



# **Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue**

*Classification cartographique des habitats fauniques de l'orignal (Alces alces) et développement d'un indice de qualité d'habitat (IQH) spatialement explicite basé sur les caractéristiques structurales des peuplements forestiers de l'Outaouais.*

**Rapport produit et rédigé par :**

**Frédéric Doyon, Ing.f., Ph. D.  
Daniel Bouffard, M. Sc.  
Nicolas Bergeron, Bio., tech.**

**Présenté à**

**Association des pourvoyeurs du Baskatong**

**et**

**Société de la faune et des parcs du Québec**

**Mars 2003**

## **Remerciements**

Ce projet de classification des habitats fauniques de l'orignal pour le territoire outaouais avec priorisation de l'aire commune 73-02 a été réalisé grâce au financement en provenance du Programme Faune-Forêt de la Société de la faune et des parcs du Québec et de l'Association des pourvoyeurs du Baskatong. Les auteurs tiennent à remercier en premier lieu Jean Provost de la Direction de l'aménagement de la faune de l'Outaouais et Hubert Gauvreau de l'Association des pourvoyeurs du Baskatong pour leur précieuse collaboration. Nous tenons également à témoigner notre reconnaissance envers Régis Pouliot pour son support technique prodigué tout au long du projet.

## Résumé

**Frédéric Doyon<sup>1</sup>, Daniel Bouffard<sup>1</sup>, Nicolas Bergeron<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>IQAFF, 58 rue Principale, Ripon, Québec, J0V 1V0

<sup>2</sup>Consultant

Au Québec, le développement d'outils permettant l'intégration du potentiel d'habitats fauniques à la planification des opérations forestières en est encore à ses débuts. En fait, la connaissance des caractéristiques structurales associées aux différents types de couvert forestier demeure très fragmentaire. Avec les développements récents de l'information écologique géoréférencée, il devient plus facile d'intégrer l'information de nature faunique à la planification de l'exploitation de la matière ligneuse. Le présent projet vise à classer et cartographier les habitats fauniques de l'original élaborés à partir des caractéristiques structurales des peuplements forestiers de l'Outaouais. La qualité de l'habitat pour l'original a été estimée à partir d'un modèle prédictif d'indices de qualité d'habitats (IQH). Nous avons opté pour un modèle sans compensation tenant compte de la distance entre les types d'habitats les plus significatifs pour l'original soient l'alimentation terrestre (QAT), le couvert de protection hivernal (QCP) et le couvert de fuite (QCF). Le modèle élaboré quantifie la valeur relative de l'habitat pour chaque pixel (100 m x 100 m) composant le territoire outaouais en faisant appel aux informations en provenance de différents inventaires régionaux multiressources (Doyon *et al.*, 2002) et des cartes écoforestières du MRN (1 : 20 000). Le modèle d'IQH développé dans cette étude sera utile à l'Association des pourvoyeurs du Baskatong à deux niveaux : d'abord, pour le ciblage des secteurs nécessitant des aménagements fauniques; et en second lieu, pour l'élaboration de prescriptions sylvicoles découlant des problématiques liées à l'agencement spatial entre les différents types d'habitats. En ce qui concerne la région de l'Outaouais, les problématiques liées au couvert de protection, à l'alimentation terrestre et aux relations entre les types habitats incorporés au modèle représentent respectivement 25,7%, 18,3% et 12,7% du territoire à l'étude. Le modèle présenté dans ce rapport a une limitation qui provient de l'indice de qualité d'alimentation terrestre où, à ce jour, aucune validation de la corrélation entre l'obstruction latérale en essences feuillues et la quantité de brouit disponible n'a encore été réalisée. La réalisation d'une telle démarche permettrait d'augmenter de beaucoup la sensibilité du modèle.

Référence à citer

---

**DOYON, F., BOUFFARD, D. et N. BERGERON.** 2003. Classification cartographique des habitats fauniques de l'orignal (Alces alces) et développement d'un IQH spatialement explicite basé sur les caractéristiques structurales des peuplements forestiers de l'Outaouais. Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue (IQAFF), Ripon, Québec, 33 p.

---

## Table des matières

<b>Remerciements .....</b>	<b>I</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>V</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>VI</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Localisation de la zone d'étude .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Généralités .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Statut de la population.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Modèle d'IQH.....</b>	<b>11</b>
4.1. Alimentation terrestre (QAT) .....	12
4.2. Couvert de protection (QCP) .....	16
4.3 Couvert de fuite (QCF) .....	20
4.4. Ajustement des indices en fonction de l'arrangement spatial .....	23
4.5. Carte de l'IQH.....	25
<b>5. Recommandations .....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>30</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Qualité du couvert d'alimentation terrestre selon le pourcentage moyen pondéré d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue basse (OBFB) (0-1 m) .....	14
<b>Tableau 2.</b> Qualité du couvert d'alimentation terrestre selon le pourcentage moyen pondéré d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue haute (OBFH) (1-2 m) .....	14
<b>Tableau 3.</b> Qualité du couvert de protection selon la densité du peuplement (DENS).....	17

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Localisation de la zone d'étude.....	3
<b>Figure 2.</b> Carte de l'indice d'alimentation terrestre (QAT) de l'original pour le territoire de l'Outaouais. ....	15
<b>Figure 3.</b> Répartition de la superficie en km <sup>2</sup> du territoire outaouais par classe indiciaire de QAT (qualité de l'alimentation terrestre).....	16
<b>Figure 4.</b> Carte de l'indice du couvert de protection hivernal (QCP) de l'original pour le territoire de l'Outaouais. ....	19
<b>Figure 5.</b> Répartition de la superficie en km <sup>2</sup> du territoire outaouais par classe indiciaire de QCP (couvert de protection hivernal).....	20
<b>Figure 6.</b> Carte de l'indice du couvert de fuite (QCF) de l'original pour le territoire de l'Outaouais. ....	22
<b>Figure 7.</b> Carte de l'indice de qualité d'habitat (IQH) de l'original pour le territoire de l'Outaouais.....	26
<b>Figure 8.</b> Carte des problématiques relatives aux indices de qualité d'habitats de l'original en Outaouais. ....	28
<b>Figure 9.</b> Répartition de la superficie en km <sup>2</sup> du territoire outaouais par types de problématique.....	29

## Introduction

Dans le cadre du nouveau PGAF (2005-2010), la Société faune et parcs du Québec et l'Association des pourvoyeurs du Baskatong ont mandaté l'Institut Québécois d'Aménagement de la Forêt Feuillue (IQAFF) pour élaborer un modèle d'indice de qualité d'habitat (IQH) de l'orignal pour l'aire commune 72-03. Le bien fondé d'une telle demande s'appuie sur deux points majeurs : en premier lieu, une mise à jour des connaissances concernant les habitudes de vie et les exigences en matière d'habitat de l'orignal (Samson *et al.*, 2002); et dans un deuxième temps, la possibilité d'avoir accès à de l'information permettant une meilleure caractérisation de la structure des peuplements forestiers de l'Outaouais (Doyon *et al.*, 2001).

Avec les développements récents de l'information écologique géoréférencée, il devient plus facile d'intégrer l'information de nature faunique à la planification de l'exploitation de la matière ligneuse. Cependant, au Québec, le développement d'outils permettant l'intégration du potentiel d'habitats fauniques à la planification en est encore à ses balbutiements. La connaissance des caractéristiques structurales associées aux différents types de couvert forestier demeure fragmentaire, en Outaouais comme dans les autres régions du Québec. Les modèles actuels d'indices de qualité d'habitats (IQH) de l'orignal ne donnent qu'une évaluation grossière du potentiel des différents milieux parce qu'ils s'appuient la plupart du temps uniquement sur les inventaires forestiers décennaux. Or ceux-ci ne fournissent aucune indication sur plusieurs caractéristiques structurales internes importantes pour l'orignal telles que la végétation de sous-bois et le couvert de fuite. Par ailleurs, le manque de connaissances des habitats et du dynamisme de leurs éléments structurants nuit à l'intégration des activités forestières aux activités de prélèvements fauniques.

De plus, les modèles d'IQH développés pour l'orignal jusqu'à maintenant intègrent rarement les dimensions d'arrangement spatial des habitats. Or, il est reconnu pour cette espèce que la qualité d'un territoire dépendra de la possibilité

d'assembler suffisamment d'habitats répondant à ses besoins vitaux dans une superficie minimisant l'effort énergétique. Ainsi, l'arrangement complémentaire entre les habitats associés aux activités vitales de l'espèce (abri, alimentation, reproduction, mise bas, etc) sera essentiel puisqu'il contribue à la valeur même d'un territoire en terme de qualité.

Ce projet de recherche vise donc à développer un modèle d'IQH pour l'orignal plus sensible, basé d'abord sur les composantes structurales internes des peuplements essentielles à cette espèce tout en mettant l'emphase sur leurs modes d'utilisation et leurs arrangements spatiaux. L'obtention d'un tel modèle d'IQH est réalisable pour le territoire outaouais grâce à l'existence de plusieurs bases de données multiresources régionales qui proviennent des MRC du Pontiac, de la Vallé-de-la-Gatineau, des Collines et de Papineau ainsi que de la Forêt Expérimentale de Gatineau et de l'aire commune 72-03. Par ailleurs, le développement d'un tel outil permettra d'assurer une gestion écologique du territoire, favorisant ainsi le maintien de la biodiversité dans un contexte d'exploitation de la matière ligneuse.

## 1. Localisation de la zone d'étude

Le secteur à l'étude se concentre en premier lieu sur l'aire commune 73-02 mais considère également la majorité du territoire outaouais à l'exception de la zone située au nord-est du réservoir Cabonga (Figure 1). Selon Litynski (1984), quatre types de climat caractérisent cette vaste étendue: un climat subpolaire intermédiaire avec précipitations modérées, un climat subpolaire subhumide continental, un climat modéré continental et un climat modéré subhumide continental. La température moyenne varie du nord au sud entre 2 et 6 °C. Elle oscille également entre 15 et 20 °C pour les trois mois les plus chauds (ARMVFPO, 2001). Pour les précipitations moyennes annuelles, il existe deux gradients dans le territoire outaouais, le premier étant nord-sud et le second, beaucoup moins prononcé, nord-ouest à sud-est. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées sont habituellement comprises entre 823 et 1 108 mm. Le nombre de degrés-jours de croissance se maintient entre 1 235 et 2 068 °C alors que le nombre de jours de croissance varie entre 174 et 220.



Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

Sur le plan géologique, le territoire outaouais est composé au sud par la grande plate-forme sédimentaire (ère paléozoïque) des Basses-terres du Saint-Laurent (Landry et Mercier, 1994). Plus au nord, l'assise géologique date de l'orogénèse Grenvillienne et est caractérisée par un niveau de métamorphisme élevé ainsi que par une forte teneur en roches magnétiques. Cette zone qu'on appelle Plateau Laurentien est composée principalement de roches ignées dures datant du précambrien telles que des granites et du gneiss (ARMVFPO, 2001). Cette zone comprend également une abondance de roches métamorphiques comme des calcaires, des cristallines, du paragneiss et des quartzites. Les roches les plus abondantes dans la zone d'étude sont les gneiss, suivies respectivement par les roches carbonatées, les roches intermédiaires, les roches acides et les roches mafiques (ARMVFPO, 2001).

La nature des dépôts meubles varie selon les conditions topographiques du territoire. Un paysage plus linéaire domine dans la partie sud du territoire outaouais le long de la rivière des Outaouais, de certaines vallées ainsi que dans le Pontiac suite au passage de la mer de Champlain (ARMVFPO, 2001). Des dépôts de nature marine dominant donc dans ces régions. Plus au nord où les terres rocheuses abondent, les dépôts glaciaires et fluvioglaciers prédominent. Les nappes de tills minces et très minces constituent les principaux dépôts déposés sur le Plateau Laurentien. Quant aux dépôts fluvioglaciers, également abondants dans le secteur d'étude, ils sont surtout concentrés dans les vallées. Par ailleurs, on retrouve les dépôts glacio-lacustres uniquement sur plaine dans la vallée de la rivière Gatineau (ARMVFPO, 2001). Enfin, il existe de nombreux autres types de dépôt (fluviaux, alluvions, etc), mais les superficies concernées sont faibles.

Le relief du territoire d'étude est plutôt plat au sud mais, est dominé par une topographie en bosses et en creux au niveau du Plateau Laurentien. Cette vaste portion du territoire outaouais, fortement retouchée par l'érosion glaciaire, est composée principalement de buttes, de basses collines, de coteaux et de moyennes collines (ARMVFPO, 2001). Les classes de pente AB (0 à 8%) sont les

plus abondantes dans le secteur d'étude mais on retrouve également un niveau élevé de pentes sévères (31 à 40%). Un bon drainage caractérise la plupart des districts écologiques suite à la présence abondante de divers types de till, de terrasses marines sableuses et de dépôts fluvio-glaciaires à texture grossière (ARMVFPO, 2001). Le drainage imparfait à mauvais se retrouve dans les secteurs envahis jadis par la mer de Champlain.

Du sud au nord, l'érablière à caryer, l'érablière à tilleul, l'érablière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau jaune représentent les domaines bioclimaciques qui composent le territoire forestier de l'Outaouais (Robitaille et Saucier, 1998).

## 2. Généralités

Selon Courtois (1993), l'orignal doit combler sur une base annuelle plusieurs besoins afin d'accomplir son cycle vital. Pour satisfaire ses besoins, ce grand ongulé doit fréquenter différents habitats, tous aussi essentiels les uns que les autres, tels que les lieux isolés (mise bas), les peuplements riches en brouts (alimentation hivernale), les peuplements conifériens denses (thermorégulation en fin d'hiver) ainsi que les lacs, les cours d'eau et tout endroit riche en végétation aquatique (thermorégulation estivale, acquisition des sels minéraux essentiels aux fonctions neurophysiologiques, à la lactation et à la croissance des bois).

Courtois (1993) mentionne que cinq périodes importantes composent le cycle vital de l'orignal. À chacune de ces périodes, des habitats spécifiques sont nécessaires. Voici un bref résumé concernant les exigences de cet ongulé adapté de AMVFPL (2001) :

- Mettre bas (mai) : À ce moment de l'année, les femelles préfèrent utiliser les sites isolés (couvert de protection) sur sommet de colline (bonne visibilité) pour diminuer les risques de prédation.
- L'alimentation estivale (juin - août) : En été, l'orignal fréquente les forêts qui offrent une nourriture terrestre de qualité, un accès facile à la nourriture aquatique et à l'eau, ainsi qu'à un couvert résineux frais, dense et bas. De façon générale, seules les essences feuillues sont utilisées comme nourriture en été. Selon Belovsky et Jordan (1981) et Telfer (1984), les orignaux utilisent les milieux humides pour se rafraîchir et acquérir les sels minéraux essentiels, entre autres, à la croissance des poils et des bois, ainsi qu'à la production de lait. À cette période de l'année, la digestibilité des feuilles est élevée (Renecker et Hudson, 1986; Stelfox, 1993) et le bilan nutritionnel de l'orignal est positif (Samson *et al.*, 2002). Il accumule alors les gras, les protéines et les sels minéraux essentiels pour son métabolisme qui pourront lui servir de

réserve lors de la saison froide (Jackson *et al.*, 1991; Courtois, 1993; Schwartz et Renecker, 1998).

- Le rut (septembre - octobre) : La période du rut s'accompagne de plusieurs changements comportementaux tels une augmentation des déplacements et des vocalisations, et une diminution de l'alimentation chez les mâles. Durant cette période, l'augmentation de leurs déplacements accroît la vulnérabilité des orignaux à la chasse.
- Le début de l'hiver (novembre - février) : Au début de l'hiver, l'orignal recherche surtout les peuplements mélangés mûrs et peu denses, les sites ravagés par les insectes, les chablis et les coupes de 5 à 20 ans qui lui procureront un brout important et de bonne qualité, entremêlés d'un couvert adéquat. En début d'hiver, les orignaux préfèrent se nourrir de ramilles d'essences décidues, mais le sapin constitue également une part importante du régime alimentaire lorsque celles-ci deviennent rares. Après la période du rut, les mâles doivent compenser leur perte de poids, cette diminution pouvant atteindre jusqu'à 20% de leur masse corporelle (McNicol, 1990), par une grande consommation de ramilles feuillues dans les lieux perturbés à forte densité de tiges (Lynch, *comm. pers.* 1999; Higgelke, 1994).
- Le confinement de fin d'hiver (mars - mi-avril) : À la fin de l'hiver, les orignaux diminuent considérablement leurs déplacements (Courtois et Crête, 1988; Potvin et Courtois, 1998) et tendent à se confiner un peu plus dans les peuplements denses de résineux qui leur servent d'abri. L'agencement des branches dans de tels peuplements permet de diminuer la quantité de neige au sol, facilitant ainsi les déplacements des orignaux (Peek, 1998).
- La contiguïté des habitats : Un bon habitat pour l'orignal correspond à un site où l'on retrouvera un entremêlement judicieux de nourriture (feuilles et ramilles d'essences décidues) et de couvert de protection (forêts

résineuses et mélangées de densité suffisante) (Courtois, 1993). L'entremêlement de ces milieux différents diminuera les déplacements et ainsi, générera plus de temps pour l'alimentation, le repos et la rumination (OMNR, 1984). Une étude menée dans le parc de la Jacques-Cartier révèle que la proportion des peuplements d'alimentation dans un domaine vital d'un orignal représente respectivement de 60 à 80% de la superficie et alors que le couvert de protection en représente de 20 à 40%. Les endroits où les peuplements d'alimentation sont juxtaposés aux peuplements de couvert attirent davantage les orignaux durant l'hiver (Samson *et al.*, 2002). Selon la littérature scientifique, la distance maximale entre le couvert de protection et les zones de d'alimentation doivent être de moins de 400 m (Higgelke, 1994; Lynch *comm. pers.* 1999).

### 3. Statut de la population

L'orignal, plus grand mammifère ongulé habitant les forêts de la région outaouaise, retrouve un bon entremêlement de nourriture et de couverts dans la sapinière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau à papier (ARMVFPO, 2001). Son domaine vital, plus petit l'hiver que l'été, atteint en moyenne au Québec 15 km<sup>2</sup>.

Ce gibier très apprécié est peu abondant dans la partie sud du territoire avec des populations observées dépassant rarement 0,3 orignal / km<sup>2</sup> (Courtois, 1993). Selon Goudreault et Langevin (1995), il en est de même pour la zone de chasse no 10 (17 173 km<sup>2</sup>), à l'exception de la réserve faunique Papineau-Labelle, où l'on observe une densité moyenne de 0,12 orignal / km<sup>2</sup>. La faible présence observée dans ces secteurs, selon Beauchesne (2000), est imputable au morcellement forestier sévère qui y prévaut. Par ailleurs, les parties ouest et nord de la région outaouaise arborent un paysage forestier beaucoup moins morcelé, offrant ainsi une capacité d'accueil plus intéressante avec des densités observées jusqu'à 2 orignaux / km<sup>2</sup> (Beauchesne, 2000).

En résumé, pour la zone de chasse no 10, la population totale d'hiver est évaluée à 2 006 bêtes, la productivité (faons / 100 femelles) équivaut à 50%, le recrutement (% des faons à l'automne) à 27% et le taux d'exploitation à 19%. Il est à noter que le succès de chasse (%) actuel est estimé à 6% hors-réserve et que l'objectif du plan de gestion de l'orignal 1999-2003 (Lamontagne et Jean, 1999) vise un succès de chasse de 9% pour la saison 2003. Par ailleurs, il est opportun de mentionner que la chasse constitue la plus grande cause de mortalité chez l'orignal (plan de gestion de l'Orignal, 1999-2003).

Il est possible de stabiliser et même d'augmenter la population de cette espèce par une bonne gestion du prélèvement. Tandis que la mise en place de pratiques sylvicoles adéquates favorisera la conservation ou le développement de peuplements résineux ou mélangés à dominance résineuse, à proximité de

couverts d'alimentation de qualité tout en minimisant la fragmentation de l'habitat forestier.

#### 4. Modèle d'IQH

L'élaboration du modèle d'IQH présenté dans cette étude s'inspire principalement de Courtois (1993) et Samson *et al.* (2002), mais s'appuie également sur les travaux de Allen *et al.* (1987) et de Higgelke et MacLoed (2000). Le modèle développé, dit avec compensation, fait appel aux informations recueillies sur les cartes écoforestières (1 : 20 000). Toutefois, il diffère de Courtois (1993) de deux façons : premièrement, par l'intégration d'informations en provenance d'inventaires multiresources tenant compte des caractéristiques structurales des peuplements; dans un deuxième temps, en incorporant les dimensions d'arrangement spatial des habitats. En résumé, le modèle proposé quantifie la valeur relative de l'habitat, en s'appuyant sur les postulats cités ci-haut, pour chaque pixel (100m x 100m) composant le territoire étudié.

Selon différents intervenants, ce sont les habitats hivernaux de qualité qui sont déficients ou spatialement mal agencés sur le territoire de l'Outaouais. Le modèle proposé met donc l'emphase sur la relation «disponibilité de la nourriture - proximité d'un couvert de protection hivernale de qualité». Sachant que c'est la chasse qui est la cause de mortalité la plus importante pour cette espèce, nous avons aussi intégré dans le modèle proposé une fonction de distance entre le couvert de fuite et les zones non régénérées afin de mieux intégrer ce facteur de risque.

Une autre particularité du modèle d'IQH présenté dans cette étude est qu'il exclut le concept de «proximité et importance des plans d'eau». Pour le moment, il ne semble pas exister dans la littérature scientifique de consensus sur ce sujet, à l'exception peut être de la partie sud-ouest de la province de Québec. En effet, Crête et Jordan (1981) ont estimé l'importance relative des plantes aquatiques dans le régime alimentaire estival (13 mai au 13 octobre) de l'orignal à moins de 4% dans ce secteur. Par ailleurs, Allen *et al.* (1987) et Jordan (1987) ont également observé que l'orignal ne consomme pas de plantes aquatiques en certains endroits d'Amérique du nord. Selon Courtois (1993), il est probable qu'un

approvisionnement limité en sels minéraux, les étangs à castors à titre d'exemple, suffit à combler les besoins de cette espèce. Même si certains scientifiques affirment que les orignaux s'immergent dans l'eau pour contrôler leur chaleur corporelle lors des périodes chaudes de l'été (Peek, 1998; Renecker et Schwartz, 1998), il semble que le couvert arborescent abondant et facilement accessible dans le territoire étudié puisse jouer un rôle similaire (Dussault *et al.*, données non publiées; Schwab et Pitt, 1991). En résumé, les innombrables lacs et rivières présents dans le sud-ouest québécois combinés à une couverture forestière mature abondante et bien distribuée militent en faveur de l'exclusion du facteur eau dans le modèle d'IQH proposé.

Selon les informations décrites précédemment, l'indice de qualité d'habitat pour l'orignal dans la région de l'Outaouais s'exprime d'après l'équation suivante :

$$IQH_{\text{domaine vital}} = [MOY_{\text{fenêtre de 12 ha}} (IQH_{\text{local}})]$$

où la valeur de l'IQH du domaine vital correspond à la moyenne de l'IQH local obtenue dans une fenêtre circulaire de 12 km<sup>2</sup> autour du pixel central. Quant à l'IQH local, il est obtenu à partir de cette équation :

$$IQH_{\text{local}} = [QAT * (MAX_{\text{rayon 400 m}}(QCP))] * QCF$$

où les paramètres QAT, QCP et QCF représentent respectivement la qualité de l'alimentation terrestre, la qualité du couvert de protection et la qualité du couvert de fuite. Il est important de noter que la variable QAT est spatialement explicite puisque la valeur obtenue pour chacun des pixels du territoire étudié est pondérée par la valeur maximale du couvert de protection observé dans un rayon de 400 m.

#### 4.1. Alimentation terrestre (QAT)

L'alimentation hivernale pour l'orignal constitue l'aspect le plus déterminant dans la survie de cet animal. À cette période de l'année, il peut consommer quotidiennement entre 3 et 5 kg de brouts (Allen *et al.*, 1987). Une des

bonifications apporter au modèle de Courtois (1993) a consisté à remplacer le paramètre «qualité nutritionnelle (QN)» par celui du «pourcentage d'obstruction latérale en essences feuillues», variable plus représentative de la nourriture disponible.

L'indice de qualité d'alimentation terrestre d'un peuplement prend donc la forme suivante :

$$QAT = [(0,25 * OBFB + 0,75 * OBFH) * IA]^{1/2}$$

où les paramètres OBFO, OBFH et IA représentent respectivement : le pourcentage moyen d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue basse (0-1 m) pondéré par un facteur de 0.25 (Tableau 1); le pourcentage moyen d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue haute (1-2 m) pondéré par un facteur de 0.75 (Tableau 2), et finalement, l'indice d'attraction qui représente le même paramètre que celui suggéré par Courtois (1993). Un poids de 0,75 a été attribué favorablement à la strate de plus de 1 mètre puisqu'elle peut constituer la seule source d'alimentation lors de conditions hivernales rigoureuses. Il est à noter que OBFO et OBFH proviennent des types d'habitats élaborés par Doyon *et al.* (2001) à partir d'inventaires multiressources.

Pour le paramètre OBFB, les classes d'obstruction latérale supérieures à 34,9% correspondent à des valeurs de l'indice comprises entre 0,4 et 1,0. En fait, plus de 72,6% de la superficie du territoire de l'Outaouais affiche une valeur supérieure à 0,4, donc à un niveau intéressant pour l'alimentation estivale (Tableau 1). En ce qui concerne le paramètre OBFH, ce sont les classes d'obstruction latérale supérieures à 39,6% qui correspondent à des valeurs de l'indice comprises entre 0,4 et 1,0. Pour cet indice, plus de 53,9% de la superficie du territoire de l'Outaouais affiche une valeur supérieure à 0,4.

À partir du modèle d'indice de qualité d'alimentation terrestre (QAT) élaboré pour l'orignal dans le cadre de cette étude, le territoire de l'Outaouais a pu être évalué pour la qualité de l'alimentation qu'il peut offrir à cette espèce (Figure 2).

**Tableau 1. Qualité du couvert d'alimentation terrestre selon le pourcentage moyen pondéré d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue basse (OBFB) (0-1 m)**

Classes (%)	Superficies touchées	Indice de qualité
	(km <sup>2</sup> )	(OBFB)
[13.0 – 20.3[	1 778	0.0
[20.3 – 27.6[	2 279	0.1
[27.6 – 34.9[	1 883	0.1
[34.9 – 42.1[	6 460	0.4
[42.1 – 49.4[	6 735	0.5
[49.4 – 56.7[	2 188	0.8
[56.7 et +	381	1.0
<b>Total</b>	<b>21 702</b>	

**Tableau 2. Qualité du couvert d'alimentation terrestre selon le pourcentage moyen pondéré d'obstruction latérale de la strate arbustive feuillue haute (OBFH) (1-2 m)**

Classes (%)	Superficies touchées	Indice de qualité
	(km <sup>2</sup> )	(OBFH)
[13.0 – 21.9[	2 670	0.0
[21.9 – 30.7[	2 788	0.1
[30.7 – 39.6[	4 552	0.1
[39.6 – 48.4[	9 072	0.4
[48.4 – 57.3[	1 913	0.5
[57.3 – 66.1[	657	0.8
[66.1 et +	50	1.0
<b>Total</b>	<b>21 702</b>	

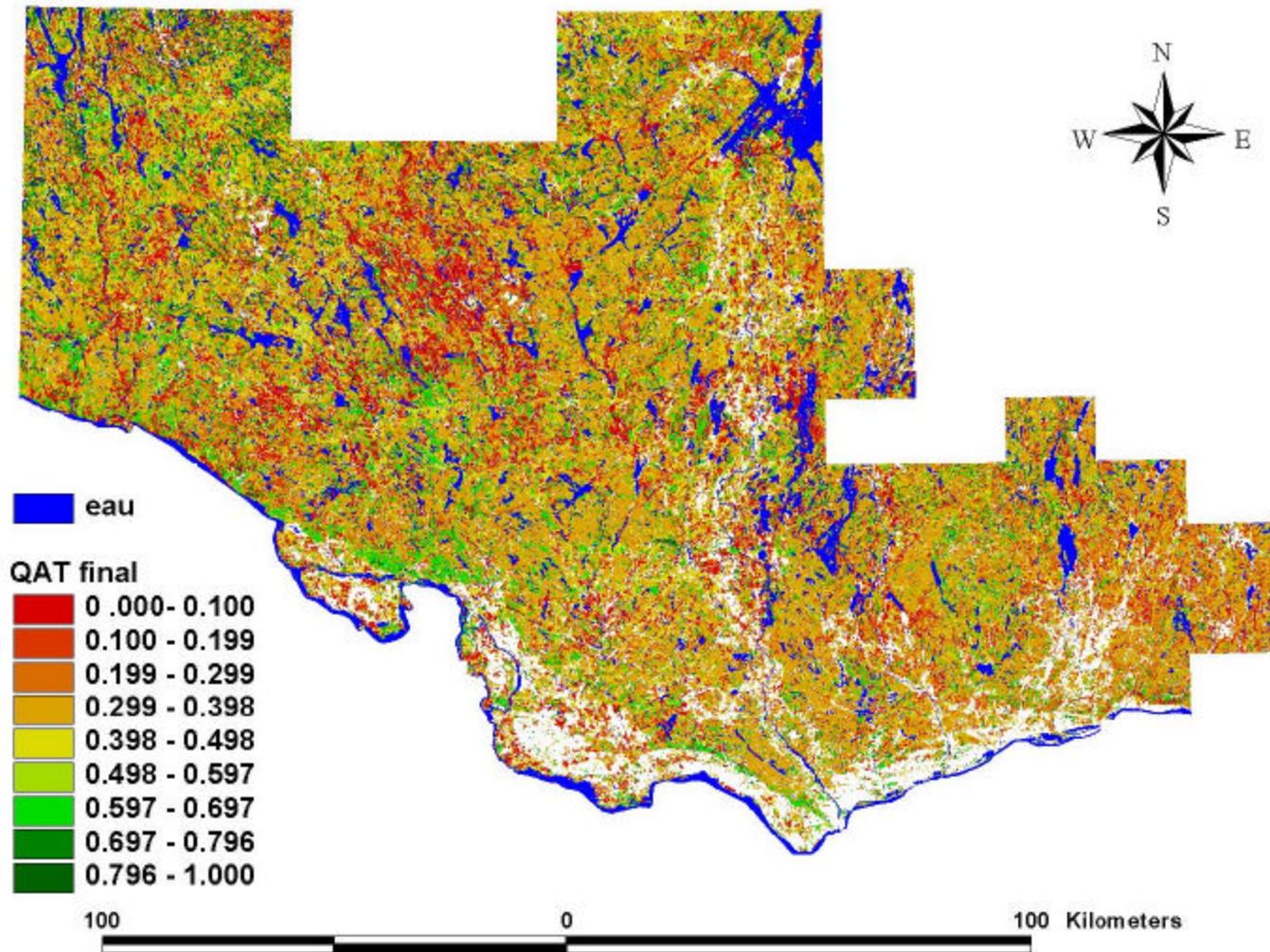
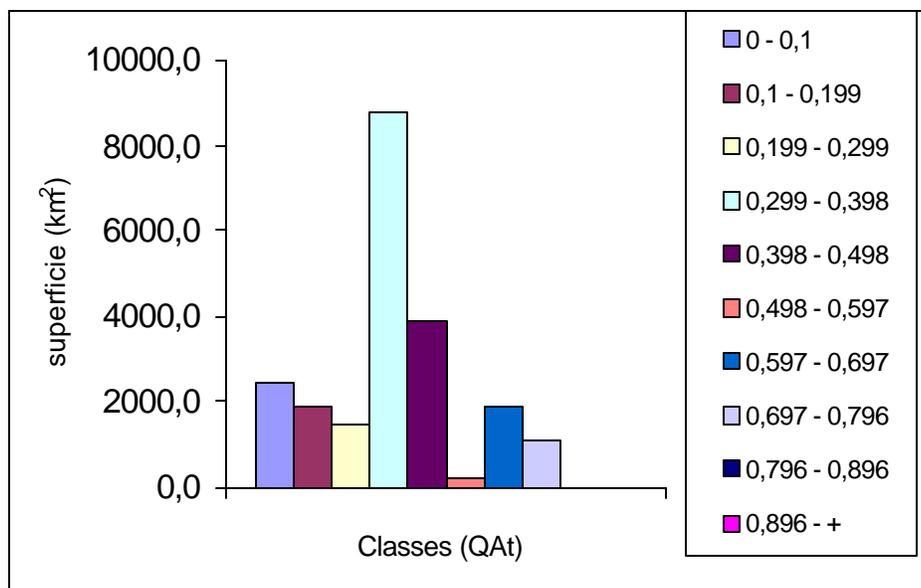


Figure 2. Carte de l'indice d'alimentation terrestre (QAT) de l'original pour le territoire de l'Outaouais.

De plus, l'histogramme de la figure 3 permet de bien visualiser la répartition du territoire Outaouais par classe indicielle de QAT. Il ressort de cet histogramme que plus de 40,6% de la superficie du secteur à l'étude a une valeur de QAT comprise entre 0,299 et 0,398, alors que seulement 14,8% affiche une valeur supérieure ou égale à 0,498. Les zones d'exploitation contrôlées du Pontiac et de Rapides-des Joachims, le centre de la vallée de la rivière Gatineau et la partie nord-ouest de la Petite Nation sont les secteurs où la qualité de l'alimentation terrestre semble la plus problématique dans le territoire outaouais (Figure 2).



**Figure 3. Répartition de la superficie en km<sup>2</sup> du territoire outaouais par classe indicielle de QAT (qualité de l'alimentation terrestre).**

#### 4.2. Couvert de protection (QCP)

Le couvert de protection, habituellement constitué de peuplements résineux fermés, est utilisé par l'original à la fin de l'hiver (courtois, 1993). La qualité d'un site comme habitat de fin d'hiver est maximale pour les cédrières et diminue en passant des prucheraies aux pessières, aux peuplements mélangés, aux pinèdes et enfin aux peuplements feuillus. Tous les peuplements de densité D, peu importe

leur composition, constituent des sites de très mauvaises qualités pour cette période importante du cycle vital annuel de l'orignal. Le modèle présenté dans cette étude considère également qu'une densité de type A offre un couvert de protection de meilleure qualité qu'une densité de type B ou C. Les peuplements résineux composés d'espèces sempervirentes influencent positivement le niveau de neige au sol d'où la mise en place d'un couvert généralement moins épais, phénomène découlant de la rétention par les cimes et de la modification des patrons de distribution. Lorsque le neige au sol dépasse 60 cm, les orignaux se déplacent plus difficilement et se réfugient, dans certains cas, dans des peuplements denses de résineux (Jackson *et al.*, 1991).

L'indice de qualité du couvert de protection d'un peuplement peut donc s'exprimer selon la forme suivante :

$$QCP = DENS * COMP$$

où le produit des paramètres DENS et COMP représente respectivement la densité du couvert forestier et la composition en essence de celui-ci (Tableau 3). Le paramètre COMP est le même que celui dénommé QP dans l'étude de Courtois (1993).

Selon le Tableau 3, l'indice le plus élevé est attribué au couvert de protection ayant une densité A. Une valeur de seulement 0,1 est attribuée à la classe de densité D puisque celle-ci offre peu de protection dans des conditions hivernales difficiles. Des valeurs de 0,8 et 0,6 sont utilisées pour les densités B et C.

**Tableau 3. Qualité du couvert de protection selon la densité du peuplement (DENS)**

Densité	Valeurs de l'indice
A	1,0
B	0,8
C	0,6

À partir du modèle d'indice de qualité du couvert de protection hivernal (QCP) élaboré pour l'original dans le cadre de cette étude, le territoire de l'Outaouais a pu être évalué pour la qualité de l'apport qu'il peut offrir à cette espèce au niveau du contrôle de ses dépenses énergétiques (thermorégulation et déplacements) (Figure 4).

La qualité du couvert de protection hivernal semble déficiente dans la majorité du territoire outaouais (Figure 4). Toutefois, le phénomène s'avère plus accentué dans les parties sud, centre-sud et sud-ouest de la région outaouaise ainsi que dans la partie nord de la vallée de la rivière Gatineau. Les secteurs à l'ouest du réservoir Baskatong et au sud-ouest de la réserve faunique La Vérendrye constituent également des endroits où la qualité du couvert de protection hivernal est problématique. De plus, la figure 4 nous indique que le territoire de la Petite Nation, particulièrement la réserve faunique Papineau-Labelle, représente une zone où le couvert de protection hivernal est de meilleure qualité, ce qui correspond aux observations de Goudreault et Langevin (1995).

Selon la Figure 5, une portion importante du territoire outaouais (48,7%) se retrouve, pour la qualité du couvert de protection hivernal, dans la classe indiciaire de 0,398 à 0,498. La proportion du secteur d'étude affichant une valeur de QCP supérieure ou égale à 0,498 représente seulement 15,9% de la superficie totale. En fait, un peu moins de 50% des pixels offrent un couvert de protection hivernal moyen (0,50) dans la région administrative de l'Outaouais.

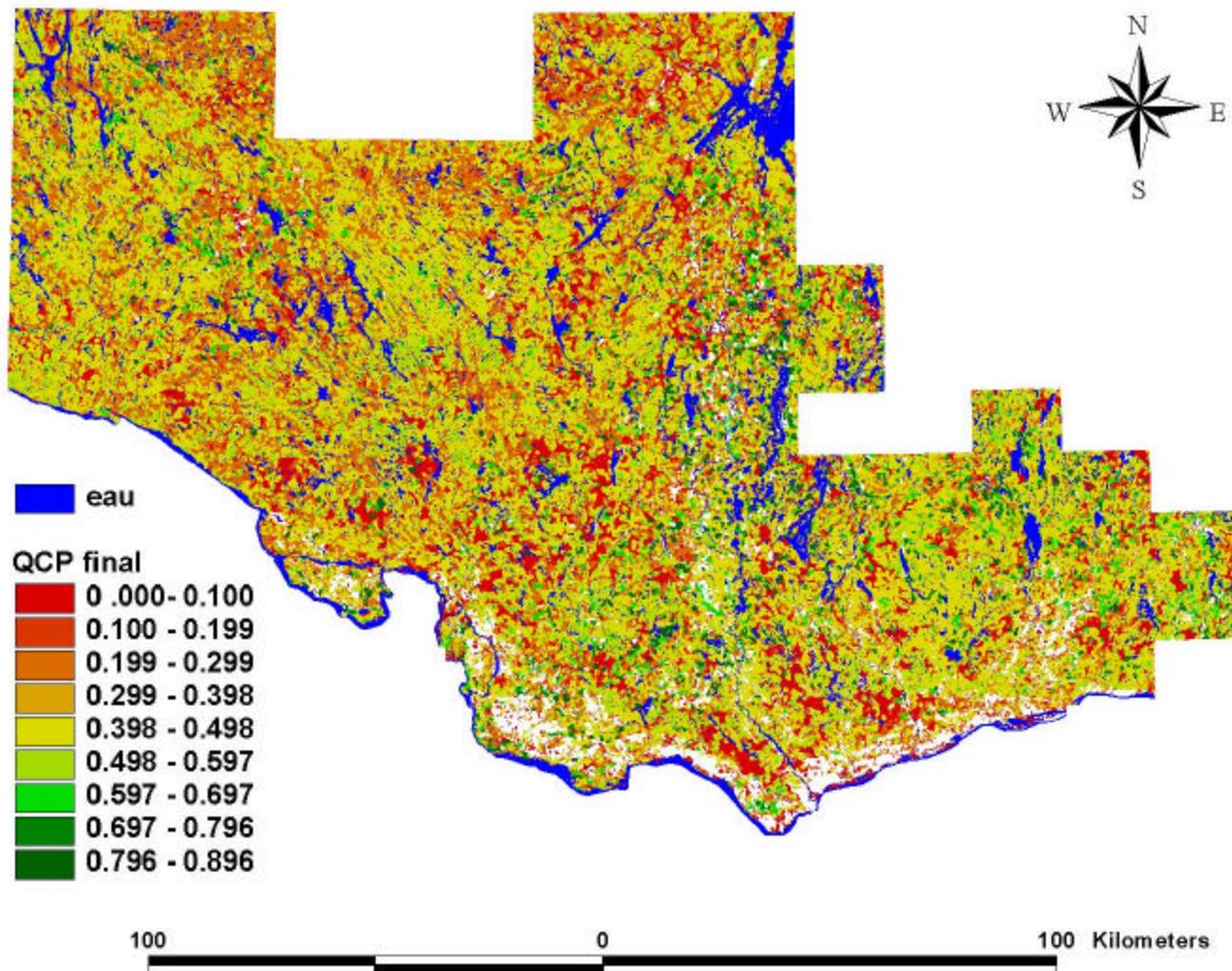
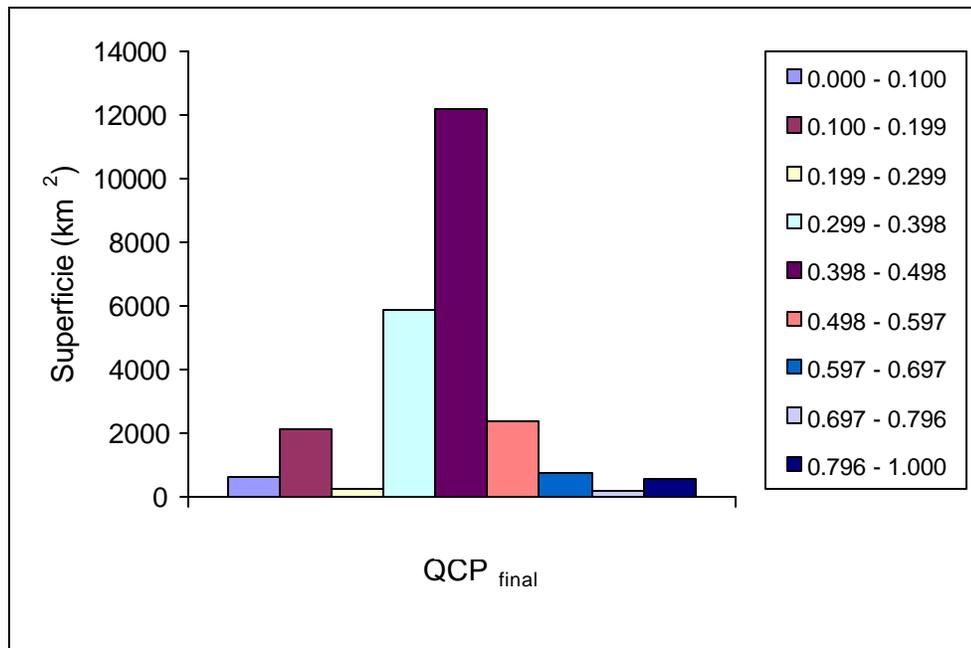


Figure 4. Carte de l'indice du couvert de protection hivernal (QCP) de l'orignal pour le territoire de l'Outaouais.



**Figure 5. Répartition de la superficie en km<sup>2</sup> du territoire outaouais par classe indicielle de QCP (couvert de protection hivernal).**

#### 4.3 Couvert de fuite (QCF)

Les principaux prédateurs de l'orignal en Amérique du Nord sont l'homme, le loup, le cougour, le grizzly et l'ours noir (Franzmann *et al.*, 1980; Gasaway *et al.*, 1983; Boerje *et al.*, 1988; Ballard *et al.*, 1991; Higgelke et MacLoed, 2000). Selon Higgelke et MacLoed (2000), un couvert de fuite doit avoir une couverture latérale supérieure à 3 m. Les couverts de fuite sont nécessaires et doivent être abondants et bien localisés dans le domaine vital de l'orignal puisque ce grand ongulé est soumis à une très forte pression de chasse.

L'indice de qualité du couvert de fuite d'un peuplement s'exprime selon la forme suivante :

$$QCF = (1 - SNR)$$

où le paramètre SNR correspond à la proportion de la superficie du territoire non régénérée tel que suggéré par Courtois (1993). Les superficies non régénérées correspondent aux coupes totales, brûlis, peuplements résineux et feuillus d'âge inférieur à 10 ans, plantations et friches. Nous avons également incorporé le milieu agricole dans la proportion de superficie non régénérée.

À partir du modèle d'indice de qualité du couvert de fuite (QCF) élaboré pour l'orignal dans le cadre de cette étude, le territoire de l'Outaouais a pu être évalué pour la qualité de protection qu'il peut offrir à cette espèce en temps de chasse et contre la prédation (Figure 6). Les zones où le couvert de protection est déficient sont peu nombreuses et surtout de faibles dimensions, celles-ci se situant principalement dans les secteurs habités le long de la rivière des Outaouais et des vallées des rivières Gatineau et Petite Nation (Figure 6). Les portions nord, centre-nord et nord-ouest du territoire montrent les valeurs les plus élevées de QCF.

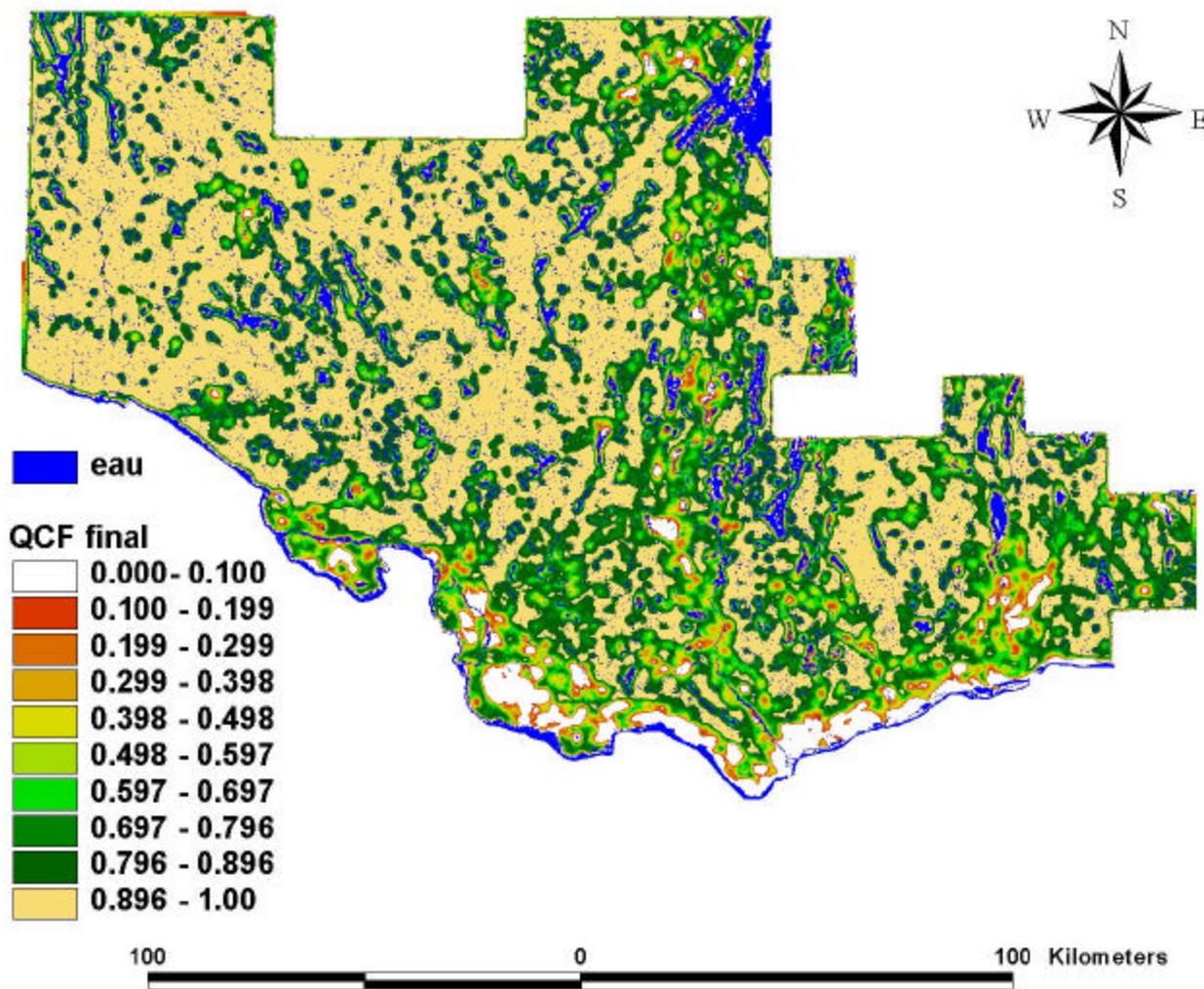


Figure 6. Carte de l'indice du couvert de fuite (QCF) de l'original pour le territoire de l'Outaouais.

#### 4.4. Ajustement des indices en fonction de l'arrangement spatial

L'arrangement spatial des types d'habitats essentiels (cycle vital) à l'orignal constitue un facteur primordial à considérer dans l'élaboration d'un modèle d'IQH. Par exemple, lorsque la couche de neige dépasse 90 cm, l'orignal limite ses déplacements pour économiser les dépenses énergétiques associées à la quête alimentaire (Crête 1988). En conséquence, la distance existant entre le couvert de protection et les sites de nourriture riches en brout est déterminante pour la survie de cette espèce lors d'hivers rigoureux. En fait, l'orignal s'éloigne rarement à moins de 100 m d'un couvert de protection hivernal (Courtois *et al.*, 1996a; Jackson *et al.*, 1991).

Dès lors, il est possible de rendre la variable QAT spatialement explicite ( $QAT_{\text{final}}$ ) pour chacun des pixels du territoire étudié en pondérant ceux-ci par la valeur maximale du couvert de protection hivernal (QCP) observé dans un rayon de 400 m, paramètre déjà modulé en fonction de la distance (voir ci-dessous). Cette fonction est incorporée dans l'équation suivante :

$$QAT_{\text{final}} = [QAT * \text{Max}_{\text{rayon de 400 m}}(QCP)]^{1/2}$$

où QCP est optimum entre 0 et 100 m (valeur de 1), pondéré par un facteur de 66% entre 100 et 200 m et de 33% entre 200 et 400 m. Ce modèle n'exclut donc pas les habitats éloignés de plus de 100 m, mais optimise le couvert d'alimentation situé dans la zone tampon de 0 à 100 m, c'est-à-dire à proximité d'un couvert de protection hivernal. L'obtention pour un pixel donné de la valeur maximale de QCP dans un rayon de 400 m se fait au moyen de l'équation suivante :

$$QCP_{\text{final}} = \text{MAX} (QCP_{0-100 \text{ m}}, QCP_{100-200 \text{ m}}^{*0,66}, QCP_{200-400 \text{ m}}^{*0,33})$$

Selon Tomm *et al.* (1981), l'orignal s'aventure rarement dans les zones déboisées à plus de 80 m d'un couvert de fuite lorsqu'il y a beaucoup de dérangement généré par les activités humaines. Il peut cependant s'éloigner à plus de 200 mètres si les activités humaines sont peu nombreuses ou contrôlées.

Pour le couvert de fuite, nous avons considéré que plus un site se trouvait éloigné d'un couvert de fuite, plus il devenait risqué de s'y trouver. Ainsi, pour tenir compte de cet effet, nous avons évalué pour chaque pixel la distance minimal à un couvert de fuite. L'indice du couvert de fuite a ensuite été évalué en fonction de la somme des distances minimales à un couvert de fuite pour tous les pixels à l'intérieur d'un rayon de 1250 m.

$$QCF_{\text{final}} = [\sum(\text{Distances minimales au couvert de fuite})_{\text{rayon de 1250 m}}]^{1/2}$$

#### **4.5. CARTE DE L'IQH**

À partir du modèle d'IQH élaboré pour l'original dans le cadre de cette étude, la qualité de l'habitat pour cette espèce a pu être évaluée pour le territoire de l'Outaouais (Figure 7). Les portions de territoire situées à l'ouest de la région administrative de l'Outaouais, au sud-est de la réserve faunique La Vérendrye, au sud de la réserve faunique Papineau-Labelle et au nord de l'Île-des-Allumettes présentent les valeurs d'IQH les plus élevées. Au contraire, les secteurs situés le long des principaux cours d'eau ou axes de développement régionaux (rivières des Outaouais, Gatineau, Lièvre et Petite Nation) et à l'est du lac Bryson ont été estimés de piètre qualité d'après notre modèle.

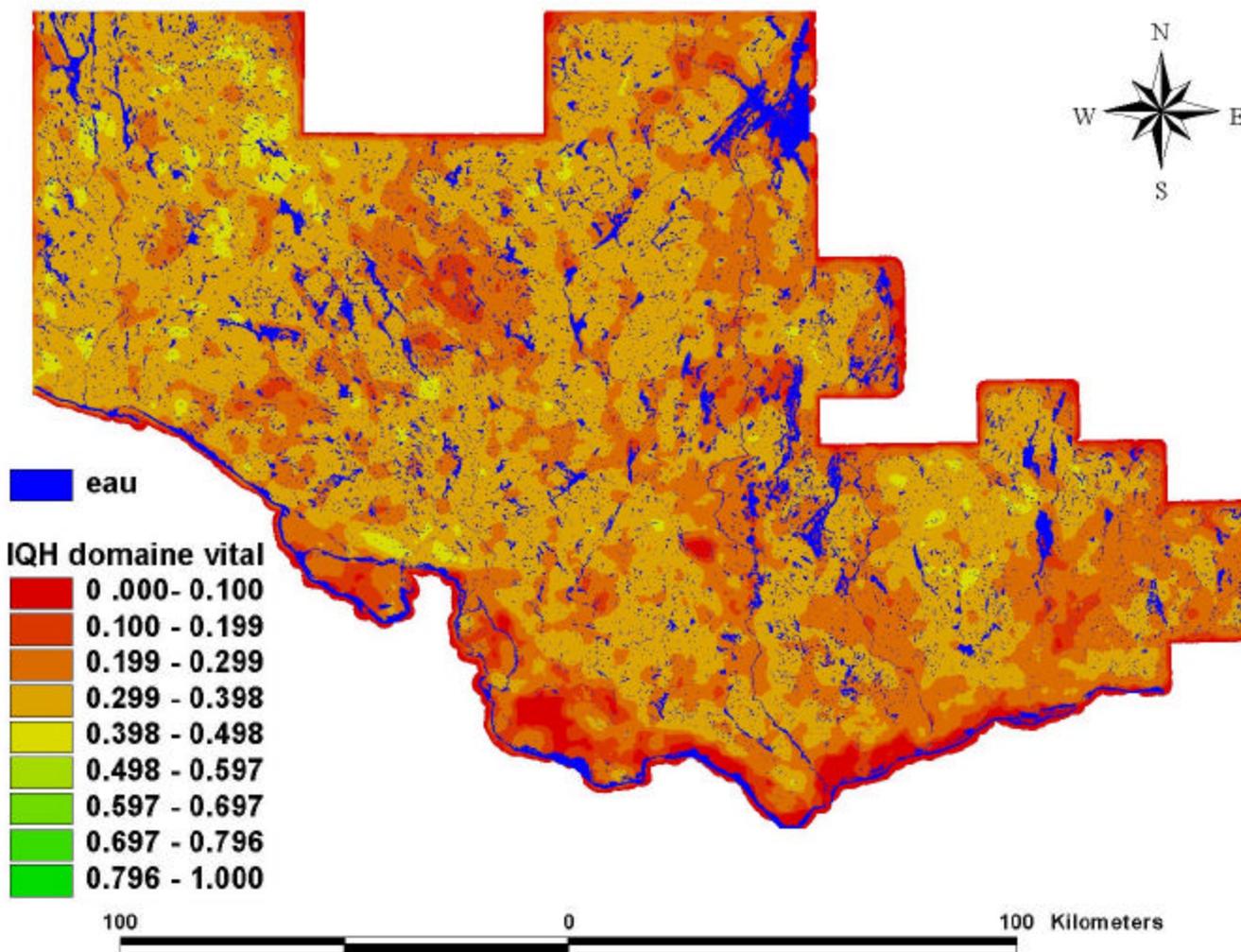


Figure 7. Carte de l'indice de qualité d'habitat (IQH) de l'original pour le territoire de l'Outaouais.

## 5. Recommandations

Nous avons élaboré à partir du modèle d'IQH une carte des problématiques qui permet de visualiser rapidement les éléments de l'habitat de l'original qui s'avèrent restrictifs (Figure 8). La détermination et la localisation de ces zones problématiques permettront de mieux adapter la récolte de la matière ligneuse grâce à la mise en place de prescriptions sylvicoles plus spécifiques. La caractérisation des problématiques régionales a été faite à partir de l'équation suivante :

$$\text{Carte des problématiques} = \text{MIN}_{\text{valeur minimale}} (\text{QAT}_{\text{final}}, \text{QCP}_{\text{final}}, \text{QCF}_{\text{final}})$$

En fait, cette équation permet de donner à chacun des pixels la valeur la plus faible observée parmi celles caractérisant l'alimentation terrestre, le couvert de protection, le couvert de fuite ou encore une des combinaisons possibles de ces trois indices.

Selon la figure 9, la proportion du territoire ayant aucune problématique équivaut respectivement à 43,5%. Le couvert de protection nous apparaît comme étant la problématique régionale majeure avec 25,7%. Les secteurs concernés par cet aspect sont en autres les territoires situés au nord de la Zec Bras-Coupé-Désert, au sud-est de la réserve faunique La Vérendrye, aux environs de Cayamant et dans la Zec Rapides-des-Joachims ainsi qu'au nord de l'Île-des-Allumettes. La seconde problématique en importance dans la zone étudiée concerne le couvert d'alimentation terrestre avec 18,3% du territoire (Figure 9). Les secteurs à risque pour cet indice sont surtout la région de la Petite Nation, la vallée de la rivière Gatineau, la partie sud-est du Pontiac, le territoire compris à l'est du lac Bryson et au sud de la réserve faunique La Vérendrye ainsi que les Zec Rapides-des-Joachims et Pontiac. Par ailleurs, le territoire qui est touché par les autres problématiques atteint 12,5%. Ce modèle permet aussi de constater que la fragmentation des habitats forestiers est plus élevée dans la partie est que dans la portion ouest du territoire (Figure 6).

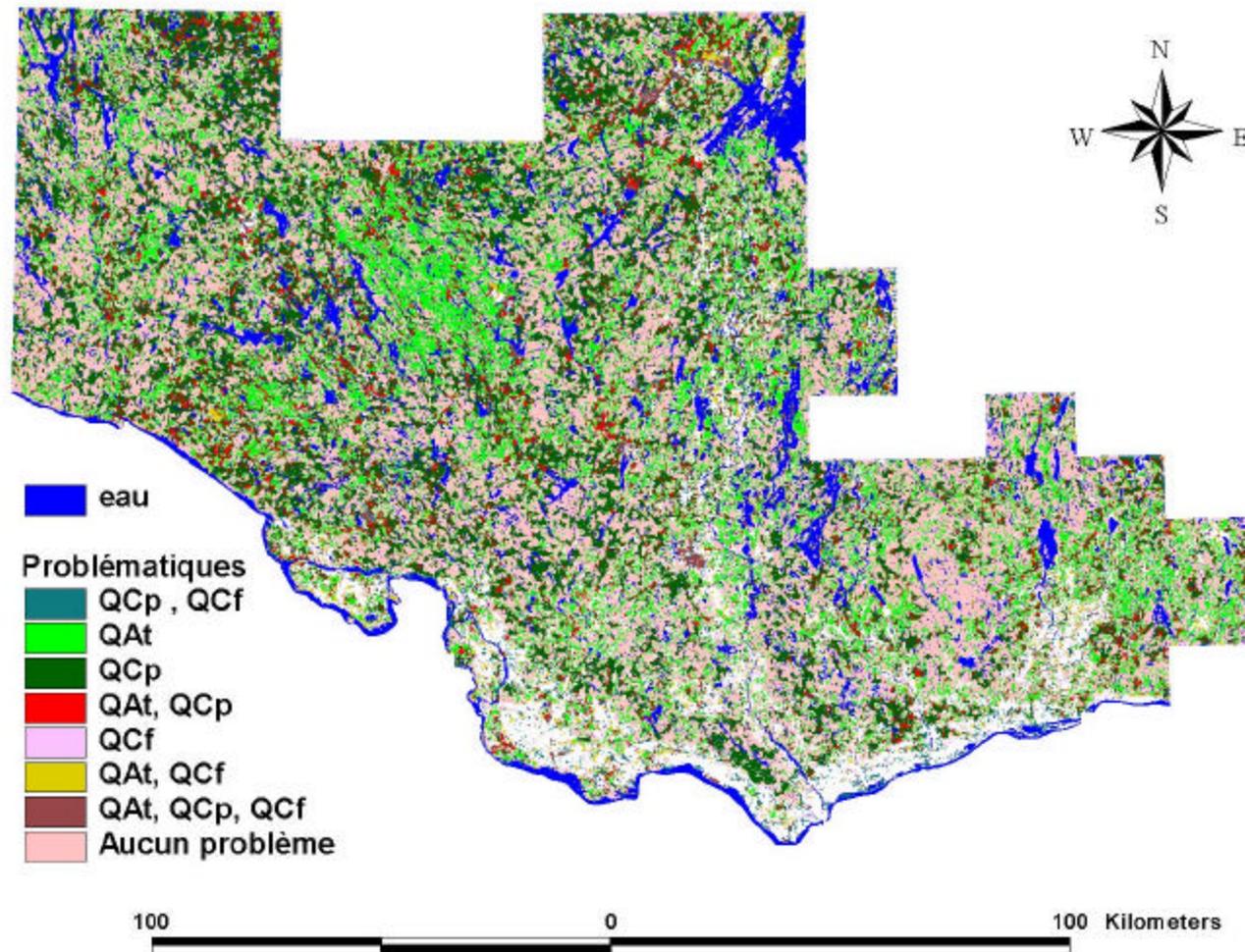
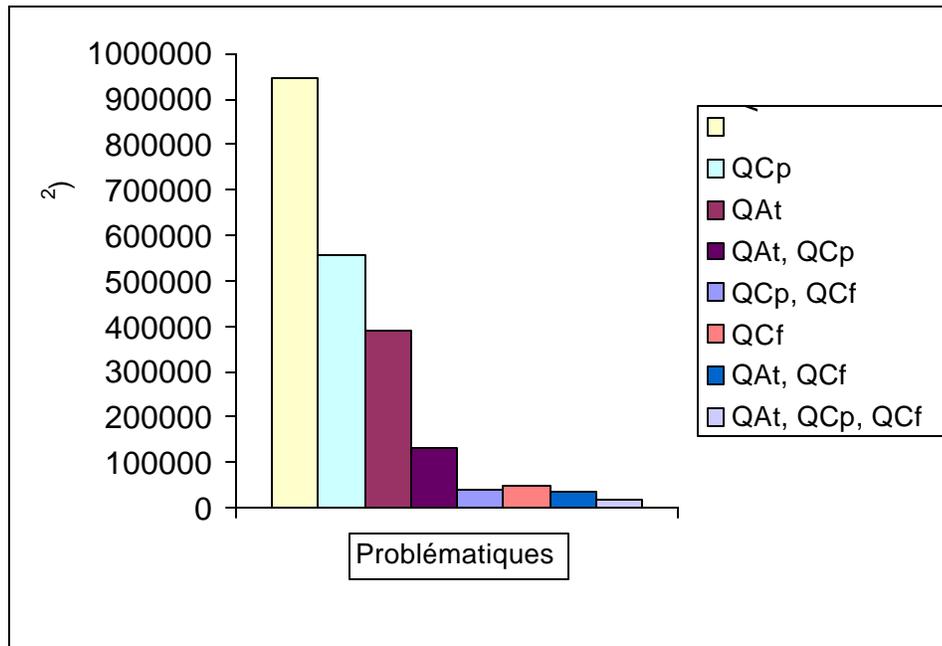


Figure 8. Carte des problématiques relatives aux indices de qualité d'habitats de l'original en Outaouais.



**Figure 9. Répartition de la superficie en km<sup>2</sup> du territoire outaouais par types de problématique.**

## Conclusion

L'application de la biomathématique pour évaluer les risques associés aux habitats est de plus en plus utilisée par différents organismes de recherche spécialisés dans le domaine. Le modèle élaboré dans cette étude n'a pas la prétention de résoudre à 100 % les problématiques associées aux besoins vitaux de l'orignal. Certaines faiblesses liées à la disponibilité des données doivent être prises en considération. Le type d'essence forestière non défini dans la strate arbustive, la dimension du pixel utilisé (100 m. x 100.) et la précision des cartes écoforestières constituent quelques exemples. Nous croyons cependant que ce modèle spatialement explicite apporte une nouvelle approche dans l'aménagement du territoire pour les populations animales à grand domaine vital.

Il est important de mentionner que ce modèle ne tient pas compte d'autres phénomènes naturels tels que la prédation, la maladie, la migration et l'immigration. Par ailleurs, l'interaction avec le cerf de Virginie est totalement exclue et on ne saurait considérer l'impact que pourront avoir certains traitements forestiers futurs sur la dynamique de cette population d'ongulés. Ce modèle a permis d'approfondir les connaissances reliées à la gestion des habitats de l'orignal et constituera une référence pour les aménagistes des unités d'aménagement forestier qui auront à préparer prochainement les PGAF et les PAIF. Par ailleurs, une validation du modèle est nécessaire pour rendre ce dernier encore plus sensible aux problématiques régionales. Les données en provenance d'inventaires télémétriques régionaux nous permettront justement d'aller dans ce sens. De plus, l'utilisation du niveau d'obstruction latérale en essences feuillues arbustives comme critère d'évaluation de la quantité réelle de brouit disponible reste à être validée. Enfin, nous tenons à préciser que ce modèle ne peut se substituer au bon jugement des professionnels dans l'interprétation des résultats à une échelle ponctuelle du territoire.

## Références citées

- Allen, A.W., P.A. Jordan et J.W. Terrell.** 1987. «Habitat suitability index models : mosse, Lake Superior region.» U.S. Fish and Wildlife Service, Biol. Rep. 82 (10.155). 47 p.
- AMVFPL.** 2001. «Plan de protection et de mise en valeur. Tome I - Document de connaissances.» 314 p.
- ARMVFPO.** 2001. «Plan de protection et de mise en valeur.» 609 p.
- Ballard, W.B., J.S. Whitman et D.J. Reed.** 1991. «Population dynamics of Moose in south-central Alaska.» Wild Monogr. 114 : 1-49.
- Beauchesne, P.** 2000. «Caractérisation des lots forestiers intra-municipaux – MRC de Papineau.» LATINO, 85 p.
- Belovsky, G.E. et P.A. Jordan.** 1981. «Sodium dynamics and adaptations of a Moose population.» J. Mammal. 62 : 613-621.
- Boerje, R.D., D.V. Grangaard et D.G. Kelleyhouse.** 1988. «Predation on Moose and caribou by radio collared grizzly bears in east-central Alaska.» Can. J. Zool. 66 : 2492-2499.
- Courtois, R.** 1993. «Description d'un indice de qualité de l'habitat pour l'orignal (*Alces alces*) au Québec.» Gouvernement du Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la ressource faunique, Gestion intégrée des ressources. Document technique 93/1. 56 p.
- Courtois, R. et M. Crête.** 1988. «Déplacements quotidiens et domaines vitaux des orignaux du sud-ouest du Québec.» *Alces* 24 : 78-79.
- Courtois, R., J.-P. Ouellet et B. Gagné.** 1996a. «Habitat hivernal de l'orignal (*Alces alces*) dans des coupes forestières d'Abitibi-Témiscamingue.» Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec. 33 p.
- Crête, M.** 1988. «Forestry practices in Québec and Ontario in relation to moose population dynamics.» For. Chron. 64 : 246-250.
- Crête, M. et P.A. Jordan.** 1981. «Régime alimentaire des orignaux du sud-ouest québécois pour les mois d'avril à octobre.» Can. Field-Nat. 95 : 50-56.
- Doyon, F., Poirier, J. et M. Sager.** 2001. «Inventaire multiressources de l'aire 72-03.» Rapport de l'IQAFF, 95 p.
- Dussault, C., R. Courtois, J.-P. Ouellet et J. Huot.** 1999. «Evaluation of GPS telemetry collar performance for habitat studies in the boreal forest.» J. Wildl. Soc. Bull. 27 : 965-972.

- Fransmann, A.W., C.C. Schwartz et R.O. Peterson.** 1980. «Moose calf mortality in summer on the Kenai Peninsula, Alaska.» *J. Wild. Manage.* 44 : 764-768.
- Gasaway, W.C., R.O. Shepherd, J.L. Davis, P.E.K. Shepherd et O.E. Burris.** 1983. «Interrelationships of wolves, prey and man in interior Alaska.» *Wildl. Monogr.* 84 : 1-50.
- Goudreault, F. et B. Langevin.** 1995. «Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de chasse 10 en janvier 1991 (Édition révisée).» Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de l'Outaouais, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. 26 p.
- Higgleke, P.E.** 1994. «Simulation analysis of Ontario's Moose habitat guidelines.» MScF. Unpublished thesis, Lakehead University, Thunder Bay, Ontario. 157 p.
- Higgleke, P.E. et H.L. MacLeod.** 2000. «Moose (*Alces alces*).» KBM Forestry Consultants Inc for Millar Western Forest Products Biodiversity Assessment Project. 24 p.
- Jackson, G.L., G.D. Racey, J.G. McNicol et L.A. Godwin.** 1991. «Moose habitat interpretation in Ontario.» *Ont. Min. Nat. Resourc. NWOFTDU Tech. Rep.* 52. 74 p.
- Jordan, P.A.** 1987. «Aquatic foraging and sodium ecology of moose: A review.» *Swedish Wildl. Res. Suppl.* 1, Part 1, p. 119-137.
- Lamontagne G. et D. Jean.** 1999. «Plan de gestion de l'orignal 1999-2003.» Société Faune et Parcs du Québec. 44 p.
- Landry, B. et M. Mercier.** 1983. «Notions de géologie avec exemples du Québec.» Éd. Modulo. 426 p.
- Lynch, G.** 1999. Wildlife Management Consulting. Personal communication.
- Litynski, J.** 1984. «Classification numérique des climats mondiaux.» O.M.M., P.C.M., W.C.P. 63. 46 p.
- McNicol, J.** 1990. «Moose and their environment.» Dans Buss, M. et R. Truman (éds.) – *The Moose in Ontario.* Queen's Printer for Ontario, Ontario.
- OMNR.** 1984. «Guidelines for moose habitat management in Ontario.» *Ont. Nat. Res., Wildlife Br., Toronto, Ont.* 154 p.
- Peek, J.M.** 1998. «Habitat relationships.» P. 351-375 dans A.W. Franzmann et C.C. Schwartz (éds.) – *Ecology and management of the North American moose.* Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Potvin, F. et R. Courtois.** 1998. «Effets à court terme de l'exploitation forestière sur la faune terrestre : synthèse d'une étude de 5 ans en Abitibi-Témiscamingue et implications pour l'aménagement forestier.» Direction de la faune et des habitats, ministère de l'Environnement et de la Faune. 84 p.

- Renecker, L.A. et R.J. Hudson.** 1986. «Seasonal foraging rates of free-ranging Moose.» J. Wildl. Manage. 50(1) : 143-147.
- Renecker, L.A. et C.C. Schwartz.** 1998. «Food habits and feeding behavior.» P. 403-439 dans A.W. Franzmann et C.C. Schwartz (éds.) – Ecology and management of the North American moose. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Robitaille, A. et J.P. Saucier.** 1998. «Paysages régionaux du Québec méridional.» Gouvernement du Québec. Éd. Les publications du Québec. 213 p.
- Samson, C., C. Dussault, R. Courtois et J.P. Ouellet.** 2002. «Guide d'aménagement de l'habitat de l'orignal.» Société de la faune et des parcs du Québec, Fondation de la faune du Québec et ministère des Ressources naturelles du Québec, Sainte-Foy. 48 p.
- Schwab, F.E. et M.D. Pitt.** 1990. «Moose selection of canopy types related to operative temperature, forage, and snow depth.» Can. J. Zool. 69 : 3071-3077.
- Schwartz, C.C. et L.A. Renecker.** 1998. «Nutrition and Energetics.» p. 441-479 dans A.W. Franzmann et C.C. Schwartz (éds.) – Ecology and management of the north american moose. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Stelfox, J.B.** 1993. «Hoofed mammals of Alberta.» Lone Pine Publishing, Edmonton, Alberta. 241 p.
- Telfer, E.S.** 1984. «Circumpolar distribution and habitat requirements of Moose (*Alces alces*).» P. 145-182 dans R. Olson, F. Geddes et R. Hasting (éds.) – Northern ecology and resource management. University of Alberta Press, Edmonton, Alberta.
- Tomm, H.O., J.A. Beck Jr. et R.J. Hudson.** 1981. «Responses of wild ungulates to logging practices in Alberta.» Can. J. For. Res. 11 : 606-614.