



© Robert Parent



Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Proposition d'un modèle de qualité de l'habitat du tétras du Canada (*Falcipennis canadensis*) pour le sud de son aire de répartition au Québec

Avril 2019

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Auteur :

Pierre Blanchette
Direction de l'expertise sur la faune terrestre,
l'herpétofaune et l'avifaune

Photographie de la page couverture :

Robert Parent

BLANCHETTE, PIERRE (2019). *Proposition d'un modèle de qualité de l'habitat du tétras du Canada (Falcipennis canadensis) pour le sud de son aire de répartition au Québec*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune terrestre, l'herpétofaune et l'avifaune, 29 p.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-85745-7

ISBN (PDF) : 978-2-550-85746-4

REMERCIEMENTS

Les projets desquels sont issues les données ayant servi à la rédaction de ce rapport ont nécessité la participation de nombreuses personnes et nous voulons les remercier vivement : mesdames Marie-Pier Amyot, Catherine Arsenault, Sarah-Maud Bernier, Marie-Eve Bourgeois, Julie Boutin, Coraline Descamps, Nadia Deshaies, Stéphanie Gagné, Catherine Lagacé, Claudine Laurendeau, Stéphanie Leblanc, Céline Macabiau, Audrey Morin, Mélodie Paquet, Sophie Plante, Sophie Richard, Valérie Simard et Audrey Tremblay; messieurs Francis Allard, Mathieu Audet, Bruno Baillargeon, Philippe Beaupré, Édouard Bélanger, Yannick Bouchard, Luc Bourbeau, Jean-Claude Bourgeois, Marcel Cloutier, Claude Daigle, Damien Délisle, André Desrochers, Alain Desrosiers, Guillaume Desrosiers, Jean-François Dumont, Jacques Fortin, Jean-Guy Frenette, Dominique Grenier, Jean-Yves Grenier, Daniel Guérin, René Houle, Paul-Émile Lafleur, Normand Latour, Jonathan Leborgne, Mario Leclerc, Sébastien Lefort, Florent Lemieux, Rolland Lemieux, Alain Lussier, Raymond McNicoll, Rémys Morissette, Jérémie Pelletier, Pierre-Luc Pitre, Yves Robitaille, Sylvain Roy, Gilles Sauvestre et Sylvain St-Onge.

Nous voudrions également remercier la compagnie Gestion Solifor inc. et les propriétaires forestiers de Lotbinière pour leur collaboration et pour nous avoir permis d'accéder à leur propriété. Enfin, nous soulignons la collaboration du Groupement forestier de Lotbinière-Mégantic (Mathieu Bussière, Gaétan Demers et Antoine Martineau) aux travaux d'inventaire de tétras dans la MRC de Lotbinière.

RÉSUMÉ

Ce rapport présente les analyses de sélection de l'habitat du tétras du Canada à partir de données issues de deux projets de recherche effectués dans les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à tilleul. Les analyses portent sur la composition des peuplements forestiers sélectionnés par l'espèce à l'échelle du domaine vital. Par la suite, un modèle de qualité de l'habitat (MQH) du tétras du Canada est proposé sur la base de ces résultats et les prévisions du modèle sont comparées aux résultats d'un inventaire de tétras effectué au sud du Québec. Une approche par sélection de modèles basée sur le critère AICc a été utilisée. Le meilleur modèle prédit la probabilité de présence du tétras à partir de la proportion occupée par les peuplements d'épinettes, de feuillus, les peuplements en régénération et les milieux humides présents dans le domaine vital (25 ha). La probabilité de présence moyenne prédite par le modèle est significativement supérieure aux points d'inventaire avec présence de tétras comparativement aux points sans présence de tétras ($\bar{x} = 0,44$, erreur type = 0,04, $n = 73$ et $\bar{x} = 0,21$, erreur type = 0,01, $n = 374$ respectivement; $F = 36,64$, $p < 0,0001$). Ces résultats sont encourageants, mais une validation formelle à l'échelle du domaine vital du tétras est nécessaire avant de conclure à la validité du MQH.

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE RÉALISATION	II
REMERCIEMENTS	II
RÉSUMÉ	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	V
INTRODUCTION	1
AIRE D'ÉTUDE	5
MATÉRIEL ET MÉTHODES	5
Modèle de qualité de l'habitat	5
Capture et suivi télémétrique.....	5
Variables cartographiques.....	6
Analyses statistiques.....	8
Validation du MQH	8
RÉSULTATS	10
Sélection de l'habitat	10
Modèle de qualité de l'habitat	10
DISCUSSION	16
CONCLUSION	19
LISTE DES RÉFÉRENCES	20
ANNEXE 1	23
ANNEXE 2	25
ANNEXE 3	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Définitions des variables cartographiques utilisées pour l'analyse à l'échelle du domaine vital des tétras.	7
Tableau 2. Nombre de tétras du Canada considérés pour l'étude à l'échelle du domaine vital et celle à l'échelle des stations par aire d'étude.	10
Tableau 3. Meilleurs modèles évaluant la probabilité de présence du tétras du Canada à l'échelle du domaine vital pour les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à Tilleul. Les modèles sont classés par ordre décroissant de la valeur du critère AICc. Le poids du modèle (W_t) et le poids cumulé des modèles ($\sum W_t$) sont présentés.	11
Tableau 4. Valeurs des paramètres du modèle final prédisant la probabilité de présence du tétras du Canada à l'échelle du domaine vital pour les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à Tilleul.	11

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des sites d'étude dans la réserve faunique de Portneuf et dans la municipalité régionale de comté de Lotbinière.	6
Figure 2. Localisations (triangles noirs) des points d'inventaire de tétras du Canada entre 2007 et 2010.	9
Figure 3. Probabilité d'utilisation du territoire par le tétras du Canada selon le modèle final en fonction de la proportion de peuplements dominés ou codominés par l'épinette noire ou blanche (A), la proportion de peuplements feuillus (B), la proportion de dénudés humides (C) et la proportion de peuplements en régénération (D). Les autres variables du modèle ont été fixées à leur valeur moyenne (épinettes = 0.30; feuillus = 0.03; dénudés humides = 0.08; régénération = 0.33).	12
Figure 4. Valeur moyenne du MQH aux points d'inventaire avec (n=73) et sans (n=374) détection de tétras. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95%.	13
Figure 5. Valeur moyenne de l'IQH (Tweddell et coll. 2000) du tétras aux points d'inventaire avec (n=73) et sans (n=374) détection de tétras. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95%.	13
Figure 6. Probabilité de présence selon le MQH du tétras pour la zone de chasse 1 calculée à partir d'une grille de cellules de 25 ha et de la carte écoforestière 1 :20 000 du 4 ^e inventaire décennal du MFFP.	15

INTRODUCTION

Le tétras du Canada (*Falci pennis canadensis*, ci-après tétras) est une espèce typique des forêts conifériennes et il est considéré comme l'un des oiseaux les plus représentatifs de la forêt boréale (Szuba et Bendell 1983, Boag 1991, Boag et Schroeder 1991, Lemay et coll. 1998). Le tétras occupe les forêts dominées par les conifères à aiguilles courtes de l'Alaska jusqu'au Labrador, de la limite nord de la taïga forestière jusqu'en Nouvelle-Angleterre au sud (Williamson et coll. 2008). Au Québec, cette espèce se trouve principalement dans le domaine de la pessière à mousses, qui supporte les populations les plus abondantes, suivi par le domaine de la sapinière à bouleau blanc (Williamson et coll. 2008). On trouve des populations de tétras plus au sud, là où de grands massifs de conifères, principalement d'épinettes noires ou blanches ou de sapins baumiers, sont présents. Finalement, quelques populations résiduelles de cette espèce subsistent dans les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et à tilleul au sud du Québec dans des habitats de conifères autour de grandes tourbières ou d'autres sites mal drainés (Williamson et coll. 2008). Cette espèce est désignée à statut précaire dans les États du Vermont, de New York et du Wisconsin (Williamson et coll. 2008).

C'est une espèce sensible à l'exploitation forestière (Turcotte et coll. 1994, Lycke et coll. 2011), mais dont les populations peuvent subsister dans les forêts résiduelles des grands secteurs de coupes (Girard 1999, Potvin et Bertrand 2004, Potvin et Courtois 2006, Blanchette et Lafleur 2008). Un constat général qui découle des études effectuées sur cette espèce est qu'elle sélectionne les peuplements d'épinettes noires et évite les peuplements de feuillus (Turcotte et coll. 1993). Les peuplements utilisés sont caractérisés par une densité du couvert arbustif plus élevée que ce qui est disponible dans le secteur (Turcotte et coll. 1993, Lemay et coll. 1998, Potvin et coll. 2001).

Le tétras est la troisième espèce de petit gibier la plus recherchée par les chasseurs québécois (Lamontagne et coll. 2011). L'abondance des populations de cette espèce varie en fonction de l'habitat et des années. Selon des estimations ponctuelles effectuées occasionnellement lors d'études sur cette espèce, la densité au printemps peut varier de 3 à 15 mâles/km² (Turcotte et coll. 2000, Potvin et Courtois 2006). Ainsi, compte tenu de l'étendue de l'aire de répartition de cette espèce et de ses habitats favorables, la population de tétras du Québec pourrait varier entre 1,1 et 3,5 millions d'individus (Williamson et coll. 2008).

La Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier, entrée en vigueur en 2013, a pour but l'aménagement durable des forêts. La mise en application de ce type d'aménagement s'effectue par l'aménagement écosystémique. Dans les territoires à usages multiples, l'aménagement écosystémique doit tenir compte de la diversité des valeurs associées à la forêt des différents acteurs présents. La gestion intégrée des ressources est un moyen de favoriser l'utilisation polyvalente du milieu forestier tout en maintenant le caractère naturel des forêts. Les chasseurs et, plus directement, les gestionnaires des territoires fauniques sont en droit de vouloir mettre en valeur les activités de chasse par l'application de mesures d'aménagement forestier visant à favoriser certaines espèces de gibier. Le choix des espèces à favoriser est dicté par les intérêts des utilisateurs et surtout par le potentiel du territoire à offrir des conditions favorables d'habitat pour ces espèces. L'évaluation de la disponibilité et de l'état des habitats fauniques sur un territoire forestier est à la base du processus de leur mise en valeur. Les modèles de qualité de l'habitat (MQH) constituent des outils d'évaluation des habitats à partir des données issues de la carte écoforestière et des données qui y sont reliées.

Un indice de qualité de l'habitat (IQH) a été proposé pour le tétras du Canada (Tweddell et coll. 2000) pour le Québec. Cet IQH a été élaboré à partir des résultats d'études sur la sélection de l'habitat de cette espèce au Québec et ailleurs en Amérique du Nord. L'IQH est composé de deux variables exprimant les besoins du tétras à différentes saisons de l'année, soit l'habitat utilisé durant l'hiver, la reproduction et la nidification (REHN) d'une part, et l'habitat d'élevage des couvées (ELEV) d'autre part. Pour chaque variable, une valeur de 0 à 3 est attribuée aux peuplements forestiers sur la base de leurs attributs (composition, densité et hauteur). Pour obtenir la valeur finale de l'IQH, l'indice intègre la valeur du peuplement évalué et celles des peuplements limitrophes au sein d'une moyenne géométrique (pour plus de détails, voir Tweddell et coll. 2000).

Un exercice de validation de l'IQH a été réalisé dans la région du Nord-du-Québec près de Chibougamau (FaunENord 2014). Pour valider le paramètre qui évalue la qualité de l'habitat d'hiver (REHN), un inventaire de tétras a été réalisé au printemps dans différents types de peuplements forestiers selon une approche d'occupation de sites qui tient compte du taux de détection. Le paramètre ELEV a été validé à partir d'un suivi télémétrique de femelles tétras accompagnées de leur couvée au cours d'une saison estivale. Les conclusions de cette étude ne permettaient pas de statuer sur la validité des deux paramètres de l'IQH, principalement à cause de la faible taille de l'échantillon et de l'homogénéité forestière de l'aire d'étude, l'IQH ne réussissant qu'à distinguer les habitats de très faible qualité des autres habitats. De plus, la description des peuplements forestiers apparaissant sur les cartes écoforestières semble trop simpliste pour évaluer adéquatement la valeur de l'habitat pour le tétras du Canada (FaunENord 2014).

L'utilisation des cartes écoforestières est recommandée pour décrire les habitats fauniques généraux à l'échelle du paysage et pour évaluer la disponibilité de ces habitats pour de grands territoires (Dussault et coll. 2001). Cependant, l'adéquation entre les informations cartographiques qui décrivent le peuplement et celles mesurées sur le terrain est variable selon les descripteurs et peu fiable pour plusieurs d'entre eux (Dussault et coll. 2001, Blanchette et coll. 2002), ce qui ajoute de l'imprécision aux modèles qui utilisent la carte écoforestière. D'autres sources d'imprécision des modèles peuvent également exister, comme l'utilisation d'une variable proxy (variable utilisée en lieu et place d'une autre plus fiable mais non disponible) peu pertinente, l'absence de calibration du modèle qui ne permet pas de discerner adéquatement la qualité des habitats ou encore l'absence de la validation du modèle dans la région d'application (Brooks 1997). Malgré leur imperfection, les modèles qui évaluent la qualité et la disponibilité des habitats fauniques à partir de données cartographiques ou facilement accessibles demeurent des outils de prédilection et essentiels pour les aménagistes des ressources naturelles (Brooks 1997).

Depuis l'élaboration de l'IQH du tétras, des travaux d'étude sur la sélection de l'habitat par cette espèce ont été réalisés dans la partie sud de son aire de répartition (domaine de l'érablière), là où la disponibilité des habitats essentiels est plus problématique que dans la pessière. Dans ces conditions, l'évaluation de la qualité de l'habitat du tétras doit tenir compte du contexte moins favorable, car la perte d'habitats de qualité, qui sont moins disponibles et plus isolés, aura des conséquences néfastes sur le maintien même des populations de ces secteurs ou sur leur exploitation par la chasse.

Objectif du rapport

Ce rapport présente les analyses de sélection de l'habitat du tétras du Canada à partir de données issues de deux projets de recherche effectués dans les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à tilleul. Les analyses portent sur la composition des peuplements forestiers sélectionnés par l'espèce à l'échelle du domaine vital. Par la suite, un MQH du tétras du Canada est proposé sur la base de ces résultats et les prévisions du modèle sont comparées à celle de l'IQH de Tweddell et coll. (2000) et aux résultats d'un inventaire de tétras effectué au sud du Québec.

Contexte et objectifs spécifiques des projets de recherche considérés

Réserve faunique de Portneuf : 2005-2006

L'un des enjeux soulevés par les participants de la Table de concertation de la réserve faunique de Portneuf concernait le maintien et le renouvellement des peuplements résineux matures dominés par l'épinette noire. En effet, comme la réserve est localisée dans les sous-domaines bioclimatiques de la sapinière à bouleau jaune et de l'érablière à bouleau jaune, la présence d'un massif important de peuplements résineux matures dominés par l'épinette noire dans sa partie ouest constitue un élément remarquable pour ce territoire. Le tétras, espèce inféodée aux forêts d'épinette noire ou de pin gris, avait été choisi comme espèce indicatrice du succès de l'aménagement de cet écosystème particulier. La prise en compte de l'habitat de cette espèce dans les plans d'aménagement implique de pouvoir identifier ses habitats à partir des outils usuels des aménagistes forestiers, dont la carte écoforestière. Ce projet consistait donc à identifier les habitats utilisés par le tétras dans le contexte particulier de la réserve faunique de Portneuf et à valider l'indice de qualité de l'habitat de cette espèce (IQH, Tweddell et coll. 2000), qui a été élaboré à partir des résultats de travaux réalisés essentiellement dans la pessière noire. Les travaux de terrain se sont déroulés en 2005 et 2006 par la capture et le suivi télémétrique de tétras durant la période de reproduction, soit d'avril à septembre de chacune des années. Les principaux résultats ont été présentés au XI International Grouse Symposium en 2008 (Blanchette et Lafleur 2008).

Lotbinière : 2008-2010

Ce projet tire son origine d'une recommandation des participants à l'Atelier sur la petite faune de 2006 qui demandait d'entreprendre des études pour préciser la situation du tétras au sud du Québec, particulièrement sa répartition, son abondance relative ainsi que la disponibilité et la qualité de l'habitat. La partie portant sur l'étude de l'habitat du tétras s'est déroulée dans la MRC de Lotbinière, sur une grande propriété privée appartenant à Gestion Solifor inc. et de nombreuses petites propriétés privées limitrophes. Le suivi télémétrique des tétras s'est déroulé de mai 2007 à avril 2010, à l'exception des mois de septembre à novembre de chaque année. Un inventaire printanier des tétras par point d'écoute a également été réalisé dans des secteurs présentant un potentiel certain pour cette espèce dans les régions de l'Estrie, du Centre-du-Québec et de la Chaudière-Appalaches. Les résultats de cet inventaire serviront à comparer les performances du MQH à celui de l'IQH de Tweddell et coll. (2000).

AIRE D'ÉTUDE

Réserve faunique de Portneuf 2004-2006

L'étude s'est déroulée dans la partie ouest de la réserve faunique de Portneuf dans un secteur localisé dans le sous-domaine de l'érablière à bouleau jaune et qui était occupé majoritairement par des peuplements d'épinette noire mature (figure 1). Ce secteur a été divisé en deux parties : la première était dominée par des coupes totales âgées de 2 à 18 ans (74 % de la superficie) au moment de l'étude et la seconde était dominée par des peuplements matures de plus de 60 ans (51 % de la superficie).

MRC de Lotbinière 2007-2010

L'étude s'est déroulée sur une propriété privée appartenant à Gestion Solifor inc. et sur les petites propriétés privées limitrophes (figure 1). Ce secteur est localisé dans le sous-domaine de l'érablière à tilleul et est caractérisé par un drainage imparfait à mauvais, ce qui a pour résultat la présence de tourbières ombrotrophes et de peuplements de conifères dominés par l'épinette noire à leur pourtour. La mosaïque forestière était composée de 38 % de forêts de moins de 4 m de haut et de 24 % de peuplements d'épinette noire, blanche ou de Norvège de plus de 4 m de haut.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Modèle de qualité de l'habitat

Capture et suivi télémétrique

Les tétras ont été capturés principalement au printemps (avril à juin) de chacune des années d'étude à des points d'écoute répartis dans les aires d'étude. La capture se faisait à l'aide d'un collet en nylon placé au bout d'une perche télescopique (Zwickel et Bendall 1967). Les tétras étaient munis d'un émetteur VHF de 17 g (Advanced Telemetry Systems, inc. Isanti, MN, USA, modèle A1260). Les manipulations des animaux ont été approuvées par le Comité de protection des animaux du Ministère (Portneuf : CPA-05-01; Lotbinière : CPA-08-00-05). Les oiseaux étaient localisés précisément (*homing*) à l'aide d'un récepteur R1000 (Communication specialist inc.) et d'une antenne directionnelle 3 brins de

type Yagi. Les coordonnées géographiques étaient obtenues à l'aide d'un GPS. Durant la période de reproduction (avril à septembre), les oiseaux étaient localisés deux à trois fois par semaine, alors que durant l'hiver (novembre à mars), ils l'ont été une à deux fois par semaine.

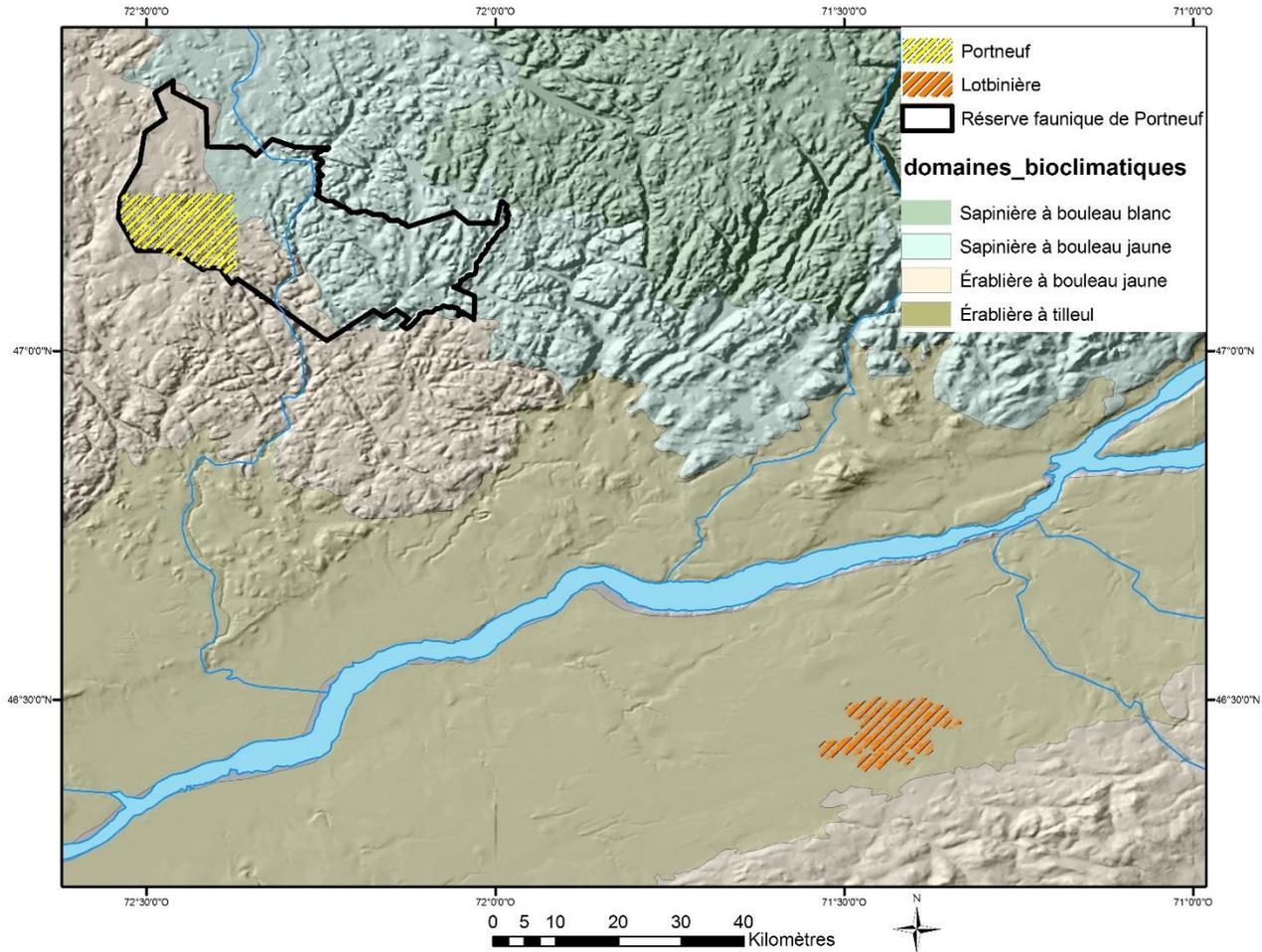


Figure 1. Localisation des sites d'étude dans la réserve faunique de Portneuf et dans la municipalité régionale de comté de Lotbinière

Variables cartographiques

La carte écoforestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) à l'échelle de 1 :20 000 du 4^e inventaire décennal a été utilisée pour identifier les milieux forestiers des secteurs à l'étude. Dans la MRC de Lotbinière, une mise à jour de la carte a été gracieusement fournie par Gestion Solifor inc. Les variables retenues pour l'analyse à l'échelle du domaine vital sont présentées au tableau 1. Elles ont été retenues sur la base des résultats d'études antérieures sur la sélection de l'habitat par le tétras et des informations disponibles sur les cartes écoforestières. L'annexe 2 présente les requêtes SQL

utilisées pour classer les polygones forestiers en fonction des variables utilisées pour les analyses (tableau 1).

Tableau 1. Définition des variables cartographiques utilisées pour l'analyse à l'échelle du domaine vital des tétras

Variable	Définition	Rôle	Références
Épinettes	Proportion des peuplements de plus de 7 m de hauteur dominés ou codominés par l'épinette noire, blanche, rouge ou de Norvège.	Habitats sélectionnés préférentiellement durant l'hiver par les tétras et durant l'été par les coqs et les poules sans couvées	Lemay (1989), Lemay et coll. (1991), Girard (1999), Turcotte et Couture (1992), Turcotte et coll. (1993, 1994), Potvin et Courtois (2006), Zlonis et coll. (2017)
Feuillus	Proportion des peuplements de plus de 7 m de hauteur de type de couvert feuillu ou mélangé à dominance feuillue.	Habitats évités par le tétras	Tweddell et coll. (2000), Williamson et coll. (2008)
Résineux	Proportion des peuplements de plus de 7 m de hauteur de type de couvert résineux ou mélangé à dominance résineuse dominés ou codominés par d'autres essences que les épinettes.	Habitats utilisés durant l'hiver	Robinson (1969), Redmond et coll. (1982), Turcotte et coll. (2013), Anich et coll. (2013)
Régénération	Proportion des peuplements de hauteur inférieure à 7 m issus d'une perturbation anthropique ou naturelle.	Habitat sélectionné pour la nidification et l'élevage des couvées	Herzog et Boag (1977), Nugent et Boag (1982), Allan (1985)
Humides	Proportion des peuplements avec un code de terrain DH ou INO.	Habitats sélectionnés pour la nidification et l'élevage des couvées	Herzog et Boag (1977), Nugent et Boag (1982), Allan (1985), Macabiau et coll. (2012)

Analyses statistiques

Les domaines vitaux des tétras ont été délimités par la méthode du polygone minimum convexe en considérant 100 % des points de localisation (MCP 100 %). La boîte à outils HoRAE du logiciel OpenJump (version 1.7.1) a été utilisée à cette fin (Steiniger et Hunter 2012). La composition en milieux forestiers des domaines vitaux des tétras a été comparée à celle d'un nombre équivalent de domaines vitaux de même superficie générés aléatoirement dans les aires d'étude. Afin d'identifier les milieux forestiers qui ont été sélectionnés par les tétras, des régressions logistiques conditionnelles pour données appariées ont été utilisées. Une approche par sélection de modèles basée sur le critère Akaike corrigé pour les petits échantillons (AICc) a permis d'identifier le meilleur modèle, soit celui ayant le plus faible AICc (Burnham et Anderson 2002). Nous avons élaboré 32 modèles *a priori* à partir des variables du tableau 1 (annexe 1). L'absence de colinéarité entre les variables du modèle final a été vérifiée à l'aide du facteur d'inflation de la variance (VIF : *variance inflation factor*). L'interaction du genre de l'oiseau et du lieu d'étude a été testée sur le modèle final. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS (SAS Institute 2012).

Application du MQH

Les résultats d'inventaire de tétras au printemps au sud du Québec ont été utilisés pour tester la fiabilité du MQH. Les inventaires ont été réalisés au cours des printemps 2007 à 2010 dans des habitats *a priori* favorables au tétras dans les régions de Chaudière-Appalaches, du Centre-du-Québec et de l'Estrie par des équipes du MFFP (figure 2). Les points d'inventaire ont été visités d'une à trois fois par printemps. Une équipe de deux personnes effectuait l'inventaire qui consistait en une recherche active de tétras dans un rayon de 75 à 100 m autour d'un point tout en faisant entendre un cri de femelle enregistré. Les tétras vus étaient capturés et bagués pour fin d'identification ultérieure.

Le MQH a été appliqué à partir de la carte écoforestière 1 :20 000 du MFFP dans les secteurs des points d'inventaire. Pour ce faire, nous avons généré une grille de cellules ayant une superficie de 25 ha (500 m de côté), soit la taille approximative d'un domaine vital moyen (voir plus bas). Nous avons mesuré la proportion des variables du modèle final et appliqué la formule de ce modèle afin d'obtenir une probabilité de présence du tétras. L'IQH a également été calculé pour permettre la comparaison de sa performance avec le MQH. Pour attribuer une valeur d'IQH, nous avons dans un premier temps attribué une valeur à chacun des deux paramètres (REHN et ELEV) des polygones forestiers à l'aide de requêtes SQL (annexe 3). Par la suite, dans les mêmes cellules de la grille utilisée pour le MQH, nous avons appliqué la formule de l'IQH en considérant les valeurs les plus élevées des deux

paramètres des polygones se trouvant à l'intérieur de chaque cellule. Bien que cette méthode diffère de celle proposée par Tweddell et coll. (2000), elle respecte le but recherché, soit une évaluation de la qualité de l'habitat à l'échelle du domaine vital de l'espèce. Finalement, nous avons utilisé la valeur de la cellule dans laquelle chacun des points d'inventaire se situait.

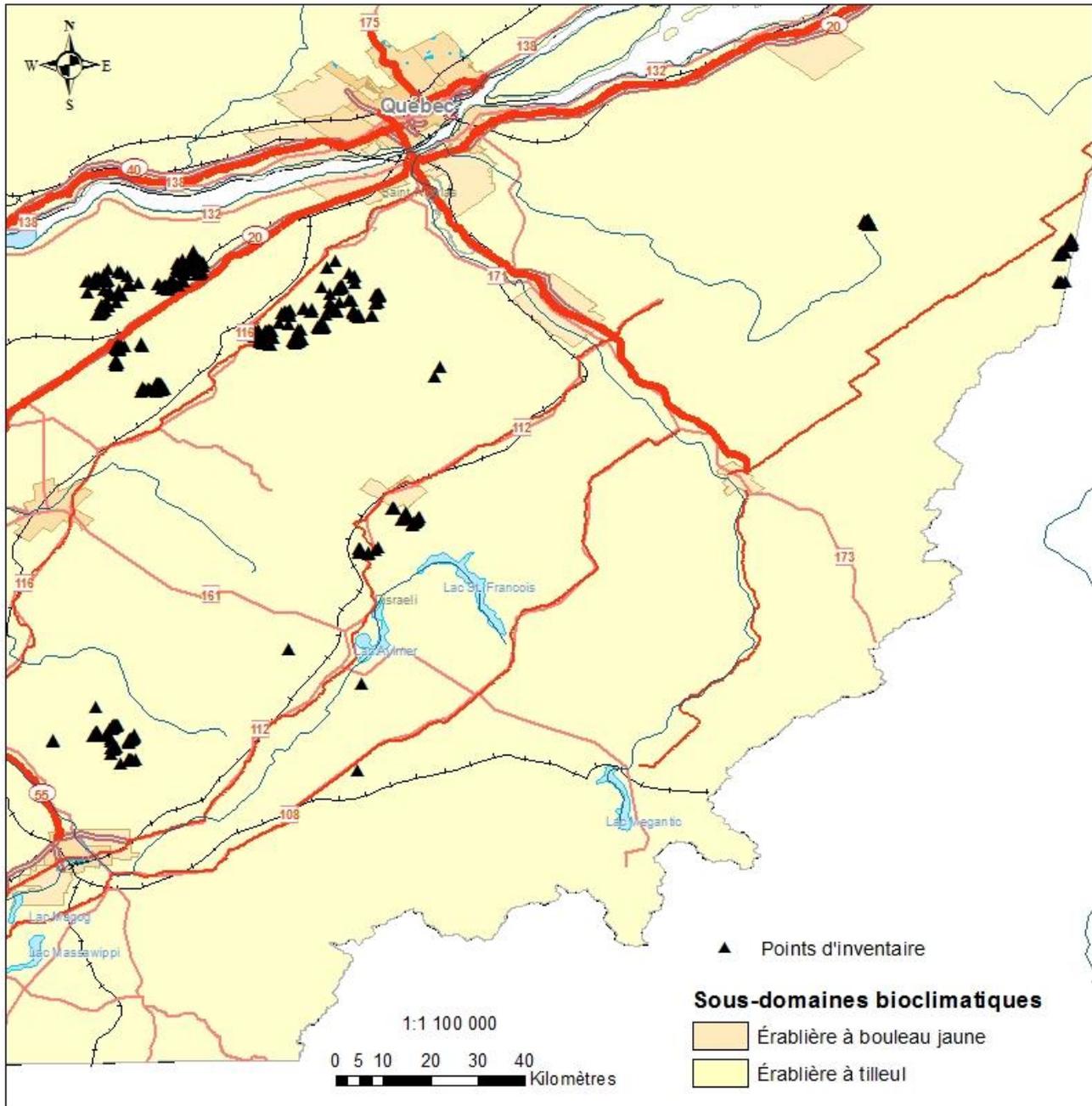


Figure 2. Localisation (triangles noirs) des points d'inventaire de tétras du Canada entre 2007 et 2010

Résultats

Sélection de l'habitat

Le tableau 2 présente la taille d'échantillon utilisée pour l'analyse de la sélection de l'habitat à l'échelle du domaine vital. La superficie moyenne du domaine vital était de 21 ha (erreur type = 4,5 ha) pour les tétras de la réserve faunique de Portneuf et de 26,3 ha (erreur type = 4,1 ha) pour ceux de la MRC de Lotbinière. Il n'y avait pas de différence significative entre les secteurs à l'étude et le genre des oiseaux.

Tableau 2. Nombre de tétras du Canada et nombre moyen de points par tétras considérés pour l'étude à l'échelle du domaine vital par aire d'étude

Aire d'étude	Étude à l'échelle du domaine vital	
	N ^{bre} de tétras	N ^{bre} moyen de points par tétras
Réserve faunique de Portneuf	26	21,8
MRC de Lotbinière	115	26,7

Le classement des principaux modèles de probabilité de présence du tétras à l'échelle du domaine vital selon le critère AICc est présenté au tableau 3. Le modèle final avec la valeur des paramètres des variables retenues est présenté au tableau 4. La probabilité de présence du tétras est positivement reliée à la proportion de peuplements dominés ou codominés par l'épinette, à la proportion de milieux humides et à celle de peuplements en régénération, et est négativement reliée à la proportion de peuplements de feuillus (figure 3). Les valeurs prédites par le modèle sont significativement corrélées avec les valeurs réelles ($R^2 = 0,26$, $p < 0,0001$). Il n'y a pas d'interaction significative du genre de l'oiseau et de l'aire d'étude sur le modèle final. Il n'y a pas de colinéarité entre les variables du modèle.

Modèle de qualité de l'habitat

Le modèle final est utilisé pour évaluer la qualité de l'habitat du tétras à partir des cartes écoforestières. Une grille de cellules de 25 ha a été choisie, car cette taille correspond approximativement à la taille moyenne des domaines vitaux mesurés dans les deux aires d'étude. La proportion des variables composant le modèle a été mesurée en ne considérant que la superficie forestière terrestre, excluant

ainsi l'eau, les zones anthropiques et le milieu agricole. Les résultats du modèle, qui sont exprimés en logit, sont par la suite transformés ($1/(1 - e^{-x})$) pour obtenir la probabilité de présence du tétras.

Tableau 3. Meilleurs modèles évaluant la probabilité de présence du tétras du Canada à l'échelle du domaine vital pour les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à tilleul. Les modèles sont classés par ordre décroissant de la valeur du critère AICc. Le poids du modèle (Wt) et le poids cumulé des modèles (ΣWt) sont présentés.

Modèle	Nombre de paramètres	AICc	$\Delta AICc$	Wt	ΣWt
Épinettes+feuillus+humide+régénération	6	259,89	0	0,59	0,59
Conifères+épinettes+feuillus+humide+régénération	7	261,97	2,08	0,21	0,80
Épinettes+feuillus+régénération	5	262,90	3,01	0,13	0,94
Conifères+épinettes+feuillus+régénération	6	264,33	4,44	0,06	1,00

Tableau 4. Valeur des paramètres du modèle final prédisant la probabilité de présence du tétras du Canada à l'échelle du domaine vital pour les sous-domaines de l'érablière à bouleau jaune et de l'érablière à tilleul

Paramètre	Estimation	Erreur type	DDL	Valeur du test de t	P
Intercepte	-3,1966	0,5960	111	-5,36	<0,0001
Humides	2,1633	0,9646	165	2,24	0,0263
Épinettes	5,9118	0,8559	165	6,91	<0,0001
Feuillus	-23,9686	8,2922	165	-2,89	0,0044
Régénération	3,7762	0,7313	165	5,16	<0,0001

La valeur moyenne du MQH aux points d'inventaire avec présence de tétras est significativement plus élevée que la valeur moyenne aux points où aucun tétras n'a été détecté ($\bar{x} = 0,44$, erreur type = 0,04, $n = 73$ et $\bar{x} = 0,21$, erreur type = 0,01, $n = 374$ respectivement; $F = 36,64$, $p < 0,0001$, figure 4). La valeur moyenne de l'IQH aux points d'inventaire avec présence de tétras est également significativement plus élevée qu'aux points d'inventaire où aucun tétras n'a été détecté ($\bar{x} = 2,47$, erreur type = 0,08, $n = 73$ et $\bar{x} = 2,26$, erreur type = 0,04, $n = 374$, respectivement; $F = 4,24$, $p = 0,04$, figure 5).

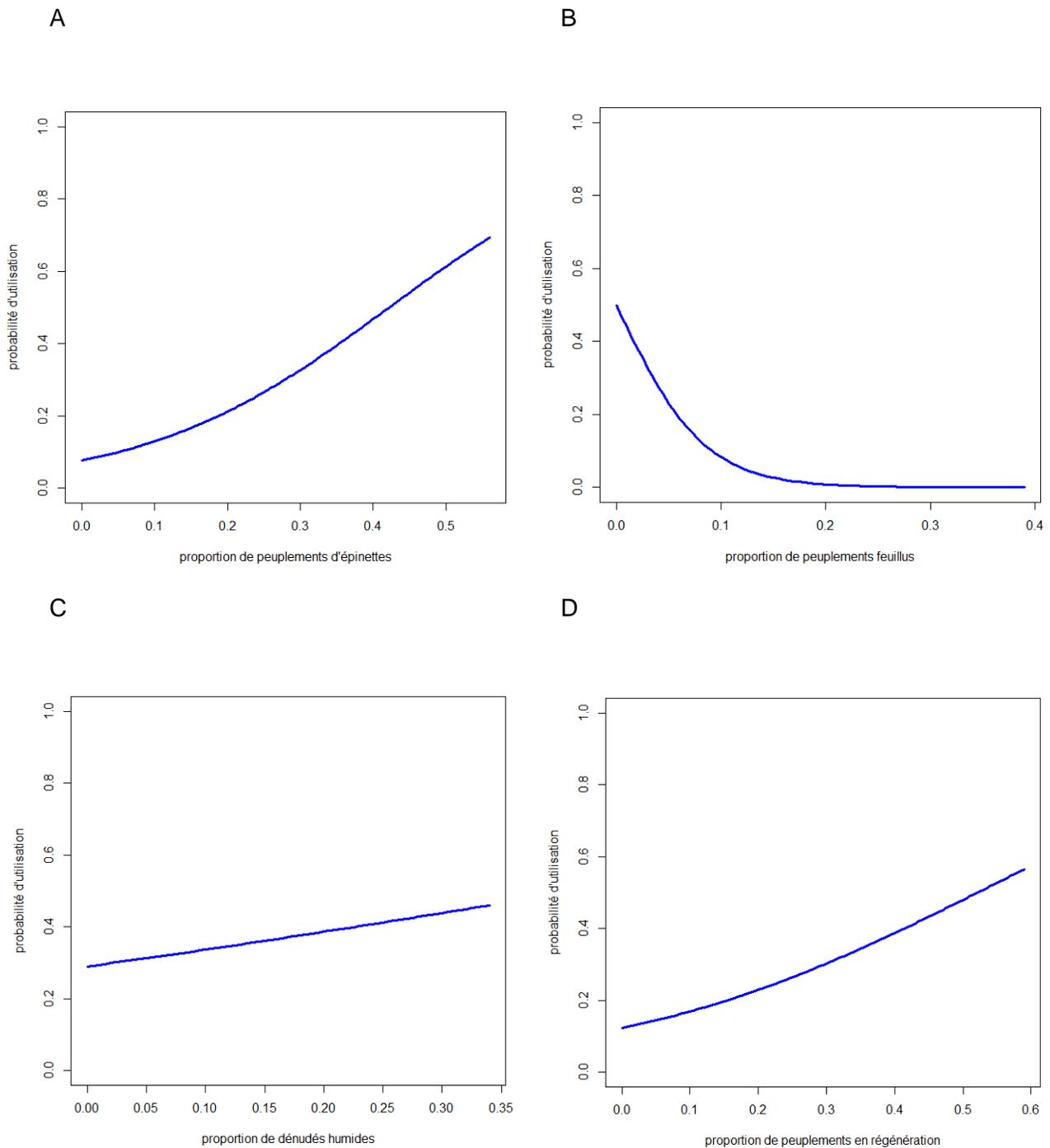


Figure 3. Probabilité d'utilisation du territoire par le tétras du Canada selon le modèle final en fonction de la proportion de peuplements dominés ou codominés par l'épinette noire ou blanche (A), de la proportion de peuplements feuillus (B), de la proportion de dénudés humides (C) et de la proportion de peuplements en régénération (D). Les autres variables du modèle ont été fixées à leur valeur moyenne (épinettes = 0,30; feuillus = 0,03; dénudés humides = 0,08; régénération = 0,33).

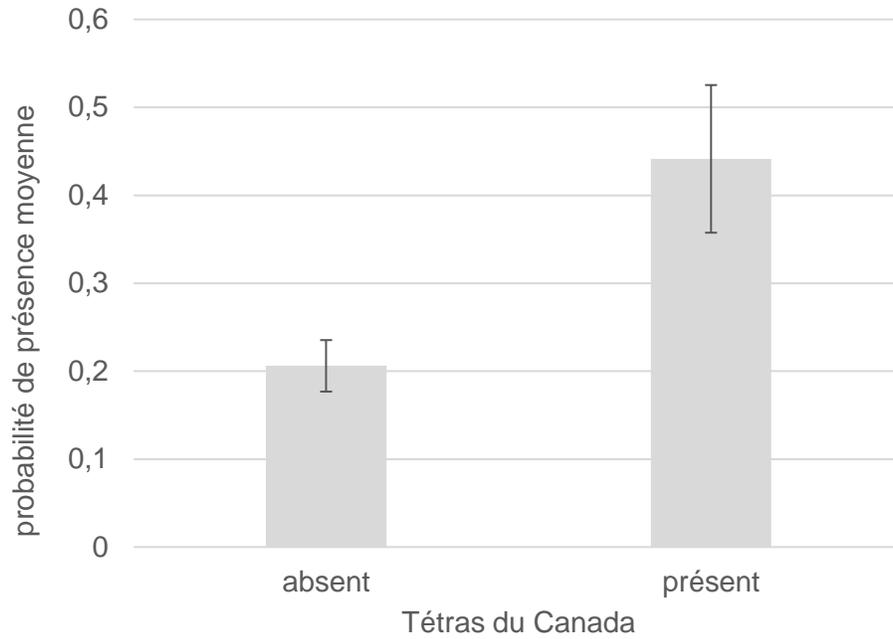


Figure 4. Valeur moyenne du MQH aux points d'inventaire avec (n = 73) et sans (n = 374) détection de tétras. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95 %.

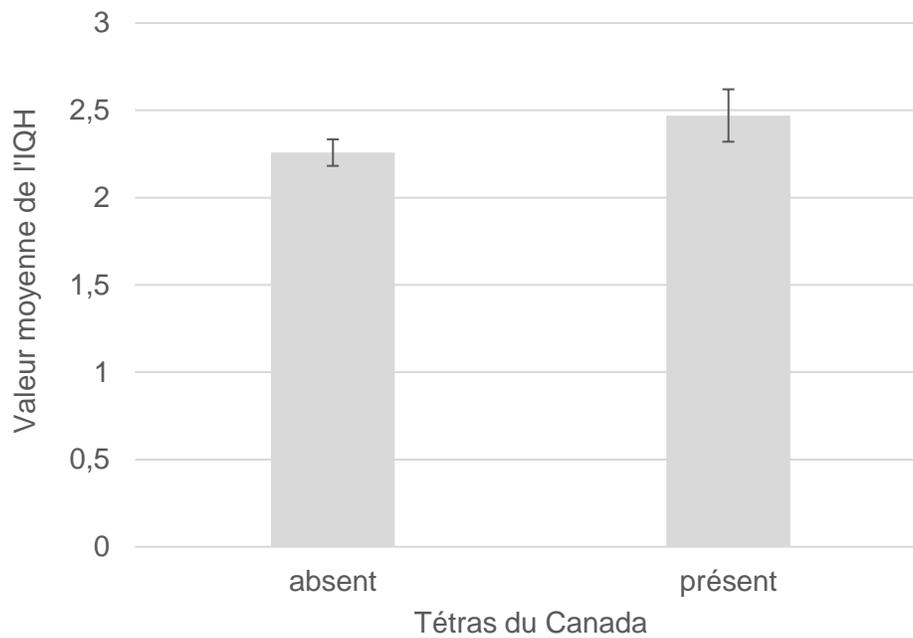


Figure 5. Valeur moyenne de l'IQH (Tweddell et coll. 2000) du tétras aux points d'inventaire avec (n = 73) et sans (n = 374) détection de tétras. Les barres indiquent l'intervalle de confiance à 95 %.

À titre d'exemple, le MQH du tétras a été calculé pour la zone de chasse 1 (figure 6). Pour la représentation du MQH, nous avons regroupé les résultats en quatre classes de valeur, soit 0 (nulle), 0,01 à 0,50 (faible), 0,51 à 0,68 (moyenne) et > 0,68 (élevée). La valeur de 0,68 a été utilisée comme borne, car elle correspond à la limite inférieure de l'intervalle de confiance à 90 % de la probabilité moyenne des domaines vitaux utilisés par le tétras dans les deux aires d'études.

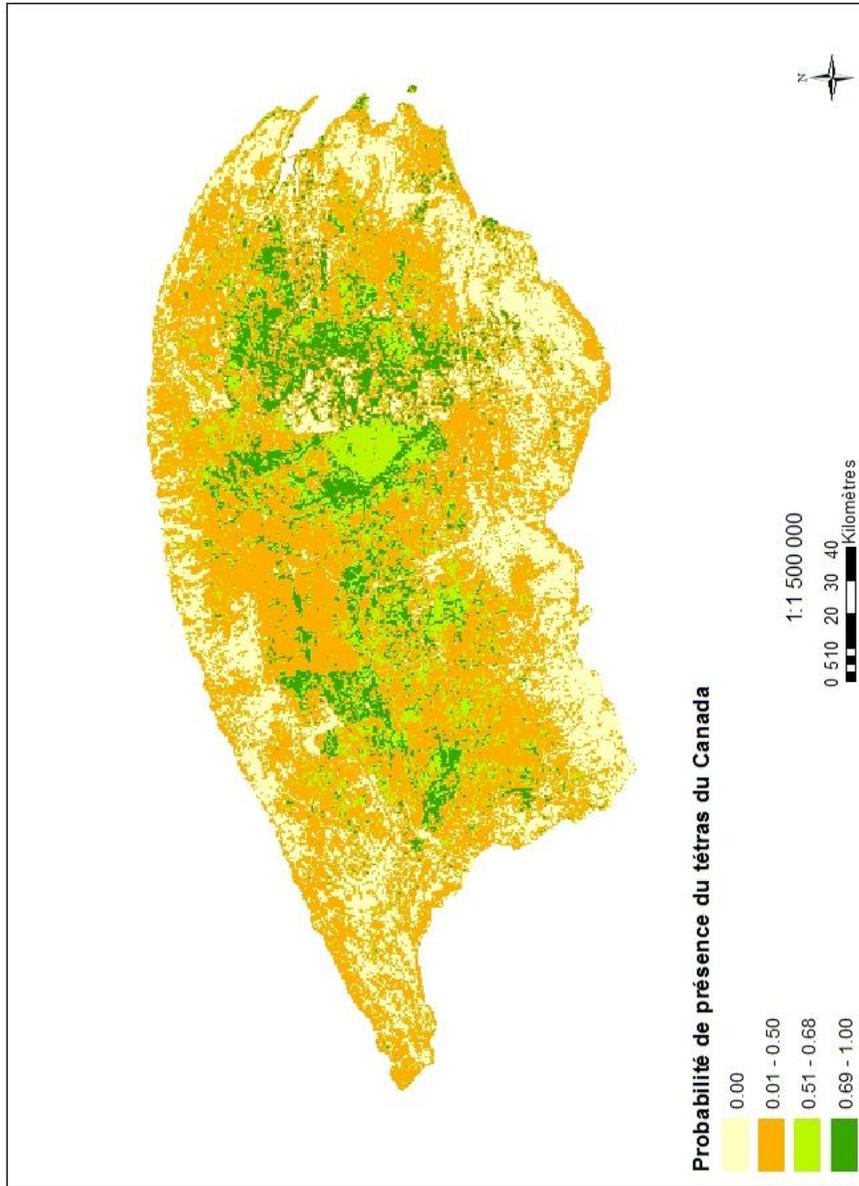


Figure 6. Probabilité de présence selon le MQH du tétras pour la zone de chasse 1 calculée à partir d'une grille de cellules de 25 ha et de la carte écoforestière 1 :20 000 du 4^e inventaire décennal du MFFP

DISCUSSION

Le modèle final obtenu est conforme à ce que nous connaissons sur la sélection de l'habitat par le tétras. En effet, le tétras est un spécialiste des forêts conifériennes, particulièrement celles d'épinettes noires, de pin gris et de sapin baumier (Boag et Schroeder 1992, Turcotte et coll. 1994, Potvin et Courtois 2006). Dans le MQH, la proportion de peuplements d'épinettes est la variable qui influence le plus la probabilité de présence du tétras. Par contre, la proportion des peuplements d'autres essences résineuses n'a pas été retenue dans le meilleur modèle. Dans les deux aires d'étude, les peuplements résineux, autres que ceux d'épinettes, étaient principalement dominés par le sapin baumier ou le mélèze laricin. Le pin gris, qui est une essence pouvant être utilisée par le tétras (Robinson 1969; Anich et coll. 2013), était virtuellement absent de nos secteurs. Le mélèze est une espèce importante pour le tétras, car il permet la transition d'une diète de végétation fraîche durant l'été (feuilles, fruits, etc.) vers une alimentation composée presque exclusivement d'aiguilles de conifères en hiver (Allan 1985, Turcotte et coll. 1993). Bien que le mélèze soit important pour la biologie du tétras, sa présence à titre d'essence compagne dans les peuplements d'épinettes est préférable, car les peuplements de mélèzes offrent peu d'abri ou de nourriture aux tétras durant les périodes hivernale et printanière. Le sapin baumier est également une espèce qui est utilisée par le tétras (Redmond et coll. 1982). Par contre, dans un contexte paysager où les peuplements d'épinettes sont disponibles, ceux de sapin baumier n'ont pas été sélectionnés par le tétras pour établir son domaine vital. Dans les sous-domaines de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune, les sapinières se trouvent sur des sites plus productifs que les pessières noires et peuvent être occupées par des essences feuillues comme l'érable rouge en cas de perturbations (Grondin 1996). Sachant que la probabilité de présence du tétras diminue en fonction de la proportion de feuillus, certaines sapinières peuvent être moins propices au tétras, particulièrement celles qui sont perturbées par des coupes totales ou partielles.

À l'inverse des peuplements dominés par les épinettes, la présence de peuplements de feuillus, même dans des proportions relativement faibles, a un effet négatif sur la probabilité de présence du tétras. L'enfeuillage d'un secteur à la suite d'une perturbation doit être évité si le but recherché est la préservation d'un habitat de qualité pour le tétras. Selon le modèle, une proportion de peuplements de feuillus d'aussi peu que 20 % entraîne une probabilité de présence de tétras nulle (figure 2B). Dans le contexte des sous-domaines des érablières, l'enfeuillage peut constituer une réelle problématique pour la persistance des populations du tétras. En effet, les habitats favorables au tétras dans ces régions (peuplements d'épinettes en bordure de milieux humides) sont distribués en parcelles de superficie

variable et les petites parcelles d'habitat isolées ont tendance à être moins utilisées par cette espèce, et ce, d'autant plus que la distance entre elles augmente (Fritz 1985). Par contre, les forêts de feuillus ne semblent pas être un obstacle à la dispersion des juvéniles (Whitcomb et coll. 1996).

Les proportions de dénudés humides et de peuplements en régénération sont liées aux besoins en habitat présentant une strate arbustive dense favorable pour l'élevage des couvées et la nidification. En effet, la survie des nids de tétras suivis dans la MRC de Lotbinière était plus élevée dans les milieux ouverts, notamment les tourbières et les aires de coupes récentes (hauteur < 7 m), qu'en pleine forêt (Macabiau et coll. 2012). Dans l'État de New York, le tétras utilisait principalement les forêts d'épinettes noires adjacentes à des milieux humides et à des tourbières (Ross et Johnson 2008) alors qu'au Michigan, la majorité des nids de tétras ont été trouvés dans des tourbières arborescentes dominées par l'épinette noire (Anich et coll. 2013). Les tourbières et autres milieux humides, de même que les peuplements en régénération, offrent une densité de couvert arbustif généralement élevée, ce qui est favorable pour l'élevage des couvées (Allan 1985, Turcotte et coll. 1993). Ces milieux offrent un couvert de protection et de la nourriture (insectes, petits fruits) en abondance pour les oisillons (Pendergast et Boag 1970). Enfin, les œufs de tétras ont besoin d'une plus grande humidité pour se développer que les œufs de gélinotte huppée, ce qui pourrait expliquer en partie la sélection des milieux plus humides pour la nidification (Bendell et Bendell-Young 2006).

La valeur moyenne de la probabilité de présence du tétras, calculée à l'aide du MQH, aux points d'inventaire avec présence de tétras était significativement plus élevée qu'aux points d'inventaire sans tétras (0,44 comparativement à 0,21, figure 3). Cependant, la probabilité moyenne obtenue aux points avec présence de tétras était de beaucoup inférieure à celle mesurée dans les domaines vitaux des tétras utilisés pour élaborer le MQH (0,44 comparativement à 0,71). Ces résultats laissent croire que plusieurs tétras recensés au printemps se trouvaient dans des secteurs (à l'échelle de 25 ha) peu ou pas favorables à l'espèce selon le MQH. Les tétras effectuent une dispersion au printemps pour aller à la recherche d'un partenaire ou d'un habitat favorable. Ainsi, ils peuvent utiliser des habitats de transition qui ne sont pas adéquats pour subvenir aux besoins annuels. Cet exercice ne constitue pas une validation formelle du MQH. La présence d'un tétras à un point d'inventaire au printemps ne signifie pas que l'habitat trouvé à ce point est utilisé à l'année par l'espèce. Une véritable validation nécessiterait de capturer les tétras et de les suivre par télémétrie sur une base annuelle, de mesurer la composition de leur domaine vital et de la comparer avec le MQH.

L'IQH a relativement bien performé. La valeur moyenne aux points d'inventaire avec présence de tétras était significativement plus élevée que celle aux points avec absence de ceux-ci (figure 4). Cependant,

la différence entre les deux valeurs est peu importante (2,47 comparativement à 2,26), ce qui laisse supposer que l'IQH a un pouvoir discriminant moins important que le MQH. De plus, en analysant les résultats plus en détail, on constate que sur les 3 889 cellules de 25 ha analysées, 62 % et 65 % ont obtenu une valeur de 2 pour les variables « REHN » et « ELEV » respectivement, ce qui corrobore le faible pouvoir de discrimination de l'IQH. D'ailleurs, l'une des conclusions de l'étude de validation de l'IQH dans la région de Chibougamau affirmait que l'IQH ne pouvait distinguer les habitats de qualité bonne ou moyenne, il ne réussissait qu'à discriminer les habitats de très faible qualité des autres classes de qualité (Faunenord 2014).

CONCLUSION

La présence du tétras au sud de son aire de répartition est conditionnelle à la persistance des peuplements forestiers dominés par l'épinette. Au sud du Saint-Laurent, dans les sous-domaines de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune, les peuplements d'épinettes sont naturellement présents sur les sites mal drainés, comme en bordure des tourbières ombrotrophes, ou à l'inverse sur des sites xériques sur sable (Grondin 1996). Ces milieux sont fragiles et doivent être exploités avec précaution. Comme la plantation est souvent utilisée à la suite d'une coupe, afin de suppléer aux carences de régénération des essences qui sont présentes sur le site, les épinettes noires ou blanches devraient être priorisées afin de permettre le retour d'un habitat favorable au tétras. L'enfeuillage des parterres de coupe par des essences pionnières, comme l'érable rouge ou les peupliers, doit absolument être évité.

Le MQH proposé est relativement simple d'utilisation et semble plus performant pour discriminer la qualité de l'habitat du tétras (exprimée en probabilité de présence) que l'IQH élaboré par Tweddell et coll. (2000). Les variables qui le composent peuvent être définies avec les requêtes SQL présentées en annexe et le calcul de la probabilité de présence peut se faire à l'aide d'un chiffrier électronique en appliquant la formule apparaissant au tableau 4, sans oublier de transformer le résultat (logit) en probabilité variant de 0 à 1. Le MQH semble efficace pour distinguer les sites utilisés par le tétras des sites non utilisés lors d'inventaires printaniers, mais une validation formelle à partir d'un suivi annuel de l'espèce reste à faire.

Finalement, ce MQH peut servir à évaluer la qualité de l'habitat du tétras à l'échelle de son domaine vital (25 ha) dans le sud de son aire de répartition. Cet outil devrait permettre d'évaluer la qualité d'un territoire forestier en tant qu'habitat du tétras et aider les gestionnaires à comparer les effets de différents scénarios d'aménagement forestier à l'échelle de grandes aires d'aménagement (dizaines, voire centaines de kilomètres carrés). Par contre, les besoins du tétras à des échelles plus fines (ex. : habitat autour du nid) devront être pris en compte lors de la planification et de l'exécution des travaux d'aménagement forestier afin de procurer tous les éléments essentiels à l'accomplissement de son cycle vital.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- ALLAN, T.A. (1985). *Seasonal changes in habitat use by Maine spruce grouse*. Can. J. Zool. 63:2738-2742.
- ANICH, N.M., M. WORLAND et K.J. MARTIN (2013). *Habitat use by spruce grouse in Northern Wisconsin*. Wildl. Soc. Bull. 37: 766-777.
- BENDELL, J. et L. BENDELL-YOUNG (2006). *Eggs of spruce grouse dry at a faster rate than those of ruffed grouse*. Can. J. Zool. 84: 1688-1692.
- BLANCHETTE, P. et P.-E. LAFLEUR (2008). *Summer habitat use by spruce grouse in logged and undisturbed areas in the Portneuf wildlife reserve, Quebec, Canada*. Dans SANDERCOCK, B., K. MARTIN, et G. SEGELBACHER. Proceedings of the 11th International Symposium on Grouse, Whitehorse, Yukon, Canada.
- BLANCHETTE, P., J.C. BOURGEOIS, P. COURCHESNE, I. CHARTIER ET I. PARENT (2002). *Validation du modèle d'indice de qualité de l'habitat (IQH) de la gélinotte huppée à l'échelle du paysage en Mauricie*. Rapport des activités 2001-2002 présenté à la Fondation Héritage Faune et à Kruger inc, Scierie Parent. Kruger, Société de la faune et des parcs du Québec et Université du Québec à Trois-Rivières, 80 p.
- BOAG, D.A. (1991). *Spring population density of spruce grouse and pine forest maturation*. Ornis Scandinavica 22: 181-185.
- BOAG, D.A. et M.A. SCHROEDER (1991). *Population fluctuations in spruce grouse: What determines their numbers in spring?* Canadian Journal of Zoology 65: 2430-2435.
- BROOKS, R.P. (1997). *Improving habitat suitability index models*. Wildlife Society Bulletin 25: 163-167.
- BURNHAM, K.P. et D.R. ANDERSON (2002). *Model selection and inference: a practical information-theoretic approach*, 2nd edn. Springer, New York.
- CHEVEAU, M. et C. DUSSAULT (2016). *Guide d'utilisation des modèles de qualité d'habitat*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Gouvernement du Québec, ISBN : 978-2-550-69550-9, 25 p.
- DORAIS, M. (2016). *Suivi de la récolte sportive de gélinottes huppées (*Bonasa umbellus*) et de tétras du Canada (*Falciennis canadensis*) en territoire libre gaspésien. Saison 2015*. Québec, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Direction de la gestion de la faune de la Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine, 37 p.
- DUSSAULT, C., R. COURTOIS, J. HUOT et J.-P. OUELLET (2001). *The use of forest maps for the description of wildlife habitats: limits and recommendations*. Can. J. For. Res. 31: 1227-1234.
- FAUNENORD (2014). *Validation de l'IQH du tétras du Canada*. Rapport final. Fondation de la Faune du Québec, Québec, 48p.

- GIRARD, C. (1999). *Comparaison de l'utilisation de différents types de structures de forêt résiduelle par le tétras du Canada (*Falcapennis canadensis*)*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 76 p.
- GRONDIN, P. (1996). *Écologie forestière*, p. 135-279. Dans ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS. *Manuel de foresterie*. Les Presses de l'université Laval, Québec, 1428 p.
- HANSEN, M. C., C. A. HAGEN, D. BUDEAU, V. L. COGGINS, et B. S. REISHUS. (2014). *Comparison of 3 surveys for estimating forest grouse population trend*. Wildlife Society Bulletin. DOI : 10.1002/wsb.479.
[http://www.michigan.gov/documents/dnr/rg_w_status_in_michigan_2016_534484_7.pdf].
- LAMONTAGNE, G. M. GAGNIER, M. HUOT et H. BASTIEN (2011). *Plan de gestion du petit gibier 2011-2018*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 74 p.
- LEMAY, Y. (1989). *Caractérisation de l'habitat de reproduction du tétras du Canada (*Dendragapus canadensis*) sur l'Île d'Anticosti*. Mémoire de maîtrise en Sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 102 p.
- LEMAY, Y., J. FERRON, J.-P. OUELLET et R. COUTURE (1998). *Habitat selection and nesting success of a spruce grouse population (*Falcapennis canadensis*) introduced on Anticosti Island (Québec)*. Canadian Field-Naturalist 112 : 267-275.
- LYCKE, A., L. IMBEAU et P. DRAPEAU (2011). *Effects of commercial thinning on site occupancy and habitat use by spruce grouse in boreal Quebec*. Canadian Journal of Forest Research 41: 501-508.
- MACABIAU, C., P. BLANCHETTE, E. McINTIRE, et A. DESROCHERS (2012). *Testing habitat deterioration and isolation hypotheses in a human-dominated landscape for the spruce grouse*. Résumé de présentation au International Grouse Symposium, 20-24 juillet 2012, Matsumoto, Japon.
- PENDERGAST, B.A. et D.A. BOAG (1970). *Seasonal changes in diet of spruce grouse in central Alberta*. J. Wildl. Manage. 34: 605-611.
- POTVIN, F., et N. BERTRAND. (2004). *Leaving forest strips in large clearcut landscapes of boreal forest: A management scenario suitable for wildlife?* The Forestry chronicle 80: 44-53.
- POTVIN, F. et R. COURTOIS (2006). *Incidence of spruce grouse in residual forest strips within large clear-cut boreal forest landscape*. Northeastern Naturalist 13: 507-520.
- REDMOND, G.W., D.M. KEPPIE et P.W. HERZOG (1982). *Vegetative structure, concealment, and success at nests of two races of spruce grouse*. Can. J. Zool. 60: 670-675.
- ROBINSON, W.L. (1969). *Habitat selection by spruce grouse in northern Michigan*. J. Wildl. Manage. 33: 113-120.
- SAS INSTITUTE INC. (2012). SAS software 9.4. SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- STEINIGER, S. et A.J.S. HUNTER (2012). *OpenJUMP HoRAE – A free GIS and Toolbox for home-range analysis*. Wildl. Soc. Bull. 36: 600-608.

- SZUBA, K.J. et J.F. BLENDALL (1983). *Population densities and habitats of spruce grouse in Ontario*, p. 1992-2213. Dans WEIN, R.W., R.R. RIEWE et I.R. METHVEN. *Resources and dynamics of the boreal zone*. Conference proceedings, Association of Canadian Universities for northern studies, Thunder Bay, Ont. August 1982. 544 p.
- TURCOTTE, F., R. COUTURE, J. FERRON et R. COURTOIS (1993). *Caractérisation des habitats essentiels du tétras du Canada (Dendragapus canadensis) dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Gouvernement du Québec, ISBN : 2-550-28943-9, 57 p.
- TURCOTTE, F., R. COUTURE, R. COURTOIS et J. FERRON (1994). *Réactions du tétras du Canada (Dendragapus canadensis) face à l'exploitation forestière en forêt boréale*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Gouvernement du Québec, ISBN : 2-550-29863-2, 77 p.
- TWEDDELL, S., Y. LEMAY et A. CARON (2000). *Modèle d'indice de qualité de l'habitat pour le tétras du Canada (Dendragapus canadensis canadensis) au Québec*. Université du Québec à Rimouski, rapport non publié présenté à Pierre Blanchette, Société de la faune et des parcs du Québec, 21 p.
- WHITCOMB, S.D., F.A. SERVELLO, et A.F. O'CONNELL, JR (1996). *Patch occupancy and dispersal of spruce grouse on the edge of its range in Maine*. *Can. J. Zool.* 74: 1951-1955.
- WILLIAMSON, S.J., D. KEPPIE, R. DAVISON, D. BUDEAU, S. CARRIÈRE, D. RABE et M. SCHROEDER (2008). *Spruce Grouse Continental Conservation Plan*. Association of Fish and Wildlife Agencies. Washington, DC., 60 p.
- ZLONIS, E.J., H. PANCI, J.D. BEDHAR, M. HAMADY, et G.J. NIEMI (2017). *Habitats and landscapes associated with bird species in a lowland conifer-dominated ecosystem*. *Avian conservation and ecology* 12: 7.
- ZWICKEL, F.C. et J.F. BENDALL (1967). *A snare for capturing blue grouse*. *J. Wildl. Manage.* 31: 202-204.

ANNEXE 1

Modèles testés décrivant la sélection de l'habitat à l'échelle du domaine vital du tétras du Canada pour les sous-domaines de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune. Pour la définition des variables, voir le tableau 1.

numéro	modèle
1	modèle nul
2	conifères
3	épinettes
4	feuillus
5	humidess
6	régénération
7	conifères+épinettes
8	conifères+feuillus
9	conifères+humides
10	conifères+régénération
11	épinettes+feuillus
12	épinettes+humides
13	épinettes+régénération
14	feuillus+humides
15	feuillus+régénération
16	humides+régénération
17	conifères+épinettes+feuillus
18	conifères+épinettes+humides
19	conifères+épinettes+régénération
20	conifères+feuillus+humides
21	conifères+feuillus+régénération
22	conifères+humides+régénération
23	épinettes+feuillus+humides
24	épinettes+feuillus+régénération
25	épinettes+humides+régénération
26	feuillus+humides+régénération
27	conifères+épinettes+feuillus+humides
28	conifères+épinettes+feuillus+régénération
29	conifères+épinettes+humides+régénération
30	conifères+feuillus+humides+régénération
31	épinettes+feuillus+humides+régénération
32	conifères+épinettes+feuillus+humides+régénération

ANNEXE 2

Code SQL permettant de classer les peuplements forestiers (4^e inventaire décennal) selon les catégories d'habitats utilisées pour l'analyse de la sélection de l'habitat par le tétras du Canada à l'échelle du domaine vital dans les secteurs à l'étude

Créer un champ texte (ex. : habitats) et attribuer la catégorie d'habitat en sélectionnant les polygones forestiers selon les critères suivants :

Sélectionner toutes les lignes et attribuer la valeur « autre » au champ « habitats »;

Valeur « Épinettes » :

```
("GR_ESS" LIKE ('EN%') or ("GR_ESS" LIKE('%EN') or "GR_ESS" LIKE('%EB' ) or "GR_ESS" LIKE('EB%' ) or "GR_ESS" LIKE('%EPO') or "GR_ESS" LIKE('EPO%') or "GR_ESS" LIKE('%EPL' ) or "GR_ESS" LIKE('EPL%' ) or "GR_ESS" LIKE('%EE' ) or "GR_ESS" LIKE('EE%' ) or "GR_ESS" LIKE('%EPN' ) or "GR_ESS" LIKE('EPN%' ) or "GR_ESS" LIKE('%EPH' ) or "GR_ESS" LIKE('EPH%' ) or "GR_ESS" LIKE('%CE' ) or "GR_ESS" LIKE('CE%' ) or "GR_ESS" LIKE('%EP' ) or "GR_ESS" LIKE('EP%' )) and ("CL_HAUT" <= '4' ))
```

Valeur « Feuillus » :

```
"TYPE_COUV" ='F' OR "GR_ESS" LIKE ('BG%')OR "GR_ESS" LIKE ('BJ%') OR "GR_ESS" LIKE ('BP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EO%') OR "GR_ESS" LIKE ('ER%') OR "GR_ESS" LIKE ('FA%') OR "GR_ESS" LIKE ('FH%') OR "GR_ESS" LIKE ('FI%') OR "GR_ESS" LIKE ('FN%') OR "GR_ESS" LIKE ('FO%') OR "GR_ESS" LIKE ('FT%') OR "GR_ESS" LIKE ('FX%') OR "GR_ESS" LIKE ('FZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('HG%') OR "GR_ESS" LIKE ('PE%')
```

Valeur « Humides » :

```
"COD_TER"='DH' OR "COD_TER"='INO'
```

Valeur « Régénération » :

```
(("CL_HAUT" >'4' ) or (("CL_HAUT" = ' ' ) and ORIGINE NOT LIKE (' ')))
```

ANNEXE 3

Requêtes SQL utilisées pour cartographier les variables REHN et ELEV (tirées de FaunENord 2014).

REHN élevé (3) :

```
("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" <= '4' )
```

REHN moyen (2) :

```
((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" <= '4' ))
```

or

```
("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" = '5' )
```

or

```
("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%')) and ("CL_DENS" = 'D') AND ("CL_HAUT" <= '3' )
```

or

```
((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" <= '4' )))
```

```
AND (("GR_ESS" = 'PG') or ( "GR_ESS" = 'PGEN') or ( "GR_ESS" = 'PGENBP') or ( "GR_ESS" = 'PGENFI') or ( "GR_ESS" = 'PGENPT') or ( "GR_ESS" = 'PGENRX') or ( "GR_ESS" = 'PGFI') OR ( "GR_ESS" = 'PGPG') or ( "GR_ESS" = 'PGPGPT') or ( "GR_ESS" = 'PGRX'))
```

REHN faible (1) :

```
("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" = '5' )
```

or

```
((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'D' ) AND ("CL_HAUT" <= '3' ))
```

or

```
((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" = '5' ))
```

or

```
((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'D' ) AND ("CL_HAUT" <= '3' )) or ((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%')) and ("CL_DENS" = 'D' ) AND ("CL_HAUT" = '4' or CL_HAUT=5'))
```

or

```
((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('BG%') OR "GR_ESS" LIKE ('BJ%') OR "GR_ESS" LIKE ('BO%') OR "GR_ESS" LIKE ('BP%') OR "GR_ESS" LIKE ('CB%') OR "GR_ESS" LIKE ('CH%') OR "GR_ESS" LIKE ('CR%') OR "GR_ESS" LIKE ('CT%') OR "GR_ESS" LIKE ('EA%') OR "GR_ESS" LIKE ('ER%') OR "GR_ESS" LIKE ('ES%') OR "GR_ESS" LIKE ('EO%') OR "GR_ESS" LIKE ('FA%') OR "GR_ESS" LIKE ('FE%') OR "GR_ESS" LIKE ('FH%') OR "GR_ESS" LIKE ('FI%') OR "GR_ESS" LIKE ('FN%') OR "GR_ESS" LIKE ('FO%') OR "GR_ESS" LIKE ('FP%') OR "GR_ESS" LIKE ('FR%') OR "GR_ESS" LIKE ('FT%') OR "GR_ESS" LIKE ('FX%') OR "GR_ESS" LIKE ('FZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('HG%') OR "GR_ESS" LIKE ('MF%') OR "GR_ESS" LIKE ('NC%') OR "GR_ESS" LIKE ('OA%') OR "GR_ESS" LIKE ('OR%') OR "GR_ESS" LIKE ('OV%') OR "GR_ESS" LIKE ('PA%') OR "GR_ESS" LIKE ('PD%') OR "GR_ESS" LIKE ('PE%') OR "GR_ESS" LIKE ('PH%') OR "GR_ESS" LIKE ('PL%') OR "GR_ESS" LIKE ('PO%') OR "GR_ESS" LIKE ('PT%') OR "GR_ESS" LIKE ('TA%')) and ("CL_DENS" = 'A' OR CL_DENS='B' OR CL_DENS='C') AND ("CL_HAUT" <= '4'))
```

ELEV élevé (3) :

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%'))) and ("CL_DENS" = 'C' OR "CL_DENS" = 'D') AND ("CL_HAUT" <= '5')

ELEV moyen (2) :

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%'))) and ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B') AND ("CL_HAUT" = '5')

or

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%'))) AND ("CL_HAUT" = '6')

or

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) and ("CL_DENS" = 'D' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" <= '5'))

or

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) AND ("CL_HAUT" = '6'))

or

((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) AND ("CL_HAUT" = '6'))

or

((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) AND ("CL_DENS" = 'C' OR "CL_DENS" = 'D') AND ("CL_HAUT" <= '5'))

ELEV faible (1) :

("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%') OR "GR_ESS" LIKE ('EP%') OR "GR_ESS" LIKE ('EU%') OR "GR_ESS" LIKE ('EV%') OR "GR_ESS" LIKE ('ML%') OR "GR_ESS" LIKE ('PB%') OR "GR_ESS" LIKE ('PR%') OR "GR_ESS" LIKE ('PU%') OR "GR_ESS" LIKE ('RX%') OR "GR_ESS" LIKE ('RZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('SB%') OR "GR_ESS" LIKE ('TO%')) AND ("CL_DENS" = 'A' OR "CL_DENS" = 'B') AND ("CL_HAUT" = '5'))

or

((("TYPE_COUV" = 'M') AND ("GR_ESS" LIKE ('BG%') OR "GR_ESS" LIKE ('BJ%') OR "GR_ESS" LIKE ('BO%') OR "GR_ESS" LIKE ('BP%') OR "GR_ESS" LIKE ('CB%') OR "GR_ESS" LIKE ('CH%') OR "GR_ESS" LIKE ('CR%') OR "GR_ESS" LIKE ('CT%') OR "GR_ESS" LIKE ('EA%') OR "GR_ESS" LIKE ('ER%') OR "GR_ESS" LIKE ('ES%') OR "GR_ESS" LIKE ('EO%') OR "GR_ESS" LIKE ('FA%') OR "GR_ESS" LIKE ('FE%') OR "GR_ESS" LIKE ('FH%') OR "GR_ESS" LIKE ('FI%') OR "GR_ESS" LIKE ('FN%') OR "GR_ESS" LIKE ('FO%') OR "GR_ESS" LIKE ('FP%') OR "GR_ESS" LIKE ('FR%') OR "GR_ESS" LIKE ('FT%') OR "GR_ESS" LIKE ('FX%') OR "GR_ESS" LIKE ('FZ%') OR "GR_ESS" LIKE ('HG%') OR "GR_ESS" LIKE ('MF%') OR "GR_ESS" LIKE ('NC%') OR "GR_ESS" LIKE ('OA%') OR "GR_ESS" LIKE ('OR%') OR "GR_ESS" LIKE ('OV%') OR "GR_ESS" LIKE ('PA%') OR "GR_ESS" LIKE ('PD%') OR "GR_ESS" LIKE ('PE%') OR "GR_ESS" LIKE ('PH%') OR "GR_ESS" LIKE ('PL%') OR "GR_ESS" LIKE ('PO%') OR "GR_ESS" LIKE ('PT%') OR "GR_ESS" LIKE ('TA%')) and ("CL_DENS" = 'D' OR "CL_DENS" = 'C') AND ("CL_HAUT" <= '5'))

or

((("TYPE_COUV" = 'R') AND ("GR_ESS" LIKE ('EN%') OR "GR_ESS" LIKE ('PG%'))) and ("CL_DENS" = 'A' or "CL_DENS" = 'B') AND ("CL_HAUT" <= '4')

*Forêts, Faune
et Parcs*

Québec 