 45 p.
- Alvarez, E. 1996. La forêt mosaïque: une alternative pour le main-tien de la martre dans la sapinière boréale? Mémoire de maîtrise, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, 38 p.
- Anonyme. 1985. Habitat suitability index models: snowshoe hare. USDI Fish and Wildlife Service, Biological Report 82/10.127, Washington. 23 p.
- Bissonnette, J. 1993. Proposition d'une méthode d'inventaire foresti-er multiressource pour un aménagement intégré faune/forêt. Mémoire de maîtrise, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec. 121 p.
- Brooks, R.T. 1990. Wildlife habitat evaluation tools: the U.S. Forest Service's forest inventory and analysis. Dans Actes du XIX^e Congrès de l'IUFRO, no 2, Montréal (Québec). pp. 163-172.
- Conseil canadien des ministres des Forêts. 1992. Durabilité des forêts: un engagement canadien, Stratégie nationale sur les forêts. 1992. 51 p.
- Crête, M. 1989. Approximation of K carrying capacity for moose in eastern Quebec. Can. J. Zool. 67: 373-380.
- DeGraaf, R.M. et A.L. Shigo. 1985. Managing cavity trees for wildlife in the Northeast. General Technical Report NE-101. U.S. Department of Agriculture. Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 21 p.
- Evans, K.E. et R.N. Conner. 1979. Snag management. Dans R.M. DeGraaf et K.E. Evans (eds.). Management of north central and northeastern forests for non-game birds, pp. 214-225. Gen. Tech. Report NC-51. U.S. Department of Agriculture Forest Service. North Central Experiment Station. 268 p.
- Gauthier et Guillemette Consultants inc. 1991. Habitats des vertébrés associés à l'écosystème forestier du Québec. Rapport soumis au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la ressource faunique, Québec. 348 p.
- Guay, S. 1994. Modèle d'indice de qualité d'habitat pour le Lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) au Québec. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et ministère de l'Environnement et de la Faune, Gestion intégrée des ressources, docu-ment technique 93/6. 59 p.
- Guay, S. 1995. Proposition d'une méthode pour évaluer la qualité du couvert hivernal pour le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*). Rapport pour le ministère des Ressources naturelles, Québec. 15 p.
- Harmon, M.E., J.F. Franklin, J.F. Swanson, P. Sollins, S.V. Gregory, J.D. Lattin, N.H. Anderson, S.P. Cline, N.G. Augmen, J.R. Sedell, G.W. Lienkaemper, K. Cromack et K.W. Cummins. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in Ecological Research. Vol. 15. USDA Forest Service.
- Hays, R.L., C.S. Summers et W. Seitz. 1981. Estimating wildlife habitat variables. USDI Fish Wildl. Serv. Washington, DC, FWS/OBS-81/47. 111 p.
- Labau, V.J. 1984. A review of non-timber data collection and infor-mation reported by the Forest Inventory and Analysis projects in the U.S. Dans Schlatterer, E. and H.G. Lund, eds., Proc. of the Inventory Integration Workshop. USDA For. Serv., Washington, DC. pp. 59-63.
- Laflleur, P.-É. et P. LaRue. 1992. La sélection d'espèces fauniques représentatives des réserves Mastigouche et des Laurentides: cadre d'analyse et proposition d'une liste d'espèces-cibles. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 13 p.
- Laflleur, P.-É. et P. Blanchette. 1993. Développement d'un indice de qualité de l'habitat pour le grand pic au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Gestion intégrée des ressources, document technique 93/3, 36 p.
- LaRue, P., J. Bissonnette et S. Marchard. 1992. Guide normatif pour la prise de données visant à caractériser les habitats fauniques. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 18 p.
- LaRue, P. 1993. Développement d'un indice de qualité de l'habitat pour la martre d'Amérique (*Martes americana* Turton) au Québec.

Document technique 92/7, Gestion intégrée des ressources, Direction générale de la ressource faunique, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 34 p.

MacArthur, R.H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *Am. Nat.* 903: 387–397.

McClure, J.P. 1979. Multiresource inventories — A new concept for forest surveys in the Southeast. *Dans* W.E. Frayer (ed.) *Forest Resources Inventories*. 1. Dep. For. and Wood Sci., Colorado State Univ., Fort Collins. pp. 23–28.

McClure, J.P., N.D. Cost and H.A. Knight. 1979. Multiresource inventories — A new concept for forest surveys. USDA For. Serv., Asheville, North Cal., Research Paper SE-191. 68 p.

Métro, A. 1975. Terminologie forestière: sciences forestières, technologie, pratiques et produits forestiers. Collection de terminologie forestière multilingue, no 2. Paris, Conseil international de la langue française. 432 p.

Ministère de l'Énergie et des Ressources. 1984. Normes d'inventaire forestier. Québec. 177 p.

Ministère des Ressources naturelles. 1994. Une stratégie: Aménager pour mieux protéger les forêts, Direction des programmes forestiers, Québec. 151 p.

Ministère des Forêts. 1992. Placettes-échantillons temporaires — Normes d'inventaire forestier (édition provisoire). Service des inventaires forestiers, Québec. 104 p.

Moss, D. 1978. Diversity of woodland songbird populations. *J. Anim. Ecol.* 47: 521–527.

New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. 1995. Management of forest habitat in New Brunswick. Forest Habitat Program, Fish and Wildlife Branch, 40 p.

Ohmann, J.L. 1984. Meeting Wildlife Habitat Information Needs in the Pacific Coast States — A Forest Inventory Analysis Approach. *Dans* *Proceedings of the Forest Land Inventory Workshop*. Denver (Colorado). pp. 116–125.

Patch, J. 1987. Habitat supply analysis and forest management. *Trans. N. Amer. Wildl. and Nat. Resour. Conf.* 52: 53–59.

Payette, S. et B. Gauthier. 1972. Les structures de végétation: interprétation géographique et écologique, classification et application. *Naturaliste can.* 99: 1–26.

Potvin, F. 1978. L'inventaire du brouet: revue des méthodes et description de deux techniques. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, Québec. Rapport spécial no 9. 88 p.

Québec. 1991. La gestion intégrée des ressources: résumé du projet de développement. Ministère des Forêts, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, ministère de l'Environnement, Québec. 20 p.

Québec. 1996. Rapport d'étape de l'expérimentation de la gestion intégrée des ressources sur la réserve faunique de Mastigouche. Projet de développement de la gestion intégrée des ressources. Québec.

Robert, D. et J.-P. Saucier. 1988. Cadre écologique forestier I — Normes de prise de données et de vérification. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de l'inventaire forestier, Québec. 180 p.

U.S. Fish and Wildlife Services. 1981. Standards for the development of habitat suitability index models. ESM 103. Div. of Ecol. Serv., U.S. Fish and Wildl. Serv. Washington, DC.

Van Wagner, C.E. 1968. The line intersect method in forest fuel sampling. *Forest Science* 14: 20–26.

Willson, M.F. 1974. Avian Community organization and habitat structure. *Ecology* 55: 1017–1029.