

Projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées du kilomètre 84 au kilomètre 227 (143 km) par le ministère des Transports du Québec

Réserve faunique des Laurentides et Ville de Saguenay

Analyse globale de la problématique de la grande faune et la route 175



Rapport final



AVRIL 2004

N^{os} projets MTQ : 20-3972-0157 et 20-3671-0143
N^o projet GENIVAR : Q94065
N^o projet TECSULT : 0511058-0130

Consortium

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Ministère des Transports du Québec

Donald Martel	Chargé de projet environnement
Alain Lebrun	Ingénieur, conseiller en sécurité
Hélène Taché	Adjointe administrative

Tecsult Inc.

Yves Leblanc	Directeur de projet Rédaction du rapport Analyse des données
François Bolduc	Analyse des données et rédaction du rapport
Jocelyn Bluteau	Géomatique
François Légaré	Géomatique
Catherine Mitchell	Infographie
Diane Lachance	Secrétariat

NOTE : Les recommandations et conclusions n'engagent que les auteurs de ce rapport (Tecsult Inc.) et ne reflètent pas nécessairement celles du ministère des Transports du Québec.

RÉSUMÉ

Consortium Génivar-Tecconsult. 2004. *Analyse globale de la problématique de la grande faune et la route 175*. Étude d'impact du projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées du km 84 au km 227 (143 km) dans la Réserve faunique des Laurentides et dans la Ville de Saguenay. Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec. 81 p. + annexe.

Résumé

La route 175 traversant la Réserve faunique des Laurentides (RFL) constitue au Québec l'une des routes les plus à risque pour des collisions impliquant l'orignal. De 1991 à 2001, entre 32 et 47 collisions par année impliquaient d'ailleurs cette espèce. L'objectif de la présente étude est d'examiner les relations entre les caractéristiques des populations d'originaux et de leurs habitats, les conditions actuelles de la route 175 du km 84 au km 227 et le nombre de collisions afin d'identifier les facteurs de risque et de proposer des interventions susceptibles de réduire ces risques dans les tronçons jugés problématiques.

Les densités d'originaux sont particulièrement élevées aux extrémités sud et nord de la route 175 à l'étude. Elles peuvent ainsi atteindre jusqu'à 7 individus/10 km² à certains endroits. La présence d'une chasse contrôlée et de très bons habitats découlant de l'exploitation forestière et de perturbations naturelles dans la RFL contribuent à maintenir la croissance de cette population. En considérant un taux d'accroissement de 5 % seulement, on estime à entre 573 et 860 le nombre d'originaux présents dans une bande de 5 km de part et d'autre de la route 175 en 2004.

Quatre variables ont un lien avec le nombre de collisions enregistrées pour les sections de 1 km. Ces variables sont, par ordre d'importance, la variation de la pente du terrain adjacent à la section, l'abondance de cours d'eau situés à moins de 250 m de l'emprise, la valeur de l'indice associé à la quantité de nourriture (IQH nourriture) dans les habitats forestiers situés à moins de 1 km et à la proportion de la section se trouvant en déblais de plus de 3 m. Dans le cas de l'indice IQH lié à la quantité de nourriture, ce paramètre reflète fort probablement les densités observées à proximité des sections concernées. La contribution des variables pour expliquer le nombre de collisions diffère cependant entre les saisons. Des variables topographiques sont importantes en été, alors que la qualité et la quantité d'habitats pour l'orignal sont aussi importantes à l'automne et en début d'hiver (novembre/décembre). Les sites et le nombre de collisions demeurent toutefois difficiles à prédire, principalement en été alors que les collisions sont plus nombreuses et distribuées plus également le long de la route 175.

Nous avons distingué huit secteurs d'intervention en considérant le nombre de collisions observées, ainsi que les périodes de l'année où ces dernières sont survenues. Ceux-ci ont été regroupés en quatre classes selon un ordre décroissant de priorité pour la réalisation d'interventions destinées à réduire le nombre de collisions avec la grande faune. Parmi les interventions proposées pour certaines sections, nous suggérons entre autres l'installation de clôtures et de passages inférieurs bordés aux extrémités par des lampadaires destinés à éclairer l'emprise. Des panneaux à messages variables sont également suggérés à certaines conditions. À titre de recommandation générale, nous proposons aussi aux intervenants qui

RÉSUMÉ (suite)

influencent la gestion des effectifs d'orignaux d'augmenter significativement le prélèvement par la chasse sportive pour réduire le risque associé à la présence de cette espèce sur la chaussée.

Mots-clés : route 175, collision, orignal, densité, habitat, pente, IQH nourriture, cours d'eau, clôture, éclairage, chasse sportive.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
ÉQUIPE DE TRAVAIL	i
RÉSUMÉ	iii

1. MISE EN CONTEXTE	1
2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	3
3. CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LA GRANDE FAUNE DANS LA ZONE D'ÉTUDE	7
3.1 Orignal	7
3.1.1 Population	7
3.1.2 Habitats	9
3.2 Ours noir	11
3.2.1 Population	11
3.2.2 Habitats	11
3.3 Caribou	12
3.3.1 Population	12
3.3.2 Habitats	13
3.4 Cerf de Virginie	14
3.4.1 Population	14
3.4.2 Habitats	14
4. ÉTUDE DES FACTEURS RELIÉS À LA DISTRIBUTION DES COLLISIONS IMPLIQUANT LA GRANDE FAUNE SUR LA ROUTE 175	17
4.1 Justification	17
4.2 Méthodes	17
4.2.1 Description des données d'entrée	17
4.2.2 Sélection des variables	20
4.2.3 Relations entre les variables descriptives et le nombre de collisions	20
4.2.3.1 Modèle global	21
4.2.3.2 Modèles saisonniers	22
4.3 Résultats	22
4.3.1 Occurrence des collisions le long de la zone d'étude	22
4.3.2 Sélection des variables	25
4.3.3 Relations entre les variables descriptives et le nombre de collisions	28
4.3.3.1 Modèle global	28
4.3.3.2 Modèles saisonniers	32

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page
5. SECTEURS D'INTERVENTION	41
6. OUTILS DISPONIBLES	47
6.1 Réduction des effectifs de population en bordure de la route 175	47
6.2 Interventions sur les déplacements des orignaux	48
6.2.1 Clôtures	48
6.2.2 Passages inférieurs et supérieurs.....	50
6.2.3 Drainage des mares salines et mise en place de salines de compensation	51
6.2.4 Répulsifs sonores	52
6.2.5 Répulsifs naturels	53
6.3 Interventions sur le comportement des automobilistes	53
6.3.1 Signalisation routière	53
6.3.2 Éclairage de l'emprise	54
6.3.3 Contrôle de la végétation arbustive et arborescente à proximité de la chaussée	55
6.3.4 Sensibilisation et éducation du public	58
6.3.5 Signalisation dynamique	58
7. RÉPERCUSSIONS DE LA ROUTE 175 À 4 VOIES DIVISÉES SUR LE RISQUE DE COLLISION	61
7.1 Diminution du risque	61
7.2 Effet barrière.....	62
8. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	63
9. FICHES TECHNIQUES	65
10. BIBLIOGRAPHIE	77

ANNEXE – Carte 1 : Analyse globale de la problématique de la grande faune et la route 175

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.	Localisation de la zone d'étude régionale..... 5
Figure 2.	Nombre de collisions par kilomètre impliquant un orignal entre les km 84 et 227 de la route 175 entre le 1 ^{er} janvier 1991 et le 31 décembre 2001..... 23
Figure 3.	Nombre de collisions impliquant l'orignal entre les km 84 et 227 de la route 175 par année et par saison 24
Figure 4.	Diagramme de dispersion entre le nombre de collisions et le recouvrement moyen des milieux humides par classe de nombre de collisions sur la route 175..... 31
Figure 5.	Nombre de collisions observées et prédites impliquant un orignal par 5 km sur la route 175 durant l'été entre 1991 et 2001 33
Figure 6.	Nombre de collisions observées et prédites impliquant un orignal par 5 km sur la route 175 durant l'automne entre 1991 et 2001 34
Figure 7.	Nombre de collisions observées et prédites impliquant un orignal par 5 km sur la route 175 durant l'hiver entre 1991 et 2001..... 35
Figure 8.	Élévation et valeur de l'IQH nourriture par kilomètre entre les km 84 et 227 de la route 175 37
Figure 9.	Nombre de collisions observées en été comparativement aux autres saisons entre les km 84 et 227 de la route 175 entre 1991 et 2001 39
Figure 10.	Secteurs d'intervention et nombre de collisions par kilomètre impliquant un orignal entre les km 84 et 227 de la route 175 entre le 1 ^{er} janvier 1991 et le 31 décembre 2001..... 42
Figure 11.	Secteurs de priorité 67

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Description des variables incluses dans la base de données afin de caractériser chacun des kilomètres de la route 175 ainsi que l'habitat et les populations d'originaux.....	18
Tableau 2. Corrélation entre les variables descriptives entre les km 84 et 227 de la route 175.....	26
Tableau 3. Corrélation entre les variables descriptives de l'habitat de l'original entre les km 84 et 227 de la route 175	27
Tableau 4. Liste des variables retenues pour les analyses statistiques.....	28
Tableau 5. Probabilités d'un effet non significatif des variables descriptives sur le nombre de collisions sur la route 175 causées par la présence d'un original, obtenues par régression multiple et régression logistique	29
Tableau 6. Statistiques des collisions entre les km 84 et 227 de la route 175 entre janvier 1991 et décembre 2001 par secteur d'intervention	43
Tableau 7. Moyennes des variables importantes entre les km 84 et 227 de la route 175 par secteur	44
Tableau 8. Concentration de Na ⁺ dans des échantillons de feuilles et de ramilles d'essences consommées par l'original récoltés dans l'emprise et à 2 km à l'automne 2002 près du km 213.....	56

1. MISE EN CONTEXTE

Les collisions avec la grande faune sur le réseau routier québécois ont des répercussions importantes pour les usagers de la route, tant au chapitre des dommages corporels que des dommages matériels. La route 175 traversant la Réserve faunique des Laurentides (RFL) est loin de faire exception à ce phénomène puisqu'elle constitue, de pair avec la route 117 dans la Réserve faunique de La Vérendrye, les deux segments considérés les plus à risque pour des collisions impliquant l'orignal (*Alces alces*) au Québec, et cela depuis le début des années '80 (MTQ, 1991). En effet, les collisions routières impliquant la grande faune dans la RFL sont attribuables principalement à la présence de l'orignal et, dans une moindre mesure, à celle de l'ours noir (*Ursus americanus*), du caribou (*Rangifer tarandus*) et du cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*). Les collisions impliquant l'orignal causent généralement plus de dommages matériels et corporels que ceux impliquant les trois autres espèces compte tenu de la masse et de la grande taille de cet animal.

Ainsi, entre janvier 1991 et décembre 2001, 425 collisions impliquant un orignal ont été enregistrées entre les km 84 et 227 de la route 175, soit un total annuel oscillant entre 32 et 47 collisions. Les collisions impliquant un orignal représentaient 91 % de toutes les collisions avec la faune durant cette période dans ce secteur. La présence de cette espèce constitue le facteur de risque le plus élevé de collision impliquant la faune pour les usagers se déplaçant sur la route 175.

Dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement du projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées (Consortium Génivar-Tecsult, 2003), nous avons examiné les relations entre les caractéristiques des populations d'originaux et de leurs habitats, et les conditions actuelles de la route 175 du km 84 au km 227 et le nombre de collisions afin d'identifier les facteurs de risque. Par la suite, à l'aide des résultats des analyses précédentes, de la littérature sur les outils disponibles pour réduire les risques de collision et des expériences passées, nous avons identifié les interventions majeures à réaliser dans certains tronçons jugés prioritaires.

Les objectifs spécifiques de la présente étude étaient de :

- réaliser une analyse des données existantes sur l'habitat, la présence de l'original et les caractéristiques de la route 175 afin de déterminer si certains facteurs sont associés aux sites de collision;
- identifier et élaborer une liste de tronçons où des interventions doivent être réalisées pour réduire les risques de collision;
- identifier et proposer des moyens pour réduire les risques de collision avec la grande faune dans les sections identifiées comme étant problématiques.

2. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude chevauche les régions administratives de la Capitale nationale et du Saguenay – Lac-Saint-Jean (figure 1). Elle se situe presque essentiellement à l'intérieur de la RFL (km 84 jusqu'au km 217). Cette réserve est un territoire voué à la conservation, à la mise en valeur et à l'exploitation contrôlée des ressources fauniques et forestières qui s'y trouvent. La zone d'étude comprend également le secteur sud du parc national de la Jacques-Cartier (PNJC), territoire voué à la protection et à la conservation de territoires représentatifs des régions naturelles du Québec.

La zone d'étude relève de deux directions territoriales au ministère des Transports du Québec (MTQ). La direction de Québec est associée aux km 84 à 144 alors que celle du Saguenay – Lac-Saint-Jean – Chibougamau s'occupe des km 144 à 227.

La zone d'étude est associée à un climat humide continental de montagne dominé par des vents en provenance du nord-ouest. L'accumulation totale annuelle en neige dans la région atteint 593,2 cm en moyenne et les précipitations nivales s'étendent généralement de septembre à avril. Le relief est composé de montagnes à sommets arrondis ainsi que de vallées en forme d'auge. La topographie est douce près du Saguenay – Lac-Saint-Jean et beaucoup accentuée dans la partie sud de la zone d'étude.

La zone d'étude se situe dans le sous-domaine de la sapinière à bouleau blanc de l'est (Grondin *et al.*, 1998), lequel est caractérisé par des peuplements mélangés ou résineux dominés par le sapin baumier. Les coupes forestières, les épidémies de la tordeuse de bourgeons de l'épinette et les feux constituent les principales perturbations qui caractérisent la zone d'étude. Les entreprises forestières coupent annuellement tout près de 37 km² de forêt dans les quatre aires communes touchant à la zone d'étude.

Parmi la grande faune, l'orignal est sans contredit l'espèce la plus abondante et elle se trouve dans l'ensemble de la zone d'étude. L'ours noir constitue la deuxième espèce de grand gibier la plus commune, suivi par le caribou et le cerf de Virginie. La présence de ce dernier demeure encore occasionnelle, mais elle est susceptible de croître aux extrémités sud et nord de la zone

d'étude si l'accroissement généralisé de cette espèce au Québec se poursuit tel qu'anticipé (Huot *et al.*, 2002).

Figure 1

3. CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LA GRANDE FAUNE DANS LA ZONE D'ÉTUDE

3.1 Original

3.1.1 Population

La zone d'étude était située dans la zone de chasse 15 avant 2004; elle est maintenant associée à la zone de chasse 27 (FAPAQ, 2004). Tel que précisé auparavant, elle se trouve à l'intérieur de la RFL où les activités de chasse à l'original sont contrôlées depuis 1962 (Bouchard et Moisan, 1974).

L'inventaire aérien le plus récent de l'original pour l'ensemble de la RFL remonte à l'hiver 1994. La densité fut estimée à 2,39 orignaux/10 km² sur une portion de 6 670 km² (St-Onge *et al.*, 1995). Cette valeur ne met toutefois pas en évidence les différences de densité selon les secteurs. En effet, des densités atteignant près de 8 et 4,7 orignaux/10 km² ont été observées dans le secteur des rivières Pikauba et Petite Pikauba en 1994 et 2001 (St-Onge *et al.*, 1995; Tecslult Environnement Inc., 2002). Dans la portion sud de la zone d'étude, la route 175 longe le PNJC où la densité fut estimée à 4,21 orignaux/10 km² à l'hiver 1998 (Dussault, 2002).

Un inventaire aérien de l'original a été effectué en 2000 par le ministère des Transports du Québec (MTQ) dans une bande de 2 km de part et d'autre de la route 175 (Chabot et Plourde, 2000). Selon leurs observations, la densité à l'hiver se chiffrait à 0,76 orignal/10 km² pour le tronçon situé entre les km 74 et 228. Ces densités semblent faibles en comparaison avec les autres résultats obtenus dans la RFL et dans le PNJC. Dans le cadre de cet inventaire hivernal, les orignaux étaient principalement concentrés entre les km 75 et 80 (14 orignaux ou 7/10 km²) et 205 à 215 (18 orignaux ou 4,5/10 km²).

Comme dans plusieurs zones de chasse au Québec, la population d'orignaux est vraisemblablement en croissance dans la RFL (D. Banville, FAPAQ, comm. pers.). Le taux d'accroissement est sans doute plus élevé dans la réserve qu'en territoire libre compte tenu que la pression de chasse est contrôlée. L'accroissement du cheptel d'orignaux au Québec entre 1994 et 1998 a d'ailleurs permis d'adopter, en 1999, un plan de gestion favorisant un prélèvement accru de la ressource dans plusieurs zones de chasse (R. Courtois, FAPAQ, comm. pers.).

En utilisant les estimations de densité pour la RFL à l'hiver 1994 et celles du PNJC à l'hiver 1998, de même qu'un taux d'accroissement annuel hypothétique de 5 %, les effectifs d'orignaux présents à moins de 5 km de part et d'autre de la route 175 (km 84 à 227) oscilleraient entre 573 et 860 en 2004.

Les orignaux fréquentent des espaces (domaine vital) dans lesquels ils s'alimentent, se reposent, fuient les prédateurs et rencontrent leurs autres besoins vitaux. La forme de ces domaines vitaux varie selon l'individu, la qualité, la quantité et la répartition des habitats. La superficie des domaines vitaux se situe en moyenne entre 40 et 60 km² (Dussault, 2002; Courtois *et al.*, 1998). Les orignaux ne sont pas considérés territoriaux et tolèrent la présence d'autres individus à proximité, bien qu'ils ne soient pas grégaires (Petersen, 1955).

Les distances parcourues à l'intérieur de ces espaces varient selon la saison. Les mouvements quotidiens sont plus importants à l'été qu'à l'hiver compte tenu entre autres de l'absence du couvert de neige au sol. Plus précisément, les déplacements quotidiens sont plus importants chez les femelles adultes avant et après la mise bas ayant lieu à la fin de mai et au début de juin (Leblanc, 2002; Courtois et Crête, 1988). Chez les mâles, les mouvements les plus importants coïncident avec la période de rut à la mi-septembre et à la fin de septembre (Leblanc, 2002; Courtois *et al.*, 1993 et 1998). Les distances parcourues quotidiennement varient entre 250 et 700 m/j en moyenne (Leblanc, 2002; Laurian *et al.*, 2000; Courtois *et al.*, 1998; Courtois et Crête, 1988).

Comme on peut le constater, les orignaux sont des animaux très mobiles et peuvent parcourir des distances très importantes sur une période de 24 heures tout en recherchant de la nourriture (Renecker et Schwartz, 1998). Leur mobilité se manifeste principalement au crépuscule, à l'aube et durant la nuit, augmentant par le fait même les risques d'accident avec les usagers de la route (Joyce et Mahoney, 2001).

En dehors des mouvements associés à la quête de nourriture, il y a ceux associés à la reproduction, soit la recherche de partenaires sexuels. La période d'appariement se ferait de la mi-septembre au 10 octobre (Laurian *et al.*, 2000). De plus, le phénomène de dispersion implique également des déplacements notables, souvent non directionnels et sur des distances variées (Labonté *et al.*, 1998). Ce phénomène touche surtout les juvéniles qui se séparent de leur mère de 12 à 18 mois suivant la naissance (Courtois *et al.*, 1998; Hundertmark, 1998). Ces mouve-

ments sont d'ailleurs qualifiés d'errants ou vagabonds par Addison *et al.* (1980). Cependant, dans les populations fortement chassées, les orignaux juvéniles n'auraient pas à se disperser autant pour établir leur domaine vital (Labonté *et al.*, 1993). Autre fait important à noter, le phénomène de dispersion peut aussi affecter les adultes dans des populations en forte croissance démographique (Hundertmark, 1998; Rolley et Keith, 1980).

Peu de renseignements existent sur l'utilisation spécifique de certains types d'habitats par l'orignal pour se déplacer. Cependant, au printemps et à l'été, les orignaux recherchant des végétaux aquatiques ou des sources minérales fréquentent davantage les milieux riverains. Dans certaines populations, les orignaux utiliseraient les vallées de rivières pour se déplacer entre les habitats d'été et ceux d'hiver (Sandegren et Sweanor, 1988). En Alaska, les déplacements d'orignaux marqués en période hivernale se faisaient près d'un ruisseau (McDonald, 1991).

3.1.2 Habitats

Les habitats présents dans la section centrale de la route 175 sont composés principalement de forêts résineuses. Les forêts mixtes sont représentées dans les extrémités sud et nord de la section à l'étude. Les forêts résineuses ne sont pas considérées de très bonne qualité pour l'orignal comparativement aux forêts mixtes ou feuillues où l'orignal peut atteindre de fortes densités. D'ailleurs, les habitats de qualité pour l'orignal se caractérisent par une strate d'alimentation abondante et diversifiée.

Dans la zone d'étude, l'habitat de l'orignal est très favorisé par les activités forestières et les perturbations naturelles qui participent au rajeunissement de la forêt. Les coupes forestières effectuées dans la région depuis le milieu du siècle, les épidémies d'insectes qui ont perturbé ce secteur au cours des 50 dernières années et, dans une certaine mesure, l'aménagement de chemins forestiers, font en sorte que ce sont souvent les peuplements mixtes et feuillus qui s'installent, au détriment des peuplements résineux. Ces perturbations ont pour conséquence de rajeunir la forêt, mais surtout de rendre très abondantes les essences dont l'orignal se nourrit.

Il s'agit entre autres d'essences arbustives (ex. : érable à épis) et de feuillus intolérants (peuplier faux-tremble, bouleau à papier, cerisier de Pennsylvanie). Selon Peek (1998), l'orignal

atteint d'ailleurs les plus fortes densités près de 15 ans après les perturbations dans la forêt. La présence de jeunes forêts explique, en partie, la densité élevée de l'orignal observée dans la portion nord et dans certains secteurs situés dans le sud de la zone d'étude.

Par ailleurs, la qualité et les superficies d'habitats à fort potentiel pour l'orignal risquent de s'accroître avec l'exploitation forestière qui a cours présentement et qui se poursuivra dans les années futures. Ces parterres de coupe, composés actuellement en grande partie de peuplements résineux et moins productifs, seront remplacés dans des peuplements mixtes ou feuillus très propices à cette espèce typique des jeunes forêts. Les orignaux disposeront ainsi à moyen terme de nouveaux territoires dont la mosaïque composée de couvert d'abris et de nourriture leur sera très propice. Il est déjà possible d'apercevoir de parterres de coupes récentes dans les forêts résineuses situées près de l'Étape.

De plus, les modifications proposées au *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* contribueront aussi au maintien et à l'accroissement des populations d'orignaux en favorisant une dispersion en mosaïque des aires de coupe. Le règlement modifié aura pour effet de mieux répartir les parterres de coupe, de telle sorte que les populations d'orignaux disposeront dans les zones exploitées de plus grands massifs forestiers intacts comme couvert d'abri, jusqu'à ce que les parterres de coupe redeviennent des milieux de qualité pour cette espèce après 10 à 15 ans.

Afin d'obtenir plus de précision sur la qualité et la quantité des habitats propices à l'orignal à proximité de la route 175, nous avons appliqué le modèle d'indice de qualité d'habitat (IQH) développé par Dussault *et al.* (2002) dans le corridor d'étude de la route 175 (6 km de part et d'autre). Ce modèle fait intervenir la capacité d'un peuplement forestier à fournir de la nourriture et le degré d'entremêlement entre un couvert d'abri et un couvert lui fournissant de la nourriture. Les résultats démontrent la présence d'un IQH élevé pour les secteurs à l'ouest des km 84 à 105 et à l'est entre les km 105 et 125. Plus au nord, les secteurs entourant les km 211 et 225 obtiennent également des valeurs élevées d'IQH.

3.2 Ours noir

3.2.1 Population

La densité d'ours noir serait de 1,85 individu/10 km² dans les réserves fauniques de la zone de chasse 15 dont fait partie la RFL (Lamontagne *et al.*, 1999). Le potentiel d'accroissement des populations associées à cette partie du Québec se situerait à 8,9 % annuellement dans les meilleures conditions et en l'absence de prélèvements (*op. cit.*). Cependant, l'abondance annuelle de petits fruits aurait un effet positif direct sur le taux d'accroissement.

Le domaine vital d'un ours occuperait, selon les régions, entre 8 et 19 km² pour les femelles et entre 21 et 116 km² pour les mâles (Samson, 1996). Les plus grands déplacements seraient effectués durant la période d'abondance de petits fruits ou des fruits durs. À cette période, les ours pourraient franchir plusieurs dizaines de kilomètres en quelques semaines (Schwartz et Franzmann; 1991; Boileau, 1993; Samson, 1995).

3.2.2 Habitats

Compte tenu de son régime alimentaire diversifié, l'ours noir fréquente une variété d'habitats au cours de l'année et est en mesure de s'adapter à un grand nombre de milieux. La disponibilité de la nourriture est, d'après Samson (1996), le principal facteur déterminant la valeur d'un habitat pour l'ours. Cependant, à l'échelle régionale, les forêts mélangées ou de conifères sont considérées moins productives pour cette espèce que celles composées de feuillus du sud du Québec. Cependant, l'ours noir semble démontrer une préférence pour les milieux perturbés naturellement (épidémies) ou de façon anthropique (coupe forestière) (Boileau *et al.*, 1994; Samson, 1996). Dans ces endroits, l'ours noir bénéficie d'une quantité appréciable de petits fruits à l'été et à l'automne dont il est particulièrement friand. Au printemps et au début de l'été, les feuilles de bouleaux blancs et de peupliers faux-tremble seraient, par ailleurs, une source importante de nourriture (Samson, 1996).

Au parc national de la Gaspésie, les ours noirs se trouvent au début de l'été dans des forêts matures où le sapin baumier domine, accompagné du bouleau blanc et de l'épinette (Boileau, 1993). À la fin de l'été, plus de la moitié des ours repérés fréquentaient les forêts en régénération âgées d'environ 10 ans ou de 21 à 40 ans et dominées par le sapin baumier et le bouleau

blanc (*op. cit.*). Les coupes récentes sont souvent recherchées pour cette espèce, car on y trouve une grande abondance de petits fruits.

Les habitats jugés propices à la présence de l'ours noir sont abondants dans la zone d'étude, en particulier au nord (km 188 au km 227), mais également au sud dans les secteurs d'exploitation forestière situés à l'est de la route 175 entre les km 103 et 131. Ces derniers sont caractérisés par de très jeunes peuplements et des coupes forestières récentes.

Les relevés du MTQ concernant les collisions routières entre 1991 et 2001 montrent que l'ours noir fut impliqué dans 28 cas entre la fin mai et la mi-octobre. Les secteurs les plus à risque se situent surtout entre les km 106 et 165 (11 collisions) et entre les km 191 et 210 (10 collisions).

3.3 Caribou

3.3.1 Population

Le caribou est présent dans la zone d'étude comme en témoignent les rapports de collision avec la grande faune. Les caribous susceptibles de se trouver dans la zone d'étude appartiennent à la harde de caribous de Charlevoix (Banville, 1998), issue d'une réintroduction de 82 individus réalisée entre 1969 à 1972. Cette population s'est accrue pour atteindre 126 individus recensés en 1992 avant de chuter entre 60 et 80 individus en 2001 (Sebbane *et al.*, 2002, Banville, 1998). Un plan de redressement du caribou de Charlevoix sera d'ailleurs mis en place en 2004 afin de pallier à cette baisse d'effectifs. En plus de l'aménagement forestier, ce plan traite de mesures visant à réduire la prédation exercée par le loup et l'ours noir (Daniel Banville, MRNFP, comm. pers.).

Des repérages télémétriques récents (1998 à 2001) ont démontré que l'aire de distribution du caribou de Charlevoix variait selon les saisons (Sebbane *et al.*, 2002). Au printemps, les animaux se dispersent et occupent près de 1 100 km². Ils se concentrent, entre autres, près de la zone d'étude, c'est-à-dire dans le sud-est de la RFL et dans la ZEC des Martres. Des localisations télémétriques ont été obtenues à l'ouest de la route 175, entre les km 106 et 144. C'est d'ailleurs à cette période que les caribous fréquentent les sites de plus faible altitude (moy. = 701 m, *op. cit.*).

Pour la période de rut, les caribous de Charlevoix se rassemblent en formant des groupes plus nombreux sur des sites dont l'altitude moyenne est la plus élevée dans leur cycle annuel (moy. 783 m, *op. cit.*). Parmi les principaux lieux fréquentés à cette période, ils se situent tous à l'est de la route 175, le plus proche étant localisé à l'est du lac des Neiges, soit à une quinzaine de kilomètres. Les autres zones de concentration sont situées sur les Terres du Séminaire, au sud du parc national des Grands Jardins et au nord de la ZEC des Martres.

Pour la période hivernale, les caribous se regroupent davantage et se concentrent surtout dans le parc national des Grands Jardins et la ZEC des Martres, soit à une quinzaine de kilomètres à l'est du lac Jacques-Cartier. Aucune localisation télémétrique ne fut obtenue en hiver près de la route 175. Contrairement aux autres périodes, les déplacements hivernaux sont beaucoup plus limités, soit en moyenne 736 m/jour comparativement à 1 202 m/jour durant la période de mise bas (Sebbane *et al.*, 2002).

3.3.2 Habitats

Les habitats recherchés par cette espèce varient également selon la saison (Sebbane *et al.*, 2002). Les milieux ouverts et les milieux riches en lichens semblent être privilégiés en période de mise bas. En période hivernale, ce sont les peuplements denses de résineux, de même que les milieux riches en lichens. Pour la période de rut, la préférence irait vers les tourbières, les milieux ouverts et les milieux à lichens (*op. cit.*).

Ne bénéficiant pas d'un statut de protection particulier, la population de caribous de Charlevoix est considérée fragile et sa conservation est jugée problématique à court et à moyen termes (Banville, 1998). La modification de l'habitat causée par les coupes forestières, les feux de forêts dans le parc national des Grands Jardins et la prédation seraient les principales causes de cet état de situation.

À titre indicatif, de 1991 à 2000, un total de 7 collisions impliquant le caribou furent enregistrées par le MTQ. Ces collisions sont survenues précisément entre les km 139 et 145 le 24 juin 1991 (2), le 20 mai 1993 (2), le 21 août 1997, le 1^{er} août 1998 et le 30 août 2000.

3.4 Cerf de Virginie

3.4.1 Population

La présence du cerf de Virginie dans la zone d'étude est très ponctuelle à la fois dans le temps et dans l'espace. Cependant, avec l'expansion des populations dans des milieux plus au nord à la faveur d'hivers de moins en moins rigoureux, sa présence s'avère de plus en plus fréquente au nord du fleuve Saint-Laurent (Huot *et al.*, 2002). Aucune estimation de la densité n'est disponible pour la zone d'étude, mais elle demeure très faible.

3.4.2 Habitats

Le cerf peut fréquenter une multitude d'habitats et son choix varie selon les saisons. De la fin du printemps au début de l'hiver, lorsque ses déplacements sont peu ou pas limités par la neige au sol, il peut exploiter toute une gamme d'habitats forestiers et agroforestiers. Il peut ainsi fréquenter la bordure des champs agricoles et des boisés, les bûchers récents, les milieux en régénération, les jeunes forêts ou tout autre habitat où la nourriture est abondante et où un couvert de fuite se trouve à proximité. En fait, la qualité et la disponibilité des habitats en période estivale ne posent généralement pas de problème.

En période hivernale, il doit cependant se confiner dans des milieux particuliers où le climat est moins rigoureux et où il pourra trouver une nourriture adéquate à proximité. Ces lieux sont appelés aires de confinement et leur superficie dépend du nombre de cerfs présents et de la qualité de l'habitat. Les habitats fréquentés lors du confinement hivernal sont généralement des peuplements mixtes à dominance résineuse puisqu'ils offrent les meilleures conditions d'abri contre les rigueurs hivernales. Cependant, les cerfs doivent trouver à proximité une strate arbustive assez dense pouvant servir à leur alimentation durant une période moyenne de trois mois.

Seules les sections de la route 175 situées aux extrémités nord et sud possèdent des habitats forestiers dont les caractéristiques sont recherchées par le cerf de Virginie. C'est d'ailleurs dans ces secteurs que des cerfs de Virginie sont observés régulièrement. D'ailleurs, de 1991 à 2001, un total de 9 cerfs ont été impliqués dans des collisions avec des usagers de la route. Les incidents sont survenus entre les km 81 et 120 au sud et entre les km 206 et 226 au nord. Leur

présence dans la zone d'étude semble étroitement liée à la phase printanière de dispersion observable chez plusieurs grands mammifères puisque les collisions ont eu lieu majoritairement durant les mois de mai et juin (7/9).

4. ÉTUDE DES FACTEURS RELIÉS À LA DISTRIBUTION DES COLLISIONS IMPLIQUANT LA GRANDE FAUNE SUR LA ROUTE 175

4.1 Justification

L'objectif fondamental des interventions et de la mise en place d'outils en regard des collisions impliquant la grande faune est de réduire leur nombre, en particulier celles impliquant l'orignal puisque ce dernier fut responsable de plus de 91 % des collisions impliquant la grande faune entre 1991 et 2001 dans la zone d'étude (données du MTQ). Tel que précisé auparavant, la population d'orniaux devrait poursuivre sa croissance et ainsi augmenter le nombre d'orniaux susceptibles de se trouver sur la chaussée de la route 175.

Avant de définir plus justement les moyens d'intervention envisageables, il est nécessaire de mieux saisir et de comprendre les facteurs qui ont un effet sur le risque de collision. À cet effet, nous avons examiné les liens possibles entre certaines caractéristiques de la route 175, les paramètres de population et d'habitat pour l'orignal et le nombre de collisions par kilomètre entre 1991 et 2001.

4.2 Méthodes

4.2.1 Description des données d'entrée

Diverses analyses statistiques de type multivarié ont été utilisées pour préciser les relations entre les caractéristiques de la route 175 entre les km 84 et 227, les paramètres de population et d'habitat de l'orignal, et le nombre de collisions enregistrées de janvier 1991 à décembre 2001.

La source des données utilisées variait selon le type de variable (tableau 1). Ainsi, plusieurs données avaient été rendues disponibles sous format numérique dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (Consortium Génivar-Tecsult, 2003). D'autres variables sont le résultat d'analyses réalisées à l'aide du module « Spatial Analyst » dans Arc/Info. Quant aux types d'habitats présents dans l'emprise et l'importance des longueurs en remblais et déblais de plus et de moins de 3 m, ils ont été déterminés sur le terrain lors d'inventaires réalisés entre le 5 et le 11 novembre 2003. Un observateur évaluait et notait le chaînage lorsque des change-

Tableau 1
Description des variables incluses dans la base de données afin de caractériser chacun des kilomètres de la route 175
ainsi que l'habitat et les populations d'originaux

Variable	Nom dans la base de données	Source	Description	Unité
Kilomètre	Section		Kilomètre décrit	-
Section de 5 km	KM5		Identifie des groupes de 5 km	-
Superficie totale	SUP_TOT		Superficie de la section de route et d'une zone tampon de 1 km de chaque côté	ha
Descriptifs de la route				
Courbes élevées	COURB_EL	Géomatique (AutoCad « InRoads »)	Pourcentage du kilomètre en courbe faible (> 500 m de rayon)	%
Courbes faibles	COURB_FA	Géomatique (AutoCad « InRoads »)	Pourcentage du kilomètre en courbe élevée (< 500 m de rayon)	%
Dégagement	DEGAGE	Terrain	Distance entre la chaussée et le couvert forestier	m
Glissières de sécurité	LONG_GLI	Terrain	Longueur des glissières	m
Longueur des courbes	LG_COURB	Géomatique (AutoCad « InRoads »)	Longueur de la route en courbe	m
Longueur des voies auxiliaires	LONG_AUX	Géomatique (AutoCad « InRoads »)	Longueur des voies auxiliaires	m
Proportion en remblais > 3m	REMGRAND	Terrain	Pourcentage de la longueur de la route en remblais > 3 m	%
Proportion en remblais < 3m	REMPETIT	Terrain	Pourcentage de la longueur de la route en remblais < 3 m	%
Proportion en déblais > 3 m	DEBGRAND	Terrain	Pourcentage de la longueur de la route en déblais > 3 m	%
Proportion en déblais < 3 m	DEBPETIT	Terrain	Pourcentage de la longueur de la route en déblais < 3 m	%
Tangente de la route	LG_TAN	Géomatique (AutoCad « InRoads »)	Longueur de la route en tangente	m
Voies auxiliaires	LONG_AUX	MTQ	Longueur des voies auxiliaires	m
Descriptifs de l'habitat de l'original				
Arbustes dans l'emprise	ARBUS	Terrain	Pourcentage de la végétation en couvert arbustif dans l'emprise	%
Étangs	S_ETG_250	Géomatique (« ARC GIS »)	Nombre d'étangs (< 10 ha) à moins de 250 m de l'emprise	Nombre
Feuillus adjacents à l'emprise	FEUILLUS	Terrain	Pourcentage du couvert feuillu adjacent à l'emprise	%
Indice de qualité de l'habitat pondéré pour l'entremêlement	IQH_BORD	Application du modèle de Dussault <i>et al.</i> (2002) - géomatique	Indice de l'entremêlement des peuplements forestiers pour l'original	-
Indice de qualité de l'habitat pondéré pour la nourriture	IQH_NOUR	Application du modèle de Dussault <i>et al.</i> (2002) - géomatique	Indice de la qualité de la nourriture disponible pour l'original	-

Tableau 1 (suite)
Description des variables incluses dans la base de données afin de caractériser chacun des kilomètres de la route 175
ainsi que l'habitat et les populations d'originaux

Variable	Nom dans la base de données	Source	Description	Unité
Indice pondéré de l'habitat total	IQH_TOT	Application du modèle de Dussault <i>et al.</i> (2002) - géomatique	Indice total de qualité de l'habitat de l'original	-
Longueur du réseau hydrographique	HYD_250	Géomatique (« ARC GIS »)	Longueur des ruisseaux et rivières à moins de 250 m de l'emprise	m
Salines de compensation	N_SAL_CO	MTQ	Nombre de mares salines de compensation	Nombre
Mares salines	N_SAL_MA	MTQ	Nombre de mares salines	Nombre
Milieux humides	SUP_HUM	Photo-interprétation et campagne de validation	Superficie en milieux humides à moins de 1 km de chaque côté	ha
Milieux humides dans l'emprise	MILHUM	Terrain	Pourcentage de la végétation en milieu humide dans l'emprise	%
Mélangés adjacents à l'emprise	MELANGE	Terrain	Pourcentage du couvert mélangé adjacent à l'emprise	%
Mixtes adjacents à l'emprise	MIXTE	Terrain	Pourcentage du couvert mixte adjacent à l'emprise	%
Nombre de traversées de cours d'eau	NB_TRAV	Terrain	Nombre de ponceaux	Nombre
Pente	PENTE	Géomatique (« Spatial Analyst »)	Moyenne des pentes de pixels (10 m x 10 m) calculées à partir des courbes de niveau dans un rayon de 500 m	Degré
Variation de la pente	STD_PENTE	Géomatique (« Spatial Analyst »)	Erreur standard de la pente moyenne	-
Régénération	SUP_REG	Géomatique (« ARC GIS »)	Superficie des couverts forestiers en régénération (reres, refeuil, remel) à moins de 1 km de la route	ha
Régénération adjacente à l'emprise	REGENERA	Terrain	Pourcentage du couvert en régénération adjacent à l'emprise	%
Résineux adjacents à l'emprise	RESINEUX	Terrain	Pourcentage du couvert résineux adjacent à l'emprise	%
Descriptifs des populations d'originaux				
Distance des ravages	DIST_RAV	Géomatique (« ARC GIS »)	Distance moyenne des ravages à la route	m
Ravages d'originaux	NB_RAV	MTQ	Nombre de ravages associés à la section de route	Nombre
Récolte d'originaux 1990-2002	DIST_REC	Fichier de la grande faune et géomatique (« ARC GIS »)	Distance entre le kilomètre et l'endroit où il y a eu une récolte d'original	m

ments étaient perceptibles dans les paramètres examinés. À intervalle régulier, l'équipe de terrain procédait à un mesurage des distances de la chaussée au couvert forestier. Les données associées aux côtés est et ouest de l'emprise ont été combinées et transformées en pourcentage d'importance pour chaque kilomètre.

Au total, un peu plus d'une trentaine de variables associées aux caractéristiques de la route et de l'original ont été retenues pour les analyses statistiques. La donnée associée à chaque kilomètre caractérisait le kilomètre centré sur le chaînage. À titre d'exemple, pour le km 84, ce sont les caractéristiques observées entre les km 83,5 et 84,5.

4.2.2 Sélection des variables

Avant de procéder aux analyses multivariées proprement dites, nous avons simplifié le jeu des données en identifiant les variables fortement corrélées entre elles. En effet, si une variable varie étroitement en accordance à une autre variable, il devient alors inutile d'intégrer les deux variables aux analyses puisque les variations d'une variable nous renseignent étroitement sur celles de l'autre variable. De plus, dans le cas des analyses multivariées de ce type, il faut avoir un minimum d'échantillons en regard du nombre de variables indépendantes que l'on désire examiner. Une simple règle est que $N \geq 50 + 8m$, où N est le nombre d'échantillons et m est le nombre de variables indépendantes (Tabachnick et Fidell, 2001). Dans la présente étude, nous disposons de 143 échantillons ou sections; il fallait donc se limiter à au plus une dizaine de variables.

À cette fin, nous avons produit une matrice de corrélation entre les variables d'intérêt pour deux groupes de variables, soit celles décrivant la route et celles décrivant l'habitat et les populations d'originaux. Ces deux matrices de corrélation ont permis de distinguer les variables descriptives qui étaient les moins redondantes et qui nous fournissaient le plus d'information. En procédant ainsi, on réduit le nombre de variables descriptives soumises aux analyses et il devient plus facile d'interpréter les résultats.

4.2.3 Relations entre les variables descriptives et le nombre de collisions

Dans un premier temps, nous avons utilisé un modèle statistique englobant la totalité des collisions impliquant l'original, et cela peu importe les saisons (modèle annuel) afin d'examiner globalement la situation le long de la route 175. Dans un deuxième temps, nous avons refait les

analyses, mais en examinant la situation sur une base saisonnière (modèles saisonniers) afin de déterminer si les caractéristiques affectant le nombre de collisions diffèrent selon les saisons.

4.2.3.1 *Modèle global*

Afin de bien cerner les variables ayant une relation significative avec le nombre de collisions toutes saisons confondues, nous avons utilisé plusieurs méthodes statistiques similaires et nous en avons comparé les résultats. Nous avons utilisé plusieurs méthodes puisqu'il est important que le choix final des variables ne soit pas influencé principalement par la méthode de sélection. Ces méthodes sont la régression multiple (variable réponse = logarithme naturel du nombre de collisions) et la régression logistique dont la variable réponse pour chaque kilomètre appartient à deux ou trois classes liées au nombre total d'accidents.

Dans le cas de la régression multiple, nous avons réalisé cette analyse en sélectionnant les variables les plus susceptibles d'être liées aux nombres d'accidents par kilomètre selon le critère d'information théorique d'Akaike (AIC) et selon la technique des moindres carrés (LSM) ($P < 0,05$). L'AIC permet de distinguer le modèle linéaire qui perd le moins d'information possible comparativement à un modèle théorique parfait (aucune variance résiduelle) et qui explique donc le maximum des variations observées dans la variable réponse, c'est-à-dire le nombre d'accidents par kilomètre. La technique des moindres carrés est une méthode statistique plus classique qui vise à réduire la différence entre le nombre d'accidents prédits et la valeur observée du nombre d'accidents par un modèle mathématique impliquant des variables dites significatives. De plus, il est important de mentionner que l'entrée des variables dans le processus d'élaboration des modèles fut ascendante, c'est-à-dire que la variable la plus significative ou importante était entrée en premier lieu. Les autres variables sont ensuite entrées une par une dans le modèle de façon similaire jusqu'à ce qu'il ne reste plus aucune variable significative à intégrer au modèle.

Afin de ne pas ignorer une variable qui pourrait être associée au nombre de collisions impliquant l'original et ainsi nous aider à mieux comprendre le pourquoi des accidents, nous avons sélectionné celles qui étaient significatives dans au moins deux modèles. De plus, nous avons utilisé un taux de probabilité statistique de 0,1 plutôt que de 0,05 (habituellement utilisé) afin de s'assurer, encore une fois, de ne pas exclure de variables qui pourraient s'avérer importantes.

Finalement, afin d'examiner les données sous un autre angle et de tenter d'améliorer notre compréhension du phénomène, nous avons regroupé le nombre de collisions observées par kilomètre en classe et généré, pour chacune d'entre elles, des moyennes pour les variables descriptives. Des analyses de corrélation ont par la suite été réalisées entre ces données afin de déceler des associations significatives.

4.2.3.2 *Modèles saisonniers*

Les déplacements, les habitats fréquentés et le comportement des orignaux diffèrent entre les saisons (Dussault, 2002; Leblanc, 2002; Laurian *et al.*, 2000; Labonté *et al.*, 1998; Courtois *et al.*, 1993) Puisque certains facteurs liés à l'écologie et à la biologie de cette espèce peuvent influencer la nature et la fréquence des déplacements saisonniers, nous avons analysé les relations entre les variables descriptives et le nombre total de collisions par kilomètre selon les saisons. Ainsi, il est possible d'envisager que certains facteurs soient associés aux collisions à l'été et qu'ils ne le soient pas à l'automne ou à l'hiver.

Une analyse de régression multiple fut donc réalisée sur chaque sous-groupe de données lié aux périodes suivantes : l'été (1^{er} mai au 31 août), l'automne (1^{er} septembre au 31 octobre) et l'hiver (1^{er} novembre au 31 avril). La sélection des variables lors de l'élaboration des modèles a été faite de façon ascendante et en utilisant un taux de signification de 0,1.

4.3 **Résultats**

4.3.1 Occurrence des collisions le long de la zone d'étude

Un total de 425 collisions ont impliqué un orignal entre les km 84 et 227 le long de la route 175 entre janvier 1991 et décembre 2001. Ces collisions représentaient 91 % de toutes celles enregistrées dont la grande faune était impliquée. Ces collisions sont principalement survenues entre les km 84 et 111 et entre les km 176 et 215 (figure 2). Un nombre beaucoup moins élevé d'accidents impliquant l'orignal a été constaté entre les km 112 et 175. Entre 32 et 47 collisions impliquant l'orignal surviennent à chaque année sur ce tronçon de la route 175.

Aucune tendance à la hausse ou à la baisse n'est clairement perceptible sur cette période de 11 ans (figure 3). Alors que le nombre d'accidents semblait augmenter durant les années '90, il a diminué en 1999 et augmenté depuis.

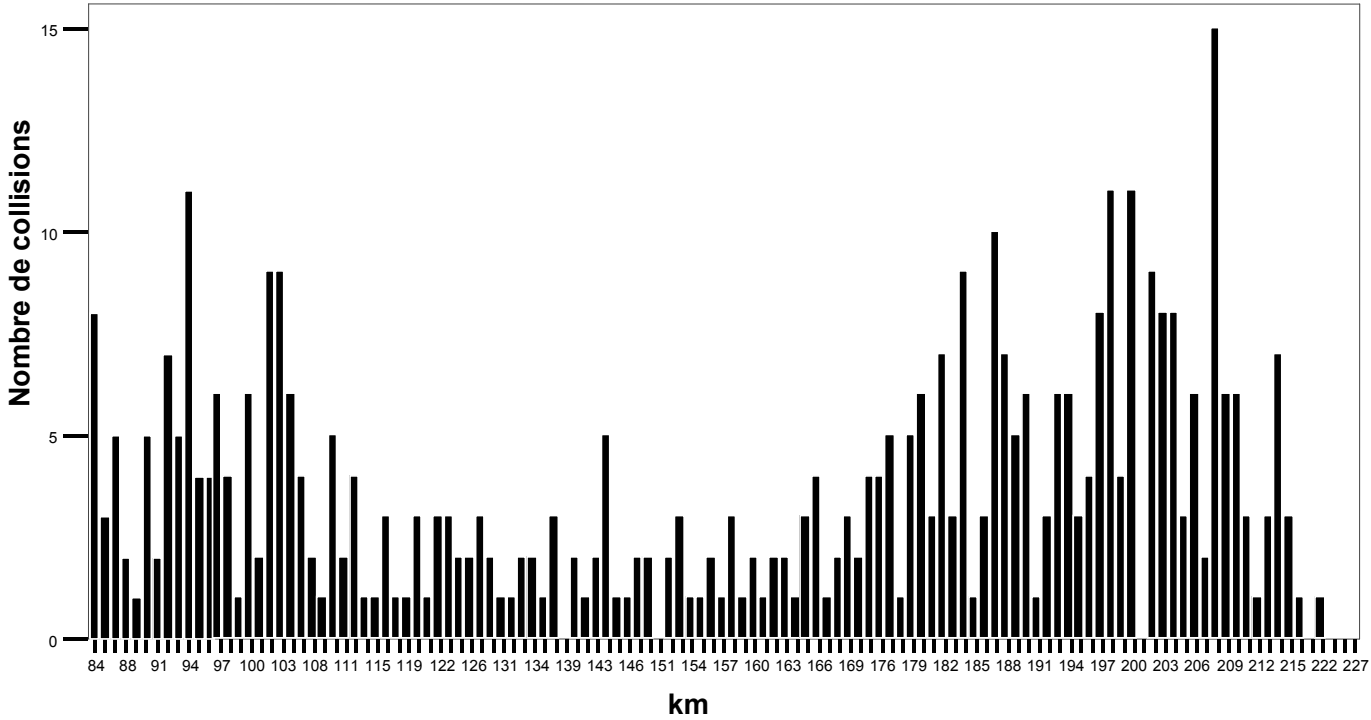


Figure 2
Nombre de collisions par kilomètre impliquant un orignal entre les km 84 et 227 de la route 175
entre le 1^{er} janvier 1991 et le 31 décembre 2001

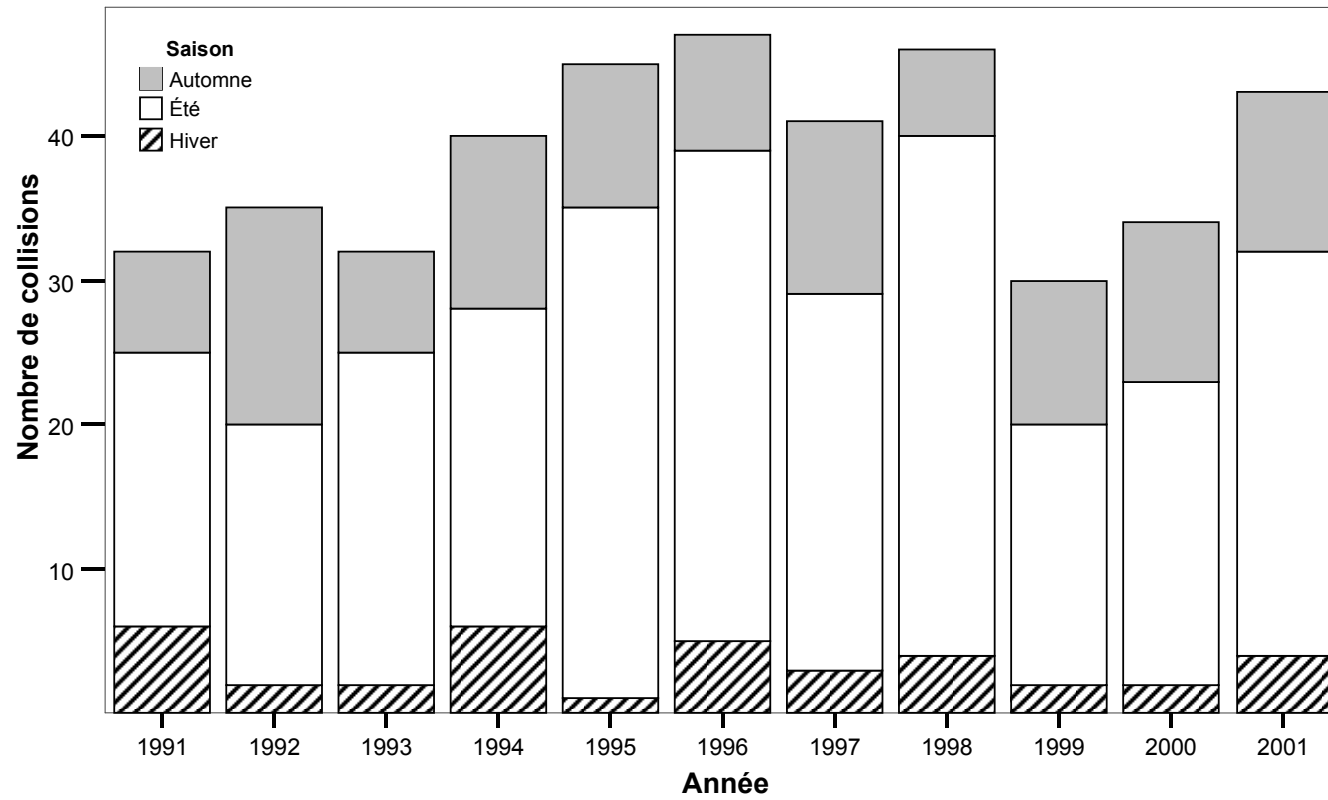


Figure 3
Nombre de collisions impliquant l'orignal entre les km 84 et 227 de la route 175 par année et par saison

Si on estime à 10 382 \$ la valeur moyenne des dommages matériels et humains pour chaque collision selon l'approche du capital humain utilisée par le MTQ récemment pour la direction du Bas-Saint-Laurent – Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine (Poulin, 2002), les coûts totaux se chiffrent annuellement entre 332 224 à 487 954 \$. Toutefois, cette valeur est nettement inférieure à celle considérée par le Maine Department of Transportation qui a évalué à 23 500 \$ US (30 921 \$ CAN) l'impact économique d'une collision avec l'orignal entre 1999 et 2001 (http://www.state.me.us/mdot/safety-programs/pdf/maine_moose_crashes_99-01.pdf).

4.3.2 Sélection des variables

L'examen des corrélations entre les variables décrivant les caractéristiques de la route a permis d'identifier deux groupes dont les variables étaient étroitement associées. Ainsi, dans le premier groupe, la longueur des glissières dans la section (1 km), la longueur de la section en courbe, la longueur de la section en tangente, le pourcentage de la section en courbe élevée, le pourcentage de la section en courbe faible et la largeur de l'emprise étaient tous corrélés entre eux (tableau 2). Dans le deuxième groupe, le pourcentage de la section en remblais de plus de 3 m était corrélé avec celui de la section en remblais de moins de 3 m, et le pourcentage de la section en déblais de plus de 3 m était corrélé avec celui de la section en déblais de moins de 3 m. Suite à ces constats, nous avons décidé de garder la longueur de la section en courbe, le pourcentage de la section en remblais de plus de 3 m et le pourcentage de la section en déblais de plus de 3 m pour les fins des analyses statistiques puisque ceux-ci procuraient le plus d'information complémentaire.

Parmi les variables décrivant les paramètres de population et d'habitat pour l'orignal, nous avons également décelé de fortes corrélations (tableau 3). Ainsi, le nombre de mares salines situées à proximité de la section de 1 km était corrélé au nombre d'étangs situés à moins de 250 m de l'emprise, ainsi qu'au pourcentage du couvert arborescent adjacent à l'emprise composé de peuplements mélangés. La distance de la section de 1 km à un site de récolte était négativement corrélé aux deux composantes de l'indice de qualité de l'habitat, à la superficie du couvert forestier en régénération situé à moins d'un kilomètre de la section de route, ainsi qu'à plusieurs variables décrivant la végétation à la limite de l'emprise de la route. La longueur totale des cours d'eau situés à moins de 250 m de l'emprise était corrélée au nombre de cours d'eau traversant la route ainsi qu'à la pente moyenne du terrain entourant la section. Suite à cette

Tableau 2
Corrélations entre les variables descriptives entre les km 84 et 227 de la route 175

Variable	LN_COL*	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
LONG_AUX (A)	- 0,01										
LONG_GLI (B)	- 0,06	0,13									
LG_TAN (C)	0,01	- 0,04	- 0,10								
LG_COURB (D)	0,01	- 0,03	0,15	- 0,91							
COURB_EL (E)	- 0,04	- 0,02	0,26	- 0,24	0,28						
COURB_FA (F)	0,03	- 0,01	0,00	- 0,78	0,84	- 0,28					
DEGAGE (G)	0,01	0,04	0,24	- 0,17	0,18	0,22	0,06				
rem<3m (H)	0,16	- 0,16	- 0,49	0,08	- 0,09	- 0,15	- 0,01	- 0,10			
rem>3m (I)	- 0,14	0,06	0,54	0,02	- 0,01	0,15	- 0,08	- 0,07	- 0,62		
deb<3m (J)	0,14	0,05	- 0,31	0,00	- 0,06	- 0,08	- 0,01	- 0,06	- 0,18	- 0,31	
deb>3m	- 0,22	0,09	0,42	- 0,12	0,19	0,13	0,11	0,25	- 0,52	0,14	- 0,45

- * Logarithme naturel du nombre de collisions.
- Coefficients de corrélation en gras sont significatifs à P < 0,05.
- Les variables en gras ont été retenues pour les analyses.
- Description des variables dans le tableau 1 (page 18).

Tableau 3
Corrélations entre les variables descriptives de l'habitat de l'original entre les km 84 et 227 de la route 175

Variable	LN_COL*	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
N_SAL_MA (A)	<i>0,02</i>																		
DIST_REC (B)	- 0,19	<i>- 0,09</i>																	
S_ETG_250 (C)	- 0,11	0,21	0,02																
SUP_REG (D)	- 0,14	<i>- 0,09</i>	- 0,13	0,06															
IQH_BORD (E)	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	- 0,39	<i>0,00</i>	0,42														
IQH_NOUR (F)	<i>0,13</i>	<i>- 0,07</i>	- 0,62	<i>- 0,07</i>	0,38	0,56													
HYD_250 (G)	0,20	<i>0,03</i>	<i>- 0,03</i>	<i>- 0,13</i>	<i>- 0,11</i>	<i>- 0,02</i>	<i>0,07</i>												
PENTE (H)	- 0,09	<i>0,05</i>	- 0,22	<i>- 0,02</i>	<i>0,09</i>	0,33	0,24	0,11											
STD_PENTE (I)	- 0,23	<i>- 0,05</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>	0,23	<i>- 0,01</i>	<i>0,10</i>	0,79										
NB_RAV (J)	<i>0,07</i>	<i>- 0,02</i>	- 0,18	<i>0,02</i>	<i>- 0,02</i>	<i>- 0,01</i>	<i>0,10</i>	<i>- 0,10</i>	<i>- 0,10</i>	<i>- 0,04</i>									
DIST_RAV (K)	- 0,03	<i>- 0,06</i>	<i>- 0,02</i>	<i>- 0,04</i>	<i>- 0,08</i>	- 0,14	<i>- 0,10</i>	<i>0,00</i>	<i>- 0,01</i>	<i>0,03</i>	0,44								
NB_TRAV (L)	0,12	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>- 0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,10</i>	<i>- 0,11</i>	0,33	0,19	<i>0,16</i>	<i>- 0,10</i>	<i>- 0,02</i>							
ARBUS (M)	<i>0,09</i>	<i>- 0,12</i>	- 0,48	<i>- 0,07</i>	<i>- 0,04</i>	<i>0,11</i>	0,57	<i>- 0,03</i>	<i>- 0,01</i>	<i>- 0,10</i>	0,26	<i>0,05</i>	<i>- 0,10</i>						
MILHUM (N)	- 0,16	<i>- 0,02</i>	<i>- 0,01</i>	<i>0,03</i>	0,18	0,19	<i>0,01</i>	<i>0,13</i>	0,20	0,33	<i>- 0,05</i>	<i>- 0,03</i>	<i>0,10</i>	<i>- 0,08</i>					
RESINEUX (O)	- 0,13	<i>0,11</i>	0,57	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>- 0,13</i>	- 0,69	<i>- 0,01</i>	<i>- 0,02</i>	<i>0,10</i>	- 0,22	<i>0,04</i>	0,26	- 0,66	<i>- 0,03</i>				
MIXTE (P)	0,06	- 0,14	- 0,39	<i>- 0,01</i>	- 0,20	<i>0,09</i>	0,59	<i>- 0,03</i>	<i>- 0,05</i>	<i>- 0,11</i>	0,15	<i>- 0,04</i>	- 0,33	0,62	- 0,15	- 0,81			
FEUILLUS (Q)	0,20	<i>- 0,09</i>	- 0,32	<i>- 0,07</i>	<i>- 0,05</i>	<i>0,00</i>	0,46	<i>- 0,05</i>	<i>- 0,11</i>	- 0,19	0,30	<i>- 0,01</i>	- 0,23	0,53	<i>- 0,09</i>	- 0,59	0,47		
REGENERA (R)	0,23	<i>0,05</i>	- 0,32	<i>- 0,06</i>	0,21	<i>0,11</i>	0,28	<i>0,08</i>	<i>0,09</i>	<i>- 0,10</i>	<i>0,01</i>	<i>- 0,06</i>	<i>0,11</i>	0,15	<i>- 0,06</i>	- 0,35	<i>- 0,11</i>	0,00	
SUP_HUM	- 0,09	<i>0,03</i>	0,26	<i>- 0,02</i>	<i>- 0,07</i>	- 0,29	- 0,28	<i>0,10</i>	- 0,44	- 0,30	<i>0,11</i>	<i>0,11</i>	<i>0,01</i>	<i>- 0,12</i>	<i>- 0,09</i>	<i>0,10</i>	<i>- 0,07</i>	<i>- 0,07</i>	<i>- 0,12</i>

- * Logarithme naturel du nombre de collisions.
- Coefficients de corrélation en gras sont significatifs à P < 0,05.
- Les variables en gras ont été retenues pour les analyses.
- Description des variables dans le tableau 1 (page 18).

analyse, nous avons retenu les variables suivantes : le nombre de mares salines, l'indice d'IQH lié à l'entremêlement entre la nourriture et le couvert d'abri (IQH bordure), l'indice d'IQH associé à la quantité de nourriture (IQH nourriture), la longueur totale de cours d'eau à proximité de la section, la variation de la pente dans la section, le nombre de ravages situés à proximité de la section et le pourcentage des milieux adjacents à l'emprise composés d'arbustaires et de milieux humides.

La liste des variables retenues pour les analyses se trouve au tableau 4.

Tableau 4
Liste des variables retenues pour les analyses statistiques

Variable	Nom dans la base de données
Descriptifs de la route	
Longueur des courbes	LG_COURB
Proportion en remblais > 3m	REMGRAND
Proportion en déblais > 3 m	DEBGRAND
Descriptifs de l'habitat de l'original	
Arbustes dans l'emprise	ARBUS
Indice de qualité de l'habitat pondéré pour l'entremêlement	IQH_BORD
Indice de qualité de l'habitat pondéré pour la nourriture	IQH_NOUR
Longueur du réseau hydrographique	HYD_250
Mares salines	N_SAL_MA
Milieux humides dans l'emprise	MILHUM
Variation de la pente	STD_PENTE
Descriptifs des populations d'originaux	
Ravages d'originaux	NB_RAV

4.3.3 Relations entre les variables descriptives et le nombre de collisions

4.3.3.1 *Modèle global*

Un certain nombre de variables ont un lien significatif avec le nombre de collisions impliquant l'original sur la route 175 (tableau 5). Par ordre décroissant d'importance, ce sont la variation de la pente du terrain avoisinant la section de 1 km, l'abondance de cours d'eau à moins de 250 m de la section, la qualité des peuplements forestiers situés à proximité à fournir un couvert d'alimentation pour l'original (IQH nourriture) et le pourcentage de la section de route se trouvant en déblais de plus de 3 m. Ces variables sont apparues comme étant celles ayant une influence prépondérante sur le nombre de collisions par kilomètre puisqu'elles étaient significatives dans

au moins deux modèles (tableau 5). Dans tous ces modèles, le nombre de collisions augmentait avec l'indice d'IQH associé à la quantité de nourriture et la longueur des cours d'eau adjacents à la route. Par contre, il diminuait avec l'augmentation des variations de la pente et de la portion de la section en déblais de plus de 3 m.

Tableau 5
Probabilités d'un effet non significatif des variables descriptives sur le nombre de collisions sur la route 175 causées par la présence d'un orignal, obtenues par régression multiple [sélection par AIC (rang indiqué et poids des variables cumulées) ou LSM] et régression logistique (3 classes : 0-3, 4-7 et 8-16 collisions; 2 classes (A) : 0-7 et 8-16 collisions 2 classes (B) : 0-3 et 4-16 collisions)

Variable	Régression multiple		Régression logistique		
	AIC	LSM	3 classes	2 classes (A)	2 classes (B)
Déblais > 3m	3 – 0,36	<u>0,059</u>	0,249	<u>0,085</u>	0,209
IQH bordure	4 – 0,29	0,472	0,727	0,267	0,830
IQH nourriture	2 – 0,18	0,151	<u>0,051</u>	0,007	0,021
Longueur des courbes	10 – 0,00	0,363	0,506	0,590	0,672
Longueur du réseau hydrographique	11 – 0,00	0,006	0,004	0,534	0,002
Nombre de mares salines	6 – 0,02	0,985	0,237	<u>0,097</u>	0,477
Nombre de ravages	7 – 0,01	0,330	0,595	0,820	0,900
Remblais > 3 m	5 – 0,10	0,102	0,292	0,290	0,124
Superficie en arbustes	9 – 0,00	0,343	0,606	0,504	0,830
Superficie en milieux humides	8 – 0,00	0,179	0,260	0,357	0,155
Variation de la pente	1 – 0,05	0,002	0,427	0,201	0,216
R ²	-	0,103	0,288	0,097	0,164

Le modèle de régression logistique était de loin celui le plus fiable puisqu'il expliquait tout près de 30 % des classes du nombre de collisions ($R^2 = 0,288$). Dans ce modèle, les variables IQH nourriture et la longueur totale de cours d'eau à proximité étaient les plus significatives.

Les corrélations entre les moyennes des variables explicatives par classe de nombre de collisions et le nombre de collisions ont procuré des résultats similaires à ceux présentés ci-dessus. Ainsi, les variables les plus corrélées au nombre de collisions étaient l'IQH nourriture ($r = 0,86$, $P < 0,01$), le recouvrement des arbustes dans l'emprise, ($r = 0,60$, $P = 0,02$), le pourcentage de la section de route se trouvant en déblais de plus de 3 m ($r = - 0,53$, $P = 0,05$), le pourcentage de recouvrement en milieux humides dans l'emprise ($r = - 0,51$, $P = 0,06$), la variation de la

pente ($r = -0,46$, $P = 0,10$) et le pourcentage de la section de route se trouvant en remblais de plus de 3 m ($r = -0,46$, $P = 0,10$).

L'importance des milieux humides à proximité de la route semble donc s'ajouter à la liste des variables susceptibles d'influencer le nombre de collisions impliquant l'orignal sur la route 175. Toutefois, si on examine le diagramme de dispersion entre le pourcentage moyen de recouvrement en milieux humides et les classes de nombre de collisions, la corrélation négative observée entre ces deux variables nous apparaît peu convaincante (figure 4). En effet, la corrélation significative semble être causée par le fait qu'il y a un nombre important de classes de collisions où aucun milieu humide ne fut observé, alors qu'il y avait aussi peu de collisions aux kilomètres dans lesquels se trouvaient des milieux humides. L'influence des milieux humides situés dans l'emprise sur le nombre de collisions est, selon toute apparence, très limitée et possiblement fortuite.

Parmi les autres variables dont les moyennes étaient corrélées au nombre de collisions, l'indice d'IQH associé à la quantité de nourriture, la variation de la pente et l'importance de la section en déblais de plus de 3 m ont déjà été sélectionnés par les méthodes statistiques précédentes. Les deux autres variables significatives, soit le recouvrement en arbustaias et la longueur de la section se trouvant en remblais de plus de 3 m, n'ont pas été retenues dans les autres modèles. Ces corrélations nous apparaissent plus fortuites, car elles sont issues d'une simplification des données. En effet, cette analyse a utilisé comme données d'entrée la valeur moyenne des variables sur 14 classes du nombre de collisions par section de 1 km comparativement aux analyses précédentes qui incluaient le nombre de collisions pour chaque kilomètre comme données d'entrée.

Constats

- Quatre variables ont un lien significatif avec le nombre de collisions enregistrées pour les sections de 1 km. Ces variables sont par ordre d'importance : la variation de la pente du terrain adjacent à la section, l'abondance de cours d'eau situés à moins de 250 m de l'emprise, la valeur de l'indice associé à la quantité de nourriture (IQH nourriture) dans les habitats forestiers situés à moins de 1 km et la proportion de la section se trouvant en déblais de plus de 3 m.
- Dans le cas de l'indice IQH lié à la quantité de nourriture, ce paramètre reflète fort probablement les densités relatives de l'orignal observées actuellement dans la RFL.

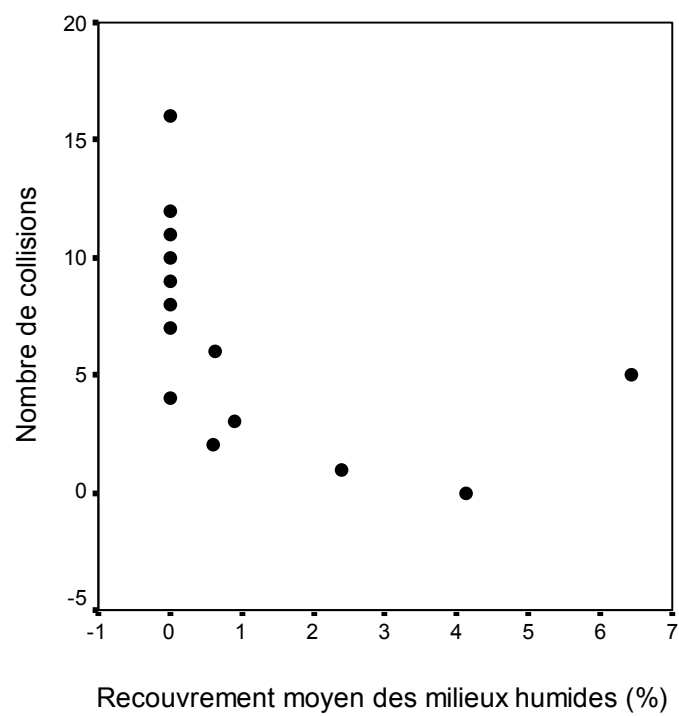


Figure 4
Diagramme de dispersion entre le nombre de collisions et le recouvrement moyen des milieux humides par classe de nombre de collisions sur la route 175

- Même si certaines variables sont associées significativement au nombre de collisions enregistré, les modèles élaborés ne permettent pas de prédire avec justesse le nombre de collisions observé sur une base annuelle. Ainsi, une partie importante des collisions ne peut être associée à des caractéristiques de la route ou à des paramètres d'habitat pour l'orignal.
- Les variables les plus importantes pour expliquer le nombre de collisions caractérisent le paysage plutôt que des conditions ponctuelles de l'habitat à proximité de la route ou les caractéristiques géométriques de cette dernière.

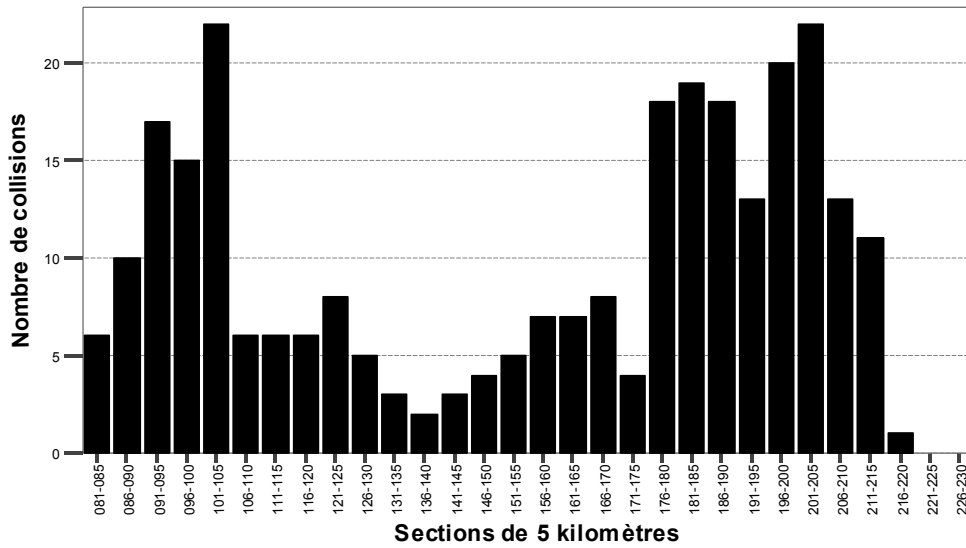
4.3.3.2 Modèles saisonniers

Le nombre de collisions impliquant l'orignal varie fortement selon les saisons (figure 3.) L'été est sans contredit la période la plus à risque puisque près de 65 % (n = 279) des accidents surviennent à cette période. L'automne et l'hiver comptent respectivement pour 26 % (n = 109) et 9 % (n = 37) des collisions. Ces variations reflètent les changements observés sur les déplacements en fonction du cycle biologique de l'espèce et également des conditions de déplacement. Les animaux se dispersent dans les habitats à des taux qui peuvent atteindre presque 1 km par jour selon les endroits (Laurian *et al.*, 2000). À l'automne, tel que précisé auparavant, la période de reproduction induit des déplacements importants chez les adultes pour s'apparier. À l'hiver, les mouvements sont restreints à cause du couvert de neige.

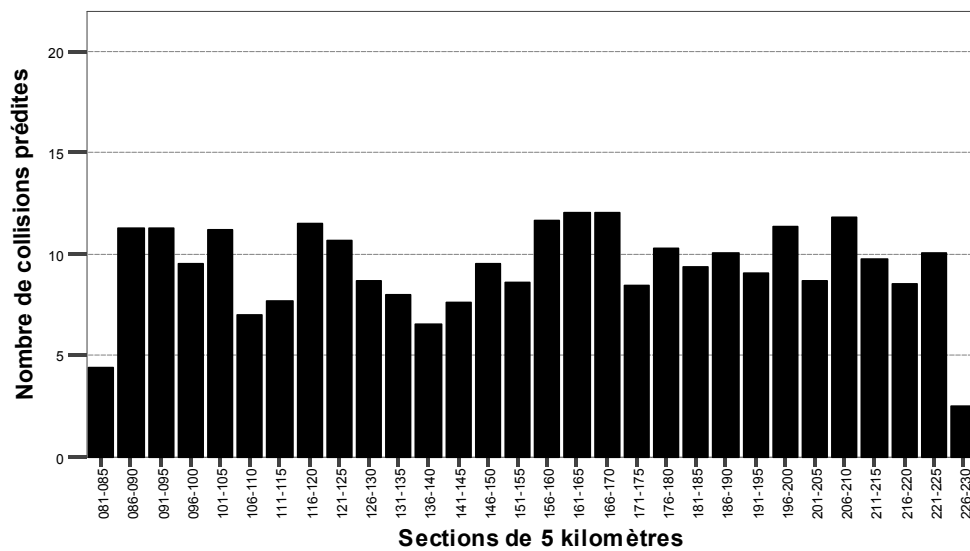
La distribution spatiale des collisions par saison le long de la route 175 demeure toutefois généralement similaire à celle comprenant la totalité des collisions (figures 5 à 7). Ainsi, peu importe la saison, les collisions sont fréquentes au début et à la fin du tronçon à l'étude. C'est dans la portion centrale de la RFL qu'on observe le moins de collisions, et cela peu importe la saison.

Nous avons réalisé une analyse de régression multiple sur les 11 variables sélectionnées pour chaque saison afin d'identifier des facteurs qui pourraient expliquer le nombre de collisions.

En été, le nombre de collisions impliquant l'orignal était relié négativement à la variation de la pente dans les terrains adjacents à la section de 1 km ($P = 0,002$) et positivement à l'abondance de cours d'eau ou de rivières à moins de 250 m de la section ($P = 0,041$). Le modèle de régression pour la période estivale est significatif ($P = 0,002$), mais sa capacité à prédire justement le nombre de collisions enregistré est plutôt faible ($R^2 = 0,085$).

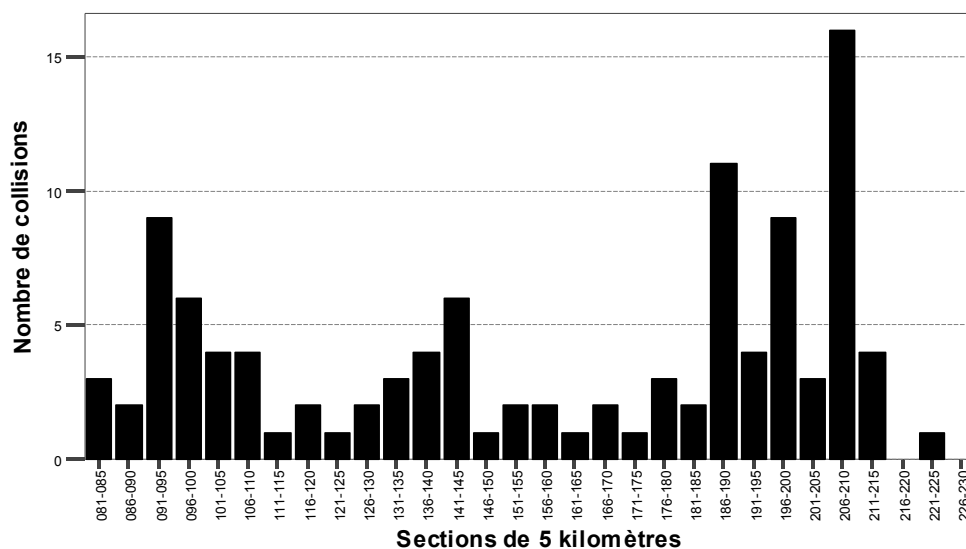


A

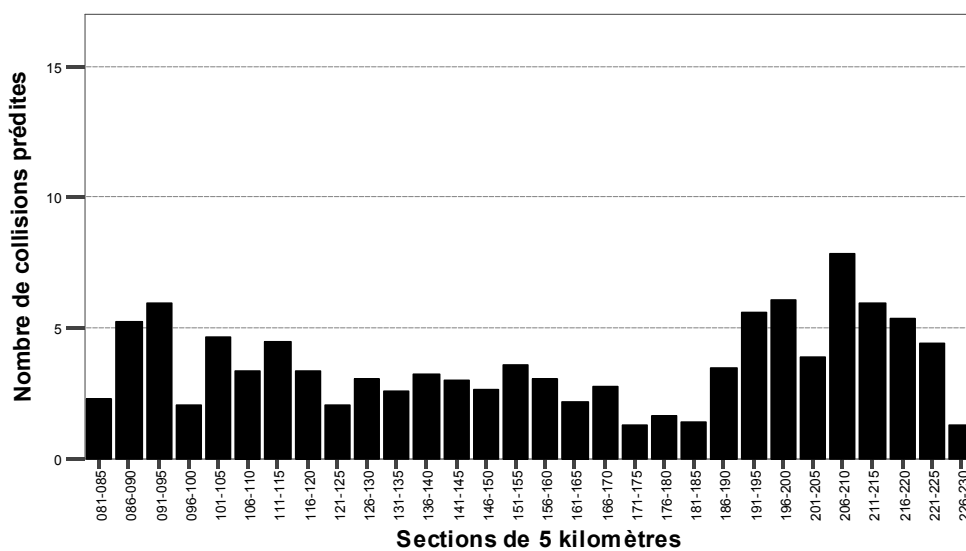


B

Figure 5
Nombre de collisions observées (A) et prédites (B) impliquant un orignal par 5 km
sur la route 175 durant l'été (1^{er} mai au 31 août) entre 1991 et 2001

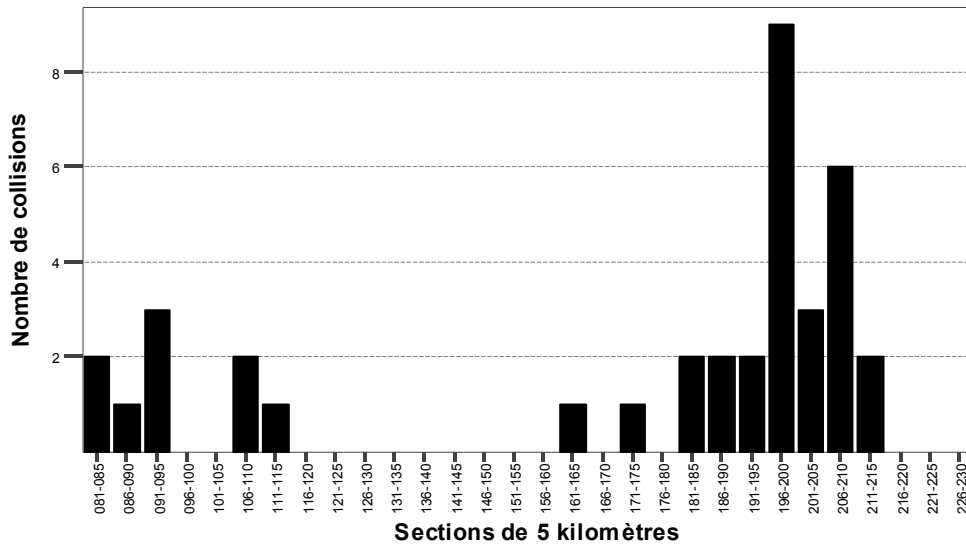


A

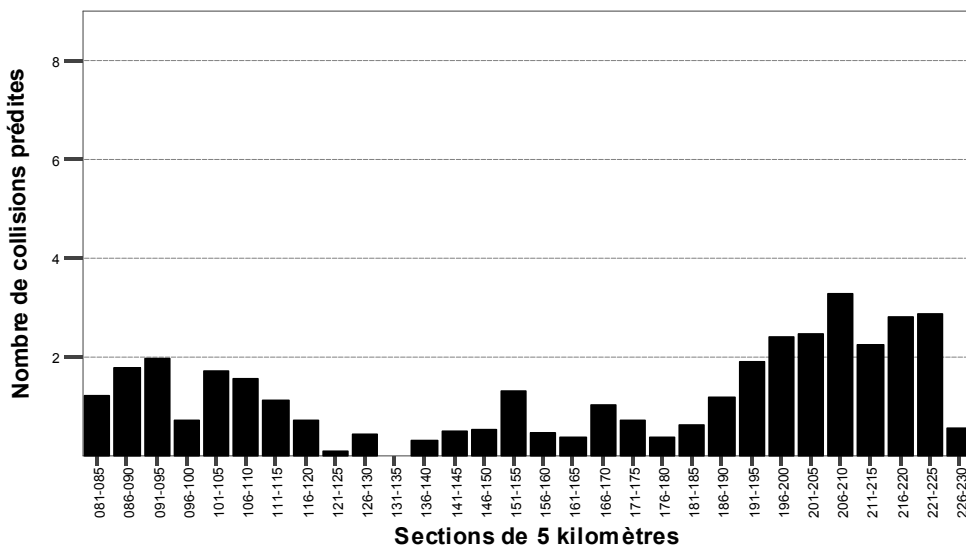


B

Figure 6
Nombre de collisions observées (A) et prédites (B) impliquant un orignal par 5 km
sur la route 175 durant l'automne (1^{er} septembre au 31 octobre) entre 1991 et 2001



A



B

Figure 7
Nombre de collisions observées (A) et prédites (B) impliquant un orignal par 5 km sur la route 175 durant l'hiver (1^{er} novembre au 31 avril) entre 1991 et 2001

En automne, nous avons également élaboré un modèle prédictif significatif ($P = 0,001$), mais la fiabilité s'est avérée de beaucoup supérieure à la période estivale ($R^2 = 0,140$). Dans ce cas-ci, le nombre de collisions variait négativement avec la portion de la section en remblais de plus de 3 m ($P = 0,011$), l'indice d'IQH lié à l'entremêlement entre la nourriture et le couvert d'abri ($P = 0,012$), et la proportion de la section en déblais de plus de 3 m ($P = 0,029$). Le nombre variait aussi positivement avec l'indice d'IQH associé à la quantité de nourriture ($P < 0,001$) et le pourcentage de la section de route en courbe ($P = 0,040$).

En hiver, la régression multiple a produit des résultats similaires au modèle élaboré pour la période automnale ($P < 0,001$, $R^2 = 0,137$), où l'indice d'IQH nourriture ($P < 0,001$) variait positivement avec le nombre de collisions. Quant à l'indice d'IQH bordure ($P = 0,005$), la variation de la pente du terrain avoisinant la section de 1 km et le pourcentage de la section de route se trouvant en remblais de plus de 3 m ($P = 0,054$), ils variaient négativement avec le nombre de collisions.

Le faible coefficient de détermination obtenu pour le modèle caractérisant la période estivale indique que le nombre d'accidents pouvant survenir dans un tronçon de 1 km est très difficile à prédire, et peu de variables permettent d'expliquer une fraction importante du risque. D'ailleurs, la différence entre le nombre de collisions observées et prédites par 5 km illustre bien la difficulté du modèle à bien prédire le nombre de collisions (figure 5). Pourtant, les quatre mois de la période estivale (mai, juin, juillet et août) comptent à eux seuls pour 65 % de toutes les collisions.

Par ailleurs, il est intéressant de noter la différence entre les deux extrémités et la partie centrale du tronçon dans le nombre de collisions observées en été, dont le modèle statistique ne peut identifier la cause. Cette différence semble reliée à l'altitude, alors que la principale caractéristique (l'indice d'IQH lié à la nourriture) reliée au nombre de collisions varie largement le long du tronçon (figure 8). L'altitude a un lien indéniable avec la qualité des habitats pour l'orignal puisqu'on y retrouve un nombre prépondérant de peuplements résineux matures dans les secteurs les plus élevés. Donc, il semble que la distribution du nombre de collisions impliquant un orignal pourrait en fait être principalement reliée à la distribution présente des populations d'originaux et à la dynamique de dispersion saisonnière des individus plutôt qu'aux caractéristiques géométriques de la route ou des habitats dans l'emprise.

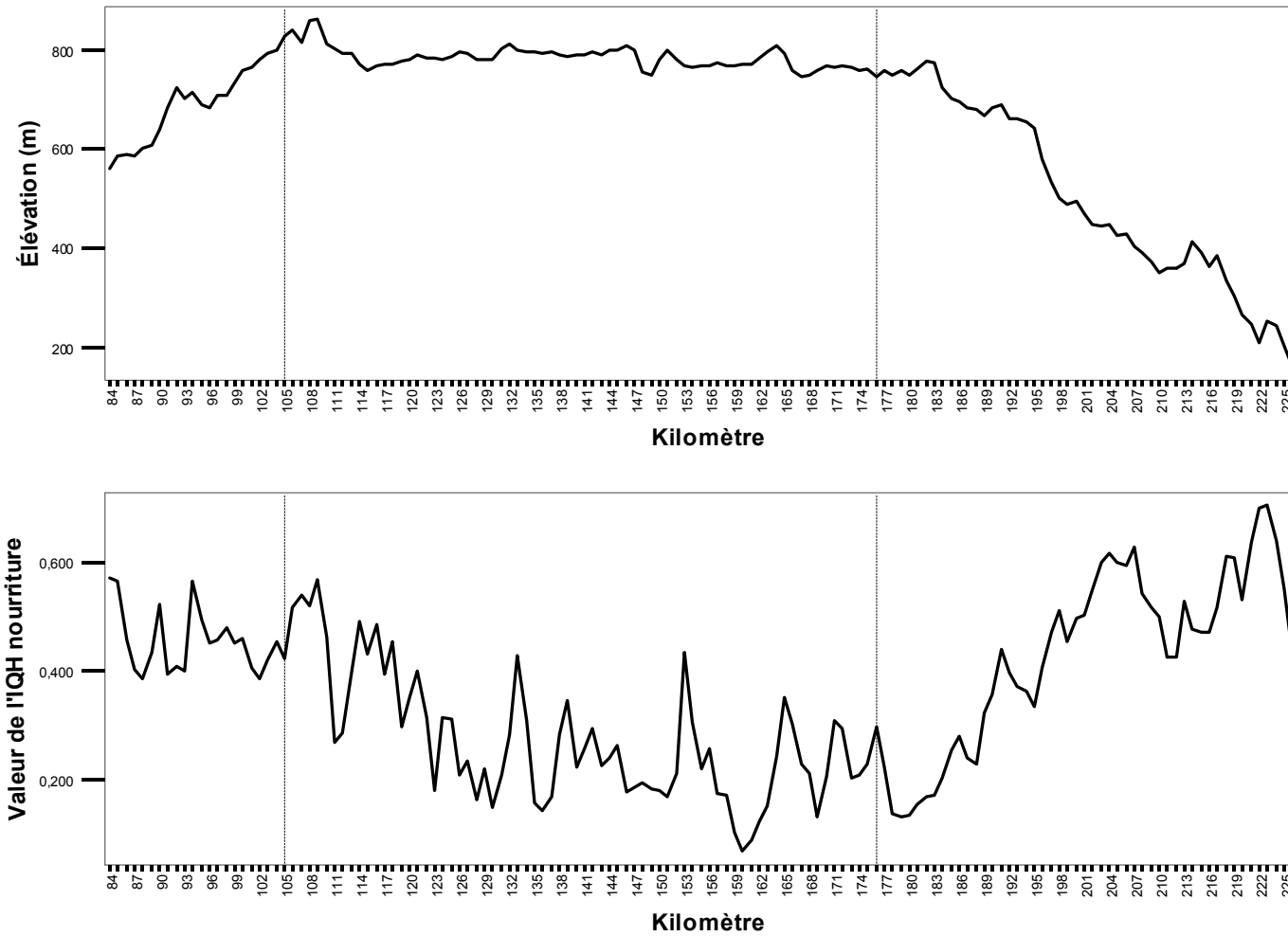


Figure 8
Élévation (m) et valeur de l'I'QH nourriture par kilomètre entre les km 84 et 227 de la route 175

La distribution des orignaux en période hivernale peut d'ailleurs être plus confinée et plus concentrée à certains endroits, comme il fut constaté sur la Côte-Nord (Leblanc, 2002). Dans le cas de la RFL, les orignaux pourraient se déplacer en période hivernale davantage vers les fonds ou les flancs de vallées plutôt qu'en altitude. Au printemps et en été, période pendant laquelle les orignaux sont beaucoup moins limités par la disponibilité et l'accessibilité à la nourriture, ils se redistribueraient un peu partout dans des secteurs situés au centre de la RFL. Ceci pourrait expliquer un plus grand nombre d'accidents l'été dans les secteurs centraux de la route 175 situés à plus haute altitude (figure 9).

Constats

- Les variables reliées au nombre de collisions diffèrent entre les saisons. Des variables topographiques sont importantes en été, alors que l'habitat est aussi important à l'automne et en hiver.
- Les sites de collisions sont généralement difficiles à prédire, principalement en été alors que les collisions sont plus nombreuses et distribuées plus également le long de la route 175.
- Le nombre de collisions pourrait être tributaire de la distribution saisonnière des orignaux. Ils fréquenteraient des milieux moins élevés en altitude en hiver et à l'automne, mais ils se disperseraient plus largement en été à partir des secteurs utilisés en hiver.

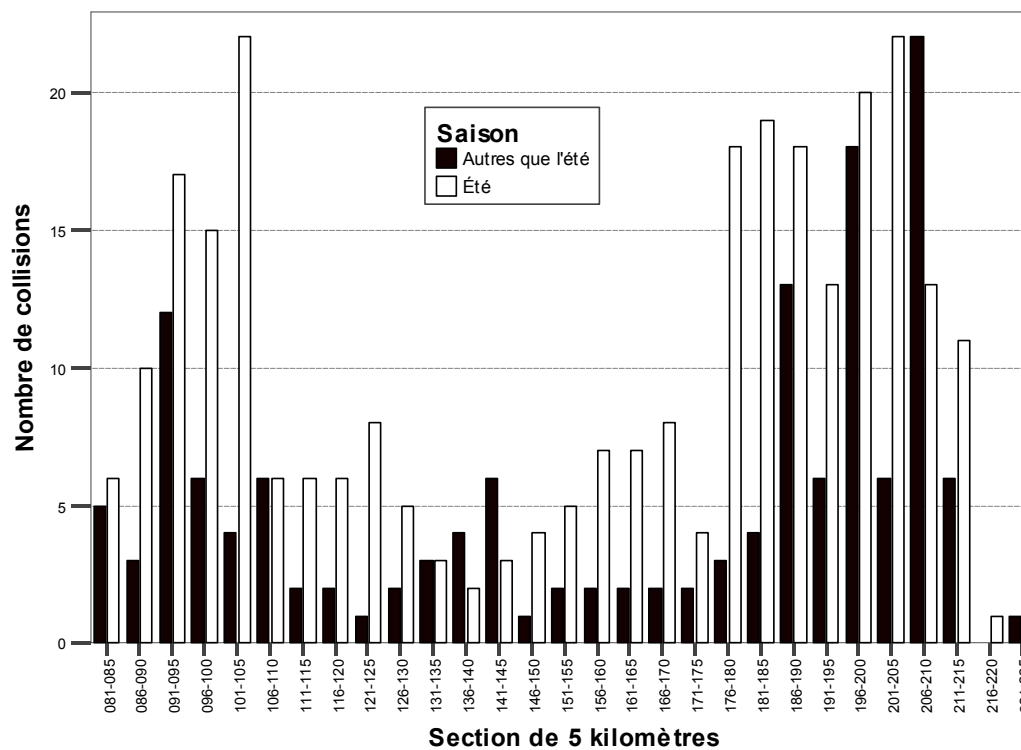


Figure 9
Nombre de collisions observées en été (1^{er} mai au 31 août) comparativement aux autres saisons
entre les km 84 et 227 de la route 175 entre 1991 et 2001

5. SECTEURS D'INTERVENTION

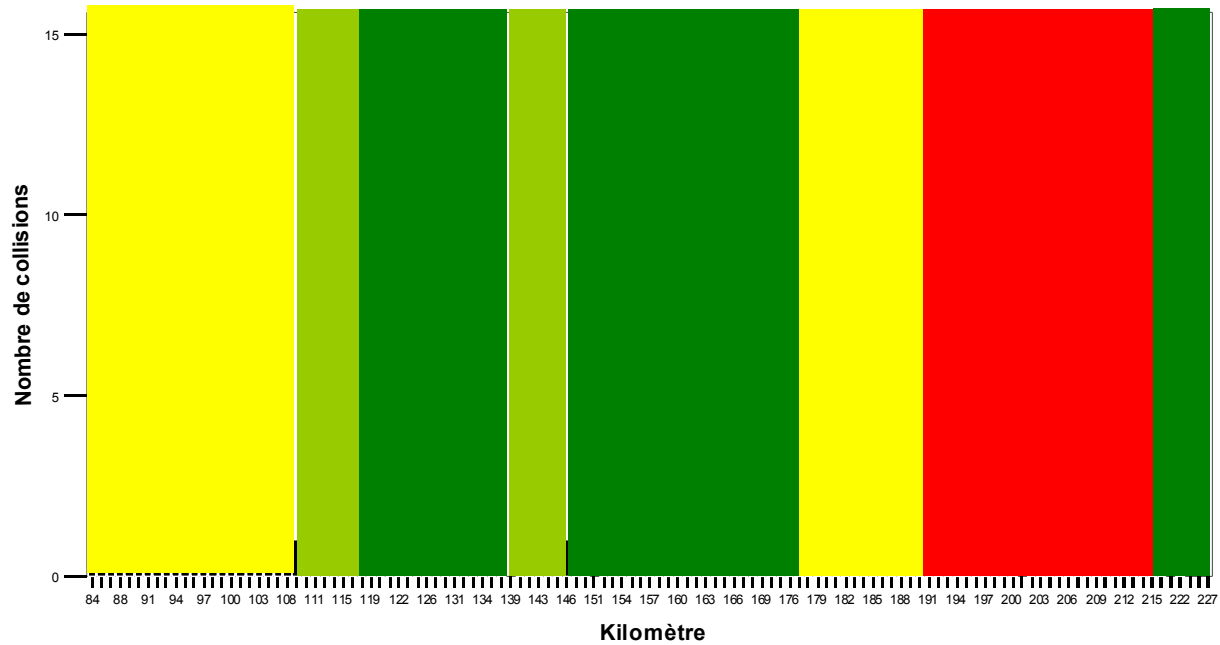
Nous avons distingué les secteurs d'intervention en considérant le nombre de collisions observées ainsi que les périodes de l'année où ces dernières sont survenues. Quant aux variables d'habitat de l'original identifiées comme étant liées au nombre de collisions, elles serviront ultérieurement à identifier des sites ponctuels d'intervention. La faible capacité des modèles à prédire le nombre d'accidents ne nous permet pas d'utiliser ces variables pour définir des grandes sections d'intervention.

Nous avons ainsi délimité huit secteurs d'intervention le long de la route 175 entre les km 84 et 227 (figure 10 et carte 1 en annexe). Ceux-ci ont été regroupés en quatre classes selon un ordre décroissant de priorité pour la réalisation d'interventions destinées à réduire le nombre de collisions avec la grande faune.

Ainsi, le secteur situé entre les km 191 et 214 appartient à la première classe, soit celle jugée prioritaire. En effet, ce premier rang est accordé à cette section parce que les collisions ont été les plus fréquentes au fil des années, et cela peu importe la saison (tableau 6). Le km 208 est d'ailleurs particulièrement problématique en période automnale. C'est d'ailleurs dans ce secteur où les IQH nourriture et les longueurs de cours d'eau sont les plus élevés (tableau 7). On note également peu de variations dans le relief, contribuant à augmenter le facteur de risque.

Deux secteurs figurent au second rang (figure 10), soit le tronçon des km 176 à 191 et celui entre les km 84 et 109. Dans le premier cas, ce secteur est caractérisé par un nombre élevé de collisions/km en été et moyen en automne (tableau 6). Le deuxième secteur est également caractérisé par un nombre très élevé de collisions/km en été et moyen en automne, mais d'un degré de moindre importance que le premier secteur de cette classe. La problématique de ce dernier secteur semble particulièrement notable à l'été.

Au troisième rang, se trouvent deux secteurs situés respectivement entre les km 110 et 116 et entre les km 139 et 145 (figure 10). Le premier secteur est caractérisé par un nombre moyen de collisions/km en été (tableau 6). De plus, il est associé au plus grand nombre de collisions/km causées par le chevreuil et l'ours noir, espèces dont les populations sont également en croissance au Québec. Ces collisions ont été spécifiquement enregistrées aux km 110 et 116.



Légende

- Secteur de priorité 1
- Secteur de priorité 2
- Secteur de priorité 3
- Secteur de priorité 4

Figure 10
Secteurs d'intervention et nombre de collisions par kilomètre impliquant un orignal entre les km 84 et 227 de la route 175 entre le 1^{er} janvier 1991 et le 31 décembre 2001

Tableau 6
Statistiques des collisions entre les km 84 et 227 de la route 175 entre janvier 1991 et décembre 2001 par secteur d'intervention

Secteur	Longueur (km)	Collision avec un orignal									Collision avec			
		Hiver		Automne		Été		Total		Collision/année	Caribou	Cerf de Virginie	Ours noir	Total/km
		Nb	Collision/km	Nb	Collision/km	Nb	Collision/km	Nb	Collision/km					
km 084 - 109	26	7	0,3	26	1,0	74	2,9	107	4,1	9,7	0	3	3	0,2
km 110 - 116	7	2	0,3	4	0,6	10	1,4	16	2,3	1,5	0	2	2	0,6
km 117 - 138	22	0	0,0	11	0,5	20	0,9	31	1,4	2,8	0	0	3	0,1
km 139 - 145	7	0	0,0	6	0,9	5	0,7	11	1,6	1,0	7	0	0	1,0
km 146 - 175	30	2	0,1	9	0,3	35	1,2	46	1,5	4,2	0	0	5	0,2
km 176 - 190	15	4	0,3	16	1,1	55	3,7	75	5,0	6,8	0	0	3	0,2
km 191 - 214	24	22	0,9	36	1,5	76	3,2	134	5,6	12,2	0	1	11	0,5
km 215 - 227	13	0	0,0	1	0,1	4	0,3	5	0,4	0,5	0	3	1	0,3
Total	144	37	0,3	109	0,8	279	1,9	425	3,0	38,6	7	9	28	0,3

- Secteur de priorité 1
- Secteur de priorité 2
- Secteur de priorité 3
- Secteur de priorité 4

Tableau 7
Moyennes (/km) des variables importantes entre les km 84 et 227 de la route 175 par secteur

Secteur	IQH nourriture		Longueur des cours d'eau (km)		Déblais > 3m (%)		Variation de la pente	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
km 084 - 109	0,47	0,06	10,77	13,80	1,62	1,29	11,01	3,14
km 110 - 116	0,40	0,09	16,81	23,51	1,14	1,14	13,16	1,68
km 117 - 138	0,27	0,10	7,92	7,60	1,86	1,84	11,99	2,82
km 139 - 145	0,26	0,04	9,10	15,56	1,64	1,07	15,00	1,89
km 146 - 175	0,21	0,08	8,68	10,23	1,55	1,57	10,24	3,52
km 176 - 190	0,22	0,07	10,30	13,49	2,60	1,51	11,20	2,77
km 191 - 214	0,49	0,08	11,96	16,08	1,46	1,38	11,10	2,81
km 215 - 227	0,57	0,09	5,54	8,80	3,08	2,06	11,90	2,74
Total	0,36	0,15	9,79	12,97	1,83	1,60	11,41	3,08

- Secteur de priorité 1
- Secteur de priorité 2
- Secteur de priorité 3
- Secteur de priorité 4

Le deuxième secteur est localisé entre le km 139 et 145 où la majorité des collisions impliquant un caribou ont été enregistrées de 1991 à 2001.

Finalement, les secteurs autres que ceux présentés ci-dessus sont associés à la quatrième classe et ils présentent un faible nombre de collisions (tableau 6). Il s'agit précisément des tronçons suivants : km 117 à 138, km 146 à 175 et km 215 à 227. Aucune intervention n'est proposée dans cette classe.

6. OUTILS DISPONIBLES

6.1 Réduction des effectifs de population en bordure de la route 175

La grande mobilité de l'orignal, la concentration de ses déplacements entre le crépuscule et l'aube ainsi que sa grande taille en font un animal qui présente des risques élevés de collision avec les usagers de la route. Il est donc évident qu'une réduction du nombre d'orignaux susceptibles d'inclure la route 175 à l'intérieur de leur domaine vital est souhaitable et nécessaire afin de réduire les risques de collision.

La réduction des effectifs via l'augmentation de la récolte nous apparaît comme un outil à bon potentiel d'application dans la zone d'étude. Pour que cet outil soit efficace, les efforts de réduction doivent être répétés année après année. C'est donc un objectif à moyen ou long terme. En effet, il ne faut pas oublier que la tendance naturelle de cette population est d'accroître ses effectifs puisque de bons habitats demeureront toujours disponibles et les superficies risquent de s'accroître avec l'exploitation forestière. À Terre-Neuve, Oosenbrug *et al.* (1991) sont même allés jusqu'à proposer une chasse printanière pour réduire le nombre d'orignaux dans un corridor de 5 à 10 km dans les zones accidentogènes d'une autoroute.

La gestion de cette ressource est sous la responsabilité de la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) qui détermine le niveau maximal de prélèvement à la chasse sportive de l'orignal dans la RFL. En effet, les réserves fauniques sont soumises au plan de gestion de l'orignal, tout comme les zones de chasse. Il existe cependant un plan particulier pour les réserves fauniques et il est discuté lors des consultations préparatoires à la confection du plan général (D. Banville, FAPAQ, comm. pers.). Par exemple, pour la RFL, le quota attribué annuellement pour le nombre de femelles adultes à prélever lors de la chasse sportive a varié entre 99 et 107 selon les années du dernier plan de gestion. Or, il s'est récolté entre 18 à 32 femelles adultes, soit entre 20 et 30 % du quota alloué à la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq) par la FAPAQ. La Sépaq a la charge de la gestion de l'activité de chasse sportive dans la RFL. Elle s'occupe donc de la gestion des camps de chasse, de l'accueil des chasseurs et du déroulement de l'activité. Un total de 15 secteurs de chasse sont situés en bordure de la route 175 et ils occupent en moyenne une superficie de 101 km² (voir

Sépaq, 2003). Deux intervenants, soit la FAPAQ et la Sépaq, sont donc intimement liés à la gestion de cette ressource le long de la route 175.

Il est de notre avis qu'une récolte plus soutenue et élevée en bordure de la route pourrait réduire effectivement les risques de collision dans la mesure où les efforts en ce sens sont maintenus sur une longue période. En effet, il est intéressant de noter que le nombre de collisions impliquant l'orignal dans le secteur nord de la route 175 baisse abruptement lorsqu'on quitte les limites de la RFL. La pression de chasse y est d'ailleurs plus élevée que sur les terres publiques, là où il n'y a pas de limite quant à la pression de chasse exercée sur cette espèce.

La Direction territoriale de l'Estrie du MTQ réalise en ce moment une expérience de ce type en collaboration avec la FAPAQ par la délivrance de permis spéciaux pour la chasse contrôlée du cerf de Virginie. De plus, un autre projet est considéré dans le secteur de la route 169 près du parc national de la Pointe-Taillon dans le territoire de la Direction territoriale du Saguenay – Lac-Saint-Jean - Chibougamau (DT SLSJC) pour réduire les accidents routiers avec les orignaux. Il s'agit de la possibilité d'émettre un permis spécial de chasse pour des fins scientifiques, éducatives ou de gestion de la faune. En vertu de l'article 47 de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune*, un tel permis peut-être délivré à un propriétaire foncier ou à une personne qui détient l'autorisation de chasser de ce dernier (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

6.2 Interventions sur les déplacements des orignaux

6.2.1 Clôtures

Les clôtures empêchant la grande faune d'accéder à la chaussée sont utilisées à plusieurs endroits en Amérique du Nord et en Europe et ont clairement démontré leur efficacité (De Bellefeuille, 2002; TecSult Environnement Inc., 2003). Toutefois, outre les coûts d'achat, de pose et d'entretien élevés, les clôtures peuvent accentuer la fragmentation des habitats, isoler les populations animales et potentiellement créer des zones de traverses concentrées aux extrémités. Lorsqu'elles sont installées sur de longues distances, elles doivent ainsi être couplées à des passages pour permettre aux individus de traverser et d'accéder aux habitats situés de l'autre côté de la clôture (voir section suivante).

Actuellement, il existe deux types de clôtures disponibles pour restreindre l'accès des emprises à l'original. Le type le plus utilisé au Canada et aux États-Unis est la clôture métallique (à gibier, de ferme ou grillagée à mailles) de 2,4 m installée sur des poteaux de bois ou d'acier galvanisé. Cette barrière constitue un obstacle physique aux déplacements des originaux. Ce type de clôture fut mis en place en Alaska sur une section d'autoroute sur une distance de 5,5 km et le taux d'accidents impliquant l'original a été réduit de 95 % (McDonald, 1991). Le deuxième type est la clôture électrique à cinq câbles de couleur blanche installés sur des poteaux de fibre de verre. Le modèle « ElectroBraid » est présentement à l'essai sur une section de 5 km dans la RFL dans le secteur du lac Tourangeau au km 178 (Poulin, 2003). Cette section clôturée est également combinée avec un passage inférieur se trouvant sous le pont enjambant l'émissaire du lac Tourangeau situé au centre de ladite section. Les résultats préliminaires semblent prometteurs puisque aucune collision n'a été enregistrée durant la première année d'opération en 2003 (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.). Ce type de barrière fait appel à la capacité des animaux d'apprendre et de reconnaître la source d'un danger occasionné par la prise d'un choc électrique. Puisqu'elle fait appel aux sens de l'animal, elle est dite cognitive.

Dans le cas des clôtures métalliques de 2,4 m avec poteaux d'acier galvanisé, les données les plus récentes sont celles du Nouveau-Brunswick. Selon monsieur Brian McEwing, du Département des transports du Nouveau-Brunswick, la mise en place de clôtures dans des travaux récents a nécessité des investissements de près 70 000 \$ par kilomètre de route. En Estrie, les coûts d'une clôture haute destinée au cerf de Virginie ont été estimés à 62 000 \$ par kilomètre de route. Dans le cas de la clôture électrique, les données proviennent de la RFL où 5 km de part et d'autre de la route 175 ont été clôturés à la hauteur du km 206. Les coûts d'achat, de préparation et d'installation se sont chiffrés à 40 000 \$ par kilomètre de route.

L'installation de clôtures peut toutefois poser un problème aux extrémités puisque les animaux désireux de traverser l'emprise pourrait longer les clôtures et se rendre aux extrémités, et tenter de traverser la chaussée à ces endroits plutôt qu'ailleurs. Cette situation pourrait très facilement s'observer dans la RFL puisqu'on trouve des habitats forestiers à proximité tout le long de la route pouvant servir de couvert de fuite à tout moment. Pour réduire cet effet de bout chez le cerf par exemple, les aménagistes terminent l'installation de clôtures dans des milieux qui constituent des barrières naturelles (falaises, plans d'eau) aux déplacements de cet animal. Une attention spéciale doit donc être portée aux extrémités des clôtures en choisissant des

endroits propices pour les extrémités ou en utilisant d'autres outils pour avertir les usagers d'un risque additionnel.

6.2.2 Passages inférieurs et supérieurs

Il existe deux principaux types de passages construits afin de permettre à la grande faune de traverser les routes.

Le premier type, le passage inférieur, est généralement construit dans une dépression naturelle du terrain, souvent où il existe déjà un cours d'eau, et est nettement préférable pour réduire les coûts de construction. Le principal facteur qui favorise l'utilisation du passage par la faune est qu'il procure un sentiment de sécurité, c'est-à-dire que l'animal s'engage sous la chaussée sans qu'il ne sente une menace possible. Le passage doit donc être large et haut et traversant une voie à la fois, si possible. Ce dernier critère permet une meilleure luminosité dans le passage et donc l'animal a moins le sentiment de s'engouffrer dans un trou.

Tel que précisé dans la section précédente, l'aménagement d'un nouveau pont dans la RFL sur la route 175 au lac Tourangeau à l'été 2002 a d'ailleurs permis de mettre en place un passage inférieur, d'une part en distançant les culées des rives de la rivière et, d'autre part, en aménagement une aire plane sous le pont. Des signes d'utilisation par l'orignal ont d'ailleurs été observés à l'automne 2003 (Y. Leblanc, TecSult Inc., obs. pers.). Par ailleurs, au Québec, des structures arquées de forte dimension forment des passages inférieures et sont mises en place pour permettre aux agriculteurs d'accéder à des parcelles agricoles qui ont été scindées et rendues non accessibles par la mise en place d'une autoroute.

Le deuxième type de passage est le passage supérieur. Ce type de passage permet à la faune de passer au-dessus de la chaussée. Ces passages sont généralement situés en terrain plus montagneux où la route est encavée dans le paysage. Ces passages ainsi que leurs ouvertures sont généralement assez larges; la végétation y est omniprésente et même parfois un étang y est aménagé. Tout comme dans le cas du passage inférieur, le facteur clé est que l'animal s'y engage en toute sécurité, sinon l'animal rebrousse chemin ou cherchera un autre passage.

Combinés à des clôtures, les passages inférieurs ou supérieurs permettent à la grande faune de traverser les routes sans présenter un risque pour les usagers. Pour être efficaces, ces passages doivent être localisés dans les zones les plus fréquentées naturellement par les

espèces concernées. Il faut noter que les passages supérieurs mis en place jusqu'à présent sont situés surtout dans l'ouest nord-américain et associés à des reliefs fortement montagneux (Clavenger *et al.*, 2002). De plus, les espèces visées effectuent des migrations saisonnières marquées et se déplacent dans des couloirs plus concentrés que ceux observés pour l'orignal ou le cerf de Virginie au Québec.

Pour l'orignal, les passages supérieurs semblent plus efficaces selon des travaux réalisés dans l'Ouest canadien (Clavenger *et al.*, 2002). Cependant, la densité de populations d'orignaux dans leur zone d'étude était très faible, ce qui rend difficile la mesure réelle de l'efficacité des passages supérieurs par cette espèce. Dans les pays scandinaves, les orignaux utiliseraient avec facilité les passages inférieurs (H. Bekker, Ministère des Transports, Hollande, comm. pers.).

6.2.3 Drainage des mares salines et mise en place de salines de compensation

Un programme d'élimination des mares salines est actuellement en place pour les routes 169 et 175 depuis 1997 (MTQ, 2003; Poulin, 1998). L'élimination de ces mares par un drainage approprié est généralement associée à de l'empierrement avec des roches concassées rendant difficiles les déplacements des orignaux sur ce type de substrat. Ces interventions sont souvent couplées à la mise en place de salines de compensation destinées à attirer loin des chaussées les orignaux habitués à fréquenter les mares salines en bordure de la route. Toutefois, l'efficacité réelle, c'est-à-dire celle de réduire le nombre d'accidents impliquant l'orignal dans les secteurs traités, est présentement à l'étude dans la RFL.

Au début des années '80, le drainage de mares salines dans la RFL n'avait pas donné lieu à une réduction de la fréquentation par les orignaux, car ces dernières se remplissaient à chaque printemps (Jolicoeur et Crête, 1987). En Alaska, la mise en place de blocs de sel à une certaine distance de la route pour attirer les orignaux et réduire le risque d'accident n'a donné aucun résultat positif selon Schwartz et Bartley (1991).

Pour être efficace, la destruction des mares salines doit ultimement réduire le nombre de fois qu'un orignal traverse ou se trouve sur la chaussée, non seulement pour accéder à la mare saline, mais également aux autres composantes de l'habitat situées du même côté de la mare. En effet, il est possible de croire qu'un orignal cessant de fréquenter une mare saline parce que

celle-ci aura été réaménagée ou détruite continue d'accéder aux autres habitats entourant la mare saline dans sa quête de nourriture ou dans ses déplacements exploratoires. L'orignal pourrait à la limite cesser de traverser tout près de la mare, mais le faire à quelques centaines de mètres, voire à 1 km de cet endroit, continuant ainsi à présenter un risque pour la sécurité routière. En effet, les orignaux possèdent des domaines vitaux qui varient entre 40 et 60 km²; ils atteignent parfois 100 km² à certains endroits où la nourriture est très dispersée et où on note l'absence de loups. Si l'orignal possède un domaine vital qui inclut l'emprise de la route 175, ce dernier est donc susceptible de traverser régulièrement l'emprise peu importe la présence ou non de mares salines. Par contre, si les limites de son domaine sont clairement définies et situées d'un côté ou de l'autre de l'emprise, la destruction des mares salines et la mise en place de salines de compensation devraient effectivement réduire la fréquence des traversées pour ces animaux. Les études en cours du MTQ, de la FAPAQ et de l'Université du Québec à Rimouski impliquant des orignaux porteurs de colliers récepteurs GPS devraient permettre de répondre à ces interrogations sur la distribution des domaines vitaux des orignaux en relation avec la route 175.

6.2.4 Répulsifs sonores

Divers systèmes de répulsion sonore ont été expérimentés en Amérique du Nord et en Europe pour effrayer et alerter les animaux, et pour réduire ainsi le risque de collision. L'efficacité de ces systèmes n'a pas été validée de façon rigoureuse et les résultats préliminaires sont très décevants. Ainsi, les sifflets à ultrasons fixés aux véhicules n'avaient aucun effet sur les cerfs muets (*Odocoileus hemionus*) selon Romin et Dalton (1992). L'orignal serait également peu sensible et s'habitue rapidement à des appareils sonores émettant diverses fréquences (Lavsund et Sandegren, 1991).

Tel que présenté dans la revue de littérature De Bellefeuille et Poulin (2003), les systèmes à détonation peuvent être efficaces au tout début de leur utilisation. Cependant, les animaux s'habituent très rapidement aux bruits produits et, à moins qu'il y ait vraiment un stimulus négatif associé aux sons émis, l'efficacité devient à toute fin pratique nulle (Bomford et O'Brien, 1990).

6.2.5 Répulsifs naturels

Des répulsifs naturels imitant l'urine de prédateur ont été utilisés à Terre-Neuve et dans des enclos à cerf de Virginie au Québec mais le succès fut limité selon Joyce et Mahoney (2001). D'autres facteurs auraient empêché de bien distinguer leur effet de ceux associés à d'autres facteurs environnants augmentant le risque de collision (*op cit.*).

Récemment au Québec, dans une courbe de la route 169 et ses approches près du parc national de la Pointe-Taillon, la DT SLSJC a procédé à l'hiver 2002-2003, en collaboration avec les agents de la protection de la faune de la FAPAQ, à l'installation en bordure de la route de tampons imbibés d'urine de loups sur des arbres distants d'environ 30 m. Cette intervention a été réalisée afin d'éloigner les orignaux du secteur et ainsi réduire localement les accidents routiers avec les orignaux (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.). Or, pendant environ une semaine, le MTQ et la FAPAQ ont constaté l'absence d'orignaux à proximité de la « zone marquée ». Compte tenu du succès apparent, cette méthode d'usage temporaire sera répétée pour des cas ponctuels et très localisés nécessitant une action immédiate ou encore dans des cas où une intervention permanente est planifiée ou éminente (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

6.3 **Interventions sur le comportement des automobilistes**

6.3.1 Signalisation routière

La signalisation indiquant un risque d'accident au début des sections problématiques représente un outil largement utilisé afin de réduire les risques de collision. Il est également utilisé à plusieurs endroits au Québec et en Amérique du Nord. Malheureusement, lorsque les panneaux indicateurs du risque sont trop communs, les usagers de la route deviennent indifférents au message, et d'ailleurs très peu d'automobilistes auraient une réaction préventive (ex. : réduction de la vitesse) selon Romin et Bissonette (1996). L'efficacité réelle n'aurait pas été démontrée selon la revue de littérature de De Bellefeuille et Poulin (2003). D'ailleurs, pour plusieurs responsables de la faune et des transports aux États-Unis, les panneaux conventionnels ne sont pas considérés comme une technique dont le rapport coût-bénéfice est intéressant (Sullivan et Messmer, 2003).

Par ailleurs, il convient de mentionner que le MTQ a revu sa signalisation dans la RFL en 2001 pour sensibiliser et prévenir les usagers du risque accru de collisions dans certains secteurs. Ainsi, des panneaux surdimensionnés ont été installés et pourvus d'information sur le degré de risque et 4 grands panneaux « Les orignaux ne sont pas toujours sur les panneaux » ont été placés aux sections où les risques de collisions sont particulièrement élevés pour inciter les usagers à la vigilance et à la prudence.

Pour obtenir l'attention des usagers de la route, il est suggéré de retirer les panneaux lorsque le risque est faible ou nul et de les réinstaller lorsque les risques sont réellement présents. À Terre-Neuve, pour provoquer davantage de réactions préventives auprès des usagers de la route, on met en place des panneaux qui indiquent le nombre total d'accidents impliquant l'orignal et la gravité des accidents. Pour Hindelang *et al.* (1999), la mise en place de nouveaux panneaux dans des secteurs à risque élevé seulement dans les périodes à risque élevée serait le moyen le plus efficace de modifier le comportement des usagers.

Cette approche de signalisation ponctuelle a d'ailleurs été retenue récemment sur la route 169 près du parc national de la Pointe-Taillon. En effet, la DT SLSJC a procédé en 2003 et en 2004 à l'installation temporaire de panneaux à messages variables mobiles dans la zone à risque très élevé de collisions avec l'orignal. Cette intervention a été réalisée afin de réduire les accidents routiers dans ce secteur pendant la période la plus à risque (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

6.3.2 Éclairage de l'emprise

Tel que précisé auparavant, les risques d'accident sont particulièrement élevés durant la nuit puisque c'est la période la plus active chez les orignaux. C'est également la période pendant laquelle la visibilité latérale chez les usagers de la route est la moins élevée compte tenu de la faible luminosité. En éclairant l'emprise, les usagers pourraient détecter plus rapidement la silhouette d'un animal situé en dehors du faisceau créé par les phares et disposer d'un plus grand temps de réaction. Une plus grande luminosité dans l'emprise pourrait également faciliter le contraste entre l'orignal et l'arrière-plan.

Ces hypothèses n'ont toutefois pas été testées, à l'exception de quelques cas selon De Bellefeuille et Poulin (2003). Par exemple en Alaska, l'éclairage d'une autoroute suite à un

élargissement aurait réduit le nombre de collisions de 65 % selon McDonald (1991). L'état du Maine considère que l'éclairage peut se réaliser à des coûts acceptables sur de courtes sections de routes (De Bellefeuille et Poulin, 2003).

Dans une courbe de la route 169 et ses approches près du parc national de la Pointe-Taillon, la DT SLSJC a procédé à l'hiver 2002-2003 à l'installation de lampadaires afin d'éclairer une longueur d'environ 1 km de corridor routier. Cette intervention a été réalisée afin de réduire les accidents routiers avec les orignaux dans ce secteur. Au cours de la dernière année, aucune collision avec un orignal n'a été signalée dans la zone éclairée (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

Dans le cas de la route 175, cet outil pourrait être employé en combinaison avec d'autres techniques comme les clôtures ou à des endroits où les sites de collision impliquant l'orignal sont très localisés.

6.3.3 Contrôle de la végétation arbustive et arborescente à proximité de la chaussée

L'orignal consomme très peu de graminées, soit environ 2 %, comparativement à 10 % pour le cerf de Virginie (Renecker et Schwartz, 1998). En maintenant des communautés de graminées dans l'emprise, on peut alors prétendre que ces espaces sont moins attrayants pour l'orignal et qu'ils ont pour effet de réduire leur temps de présence sur ou près de la chaussée. Du même coup, les risques de collision s'en trouveraient réduits.

Cependant, on en connaît très peu sur l'origine et les motifs de déplacement des orignaux près des emprises. On sait qu'ils se déplacent entre autres pour s'alimenter, fuir les prédateurs, se disperser ou encore chercher des partenaires. Ce qu'on ne connaît pas ou peu, c'est l'importance de chaque motif de déplacement. Dans l'hypothèse où l'origine des déplacements sur la chaussée n'est pas liée à l'acquisition immédiate de nourriture, tous les travaux destinés à réduire la quantité d'arbustes et de jeunes gaulis dans l'emprise ne pourraient pas contribuer à diminuer le risque réel de collision avec les usagers.

Compte tenu des distances que les orignaux peuvent parcourir dans leurs déplacements quotidiens (moyenne annuelle quotidienne de 500 m/jour), des interventions sur le couvert forestier à proximité de l'emprise pourrait dans les faits ne pas influencer les déplacements à proximité de l'emprise et sur la chaussée. En effet, les analyses statistiques réalisées dans la

présente étude sur les facteurs liés aux collisions sur la route 175 n'ont démontré aucun lien entre l'abondance d'arbustes ou de jeunes arbres feuillus dans et à proximité de l'emprise et le nombre de collisions impliquant l'orignal. Ce constat pourrait toutefois être différent si on se trouvait dans des milieux peu productifs où les ressources alimentaires seraient peu abondantes et localisées uniquement en bordure et dans l'emprise. Or, ce n'est pas le cas dans la RFL puisque des habitats de très bonne qualité sont accessibles à plusieurs endroits.

Tableau 8
Concentration de Na⁺ dans des échantillons de feuilles et de ramilles d'essences consommées par l'orignal récoltés dans l'emprise et à 2 km à l'automne 2002 près du km 213

Partie de la tige	Localisation	Concentration Na ⁺ (ppm)			Test de Student	
		Moyenne	Erreur type	N	t	P
Bouleau à papier						
Feuille	Emprise	1 242	239	10	1,216	0,24
	À 2 km	882	174	10		
Pousse annuelle	Emprise	1 050	289	10	-0,166	0,87
	À 2 km	1 119	305	10		
Pousse de 2 ans et +	Emprise	1 607	313	10	2,074	0,057
	À 2 km	873	166	10		
Érable à épis						
Feuille	Emprise	436	124	10	-0,4	0,694
	À 2 km	503	113	10		
Pousse annuelle	Emprise	302	43	10	-1,793	0,103
	À 2 km	602	162	10		
Pousse de 2 ans et +	Emprise	1 073	137	10	2,419	0,026
	À 2 km	576	152	10		
Sapin baumier						
Aiguilles de 2002	Emprise	887	184	10	0,864	0,399
	À 2 km	633	229	10		
Aiguilles de 2001	Emprise	797	198	10	0,225	0,825
	À 2 km	734	198	10		
Ramille de 2002	Emprise	731	97	10	1,817	0,086
	À 2 km	463	111	10		

Par ailleurs, la végétation arbustive et arborescente présente dans l'emprise ou à proximité pourrait être attirante pour l'orignal au printemps et à l'été à cause d'une concentration plus

élevée en sels minéraux que la végétation située loin de l'emprise. Des relevés et des analyses en laboratoire effectués à l'automne 2002 ont effectivement révélé une concentration plus élevée en Na^+ dans les pousses de 2 ans et plus pour le bouleau à papier et l'érable à épis prélevés à proximité de l'emprise qu'à 2 km de cette dernière (tableau 8). Cependant, aucune différence ne fut détectée dans les feuilles ou les pousses annuelles. Or, le régime alimentaire de l'orignal se compose en grande partie des feuilles (période estivale) et des pousses annuelles (de l'automne jusqu'au printemps). Pour le sapin baumier, aucune différence ne fut détectée pour les aiguilles; seuls les ramilles de la croissance annuelle prélevées près de l'emprise arboraient une plus grande concentration de Na^+ que ceux situés à 2 km (tableau 8).

Des études sont présentement en cours sur la route 169 afin d'examiner l'impact d'un déboisement sur le nombre de collisions impliquant l'orignal. En effet, dans deux secteurs de la route 169 situés près du parc national de la Pointe-Taillon, la DT SLSJC a procédé au printemps 2003 au coupage à ras de terre de la végétation à l'intérieur de l'emprise. Cette intervention avait pour buts d'améliorer la visibilité des usagers de la route, d'augmenter la portée du faisceau des phares la nuit et d'éliminer les aires d'abris pour l'orignal à proximité de la chaussée (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

De plus, un projet est en discussion avec les propriétaires riverains de part et d'autre de la route 169 dans ces deux secteurs pour déboiser une bande adjacente à l'emprise routière d'une largeur de 10 à 20 m. Pour ce faire, la Municipalité régionale de comté (MRC) de Lac-Saint-Jean-Est a adopté une dérogation à son règlement relatif à l'interdiction de procéder au déboisement en bordure des corridors routiers. Le MTQ effectue le suivi de l'effet de ces mesures sur la réduction des accidents routiers avec les orignaux dans ce secteur (Donald Martel, MTQ, 2004, comm. pers.).

Finalement et tel que suggéré ci-dessus, l'élimination de la végétation arbustive et arborescente dans l'emprise permettrait d'augmenter la visibilité des conducteurs et permettrait également d'éloigner les aires d'abri de l'orignal à l'intérieur du corridor routier. De plus, même si la végétation ne constitue pas un attrait primordial pour l'orignal le long de la route, le fait d'éviter la plantation de ses essences préférées suppose une diminution du temps qu'il demeurera à proximité de la chaussée.

D'ailleurs, pour l'orignal, la hauteur maximale de la végétation au Québec ne devrait pas dépasser 101 cm pour offrir aux usagers une distance de visibilité à l'arrêt adéquate en présence d'un orignal (Sansregret et Auger, 2002).

6.3.4 Sensibilisation et éducation du public

La diffusion d'information sur les risques de collision selon la période de l'année, les zones de concentration d'accidents et les comportements sécuritaires à adopter devrait inciter les usagers de la route à adopter des pratiques de conduite plus sécuritaires. Plusieurs types d'outils de communication (vidéos, affiches, communiqués de presse, conférences de presse, nappes de table, dépliants, etc.) peuvent être utilisés pour communiquer cette information. D'ailleurs, le MTQ applique déjà cette approche pour la RFL.

6.3.5 Signalisation dynamique

Des systèmes de détection infrarouge ont été installés à quelques endroits en Amérique du Nord et en Europe (Huijser et McGowen 2003). Ces systèmes ont pour but de détecter les animaux au moment où ils s'approchent de la chaussée. La détection des animaux se fait à partir de caméras infrarouges qui détectent les différences de chaleur entre la route et les animaux y passant. Lorsqu'un animal est détecté, le système actionne des panneaux lumineux qui avertissent les usagers de la présence de l'animal près ou sur la chaussée.

La capacité de détection se situerait entre 800 et 1 000 m selon Newhouse (2003). Par conséquent, ce système vise à réduire les risques de collision à des endroits très précis. Selon Newhouse (2003), les principaux avantages de ce type de système seraient les suivants :

- les usagers de la route sont confrontés à une signalisation temporaire associée à un événement qui survient en temps réel, plutôt qu'à une signalisation statique associée à aucun événement précis (si aucun accident ne leur est arrivé aux endroits avec signalisation);
- ce système n'interfère pas avec les mouvements naturels de la faune;
- le système de détection peut être déplacé selon les besoins;
- le système opère 24 heures sur 24.

Le développement de ce type de système de détection est encore en cours. D'ailleurs, près de 90 % des systèmes existants sont entrés en opération en 1999 ou après selon Huijser et McGowen (2003). La plupart d'entre eux ont rencontré des difficultés techniques dès la première année et certains systèmes ont été abandonnés à cause des coûts élevés et du manque de fiabilité. En effet, les systèmes ont posé les difficultés suivantes :

- une sensibilité réduite due au soleil;
- des détections positives sans événement réel sur la chaussée;
- une distance trop grande entre les caméras pour couvrir un secteur problématique;
- des problèmes d'entretien causés par le gel, la présence d'arbres morts, d'une végétation herbacée dense en bordure de la route;
- efficace seulement pour la grande faune;
- détection parfois réduite sous la pluie.

Cet outil nous apparaît peu adapté aux conditions observées le long de la route 175. En effet, les sites de collisions ne sont pas très précis, car ces dernières surviennent à plusieurs endroits le long de la route. Par contre, ces systèmes pourraient être utilisés aux extrémités des clôtures pour contrer l'effet de bout. Toutefois, la technologie doit être mise au point avant d'être utilisée à grande échelle (Huijser et McGowen, 2003).

Par ailleurs, des essais de systèmes de détection au laser seront réalisés en 2004 par le MTQ dans la RFL. Ces systèmes réagissent à la présence d'un cervidé près ou sur la chaussée et permettent d'actionner des panneaux d'information avisant les usagers de la route du risque éminent. Une fois mis au point, ces systèmes pourraient également servir aux extrémités des sections clôturées pour contrer l'effet de bout. Tel que précisé par De Bellefeuille et Poulin (2003), des nouveaux types de panneaux sont en développement et ils indiqueraient en temps réel la présence ou non d'un animal près de la route. Toutefois, cette approche demeure applicable lorsque les mouvements des animaux sont circonscrits à des endroits très précis.

7. RÉPERCUSSIONS DE LA ROUTE 175 À 4 VOIES DIVISÉES SUR LE RISQUE DE COLLISION

7.1 Diminution du risque

Bien qu'il soit difficile de quantifier le degré de réduction du risque de collision impliquant la grande faune, il est permis d'anticiper qu'en général l'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées et à chaussées séparées diminuera ce risque.

Parmi les éléments susceptibles de réduire ce risque, l'amélioration du drainage en bordure de la chaussée devrait réduire l'occurrence et l'abondance de mares saumâtres à proximité de la chaussée. En réduisant le nombre de mares, le temps de séjour des orignaux en bordure des nouvelles chaussées et la probabilité qu'ils circulent sur la chaussée pourraient être plus faibles, diminuant par conséquent le risque de collision. Toutefois, les mouvements qui ne sont pas liés directement à la présence des mares salines vont toutefois continuer à se produire et à présenter un risque pour les usagers.

Les normes de conception d'une route à 4 voies et à chaussées séparées offrent un niveau de sécurité supérieur quant aux critères de visibilité. Tous les nouveaux tronçons ainsi que les tronçons de la route existante reconstruite bénéficieront d'une augmentation de la distance de visibilité à l'arrêt. De plus, les plantations prévues dans les travaux d'aménagement paysager seront éloignées de la chaussée afin d'éviter des aires d'abri pour l'original.

Le fait de construire la route avec des chaussées séparées permettra d'éviter les collisions frontales susceptibles de se produire lors d'une manoeuvre visant à éviter un animal sur la chaussée. De plus, l'adoucissement des pentes des talus de la route ajoutera une marge de manoeuvre pour l'automobiliste en situation de danger.

Malgré ce qui précède, le MTQ convient qu'à certains endroits où les conditions favorisent la présence de la grande faune à l'intérieur ou près du corridor routier, des interventions supplémentaires au réaménagement géométrique de la route devraient être réalisées afin d'assurer la sécurité des usagers de la route.

7.2 Effet barrière

La construction de chaussées séparées de 4 voies sur la route 175 aura pour effet de mettre en place une bande d'environ 90 m dégarnie de toute végétation arborescente. Il est donc possible que ce changement dans le paysage puisse représenter un obstacle pour certaines espèces animales et créer par le fait même une barrière aux déplacements (Forman *et al.*, 2003).

Toutefois, pour l'orignal, il est peu probable que cet effet se manifeste pour la majorité des individus. Tel que précisé auparavant, l'orignal effectue de grands et fréquents déplacements à l'intérieur de son domaine vital. Dans les secteurs d'exploitation forestière, il fait donc face régulièrement à des milieux perturbés très ouverts comme les récents bûchers et traverse ces milieux sur des distances de plus de 90 m. Son attirance pour les habitats perturbés comme les bûchers et les brûlis en régénération en fait sans doute une espèce moins sensible à ce type d'intervention que d'autres espèces davantage inféodées à des peuplements résineux matures et à plus petit domaine vital. La distance à parcourir en milieu ouvert pourrait donc difficilement constituer une barrière puisqu'un orignal situé dans le terre-plein central n'aura qu'à franchir 45 m pour trouver un couvert d'abri.

Cependant, certains individus comme les femelles accompagnées de leurs veaux pourraient se montrer plus réticents à traverser l'emprise puisqu'elles sont *a priori* beaucoup plus méfiantes et très protectrices de leur progéniture. En se déplaçant dans des milieux ouverts, les jeunes pourraient être plus vulnérables à la prédation par le loup ou l'ours noir.

Par ailleurs, les dix collisions enregistrées sur l'autoroute Jean-Lesage entre Montmagny et Val-Alain et impliquant l'orignal en 2003 (Normand Desbiens, MTQ, Direction territoriale Chaudière-Appalaches, comm. pers.) témoignent de l'absence de l'effet barrière d'une emprise avec deux chaussées séparées d'une largeur de plus de 90 m.

8. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

En dépit des moyens mis en place depuis plusieurs années pour réduire le nombre de collisions impliquant la grande faune sur la route 175, nous considérons que le risque de collision continuera de s'accroître dû à la présence de fortes densités d'orignaux dans certains secteurs de la RFL. Par conséquent, des mesures exceptionnelles devraient être mises en place afin de réduire le risque de collision et ainsi améliorer la sécurité en tout temps pour les usagers de la route.

Ainsi, dans les secteurs d'interventions prioritaires, où le nombre de collisions impliquant l'orignal demeure très élevé; le prélèvement d'orignaux à des fins de chasse sportive à moins de 5 km de la route est quasi inexistant à l'intérieur des limites de la RFL et dans la Forêt Simoncouche. Par contre, en territoire libre et dans les ZECs avoisinant ce secteur de la route 175, les prélèvements par la chasse sportive sont élevés, alors que le nombre de collisions est faible (voir carte en annexe). Il est donc souhaitable que l'ensemble des intervenants associés à la gestion de cette ressource faunique dans la RFL (FAPAQ et Sépaq) et le MTQ se concertent pour réduire les populations d'orignaux en augmentant les prélèvements par la chasse sportive dans les secteurs problématiques ou qui risquent de le devenir à moyen terme.

La mise en place d'une route à 4 voies à chaussées divisées doit être également considérée comme une occasion unique de mettre en place des aménagements à grande échelle à moindre coût et dont l'efficacité est reconnue ailleurs en Amérique du Nord et en Europe. Parmi ces aménagements, les plus prometteurs sont l'installation de clôtures combinées à des passages fauniques et à l'installation d'éclairage. En plus de ces moyens, le MTQ doit gérer la végétation à l'intérieur du corridor routier.

D'autres moyens, tels que les systèmes de détection infrarouge, sont en développement et ils ne seraient présentés pour l'instant des alternatives valables et efficaces dans le contexte de la RFL. Certains de ces moyens n'ont d'utilité que pour les situations où les déplacements des animaux sont très localisés. Or, dans le cas de la RFL, les collisions avec la grande faune surviennent régulièrement sur des sections qui dépassent plusieurs kilomètres.

De plus, afin d'élaborer des solutions efficaces pour réduire le risque de collision, il faut connaître plus précisément l'origine des déplacements et la disposition des domaines vitaux des orignaux en bordure de la route 175. L'efficacité du réaménagement des mares salines et de la mise en place de salines de compensation doit être également vérifiée et ce type d'intervention doit se traduire par une réduction du nombre de traversées de la chaussée par les orignaux et non uniquement par une réduction de la fréquentation des mares salines situées dans l'emprise. Les études réalisées présentement par le MTQ, la FAPAQ et l'UQAR permettront de répondre à plusieurs de ces interrogations, notamment par le suivi télémétrique, et d'identifier des moyens d'intervention dont le rapport coût-bénéfice sera avantageux.

Afin de préciser les interventions futures, des données additionnelles devraient être recueillies pour identifier plus précisément les facteurs environnementaux associés aux sites de collisions. Dans l'Ouest canadien, il a été démontré que la localisation réelle des sites de collisions et celle enregistrée par les agences gouvernementales diffèrent de $618 \text{ m} \pm 993 \text{ m}$ (écart type) en moyenne. L'ampleur de l'erreur des localisations est probablement aussi importante sur la route 175 et rend difficile l'identification des facteurs environnementaux locaux influençant l'occurrence des collisions impliquant un orignal. Ainsi, il est essentiel de disposer de plus de renseignements précis et systématiques sur la localisation des collisions, le sexe et l'âge des animaux impliqués.

Préalablement à la mise en place de certaines interventions, l'inventaire des pistes le long de la route 175 sera nécessaire. Ce type d'information permettra de bien définir les limites des clôtures ainsi que les endroits à privilégier pour la localisation de passages fauniques.

Pour terminer, nous recommandons également la poursuite du suivi de la signalisation, ainsi que tous les moyens d'information utilisés pour sensibiliser les usagers de la route.

9. FICHES TECHNIQUES

Le chapitre qui suit présente la localisation des secteurs d'intervention et les fiches techniques s'y rattachant.

Figure 11

FICHE 1 : SECTEUR DU KM 84 AU KM 109

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Ce secteur est particulièrement accidenté dans les premiers et derniers 6 km. L'élévation augmente régulièrement, passant de 561 à 860 m.
- Les lacs à Régis, à Noël et le lac à l'Épaule bordent la route. La rivière Cachée borde aussi la route entre les km 84 et 90. Les ruisseaux sont nombreux à proximité.
- Le tracé de la route est relativement droit; par contre, il existe deux courbes prononcées aux km 90 et 108. Le dégagement de l'emprise de la route est particulièrement faible entre les km 91 et 100.

Exploitation forestière

- La route est bordée par des peuplements en régénération qui occupent 25 % des superficies à proximité de l'emprise. La distribution des peuplements en régénération est relativement uniforme dans ce segment de route.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est élevé. Les milieux humides sont peu nombreux et principalement concentrés le long de la rivière Cachée et au nord du Petit lac à l'Épaule. Sept aires d'hivernage ont été dénombrées en 2002.

Activités de chasse

- La route est bordée à l'ouest par le parc national de la Jacques-Cartier et à l'est partiellement par la Forêt Montmorency. Il existe aussi une petite zone de chasse interdite autour du lac à Noël. La majeure partie de la récolte d'orignaux se concentre autour de cette zone.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 107 collisions ont été enregistrées dans ce secteur entre 1991 et 2001, dont 11 au km 94 et 9 aux km 102 et 103. 69 % des collisions sont survenues en été.

Historique des interventions

- Un panneau de type « Les orignaux ne sont pas toujours sur les panneaux » et deux panneaux de type « Risque élevé » ont été installés.
- Il existe 10 mares salines réaménagées et 11 salines de compensation.
- Une glissière flexible et un éclairage temporaire ont été installés entre les km 84 et 86 lors des travaux d'une route à 4 voies en 2002.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Ce secteur est caractérisé par un nombre élevé de collisions, qui surviennent principalement en été. De plus, l'IQH nourriture est élevé et la chasse est interdite sur une grande superficie en proximité de la route adjacente au parc national de la Jacques-Cartier. Toutefois, ces facteurs permettent partiellement d'expliquer le nombre de collisions impliquant l'orignal d'après les analyses statistiques présentées dans la section « Résultats ».
- Nous jugeons donc que la priorité d'intervention est de niveau 2 comparativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Nous considérons que la solution la plus efficace, en vertu des mouvements fréquents et non prévisibles des orignaux, est de mettre en place une clôture le long de la majeure partie de cette section afin de réduire efficacement les risques de collision.
- L'aménagement de passages devra aussi être considéré de pair avec la construction de la clôture. Par contre, la taille des ponts et ponceaux présents demeure trop limitée. Ainsi, des passages inférieurs ou supérieurs devront être construits expressément à cet effet.
- L'éclairage de l'emprise devrait être envisagé pour contrer les effets de bout aux extrémités des clôtures.

FICHE 1 SECTEUR DE PRIORITÉ 2 DU KM 84 AU KM 109

FICHE 2 : SECTEUR DU KM 110 AU KM 116

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Ce court secteur est accidenté. La pente moyenne y est de 19 %. L'élévation diminue graduellement, passant de 813 à 767 m.
- Les deux derniers kilomètres longent la rivière Montmorency (Mare-du-Sault). Les ruisseaux y sont très nombreux.
- Le tracé de la route est composé de deux grandes courbes. Le dégagement de l'emprise devient faible régulièrement et est généralement de 10 m et moins.

Exploitation forestière

- Ce secteur est associé à une grande concentration de peuplements en régénération, principalement localisés dans le secteur nord-ouest.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est élevé, particulièrement du côté est de la route. Les milieux humides sont peu nombreux, principalement concentrés dans la région du lac des Nymphes et sont associés à la rivière Montmorency. Aucune aire d'hivernage n'a été observée dans ce secteur en 2002.

Activités de chasse

- La route est bordée à l'ouest par le parc national de la Jacques-Cartier où la chasse est interdite. À l'est de la route, des animaux sont prélevés régulièrement à proximité de la route (< 2 km).

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 16 collisions avec un orignal ont été enregistrées entre 1991 et 2001, dont 5 au km 110. 63 % des collisions sont survenues en été.

Historique des interventions

- Aucun panneau ne signale la présence d'un risque de collision avec un orignal.
- Il existe deux mares salines réaménagées et une saline de compensation.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Les km 110 et 116 sont particulièrement problématiques car les collisions avec les orignaux ainsi qu'avec les autres espèces de grande faune sont élevées à ces endroits. Cependant, aucun facteur examiné ne permet d'expliquer même partiellement le nombre élevé de collisions impliquant l'orignal d'après les analyses statistiques présentées dans la section « Résultats ».
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de niveau 3 relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Puisque la problématique demeure limitée et locale dans ce secteur, nous préconisons l'éclairage de l'emprise entre les km 110 et 116.

**FICHE 2
SECTEUR DE PRIORITÉ 3
DU KM 110 AU KM 116**

FICHE 3 : SECTEUR DU KM 117 AU KM 138

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Ce secteur est particulièrement accidenté à partir du km 130, soit au nord du lac Sept-îles. La pente moyenne est de 11 %. L'élévation change peu et se situe entre 770 et 810 m.
- Les premiers kilomètres longent la rivière Montmorency. Le lac Sept-îles est localisé au centre de ce segment, alors que le lac Jacques-Cartier est situé dans la partie nord. Les cours d'eau y sont relativement moins présents que dans les autres secteurs.
- Le tracé de la route est particulièrement formé de courbes entre les km 125 et 128, au km 132 ainsi qu'au km 136. Le dégagement de l'emprise est de moins de 10 m entre les km 120 et 128.

Exploitation forestière

- Plus de 1 447 ha de peuplements en régénération sont localisés en pourtour de la route.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est faible près de la route. Par contre, il existe de grandes étendues à l'est de la route où cet indice est élevé. Les milieux humides sont principalement localisés au sud du lac Sept-îles. Une seule aire d'hivernage a été localisée en 2002 à la hauteur du lac Jacques-Cartier.

Activités de chasse

- La récolte d'originaux est relativement uniforme, mais rarement à moins de 2 à 3 km de la route. Il existe deux zones où la chasse sportive n'est pas permise, soit au sud-ouest du lac Jacques-Cartier et à l'ouest des km 117 à 123 dans le parc national de la Jacques-Cartier.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 31 collisions avec un orignal ont été enregistrées dans ce secteur entre 1991 et 2001. 65 % des collisions sont survenues en été.

Historique des interventions

- Aucun panneau ne signale la présence d'un risque de collision.
- Il existe quatre mares salines réaménagées, une mare non réaménagée et trois salines de compensation.
- Une glissière flexible et un éclairage temporaire et permanent ont été installés lors des travaux d'une route à 4 voies en 2001 et 2002 entre les km 133 et 135,5.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Les collisions étant peu nombreuses et réparties uniformément sur ce tronçon, il serait difficile de réduire encore les risques de collision. La présence du caribou est toutefois notable en période estivale et elle peut présenter un risque.
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de niveau 4 relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Pour l'instant, nous suggérons que des panneaux indiquant un risque élevé de collision avec un caribou soient installés du km 117 au km 127. De plus, le suivi des collisions doit se poursuivre au cas où le nombre augmenterait de façon continue.

FICHE 3 SECTEUR DE PRIORITÉ 4 DU KM 117 AU KM 138

FICHE 4 : SECTEUR DU KM 139 AU KM 145

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Ce secteur est relativement accidenté, principalement du côté ouest, le long du lac Jacques-Cartier. Un grand plateau est aussi localisé au nord du lac Jacques-Cartier. L'élévation change très peu et se situe entre 786 et 800 m.
- La moitié sud de ce segment est bordée à l'est par le lac Jacques-Cartier.
- Les courbes les plus importantes sont situées aux km 140 et 141. Le dégagement de l'emprise est supérieur à 14 m, sauf au km 140 où il est de moins de 10 m.

Exploitation forestière

- Au total, 471 ha de forêt en régénération sont présents à l'est de la chaussée. Les peuplements forestiers situés à l'ouest de la route ne sont pas exploités présentement.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est faible près de la route. Par contre, il existe deux grandes étendues où cet indice est élevé, soit à l'est du lac Jacques-Cartier et au nord-ouest de ce secteur. Trois aires d'hivernage ont été localisées en 2002 à proximité du lac Jacques-Cartier.

Activités de chasse

- Les principaux sites de récolte d'orignaux sont localisés à plusieurs kilomètres à l'est de ce secteur. Il y a une large zone de chasse interdite dans le centre ouest.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- Seulement 11 collisions avec un orignal ont été enregistrées entre 1991 et 2001. Par contre, 7 collisions impliquant un caribou ont été notées dans ce secteur.

Historique des interventions

- Aucun panneau ne signale la présence d'un risque de collision.
- Aucune mare saline n'a été signalée pour ce secteur.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Les collisions étant particulièrement associées au caribou, dont la situation de la population locale demeure précaire, certaines interventions devraient être mises en œuvre afin de diminuer les risques de collisions impliquant cette espèce.
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de niveau 3 relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Nous suggérons que des panneaux indiquant un risque très élevé de collision avec un caribou soient installés dans ce secteur du km 139 au km 144. De plus, le suivi des collisions doit se poursuivre au cas où le nombre augmenterait de façon continue.
- Nous préconisons l'éclairage de l'emprise sur l'ensemble de ce secteur.

FICHE 4 SECTEUR DE PRIORITÉ 3 DU KM 139 AU KM 145

FICHE 5 : SECTEUR DU KM 146 AU KM 175**ÉTAT DE LA SITUATION****Description du relief, de l'hydrographie et de la route**

- Le relief est généralement peu accidenté dans ce secteur, sauf aux km 151 à 152 et 170 à 175. D'ailleurs, l'élévation change peu, soit entre 745 et 809 m.
- Les principaux plans d'eau sont la rivière Pikauba et le lac Talbot.
- Ce secteur ne comporte pas de zone associée à des courbes prononcées. Le dégagement de l'emprise est généralement faible, sauf entre les km 146 à 148 et 162 à 166.

Exploitation forestière

- Plus de 1 482 ha de forêt en régénération se retrouvent dans ce secteur. Ces zones de régénération sont localisées principalement entre les km 153 à 158 et entre les km 164 à 172.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est faible près de la route, tout comme dans les milieux adjacents. Par contre, cinq aires d'hivernage ont été localisées en 2002. Elles étaient situées dans la partie nord de ce secteur. Près de 40 % des milieux humides adjacents à la route 175 sont localisés dans ce secteur. Ils sont principalement situés le long de la rivière Pikauba, ainsi qu'à l'ouest du lac Talbot.

Activités de chasse

- Les principaux sites de récolte d'orignaux sont localisés à l'est du lac Talbot.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 46 collisions impliquant l'orignal sont survenues dans ce secteur entre 1991 et 2001, dont 76 % en été.

Historique des interventions

- Deux panneaux de type « Les orignaux ne sont pas toujours sur les panneaux » ont été installés aux km 164 et 165. Un des 4 panneaux de type « Zone d'étude » est présent au km 171.
- Ce secteur précède une section de 5 km pourvue de clôtures électriques installées en 2002 et mises en opération en 2003 par le MTQ.
- Cinq mares salines non réaménagées et une saline de compensation ont été localisées dans ce segment de route.
- Une chaussée à 4 voies a été construite au km 166 avec terre-plein et éclairage permanent en 2000.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS**Diagnostic**

- Les collisions étant peu nombreuses et réparties uniformément sur ce tronçon, il serait difficile de réduire encore les risques de collision.
- Des effets de bout pourraient toutefois se manifester au début de la clôture électrique commençant au km 175.
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de niveau 4, soit faible, relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Nous suggérons qu'aucune intervention ne soit entreprise dans ce secteur. Cependant, on devrait porter une attention particulière au suivi du nombre de collisions au km 175.

**FICHE 5
SECTEUR DE PRIORITÉ 4
DU KM 146 AU KM 175**

FICHE 6 : SECTEUR DU KM 176 AU KM 190

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Le relief est peu accidenté dans ce secteur. L'élévation varie seulement entre 667 et 778 m. La pente est généralement descendante à partir du km 182.
- Les principaux plans d'eau sont le lac Tourangeau et la rivière Cyriac.
- Les courbes importantes sont localisées près du lac Tourangeau et au km 190. Le dégagement de l'emprise est inférieur à 10 m entre les km 181 et 186.

Exploitation forestière

- Les superficies de forêt en régénération sont faibles dans ce secteur.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est faible en général. Par contre, cet indice est moyen au nord du km 185. D'ailleurs, aucun ravage n'a été localisé en 2002. 76 ha de milieux humides sont répartis de façon homogène près de la route.

Activités de chasse

- Les principaux sites de récolte d'orniaux sont localisés à l'ouest de ce segment de route.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 75 collisions impliquant l'orignal ont été enregistrées entre 1991 et 2001, dont 73 % en été. 28 de ces collisions sont survenues entre les km 187 et 190, et 27 entre les km 177 et 182.

Historique des interventions

- Une clôture électrique a été mise en place entre les km 176 et 181 à l'automne 2002.
- Un passage inférieur a été aménagé lors des travaux de réfection du pont à l'émissaire du lac Tourangeau en 2002.
- Trois des 4 panneaux de type « Zone d'étude » sont localisés aux km 176, 181 et 185 de ce secteur. Deux panneaux de type « Risque très élevé » ont été placés aux km 176 et 180, alors qu'un panneau de type « Risque élevé » est situé au km 180. À l'automne 2003, la signalisation a été améliorée pour identifier le début et la fin des clôtures.
- Cinq mares salines réaménagées et quatre salines de compensation sont présentes dans ce secteur.
- Un réaménagement géométrique de la route a été réalisé en 2001 et 2002 du km 176 au km 180 (lac Tourangeau) et en 2003 du km 188 au km 191 (lac des Uries).

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Le terrain généralement plat à proximité de la route pourrait favoriser les déplacements des orignaux près de la chaussée. Toutefois, ce facteur permet partiellement d'expliquer le nombre de collisions impliquant l'orignal d'après les analyses statistiques présentées dans la section « Résultats ».
- Ce secteur est caractérisé par un nombre élevé de collisions en été et moyen en automne. Par contre, plusieurs interventions y ont déjà été réalisées pour augmenter la sécurité des usagers.
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de niveau 2 relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Nous considérons que la solution la plus efficace pour réduire les risques de collision est de mettre en place une clôture le long de la majeure partie de ce tronçon.
- Des passages inférieurs pourraient être aménagés afin de permettre à la grande faune de traverser la chaussée de façon sécuritaire. Par contre, les ponts existants ne sont pas de taille suffisante pour permettre le passage de la grande faune. Un passage supérieur pourrait aussi être considéré.
- L'éclairage de l'emprise pourrait aussi être considéré à certains endroits.
- Cependant, nous recommandons de compléter la période de suivi sur l'efficacité de la clôture électrique en place avant d'initier toute autre intervention.

FICHE 6 SECTEUR DE PRIORITÉ 2 DU KM 176 AU KM 190

FICHE 7 : SECTEUR DU KM 191 AU KM 214

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Le relief varie peu dans ce secteur, mais il suit une pente généralement descendante puisque l'élévation passe de 690 à 350 m.
- Le tracé longe d'abord la rivière Gilbert avant de la traverser au km 198. Par la suite, il suit la rivière Cyriac sur plusieurs kilomètres et la traverse au km 210. Finalement, il contourne le lac des Îlets.
- La courbe la plus marquée est située entre les km 201 et 202. Le dégagement de l'emprise est généralement inférieur à 10 m, sauf exception entre les km 200 et 201 où il est supérieur à 25 m.

Exploitation forestière

- Près de 1 000 ha de forêt en régénération se retrouvent dans ce secteur. Les principales superficies sont localisées entre les km 190 et 193, à l'est de la route et au nord du km 202.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est généralement élevé, plus particulièrement entre les km 198 et 208. Il faut noter que cet indice demeure élevé à l'ouest de la route et au nord du km 208. Huit aires d'hivernage ont été localisées en 2002, dont une de grande taille à l'est du lac des Îlets. Seulement 144 ha de milieux humides sont présents, dont la plus grande part est située près du lac des Îlets et le long de la rivière Cyriac.

Activités de chasse

- La récolte d'orignaux est limitée dans ce secteur. Elle est surtout effectuée du côté ouest de la route, soit à la hauteur du km 202 et du lac des Îlets. Une zone d'interdiction de chasse entoure ce lac et la portion est du secteur de chasse 10 (Sépaq) ne fait pas l'objet de récolte sportive.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- 134 collisions impliquant l'orignal ont été enregistrées entre 1991 et 2001, dont 57 % en période estivale. Le nombre de collisions était particulièrement élevé aux km 198, 200 et 208.

Historique des interventions

- Des panneaux de type « Risque très élevé » ont été placés aux km 196, 200, 206 et 210, alors que des panneaux de type « Risque élevé » sont situés aux km 195, 201, 205 et 211. Un panneau de type « Les orignaux ne sont pas toujours sur les panneaux » est localisé au km 212.
- Six mares salines non réaménagées ont été localisées près de la route dans ce tronçon.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Les collisions ont été les plus fréquentes dans ce secteur au fil des années, et cela peu importe la saison.
- Les IQH nourriture et les longueurs de cours d'eau situés en bordure de la route sont figurent parmi les plus élevés dans ce secteur. Toutefois, ces facteurs permettent partiellement d'expliquer le nombre de collisions impliquant l'orignal d'après les analyses statistiques présentées dans la section « Résultats ». Le km 208 est particulièrement problématique en période automnale.
- De 1997 à 2002, 87 % des collisions avec la grande faune sont survenues la nuit, soit 52 sur un total de 60.
- Ce secteur devra être considéré de priorité 1. Nous jugeons qu'une intervention majeure est nécessaire afin de réduire considérablement les risques de collisions.

Recommandations

- Nous considérons que la solution la plus efficace pour réduire les risques de collision est de mettre en place une clôture le long de la majeure partie de ce secteur.
- Des passages inférieurs seront nécessaires afin de permettre à la faune de circuler entre les 2 côtés de la route.
- L'éclairage de l'emprise doit être considéré de pair avec la mise en place de la clôture.
- Les mares salines devraient faire l'objet d'un réaménagement lors des prochains travaux routiers.

FICHE 7 SECTEUR DE PRIORITÉ 1 DU KM 191 AU KM 214

FICHE 8 : SECTEUR DU KM 215 AU KM 227

ÉTAT DE LA SITUATION

Description du relief, de l'hydrographie et de la route

- Le relief est le plus accidenté entre les km 220 à 222. La pente est généralement descendante, alors que l'élévation passe de 390 à 164 m.
- Les principaux milieux aquatiques sont les lacs Simoncouche et Kénogami.
- Le dégagement de l'emprise est inférieur à 10 m jusqu'au km 221 et devient supérieur par la suite.

Exploitation forestière

- Les 673 ha de forêt en régénération sont principalement situés à l'ouest de la route entre les km 216 et 223.

Habitat de l'orignal

- L'IQH nourriture est très élevé, principalement entre les km 217 et 225. Aucune aire d'hivernage n'a été localisée près de ce secteur. Les 57 ha de milieux humides sont répartis tout au long de ce secteur.

Activités de chasse

- La récolte d'orniaux est élevée dans ce secteur entre les km 218 et 220 car on se trouve en territoire libre où la pression de chasse n'est pas contrôlée. La zone d'interdiction de chasse qui entoure le lac des Îlets du secteur précédent continue au nord et entoure aussi le lac Simoncouche.

Répartition et gravité des collisions entre 1991 et 2001

- Cinq collisions impliquant un orignal ont été reportées dans ce secteur entre 1991 et 2001. Par contre, 4 collisions avec d'autres animaux (cerf de Virginie et ours noir) sont survenues, dont 3 au nord du km 224.

Historique des interventions

- Un panneau de type « Risque élevé » est situé au km 215. Deux panneaux de type général sont aussi localisés au km 218.

DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS

Diagnostic

- Les collisions étant peu nombreuses et réparties uniformément sur ce tronçon, il serait difficile de réduire encore les risques de collision. La pression et le succès de chasse limitent le nombre d'orniaux présents dans ce secteur et par conséquent le nombre d'animaux se retrouvant sur la chaussée.
- Nous jugeons que la priorité d'intervention est de priorité 4 relativement aux autres secteurs.

Recommandations

- Pour le moment, nous ne recommandons pas d'intervention. Toutefois, le suivi des sites de collisions doit se poursuivre.

FICHE 8 SECTEUR DE PRIORITÉ 4 DU KM 215 AU KM 227

10. BIBLIOGRAPHIE

- Addison, R.B., J.C. Williamson, B.P. Saunders et D. Fraser. 1980. *Radio-tracking of Moose in the Boreal Forest of Northwestern Ontario*. Can. Field-Nat. 94:269-276.
- Banville, D. 1998. *Plan de gestion du caribou de Charlevoix*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction régionale de Québec
(<http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/faune/gestion/caribou>)
- Boileau, F. 1993. *Utilisation de l'habitat par l'ours noir (*Ursus americanus*) dans le parc de conservation de la Gaspésie*. Mémoire de maîtrise (M.Sc.), Université Laval, Faculté des sciences et de génie, Département de biologie. 55 p.
- Boileau, F., M. Crête et J. Huot. 1994. *Food Habits of the Black Bear, *Ursus americanus*, and Habitat Use in Gaspésie Park, Eastern Québec*. The Canadian Field-Naturalist, 108:162-169.
- Bouchard, R. et G. Moisan. 1974. *Chasse contrôlée à l'orignal dans les parcs et réserves du Québec (1962-1972)*. Naturaliste Can. 101:689-704.
- Bomford, M. et P.H. O'Brien. 1990. *Sonic Deterrents in Animal Damage Control : A Review of Device Tests and Effectiveness*. Wildl. Soc. Bull. 18:411-422.
- Chabot, A. et Y. Plourde. 2000. *Inventaire aérien de l'orignal le long des routes 169 et 175 dans le secteur de la Réserve faunique des Laurentides*. Groupe-Conseil AGIR Inc. Rapport technique présenté au ministère des Transports du Québec, Service de l'inventaire et du plan. 22 p. + annexes.
- Clevenger, A.P., B. Chruszcz, K. Gunson et J. Wierzchowski. 2002. *Roads and Wildlife in the Canadian Rocky Mountain Parks – Movements, Mortality and Mitigation*. Final report to Parks Canada, Banff, Alberta, Canada.
- Consortium Génivar-Tecsult. 2003. *Étude d'impact du projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées du km 84 au km 227 (143 km) dans la Réserve faunique des Laurentides et dans la Ville de Saguenay*. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec, au ministère de l'Environnement du Québec et à Transports Canada. 290 p. + annexes.
- Courtois, R. et M. Crête. 1988. *Déplacements quotidiens et domaines vitaux des orignaux du sud-ouest du Québec*. Alces 24:78-89.
- Courtois, R., M. Crête et F. Barnard. 1993. *Productivité de l'habitat et dynamique d'une population d'orignaux du sud de la taïga québécoise*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune et des habitats et Direction régionale de la Côte-Nord. 52 p.
- Courtois, R., J. Labonté et J.-P. Ouellet. 1998. *Déplacements et superficie du domaine vital de l'orignal, *Alces alces*, dans l'est du Québec*. Canadian Field-Naturalist 112:602-610.

- De Bellefeuille, S. et M. Poulin. 2003. *Mesures de mitigation pour réduire le nombre de collisions routières avec les cervidés*. Revue de littérature et recommandations pour le Québec. Ministère des Transports du Québec, Direction générale de Québec et de l'Est, Service du soutien technique. 52 p.
- Dussault, C. 2002. *Influence des contraintes environnementales sur la sélection de l'habitat de l'orignal (Alces alces)*. Thèse de doctorat, Université Laval, Sainte-Foy, Québec. 141 p.
- Dussault, C., R. Courtois et J.-P. Ouellet. 2002. *Indice de qualité d'habitat pour l'orignal (Alces alces) adapté au sud de la forêt boréale du Québec*. Rapport présenté au ministère des Transports du Québec. 37 p. + annexes.
- FAPAQ, 2004. http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/publications/chasse/PDF_2004/C27.PDF.
- Forman, R.T.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C.R. Goldman, K. Heanue, J.A. Jones, F.J. Swanson, T. Turrentine et T.C. Winter. 2003. *Road Ecology Science and Solutions*. Island Press. Washington. 481 p.
- Grondin, P., J. Blouin, P. Racine, H. D'Avignon et S. Tremblay. 1998. *Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'est*. Forêt Québec. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction des inventaires forestiers.
- Hindelang, M., D. Premo, E. Rogers et K. Premo. 1999. *Addressing Deer-vehicle Collisions with an Ecological Landscape GIS Approach*. Pages 185-192 in G.L. Evink, P. Garrett et D. Zeigler (eds). *Proceedings of the Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Florida Department of Transportation. Report no. FL-ER-73-99.
- Huijser, M.P. et P.T. McGowen. 2003. *Overview of Animal Detection and Animal Warning Systems in North America and Europe*. Pages 368-382 in *Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*. Lake Placid, New York. Center for Transportation and Environment, North Carolina State University.
- Huot, M., G. Lamontagne et F. Goudreault. 2002. *Plan de gestion du cerf de Virginie au Québec 2002-2008*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune. 290 p.
- Hundertmark, K.J. 1998. *Home Range, Dispersal and Migration*. Chapitre 9, pages 303-335 in Franzmann, A.W. et C.C. Schwartz (eds). 1998. *Ecology and Management of the North American Moose*. Smithsonian Institution Press, Washington. 733 p.
- Jolicoeur, H. et M. Crête. 1987. *Évaluation du drainage des mares saumâtres comme méthode pour réduire les accidents routiers impliquant des orignaux dans la Réserve faunique des Laurentides*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la gestion des espèces et des habitats. 22 p.

- Jolicoeur, H., G. Kennedy et R. Lemieux. 1992. *Radioisotope Tagging for the Determination of Black Bear Population Densities in Québec East*. Workshop Black Bear Res. and Manage. 11:208-220.
- Joyce, T.L. et S.P. Mahoney. 2001. *Spatial and Temporal Distributions of Moose-vehicle Collision in Newfoundland*. Wildlife Society Bulletin 29:281-291.
- Labonté, J., R. Courtois et J.-P. Ouellet. 1993. *Déplacements et taille des domaines vitaux des orignaux (Alces alces) dans le Bas-Saint-Laurent et la Gaspésie*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune terrestre. 38 p.
- Labonté, J., J.-P. Ouellet, R. Courtois et F. Bélisle. 1998. *Moose Dispersal and its Role in the Maintenance of Harvested Population*. J. Wildl. Manage. 62:225-235.
- Lamontagne, G., H. Jolicoeur et R. Lafond. 1999. *Plan de gestion de l'ours noir 1998-2002*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats, Direction de la coordination opérationnelle. 336 p.
- Laurian, C., J.-P. Ouellet, R. Courtois, L. Breton et S. St-Onge. 2000. *Effects of Intensive Harvesting on Moose Reproduction*. Journal of Applied Ecology. 37:515-531.
- Lavsund, S. et F. Sandegren. 1991. *Moose-Vehicle Relations in Sweden : a Review*. Alces 27:118-126.
- Leblanc, Y. 2002. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3 - Suivi environnemental – Original - Bilan du suivi 1995-2001*. Rapport final présenté à Hydro-Québec, Direction principale – Projet d'équipement, par Poulin Thériault Inc. (Tecsult), Québec. Pagination multiple + 2 annexes.
- Martel, D. 2002. *Projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées, km 84 au km 227 (143 km) – Réserve faunique des Laurentides et Ville de Laterrière : Répertoire des kilomètres*. Rapport d'inventaire. Ministère des Transports du Québec, Direction régionale du Saguenay – Lac-Saint-Jean – Chibougamau, 13 novembre 2001, mis à jour le 20 mars 2002.
- McDonald, M.G. 1991. *Moose Movement and Mortality Associated with the Glen Highway Expansion*. Anchorage, Alaska. Alces 27:208-219.
- Ministère des Transports du Québec. 2003. *Clôture mixte : électrique/métallique pour le contrôle des cervidés le long des routes et autoroutes*. Résultats de la première phase expérimentale. Direction de Québec et de l'Est, Service du soutien technique. 15 p.
- Ministère des Transports du Québec. 1991. *La prévention des collisions routières impliquant les cervidés au Québec*. Service de l'environnement. 57 p.

- Newhouse, N. 2003. *The Wildlife Protection System: Early Successes and Challenges using Infrared Technology to Detect Deer, Warn Drivers, and Monitor Deer Behavior*. Pages 390-391 in *Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*. Lake Placid, New York. Center for Transportation and Environment, North Carolina State University.
- Oosenburg, S.M., E.W. Mercer et S.H. Ferguson. 1991. *Moose-vehicle Collisions in Newfoundland – Management Considerations for the 1990's*. *Alces* 23:377-393.
- Peek, J.M. 1998. *Habitat Relationships*. Chapitre 11, pages 351-375 in Franzmann, A.M. et C.C. Schwartz (eds). 1998. *Ecology and Management of the North American Moose*. Smithsonian Institution Press, Washington. 733 p.
- Petersen, R.L. 1955. *North American Moose*. University of Toronto Press. 280 p.
- Poulin, M. 2003. *La réduction des accidents occasionnés par la grande faune*. Évaluation de diverses mesures d'intervention au Québec. Ministère des Transports, Direction générale de Québec et de l'Est, Service du soutien technique. 22 p.
- Poulin, M. 2002. *Les accidents de la circulation occasionnés par la grande faune sur le territoire de la Direction du Bas-Saint-Laurent – Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine*. Bilan statistique 1996 à 2000. Ministère des Transports, Direction générale de Québec et de l'Est, Service du soutien technique. 45 p.
- Poulin, M. 1998. *Mares salines fréquentées par l'orignal en 1997 dans le corridor des routes 169 et 175 à l'intérieur des limites de la Réserve faunique des Laurentides*. Ministère des Transports, Direction de Québec, Service des inventaires et du plan. 127 p.
- Renecker, L.A. et C.C. Schwartz. 1998. *Food Habits and Feeding Behavior*. Chapitre 13, pages 403-439 in Franzmann, A.W. et C.C. Schwartz (eds). 1998. *Ecology and Management of the North American Moose*. Smithsonian Institution Press, Washington. 733 p.
- Rolley, R.E. et L.B. Keith. 1980. *Moose Population Dynamics and Winter Habitat Use at Rochester, Alberta, 1965-1969*. *Can. Field-Nat.* 94:9-18.
- Romin, L.A. et J.A. Bissonette. 1996. *Deer-vehicle Collisions : Status of State Monitoring Activities and Mitigation Efforts*. *Wildl. Soc. Bull.* 24:276-283.
- Romin, L.A. et L.B. Dalton. 1992. *Lack of Response by Mule Deer to Wildlife Warning Whistles*. *Wildl. Soc. Bull.* 20:382-384.
- St-Onge, S., L. Breton, A. Beaumont et R. Courtois. 1995. *Inventaire aérien de l'orignal dans la Réserve faunique des Laurentides à l'hiver 1994*. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune terrestre, pages 17-25 in St-Onge, S., R. Courtois et D. Banville (éds). 1995. *Inventaires aériens de l'orignal dans les réserves fauniques du Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune terrestre. 109 p.

- Samson, C. 1996. *Modèle d'indice de qualité de l'habitat pour l'ours noir (Ursus americanus) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction générale de la ressource faunique et des parcs. 57 p.
- Samson, C. 1995. *Écologie et dynamique de population de l'ours noir (Ursus americanus) dans une forêt mixte protégée du sud du Québec*. Thèse de doctorat, Université Laval, Sainte-Foy (Québec). 201 p.
- Sandegren, F. et P. Sweanor, 1988. *Migration Distances of Moose Populations in Relation to River Drainage Length*. *Alces* 24:112-117.
- Sansregret, H. et C. Auger. 2000. *Évaluation du potentiel de la végétation herbacée et arbusculaire, aux abords de deux routes, en termes de couvert pour la grande faune*. Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec. 12 p. + annexes.
- Schwartz, C.C. et B. Bartley. 1991. *Reducing Incidental Moose Mortality – Considerations for Management*. *Alces* 27:227-231.
- Schwartz, C.C. et A.W. Franzmann. 1991. *Interrelationship of Black Bears to Moose and Forest Succession in the Northern Coniferous Forest*. *Wildl. Monogr.* 113:1-58.
- Sebbane, A., R. Courtois, S. St-Onge, L. Breton et P.-É. Lafleur. 2002. *Utilisation de l'espace et caractéristiques de l'habitat du caribou de Charlevoix entre l'automne 1998 et l'hiver 2001*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 60 p.
- Sépaq. 2003. Carte : Chasse contingenté à l'orignal, Réserve faunique des Laurentides.
- Sullivan, T.L. et T.A. Messner. 2003. *Perceptions of Deer-vehicle Collision Management by State Wildlife Agency and Department of Transportation Administrators*. *Wildlife Society Bulletin* 31:163-173.
- Tabachnick, B.G. et L.S. Fidell. 2001. *Using Multivariate Statistics*. 4th edition. Allyn & Bacon. A. Pearson Education Company. Needam Heights, MA. 966 p.
- Tecsult Environnement Inc. 2003. *Recherche bibliographique sur les clôtures et les passages pour la grande faune/cerf de Virginie*. Mesures d'atténuation pour le prolongement de l'autoroute Robert-Cliche (73) entre Saint-Joseph-de-Beauce et Beauceville. M.R.C. Robert-Cliche. Rapport préliminaire présenté au ministère des Transports du Québec, Direction de la Chaudière-Appalaches. 34 p. + 6 annexes.
- Tecsult Environnement Inc. 2002. *Régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami. Étude des populations d'originaux, hiver 2001*. Rapport final présenté à Hydro-Québec. Pagination multiple + 3 annexes et 2 cartes.

ANNEXE

CARTE 1

**Analyse globale de la problématique
de la grande faune et la route 175**