



Environnement  
Canada

Environment  
Canada

[www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)



---

# Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre

---

Benoît Jobin, Renée Langevin, Matthieu Allard,  
Sandra Labrecque, Diane Dauphin,  
Martine Benoit, Pierre Aquin

---

Région du Québec

---

Service canadien de la faune  
mars 2013

Canada 

## SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES DU SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE

Cette série de rapports, créée en 1986, donne des informations scientifiques et techniques sur les projets du Service canadien de la faune (SCF). Elle vise à diffuser des études qui s'adressent à un public restreint ou sont trop volumineuses pour paraître dans une revue scientifique ou une autre série du SCF.

Ces rapports techniques ne sont habituellement demandés que par les spécialistes des sujets traités. C'est pourquoi ils sont produits à l'échelle régionale et en quantités limitées. Ils sont toutefois numérotés à l'échelle nationale. On ne peut les obtenir qu'à l'adresse indiquée au dos de la page titre. La référence recommandée figure à la page titre.

Les rapports techniques sont conservés dans les bibliothèques du SCF et figurent dans le catalogue de Bibliothèque et Archives Canada, que l'on retrouve dans les principales bibliothèques scientifiques du Canada. Ils sont publiés dans la langue officielle choisie par l'auteur, en fonction du public visé, accompagnés d'un résumé dans la deuxième langue officielle. **En vue de déterminer si la demande est suffisante pour publier ces rapports dans la deuxième langue officielle, le SCF invite les usagers à lui indiquer leur langue officielle préférée. Les demandes de rapports techniques dans la deuxième langue officielle doivent être envoyées à l'adresse indiquée au dos de la page titre.**

## CANADIAN WILDLIFE SERVICE TECHNICAL REPORT SERIES

This series of reports, introduced in 1986, contains technical and scientific information on Canadian Wildlife Service projects. The reports are intended to make available material that is either of interest to a limited audience or is too extensive to be accommodated in scientific journals or in existing CWS series.

Demand for the Technical Reports is usually limited to specialists in the fields concerned. Consequently, they are produced regionally and in small quantities. They are numbered according to a national system but can be obtained only from the address given on the back of the title page. The recommended citation appears on the title page.

Technical Reports are available in CWS libraries and are listed in the catalogue of Library and Archives Canada, which is available in science libraries across the country. They are printed in the official language chosen by the author to meet the language preference of the likely audience, with an abstract in the second official language. **To determine whether there is sufficient demand to make the Reports available in the second official language, CWS invites users to specify their official language preference. Requests for Technical Reports in the second official language should be sent to the address on the back of the title page.**

**ÉVALUATION D'UNE APPROCHE D'ANALYSE  
DU PAYSAGE POUR PLANIFIER LA CONSERVATION  
DES HABITATS DES OISEAUX MIGRATEURS  
ET DES ESPÈCES EN PÉRIL DANS L'ÉCOZONE  
DES PLAINES À FORÊTS MIXTES :  
ÉTUDE DE CAS AU LAC SAINT-PIERRE**

**Benoît Jobin  
Renée Langevin  
Matthieu Allard  
Sandra Labrecque  
Diane Dauphin  
Martine Benoit  
Pierre Aquin**

**Mars 2013  
Service canadien de la faune  
Région du Québec**

**Le présent rapport peut être cité de la façon suivante :**

Jobin B., R. Langevin, M. Allard, S. Labrecque, D. Dauphin, M. Benoit et P. Aquin. 2013. Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre. Série de rapports techniques n° 527. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec. 74 p. et annexes.

**Vous pouvez vous procurer un exemplaire de ce rapport en écrivant à l'adresse suivante :**

Environnement Canada  
Service canadien de la faune  
Région du Québec  
801-1550, avenue d'Estimauville  
Québec (Québec) G1J 0C3

ISBN : 978-0-660-20959-3

N° de cat. : CW69-5/527F-PDF

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à [droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca](mailto:droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca).

Photos : © Photos.com, Thinkstockphotos.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Environnement, 2013

Also available in English

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons d'abord à remercier Daniel Robitaille et Luc Bélanger du Service canadien de la faune – Région du Québec (SCF-Qc) pour leur appui tout au long du projet. Nous remercions Daniel Bordage, Vincent Carignan, Bruno Drolet, Gilles Falardeau, Christine Lepage, Jean-François Rail, François Shaffer et Josée Tardif, également du SCF-Qc, pour leurs commentaires sur les critères de sélection d'habitats des espèces prioritaires et pour le partage de données. André Desrochers et Monique Poulin de l'Université Laval ont aussi été contactés pour leur expertise sur les tourbières et nous les en remercions. Nous remercions également les personnes suivantes pour les données qu'elles ont partagées : Martin Jean d'Environnement Canada (Division du Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec), Pascale Dombrowski, Marc Mingelbier, Réjean Dumas et Charles Racine du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN), Jacques Perron du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), Jason Beaulieu de Canards Illimités Canada (CIC), Pascal Hébert de Conservation de la Nature Canada (CNC), Christine Bélanger de la Fondation de la faune du Québec (FFQ), Ludyvine Millien du Réseau de milieux naturels protégés (RMN), ainsi que Roxanne Dugas de la Réserve mondiale de la biosphère du Lac-Saint-Pierre (RMBLSP).

### **Équipe de réalisation**

Ce projet a été complété dans le cadre d'un projet pilote visant à développer une méthodologie de planification de la conservation des habitats par l'Unité d'évaluation et de planification des paysages du Service canadien de la faune – Région du Québec :

Benoît Jobin  
Renée Langevin  
Matthieu Allard  
Sandra Labrecque  
Diane Dauphin  
Martine Benoit  
Pierre Aquin



## RÉSUMÉ

Le Service canadien de la faune (SCF) d'Environnement Canada, région du Québec, a réalisé un projet pilote afin de développer et de tester une méthodologie permettant de déterminer les sites prioritaires pour la conservation des oiseaux migrateurs à l'échelle de la région de conservation des oiseaux (RCO) 13 située dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes. L'approche utilisée est basée sur l'écologie du paysage et permet de coupler les besoins réels en matière d'habitat des espèces prioritaires à une analyse fine de la composition et de la répartition spatiale des habitats. Ceci permet donc d'avoir une vision plus intégratrice et à plus grande échelle du territoire au lieu de cibler la protection de sites déjà connus comme importants pour les oiseaux (approche par « hot spot » traditionnellement utilisée en conservation). Un modèle logique, qui illustre les étapes nécessaires à la réalisation d'un plan de conservation selon cette approche paysage, a été développé et testé. La région du lac Saint-Pierre (incluse dans la RCO 13) a été choisie comme aire d'étude.

Le but du projet était de déterminer la structure actuelle et potentielle du paysage dans le but de maintenir et de rétablir des habitats fonctionnels et viables pour les espèces considérées comme prioritaires pour ce projet. Au total, 48 espèces présentant des enjeux de conservation identifiées dans le plan de conservation de la RCO 13 ont été retenues, incluant les espèces en péril pour lesquelles des habitats essentiels sont proposés ou désignés. Ces enjeux sont presque tous associés à la disponibilité des habitats de nidification. Une carte d'occupation du sol a été réalisée et validée. Au total, sept classes générales (anthropique, arbustif, culture annuelle, culture pérenne, eau, forestier, milieu humide) et 21 classes détaillées d'occupation du sol ont été retenues. Les données sur les aires protégées et sur les espèces en péril présentes dans l'aire d'étude ont aussi été compilées et utilisées.

L'analyse réalisée à l'aide des logiciels ArcGIS et FRAGSTATS se divise en deux grands volets : 1- l'analyse descriptive et 2- la fonctionnalité du paysage. Cette analyse a été réalisée à l'échelle de l'aire d'étude, ainsi qu'à celle des MRC et des bassins versants. Ces deux derniers découpages spatiaux ont été retenus car ils facilitent la mise en œuvre des recommandations de conservation en les intégrant au processus usuel de planification du territoire au Québec. L'aire d'étude est largement dominée par l'agriculture : les cultures annuelles et pérennes couvrent respectivement 31 % et 20 % du territoire. Suivent les milieux forestiers (24 %), les zones d'eau libre (10 %), les milieux humides (10 %), les milieux anthropiques (4 %) et les milieux arbustifs, qui ne couvrent que 1 % du territoire. Une analyse détaillée a aussi permis de localiser les secteurs de l'aire d'étude où la fragmentation forestière est réduite et où se situent les habitats forestiers d'intérieur.

La fonctionnalité du paysage a été analysée en comparant la composition du paysage à des seuils de référence connus, en déterminant des corridors de déplacement potentiels pour les oiseaux forestiers et en évaluant la disponibilité de certaines classes d'habitats prioritaires. Les seuils de référence utilisés ont été extraits du document *Quand l'habitat est-il suffisant?* et ciblaient les habitats forestiers, les milieux humides et les bandes riveraines. Les habitats forestiers sont sous-représentés dans l'aire d'étude, bien que les habitats forestiers d'intérieur qui s'y trouvent permettent de soutenir des populations d'oiseaux forestiers. Les milieux humides sont abondants

autour du lac Saint-Pierre, mais leur présence est limitée ailleurs sur le territoire. De plus, l'intégrité de ces habitats est menacée puisque les milieux adjacents sont fortement anthropisés. On observe la même situation pour les bandes riveraines.

Des corridors de déplacement pour les oiseaux forestiers visant à relier les massifs forestiers > 1000 ha ont été déterminés à l'aide du logiciel *Corridor Designer*. Quatorze corridors ont été retenus en fonction de critères préétablis (largeur > 300 m, distance entre les boisés < 200 m). Enfin, les habitats prioritaires de nidification ont été déterminés en appliquant les principes de filtre grossier et de filtre fin. Des centaines de parcelles d'habitat occupant des superficies minimales requises pour combler les besoins des espèces prioritaires (filtre grossier) ont ainsi été sélectionnées dans toute l'aire d'étude et pour différentes classes de milieux (forêt > 100 ha, culture pérenne > 40 ha, milieu arbustif > 5 ha, marais > 5 ha, marécage arbustif > 5 ha, tourbière > 20 ha). Toutes les parcelles de marécage arboré et de prairie humide ont été considérées comme prioritaires puisqu'aucun seuil de superficie minimale n'est connu pour ces classes d'habitat. Une priorisation des meilleures parcelles de chacune des classes d'habitat a ensuite été faite à l'aide d'une série de critères portant sur leur importance pour l'établissement et le maintien de populations d'oiseaux nicheurs (ex., forme des parcelles; % d'habitat d'intérieur) ou sur leur rôle écologique dans le paysage (ex., mise en place de zone tampon autour des aires protégées; présence d'espèces en péril). Finalement, d'autres composantes d'habitats recherchées par certaines espèces (filtre fin) ont été localisées sur le territoire d'étude comme des sablières et des sols dénudés en milieu forestier.

Un diagnostic sur la capacité du paysage à procurer des habitats fonctionnels aux espèces d'oiseaux prioritaires a ensuite été réalisé. Parmi les lacunes relevées, on note la faible superficie occupée par les friches arbustives (1 %), le manque de couverture forestière (inférieur au seuil de 30 % établi), la répartition inadéquate des milieux humides (peu présents en dehors de la région immédiate du lac Saint-Pierre), une forte perturbation des bandes riveraines adjacentes aux cours d'eau, ainsi que des corridors forestiers qui répondent peu aux critères de sélection. Un plan de conservation des habitats de nidification des oiseaux migrateurs et des espèces en péril a été développé qui tient compte de la description et de l'analyse de la fonctionnalité du paysage, de même que des enjeux de développement régional. Ce plan de conservation propose des actions de conservation qui sont détaillées à l'échelle des MRC et des bassins versants : la priorisation de parcelles d'habitats avec référence spatiale (habitats d'espèces d'oiseaux en péril, parcelles du filtre grossier et du filtre fin, corridors forestiers), la protection de composantes d'habitat sans référence spatiale (ex., chicots de grand diamètre, nichoirs à Hironnelle noire) et les éléments du paysage à considérer pour le maintien de processus écologiques (ex., bandes riveraines végétées). Une validation est toutefois nécessaire car les données relatives à certains habitats peuvent dater de plusieurs années. Des pistes et des propositions pour la mise en œuvre du plan de conservation sont aussi présentées. Enfin, un bilan général du projet soulève les différents avantages et certains inconvénients de l'approche paysage retenue et met en lumière certaines problématiques rencontrées. Diverses recommandations sont proposées permettant d'appliquer la méthode d'analyse utilisée afin de favoriser l'arrimage des outils existants et la concertation des intervenants impliqués dans l'aménagement du territoire.



## ABSTRACT

Environment Canada's Canadian Wildlife Service (CWS), Quebec Region, has conducted a pilot project to develop and test a method to identify priority sites for migratory bird conservation within Bird Conservation Region (BCR) 13, located in the Mixedwood Plains ecozone. The approach is based on the landscape ecology theory, making it possible to associate habitat needs of priority bird species with a finer description of habitat composition and spatial distribution. This landscape-based approach is more integrative and allows for work on a broader scale instead of the more conservative approach based on known priority sites (hot spots) traditionally used in conservation planning. A logic model illustrating the steps for preparing a conservation plan was developed and tested. The Lake Saint-Pierre region (included within BCR 13) was selected as the study area.

The goal of the project was to determine the current and potential structure of the landscape in order to maintain and restore functional and viable habitats for the priority species for this project. A total of 48 species identified in the BCR 13 conservation plan as species of conservation concern were selected, including species at risk for which critical habitat was proposed or designated. The issue regarding those priority species is for the most part associated with breeding habitat availability. A land cover map of the study region has been produced and validated. A total of 7 general (anthropogenic, shrubland, annual crops, perennial crops, water, forest, wetland) and 21 detailed land cover classes were delineated. Data on the protected areas and species at risk present in the study area were also compiled.

The analysis performed with ArcGIS and FRAGSTATS software was divided into two major components: 1, descriptive analysis; and 2, landscape functionality. The analysis was performed at the study area level, at the regional county municipality (RCM) scale and at the watershed scale. The last two spatial units were selected because they foster effective implementation of the conservation recommendations whereby priority sites can be considered in regional land-use planning activities. The study area is largely dominated by agriculture: annual and perennial crops cover 31% and 20% of the study area respectively, followed by forest (24%), open water (10%), wetlands (10%), anthropogenic areas (4%) and shrubland (which accounts for only 1% of the area). A detailed analysis also identified portions of the study area most suitable for forest birds, where forest fragmentation is reduced and where forest interior habitats still prevail.

Landscape functionality was analyzed by comparing the composition of the landscape with known habitat thresholds, by identifying movement corridors for forest birds, and by assessing the availability of certain classes of priority habitat. The thresholds used to compare the landscape of the study area, RCM and watersheds were taken from the document *How Much Habitat is Enough?* and focused on forest habitat, wetlands and riparian buffer strips. Forest habitats are under-represented in the study area, though forest interior habitats could probably support forest bird populations. Wetlands are abundant around Lake Saint-Pierre, but their presence is limited in the rest of the area. Furthermore, the integrity of these habitats is at risk because the adjacent habitats are strongly influenced by human activity. The same is true for riparian buffer strips.

The identification of movement corridors for forest birds focused on connecting forest patches > 1000 ha. Using Corridor Designer software, 14 movement corridors were selected based on pre-established criteria (width > 300 m; distance between woodlots < 200 m). Priority breeding habitats were then identified using the coarse- and fine-filter approaches. Hundreds of habitat patches occupying the minimum surface area necessary to meet the needs of multiple priority species (coarse-filter approach) were identified throughout the study area and in various types of environments (forest > 100 ha, perennial crops > 40 ha, shrubland > 5 ha, marsh > 5 ha, shrub swamp > 5 ha, peatland > 20 ha). All patches of forest swamp and wet meadow were considered priority sites because no minimum area threshold is known for those habitat classes. The best patches in each habitat class were then prioritized according to a series of criteria related to their significance for the establishment and maintenance of nesting bird populations (e.g. patch shape, % of interior habitat) or their ecological role in the landscape (e.g. creation of a buffer zone around protected areas, presence of species at risk). Finally, other habitat components specific to certain species (fine-filter approach) such as sand pits and rocky outcrops in forest environments were also identified.

A diagnosis of the ability of the landscape to provide functional habitat for priority bird species was performed. The deficiencies noted in the study area included the limited surface area occupied by shrubland (1%), the lack of forest cover (< 30%), the inadequate distribution of wetlands (few are located outside the immediate vicinity of Lake Saint-Pierre), severe disturbance of riparian buffer strips, and forest corridors that do not meet the established criteria. A conservation plan for migratory bird and species at risk habitat was developed taking into account the description and analysis of landscape functionality, as well as regional development issues. The conservation plan proposes detailed conservation actions at the RCM and watershed scales: prioritization of spatially explicit habitat patches (habitat of avian species at risk, coarse- and fine-filter patches, forest corridors), protection of non-spatially explicit habitat components (e.g. large-diameter snags, Purple Martin nest boxes), and landscape attributes to be considered for the maintenance of ecological processes (e.g. vegetated riparian buffer strips). The conservation plan must be validated at the site level because the data on certain habitats may be outdated. Possible actions and proposals for the implementation of the conservation plan are also presented. Lastly, a general summary of the project points out the benefits and some shortcomings of the landscape-based approach that was used and highlights some problems encountered. A suite of recommendations are proposed to help with the application of the approach and to support a joint involvement of partners and stakeholders in land use planning.

## TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	i
Résumé.....	iii
Abstract.....	v
Liste des acronymes et abréviations.....	ix
1.0 Introduction.....	1
2.0 Concept d'écologie du paysage.....	1
2.1 Définition.....	1
2.2 Structure du paysage.....	2
2.3 Fragmentation du paysage.....	2
2.4 Zone tampon.....	2
2.5 Étude du paysage.....	2
3.0 Développement d'un modèle logique.....	3
4.0 Délimitation du territoire d'étude pour le projet pilote.....	4
5.0 Étape 1 – But et objectifs du projet pilote.....	5
6.0 Étape 1a – Identification des cibles : espèces et habitats prioritaires.....	6
6.1 Sélection des espèces prioritaires pour le projet pilote.....	6
6.2 Sélection des types d'habitat prioritaires pour le projet pilote.....	8
7.0 Étape 2 – Collecte et gestion des données.....	10
7.1 Source des données.....	10
7.2 Production de la carte finale de l'occupation du sol.....	11
7.3 Données sur les aires protégées.....	12
7.4 Données sur les espèces en péril et les habitats essentiels.....	13
8.0 Étape 2a – Outils de planification et de cartographie.....	15
8.1 Examen de logiciels existants.....	15
8.2 Décisions préalables aux analyses.....	16
8.2.1 Échelles spatiales d'analyse.....	16
8.2.2 Chevauchement des parcelles d'habitat.....	16
8.2.3 Sélection d'indices paysagers.....	16
8.2.4 Fragmentation forestière.....	17
9.0 Étape 3 – Analyse du paysage.....	18
9.1 Analyse descriptive.....	18

9.1.1	Occupation du sol : Territoire entier .....	18
9.1.2	Occupation du sol : MRC .....	21
9.2	Fonctionnalité du paysage.....	25
9.2.1	Comparaison du paysage avec des seuils de référence connus .....	25
9.2.2.	Détermination des corridors forestiers .....	33
9.2.3	Application des critères du filtre grossier .....	39
9.2.4	Priorisation des parcelles du filtre grossier .....	43
9.2.5	Application des critères du filtre fin .....	45
10.0	Étape 4 – Diagnostic et enjeux particuliers .....	47
10.1	Diagnostic de la situation actuelle.....	47
10.2	Enjeux régionaux et menaces aux habitats.....	49
11.0	Étape 8 – Plan de conservation de l’aire d’étude.....	50
11.1	Parcelles d’habitat prioritaires avec référence spatiale .....	50
11.2	Habitats prioritaires sans référence spatiale .....	51
11.3	Éléments du paysage à considérer pour le maintien de processus écologiques .....	53
11.4	Considérations particulières du plan de conservation .....	54
11.5	Plan de conservation spécifique à chaque MRC et bassin versant.....	55
11.5.1	Exemple d’un plan de conservation détaillé : MRC de Bécancour .....	56
11.6	Limites du plan de conservation.....	58
12.0	Étape 9 – Mise en œuvre du plan de conservation : Pistes et propositions .....	59
13.0	Complément d’information.....	60
13.1	Bilan général du projet .....	60
13.1.1	Avantages de l’approche paysage .....	60
13.1.2	Inconvénients de l’approche paysage.....	61
13.1.3	Implication des autres unités du SCF, des partenaires, etc. ....	61
13.1.4	Étapes à compléter .....	61
13.2	Problématiques rencontrées et recommandations .....	62
13.2.1	Données.....	62
13.2.2	Logiciels.....	63
13.2.3	Travail d’équipe .....	63
14.0	Conclusion .....	63
15.0	Références.....	64

## LISTE DES ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
AARQ	Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec
BNDT	Base nationale de données topographiques
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CIC	Canards Illimités Canada
CNC	Conservation de la nature Canada
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
EC	Environnement Canada
FFQ	Fondation de la faune du Québec
HPP	Habitat Priority Planner
ICOAN	Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord
ICTH	Inventaire canadien des terres humides
INÉNA	Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales
LEP	<i>Loi sur les espèces en péril</i>
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des Ressources naturelles
ONG	Organisme non gouvernemental
PASL	Plan d'action Saint-Laurent
PCHE	Plan conjoint des habitats de l'Est
PIH	Programme d'intendance de l'habitat
RCO	Région de conservation des oiseaux
RMBLSP	Réserve mondiale de la biosphère du Lac-Saint-Pierre
RMN	Réseau de milieux naturels protégés
ROM	Refuge d'oiseaux migrateurs
SCF	Service canadien de la faune
SCF-Qc	Service canadien de la faune – Région du Québec
SIEF	Système d'information écoforestier
SIG	Système d'information géographique
SOS-POP	Suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec



## 1.0 INTRODUCTION

En 2005, le Canada, les États-Unis et le Mexique ont signé la Déclaration d'intention de l'ICOAN (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord) afin de renforcer la coopération internationale en matière de conservation des oiseaux en Amérique du Nord (ICOAN International 2012). Des stratégies de conservation sont élaborées pour des régions de conservation des oiseaux (RCO) et contiennent des objectifs de population, des besoins en matière d'habitat et des enjeux de conservation pour une série d'espèces prioritaires au sein d'une même RCO. Dans cette optique, le Service canadien de la faune – région du Québec a développé et évalué une méthodologie visant à déterminer les sites prioritaires pour la conservation des oiseaux migrateurs. L'approche privilégiée dans le cadre de ce projet pilote était basée sur l'écologie du paysage permettant ainsi de coupler les besoins réels en matière d'habitat des espèces prioritaires à une analyse fine de la composition et de la répartition spatiale des habitats. Cette approche permet d'avoir une vision intégratrice du territoire alors que l'approche traditionnellement utilisée en conservation des habitats cible des sites déjà connus comme importants pour les oiseaux (approche par « hot spot »), c'est-à-dire des endroits où des inventaires ont été effectués par le passé. L'approche paysage offre donc non seulement l'avantage de travailler à une échelle plus grande, mais aussi d'intégrer dans les analyses les différentes composantes (biologiques, géographiques, physiques, socio-économiques et patrimoniales) qui caractérisent le territoire sélectionné (par ex., habitats, espèces en péril, aires protégées, hydrologie, climat, activités anthropiques, etc.).

Le présent rapport présente donc la méthode retenue, ses avantages et inconvénients, de même que les recommandations de conservation qui en émanent. Il vise à informer toute personne soucieuse de déterminer des sites prioritaires de conservation en utilisant une approche basée sur l'écologie du paysage et sera aussi utile aux gestionnaires de territoire œuvrant à divers niveaux (gouvernement, municipalités, organismes de conservation). Le projet a été réalisé dans la région du lac Saint-Pierre, un secteur de la RCO 13 situé dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes, et reconnu pour sa grande diversité biologique et son importance pour les oiseaux migrateurs, mais aussi pour les pressions anthropiques importantes qui y affectent les habitats. À noter que le présent rapport résume les principaux éléments et résultats du projet pilote alors qu'un rapport connexe (Jobin et coll. 2013) présente une description détaillée de l'approche d'analyse, du développement méthodologique et des résultats. Quelques concepts sous-jacents à l'approche paysage sont décrits dans la section qui suit.

## 2.0 CONCEPT D'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

### 2.1 DÉFINITION

L'écologie du paysage s'intéresse à la dynamique spatiale et temporelle des composantes biologiques, physiques et sociales des paysages (humanisés et/ou naturels) où l'homme est aussi une composante du paysage (Turner et coll. 2001). Par ses activités, l'homme peut perturber la structure et l'intégrité d'un paysage et interférer avec les processus écologiques. Dans le cadre du présent projet, l'écologie du paysage se définit comme étant *l'étude de l'interaction entre la structure du paysage (sa composition et sa configuration) et les processus qui déterminent l'abondance et la répartition des espèces.*

## **2.2 STRUCTURE DU PAYSAGE**

Le paysage est une mosaïque hétérogène et dynamique composée de trois principaux éléments : la matrice, les parcelles (habitats) et les corridors (Forman 1995). Le paysage se présente donc comme une mosaïque d'habitats importants pour une espèce ou un groupe d'espèces (les parcelles) qui sont dispersés au sein d'un élément dominant du paysage (la matrice). Les corridors sont les éléments de connectivité qui relient les parcelles entre elles. C'est la composition en habitat des différents éléments et leur configuration dans le paysage, c'est-à-dire leur juxtaposition les uns par rapport aux autres, qui caractérisent la structure du paysage. Une approche du paysage demande donc de prendre en considération les exigences écologiques des espèces (habitats), mais aussi leur mode et contraintes de déplacement entre les parcelles d'habitats.

## **2.3 FRAGMENTATION DU PAYSAGE**

Les milieux naturels du sud du Québec ont été fragmentés par les activités humaines (routes, agriculture, etc.) (Bélangier et Grenier 1998, 2002; Latendresse et coll. 2008). Cette fragmentation du paysage, c'est-à-dire le remplacement d'éléments du paysage par d'autres et la diminution de la taille des parcelles d'habitats, a d'importantes conséquences sur la biodiversité d'un territoire (Saunders et coll. 1991; Andréon 1994; Fahrig 2003; Stephens et coll. 2003), notamment en raison de l'isolement des parcelles d'habitats et des effets de bordure. Les parcelles d'habitats étant plus petites et plus isolées les unes des autres, cette « insularisation » a des conséquences sur la dispersion des individus et les échanges génétiques. Pour certaines espèces, les corridors permettent de pallier la fragmentation du paysage.

## **2.4 ZONE TAMPON**

Une zone tampon est une bande de végétation plus ou moins naturelle qui permet de réduire le contraste entre un habitat déterminé et les habitats adjacents permettant ainsi d'en maintenir ou d'en améliorer l'intégrité écologique (Bentrop 2008). Selon le contexte et les objectifs visés, la zone tampon peut être contiguë à des habitats déterminés comme des aires protégées. Elle peut aussi s'étendre le long de cours d'eau et réduire le ruissellement, l'envasement et la pollution diffuse : on parle alors de bandes riveraines. La mise en place de zones tampons en marge de territoires protégés permet de réduire les pressions anthropiques et les effets de bordure qui peuvent affecter de nombreuses espèces.

## **2.5 ÉTUDE DU PAYSAGE**

Le développement des nouvelles technologies comme la télédétection et de logiciels spécialisés de géomatique (systèmes d'information géographique) facilite l'étude des paysages et leur évolution. De plus, une multitude d'indices ont été développés afin de décrire la composition, la structure et la configuration spatiale des parcelles d'habitats et des paysages (McGarigal et coll. 2002). L'intégration des concepts de l'écologie du paysage, couplée à l'utilisation de ces outils d'analyse dans les études visant à comprendre la répartition et l'abondance des êtres vivants et de leurs habitats, est maintenant pratique courante (Huber et coll. 2011; Thompson 2011; Watling et coll. 2011) et leur utilisation pour l'étude des communautés d'oiseaux est largement répandue (Naugle et coll. 2000; Renfrew et Ribic 2008; Holzmüller et coll. 2011; Schwenk et Donovan 2011; Shanahan et coll. 2011; Uezu et Metzger 2011).



Par ailleurs, l'échelle d'analyse est variable selon la problématique ou les espèces visées et devra considérer les besoins propres aux individus (par ex., l'échelle du paysage d'une salamandre est très différente de celle d'un ours noir), comme la nidification ou l'alimentation, et les besoins d'échanges génétiques et de déplacement à l'intérieur d'une population (concept de métapopulation). Dans le cas des populations oiseaux, l'échelle d'analyse peut ainsi couvrir un territoire qui peut s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres carrés, comme une région administrative ou une écorégion.

### **3.0 DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE LOGIQUE**

Nous avons développé un modèle logique afin d'organiser et de présenter visuellement les différentes étapes nécessaires à la réalisation d'un plan de conservation, peu importe l'échelle spatiale (écozone, écosystème particulier, RCO, etc.) (figure 1). Utilisé dans le cadre de ce projet, ce modèle se divise en plusieurs étapes et expose les liens logiques aux ressources disponibles pour assurer la bonne réalisation du projet (ex., partenaires, inventaires), ainsi que les facteurs qui peuvent influencer sa réalisation (ex., lois et règlements).

Le but et les objectifs généraux du projet sont d'abord définis en fonction de la problématique et des priorités qui sont propres au paysage à l'étude, idéalement en collaboration avec les partenaires du projet. S'ensuit une série d'étapes allant de la collecte des données et la sélection des outils appropriés (ex., logiciels), à l'analyse détaillée du paysage à l'étude qui mène à un diagnostic sur l'état des écosystèmes et des enjeux actuels. Il peut s'avérer utile de modéliser les changements ou les perturbations dans le paysage afin de définir les meilleures stratégies de planification du paysage en tenant compte des enjeux de développement. Le plan de conservation du paysage constitue l'intégration des résultats des étapes précédentes et détermine les secteurs prioritaires pour la conservation.

Évidemment, la mise en œuvre des actions déterminées dans le plan de conservation se réalise au moyen de diverses options de conservation et de restauration d'habitat et dépend de la participation des partenaires et des intervenants du territoire (municipalités, MRC, etc.) dans le contexte des politiques, des lois et des règlements qui peuvent avoir une influence sur celui-ci. Un suivi des actions entreprises est nécessaire pour déterminer si les résultats obtenus correspondent aux objectifs. Enfin, ce modèle est adaptatif puisqu'il se raffine à mesure que le projet chemine et que de nouvelles informations viennent le bonifier.

Puisqu'il s'agissait d'un projet pilote et que le délai imparti à celui-ci a été limité, certaines étapes du modèle logique ont volontairement été omises (étapes 4a, 5, 6, 7, 9 et 10; figure 1). De même, la collecte de données s'est limitée aux seules données biologiques, géographiques et physiques. Certains liens cruciaux du modèle logique n'ont pas non plus été établis au cours de ce projet. Par exemple, les intervenants et les partenaires œuvrant sur le territoire du projet n'ont pas été invités à participer au projet puisque l'exercice visait à développer et tester une méthodologie. Toutefois, la réalisation de ce projet a permis de tester la logique et l'utilité du modèle.

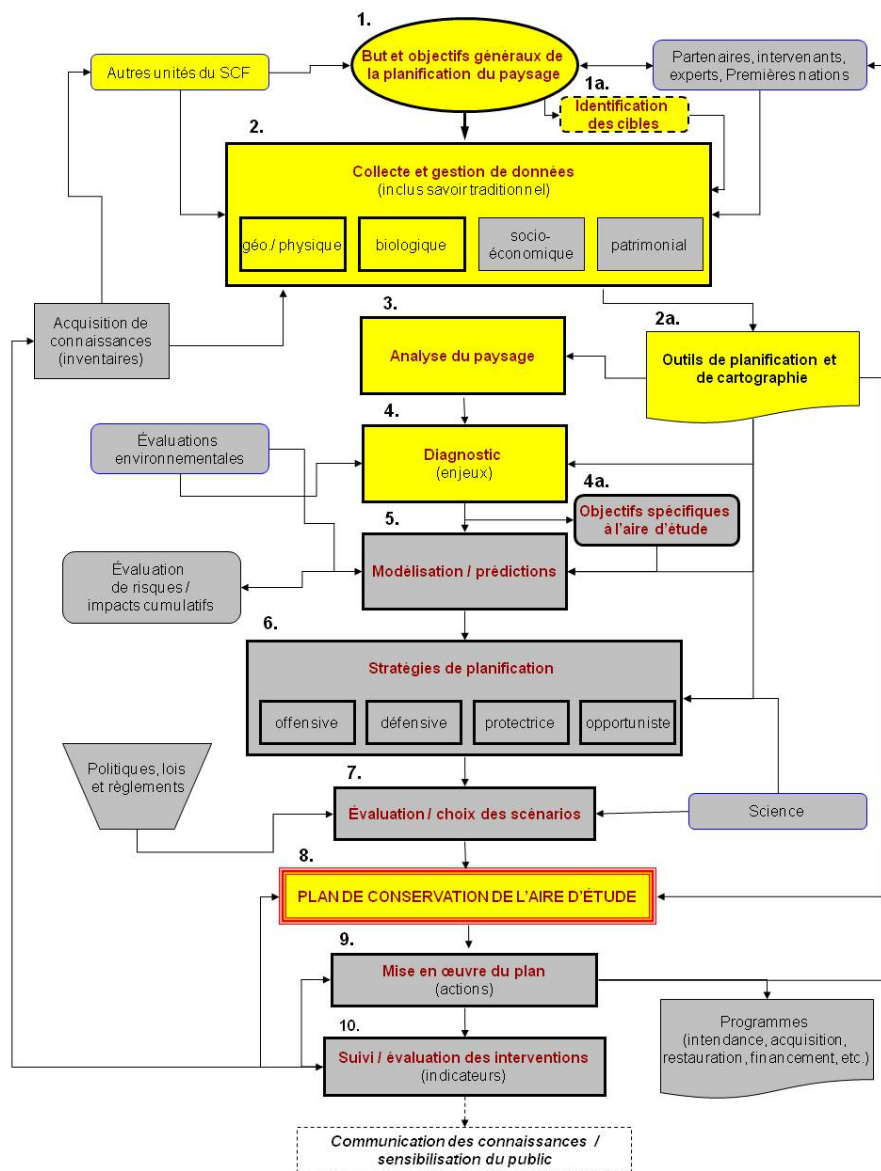


Figure 1 – Schématisation du modèle logique utilisé<sup>1</sup>  
(en jaune : les étapes réalisées pour le projet pilote)

## 4.0 DÉLIMITATION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE POUR LE PROJET PILOTE

L'écozone des Plaines à forêts mixtes est l'un des grands écosystèmes prioritaires pour la conservation des milieux naturels au Canada. À l'intérieur de cette grande zone qui s'étend des

<sup>1</sup> Inspiré et adapté de Leitão et Ahern 2002 et Ahern 2006.

Grands Lacs en Ontario jusqu'à la ville de Québec se trouve le corridor fluvial du Saint-Laurent dont la conservation et la restauration des habitats sont des objectifs du Plan d'action Saint-Laurent en place depuis plus de 20 ans ([www.planstlaurent.qc.ca/](http://www.planstlaurent.qc.ca/)). Le lac Saint-Pierre, un élargissement du fleuve en amont de la ville de Trois-Rivières, et sa plaine environnante, forment un secteur à très haute valeur écologique comme le confirme sa désignation à titre de site RAMSAR ([www.ramsar.org/](http://www.ramsar.org/)) et de Réserve mondiale de la Biosphère ([www.biospherelac-st-pierre.qc.ca/](http://www.biospherelac-st-pierre.qc.ca/)). Les activités humaines (agriculture, navigation, développements urbain et industriel) créent des pressions importantes sur les milieux naturels et des actions de conservation et de restauration des habitats naturels sont requises. Cette région a donc été choisie comme aire d'étude pour le projet pilote. Plusieurs autres raisons supportent ce choix :

- Ce secteur est inclus dans la RCO 13.
- Ce secteur supporte une grande diversité d'espèces et d'habitats et est important pour la migration, l'alimentation et la reproduction de nombreux oiseaux migrateurs et pour plusieurs espèces en péril.
- Environnement Canada y possède des territoires, on y trouve un refuge d'oiseaux migrateurs (ROM de Nicolet), des aires protégées publiques et privées et deux réserves autochtones.
- Plusieurs projets du Programme d'intendance des habitats (PIH) y ont cours.
- Ce secteur d'intérêt couvre le territoire d'action du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) et celui du Plan d'action Saint-Laurent (PASL).
- Une quantité importante de données biologiques, physiques, géographiques et hydrologiques est disponible pour cette région.

L'aire d'étude du projet a été établie à partir des limites de la Réserve mondiale de la biosphère du Lac-Saint-Pierre (RMBLSP) en retenant les municipalités dont plus de la moitié de leur superficie est contenue dans la RCO 13 (figure 2). Quelques municipalités ont été exclues dans la partie ouest pour limiter l'aire d'étude à la tête du lac Saint-Pierre, mais le pôle industriel de Sorel-Tracy et toutes les îles de l'archipel de Berthier-Sorel ont été conservés. L'aire d'étude couvre une superficie de 4194 km<sup>2</sup>.

## **5.0 ÉTAPE 1 – BUT ET OBJECTIFS DU PROJET PILOTE**

Le but du projet pilote est de « déterminer la structure<sup>2</sup> actuelle et potentielle du paysage susceptible de maintenir et de rétablir des habitats fonctionnels et viables pour les espèces considérées comme prioritaires pour ce projet ». Plus précisément, les objectifs sont de :

- déterminer les espèces prioritaires de l'aire d'étude;
- déterminer les types d'habitat nécessaires au cycle vital de ces espèces prioritaires;

---

<sup>2</sup> La structure étant définie de la façon suivante : configuration et composition spatio-temporelle des composantes du paysage.

- évaluer la fonctionnalité du paysage (comparaison avec des seuils de référence, déterminer des corridors de déplacement pour les oiseaux forestiers; localisation des habitats potentiels pour les espèces prioritaires);
- déterminer les enjeux régionaux et les menaces aux habitats;
- produire un plan de conservation du paysage.

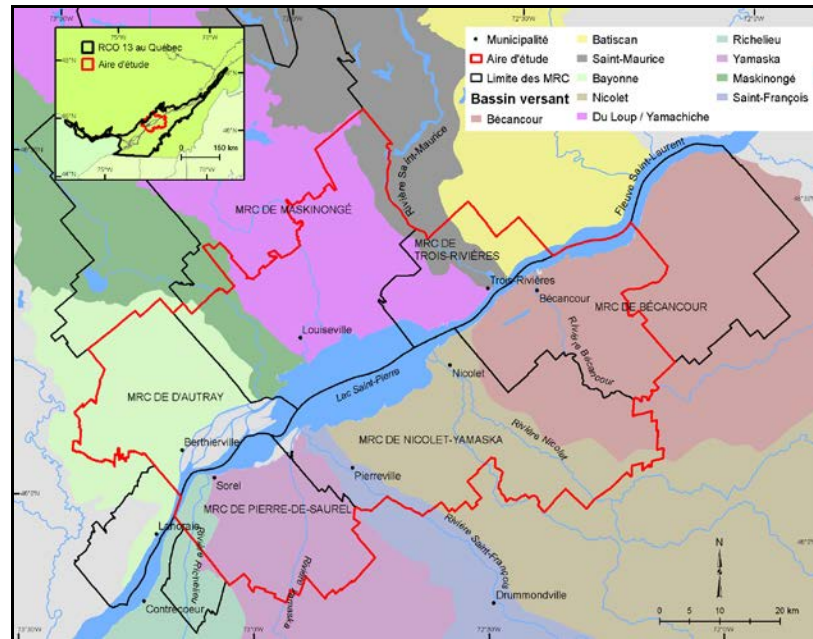


Figure 2 – Délimitation de l'aire d'étude du projet pilote

## 6.0 ÉTAPE 1A – IDENTIFICATION DES CIBLES : ESPÈCES ET HABITATS PRIORITAIRES

Les deux premiers objectifs du projet sont de déterminer les espèces prioritaires dans l'aire d'étude et de déterminer les habitats nécessaires à leur cycle vital. Les sections suivantes décrivent les étapes permettant de répondre à ces objectifs.

### 6.1 SÉLECTION DES ESPÈCES PRIORITAIRES POUR LE PROJET PILOTE

Les espèces à prioriser dans le cadre du projet pilote sont :

- les espèces prioritaires à des fins de conservation identifiées dans le plan de conservation des oiseaux de la RCO 13;
- les espèces en péril inscrites à l'Annexe 1 de la LEP pour lesquelles des habitats essentiels sont proposés ou désignés.

Dans le plan intégré de la RCO 13 du Québec (version de novembre 2010; Fournier et coll. 2010), 67 espèces d'oiseaux sont jugées prioritaires. Toutefois, plusieurs de ces espèces ne sont pas prioritaires dans le cadre du projet puisque certaines sont très rares ou absentes du territoire analysé, ou d'autres espèces ne nécessitent pas d'actions de conservation immédiates (espèces prioritaires pour des raisons d'intendance ou espèces surabondantes). De concert avec les experts

du SCF, 48 espèces prioritaires ont été retenues (33 espèces d'oiseaux terrestres, 4 espèces de sauvagine, 6 espèces d'oiseaux de marais, 5 espèces de limicoles), dont 9 l'ont été par principe de précaution (tableau 1). Les enjeux de conservation de ces espèces visent essentiellement à maintenir des habitats de nidification dans le paysage. L'annexe 1 présente la liste des 19 espèces non retenues. Il n'existe actuellement qu'une seule espèce en péril pour laquelle des habitats essentiels sont proposés ou désignés dans le territoire d'étude soit le Petit Blongios, une espèce aussi désignée prioritaire dans la RCO 13.

**Tableau 1 – Liste des 48 espèces d'oiseaux prioritaires de la RCO 13 retenues pour le projet pilote**

Nom français <sup>1</sup>	Nom latin	Groupe <sup>2</sup>
Alouette hausse-col	<i>Eremophila alpestris</i>	Ter.
Bruant de Nelson	<i>Ammodramus nelsoni</i>	Ter.
Bruant des prés	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Ter.
Bruant vespéral	<i>Pooecetes gramineus</i>	Ter.
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Ter.
<i>Chouette rayée</i>	<i>Strix varia</i>	Ter.
Coulicou à bec noir	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Ter.
Crécerelle d'Amérique	<i>Falco sparverius</i>	Ter.
Engoulevent bois-pourri*	<i>Caprimulgus vociferus</i>	Ter.
Engoulevent d'Amérique*	<i>Chordeiles minor</i>	Ter.
Faucon pèlerin ( <i>anatum</i> )*	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Ter.
Goglu des prés*	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Ter.
<i>Grimpereau brun</i>	<i>Certhia americana</i>	Ter.
Grive des bois	<i>Hylocichla mustelina</i>	Ter.
Hibou des marais*	<i>Asio flammeus</i>	Ter.
<i>Hibou moyen-duc</i>	<i>Asio otus</i>	Ter.
Hirondelle à ailes hérissées	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Ter.
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Ter.
Hirondelle noire	<i>Progne subis</i>	Ter.
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Ter.
Martinet ramoneur*	<i>Chaetura pelagica</i>	Ter.
Martin-pêcheur d'Amérique	<i>Megaceryle alcyon</i>	Ter.
Moqueur roux	<i>Toxostoma rufum</i>	Ter.
Oriole de Baltimore	<i>Icterus galbula</i>	Ter.
Paruline à couronne rousse	<i>Dendroica palmarum</i>	Ter.
Paruline du Canada*	<i>Wilsonia canadensis</i>	Ter.
<i>Petit-duc maculé</i>	<i>Megascops asio</i>	Ter.
<i>Petite Nyctale</i>	<i>Aegolius acadicus</i>	Ter.
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	Ter.
Pioui de l'Est	<i>Contopus virens</i>	Ter.
Sturnelle des prés	<i>Sturnella magna</i>	Ter.

Nom français <sup>1</sup>	Nom latin	Groupe <sup>2</sup>
Troglodyte à bec court	<i>Cistothorus platensis</i>	Ter.
Tyran tritri	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Ter.
Bécasse d'Amérique	<i>Scolopax minor</i>	Lim.
<i>Bécassine de Wilson</i>	<i>Gallinago delicata</i>	Lim.
<i>Maubèche des champs</i>	<i>Bartramia longicauda</i>	Lim.
Phalarope de Wilson	<i>Steganopus tricolor</i>	Lim.
Pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>	Lim.
Butor d'Amérique	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Mar.
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	Mar.
Marouette de Caroline	<i>Porzana carolina</i>	Mar.
Petit Blongios*	<i>Ixobrychus exilis</i>	Mar.
Râle de Virginie	<i>Rallus limicola</i>	Mar.
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	Mar.
<i>Canard branchu</i>	<i>Aix sponsa</i>	Sauv.
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>	Sauv.
Petit Fuligule	<i>Aythya affinis</i>	Sauv.
<i>Sarcelle à ailes bleues</i>	<i>Anas discors</i>	Sauv.

<sup>1</sup> Les espèces suivies d'un astérisque sont des espèces désignées en péril dans la LEP ou par le COSEPAC; les espèces en italique sont retenues par principe de précaution (aucune donnée disponible sur les tendances démographiques mais des enjeux et des menaces réelles ou appréhendées sont identifiés).

<sup>2</sup> Ter. = Oiseaux terrestres; Lim. = Limicoles; Mar. = Oiseaux de marais; Sauv. = Sauvagine

## 6.2 SÉLECTION DES TYPES D'HABITAT PRIORITAIRES POUR LE PROJET PILOTE

L'identification des types d'habitat prioritaires repose sur les principes de filtre grossier et de filtre fin puisqu'aucun critère spécifique et quantitatif (ex., superficie minimale pour l'espèce « X ») n'est présenté pour les espèces prioritaires dans le plan de conservation de la RCO 13 et que les classes d'habitat préférentiels ne sont pas déterminées pour chaque espèce. L'approche du filtre grossier consiste à déterminer les types d'habitat les plus communs qui remplissent les besoins de nombreuses espèces et à en déterminer des seuils de superficie minimale, alors que le filtre fin identifie des composantes d'habitat spécifiques à certaines espèces qui ne sont pas retenues par le filtre grossier. Les classes d'habitat prioritaires retenues pour le filtre grossier se regroupent en trois (3) grands types d'habitats :

1. Milieux agricoles : cultures pérennes, friches
2. Milieux forestiers : feuillus, mixtes, résineux
3. Milieux humides : marais, marécages, tourbières, prairies humides

Ces habitats ont été déterminés par l'analyse du plan intégré de conservation de la RCO 13 (Fournier et coll. 2010), des données descriptives sur les habitats de nidification utilisées pour produire ce plan (selon les experts du SCF-Qc), des plans de conservation produits pour chaque groupe d'espèces (Chapdelaine et Rail 2004; Aubry et Cotter 2007; Environnement Canada 2010a, 2010b; Lepage et coll. 2010) et de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (Gauthier et Aubry 1995). Ce sont tous des habitats de reproduction, sauf des habitats de migration pour

les 2 espèces de fuligules et ces classes d'habitat doivent être discernables sur les couches numériques de l'occupation du sol. Des seuils de superficie minimale ont été déterminés pour chaque classe d'habitat à partir des informations extraites des plans de conservation spécifiques aux 4 groupes d'oiseaux, de la littérature scientifique et des avis d'experts. L'annexe 2 présente les espèces ciblées pour chaque classe d'habitat. Les critères et les seuils retenus, de même que leur justification, sont décrits ci-après :

### **Milieux agricoles**

- Maintenir les cultures pérennes (fourrages, pâturages) > 40 ha (Environnement Canada 2010a, 2010b)
- Maintenir les friches agricoles > 5 ha (Dettmers 2003; Schlossberg et King 2008; G. Falardeau, SCF-Qc, comm. pers.)
- Favoriser des champs de forme carrée ou rectangulaire, non allongée et à contours réguliers pour limiter les effets de bordure (Renfrew et coll. 2005)

### **Milieux forestiers**

- Maintenir les massifs forestiers > 1000 ha et en augmenter la connectivité (B. Drolet, SCF-Qc, comm. pers.)
- Maintenir les boisés > 100 ha en milieux agricole et urbain (Environnement Canada 2010a, 2010b)
- Favoriser des boisés de forme carrée ou rectangulaire non allongée à contours réguliers pour limiter les effets de bordure (Langevin et Bélanger 1994; Langevin 1997; Environnement Canada 2004)

### **Milieux humides**

- Maintenir les habitats essentiels du Petit Blongios
- Maintenir les grands marais (> 5 ha) (Brown et Dinsmore 1986; Gratton 2010)
- Maintenir les grands marécages arbustifs (> 5 ha) (Brown et Dinsmore 1986; Gratton 2010)
- Maintenir les grandes tourbières (> 20 ha) (Poulin et coll. 2006)
- Maintenir les marécages arborés (aucune superficie spécifiée)
- Maintenir les prairies humides (aucune superficie spécifiée)
- Maintenir des secteurs bien pourvus en milieux humides (complexes de milieux humides) (Calmé 1998; Naugle et coll. 2000; Fairbairn et Dinsmore 2001; Riffell et coll. 2003; Tozer et coll. 2010)

Enfin, 7 des 48 espèces prioritaires fréquentent des habitats de nidification qui ne sont pas ciblés par les critères du filtre grossier, alors que 2 espèces sont retenues parce qu'elles utilisent des secteurs importants pour leur alimentation lors des périodes migratoires. Les habitats retenus par les critères du filtre fin sont décrits au tableau 2.

**Tableau 2 – Habitats retenus par les critères du filtre fin pour les espèces prioritaires dont les besoins ne sont pas considérés par les critères du filtre grossier**

<b>Espèce</b>	<b>Besoin spécifique</b>
Engoulevent d'Amérique*	Nidification : Toits en gravier; affleurements rocheux; brûlis et parterres de coupe; sols dénudés en milieu forestier
Faucon pèlerin ( <i>anatum</i> )*	Nidification : Structures anthropiques, falaises
Hirondelle à ailes hérissées	Nidification : Rives sablonneuses, sablières
Hirondelle de rivage	Nidification : Rives sablonneuses, sablières
Hirondelle noire	Nidification : Cavités (naturelles ou artificielles)
Martin-pêcheur d'Amérique	Nidification : Rives sablonneuses, sablières
Sterne pierregarin	Nidification : Îlots et sols exposés dans la voie maritime
Fuligule milouinan	Alimentation : Milieu aquatique riverain (150 m) du lac Saint-Pierre
Petit Fuligule	Alimentation : Milieu aquatique riverain (150 m) du lac Saint-Pierre

\* Espèce désignée en péril dans la LEP ou au COSEPAC

## 7.0 ÉTAPE 2 – COLLECTE ET GESTION DES DONNÉES

Les données récoltées et retenues dans les analyses étaient principalement de nature géographiques et physiques (occupation du sol, limites territoriales) et biologiques (flore, faune, espèces en péril, aires protégées, habitats essentiels d'espèces en péril).

### 7.1 SOURCE DES DONNÉES

Les sources d'information spatiale et cartographique suivantes ont été identifiées pour produire la carte de la répartition des habitats dans le territoire à l'étude :

**Milieu agricole :** La classification de l'occupation du sol produite par Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) à partir des images Landsat-7 (2001-2002; résolution de 25 m). On y distingue les cultures annuelles, les cultures pérennes, et les milieux arbustifs et les friches (étendues occupées par une végétation ligneuse relativement basse, généralement +/-2 m).

**Milieu forestier :** Les cartes du Système d'information écoforestier (SIEF) 3<sup>e</sup> décennal à l'échelle du 1 : 20 000 du Ministère des Ressources naturelles du Québec. On y distingue les 3 classes principales de forêts (feuillu, mixte, résineux), les brûlis, les coupes forestières et d'autres perturbations. La date de production des feuillets varie entre 1991 et 2006, la majorité de ceux-ci ont été produits avant 1996. La résolution des données pour la conversion en format matriciel a été déterminée à 5 m.

**Milieu urbain :** La carte d'occupation du sol produite par le SCF (1999-2003) à partir des images Landsat-7 (résolution de 25 m). Elle a été combinée avec la classification de AAC, car celle-ci offre une meilleure délimitation des milieux urbains. Les espaces verts en milieux urbains ont été classés comme «autre anthropique». La couche résultante a été filtrée (3x3) pour éliminer des pixels isolés.



**Milieu humide :** Quatre sources d'information ont été combinées par ordre d'importance (qualité de la donnée, justesse, précision, date) selon l'ordre suivant :

1. La cartographie détaillée des milieux humides de Canards Illimités Canada pour la région de la Montérégie (orthophotos de 2006) (Geomont 2008);
2. La cartographie du Centre St-Laurent (images Ikonos de 2000) pour les rives du fleuve;
3. La modélisation de Canards Illimités Canada à partir d'une formule appliquée sur les cartes écoforestières (SIEF) (Ménard et coll. 2006);
4. L'atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent du SCF (combinaison d'images Landsat-5 de 1993-1994 et Radarsat de 1999) (Bélanger et Grenier 2003).

Huit classes de milieux humides ont été conservées : 1) eau peu profonde (inclus les marais submergés), 2) marais, 3) marécage, 4) marécage arbustif, 5) marécage arboré, 6) prairie humide 7) tourbière et 8) milieu humide (non défini).

À ces classes d'habitats s'ajoutent d'autres éléments du paysage requis par certaines espèces prioritaires :

- La classe « Dénudé sec » du SIEF a été utilisée pour construire la classe « sol dénudé » correspondant à des affleurements rocheux en milieu forestier;
- Les sablières et gravières ont été extraites d'une combinaison du SIEF et des cartes topographiques 1 : 50 000 (BNDT). Les polygones ont été validés visuellement avec des images de haute résolution et des données complémentaires (photos prises en hélicoptère, liste des établissements miniers [Institut de la statistique du Québec 2010]);
- Les rives sablonneuses ont été extraites de la base de données du SCF (1994) sur les rives du Saint-Laurent (Cornwall – Montmagny). Une combinaison des attributs (végétation, pente du talus) a été faite pour déterminer l'emplacement des rives sablonneuses avec une forte pente;
- Les éléments linéaires (emprises électriques, cours d'eau/hydrographie, voies ferrées, etc.) ont été extraits des cartes topographiques 1 : 20 000. La couche de routes du SIEF a été retenue car les chemins en milieux boisés et agricoles y sont identifiés.

## **7.2 PRODUCTION DE LA CARTE FINALE DE L'OCCUPATION DU SOL**

La carte finale d'occupation du sol a été produite en intégrant les données des différentes sources en une seule couche d'information. Cette intégration a été faite en mode matriciel en utilisant la classification d'AAC comme « image de fond » puis en superposant les autres couches d'informations suivant un ordre de priorité basé sur la fiabilité et la qualité des données, la couche ayant la priorité la plus élevée étant ajoutée en dernier lieu :

- Priorité 1 - Polygones des milieux humides;
- Priorité 2 - Classification de AAC pour les milieux agricoles et arbustifs;
- Priorité 3 - SIEF pour les milieux forestiers;
- Priorité 4 - Carte des milieux urbains.

Cette carte d'occupation du sol représente l'élément de base de tous les traitements géospatiaux réalisés dans le cadre de l'analyse du paysage. Considérant que plusieurs sources d'information datent de plus de 10 ans et que des modifications importantes du paysage peuvent être survenues depuis, un exercice de validation a été entrepris basé sur la méthode développée dans le cadre de l'inventaire canadien des terres humides (ICTH) (Grenier et coll. 2007). Elle consiste à sélectionner aléatoirement des polygones de chaque classe d'occupation du sol que deux groupes de photo-interprètes identifient par la suite au moyen d'images récentes à haute résolution (SPOT, Quickbird). La validation des classes générales d'habitat montre des coefficients d'exactitude globale de 76,0 % et 71,8 % pour les deux groupes. Les étapes requises pour produire la carte de l'occupation du sol, de même que la méthodologie employée, les résultats détaillés et les problèmes rencontrés lors de l'exercice de validation sont présentés dans Jobin et coll. (2013).

### **7.3 DONNÉES SUR LES AIRES PROTÉGÉES**

Pour parfaire le portrait de l'aire d'étude et pour orienter la priorisation des parcelles d'habitats, une compilation des aires protégées<sup>3</sup> existantes a été réalisée. Les ministères (MRN, MDDEFP, EC - SCF) et les organismes de conservation qui gèrent des propriétés vouées à la conservation de milieux naturels (CIC, CNC, FFQ, RMN, RMBLSP) ont été consultés de même que le rapport de Municonsult (2002). À noter qu'une même aire protégée pouvait porter des noms différents selon la source. Des validations sur la tenure des terres ont donc été nécessaires, entre autres à partir du Registre foncier du Québec (MRNF 2012a), pour éviter les doublons.

Seules les aires protégées ayant un statut de protection suffisamment élevé pour justifier les actions visées par le projet, telles que la création de zones tampons autour d'elles, ont été retenues dans nos analyses. Celles-ci comprennent les réserves écologiques, les réserves naturelles, les refuges fauniques, les refuges d'oiseaux migrateurs, les forêts rares, les habitats d'une espèce floristique menacée ou vulnérable, les terres fédérales et provinciales sans statut et les terres protégées par une charte d'ONG ou d'organisme privé. Les milieux suivants n'ont pas été retenus : habitat faunique (ex., habitat du rat musqué, aire de concentration d'oiseaux aquatiques), parc régional, parc municipal, marais aménagé mais non protégé au sens légal, écosystème forestier exceptionnel proposé mais non protégé, site d'intérêt pour la conservation identifié dans un schéma d'aménagement. Les données recueillies ont permis d'identifier 47 aires protégées dans notre aire d'étude, couvrant au total environ 10 500 ha, dont plus de la moitié sont des sites protégés par une charte d'ONG (figure 3).

---

<sup>3</sup> Le MDDEFP (2002) définit une aire protégée comme suit : un territoire, en milieu terrestre ou aquatique, géographiquement délimité, dont l'encadrement juridique et l'administration visent spécifiquement à assurer la protection et le maintien de la diversité biologique et des ressources naturelles et culturelles associées.

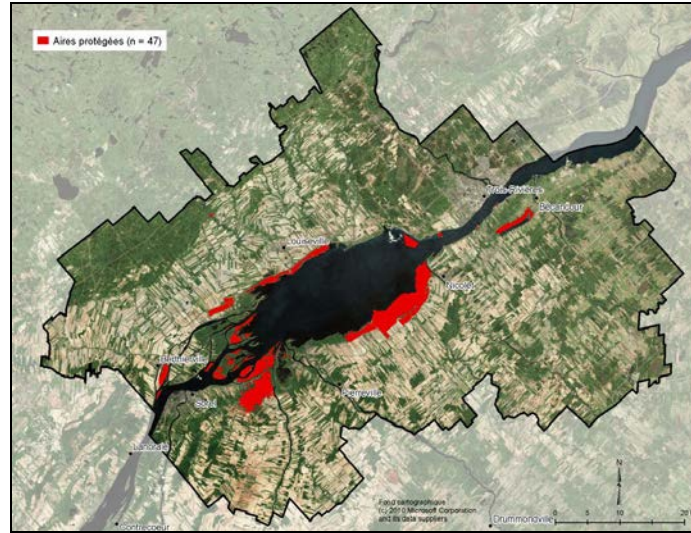


Figure 3 – Aires protégées présentes dans l’aire d’étude et retenues pour l’analyse

#### 7.4 DONNÉES SUR LES ESPÈCES EN PÉRIL ET LES HABITATS ESSENTIELS

Quatre (4) sources d’information ont été consultées pour obtenir les données sur les espèces en péril présentes dans l’aire d’étude du projet :

##### Habitats essentiels des espèces inscrites à la LEP

En date de juillet 2011, des habitats essentiels<sup>4</sup> n’étaient proposés que pour une seule espèce, soit le Petit Blongios. Huit sites sont identifiés comme habitat essentiel dans l’aire d’étude, dont 7 sont des étangs aménagés (seule la baie Saint-François est un marais naturel) (figure 4).

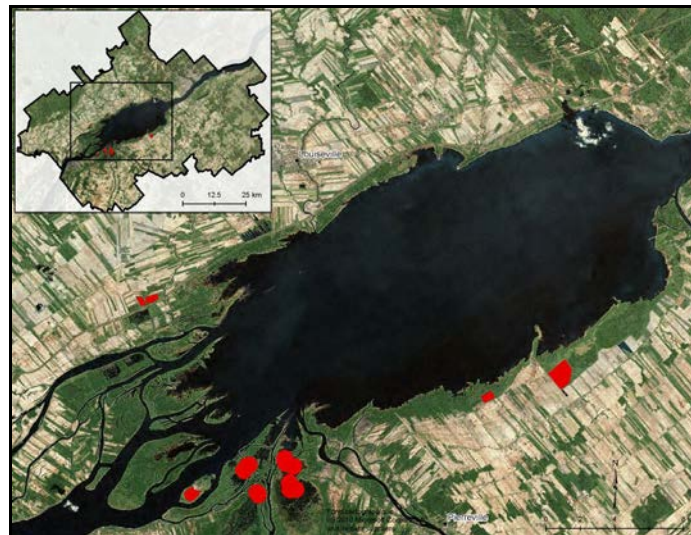


Figure 4 – Localisation des habitats essentiels proposés du Petit Blongios

<sup>4</sup> L’habitat essentiel réfère à l’habitat de reproduction convenable (zones de marais et marécages arbustifs contenant de la végétation herbacée ou ligneuse émergente, haute et robuste intercalée de zones d’eaux peu profondes) retrouvés dans ces polygones (Environnement Canada 2011).

## Polygones d'occurrences d'espèces aviaires du CDPNQ et données SOS-POP

En date de février 2011, des polygones d'occurrences de quelques espèces aviaires en péril, toutes associées aux milieux humides, ont été tracés à partir des observations connues de façon à délimiter les habitats de nidification. Ces polygones, extraits du CDPNQ, ont été tracés pour le Petit Blongios (n=14 polygones), le Hibou des marais (n=3), le Bruant de Nelson (n=2) et le Troglodyte à bec court (n=4) (figure 5). À ces polygones s'ajoutent les sites de nidification bien localisés et récemment utilisés du Martinet ramoneur (n=29) et du Faucon pèlerin (n=4) et un site de nidification probable du Pygargue à tête blanche. Ces données ponctuelles sont extraites de la base de données SOS-POP.

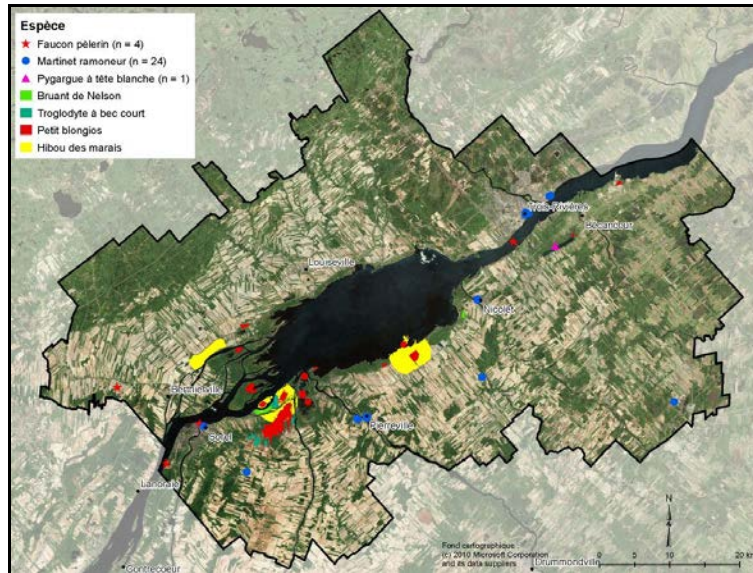


Figure 5 – Localisation des polygones d'occurrences et des sites ponctuels de nidification d'espèces aviaires en péril

## Données du CDPNQ pour les espèces autres que les oiseaux

Le CDPNQ regroupe les occurrences d'espèces en péril récoltées au Québec depuis des décennies, tant pour les espèces fauniques que floristiques. En date du 14 décembre 2010, on retrouvait sur le territoire du projet 131 occurrences bien localisées et récemment utilisées de 57 espèces en péril, la majorité étant des plantes vasculaires (figure 6). Les occurrences d'espèces aviaires n'ont pas été considérées car elles sont déjà incluses dans la base de données SOS-POP.

## Données de l'Atlas des amphibiens et reptiles du Québec

Les observations de la Chélydre serpentine (*Chelydra serpentina*), une espèce préoccupante au Canada, ont été extraites de la base de données de l'Atlas des amphibiens et reptiles du Québec (AARQ). Parmi les 13 observations présentes dans l'aire d'étude (en date de juillet 2011), deux observations récentes et précises ont été retenues (figure 6).

## 8.0 ÉTAPE 2A – OUTILS DE PLANIFICATION ET DE CARTOGRAPHIE

### 8.1 EXAMEN DE LOGICIELS EXISTANTS

Afin de localiser les zones prioritaires de conservation, des statistiques doivent être calculées pour chaque parcelle d'habitat (ex., nombre, géométrie) et la connectivité doit être évaluée entre elles ou pour tout autre élément spatial pouvant avoir un impact sur la répartition et les déplacements de la faune sur le territoire. Un examen rigoureux des logiciels existants a été fait afin de sélectionner ceux qui sont les plus appropriés pour atteindre les objectifs du projet. La compatibilité avec ArcGIS ainsi que la fréquence des mises à jour des logiciels étaient des critères essentiels dans la sélection.

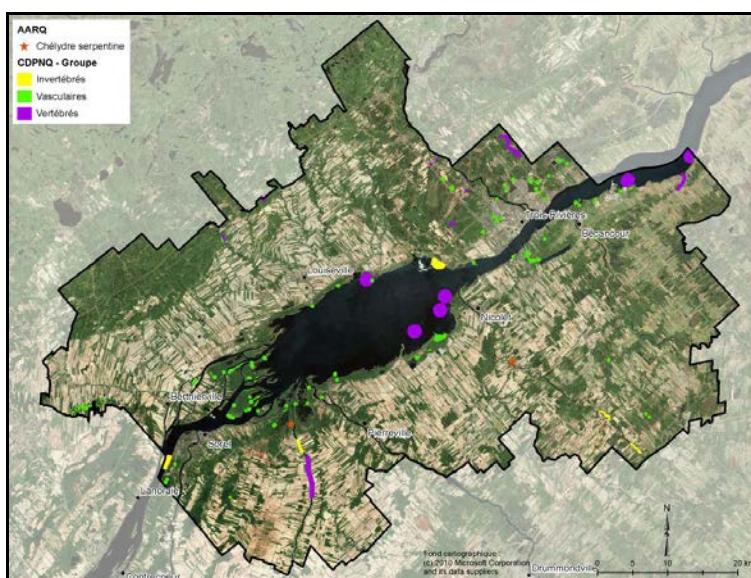


Figure 6 – Localisation des occurrences d'espèces en péril (autres que l'avifaune)

Neuf logiciels souvent utilisés en conservation des habitats et en planification du paysage ont été examinés, soit CLUZ, ConsNet, C-Plan, Habitat Priority Planner (HPP), LINK, Marxan, P.A.N.D.A., Vista et ZONATION. Le logiciel Habitat Priority Planner a été sélectionné pour sa convivialité, ses fonctions de calcul d'indices du paysage basées sur FRAGSTATS (McGarigal et coll. 2002), sa compatibilité avec ArcGIS (ArcGIS 9.3 ou 10 + *Spatial Analyst*) ainsi que la possibilité d'y réaliser des scénarios de changements d'occupation du sol. Toutefois, un problème technique a rendu incompatible l'utilisation de HPP pendant plusieurs mois et les indices paysagers calculés avec HPP ne suffisaient pas à répondre aux besoins du présent projet. L'utilisation de FRAGSTATS s'est donc avérée nécessaire pour obtenir des statistiques plus complètes sur les éléments composant le paysage.

Par ailleurs, le logiciel Corridor Designer a été retenu parmi les huit logiciels de conception de corridors analysés (Circuitscape, Connectivity Analysis Toolkit, Connefor Sensinode, Corridor Designer, FunnConn, Guidos, Marine Geospatial Ecology tools (MGET), Pathmatrix) en raison de sa facilité d'utilisation, de sa compatibilité avec ArcGIS et de la possibilité de créer des modèles de viabilité de l'habitat d'espèce. Un module complémentaire est aussi disponible et

permet d'évaluer la qualité des corridors proposés en calculant plusieurs statistiques, telles que leur largeur, la distance à parcourir entre les parcelles d'habitat viable, et l'identification des goulots d'étranglement.

## **8.2 DÉCISIONS PRÉALABLES AUX ANALYSES**

### **8.2.1 Échelles spatiales d'analyse**

En plus de faire l'analyse du paysage à l'échelle du territoire à l'étude en entier, le paysage a été décrit dans des unités spatiales plus réduites pour faciliter la mise en œuvre du plan de conservation. Le paysage a donc été décrit à l'échelle d'un découpage administratif québécois, soit les MRC, et à l'échelle d'un découpage écologique, soit les bassins versants.

### **8.2.2 Chevauchement des parcelles d'habitat**

Les indices paysagers calculés pour décrire la configuration spatiale des parcelles d'habitat peuvent être biaisés si des parcelles chevauchant plus d'une MRC ou un bassin versant sont coupées artificiellement à leurs limites (ex., un grand boisé situé à la limite de deux MRC serait considéré comme deux petits boisés distincts). Les parcelles d'habitat chevauchant plus d'une MRC ou un bassin versant ont été attitrées à chaque MRC ou bassin versant et le calcul des indices paysagers a été fait sur les limites réelles des parcelles. Ainsi, la sélection des parcelles d'habitat prioritaires dans le plan de conservation repose sur le caractère intrinsèque des parcelles (ex., superficie totale) et non sur un découpage artificiel. Toutefois, les parcelles d'habitat situées en bordure de l'aire d'étude et dont l'étendue s'étend au-delà ont été coupées à la limite du territoire du projet ce qui peut avoir entraîné un certain biais lors du calcul des indices paysagers. La présence des grands massifs forestiers situés en marge des limites de l'aire d'étude a toutefois été considérée lors de la détermination des corridors forestiers.

### **8.2.3 Sélection d'indices paysagers**

Les indices paysagers calculés par FRAGSTATS pour décrire la composition et la configuration des habitats du territoire à l'étude ont été calculés pour les trois découpages retenus (aire d'étude en entier, MRC, bassin versant), et à trois échelles spatiales: 1) la parcelle d'habitat (*patch*), 2) la classe d'habitat (*class*), 3) le territoire en entier (*landscape*). Les indices calculés pour les parcelles d'habitat nous informent sur le caractère intrinsèque des parcelles (ex., leur forme). Les indices calculés pour les classes d'habitat nous informent sur l'importance relative de chaque classe d'habitat (ex., superficie totale couverte par classe) ou la configuration spatiale des parcelles d'habitats (ex., proximité des parcelles d'une même classe). Enfin, les indices calculés pour le territoire en entier nous informent sur les patrons de distribution des classes d'habitats et donc sur l'hétérogénéité et la diversité du paysage dans son ensemble (ex., indice de diversité de Simpson).

Plusieurs indices calculés par FRAGSTATS sont redondants et/ou difficiles d'interprétation et une sélection d'indices a été faite. Cette sélection repose sur la connaissance acquise lors d'études passées (Jobin et coll. 2001; Maheu-Giroux et coll. 2006; Latendresse et coll. 2008), sur leur facilité d'interprétation et sur la littérature (Gustafson 1998; Hargis et coll. 1998; Trani et

Giles 1999; Jaeger 2000; Shao et coll. 2001; McGarigal et coll. 2002; Corry 2004). Des corrélations ont aussi permis de sélectionner des indices autrement redondants. Les indices paysagers ont été calculés sur les classes d'habitat générales et détaillées de l'occupation du sol (tableau 3). Les habitats forestiers d'intérieur ont été calculés avec trois largeurs de bordure (100 m, 200 m, 300 m). Pour le calcul de l'indice de proximité (PROX) des parcelles d'une même classe d'habitat, le rayon d'analyse a été déterminé à 200 m pour les milieux forestiers, à 1 km pour les cultures pérennes et à 5 km pour les milieux humides. L'annexe 3 présente les matrices formées pour calculer l'indice de contraste (ECON).

**Tableau 3 – Indices paysagers retenus dans le cadre du projet et calculés avec le logiciel FRAGSTATS**

Échelle spatiale	Indice paysager	Acronyme FRAGSTATS*	Unité	Utilité			
				Occupation du sol	Fragmen-tation	Corridors forestiers	Priorisation des parcelles
Parcelle (Patch)	Superficie	AREA	ha	X		X	X
	Habitat d'intérieur : superficie	CORE	ha	X			
	Habitat d'intérieur : % de la parcelle	CAI	%	X			X
	Indice de contraste	ECON	%			X	X
	Indice de forme (dimension fractale)	FRAC	aucun			X	X
	Indice de proximité	PROX	aucun			X	X
Classe d'habitat (Class)	Nombre de parcelles	NP	aucun	X			
	Superficie totale de la classe	CA	ha	X			
	% du territoire couvert	PLAND	%	X			
	Superficie moyenne des parcelles	AREA_MN	ha	X			
	Coefficient de variation (superficie des parcelles)	AREA_CV	%	X			
	Superficie moyenne corrigée	AREA_AM	aucun		X		
	Habitat d'intérieur : superficie totale	TCA	ha	X	X		
	Habitat d'intérieur : superficie moyenne	CORE_MN	ha	X	X		
	Habitat d'intérieur : % du territoire	CPLAND	%	X	X		
	Densité des parcelles	PD	nb/100 ha		X		
	Indice d'agrégation	CLUMPY	%		X		
	Indice de découpage	SPLIT	aucun		X		
	Territoire entier (Landscape)	Indice de diversité Shannon	SHDI	aucun	X		
Indice de régularité Shannon		SHEI	aucun	X			
Indice de diversité Simpson		SIDI	aucun	X			
Indice de régularité Simpson		SIEI	aucun	X			
Indice de contagion		CONTAG	%		X		
Indice d'agrégation		AI	%		X		
Indice de juxtaposition		IJI	%		X		
Densité des bordures		ED	m/ha		X		
Densité des parcelles		PD	nb/100 ha		X		
Indice : densité des bordures		LSI	aucun		X		
Densité des parcelles		PRD	nb/100 ha		X		

\* Voir McGarigal et coll. 2002 pour une définition des indices retenus.

#### 8.2.4 Fragmentation forestière

Certaines espèces d'oiseaux forestiers évitent de traverser des milieux ouverts séparant deux parcelles forestières pour diverses raisons (risque accru de prédation, habitat non propice, etc.). Plusieurs études faites au Québec (Desrochers et Hannon 1997; Rail et coll. 1997; Duchesne et coll. 1998; Bélisle et Desrochers 2002) montrent qu'en général, les oiseaux forestiers traversent aisément les trouées < 30-50 m de largeur. Les structures anthropiques présentes dans le paysage et dont la largeur est inférieure à 50 m ne contribuent donc pas à fragmenter le couvert forestier.

Seules les emprises d'autoroutes contribuent à fragmenter le couvert forestier car leurs largeurs sont > 65 m (Bélangier et coll. 2006). Une classe d'habitat nommée « emprise d'autoroute » a donc été créée afin que les autoroutes et leurs bretelles d'accès soient illustrées sur la carte d'occupation du sol en créant une zone tampon de 40 m de part et d'autre du centre de l'autoroute, pour obtenir une emprise totale de 80 m. Les emprises de lignes électriques ont été vérifiées individuellement et seulement celles possédant une largeur supérieure à 50 m ont été retenues comme agent de fragmentation forestière. Aucune modification des parcelles forestières n'a été faite pour considérer la fragmentation causée par les cours d'eau.

## 9.0 ÉTAPE 3 – ANALYSE DU PAYSAGE

L'analyse du paysage du territoire à l'étude permet de décrire et de comprendre l'agencement et l'interaction des différents éléments du paysage. L'approche retenue consiste à quantifier la disponibilité (composition) et la répartition spatiale (configuration) des habitats de façon à évaluer si le paysage du territoire à l'étude est fonctionnel pour assurer le maintien de populations viables des espèces d'oiseaux prioritaires et pour assurer l'intégrité des habitats. L'analyse du paysage se divise en deux grands volets, chacun étant divisé en sections distinctes :

1. Analyse descriptive
  - Description de l'occupation du sol (territoire entier, MRC, bassins versants)
2. Fonctionnalité du paysage
  - Comparaison du paysage avec des seuils de référence connus
  - Détermination des corridors forestiers
  - Application des critères du filtre grossier
  - Priorisation des parcelles du filtre grossier
  - Application des critères du filtre fin

Toutes les analyses présentées à l'échelle des MRC dans le présent rapport ont aussi été faites à l'échelle des bassins versants. Les résultats par bassin versant sont présentés dans le rapport méthodologique détaillé (Jobin et coll. 2013).

### 9.1 ANALYSE DESCRIPTIVE

#### 9.1.1 Occupation du sol : Territoire entier

Les figures 7 et 8 illustrent l'occupation du sol du territoire à l'étude selon les classes générales (7 classes) et détaillées (21 classes). L'agriculture couvre plus de la moitié du territoire, dont 31 % de cultures annuelles (maïs, soya) et 20 % de cultures pérennes (fourrages, pâturages) (tableau 4). La superficie moyenne des parcelles de cultures pérennes (18 ha) est de beaucoup inférieure à celle des cultures annuelles (40 ha). On dénombre 143 parcelles de cultures pérennes couvrant > 100 ha. Les forêts couvrent 24 % de l'aire d'étude et sont dominées par des forêts feuillues (12 %) ou mixtes (9 %). Tous types de forêts confondus, les massifs forestiers couvrent



en moyenne 45 ha, mais 118 d'entre eux couvrent > 100 ha. Plus de 1500 parcelles forestières offrent des habitats d'intérieur lorsqu'une bordure de 100 m est éliminée, couvrant plus de 12 % du territoire (tableau 5). Ces nombres diminuent de moitié et du quart lorsque des bordures larges de 200 m et 300 m, respectivement, sont éliminées.

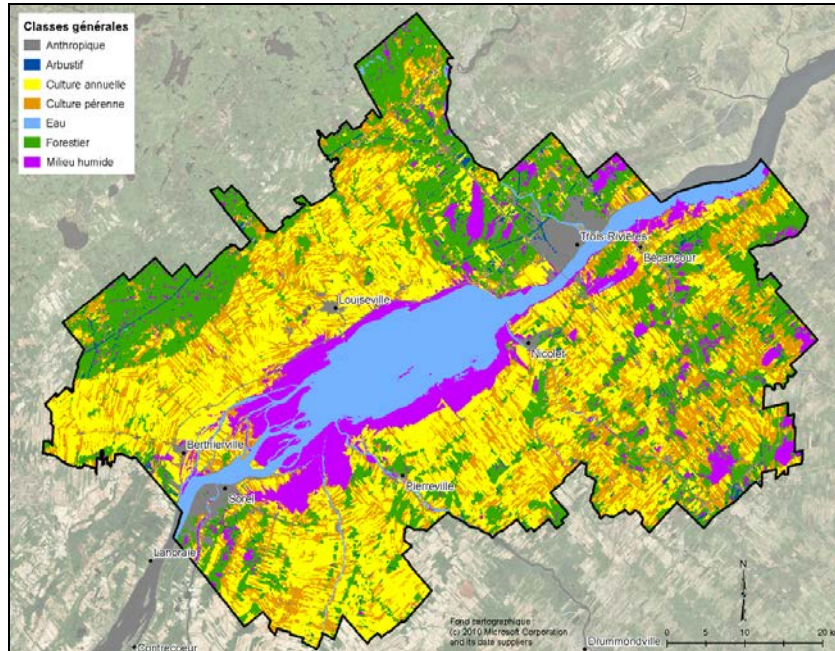


Figure 7 – Occupation du sol du territoire à l'étude, classes générales

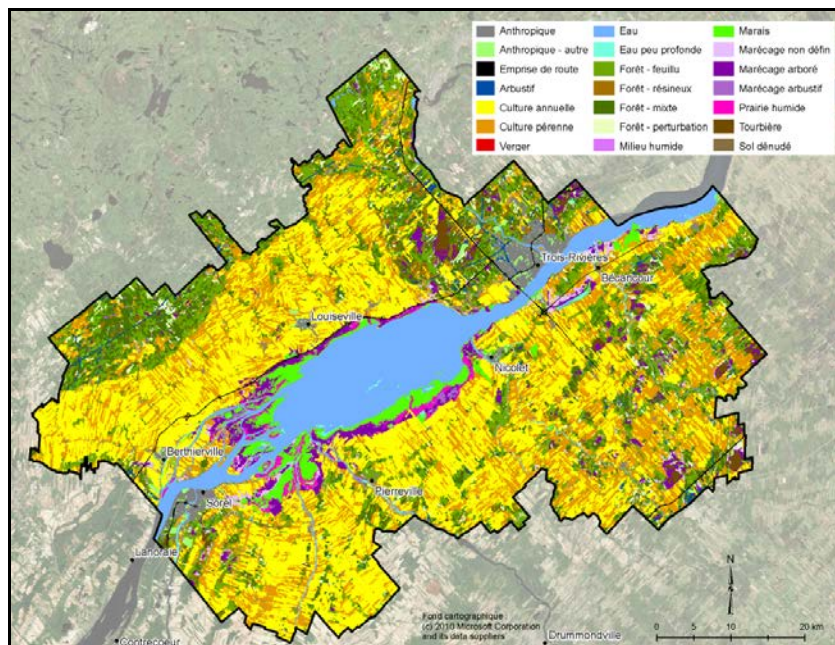


Figure 8 – Occupation du sol du territoire à l'étude, classes détaillées

**Tableau 4 – Superficie et description des classes générales et détaillées des habitats dans le territoire à l'étude**

Classe générale	Classe détaillée	Superficie		Parcelle		
		km <sup>2</sup>	%	Nombre	Moy. (ha)	Coef. Var.
Anthropique		172	4,1	1649	10,4	1741,5
	Anthropique	128	3,1	1835	7,0	791,9
	Autre anthropique	20	0,5	337	5,9	247,9
	Emprise route	24	0,6	4	595,5	130,2
Culture annuelle		1316	31,4	3340	39,4	1311,1
Culture pérenne		837	20,0	4644	18,0	525,6
	Culture pérenne	837	20,0	4644	18,0	525,7
	Verger	0	0,0	4	2,8	43,0
Arbustif		42	1,0	1184	3,5	257,1
Forêt		998	23,8	2221	45,0	774,7
	Forêt - résineux	65	1,5	720	9,0	157,8
	Forêt - feuillu	506	12,1	2902	17,4	416,3
	Forêt - mixte	354	8,5	2292	15,5	307,6
	Perturbation forestière	72	1,7	976	7,3	154,5
	Sol dénudé	1	0,0	38	3,4	83,6
Milieu humide		398	9,5	1082	36,8	840,7
	Marais	120	2,9	733	16,4	699,6
	Marécage non défini	48	1,1	689	7,0	281,1
	Marécage arbustif	15	0,4	357	4,2	281,7
	Marécage arboré	125	3,0	545	23,0	267,7
	Prairie humide	36	0,9	391	9,2	290,8
	Tourbière	40	1,0	301	13,3	371,3
	Eau peu profonde	12	0,3	279	4,3	233,9
	Milieu humide non défini	2	0,0	217	0,9	75,1
Eau		431	10,3	356	121,2	1543,5

**Tableau 5 – Description des habitats forestiers d'intérieur dans l'aire d'étude en fonction de trois largeurs de bordure forestière**

Habitat forestier d'intérieur	Largeur de la bordure		
	100 m	200 m	300 m
Nombre de parcelles	1534	839	419
Superficie totale (ha)	51 014	24 585	12 012
% de l'aire d'étude	12,2	5,9	2,9
Superficie moyenne des parcelles (ha)	23,0	11,1	5,4

Les milieux humides couvrent près de 10 % du territoire, la majorité étant situés dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre. Les marécages arborés et les marais du lac couvrent de grandes superficies, notamment sur la rive sud du lac Saint-Pierre, dans l'archipel de Berthier-Sorel et dans les secteurs des baies Lavallière, Saint-François et Maskinongé. On note aussi la présence de grandes tourbières dans le secteur de Trois-Rivières et de Daveluyville. Outre quelques grandes rivières qui coulent dans l'aire d'étude (Saint-Maurice, Yamaska, Saint-François, Richelieu, Bécancour), les zones en eau libre (10 % du territoire) sont surtout représentées par le lac Saint-Pierre et le fleuve Saint-Laurent. Les milieux anthropiques (4 %) sont concentrés autour des villes de Trois-Rivières (130 000 habitants) et de Sorel-Tracy (35 000 habitants) et dans les municipalités de population moindre dont Bécancour (11 000 habitants), Nicolet (8000 habitants), Louiseville (8000 habitants) et Berthierville (4000 habitants). Enfin, les milieux arbustifs ne couvrent que 1 % du territoire, ils sont généralement de faible superficie (moy. = 3,5 ha) et les plus importants se situent sous les emprises de ligne électrique.

### 9.1.2 Occupation du sol : MRC

Le territoire à l'étude a été divisé en fonction des limites des MRC de façon à décrire le paysage en fonction de découpages territoriaux favorables à la mise œuvre du plan de conservation des habitats. Certaines MRC sont partiellement incluses dans l'aire d'étude du projet et les superficies analysées varient grandement entre les MRC (tableau 6). Ainsi, seulement 36 % de la MRC de Maskinongé est incluse dans l'aire d'étude alors que les MRC de Nicolet-Yamaska et de Trois-Rivières y sont entièrement incluses. De même, les MRC de Nicolet-Yamaska et de Maskinongé couvrent ensemble plus de la moitié du territoire à l'étude alors que les 4 autres MRC couvrent moins de 15 % du territoire chacune.

**Tableau 6 – Superficie couverte par les MRC dans le territoire du projet**

MRC	Superficie totale (km <sup>2</sup> )	Superficie dans l'aire d'étude (km <sup>2</sup> )	% de la MRC dans l'aire d'étude	% de l'aire d'étude
D'Autray	1353	587	43,4	14,0
Maskinongé	2643	957	36,2	22,8
Trois-Rivières	335	335	100,0	8,0
Bécancour	1234	584	47,3	13,9
Nicolet-Yamaska	1189	1190	100,0	28,4
Pierre-De Saurel	639	542	84,9	12,9
<b>Total</b>	<b>7393</b>	<b>4195</b>	<b>56,7</b>	<b>100,0</b>

Le tableau 7 présente les superficies absolues (ha) et relatives (%) des classes générales et détaillées d'habitat dans chaque MRC et les figures 9 et 10 permettent de comparer les MRC entre elles quant aux habitats présents et à la répartition des classes d'habitat dans chaque MRC. On note que :

- L'importance relative de la couverture forestière est plus élevée dans les MRC situées dans les parties nord (MRC de D'Autray et de Maskinongé) et est (MRC de Bécancour et de Trois-Rivières) de l'aire d'étude;
- Les forêts couvrent moins de 20 % des MRC de Pierre-De Saurel et de Nicolet-Yamaska;
- Environ les 2/3 des milieux anthropiques se trouvent dans les MRC de Pierre-De Saurel et de Trois-Rivières;
- Les milieux arbustifs sont peu présents dans l'aire d'étude et sont pratiquement absents de la MRC de Pierre-De Saurel;
- Les terres agricoles couvrent plus de la moitié des MRC, sauf la MRC de Trois-Rivières où l'agriculture couvre moins de 20 % du territoire;
- Les cultures annuelles dominant largement dans les MRC de Pierre-De Saurel et de D'Autray;
- Les milieux humides (tous types confondus) couvrent entre 6 % et 12 % de chaque MRC;
- Il existe très peu de marais, marécages arbustifs, prairies humides et zones d'eau peu profonde dans la MRC de Trois-Rivières;
- Les prairies humides sont absentes de la MRC de Bécancour;
- Les tourbières sont peu présentes dans les MRC de D'Autray et de Pierre-De Saurel.

**Tableau 7 – Superficie (km<sup>2</sup> et %) des classes générales et détaillées des habitats dans les MRC**

Classe générale	Classe détaillée	D'Autray		Maskinongé		Trois-Rivières		Bécancour		Nicolet-Yamaska		Pierre-De Saurel	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Anthropique		14	2,4	24	2,5	68	20,3	12	2,1	19	1,6	35	6,4
	Anthropique	10	1,7	15	1,6	54	16,0	8	1,4	13	1,1	28	5,1
	Autre anthropique	2	0,3	2	0,2	8	2,3	1	0,1	2	0,2	6	1,0
	Emprise route	3	0,4	7	0,7	7	2,1	3	0,6	3	0,2	1	0,2
Culture annuelle		225	38,3	299	31,2	36	10,6	128	22,0	396	33,2	233	43,0
Culture pérenne		103	17,5	177	18,5	27	7,9	158	27,1	272	22,9	101	18,6
	Culture pérenne	103	17,5	177	18,5	27	7,9	158	27,1	272	22,8	101	18,6
	Verger	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Arbustif		7	1,2	9	0,9	10	3,1	5	0,9	9	0,8	2	0,3
Forêt		147	25,1	259	27,1	118	35,4	170	29,2	227	19,0	77	14,1
	Forêt - résineux	6	1,0	18	1,9	17	5,1	10	1,7	8	0,7	6	1,1
	Forêt - feuillu	63	10,8	125	13,1	47	14,1	101	17,3	125	10,5	44	8,2
	Forêt - mixte	68	11,6	97	10,1	47	13,9	44	7,6	76	6,4	23	4,2
	Perturbation forestière	9	1,5	19	1,9	7	2,2	15	2,6	18	1,5	4	0,7
	Sol dénudé	1	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Milieu humide		49	8,3	63	6,5	33	9,9	60	10,4	132	11,1	62	11,4
	Marais	18	3,1	21	2,2	3	0,9	11	1,9	45	3,8	21	4,0
	Marécage non défini	4	0,7	3	0,3	4	1,3	15	2,6	11	0,9	11	2,0
	Marécage arbustif	5	0,8	2	0,2	0	0,0	1	0,2	7	0,6	0	0,1
	Marécage arboré	13	2,3	24	2,5	14	4,2	19	3,2	41	3,4	14	2,6
	Prairie humide	6	1,1	5	0,5	0	0,1	0	0,0	14	1,2	10	1,9
	Tourbière	0	0,1	7	0,8	11	3,2	10	1,8	9	0,8	2	0,4
	Eau peu profonde	1	0,2	0	0,0	0	0,1	3	0,6	5	0,4	2	0,4
	Milieu humide non défini	0	0,1	0	0,0	0	0,1	1	0,1	0	0,0	0	0,0
Eau		43	7,3	126	13,2	43	12,8	49	8,5	136	11,4	34	6,3

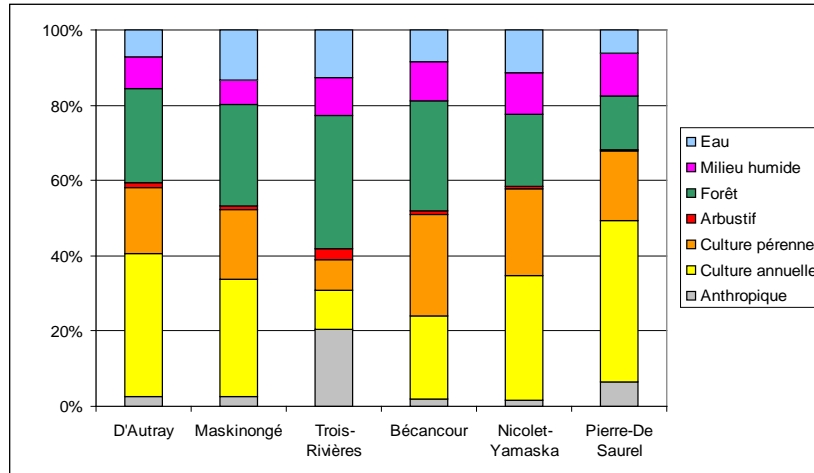


Figure 9 – Pourcentage de couverture des 7 classes générales d’habitat par MRC

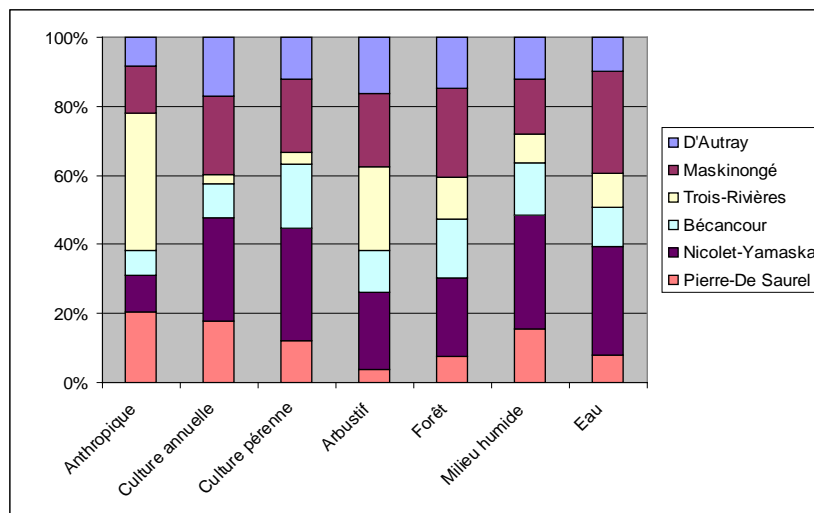


Figure 10 – Répartition des classes générales d’habitat dans les MRC

Une analyse plus fine de la qualité des massifs forestiers et des boisés dans les MRC indique que c’est dans les MRC de D’Autray et de Maskinongé que l’on trouve les boisés offrant le plus d’habitats forestiers d’intérieur ainsi que les parcelles ayant les superficies moyennes des habitats d’intérieur les plus élevées et ce, peu importe la largeur de la bordure forestière (100 m, 200 m, 300 m) (figure 11). À l’opposé, les MRC de Pierre-De Saurel et de Nicolet-Yamaska sont celles qui offrent le moins d’habitats forestiers d’intérieur. De plus, les quatre indices retenus pour décrire le degré de fragmentation des boisés (figure 12) indiquent que c’est dans les MRC de Pierre-De Saurel et de Nicolet-Yamaska où les boisés sont les plus rares et les plus fragmentés. La combinaison de ces informations sur la qualité des boisés (habitats forestiers d’intérieur, fragmentation) permet donc de déterminer les MRC qui offrent les boisés de meilleure qualité pour les oiseaux forestiers (figure 13).

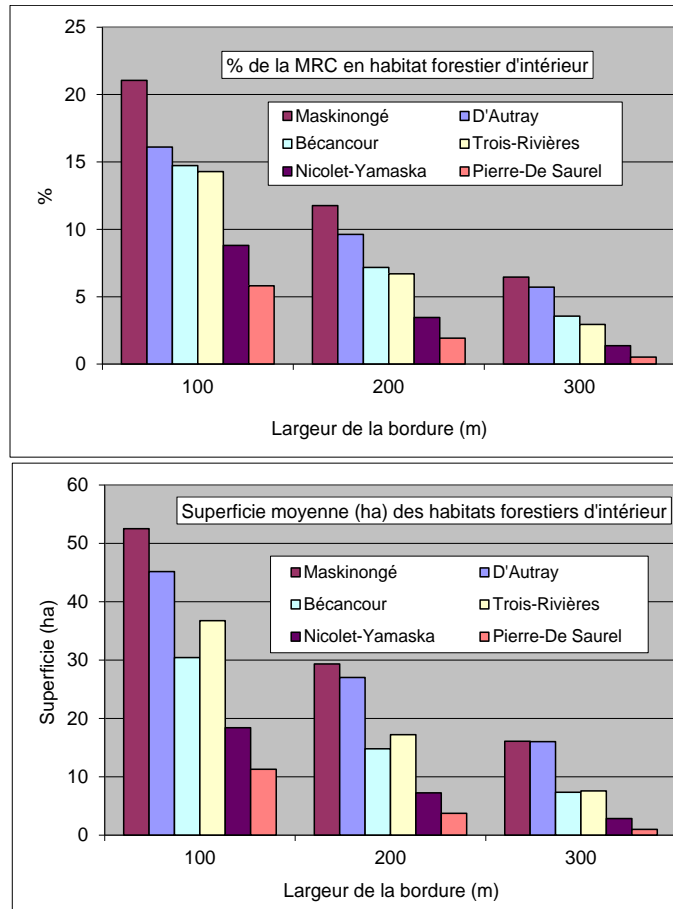


Figure 11 – Importance relative (%) du couvert et superficie moyenne (ha) des habitats forestiers d'intérieur dans les MRC pour des bordures forestières de 100 m, 200 m et 300 m de largeur

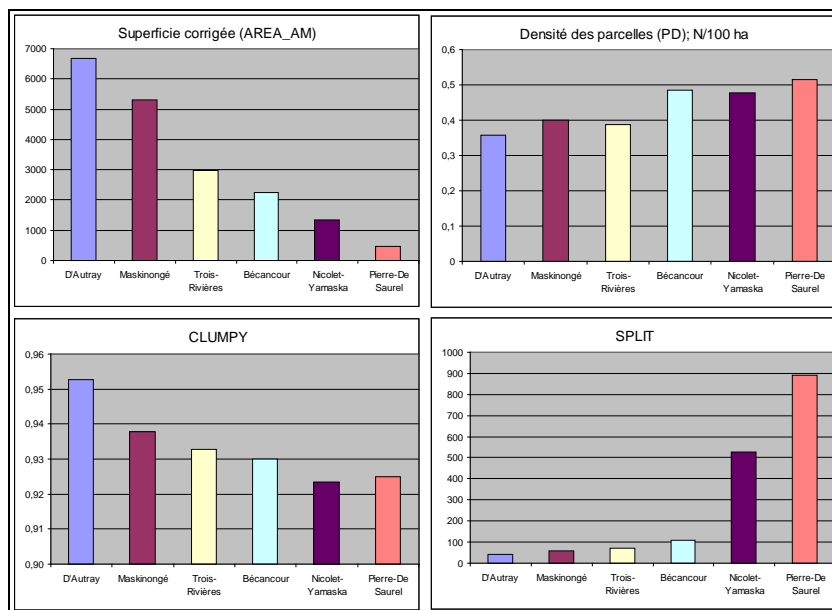


Figure 12 – Indices paysagers (4) illustrant le degré de fragmentation des boisés dans les MRC

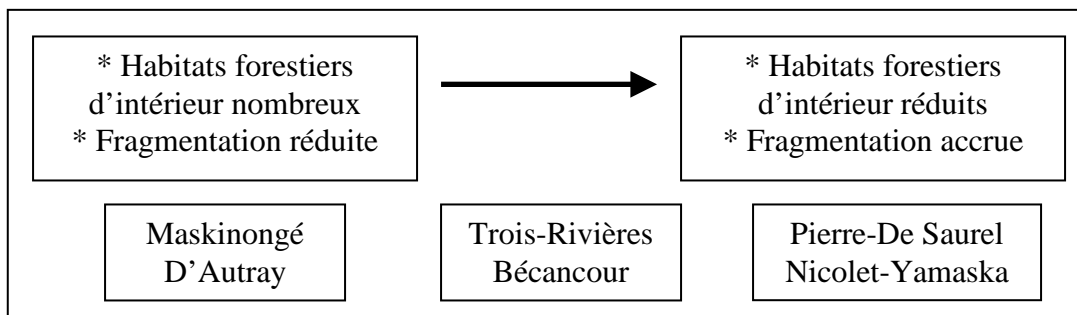


Figure 13 – Ordre des MRC selon l'importance des habitats forestiers d'intérieur et le degré de fragmentation des boisés

## 9.2 FONCTIONNALITÉ DU PAYSAGE

Différentes approches ont été retenues pour évaluer si le paysage de notre aire d'étude procure des habitats fonctionnels aux espèces prioritaires. La disponibilité et l'intégrité des habitats de nidification, tout comme le niveau de perméabilité du paysage permettant le déplacement des oiseaux forestiers, ont été évaluées de diverses façons : comparaison avec des seuils de référence connus, détermination des corridors forestiers, application des critères du filtre grossier et du filtre fin.

### 9.2.1 Comparaison du paysage avec des seuils de référence connus

La disponibilité des habitats dans l'aire d'étude a été comparée à des seuils de référence connus pour maintenir des populations fauniques minimales et viables et faciliter le maintien des fonctions et des caractéristiques de certains écosystèmes. Les seuils retenus sont ceux développés par Environnement Canada de la région de l'Ontario dans l'élaboration de lignes directrices visant à orienter la conservation et la restauration des habitats humides, riverains et forestiers (Environnement Canada 2004). La comparaison de la couverture actuelle des habitats fauniques dans les divers découpages avec ces seuils permet de déterminer les régions de l'aire d'étude où les habitats couvrent des superficies adéquates et les régions où des besoins de conservation et de restauration seraient justifiés. Cette approche a d'ailleurs été adoptée lors de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales (INÉNA/NAESI) au Canada (Maheu-Giroux et Belvisi 2007; McPherson et coll. 2009; Neave et coll. 2009).

### Milieux forestiers

Lorsque la couverture forestière d'un paysage est supérieure à un certain seuil variant de 20 à 35 %, la pérennité des communautés aviaires est assurée ou alors la configuration des habitats a peu d'effets sur l'abondance ou la richesse spécifique des oiseaux (Andren 1994; Fahrig 1997; Tate 1998; Villard et coll. 1999; Rompré et coll. 2010). De plus, certaines espèces d'oiseaux évitent les bordures forestières et leur abondance augmente en fonction de la superficie d'habitat forestier d'intérieur (Austen et coll. 2001). Sachant que le couvert forestier est réduit et fragmenté dans plusieurs MRC du sud du Québec (Bélangier et Grenier 2002), il importe de connaître la disponibilité des habitats forestiers d'intérieur.

- Au moins 30 % du territoire (aire d'étude, MRC, bassin versant) doit être couvert de forêts.
- Au moins 10 % du territoire (aire d'étude, MRC, bassin versant) doit être couvert de forêts représentant des conditions d'intérieur à 100 m de la lisière.
- Au moins 5 % du territoire (aire d'étude, MRC, bassin versant) doit être couvert de forêts représentant des conditions d'intérieur à 200 m de la lisière.

Les forêts couvrent moins de 24 % de l'aire d'étude (tableau 8), ce qui signifie que le paysage actuel ne permet pas de maintenir des communautés aviaires stables. À une échelle plus réduite, le seuil de 30 % de couverture forestière est atteint seulement dans la MRC de Trois-Rivières (figure 14). Les MRC de Nicolet-Yamaska et de Pierre-De Saurel sont celles où les forêts accusent un déficit marqué en couvrant moins de 20 % du territoire.

**Tableau 8 – Comparaison du paysage de l'aire d'étude et des MRC avec des seuils de référence connus pour soutenir les communautés d'oiseaux forestiers et l'intégrité des milieux humides et des cours d'eau**

	Seuil de référence							
	Forêt			Milieu humide		Bande riveraine		
	% couverture totale	% habitat d'intérieur 100 m    200 m		% couverture totale	% de sites avec 100 % vég.nat. zone tampon=100m	% rives avec végét. nat.	% végét. natur. (zone tampon) Larg=30m    Larg=100m	
Région	>30 %	>10 %	>5 %	>6 % ou 10 %	(nb. max. de sites)	>75 %	>75 %	>75 %
Aire d'étude	23,8	12,2	5,9	9,5	43,5 (n=3512)	36,2	34,3	32,2
MRC D'Autray	25,1	16,1	9,6	8,3	48,2 (n=745)	33,2	31,6	28,6
Maskinongé	27,1	21,1	11,8	6,5	44,5 (n=661)	41,2	39,2	35,9
Trois-Rivières	35,4	14,3	6,7	9,9	37,6 (n=340)	59,0	57,8	54,7
Bécancour	29,2	14,7	7,2	10,4	29,7 (n=445)	38,4	36,0	35,1
Nicolet-Yamaska	19,0	8,8	3,5	11,1	45,8 (n=918)	30,8	29,2	27,7
Pierre-De Saurel	14,1	5,8	1,9	11,4	46,6 (n=474)	30,5	27,6	25,9

**Note :** Les chiffres surlignés en vert indiquent que le seuil est atteint ou dépassé



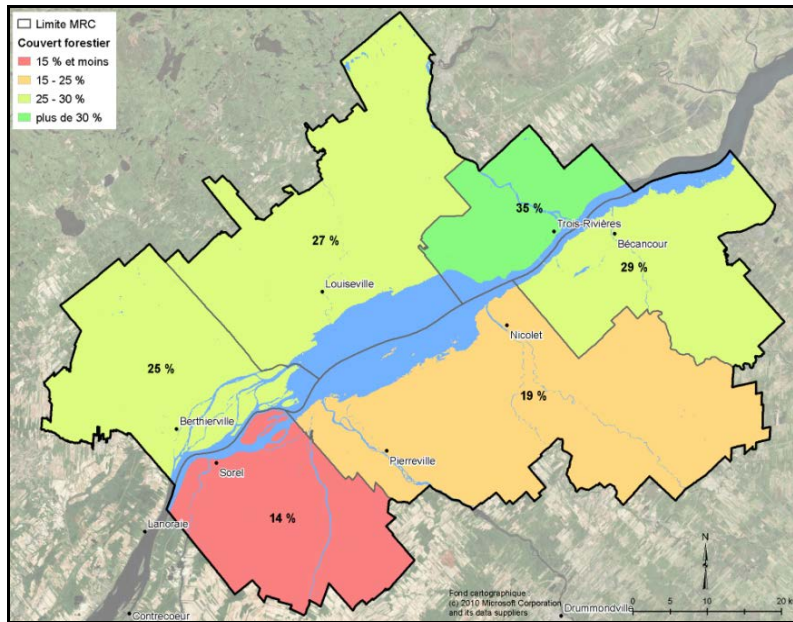


Figure 14 – Pourcentage de couvert forestier par MRC

Malgré le fait que les forêts couvrent moins de 30 % du territoire, celles-ci offrent tout de même de nombreux habitats d'intérieur tant pour une bordure forestière d'une largeur de 100 m que de 200 m. De fait, les seuils respectifs de 10 % et 5 % de couverture du territoire pour ces deux largeurs de bordure forestière sont atteints pour l'ensemble de l'aire d'étude, de même que pour la majorité des MRC et des bassins versants (tableau 8). Ces seuils ne sont toutefois pas atteints dans les MRC de Nicolet-Yamaska et de Pierre-De Saurel (figures 15 et 16).

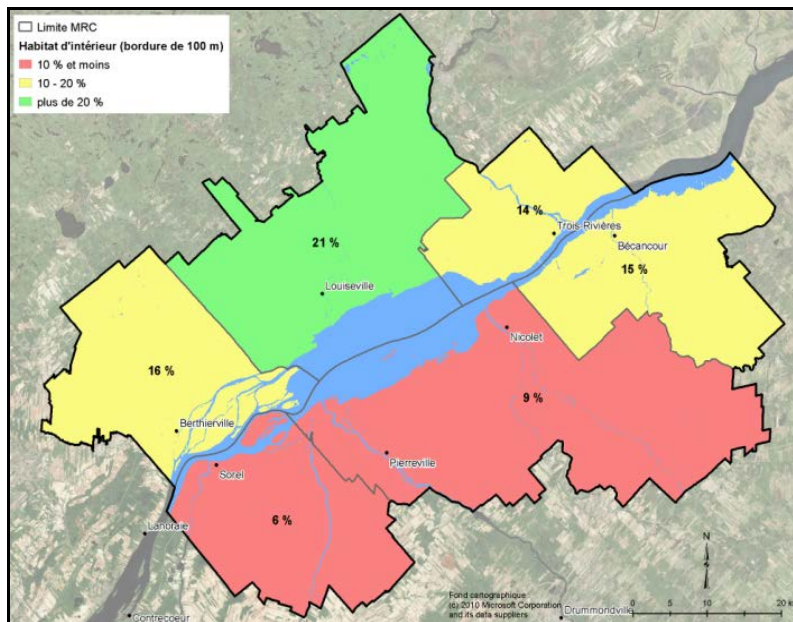


Figure 15 – Pourcentage d'habitat forestier d'intérieur par MRC (bordure = 100 m)

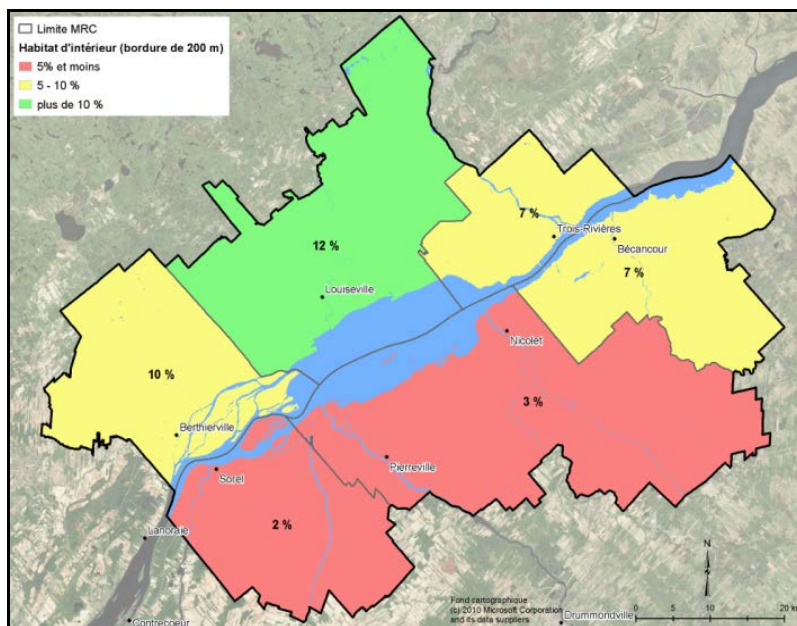


Figure 16 – Pourcentage d’habitat forestier d’intérieur par MRC (bordure = 200 m)

## Milieux humides

Les milieux humides devraient couvrir au moins 10 % d’un bassin versant et ce seuil devrait être égal ou supérieur à 6 % dans les sous-bassins versants pour assurer une bonne répartition spatiale de milieux humides dans le paysage (Detenbeck et coll. 1999; Environnement Canada 2004). De plus, afin de maintenir les fonctions et les attributs essentiels des milieux humides, il est recommandé de maintenir une zone couverte de milieux naturels d’une largeur de 100 m autour des milieux humides (Environnement Canada 2004).

- Au moins 10 % d’un bassin hydrographique et au moins 6 % d’un sous-bassin hydrographique doivent être couverts de milieux humides.
- Une zone tampon de 100 m de largeur ou plus, composée de végétation naturelle<sup>5</sup> doit être conservée autour des milieux humides.

Avec une couverture de 9,5 % en milieux humides (tableau 8), l’aire d’étude atteint presque le seuil minimal requis pour assurer des habitats convenables aux espèces des milieux humides. Le seuil de 6 % visé pour des sous-bassins réfère ici aux portions de MRC qui sont présentes dans l’aire d’étude. Ce seuil est atteint pour presque toutes les unités spatiales, les milieux humides couvrant même > 10 % dans plusieurs MRC (figure 17). À noter toutefois que les milieux humides sont largement concentrés dans la région immédiate du lac Saint-Pierre et qu’ils sont peu présents ailleurs dans le territoire à l’étude.

<sup>5</sup> La végétation naturelle comprend les classes d’habitat suivantes : forêts de résineux; forêts mixtes; forêts de feuillus; autres milieux humides; friches, eau; affleurements rocheux; dunes de sable; plantations.

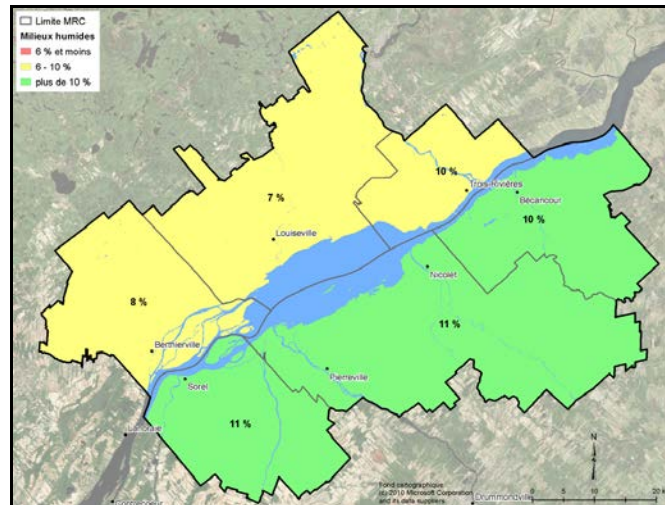


Figure 17 – Pourcentage de couverture des milieux humides par MRC

On trouve 3512 parcelles de milieux humides dans l'aire d'étude et moins de la moitié de celles-ci (43,5 %) possèdent une zone tampon d'une largeur de 100 m qui soit entièrement couverte de végétation naturelle (incluant les milieux aquatiques) (figure 18, tableau 9). Moins de 60 % des milieux humides présents dans les MRC possèdent une telle zone tampon. Fait à noter, parmi les 1986 milieux humides dont la zone tampon n'a pas une couverture totale de végétation naturelle, 407 de ceux-ci ont une zone tampon couverte à 90 %, et 818 à 75 % de végétation naturelle. À l'opposé, 100 milieux humides ont moins de 10 % de leur zone tampon couverte de végétation naturelle. Ce sont les marécages arbustifs et les prairies humides qui sont bordés majoritairement par une zone tampon entièrement couverte de végétation naturelle avec 70 % et 62 % des parcelles, respectivement, alors que moins de 35 % des milieux humides non définis, des marécages non définis, des marécages arborés et des tourbières ont une zone tampon entièrement couverte de végétation naturelle.

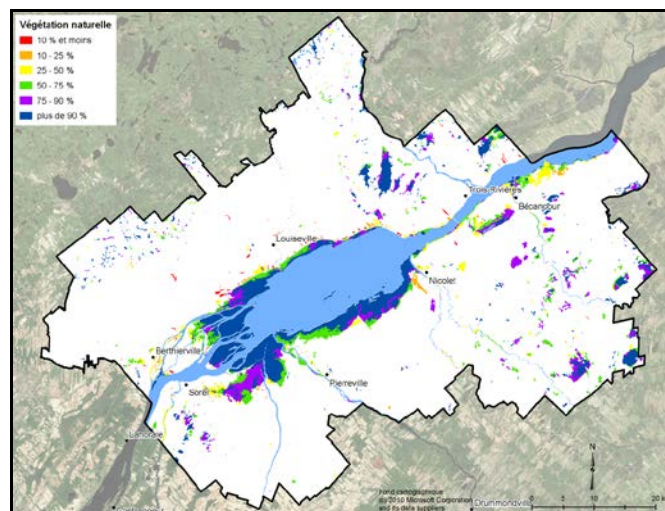


Figure 18 – Pourcentage de couverture de végétation naturelle (incluant les milieux aquatiques) dans une zone tampon de 100 m entourant chaque parcelle de milieu humide

Des différences marquées existent entre les MRC (tableau 9). Une forte proportion des prairies humides de la MRC de Nicolet-Yamaska ont une zone tampon entièrement couverte de végétation naturelle (74 %), alors que c'est peu le cas dans la MRC de Trois-Rivières (14 %).

## Bandes riveraines

Le maintien d'habitats naturels en bordure des cours d'eau permet d'améliorer la qualité de l'eau. Une étude ontarienne a constaté une dégradation des cours d'eau lorsque la végétation couvrait moins de 75 % de leurs berges (Steedman 1987; McPherson et coll. 2009).

**Tableau 9 – Nombre (n) et proportion (%) des parcelles de milieu humide dont la zone tampon de 100 m est entièrement couverte de végétation naturelle (incluant les milieux aquatiques)**

Aire d'étude		
Classe Milieu humide	Total	n %
Eau peu profonde	279	135 48,4
Marais	733	363 49,5
Marécage arboré	545	166 30,5
Marécage arbustif	357	249 69,7
Marécage non défini	689	211 30,6
Milieu humide non défini	217	57 26,3
Prairie humide	391	242 61,9
Tourbière	301	103 34,2
Total	3512	1526 43,5

MRC	D'Autray		Maskinongé		Trois-Rivières		Bécancour		Nicolet-Yamaska		Pierre-De Saurel	
	Total	n %	Total	n %	Total	n %	Total	n %	Total	n %	Total	n %
Eau peu profonde	34	16 47,1	8	4 50,0	3	0 0,0	55	20 36,4	113	47 41,6	76	52 68,4
Marais	251	126 50,2	148	80 54,1	72	38 52,8	58	20 34,5	119	60 50,4	103	47 45,6
Marécage arboré	90	43 47,8	136	32 23,5	60	13 21,7	70	16 22,9	148	48 32,4	61	19 31,1
Marécage arbustif	122	78 63,9	80	54 67,5	1	0 0,0	8	6 75,0	137	107 78,1	11	4 36,4
Marécage non défini	80	17 21,3	98	40 40,8	80	34 42,5	133	30 22,6	183	44 24,0	124	51 41,1
Milieu humide non défini	50	7 14,0	27	13 48,1	26	6 23,1	62	12 19,4	27	9 33,3	27	12 44,4
Prairie humide	102	67 65,7	99	53 53,5	14	2 14,3	0	--- ---	119	88 73,9	64	36 56,3
Tourbière	16	5 31,3	65	18 27,7	84	35 41,7	59	28 47,5	72	17 23,6	8	0 0,0
Total	745	359 48,2	661	294 44,5	340	128 37,6	445	132 29,7	918	420 45,8	474	221 46,6

- Au moins 75 % des berges d'un cours d'eau doit être couverte de végétation naturelle.
- Au moins 75 % d'une bande riveraine large de 100 m en bordure des cours d'eau doit être couverte de végétation naturelle.

On compte plus de 31 616 km d'habitats riverains dans l'aire d'étude et seulement 36 % de ces bandes riveraines sont composées de végétation naturelle ce qui est loin de la cible de 75 %. Les berges des rivières sont en majorité couvertes de végétation naturelle (67 %), alors que celles des ruisselets le sont peu (25 %). Lorsque la végétation n'est pas naturelle, les berges sont souvent recouvertes par des cultures annuelles ou pérennes (52 % et 41 % respectivement). Peu de berges de l'aire d'étude sont anthropisées (5 %). En incluant les cultures pérennes dans la classe de végétation naturelle, le pourcentage de végétation naturelle bordant les cours d'eau augmente grandement mais n'atteint pas le seuil de 75 % pour les ruisselets et les ruisseaux.

Le tableau 10 présente la proportion des bandes riveraines composées de végétation naturelle par MRC. Hormis les bandes riveraines des rivières dans le secteur de Bécancour, le pourcentage de bandes riveraines couvertes de végétation naturelle est toujours inférieur au seuil de 75 % pour les trois principaux types de cours d'eau (ruisselets, ruisseaux et rivières) dans chacune des MRC. Il est particulièrement inquiétant de constater que ces pourcentages sont souvent inférieurs à 30 % dans plusieurs MRC. Les régions présentant des bandes riveraines les plus modifiées sont les MRC de Pierre-De Saurel et de Nicolet-Yamaska alors que la région la mieux pourvue en bandes riveraines naturelles est la MRC de Trois-Rivières.

Une zone tampon de 30 m ou plus sous couvert végétal, adjacente au cours d'eau et présente sur plus de 75 % de la longueur des rives, permet généralement de maintenir une qualité d'eau satisfaisante (Environnement Canada 2004). Une zone tampon > 100 m en bordure des cours d'eau est souvent requise pour offrir des habitats adéquats à plusieurs espèces d'oiseaux (Fischer 2000). Le pourcentage de végétation naturelle présente dans des bandes riveraines d'une largeur de 30 m et de 100 m a été calculé<sup>6</sup>. Tout comme l'analyse du type d'habitat bordant les cours d'eau (seuil de référence précédent), on observe que la végétation naturelle couvre moins de 35 % des bandes riveraines pour les deux largeurs analysées (tableau 11). Le seuil de 75 % n'est d'ailleurs pas atteint pour aucune MRC. De fait, les tendances observées avec le seuil de référence précédent (% des berges couvertes de végétation naturelle) sont les mêmes que celles observées lorsque l'analyse s'étend aux habitats présents dans la bande riveraine d'une largeur de 30 m ou de 100 m. En incluant les cultures pérennes dans la classe de végétation naturelle, le pourcentage de végétation naturelle dans ces bandes riveraines augmente grandement, mais n'atteint pas le seuil de 75 % ni pour l'ensemble de l'aire d'étude, ni dans les MRC.

---

<sup>6</sup> Le critère suggéré par Environnement Canada (2004) se lit comme suit : «Les cours d'eau devraient être bordés d'une zone tampon d'au moins 30 m de largeur sur chacune des berges; la zone tampon peut être plus large tout dépendant des conditions sur le site». Ce critère se mesure en analysant le type d'habitat adjacent à une zone tampon d'une largeur de 30 m ou de 100 m bordant les cours d'eau (G. Bryan, SCF-Ontario; comm. pers.). Nous avons adapté ce critère pour ne mesurer que le pourcentage de végétation naturelle présente dans des bandes riveraines larges de 30 m et de 100 m.

**Tableau 10 – Longueur totale des bandes riveraines (cours d'eau, petits plans d'eau) et longueur totale des bandes riveraines composées de végétation naturelle selon le type de cours d'eau dans chacune des MRC**

MRC	Classe	Longueur totale		Long. végét. nat.		MRC	Classe	Longueur totale		Long. végét. nat.	
		Mètres	%	Mètres	%			Mètres	%	Mètres	%
<u>D'Autray</u>						<u>Bécancour</u>					
	Ruisselet	2300992	50,2	442427	19,2		Ruisselet	2597903	53,6	755511	29,1
	Ruisseau	1338149	29,2	493643	36,9		Ruisseau	1546169	31,9	562237	36,4
	Rivière	774058	16,9	482359	62,3		Rivière	537009	11,1	442097	82,3
	Étang	152921	3,3	95432	62,4		Étang	98631	2,0	44852	45,5
	Lac	14032	0,3	7890	56,2		Lac	55961	1,2	50019	89,4
	Buse	4761	0,1	837	17,6		Buse	4618	0,1	1620	35,1
	Mare	536	0,0	536	100,0		Mare	4503	0,1	3730	82,8
	Total	4585448	100,0	1523125	33,2		Total	4844794	100,0	1860065	38,4
<u>Maskinongé</u>						<u>Nicolet-Yamaska</u>					
	Ruisselet	3680931	54,1	1065736	29,0		Ruisselet	6049761	65,9	1305956	21,6
	Ruisseau	2294198	33,7	1188677	51,8		Ruisseau	1743505	19,0	536839	30,8
	Rivière	459837	6,8	255177	55,5		Rivière	1184313	12,9	869310	73,4
	Étang	258663	3,8	192559	74,4		Étang	161670	1,8	85490	52,9
	Lac	44689	0,7	44039	98,5		Mare	16939	0,2	16939	100,0
	Réservoir	44664	0,7	40778	91,3		Bassin	9233	0,1	7505	81,3
	Mare	16597	0,2	14080	84,8		Lac	6588	0,1	6588	100,0
	Buse	9303	0,1	2559	27,5		Buse	1741	0,0	116	6,7
	Total	6808881	100,0	2803606	41,2		Total	9173750	100,0	2828744	30,8
<u>Trois-Rivières</u>						<u>Pierre-De Saurel</u>					
	Ruisselet	875601	45,3	478362	54,6		Ruisselet	2384250	55,6	463581	19,4
	Ruisseau	755917	39,1	483719	64,0		Ruisseau	926458	21,6	255206	27,5
	Rivière	183095	9,5	108364	59,2		Rivière	768028	17,9	478969	62,4
	Étang	101998	5,3	67172	65,9		Étang	138551	3,2	57792	41,7
	Buse	14044	0,7	2030	14,5		Lac	32312	0,8	32312	100,0
	Lac	2984	0,2	553	18,5		Mare	17267	0,4	17267	100,0
	Total	1933640	100,0	1140199	59,0		Buse	11688	0,3	734	6,3
							Bassin	9783	0,2	0	0,0
							Total	4288338	100,0	1305860	30,5

**Tableau 11 – Superficie (ha et %) de végétation naturelle dans les bandes riveraines d'une largeur de 30 m et 100 m dans l'aire d'étude et dans les MRC. Les chiffres entre parenthèses incluent les cultures pérennes dans le calcul du pourcentage de végétation naturelle**

Région	Zone tampon = 30 m		Région	Zone tampon = 100 m	
	Végétation naturelle			Végétation naturelle	
	ha	%		ha	%
<u>Aire d'étude</u>	14956,7	34,3 (60,0)	<u>Aire d'étude</u>	43240,6	32,2 (58,0)
<u>MRC</u> D'Autray	2023,8	31,6 (53,7)	<u>MRC</u> D'Autray	5627,5	28,6 (51,2)
Maskinongé	3757,5	39,2 (62,4)	Maskinongé	10627,2	35,9 (59,6)
Trois-Rivières	1589,2	57,8 (69,3)	Trois-Rivières	4684,1	54,7 (67,5)
Bécancour	2308,7	36,0 (69,9)	Bécancour	6912,4	35,1 (69,0)
Nicolet-Yamaska	3666,6	29,2 (58,7)	Nicolet-Yamaska	10713,0	27,7 (57,2)
Pierre-De Saurel	1610,9	27,6 (50,3)	Pierre-De Saurel	4676,3	25,9 (48,1)

### 9.2.2. Détermination des corridors forestiers

Parallèlement à la détermination des habitats de nidification des espèces d'oiseaux prioritaires (filtre grossier et filtre fin), celle des corridors de déplacement entre les massifs forestiers est requise puisque plusieurs espèces d'oiseaux nécessitent un couvert forestier continu dans leurs déplacements quotidiens ou pour la dispersion des populations (Beier et Noss 1998). Le plan de conservation de la RCO 13 ne spécifie pas les critères requis par les espèces forestières pour se déplacer dans le paysage. Toutefois, l'un des critères retenus est *d'augmenter la connectivité entre les massifs forestiers de > 1000 ha*. Le logiciel Corridor Designer a permis d'identifier des corridors potentiels pour relier les massifs > 1000 ha en fonction de paramètres préétablis. Les corridors proposés ont ensuite été évalués en fonction de critères associés à leur configuration spatiale et aux discontinuités présentes.

Des études récentes se sont penchées sur les méthodes de détermination des corridors et sur les décisions devant être prises pour développer des modèles prédictifs adéquats (Beier et coll. 2008; García-Feced et coll. 2011). Toutefois, il n'existe pas de consensus dans la littérature sur une « largeur minimale du corridor » ou sur une « distance minimale entre les boisés » étant donné la grande variabilité des communautés d'oiseaux étudiées, du contexte paysager, de la localisation géographique des études, etc. Certains critères ont été proposés pour la largeur minimale des corridors (Stauffer et Best 1980; Keller et coll. 1993; Spackman et Hugues 1995; Hodges et Kremenz 1996; Duchesne et Bélanger 1997; Environnement Canada 2004; Mason et coll. 2007) et la distance entre les boisés (Duchesne et coll. 1998, 1999). Kampf et Stavast (2005) ont quant à eux défini des seuils de distance séparant les parcelles d'habitats d'un même corridor selon la taille des oiseaux : 1000 m pour les grands oiseaux, 500 m pour ceux de taille moyenne et 200 m pour les plus petits. Ces parcelles d'habitats viables au sein des corridors sont nommées îlots de transition (communément nommés *stepping stones*) et leur présence est vitale si les corridors sont discontinus ou traversent des secteurs peu propices comme des zones d'agriculture intensive (Bennett 1999; Van der Sluis et coll. 2004). Les critères suivants ont été retenus dans la présente étude pour déterminer la fonctionnalité des corridors pour les oiseaux forestiers :

- Les corridors devraient avoir une largeur minimale de 100 m et idéalement de 200-300 m.
- La distance entre les boisés devrait être < 200 m.

### Création de la carte de potentiel des habitats

La première étape menant à la création de corridors a consisté à sélectionner des critères pouvant être représentés spatialement et qui permettent de créer la carte de potentiel d'utilisation des habitats par les oiseaux forestiers (*Habitat Suitability Model*). Une pondération est accordée à chaque critère selon leur importance relative pour le déplacement des oiseaux et un pointage est ensuite attribué à chaque parcelle d'habitat pour relativiser la qualité de chacune pour chacun des critères retenus. Dans le cadre de la présente étude, 6 critères ont été retenus (tableau 12). Un indice de qualité a d'abord été attribué à chaque classe d'habitat de l'occupation du sol en fonction de leur probabilité d'utilisation par les oiseaux forestiers, certaines classes d'habitat étant plus propices que d'autres au déplacement d'espèces forestières (ex., des friches comparativement à des champs de maïs). La perméabilité de la matrice d'habitats non forestiers hostiles au déplacement des espèces forestières a donc été considérée alors que les habitats n'ont pas été catégorisés en une simple dichotomie d'habitats propices et non propices (Baum et

coll. 2004; Debinski 2006; Watling et coll. 2011). Pour ce faire, l'importance relative de chaque classe d'habitat pour le déplacement des oiseaux forestiers a été évaluée par 5 experts du SCF et la moyenne des évaluations a été retenue. Cette façon de procéder en faisant appel aux experts est une pratique courante pour les utilisateurs de Corridor Designer (Majka et coll. 2007). Il a été considéré que les oiseaux préfèrent des milieux boisés situés à plus d'un kilomètre des centres urbains (> 50 ha), tandis qu'ils évitent ceux situés à moins de 250 m. Les indices calculés dans FRAGSTATS pour chacune des parcelles ont permis d'attribuer des pondérations pour les quatre autres critères. : *TOTAL AREA* pour la taille, *PROXIMITY* pour l'isolement, *FRACTAL DIMENSION INDEX* pour la forme et *EDGE CONTRAST INDEX* pour le contraste. Trois ou 4 classes ont été créées pour chacun des critères et la méthode d'optimisation de Jenks a permis de déterminer la meilleure distribution des valeurs de chaque critère (de Smith et coll. 2011). Pour chaque parcelle d'habitat du territoire étudié, le poids de chaque critère a été multiplié par le pointage associé à chaque parcelle et une carte de potentiel de deux habitats a été créée comme base pour la création des scénarios de corridors (figure 19).

**Tableau 12 – Pondération des critères pour la détermination des corridors dans Corridor Designer**

OCCUPATION DU SOL	
Anthropique	20
Boisé	100
Culture annuelle	10
Culture pérenne	20
Eau	5
Eau peu profonde	5
Arbustif	60
Marais	10
Marécage non défini	50
Marécage arboré	75
Marécage arbustif	50
Milieu humide non défini	10
Prairie humide	20
Tourbière	30
<b>Poids</b>	<b>50</b>

TAILLE (Total area)	
0 – 30 ha	25
30 – 100 ha	50
100 – 200 ha	75
200 ha et +	100
<b>Poids</b>	<b>20</b>

ISOLEMENT (Proximity)	
0 – 5	0
5 – 250	50
250 et +	100
<b>Poids</b>	<b>12</b>

FORME (Fractal Dimension Index)	
1 - 1,06	100
1,06 – 1,12	50
1,12 et +	0
<b>Poids</b>	<b>5</b>

DISTANCE D'UNE ZONE ANTHROPIQUE	
0 – 250 m	0
250 – 1000 m	50
1000 m et +	100
<b>Poids</b>	<b>5</b>

CONTRASTE (Edge Contrast Index)	
0 – 40	100
40 – 65	50
65 et +	0
<b>Poids</b>	<b>8</b>



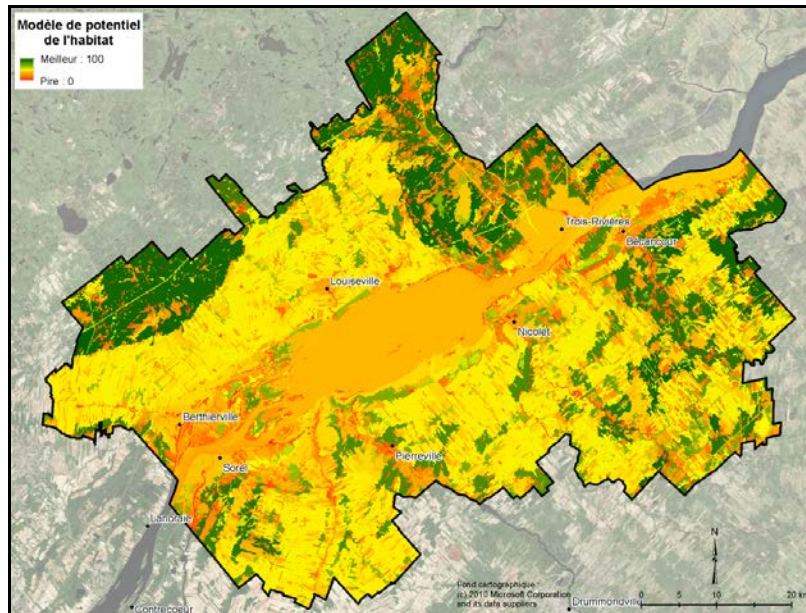


Figure 19 – Modèle de potentiel de l’habitat des oiseaux prioritaires produit par Corridor Designer

### Création de scénarios de corridors

Les scénarios de corridors visent à relier les 13 massifs forestiers > 1000 ha présents dans l’aire d’étude, tous situés dans la partie nord du territoire. Quatre boisés > 500 ha (parcelles # 14, 15, 16 et 17, figure 20) situés au sud du fleuve ont été ajoutés pour étudier la connectivité des milieux forestiers dans l’ensemble de l’aire d’étude. Au total, 21 corridors ont été proposés (figures 20 et 21). Seules les parcelles d’habitat ayant un potentiel > 60 ont été retenues pour établir les corridors et ceux-ci ont été identifiés en fonction du coût de déplacement, c’est-à-dire les caractéristiques de l’habitat influençant la capacité des espèces à se déplacer entre deux milieux. Le corridor choisi représente le meilleur choix biologique pour l’espèce et il peut contenir une ou plusieurs branches. Plusieurs scénarios sont proposés en fonction de la taille désirée du corridor, cette taille étant calculée selon sa proportion par rapport au reste du territoire. Ainsi, le plus petit scénario de corridor s’avère être le 0,1 % du paysage représentant le meilleur trajet en fonction des caractéristiques géographiques et biologiques de l’habitat entre deux parcelles. Toutefois, il est souvent inutile de choisir un scénario au pourcentage trop élevé, car le logiciel sera forcé d’identifier des habitats peu convenables aux oiseaux forestiers.

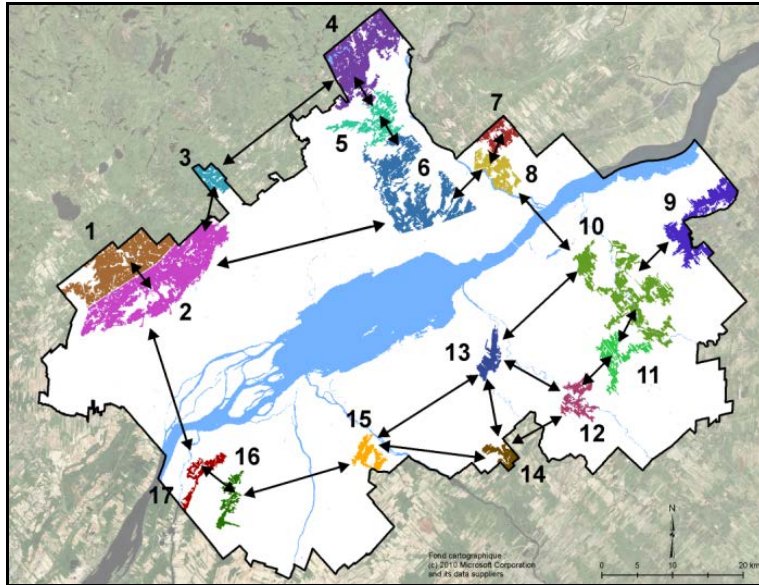


Figure 20 – Parcelles boisées sélectionnées et localisation des corridors créés

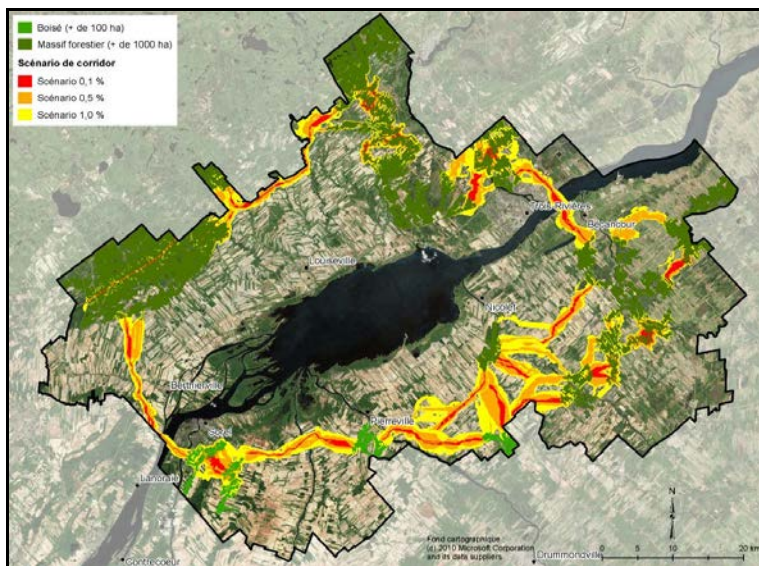


Figure 21 – Exemples de scénarios de corridors proposés

### Sélection des corridors retenus

La largeur minimale des corridors proposés dans le cadre de l'étude a été fixée à 300 m puisqu'une largeur de corridor variant entre 100 et 300 m favorise le déplacement des oiseaux forestiers. Toutefois, plusieurs corridors proposés traversent des habitats peu propices aux oiseaux forestiers (potentiel < 60 comme les cultures annuelles). Il a donc été déterminé que les corridors retenus doivent être larges d'au moins **300 m** sur au moins **75 %** de leur trajet. Pour ce faire, les statistiques du plus petit scénario proposé (0,1 %) ont été calculées et cette taille a été augmentée jusqu'à ce que les seuils soient respectés grâce à l'extension *Evaluation Tools*. Cette extension permet aussi d'identifier les goulots d'étranglement selon la largeur minimale

identifiée et de les représenter spatialement. Quelques corridors ont été éliminés car ils reliaient des massifs forestiers trop rapprochés (ex., scénario 1\_2) ou que les meilleures options de déplacement des espèces entre ces massifs se trouvaient à l'extérieur de la zone d'étude (ex., scénario 2\_3). D'autres scénarios ont par contre été retenus comme le scénario 2\_17 puisqu'il permet de relier ces deux massifs même si seulement une section du trajet est comprise à l'intérieur de la zone d'étude. Au total, 14 corridors proposés ont été retenus (figure 22).

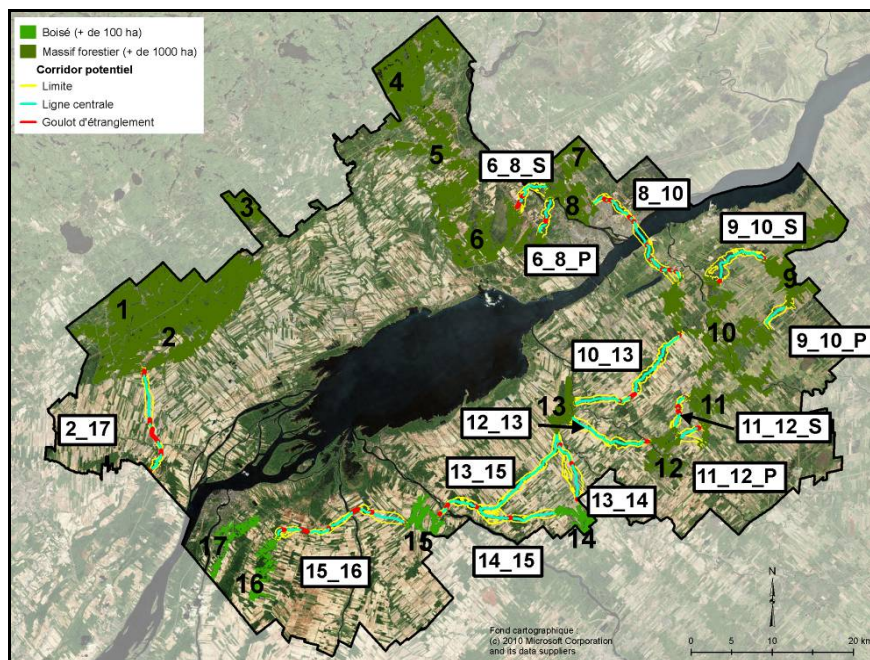


Figure 22 – Choix final des scénarios de corridor potentiels (P=branche principale, S=branche secondaire) et localisation des goulots d'étranglement (largeur < 300 m)

### Évaluation de la qualité des corridors potentiels

Une analyse fine des corridors proposés permet d'identifier les corridors fonctionnels (ceux où les critères retenus sont remplis) ainsi que les corridors où des secteurs problématiques sont notés (goulots, distance entre les boisés). Duchesne et coll. (1999) présentent une méthodologie détaillée pour évaluer la qualité des corridors forestiers incluant divers critères dont la longueur du corridor forestier, la largeur minimale moyenne, le nombre et la dimension des interruptions du couvert forestier, le nombre de goulots d'étranglement, et l'hétérogénéité des habitats. Plusieurs de ces critères ont été calculés automatiquement par Corridor Designer dont le nombre et la position des goulots d'étranglement (figure 22), ainsi que la longueur et la proportion du tracé possédant une largeur supérieure au seuil de 300 m. Pour le critère d'hétérogénéité des habitats, la couverture (%) de chaque classe générale d'occupation du sol a été évaluée pour chaque corridor (figure 23). Globalement, les forêts couvrent la moitié des surfaces couvertes par les corridors proposés alors que les cultures annuelles et pérennes en couvrent respectivement 24 % et 18 %. Ceci permet d'identifier les corridors où les habitats sont les moins propices pour les espèces d'oiseaux forestiers, comme par exemple les corridors 2\_17 et 15\_16 qui traversent de grands secteurs couverts de cultures annuelles. D'un autre côté, certains corridors comme 6\_8\_S et 9\_10\_S sont presque entièrement composés de milieu boisé et les actions

de conservation prioritaires pourraient être concentrées sur les goulots d'étranglement (largeur < 300 m) ou lorsque la distance entre les boisés est > 200 m de façon à augmenter la fonctionnalité et la qualité des corridors. Par exemple, des plantations permettraient d'augmenter le couvert forestier, des habitats non propices au déplacement dans la matrice pourraient être convertis en habitats propices (ex., abandon de cultures, conversion de cultures annuelles vers des cultures pérennes), ou la plantation de haies brise-vent et de bandes riveraines pourrait être envisagée pour augmenter la connectivité.

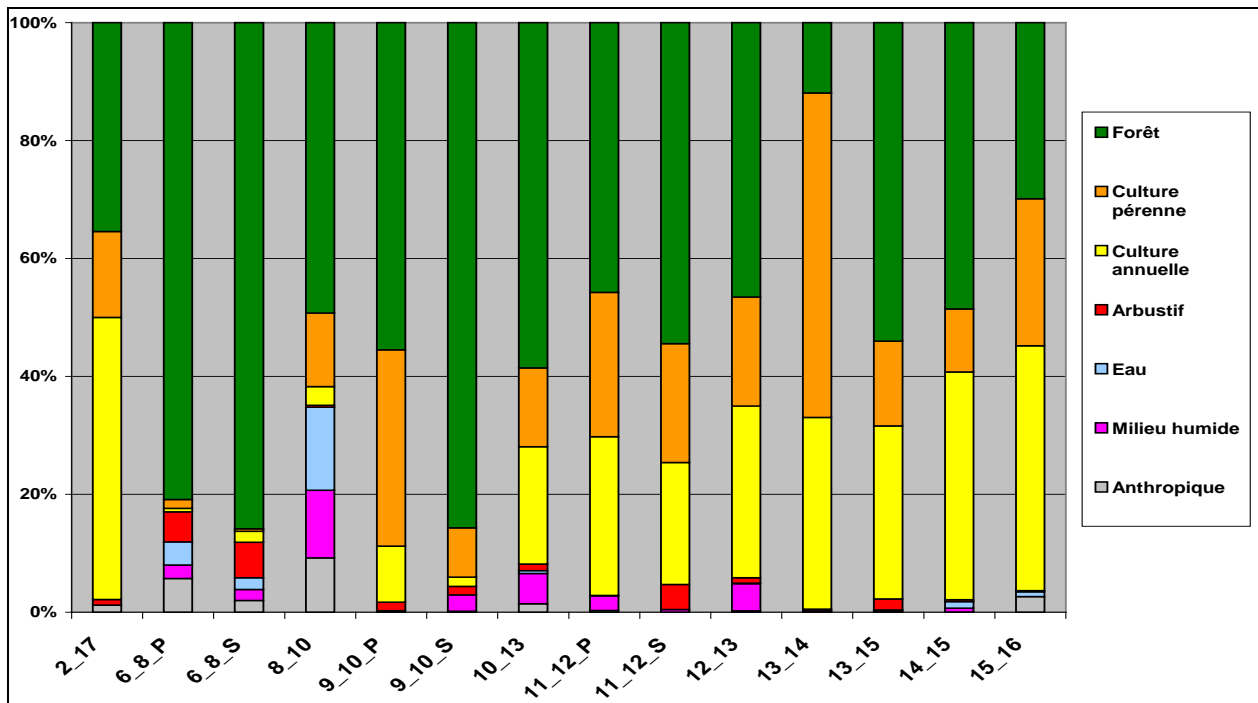


Figure 23 – Superficie (%) des différentes classes d'occupation du sol dans les corridors potentiels

La figure 24 montre une section agrandie du corridor 10\_13. On y distingue le trajet proposé dans des milieux propices où la longueur et la largeur du corridor sont adéquates (en bleu), les sections du corridor qui traversent des milieux non propices (en rouge), et les goulots d'étranglement (en mauve) dont la plupart ont des longueurs variant entre 500 m et 1 km. Par ailleurs, le trajet proposé dans certains milieux non propices, comme des cultures annuelles, a une longueur < 200 m ce qui aura peu d'impact sur le déplacement des espèces. Toutefois, lorsque cette distance à parcourir est > 200 m, la création d'îlots forestiers pourrait servir d'îlots de transition ou plus réalistement, une conversion des cultures annuelles en cultures pérennes pourrait améliorer significativement la qualité de ce corridor.

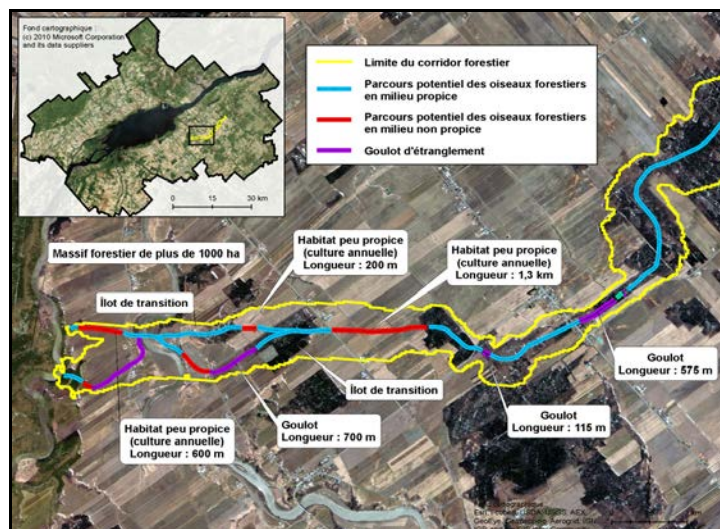


Figure 24 – Analyse détaillée du corridor 10\_13

### 9.2.3 Application des critères du filtre grossier

Les critères du filtre grossier ont permis de déterminer des seuils de superficies minimales de plusieurs types d'habitat qui permettent de maintenir des populations viables de plusieurs espèces d'oiseaux prioritaires (voir section 6.2). Ces seuils ont été déterminés pour des habitats agricoles (cultures pérennes, arbustif), des habitats forestiers, et des milieux humides (marais, marécages arbustifs, tourbières) et les polygones d'habitat qui remplissent ces seuils ont été extraits des cartes d'occupation du sol. Les tableaux 13 et 14 présentent les résultats de l'application des critères du filtre grossier dans l'aire d'étude et dans chacune des MRC alors que la figure 25 illustre la localisation des parcelles qui remplissent les critères du filtre grossier pour chaque classe d'habitat.

Tableau 13 – Description des parcelles d'habitat qui remplissent les critères du filtre grossier dans l'aire d'étude

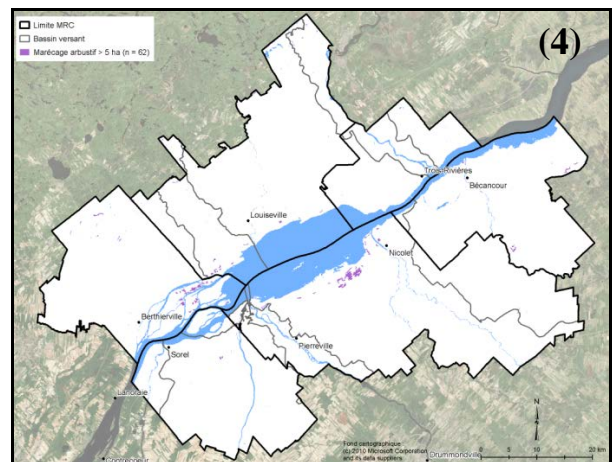
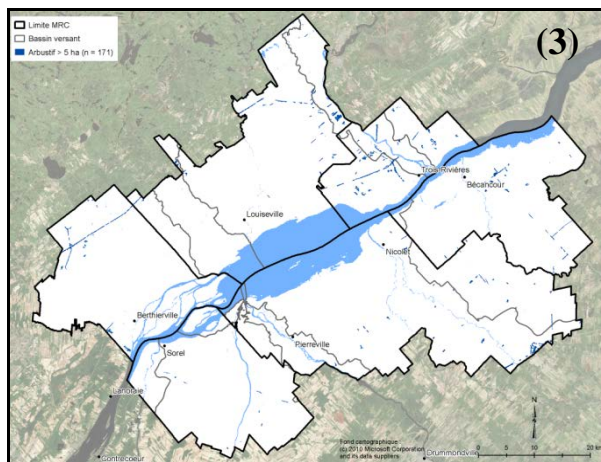
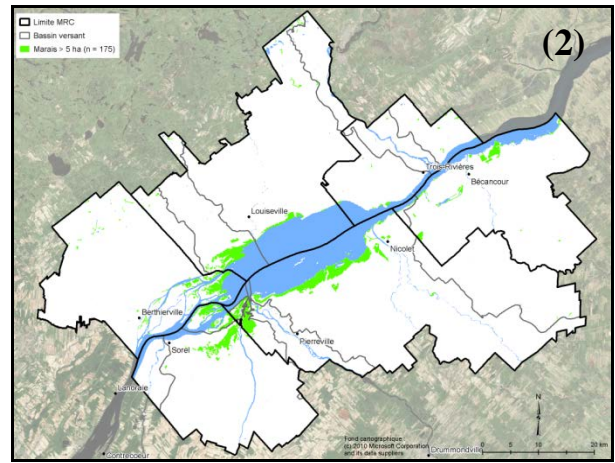
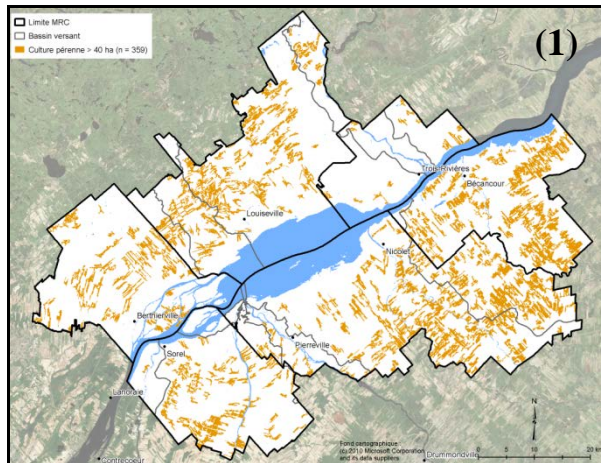
Habitat	Nombre	Superficie (ha)				
		Moyenne	Erreur type	Min	Max	Totale
Culture pérenne > 40 ha	359	171,6	15,8	40,1	2728,3	61 590
Arbustif > 5 ha	171	15,8	1,5	5,1	141,5	2704
Forêt > 100 ha	118	697,8	125,0	101,1	9570,9	82 344
Marais > 5 ha	169	65,7	17,9	5,1	2279,9	11 104
Marécage arbustif > 5 ha	62	17,4	3,1	5,2	143,6	1080
Tourbière > 20 ha	34	93,2	20,9	21,4	666,9	3168

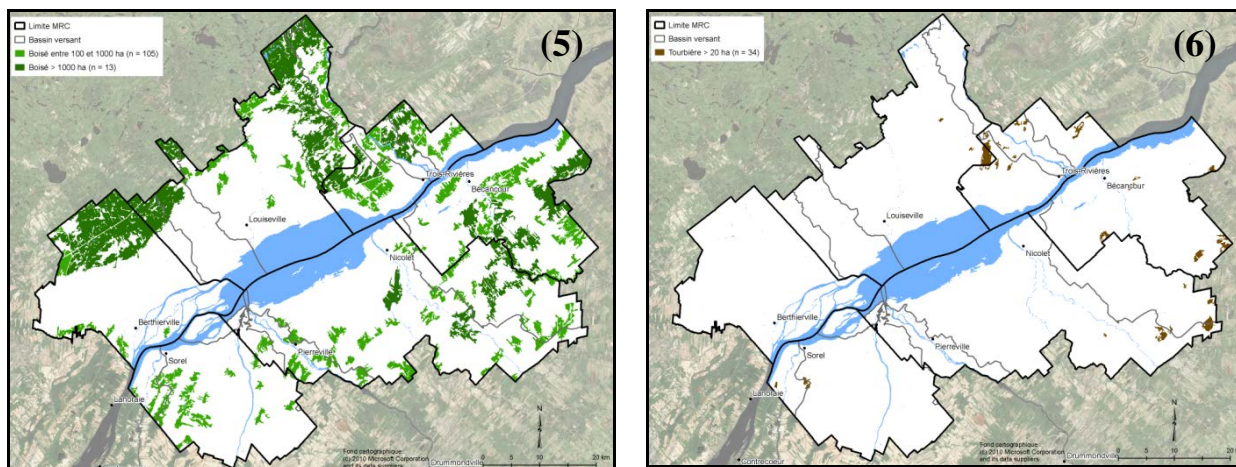
- Un total de 359 parcelles de cultures pérennes, soit 7,7 % des 4644 parcelles présentes dans l'aire d'étude, ont une superficie supérieure à 40 ha. Ces parcelles couvrent en moyenne 172 ha et leur superficie totale s'élève à 61 590 ha. C'est dans les MRC de Nicolet-Yamaska et de Maskinongé qu'on retrouve le plus grand nombre de ces grandes parcelles de cultures pérennes, plusieurs d'entre elles couvrent d'ailleurs plus de 1000 ha.

**Tableau 14 – Nombre de parcelles d'habitat qui remplissent les critères du filtre grossier pour l'aire d'étude et par MRC**

Région	Superficie (km <sup>2</sup> )	Nb de parcelles par classe d'habitat						
		Agricole		Forêt		Milieu humide		
		Culture pérenne > 40 ha	Arbustif > 5 ha	Massif > 1000 ha	Boisé > 100 ha	Marécage arbustif > 5 ha	Tourbière > 20 ha	Marais > 5 ha
Aire d'étude	4194,8	359	171	13	118	169	62	34
MRC D'Autray	586,8	54	20	2	11	54	24	0
Maskinongé	957,1	76	39	6	22	34	13	3
Trois-Rivières	334,9	15	42	3	15	15	0	12
Bécancour	583,7	58	23	2	23	22	6	9
Nicolet-Yamaska	1189,9	116	42	4	42	28	19	9
Pierre-De Saurel	542,4	54	8	0	15	27	1	3

**Note :** la somme des parcelles pour toutes les MRC peut être plus élevée que le total dans l'aire d'étude, car certaines parcelles touchent à > 1 MRC.





**Figure 25 – Localisation des parcelles d’habitat qui remplissent les critères du filtre grossier pour les 1) cultures pérennes, 2) marais, 3) milieux arbustifs, 4) marécages arbustifs, 5) boisés et 6) tourbières**

- Un total de 171 friches arbustives, soit 14,4 % des 1184 polygones de milieux arbustifs présents dans l’aire d’étude, ont une superficie supérieure à 5 ha. Ces milieux arbustifs couvrent en moyenne 16 ha et leur superficie totale s’élève à 2700 ha. C’est dans les MRC de Trois-Rivières, Nicolet-Yamaska et Maskinongé qu’on retrouve le plus grand nombre de ces milieux arbustifs, plusieurs d’entre eux couvrent d’ailleurs plus de 100 ha.
- On trouve 13 massifs forestiers > 1000 ha dans le territoire à l’étude dont 6 sont en tout ou en partie localisés dans la MRC de Maskinongé. Aucun de ces massifs ne touche à la MRC de Pierre-De Saurel. Un total de 118 parcelles forestières, soit seulement 5,3 % des 2221 parcelles présentes dans l’aire d’étude, ont une superficie supérieure à 100 ha. Ces parcelles couvrent en moyenne près de 700 ha et leur superficie totale s’élève à 82 350 ha. C’est dans les MRC de Nicolet-Yamaska, Bécancour et Maskinongé qu’on retrouve le plus grand nombre de ces grandes parcelles forestières.
- Un total de 169 marais, soit 23,1 % des 733 marais présents dans l’aire d’étude, ont une superficie supérieure à 5 ha. Ces marais couvrent en moyenne 66 ha et leur superficie totale s’élève à 11 100 ha. On trouve de nombreux marais > 5 ha dans chacune des MRC, mais c’est dans les MRC de D’Autray et de Maskinongé qu’ils sont les plus nombreux. Plusieurs marais couvrent plus de 100 ha.
- Seulement 34 tourbières (11,3 % des 301 tourbières présentes dans l’aire d’étude) dont la superficie est supérieure à 20 ha sont présentes dans le territoire à l’étude. Ces tourbières couvrent en moyenne 93 ha et leur superficie totale s’élève à 3170 ha. La majorité des tourbières > 20 ha se trouvent dans les MRC de Trois-Rivières, de Nicolet-Yamaska et de Bécancour, alors qu’aucune n’est présente dans la MRC de D’Autray. Seulement 8 tourbières couvrent > 100 ha.
- Seulement 62 marécages arbustifs (17,4 % des 357 marécages arbustifs identifiés dans l’aire d’étude) dont la superficie est > 5 ha sont présents dans le territoire à l’étude. Ces marécages couvrent en moyenne 17 ha et leur superficie totale s’élève à 1080 ha. La majorité des marécages arbustifs > 5 ha se trouvent dans les MRC de D’Autray, de Nicolet-Yamaska et de Maskinongé, alors qu’un seul est présent dans la MRC de Pierre-

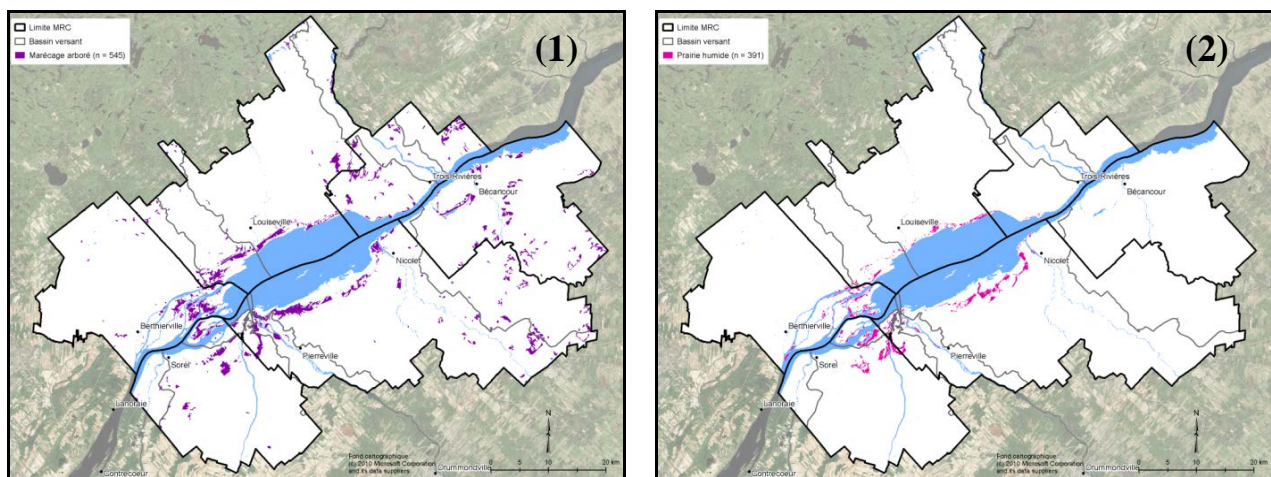
De Saurel et aucun dans la MRC de Trois-Rivières. Seulement 9 marécages arbustifs ont une superficie > 25 ha. À noter que d'autres marécages arbustifs sont sûrement présents dans l'aire d'étude, mais les images utilisées pour produire la cartographie de l'occupation du sol ne permettent pas de discriminer les marécages arbustifs et arborés dans plusieurs régions.

Enfin, les 545 marécages arborés et les 391 prairies humides qui se retrouvent dans le territoire à l'étude ont été considérés comme prioritaires puisqu'aucun seuil de superficie minimale n'est connu pour ces classes d'habitat (tableau 15). La figure 26 illustre leur répartition spatiale. Les marécages arborés sont surtout retrouvés sur les rives du lac Saint-Pierre, dans l'archipel de Berthier-Sorel et dans la partie est de l'aire d'étude alors que les prairies humides se trouvent essentiellement sur les rives du lac Saint-Pierre, dans l'archipel de Berthier-Sorel et à l'extrémité sud des baies Saint-François et Lavallière.

**Tableau 15 – Nombre de marécages arborés et de prairies humides dans l'aire d'étude et par MRC**

Région	Marécage arboré	Prairie humide
Aire d'étude	545	391
MRC		
D'Autray	90	102
Maskinongé	136	99
Trois-Rivières	60	14
Bécancour	70	0
Nicolet-Yamaska	148	119
Pierre-De Saurel	61	64

**Note :** la somme des parcelles pour toutes les MRC peut être plus élevée que le total dans l'aire d'étude car certaines parcelles touchent à > 1 MRC.



**Figure 26 – Localisation des 1) marécages arborés et des 2) prairies humides dans l'aire d'étude**



#### 9.2.4 Priorisation des parcelles du filtre grossier

La figure 27 illustre la localisation des parcelles d'habitat qui remplissent les critères du filtre grossier. Toutes ces parcelles sont, a priori, importantes pour les oiseaux nicheurs et méritent d'être protégées ou à tout le moins, que les pressions anthropiques qui peuvent y être présentes soient réduites. Toutefois, en raison de leur nombre élevé, un exercice de priorisation de ces parcelles est requis de façon à déterminer celles qui peuvent contribuer davantage à combler les besoins des espèces prioritaires dans le contexte paysager à l'étude.

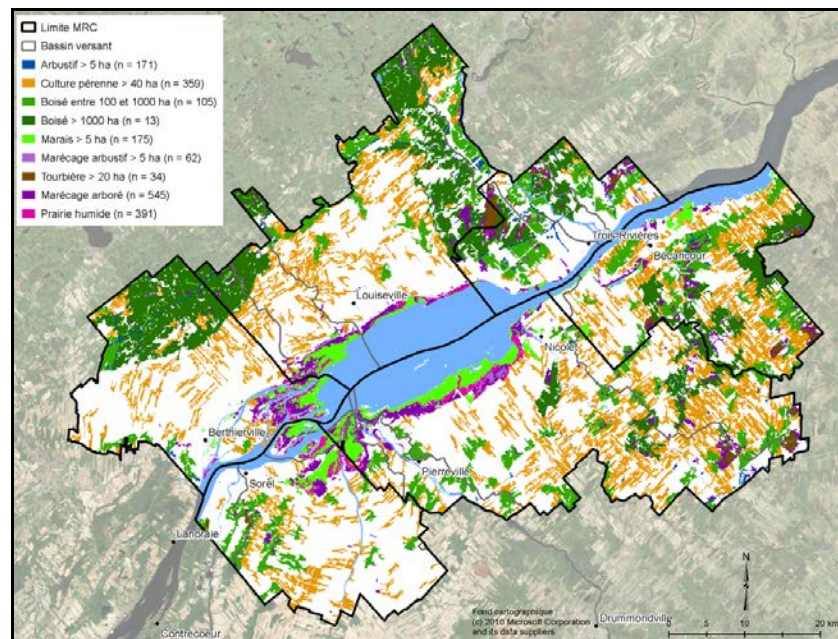


Figure 27 – Localisation de toutes les parcelles d'habitat qui remplissent les critères du filtre grossier

Les exercices de priorisation d'habitats sont nombreux (voir Langevin et Bélanger 1995; McGarigal et coll. 2005; Qiu 2010; Holzmueller et coll. 2011) et sont souvent dictés par des thématiques communes comme la présence d'espèces en péril ou d'écosystèmes rares, la proximité d'une aire protégée, la superficie et la forme des parcelles d'habitat, ou l'identification de critères spécifiques aux espèces ciblées (ex., réduction des menaces en périphérie des habitats d'espèces en péril). Une pondération s'ajoute ensuite aux critères retenus permettant ainsi de calculer un indice propre à chaque parcelle d'habitat. Ce type d'analyse multicritères a d'ailleurs été utilisé pour prioriser les boisés et les milieux humides dans le sud du Québec (Langevin 1997; Nature-Action 2009; Gratton 2010; CRECQ 2012).

Une telle analyse multicritères a été utilisée pour prioriser les habitats du filtre grossier pour chaque classe d'habitat. Des critères d'habitats reposant sur la connaissance des besoins spécifiques des guildes d'oiseaux et sur le contexte paysager où se situent les parcelles d'habitats ont été identifiés, et une pondération a été accordée à chaque critère selon leur importance relative. Pour chaque critère, un pointage a ensuite été accordé à chaque parcelle selon sa valeur relative aux autres parcelles à l'intérieur de classes établies (ex., percentiles, classes à limites déterminées, etc.). Enfin, la pondération retenue pour chaque critère a été multipliée avec le pointage accordé à chaque parcelle pour chaque critère et la somme de ces multiplications a

produit un indice final de priorisation pour chaque parcelle, où  $C$  est le poids du critère  $i$ ,  $P$  est le pointage accordé à chaque parcelle pour le critère  $i$  et  $n$  est le nombre de critères retenus :

$$Indice = \sum_{i=1}^n C_i P_i$$

Les critères retenus ont été classés en deux groupes. Un premier groupe réfère aux attributs des parcelles selon leur importance pour l'établissement et le maintien de populations d'oiseaux nicheurs. L'indice de forme et le % d'habitat d'intérieur permettent de réduire les effets de bordure, l'indice de contraste vise les parcelles situées dans une matrice paysagère moins hostile aux oiseaux, l'indice de proximité favorise la sélection de parcelles situées dans des régions où domine la même classe d'habitat, et le % de végétation naturelle dans une zone tampon de 100 m autour des milieux humides permet de sélectionner des parcelles moins sujettes aux pressions anthropiques. Le deuxième groupe de critères permet de prioriser les parcelles en fonction de leur rôle écologique dans le paysage à l'étude comme la création de zones tampons autour des habitats essentiels d'espèces en péril, des milieux humides ou des aires protégées existantes de façon à réduire les pressions et menaces environnantes qui peuvent peser sur ces sites. Les parcelles d'habitat qui sont déjà situées dans une aire protégée (voir section 7.3) reçoivent un pointage de « 0 » pour le critère visant à prioriser les parcelles selon leur proximité d'une aire protégée car elles ne requièrent pas d'actions de conservation. À l'opposé, celles qui sont partiellement incluses dans une aire protégée reçoivent le pointage maximal, car les portions situées en bordure des aires protégées devraient être priorisées pour créer des zones tampons autour de celles-ci. La distance d'un milieu anthropique d'importance (> 50 ha) est aussi considérée. De même, les boisés, les milieux arbustifs et les marécages situés dans un corridor forestier proposé sont priorisés. Enfin, la présence et le nombre d'espèces en péril désignées selon la *Loi fédérale sur les espèces en péril* (LEP) (espèce en voie de disparition, menacée, préoccupante) ou la loi provinciale sur les espèces menacées ou vulnérables (espèce menacée, vulnérable, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable) sont aussi considérés pour prioriser les parcelles. La priorisation des parcelles a été faite à l'échelle de l'aire d'étude et tous les critères ont été considérés dans une même analyse. Les critères retenus et le poids relatif accordé à chaque critère sont présentés au tableau 16. La justification des critères retenus pour chaque classe d'habitat et celle sur le pointage accordé aux parcelles d'habitat pour chaque critère sont présentées dans Jobin et coll. (2013).

Les parcelles d'habitat retenues par le filtre grossier sont ensuite ordonnées selon l'indice final de priorisation ce qui permet de sélectionner les parcelles de plus grande qualité pour chaque classe d'habitat, un indice élevé étant représentatif d'une parcelle hautement prioritaire. Cette sélection peut se faire de façon arbitraire ou être appuyée sur une base statistique. Divers scénarios ont été testés (voir Jobin et coll. 2013) et les deux scénarios retenus sont présentés à la figure 28 (25 meilleures parcelles de chaque classe d'habitat) et à la figure 29 (parcelles incluses dans le 10<sup>e</sup> percentile supérieur de chaque classe d'habitat). Fait à souligner, des corrélations de Pearson indiquent que l'indice final de priorisation des parcelles est indépendant de leur superficie ce qui démontre que les critères choisis sont appropriés pour prioriser des sites de conservation comparativement aux méthodes traditionnelles souvent basées sur la superficie des habitats. À noter que d'autres critères de sélection ont été considérés mais n'ont pas été retenus en raison de données manquantes ou de leur redondance avec les critères existants

(ex., unicité des parcelles d'habitat dans le contexte régional, sélection du plus grand boisé dans chaque MRC, etc.).

**Tableau 16 – Critères retenus et pondération utilisée pour prioriser les parcelles pour chaque classe d'habitat du filtre grossier**

Critère de priorisation	Culture pérenne	Arbustif	Forêt	Marécage arboré	Marécage arbustif	Tourbière	Marais	Prairie humide
<b>Attribut de la parcelle</b>								
Forme	10	10	10	10	10	10	10	10
Contraste	10	10	10	10	10	10	10	10
% Habitat d'intérieur (bordure = 200 m)	20		20					
Indice de proximité	10		10	20	20	20	20	20
% végétation naturelle (tampon = 100 m)				15	15	15	15	15
<b>Rôle dans le paysage</b>								
Proximité d'un habitat essentiel	15	15	15	15	15	15	15	15
Proximité d'un milieu humide	15	15						
Proximité d'une aire protégée		15	15	15	15	15	15	15
Distance d'un milieu anthropique > 50 ha			10	10	10	10	10	10
Située dans un corridor potentiel		5	20	20	10			
<b>Présence/abondance spp en péril</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

**Note :** L'indice de proximité est calculé pour une distance de 200 m pour les forêts, 1 km pour les cultures pérennes et 5 km pour les milieux humides.

### 9.2.5 Application des critères du filtre fin

La répartition spatiale des habitats retenus par les critères du filtre fin (perturbations forestières, sols dénudés en milieu forestier, sablières/gravières, rives sablonneuses à pente forte) est présentée à la figure 30. Ces informations ne sont que partielles pour certains types d'habitat comme les sablières, car les informations sur leur répartition spatiale dans le territoire sont incomplètes. Des perturbations forestières sont présentes dans presque toutes les parcelles forestières de l'aire d'étude (sauf les marécages arborés situés en bordure du lac Saint-Pierre), les rives sablonneuses à pente forte sont situées le long des berges de quelques îles et cours d'eau de la région de Sorel, et les sols dénudés se retrouvent au sommet des massifs forestiers au nord-ouest de l'aire d'étude (MRC de D'Autray).

Les habitats retenus par le filtre fin sont aussi utilisés par des espèces déjà considérées par les critères du filtre grossier, par exemple l'Engoulevent bois-pourri qui peut nicher dans les sablières, ou la Crécerelle d'Amérique et le Pic flamboyant qui nichent aussi dans des brûlis et des parterres de coupe.

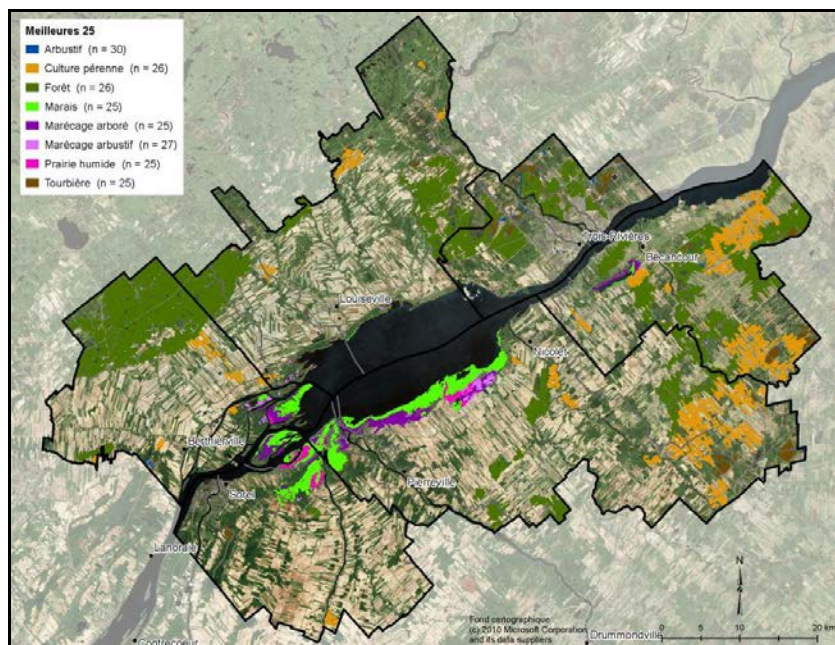


Figure 28 – Localisation des 25 parcelles ayant l'indice de priorisation le plus élevé pour chaque classe d'habitat du filtre grossier

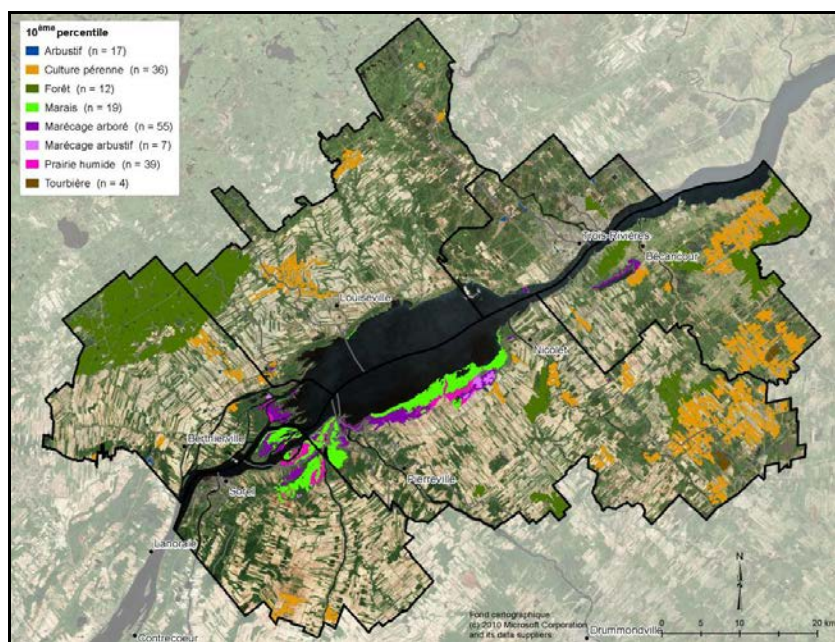


Figure 29 – Localisation des parcelles dont l'indice de priorisation est parmi le 10<sup>e</sup> percentile supérieur de chaque classe d'habitat du filtre grossier

Enfin, suite à la détermination des habitats prioritaires avec les critères du filtre grossier et du filtre fin, les besoins de nidification de deux espèces, le Faucon pèlerin (*anatum*) et l'Hirondelle noire, ne sont toujours pas considérés. De même, il est connu que l'Engoulement d'Amérique niche sur les toits en gravier dans les milieux urbains. La nidification de ces espèces est favorisée par des structures anthropiques et ces besoins sont considérés à la section 11.

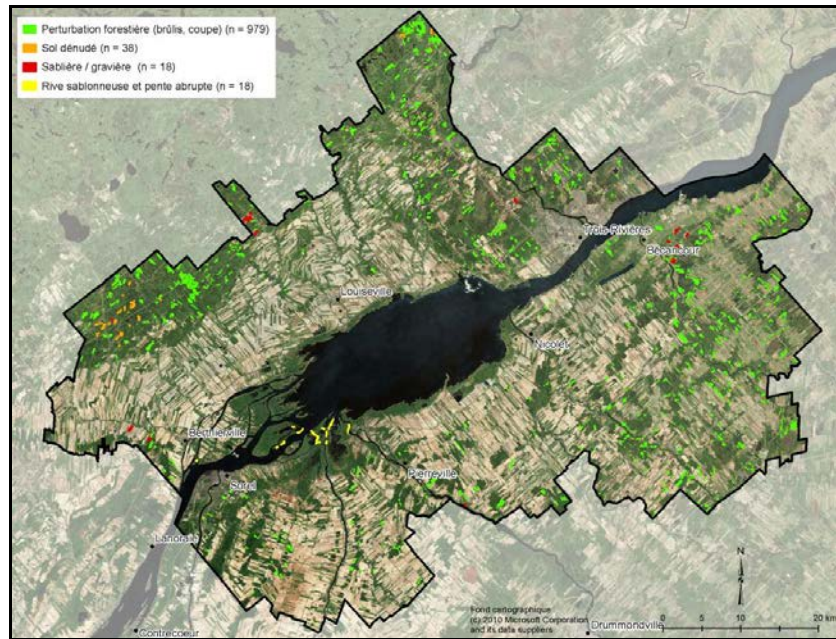


Figure 30 – Localisation des parcelles d’habitat retenues par les critères du filtre fin

## 10.0 ÉTAPE 4 – DIAGNOSTIC ET ENJEUX PARTICULIERS

### 10.1 DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE

L’analyse de la fonctionnalité du paysage permet de produire un diagnostic sur la capacité du paysage à procurer des habitats fonctionnels aux espèces d’oiseaux prioritaires. Bien que de nombreuses parcelles de chaque classe d’habitats prioritaires soient adéquates pour soutenir la nidification d’individus des espèces prioritaires, la comparaison du paysage avec des seuils connus pour soutenir des populations aviaires viables soulève des lacunes quant à la disponibilité d’habitats dans le paysage. De même, certains corridors proposés montrent des lacunes qui les rendent moins fonctionnels pour le déplacement des oiseaux forestiers.

Fait à souligner, les aires protégées existantes sont presque exclusivement situées au pourtour du lac Saint-Pierre reflétant les efforts de protection des milieux humides dans cette région au cours des dernières décennies. La majorité des milieux terrestres du territoire à l’étude ne jouissent donc d’aucun statut de protection.

#### Milieux agricoles

On retrouve dans l’aire d’étude des habitats propices aux espèces d’oiseaux champêtres qui nécessitent de grandes superficies de cultures pérennes (ex., Goglu des prés), particulièrement dans les MRC de Maskinongé, Bécancour et Nicolet-Yamaska. Toutefois, la dominance marquée des cultures annuelles indique que les milieux agricoles sont globalement peu propices aux oiseaux champêtres. De même, les milieux arbustifs sont peu présents dans l’aire d’étude (ils sont pratiquement absents de la région du Richelieu) et sont surtout localisés sous les emprises de lignes électriques donc sujets à des perturbations relatives à l’entretien périodique de ces milieux.

## **Milieus forestiers**

Bien que les habitats forestiers présents dans l'aire d'étude procurent des habitats d'intérieur de qualité pour les espèces sensibles à la superficie des parcelles forestières dans presque toutes les MRC, la couverture forestière de l'aire d'étude (24 %) est en deçà du seuil minimum de 30 % requis pour maintenir des communautés d'oiseaux forestiers. Il est donc primordial de conserver les milieux forestiers existants et viser à augmenter la couverture forestière, particulièrement dans la partie sud de l'aire d'étude (MRC de Pierre-De Saurel et de Nicolet-Yamaska) où les forêts couvrent moins de 20 % du territoire et sont très fragmentées. Ce besoin est d'autant plus criant puisque les aires protégées actuelles ne protègent que très peu de milieux forestiers. Notons par ailleurs que les secteurs nord (MRC de D'Autray et de Maskinongé) et est (MRC de Bécancour et de Trois-Rivières) de l'aire d'étude sont bien pourvus en forêts. Diverses raisons, tant historiques qu'actuelles, peuvent expliquer le maintien de ces parcelles d'habitats résiduels dans le paysage (ex., substrat peu propice à l'agriculture; difficulté d'accès; utilisation pour la coupe de bois ou l'acériculture) réduisant d'autant leur niveau de précarité. À noter que les sols dénudés situés en milieu forestier sont presque tous situés au sommet des montagnes de la région nord-ouest de l'aire d'étude (MRC de D'Autray) et méritent une attention particulière.

## **Milieus humides et bandes riveraines**

Bien que les milieux humides couvrent 9,5 % du territoire frôlant ainsi le seuil de 10 % requis pour maintenir des habitats de qualité et que le seuil de 6 % visé pour les sous-bassins est atteint dans toutes les MRC, les milieux humides sont surtout concentrés dans la région immédiate du lac Saint-Pierre et sont peu présents ailleurs dans le territoire à l'étude. La protection de plusieurs milieux humides est actuellement assurée grâce aux aires protégées existantes (ex., ROM de Nicolet, Baie Lavallière, île du Moine, réserve écologique Léon-Provencher) et il importe de porter une attention particulière aux vastes milieux humides situés ailleurs dans les basses terres (tourbières dans les MRC de Trois-Rivières, de Nicolet-Yamaska et de Bécancour; marécages arborés dans la partie est de l'aire d'étude).

Par ailleurs, l'intégrité des milieux humides est à risque puisque la zone tampon de 100 m les entourant est entièrement couverte de végétation naturelle à seulement 44 % des sites. Des efforts particuliers devraient être déployés pour réduire la présence d'activités anthropiques (agriculture, milieux urbains) en bordure des milieux humides, particulièrement aux sites identifiés comme étant des habitats essentiels du Petit Blongios. De même, la bande riveraine adjacente aux cours d'eau est fortement perturbée par les activités humaines et des mesures de conservation doivent être mises en place pour améliorer la qualité de l'eau des cours d'eau et offrir des habitats riverains de qualité pour la faune. Ces efforts sont particulièrement requis dans les MRC de Nicolet-Yamaska et de Pierre-De Saurel où les cours d'eau sont bordés de végétation naturelle sur à peine 30 % de leur longueur.

## **Corridors forestiers**

Des 14 scénarios de corridors proposés, seulement trois sont couverts de milieu boisé sur plus de 75 % de leur superficie (6\_8\_P, 6\_8\_S et 9\_10\_S). Certains corridors proposés semblent donc fonctionnels comme c'est le cas dans les MRC de Trois-Rivières et de Bécancour et l'abandon des cultures, particulièrement près des goulots d'étranglement, pourrait augmenter substantiellement la qualité des corridors. Par contre, plusieurs corridors semblent peu fonctionnels comme par

exemple les corridors 2\_17 et 15\_16 qui sont couverts de cultures annuelles sur près de la moitié des trajets proposés. Peu d'îlots de transition existent dans les milieux moins propices et les nombreux goulots d'étranglement peuvent nuire au déplacement des oiseaux. La connectivité des habitats peut donc s'avérer déficiente à plusieurs endroits. Pour certains corridors plus problématiques comme ceux situés dans les MRC de D'Autray et Pierre-De Saurel, des initiatives isolées ne suffiraient probablement pas à assurer une connectivité efficace et viable des habitats pour les oiseaux forestiers dans les secteurs d'agriculture intensive. Puisque des efforts considérables seraient nécessaires pour améliorer la situation, une réflexion approfondie est nécessaire pour évaluer si la fonctionnalité de ces corridors peut être rétablie.

En dépit du fait que les seuils de couverture minimale soient atteints pour certains types d'habitat et à différentes échelles (aire d'étude, MRC, bassins versants), il est impossible de statuer si le paysage actuel permet de maintenir des nombres suffisants de couples nicheurs dans les habitats prioritaires puisqu'il n'existe pas d'objectifs quantitatifs de population pour les espèces prioritaires dans le plan de conservation de la RCO 13. De plus, notre aire d'étude couvre une partie seulement de la RCO 13 rendant d'autant plus difficile une traduction d'objectifs quantitatifs qui auraient été développés pour une région plus grande que notre aire d'étude.

## **10.2 ENJEUX RÉGIONAUX ET MENACES AUX HABITATS**

La région du lac Saint-Pierre est située dans les Basses-terres du Saint-Laurent, soit l'écorégion la plus peuplée du Québec et où les pressions anthropiques sont les plus importantes. Plusieurs enjeux de développement peuvent donc entrer en conflit avec la protection des milieux naturels. Jobin et coll. (2007) ont étudié la dynamique récente des habitats dans la plaine du Saint-Laurent pour la période 1993-2001 et ont observé une conversion marquée des cultures pérennes vers les cultures annuelles. Cette tendance a été particulièrement importante dans les MRC de D'Autray, Pierre-De Saurel, Bécancour et Nicolet-Yamaska. Cette intensification de l'agriculture dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre est également notée par Richard et coll. (2011) pour la période 1950-2000. Jobin et coll. (2007) notent également que les superficies forestières ont reculé durant la période 1993-2001 dans toutes les MRC de la région d'étude en raison surtout de l'augmentation des surfaces cultivées et dans une moindre mesure par l'urbanisation. Savoie (2002) relève également des pertes de superficies forestières pour la région du Centre-du-Québec pour la même période.

Par ailleurs, le suivi de l'état des milieux humides au lac Saint-Pierre montre que la superficie couverte par ces habitats est demeurée relativement stable entre les périodes 1990-1991 et 2000-2002, mais que la dynamique spatio-temporelle des classes d'habitat était très variable (Jean et Létourneau 2011). Ainsi, des milieux humides ont été transformés en zone d'eau libre ou asséchés pour l'agriculture sur la rive sud du lac alors que des bas marais sont devenus des hauts marais dominés par le *Phalaris roseau* (*Phalaris arundinacea*) et des marécages arborés dans le secteur des baies Lavallière et Saint-François. Ces changements seraient reliés aux modifications des niveaux d'eau du fleuve, un facteur agissant à grande échelle. Par ailleurs, les terres humides de la région de la Montérégie ont montré un recul important (22 % des secteurs considérés) de leur superficie au bénéfice de l'agriculture (Géomont et Environnement Canada 2008) entre 1964 et 2006 et plusieurs milieux humides situés dans la plaine agricole du lac Saint-Pierre ont possiblement subi le même sort durant cette période. De fait, les milieux humides continuent de disparaître dans le sud du Québec malgré la réglementation existante (Queste 2011). Par

exemple, les superficies couvertes par la culture des canneberges sont passées de 1000 ha en 1999 à 2500 ha en 2009 dans la région du Centre-du-Québec où se trouvent 80 % des producteurs québécois de canneberges (Poirier 2010) et les tourbières naturelles qui subsistent dans le paysage risquent d'être modifiées si cette tendance se poursuit. Une analyse visuelle des images satellites disponibles sur Google Earth© montre d'ailleurs des conversions récentes de tourbières naturelles en cannebergères dans des secteurs situés en marge du territoire étudié (municipalités de Saint-Louis-de-Blandford, Manseau, Notre-Dame-de-Lourdes).

Le développement industriel et urbain continue aussi de modifier le paysage dans la région du lac Saint-Pierre. Jobin et coll. (2007) ainsi que Jean et Létourneau (2011) notent d'ailleurs une forte expansion des milieux anthropiques autour de la ville de Trois-Rivières au détriment des milieux naturels et une analyse visuelle des images satellites disponibles sur Google Earth© montre des développements résidentiels récemment construits dans des secteurs autrefois couverts de zones agricoles ou forestières (exemple : Trois-Rivières, Nicolet, Sorel-Tracy). Enfin, l'exploitation possible des gaz de schiste dans la vallée du Saint-Laurent, une région ciblée par ce type d'exploitation (MRNF 2012b), pourrait modifier le paysage et affecter la disponibilité et la qualité des habitats disponibles aux oiseaux nicheurs.

## **11.0 ÉTAPE 8 – PLAN DE CONSERVATION DE L'AIRE D'ÉTUDE**

Les actions de conservation émises dans le plan de conservation de la RCO 13 (Fournier et coll. 2010) couplées à l'analyse de la répartition spatiale des habitats prioritaires dans l'aire d'étude permettent de cibler les habitats et les régions où des mesures de protection seraient requises. Le plan de conservation proposé pour le projet pilote se divise en trois sections :

- Parcelles d'habitat prioritaires avec référence spatiale
- Habitats prioritaires sans référence spatiale
- Éléments du paysage à considérer pour le maintien de processus écologiques

### **11.1 PARCELLES D'HABITAT PRIORITAIRES AVEC RÉFÉRENCE SPATIALE**

Les habitats prioritaires qui devraient être maintenus pour procurer des habitats fonctionnels et viables pour les espèces prioritaires du projet ont été déterminés dans les sections précédentes. Ces habitats ont tous une référence spatiale, ce qui permet de les positionner sur le territoire :

#### **Polygones d'habitats des espèces aviaires à statut précaire**

Certains sites sont hautement prioritaires en raison de la présence connue d'espèces d'oiseaux nicheurs à statut précaire. On pense ici aux habitats essentiels proposés pour le Petit Blongios et aux sites de nidification connus d'espèces d'oiseaux à statut précaire : le Petit Blongios (occurrences autres que les habitats essentiels proposés), le Hibou des marais, le Troglodyte à bec court et le Bruant de Nelson. Il est entendu que la priorisation de ces sites est basée sur la connaissance actuelle de la répartition de ces espèces et rejoint l'approche traditionnelle de priorisation d'habitats (approche par « hot spot »). Toutefois, la protection de ces habitats est primordiale compte tenu de la rareté de ces espèces.



### **Données ponctuelles de nidification d'espèces aviaires à statut précaire**

Des informations ponctuelles sur des sites de nidification fréquentés par des espèces d'oiseaux à statut précaire sont aussi disponibles. On pense ici au Martinet ramoneur qui niche dans des cheminées et au Faucon pèlerin dont les sites de nidification connus sont situés sur des structures anthropiques.

### **Polygones du filtre grossier (priorisation des parcelles)**

Le scénario où les 25 meilleures parcelles de chaque classe d'habitat sont priorisées est retenu dans le plan de conservation. Rappelons que toutes les parcelles qui remplissent les critères du filtre grossier sont, a priori, importantes pour les oiseaux nicheurs et méritent d'être considérées (voir les sections 9.2.3 et 9.2.4).

### **Polygones du filtre fin**

Les classes d'habitat retenues par le filtre fin sont les sols dénudés en milieu forestier, les perturbations forestières (brûlis, parterres de coupe), les sablières/gravières et les rives sablonneuses à pente abrupte.

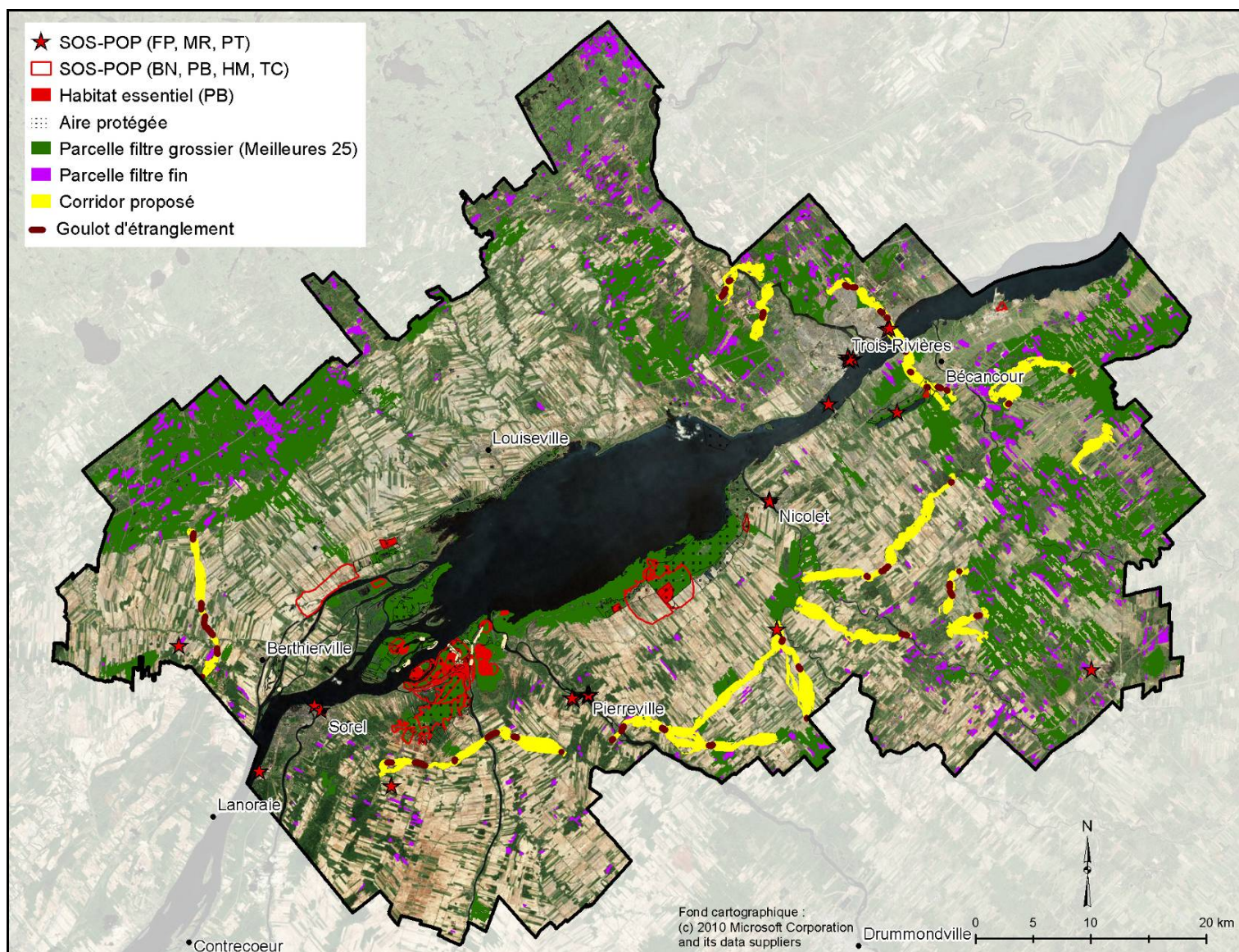
### **Corridors**

Les corridors forestiers retenus à la section 9.2.2. Les goulots d'étranglement présents dans ces corridors sont aussi illustrés.

La figure 31 illustre la répartition spatiale de ces parcelles d'habitats prioritaires de même que celle des aires protégées existantes. Les habitats prioritaires en milieu terrestre regroupent principalement les massifs forestiers situés au nord-ouest de l'aire d'étude et dans la région de Trois-Rivières de même que la partie est du territoire située au sud du fleuve Saint-Laurent. Peu de parcelles prioritaires sont situées dans la plaine agricole. Les parcelles d'habitat prioritaires en milieu aquatique sont largement regroupées sur la rive sud du lac Saint-Pierre ainsi que dans l'archipel de Berthier-Sorel.

## **11.2 HABITATS PRIORITAIRES SANS RÉFÉRENCE SPATIALE**

D'autres types d'habitats décrits dans le plan de conservation de la RCO 13 et propres à certaines espèces ne sont pas discernables sur les couches numériques de l'occupation du sol et ne sont donc pas considérés dans les critères du filtre grossier et du filtre fin. Il s'agit d'habitats peu communs sur le territoire mais qui sont essentiels à la nidification de ces espèces. Des mesures de conservation appropriées doivent donc être mises en place pour s'assurer que ces besoins soient comblés.



**Figure 31 – Parcelles d’habitat prioritaires avec référence spatiale (voir la figure 27 pour la répartition spatiale de toutes les parcelles d’habitat qui remplissent les critères du filtre grossier)**

À ces mesures s'ajoutent des actions ponctuelles qui peuvent favoriser la nidification des espèces prioritaires. Le tableau 17 énumère certaines de ces mesures de conservation et les espèces qui y sont ciblées.

**Tableau 17 – Mesures de conservation et espèces ciblées pour les habitats prioritaires sans référence spatiale**

Mesures de conservation	Espèces ciblées
Maintenir les arbres et les chicots de grand diamètre (> 30cm)	Chouette rayée; Crécerelle d'Amérique; Grimpereau brun; Martinet ramoneur; Petit-duc maculé; Petite Nyctale; Pic flamboyant; Canard branchu
Installer et entretenir des nichoirs	Hirondelle noire*; Crécerelle d'Amérique; Petit-duc maculé; Petite Nyctale; Canard branchu
Favoriser l'application des périmètres de protection proposés par le MRN et le MDDEFP autour des sites de nidification, tant en terres privées que publiques	Faucon pèlerin
Favoriser le maintien de toits en gravier en milieu urbain	Engoulevent d'Amérique
Favoriser le maintien de vieux bâtiments de ferme	Hirondelle rustique
Favoriser la conservation et l'entretien des cheminées propices en milieu urbain	Martinet ramoneur
Éviter le dérangement dans les sablières près des sites de nidification	Engoulevent bois-pourri; Hirondelle à ailes hérissées; Hirondelle de rivage; Martin-pêcheur d'Amérique
Éviter de perturber les secteurs d'eau peu profonde et les herbiers aquatiques du lac Saint-Pierre	Fuligule milouinan; Petit fuligule (aires d'alimentation prisées lors des migrations)
Éviter l'utilisation d'herbicides et favoriser l'entretien mécanique de la végétation dans les emprises de lignes électriques	Moqueur roux; Tyran tritri; Bécasse d'Amérique

\* Cette espèce niche presque exclusivement dans les nichoirs artificiels (seules quelques mentions de nid dans des cavités naturelles existent dans l'est de l'Amérique du Nord pour tout le 20<sup>e</sup> siècle) (Brown 1997).

### 11.3 ÉLÉMENTS DU PAYSAGE À CONSIDÉRER POUR LE MAINTIEN DE PROCESSUS ÉCOLOGIQUES

Des éléments du paysage doivent être considérés dans le plan de conservation pour maintenir des processus écologiques et l'intégrité des habitats dans le territoire à l'étude. Il s'agit de mesures de conservation générales qui permettent de réduire les pressions anthropiques sur les cours d'eau, les plans d'eau et les milieux humides retrouvés dans le territoire à l'étude.

#### **Bandes riveraines végétées**

La nécessité de maintenir des bandes riveraines végétées le long des cours d'eau est soulevée dans le plan de conservation de la RCO 13 (Fournier et coll. 2010) afin de maintenir une eau de qualité pour les oiseaux fréquentant ces milieux pour nicher ou s'alimenter. L'efficacité des bandes riveraines pour réduire la pollution agricole diffuse est bien documentée au Québec (Duchemin et Majdoub 2004; Gagnon et Gangbazo 2007; Duchemin et Hogue 2009) et diverses lignes directrices ont été émises en ce sens (MAAAO 2004; Bentrup 2008; Fondation de la faune du Québec et Union des producteurs agricoles 2011). Les informations présentées à la section 9.2.1 montrent clairement que les cours d'eau situés dans l'aire d'étude sont très vulnérables aux agressions anthropiques (pollution, érosion, etc.), alors que la proportion de cours d'eau

présentant des berges et une zone tampon végétées est loin du seuil visé de 75 %. Des mesures de correction doivent donc être prises rapidement pour remédier à cette situation.

### **Zones tampons autour des milieux humides**

Les recommandations émises pour les bandes riveraines s'appliquent aussi aux milieux humides, puisque la zone tampon de 100 m les entourant est entièrement couverte de végétation naturelle chez moins de la moitié des sites. Les milieux humides sont donc vulnérables à la pollution agricole diffuse et des efforts additionnels de protection des rives sont requis, principalement dans les régions dominées par l'agriculture intensive où la dérive et le ruissellement des pesticides et des fertilisants vers les écosystèmes aquatiques peuvent être nuisibles (Roy 2002; Lee et coll. 2003; Lovell et Sullivan 2006).

### **Toposéquence de milieux humides au lac Saint-Pierre**

L'abondance et la diversité des milieux humides que l'on retrouve dans la région du lac Saint-Pierre ont mené à la désignation de ce territoire comme un site Ramsar et comme une réserve mondiale de la biosphère. On retrouve toujours à certains endroits un assemblage de milieux humides qui forment une toposéquence naturelle allant des zones d'eau peu profonde et d'herbiers aquatiques vers les marais, les prairies humides, les marécages arbustifs et les marécages arborés. Il s'agit de vestiges des milieux humides riverains sujets aux variations naturelles de niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent et devraient faire l'objet d'une attention particulière.

## **11.4 CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES DU PLAN DE CONSERVATION**

Certaines généralités doivent être considérées afin d'orienter les activités de conservation vers les habitats susceptibles de procurer le maximum de bénéfices pour les espèces prioritaires du projet. Premièrement, la superficie de certaines classes d'habitat n'atteint pas le seuil minimal de superficie nécessaire pour offrir un paysage fonctionnel aux oiseaux nicheurs dans plusieurs MRC. Le maintien des massifs forestiers et des grands boisés situés dans la matrice agricole ou en milieu urbain devrait donc être priorisé, car ils contribuent à la diversité de l'avifaune régionale (Environnement Canada 2007; Minor et Urban 2010; Oliver et coll. 2011), tout en priorisant les parcelles identifiées à la section 9.2.4. De même, dans les régions où le couvert forestier dépasse le seuil de 30 %, il serait approprié de conserver les boisés situés dans des secteurs sujets au développement anthropique comme ceux situés en périphérie des zones urbaines de façon à s'assurer que la couverture forestière demeure supérieure à ce seuil (Environnement Canada 2007).

Rappelons que diverses raisons peuvent expliquer le maintien de ces parcelles d'habitat dans le paysage, malgré les pressions anthropiques existantes, et que leur niveau de précarité peut varier entre elles (voir la section 10.1). Certaines parcelles prioritaires peuvent ainsi être localisées dans des secteurs peu sujets à être perturbés et jouissent d'une certaine protection « *de facto* » car elles ne sont pas menacées à court terme. C'est pourquoi il importe de préciser les menaces qui pèsent sur les parcelles prioritaires de façon à concentrer les efforts de conservation sur les parcelles les plus sujettes à être modifiées. Dans une deuxième étape, la restauration ou la création d'habitats devrait être envisagée pour augmenter la superficie de ces classes d'habitats lorsque requis. L'analyse du paysage visant à identifier les secteurs à restaurer dans le territoire à l'étude reste toutefois à faire. Par ailleurs, la création de zones tampons en périphérie d'aires protégées

existantes ou d'habitats essentiels pour les espèces en péril devrait être considérée en mettant l'accent sur la protection des parcelles du filtre grossier qui ont été priorisées.

De plus, la sélection d'un site de nidification chez plusieurs espèces d'oiseaux se fait à plusieurs échelles spatiales et la composition du paysage joue un rôle important dans cette sélection. Plusieurs espèces nicheront dans des paysages où leurs habitats préférentiels sont présents en abondance. C'est pourquoi les efforts de conservation devraient être orientés pour maintenir les parcelles d'habitat prioritaires dans des régions où ces habitats sont déjà bien présents de façon à offrir un paysage optimal aux oiseaux nicheurs. Par exemple, plusieurs espèces qui nichent dans des milieux humides sélectionnent des sites de nidification dans des secteurs où les milieux humides abondent (Brown et Dinsmore 1986; Calmé 1998; Naugle et coll. 2000; Fairbairn et Dinsmore 2001; Riffell et coll. 2003; Forcey et coll. 2011). La protection de tourbières naturelles situées à proximité de tourbières exploitées devrait donc être priorisée (Environnement Canada 2010b) en raison de leur vulnérabilité à une future exploitation comme c'est le cas actuellement pour les cannebergières de la région du Centre-du-Québec. De même, il est connu que les espèces d'oiseaux champêtres sélectionnent des sites de nidification dans des secteurs où les cultures pérennes abondent et évitent les secteurs dominés par les cultures annuelles, les milieux forestiers et les zones anthropiques (Hamer et coll. 2006; Veech 2006; Renfrew et Ribic 2008; Jobin et Falardeau 2010). Les oiseaux champêtres forment d'ailleurs le groupe d'espèces qui montre les déclinés de populations les plus marqués dans le sud du Québec (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord 2012). Il serait donc justifié de maintenir et augmenter la disponibilité des cultures pérennes dans les régions qui en sont déjà bien pourvues de façon à augmenter leur superficie à l'échelle régionale, comme dans les MRC de Maskinongé et de Bécancour. À l'opposé, le maintien de cultures pérennes dans des régions où ces habitats sont peu présents serait moins approprié car ces parcelles pourraient devenir des habitats « puits » (*sink habitat*). Une analyse des données socio-économiques actuelles et la modélisation des changements possibles au paysage permettrait ainsi de déterminer les régions les plus propices à maintenir des populations de ces espèces. Une réflexion approfondie est donc requise avant d'envisager une conversion à grande échelle des cultures annuelles vers les cultures pérennes dans les régions qui sont aujourd'hui largement dominées par l'agriculture intensive, comme la MRC Pierre-De Saurel.

## **11.5 PLAN DE CONSERVATION SPÉCIFIQUE À CHAQUE MRC ET BASSIN VERSANT**

L'analyse du paysage et la priorisation des parcelles du filtre grossier ont été faites globalement pour toute l'aire d'étude de façon à ne pas diviser des parcelles d'habitat en fonction de limites administratives non pertinentes d'un point de vue biologique. Toutefois, la mise en œuvre des recommandations du plan de conservation nécessitera d'avoir des outils appropriés qui seront utiles aux intervenants locaux. Les recommandations du plan de conservation sont donc détaillées pour chaque MRC, soit l'échelle où la planification territoriale a lieu, et pour chaque bassin versant, soit le découpage écologique où des organismes de bassins versants agissent pour la conservation des habitats à l'échelle régionale. Le tableau 18 présente une synthèse des habitats prioritaires et des mesures de conservation requises dans chaque MRC et bassin versant. Toutefois, dans un souci de synthèse, le plan de conservation détaillé (incluant des cartes illustrant la répartition spatiale des habitats prioritaires) n'est présenté que pour la MRC de

Bécancour à titre d'exemple. Le plan de conservation détaillé pour chaque MRC et pour chaque bassin versant est présenté dans le rapport méthodologique connexe (Jobin et coll. 2013).

**Tableau 18 – Synthèse de la présence d'aires protégées, des types d'habitats prioritaires et des mesures de conservation requises dans chaque MRC et bassin versant**

	Espèces en péril				Habitat filtre grossier (25 meilleures/classe)						Habitat filtre fin			Maintenir et créer						
	Aire protégée existante	Habitat essentiel PEEL	Polygone CDPNQ	Site ponctuel SOS-POP	Culture pérenne	Arbustif	Forêt	Marais	Marécage arbustif	Marécage arboré	Prairie humide	Tourbière	Sablière/gravière	Rive sablonneuse	Sol dénudé	Perturbation forestière	Bande riveraine naturelle	Zone tampon natur. (MH)	Boisé et forêt	Corridor proposé
<b>MRC</b>																				
D'Autray	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Maskinongé	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Trois-Rivières	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bécancour	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nicolet-Yamaska	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pierre-de Saurel	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Bassin versant</b>																				
Bayonne	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Maskinongé	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓
Du Loup/Yamachiche	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Saint-Maurice					✓	✓	✓				✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Batiscan				✓	✓	✓					✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bécancour	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nicolet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Saint-François		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yamaska	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓
Richelieu				✓							✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓

### 11.5.1 Exemple d'un plan de conservation détaillé : MRC de Bécancour

Les figures 32 et 33 montrent la répartition spatiale des habitats prioritaires dans la MRC de Bécancour. Un peu moins de 50 % de cette MRC, soit sa portion ouest, est incluse dans l'aire d'étude. Les constats et actions de conservation proposés ci-dessous réfèrent donc qu'à cette seule portion de la MRC. On trouve dans cette dernière un cours d'eau d'importance, la rivière Bécancour. Plus de la moitié du territoire à l'étude de cette MRC est occupé par des terres agricoles, surtout des cultures pérennes dont plusieurs parcelles prioritaires dépassent le seuil de 40 ha. Il s'agit de la seule MRC où les cultures pérennes dominent sur les cultures annuelles. Quelques friches arbustives dépassent le seuil de 5 ha et certaines couvrent plus de 50 ha. Les milieux forestiers occupent près de 30 % du territoire (seuil recherché) et plusieurs parcelles forestières couvrent > 100 ha dont certaines couvrent > 1000 ha. Plusieurs de ces parcelles ont d'ailleurs été retenues comme prioritaires et trois corridors forestiers ont été proposés. En outre, plusieurs perturbations forestières, potentiellement propices à certaines espèces d'oiseaux, sont présentes.

Aucune des parcelles prioritaires retenues parmi les 25 meilleures parcelles de chaque classe de milieux humides n'est située en bordure du fleuve. Elles sont presque exclusivement localisées au niveau de la Réserve écologique Léon-Provancher, sauf quelques grandes (> 20 ha) tourbières

situées dans le centre et l'est de la MRC. Globalement, la superficie couverte par les milieux humides dans la MRC atteint le seuil de 10 %. La présence de la réserve écologique permet notamment de préserver des habitats utilisés par des espèces en péril, soit le Petit Blongios et le Pygargue à tête blanche.

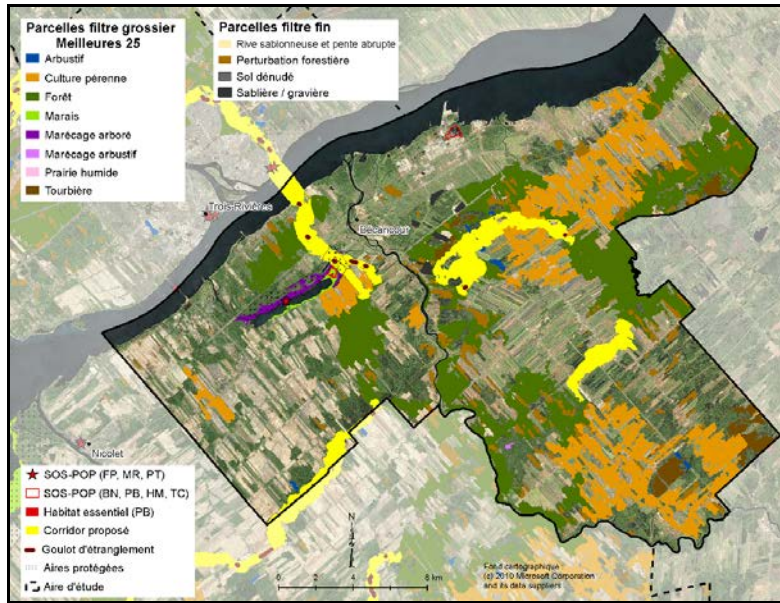


Figure 32 – Répartition spatiale des habitats prioritaires dans la MRC de Bécancour (dont celles parmi les 25 meilleures parcelles de chaque classe d'habitat déterminées pour toute l'aire d'étude)

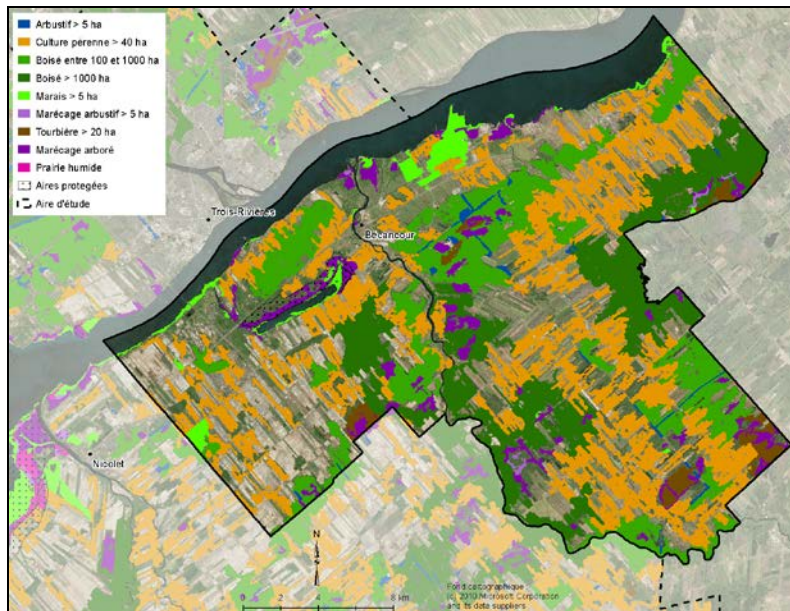


Figure 33 – Localisation de toutes les parcelles d'habitat qui remplissent les critères du filtre grossier dans la MRC de Bécancour

Les actions de conservation proposées sont :

- Assurer la protection du milieu humide utilisé par le Petit Blongios et d'autres oiseaux aquatiques dans le parc industriel de Bécancour
- Conserver les grands boisés existants (pour conserver près de 30 % de couvert forestier dans la MRC) en portant une attention particulière à ceux déterminés comme prioritaires
- Maintenir les boisés existants pour favoriser le déplacement des oiseaux forestiers (maintien des corridors forestiers existants et favoriser les corridors proposés)
- Évaluer la possibilité d'améliorer la fonctionnalité des corridors proposés par des actions ciblées (ex., plantation, conversion de cultures annuelles vers des cultures pérennes, abandon de cultures dans les secteurs moins productifs)
- Conserver les tourbières situées dans la région de Saint-Sylvère et au nord de Sainte-Marie-de-Blandford
- Maintenir les cultures pérennes pour favoriser une concentration régionale de fourrages et de pâturages propices aux oiseaux champêtres, principalement, dans le secteur de la Réserve écologique Léon-Provancher ainsi que dans l'est de la MRC
- Vérifier si des oiseaux (ex., hirondelles, Martin-pêcheur d'Amérique) nichent dans les sablières / gravières situées à l'est de Bécancour et, le cas échéant, limiter le dérangement que ces exploitations peuvent causer durant la saison de nidification
- S'assurer que les milieux humides existants demeurent intègres
- Favoriser la création et le maintien de bandes riveraines couvertes de végétation naturelle le long des cours d'eau
- Favoriser la mise en place et le maintien d'habitats naturels dans une zone tampon de 100 m entourant les milieux humides

## **11.6 LIMITES DU PLAN DE CONSERVATION**

Les propositions émises sont basées sur les meilleures informations actuellement disponibles sur l'occupation du sol et sur les connaissances de l'écologie des oiseaux nicheurs au Québec. Certains habitats sont très dynamiques comme les cultures pérennes et les milieux arbustifs et les couches d'informations qui permettent de les représenter spatialement peuvent avoir été produites il y a déjà plusieurs années. Les enjeux régionaux mentionnés à la section 10.2 peuvent aussi avoir causé des modifications au paysage depuis la production des cartes d'occupation du sol. C'est pourquoi le plan de conservation proposé vise à orienter les actions de conservation vers les sites jugés les plus importants pour les oiseaux et les espèces en péril mais une validation de la situation actuelle des sites proposés, tant dans leur nature que dans leurs limites spatiales, est essentielle.

Il faut aussi préciser que les sites d'intérêt déterminés dans le projet visent à maintenir les habitats des espèces prioritaires d'oiseaux migrateurs et les habitats essentiels des espèces en péril. Les sites connus pour héberger des espèces en péril pour lesquelles des habitats essentiels ne sont pas proposés ne sont donc pas expressément retenus dans le plan de conservation (ex., Carmantine d'Amérique, Arisème dragon, Tortue des bois) et des documents qui présentent les actions de conservation spécifiques à ces espèces existent pour la plupart d'entre elles (fédéral : programmes de rétablissement, plans d'action, plans de gestion; provincial : plans de conservation). Les occurrences de ces espèces ont toutefois été considérées dans l'exercice de priorisation des parcelles du filtre grossier. De plus, d'autres sites d'intérêt pour la conservation



des espèces fauniques et floristiques existent, comme les écosystèmes forestiers exceptionnels et les habitats fauniques (habitat du rat musqué, héronnières) identifiés par le MRN et le MDDEFP, et les efforts de conservation de ces sites doivent être menés conjointement avec ceux identifiés dans le présent plan de conservation.

## **12.0 ÉTAPE 9 – MISE EN ŒUVRE DU PLAN DE CONSERVATION : PISTES ET PROPOSITIONS**

Les sites prioritaires et les actions de conservation proposés dans le plan de conservation visent divers types d'habitat de la région du lac Saint-Pierre incluant de nombreux milieux humides. Les aires protégées instaurées dans la région visent essentiellement à protéger des milieux humides d'importance situés en périphérie du lac Saint-Pierre. Des sites prioritaires ont aussi été déterminés en milieu terrestre (boisés, milieux arbustifs, cultures pérennes) qui sont essentiels à la nidification et au déplacement de population d'oiseaux nicheurs, mais leur protection est déficiente.

Plusieurs lois, règlements et politiques permettent la protection d'éléments naturels (ex., *Loi sur les espèces sauvages du Canada*, *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*, *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune*), alors que d'autres dont l'objectif premier n'est pas directement la protection d'habitats peuvent participer à cette protection (ex., la *Loi sur les biens culturels*). Par ailleurs, c'est au niveau de la planification territoriale que sont définis les enjeux de développement et de protection du territoire. Les MRC ont le pouvoir d'intégrer la protection de milieux naturels dans leur schéma d'aménagement et de développement alors que les municipalités peuvent faire de même dans leurs plans d'urbanisme. Il existe aussi de nombreuses options de conservation volontaire disponibles aux propriétaires privés qui souhaitent assurer la protection de leurs terres (Longtin 1996; Queste 2011). Enfin, des programmes de financement existent pour soutenir des activités d'intendance et de protection d'habitats par des organismes non gouvernementaux et d'autres acteurs locaux (Environnement Canada 2012; ROBVQ 2012).

Les priorités de conservation identifiées dans le plan de conservation peuvent donc servir de base pour orienter les actions menées localement via divers programmes de financement comme le Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril (PIH) ou le Programme de financement communautaire ÉcoAction. Elles peuvent aussi compléter des plans de mise en œuvre existants comme le Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) et le Plan d'action Saint-Laurent (PASL). Les couches d'informations numériques (shapefiles) permettant de localiser les habitats prioritaires déterminés dans le cadre de ce projet sont d'ailleurs disponibles à ceux qui souhaiteraient les intégrer à leur propre analyse territoriale. C'est donc par l'arrimage des outils existants et par la concertation des intervenants qui agissent sur le milieu que la protection des milieux naturels d'importance pour les oiseaux migrateurs et les espèces en péril pourra se concrétiser.

## 13.0 COMPLÉMENT D'INFORMATION

### 13.1 BILAN GÉNÉRAL DU PROJET

#### 13.1.1 *Avantages de l'approche paysage*

La conservation des habitats s'effectue traditionnellement par une approche espèce par espèce ou encore sur la base de sites connus comme importants pour la biodiversité (hot spots). Ces approches présentent toutefois des limites car elles ignorent généralement le potentiel de sites n'ayant pas fait l'objet d'inventaires et ne touchent souvent que de petites étendues. Par ailleurs, la connectivité entre ces sites n'est généralement pas considérée. La nécessité de favoriser le déplacement des espèces représente un enjeu important qui demande un niveau d'analyse différent du territoire. L'avènement de l'écologie du paysage, liée à l'évolution des concepts théoriques de l'écologie (biogéographie insulaire, métapopulations, etc.), permet une perception plus globale et dynamique des paysages. En outre, les nouvelles technologies (ex., les SIG et les logiciels d'analyses tels que FRAGSTATS) et l'accès à des données géospatiales (ex., les images satellites) facilitent aujourd'hui la mise en œuvre de l'approche paysage. La connaissance de l'importance du contexte spatial pour la conservation de la faune et l'accès à de meilleurs outils pour répondre à des problèmes écologiques ou d'aménagement du territoire à large échelle permet donc de voir et d'analyser les choses autrement en conservation.

La détermination de critères permettant de sélectionner des parcelles d'habitats dont la superficie est supérieure à un seuil minimum offre l'avantage de prioriser des parcelles à fort potentiel pour certaines espèces, même si aucun inventaire n'y a été effectué. De fait, il existe une grande concordance entre les milieux humides et les boisés qui ont été jugés prioritaires pour la conservation par Gratton (2010) et CRECQ (2012) et ceux déterminés par notre approche étant donné que tous ces processus de priorisation étaient basés sur des analyses multicritères, incluant la superficie des habitats disponibles. Ces processus ont donc permis de prioriser des parcelles d'habitat situées loin des limites du lac Saint-Pierre, alors que la presque totalité des sites jugés prioritaires dans les précédents plans de conservation des oiseaux de la RCO 13 étaient localisés en bordure de celui-ci (Chapdelaine et Rail 2004; Aubry et Cotter 2007; Environnement Canada 2010a, 2010b; Lepage et coll. 2010). De plus, la combinaison des mesures de connectivité entre les massifs forestiers, l'ajout de classes d'habitats non considérées dans les exercices précédents (milieux arbustifs, cultures pérennes) et l'ajout de critères permettant de prioriser des parcelles d'habitat selon leur valeur intrinsèque (ex., habitat d'intérieur, forme) et leur rôle dans le paysage (ex., zones tampons en périphérie d'aires protégées ou d'habitats essentiels d'espèces en péril, corridors forestiers) montrent l'avantage de l'approche paysage retenue dans le présent projet pilote.

L'approche paysage va donc bien au-delà de la simple considération des habitats importants pour les espèces ou les guildes d'espèces et permet de déterminer la fonctionnalité du paysage (disponibilité des habitats, connectivité) tout en considérant l'importance du milieu environnant (matrice). Le modèle logique développé dans cette étude est basé sur les principes de l'écologie du paysage et peut donc s'appliquer à diverses échelles spatiales (écozone, RCO, MRC, etc.). Ce sont ces dernières qui déterminent le niveau de précision des informations requises et les données nécessaires pour l'étude du paysage d'un territoire donné. D'ailleurs, plusieurs initiatives de recherche au Québec s'appuient sur les notions d'écologie du paysage (Connexion Montérégie 2012; Nature-Action 2012; Université de Montréal 2012). L'approche initiée dans le cadre de ce

projet pilote et les leçons tirées de celui-ci devraient inciter à la mise en place de projets similaires dans d'autres régions où les pressions anthropiques peuvent modifier les paysages et les habitats.

### ***13.1.2 Inconvénients de l'approche paysage***

L'approche paysage requiert une démarche plus globale que les approches traditionnelles de conservation et donne ainsi lieu à un processus plus complexe. Il importe donc de dresser un portrait du paysage le plus réaliste possible. L'apport de la géomatique facilite grandement les analyses que cette approche demande mais elle requiert des équipements de pointe (ordinateurs plus puissants, logiciels adéquats et fonctionnels) et de l'expertise spécialisée (géomaticiens, cartographes). De fait, nous avons estimé que la réalisation du présent projet pilote aura nécessité l'implication d'un biologiste/analyste pendant environ 1,75 an et d'un expert en géomatique pendant environ 10 mois. À noter que la production de la carte de l'occupation du sol par l'intégration de diverses sources d'information spatiale a pris une large part des efforts de l'équipe de géomatique (voir section 13.2). La disponibilité des ressources pour accomplir une telle étude peut alors devenir un enjeu.

L'écologie du paysage nécessite aussi l'adoption d'une perspective multidisciplinaire et implique d'utiliser au besoin des données plus inhabituelles (par ex., les données socio-économiques) ou des outils spécialisés (logiciels de planification ou de modélisation) que les approches traditionnelles de l'écologie. Les données disponibles et les connaissances limitées d'un territoire peuvent ainsi restreindre l'application de l'approche paysage à un territoire donné.

### ***13.1.3 Implication des autres unités du SCF, des partenaires, etc.***

Le recours à l'expertise de plusieurs experts gouvernementaux, non gouvernementaux et universitaires, dont de nombreux collègues du Service canadien de la faune, a été requis à diverses étapes du projet (acquisition et partage de données, validation de plusieurs décisions). D'autres experts en aménagement du territoire ou en modélisation pourraient aussi contribuer à une telle approche intégratrice (données, modèles prédictifs, stratégies de planification, scénarios, etc.). Une mise à jour des données et un suivi des actions entreprises s'avèrent essentiels et les intervenants régionaux et locaux, les experts ainsi que les partenaires en conservation doivent prendre part à un tel projet puisqu'ils ont une bonne connaissance du terrain et des enjeux qui s'y déroulent (et parfois des données plus adéquates ou récentes). Comme l'expose le modèle logique, ils devraient être impliqués dès le début du projet afin d'assurer la compréhension commune de celui-ci par les gens du milieu, sa réalisation en bonne et due forme et sa mise en œuvre adéquate (Leitão et Ahern 2002; Thompson 2011). Une telle implication permet également une compréhension commune de ce qu'est l'écologie du paysage et des avantages d'une telle approche.

### ***13.1.4 Étapes à compléter***

Certaines étapes prévues dans le modèle logique ont été omises volontairement ou n'ont pas été réalisées complètement puisqu'il s'agissait d'un projet pilote d'une durée limitée. Par exemple, la collecte de données s'est limitée aux données biologiques, géographiques et physiques. L'apport des données socio-économiques comme les caractéristiques démographiques du territoire, les prévisions de densités urbaines et de développement du territoire (agriculture, industrie, etc.), tout comme certaines données « patrimoniales » telles que les revendications territoriales

autochtones, aurait permis de préciser le portrait humain de l'aire d'étude et les principaux enjeux régionaux. Couplé à un modèle prévisionnel, le développement de différents scénarios de conservation permettrait d'évaluer les impacts (positifs et négatifs) du développement des activités humaines, comme les projets soumis à des évaluations environnementales, sur la structure, la composition et l'intégrité du paysage.

La détermination des secteurs à restaurer pouvant favoriser la biodiversité (habitats de nidification, corridors fonctionnels) n'a pas été complétée mais cette analyse permettrait de bonifier le plan de conservation. Il serait également nécessaire de faire une validation des recommandations du plan de conservation. De fait, la carte d'occupation du sol ne dresse pas un portrait actualisé de la répartition des habitats dans le paysage et il s'avère essentiel, avant toute mise en œuvre, d'en vérifier la validité avec les partenaires locaux. Seules quelques pistes générales de mise en œuvre accompagnent le plan de conservation, cet aspect pourrait être approfondi pour décrire davantage les options de conservation disponibles pour les intervenants régionaux.

## **13.2 PROBLÉMATIQUES RENCONTRÉES ET RECOMMANDATIONS**

### **13.2.1 Données**

La production du plan de conservation est tributaire des informations retrouvées dans les plans RCO relativement à la sélection des espèces d'oiseaux et des habitats prioritaires. Certaines recommandations ont dû être validées par les experts du SCF avant de les intégrer dans l'analyse du paysage. De plus, une étude basée sur l'écologie du paysage nécessite la collecte de données provenant de sources très variées. Cette abondance de données apporte des défis de gestion de données et il est essentiel de bien documenter chaque étape réalisée, tant au niveau des personnes contactées que des traitements et conversions effectués. Les métadonnées des fichiers créés doivent être complétées systématiquement pour s'assurer que les attributs des informations soient documentés et conservés, tandis que les métadonnées des fichiers externes doivent être consultées attentivement avant de les intégrer aux traitements. Certaines données n'ont d'ailleurs pas été retenues puisque les métadonnées étaient absentes ou incomplètes. Il faut aussi considérer le délai qui peut survenir entre une demande d'acquisition de données auprès de partenaires et la réception de ces données, tout comme les traitements subséquents visant à les convertir dans le format approprié au projet.

La qualité des données géospatiales représente un autre obstacle, car leur intégration peut être ardue considérant toute leur variabilité (résolution, date, projection, etc.). La production de la carte de l'occupation du sol par l'intégration de données géospatiales provenant de diverses sources et illustrant plusieurs thématiques d'habitat a d'ailleurs été ardue. L'utilisation d'une source unique de l'occupation du sol (ex., images classifiées d'AAC) aurait grandement réduit les ressources nécessaires pour produire cette carte de base. En revanche, la qualité des informations cartographiques des diverses classes d'habitat provenant d'une telle source unique aurait été diminuée. De plus, certaines données d'une même thématique présentaient des informations contradictoires (ex., les limites des aires protégées) ce qui a nécessité d'effectuer des recherches supplémentaires pour préciser les informations. Enfin, les données étaient gardées sur un espace commun accessible à tous les membres de l'équipe de travail ce qui a engendré certains problèmes d'accessibilité et de gestion des versions des fichiers. La présence d'un gestionnaire de données aurait facilité ce processus tout en permettant aux autres membres de l'équipe de se concentrer sur les autres étapes du projet.

Par ailleurs, l'absence de données de qualité pour représenter certaines thématiques comme les friches, les gravières et les sablières a été problématique. D'autres éléments d'habitat associés à des espèces prioritaires de l'étude n'ont pu être représentés spatialement et n'ont pas été inclus dans les analyses spatiales, par exemple la localisation de cheminées propices au Martinet ramoneur.

### **13.2.2 Logiciels**

Le choix des logiciels d'analyse nécessite de bien connaître l'utilisation qui sera faite des données avant de débiter le traitement des données pour s'assurer qu'elles conviennent aux objectifs du projet. Ceci permet de déterminer les formats requis (matriciels ou vectoriels) dans le but de limiter le nombre de conversions et diminuer les risques d'erreurs. Le choix d'utiliser les logiciels Corridor Designer et FRAGSTATS a été dicté par leur compatibilité avec le système d'information géographique ArcGIS et par leur versatilité pour accomplir les analyses spatiales requises pour atteindre les objectifs du projet. Ces logiciels requièrent toutefois une bonne connaissance de la géomatique et de l'interprétation des indices paysagers. Certaines situations telles que des modifications de versions de logiciels peuvent mener à des incompatibilités au niveau de la programmation de scripts comme ce fut le cas avec le logiciel HPP et FRAGSTATS. La fréquence des mises à jour des logiciels et le soutien technique offert doivent donc être considérés lors du choix des outils de traitement. Enfin, l'accessibilité à des ordinateurs puissants pouvant convenir aux logiciels et à la taille des fichiers traités doit être considérée dans la planification d'un projet comme celui-ci. Il est donc recommandé d'utiliser le logiciel ArcGIS 9.1 (ou une version plus récente) ainsi que l'extension *Spatial Analyst* et d'utiliser un ordinateur avec un processeur d'au moins 2.2 GHz, minimalement 2 GB RAM de mémoire vive, au moins 2.4 GB d'espace sur le disque dur ainsi qu'une carte graphique de 256 MB RAM ou plus.

### **13.2.3 Travail d'équipe**

L'ampleur de ce projet a nécessité un travail d'équipe rigoureux et d'une grande cohésion. Les rôles de tous les membres d'une telle équipe multidisciplinaire (biologie, géomatique, géographie, aménagement du territoire, etc.) doivent être bien définis en fonction des forces et des connaissances de chacun. Des échanges constants entre les membres de l'équipe ont permis d'acquérir des connaissances qui vont au-delà du cadre du projet. La synergie développée par les différentes expertises a assurément permis de produire des résultats plus rigoureux que si le projet avait été mené par une équipe plus réduite. Des réunions étaient organisées régulièrement pour lesquelles les informations véhiculées et les décisions prises ont été documentées dans des comptes rendus qui sont vite devenus essentiels au suivi du projet. De plus, il a été souvent très utile de se reporter au but et aux objectifs du projet afin de ne pas se perdre dans des analyses injustifiées.

## **14.0 CONCLUSION**

Le projet pilote du lac Saint-Pierre a permis de développer et tester une méthodologie pour déterminer les habitats prioritaires pour la nidification des oiseaux pour une portion de la RCO 13. Basée sur l'écologie du paysage, l'approche développée est plus dynamique et intégratrice que les approches traditionnellement utilisées (c.-à-d. par « hot spot » ou par espèce) puisqu'elle permet

non seulement de travailler à une échelle plus large, mais aussi d'analyser le paysage dans son ensemble en tenant compte des différentes composantes (biologiques, géographiques/physiques, socio-économiques, etc.) qui le caractérisent. Les sites prioritaires déterminés ne sont donc plus considérés comme des entités séparées, mais sont plutôt perçus comme différentes composantes plus ou moins connectées entre elles et faisant partie d'un tout.

Comparativement aux approches traditionnelles, l'approche paysage, plus complexe en ce qui a trait à la collecte des données et aux analyses et nécessite la mise en place d'une équipe aux compétences variées et met en lumière l'apport essentiel de la géomatique et des différents outils de planification et de cartographie. Bien que l'investissement en temps et en argent peut être plus important, les résultats obtenus par l'approche paysage permettent de prendre des décisions plus éclairées en matière de conservation sur de grands territoires en ciblant des sites et des habitats qui auraient généralement été ignorés par l'approche traditionnelle. Les bénéfices de l'approche paysage de nature plus holistique valent la peine de relever le défi de sa mise en œuvre concrète.

Le projet pilote a été une occasion de définir une démarche par étapes pour réaliser un plan global de conservation dans la région du lac Saint-Pierre, de déterminer des pistes d'actions pour concrétiser les priorités de conservation sur le terrain et surtout, de développer un savoir-faire en vue de l'atteinte des objectifs de protection d'habitats des plans de conservation des oiseaux migrateurs (plans RCO) et des programmes de rétablissement des espèces en péril. Les résultats des analyses obtenus dans le cadre de ce projet, dont les cartes des sites prioritaires et les fichiers numériques associés (shapefiles), sont d'ailleurs disponibles à tous les intervenants régionaux et au public et peuvent ainsi être considérés lors de la planification territoriale (par exemple, lors de la révision des schémas d'aménagement des MRC). Il est à espérer que le présent projet permettra d'attirer l'attention sur ce type d'approche plus intégrée et de susciter la discussion sur son applicabilité aux plans de conservation des oiseaux développés pour les RCO ou à toute autre initiative de conservation comme le Plan d'action Saint-Laurent (PASL) et le Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE).

## 15.0 RÉFÉRENCES

- Ahern, J. 2006. « Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning », In *From Landscape Research to landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. B. Tress, G. Tress, G. Fry, and P. Opdam, Editors. Springer, p.119-131.
- Andren, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat : a review. *Oikos* 71: 355-366.
- Aubry, Y. et R. Cotter. 2007. Plan de conservation des oiseaux de rivage du Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, xvi + 203 p.
- Austen, M.J.W., C.M. Francis, D.M. Burke et M.S. Bradstreet. 2001. Landscape context and fragmentation effects on forest birds in southern Ontario. *Condor* 103: 704-714.
- Baum, K.A., K.J. Haynes, F.P. Dillemath et J.T. Cronin. 2004. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. *Ecology* 85: 2671-2676.

- Beier, P. et R.F. Noss. 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12: 1241-1252.
- Beier, P., D.R. Majka et W.D. Spencer. 2008. Forks in the road : Choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology* 22: 836-851.
- Bélangier, L. et M. Grenier. 1998. Importance et causes de la fragmentation forestière dans les agroécosystèmes du sud du Québec. Série de rapports techniques n° 327, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, 39 p.
- Bélangier, L. et M. Grenier. 2002. Agriculture intensification and forest fragmentation in the St. Lawrence valley, Québec, Canada. *Landscape Ecology* 17: 495–507.
- Bélangier, L. et M. Grenier. 2003. Atlas de conservation des terres humides. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec.
- Bélangier, L., B. Jobin, G. Lacroix et Y. Bédard. 2006. Utilisation par l'avifaune des emprises autoroutières du sud du Québec faisant l'objet d'une gestion écologique de la végétation. Série de rapports techniques n° 388, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, xii + 89 p. et annexes.
- Bélisle, M. et A. Desrochers. 2002. Gap-crossing decisions by forest birds : an empirical basis for parameterizing spatially-explicit, individual-based models. *Landscape Ecology* 17: 219-231.
- Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape : the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- Bentrup, G. 2008. Zones tampons de conservation : lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 115 p. Site internet: <http://nac.unl.edu/bufferguidelines/index.html>
- Brown, C. R. 1997. Purple Martin (*Progne subis*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology; Ithaca, USA.  
Site internet : <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/287>
- Brown, M. et J.J. Dinsmore. 1986. Implications of marsh size and isolation for marsh bird management. *Journal of Wildlife Management* 50: 392-397.
- Calmé, S. 1998. Les patrons de distribution des oiseaux des tourbières du Québec méridional. Thèse de Doctorat. Département des Sciences du bois et de la forêt. Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec. 93 p.
- Chapdelaine, G. et J.-F. Rail. 2004. Plan de conservation des oiseaux aquatiques du Québec. Division des oiseaux migrateurs, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, Québec. 99 p.
- Connexion Montérégie. 2012. Biodiversité, connectivité et services écologiques en Montérégie. Site internet : [www.connexionmonteregie.com/index.html](http://www.connexionmonteregie.com/index.html)

- Corry, R.C. 2004. Characterizing fine-scale patterns of alternative agricultural landscapes with landscape pattern indices. *Landscape Ecology* 20: 591-608.
- CRECQ. 2012. Portrait des milieux humides du Centre-du-Québec. Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec, 135 p.
- Debinski, D.M. 2006. Forest fragmentation and matrix effects : the matrix *does* matter. *Journal of Biogeography* 33: 1791-1792.
- De Smith, M., M. Goodchild et P. Longley. 2011. *Geospatial Analysis - A Comprehensive Guide*, 3rd edition. Site: [www.spatialanalysisonline.com/output/](http://www.spatialanalysisonline.com/output/)
- Desrochers, A. et S.J. Hannon. 1997. Gap crossing decisions by forest songbirds during the post-fledging period. *Conservation Biology* 11: 1204-1210.
- Detenbeck, N., S.M. Galatowitsch, J. Atkinson et H. Ball. 1999. Evaluating perturbations and developing restoration strategies for inland wetlands in the Great Lakes Basin. *Wetlands* 19: 789-829.
- Dettmers, R. 2003. Status and conservation of shrubland birds in the northeast US. *Forest Ecology and Management* 185: 81-93.
- Duchemin, M. et R. Majdoub. 2004. Les bandes végétales filtrantes : de la parcelle au bassin versant. *Vecteur Environnement* 37: 36-50.
- Duchemin, M. et R. Hogue. 2009. Reduction in agricultural non-point source pollution in the first year following establishment of an integrated grass/tree filter strip system in southern Quebec (Canada). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 131: 85-97.
- Duchesne, S. et L. Bélanger. 1997. Fragmentation forestière et corridors verts en paysage agricole : 1. Revue des principales normes de conservation. Série de rapports techniques n° 288, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 68 p.
- Duchesne, S., L. Bélanger et J.-P.L. Savard. 1998. Fragmentation forestière et corridors verts en paysage agricole : 2. Effets de bordure et de discontinuité des boisés. Série de rapports techniques n° 318, Service canadien de la faune, région du Québec, Environnement Canada, Sainte-Foy, 70 p.
- Duchesne, S., L. Bélanger, M. Grenier et F. Hone. 1999. Guide de conservation des corridors forestiers en milieu agricole. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec et Fondation Les oiseleurs du Québec inc., 60 p.
- Environnement Canada. 2004. Quand l'Habitat est-il suffisant? Cadre d'orientation pour la revalorisation de l'habitat dans les secteurs préoccupants des Grands Lacs. Deuxième édition. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région de l'Ontario. Downsview, Ontario. 80 p.
- Environnement Canada. 2007. Oiseaux forestiers sensibles à la superficie de l'habitat en zone urbaine. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région de l'Ontario, Toronto. 62 p.



- Environnement Canada. 2010a. Plan de conservation des oiseaux terrestres du Québec : volume 1, oiseaux des milieux forestiers. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. Rapport préliminaire inédit.
- Environnement Canada. 2010b. Plan de conservation des oiseaux terrestres du Québec : volume 2, oiseaux des milieux agricoles, humides, urbains, arctiques, alpins et des falaises. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. Rapport préliminaire inédit.
- Environnement Canada. 2011. Programme de rétablissement du Petit Blongios (*Ixobrychus exilis*) au Canada [Proposition], Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, v + 37 p.  
Site : [www.registrelep.gc.ca/document/default\\_f.cfm?documentID=1291](http://www.registrelep.gc.ca/document/default_f.cfm?documentID=1291)
- Environnement Canada 2012. Financement.  
Site internet : [www.ec.gc.ca/financement-funding/Default.asp?lang=Fr&n=3A49CF19-1](http://www.ec.gc.ca/financement-funding/Default.asp?lang=Fr&n=3A49CF19-1)
- Fahrig, L. 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* 61: 603-610.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487-515.
- Fairbairn, S.E. et J.J. Dinsmore. 2001. Local and landscape-level influences on wetland bird communities of the Prairie Pothole Region of Iowa, USA. *Wetlands* 21: 41-47.
- Fischer, R.A. 2000. Width of riparian zones for birds. EMRRP Technical Notes Collection (TN EMRRP-SI-09), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- Fondation de la faune du Québec et Union des producteurs agricoles. 2011. Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole. 122 p.
- Forcey, G.M., W.E. Thogmartin, G.M. Linz, W.J. Bleier et P.C. McKann. 2011. Land use and climate influences on waterbirds in the Prairie Potholes. *Journal of Biogeography* 38: 1694-1707.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Fournier, F., B. Audet et S. Paradis. 2010. Bird conservation plan for the Lower Great Lakes/ St. Lawrence Plain Bird Conservation region (BCR 13) in Québec. Draft Report- Unpublished. Canadian Wildlife Service, Environment Canada. Québec, Qc.
- Gagnon, E., et G. Gangbazo. 2007. Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, Québec. 17 p.
- García-Feced, C., S. Saura et R. Elena-Rosselló. 2011. Improving landscape connectivity in forest districts: A two-stage process for prioritizing agricultural patches for reforestation. *Forest Ecology and Management* 261: 154-161.

- Gauthier, J. et Y. Aubry. 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Montréal, xviii + 1295 p.
- Géomont. 2008. Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie. Géomont et Canards Illimités.  
Site : [http://foliogis.ducks.ca/qc/fr/monteregie/reg16\\_rapport\\_avril08.pdf](http://foliogis.ducks.ca/qc/fr/monteregie/reg16_rapport_avril08.pdf)
- Géomont et Environnement Canada. 2008. Évaluation des changements des terres humides entre 1964 et 2006 - Secteur de la Montérégie. Agence géomatique Montérégienne (Géomont) et Environnement Canada, Service canadien de la faune. Rapport de projet. 45 p.
- Gratton, L. 2010. Plan de conservation de la vallée du Saint-Laurent et du lac Champlain, région du Québec. Conservation de la Nature Canada, Montréal, Québec. 150 p.
- Grenier, M., Demers, A.-M., Labrecque, S., Benoit, M., Fournier, R.A., et Drolet, B. 2007. An object-based method to map wetland using RADARSAT-1 and Landsat ETM images : test case on two sites in Québec, Canada. *Canadian Journal of Remote Sensing*, vol. 33, suppl. 1, pp. S28-S45.
- Gustafson, E.J. 1998. Quantifying landscape spatial pattern : what is the state of the art? *Ecosystems* 1: 143-156.
- Hamer, T.L., C.H. Flather et B.R. Noon. 2006. Factors associated with grassland bird species richness : the relative roles of grassland area, landscape structure, and prey. *Landscape Ecology* 21: 569-583.
- Hargis, C.D., J.A. Bissonette et J.L. David. 1998. The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation. *Landscape Ecology* 13: 167-186.
- Hodges Jr., M.F. et D.G. Krementz. 1996. Neotropical migratory breeding bird communities in riparian forests of different widths along the Altamaha River, Georgia. *Wilson Bulletin* 108: 496-506.
- Holzmueller, E.J., M.D. Gaskins et J.C. Mangun. 2011. A GIS approach to prioritizing habitat for restoration using neotropical migrant songbird criteria. *Environmental Management* 48: 150-157.
- Huber, P.R., J.H. Thorne, N.E. Roth et M.M. McCoy. 2011. Assessing, ecological condition, vulnerability, and restorability of a conservation network under alternative urban growth policies. *Natural Areas Journal* 31: 234-245.
- ICOAN International. 2012. Contexte, vision, stratégie : Déclaration d'intention de l'ICOAN. Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord.  
Site internet : [www.nabci.net/International/Francais/background.html](http://www.nabci.net/International/Francais/background.html)
- Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord. 2012. État des populations d'oiseaux au Canada, 2012. Environnement Canada, Ottawa, Ontario. 36 p.

- Institut de la statistique du Québec. 2010. Répertoire des établissements miniers du Québec – Liste des établissements producteurs pour certaines régions et substances. 39 p. Peut aussi être consulté en ligne au : <http://diff1.stat.gouv.qc.ca/rem/classes/accueil>
- Jaeger, J.A.G. 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15: 115-130.
- Jean, M. et G. Létourneau. 2011. Changements dans les milieux humides du fleuve Saint-Laurent de 1970 à 2002. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, Rapport technique n° 511. Montréal, Québec. 302 p.
- Jobin, B. et G. Falardeau. 2010. Habitat Associations of Grasshopper Sparrows in Southern Québec. *Northeastern Naturalist* 17: 135–146.
- Jobin, B., M. Grenier et P. Laporte. 2001. Disponibilité de l'habitat de nidification préférentiel de la Pie-grièche migratrice au Québec. Série de rapports techniques n° 377, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy. xii + 65 p. + 2 annexes.
- Jobin, B., C. Latendresse, C. Maisonneuve, A. Sebbane et M. Grenier. 2007. Changements de l'occupation du sol dans le sud du Québec pour la période 1993-2001. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, Québec. 112 p. + annexes.
- Jobin B., R. Langevin, M. Allard, S. Labrecque, D. Dauphin, M. Benoit et P. Aquin. 2013. Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre – Rapport méthodologique. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec. Rapport non publié. 196 p. et annexes.
- Kampf, H. et F. Stavast. 2005. Committee of experts for the development of the Pan-European ecological network: report on the implementation of the Pan-European ecological network. The Netherlands. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality: Ede, NL. Site: [http://www.minlnv.nl/txmpub/files/?p\\_file\\_id=14151](http://www.minlnv.nl/txmpub/files/?p_file_id=14151)
- Keller, C.M.E., C.S. Robbins et J.S. Hatfield. 1993. Avian communities in riparian forests of different widths in Maryland and Delaware. *Wetlands* 13: 137-144.
- Langevin, R. 1997. Guide de conservation des boisés en milieu agricole. Service canadien de la faune, Environnement Canada, Sainte-Foy. 77 p.
- Langevin, R. et L. Bélanger. 1994. Conservation des îlots boisés en paysage agricole. I.- Revue de littérature et synthèse des connaissances sur leur utilisation par l'avifaune. Série de rapports techniques n° 221. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 87 p.
- Langevin, R. et L. Bélanger. 1995. Conservation des îlots boisés en paysage agricole. II.- Choix des critères et grille d'évaluation à des fins de conservation : Série de rapports techniques n° 224. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 44 p.

- Latendresse, C., B. Jobin, A. Baril, C. Maisonneuve, C. Boutin et D. Côté. 2008. Dynamique spatio-temporelle des habitats fauniques dans l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, 1950-1997. Série de rapports techniques n° 494, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 83 p. + annexes.
- Lee, K.H., T.M. Isenhardt et R.C. Schultz. 2003. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. *Journal of Soil and Water Conservation* 58: 1-8.
- Leitão, A.B. et J. Ahern. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 59: 65-93.
- Lepage, C., D. Bordage, D. Dauphin, F. Bolduc et B. Audet. 2010. Plan de conservation de la sauvagine du Québec - 2010. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. Rapport préliminaire inédit.
- Longtin, B. 1996. Options de conservation : Guide du propriétaire. Centre québécois du droit de l'environnement. Montréal, Québec. 100 p.
- Lovell, S.T. et W.C. Sullivan. 2006. Environmental benefits of conservation buffers in the United States : evidence, promise, and open questions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 249-260.
- Maheu-Giroux M., S. de Blois et B. Jobin. 2006. Dynamique des paysages de quatre Réserves nationales de faune du Québec : Suivi des habitats et des pressions périphériques. Université McGill, Département de sciences végétales et Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec. 67 p. + annexes.
- Maheu-Giroux, M. et J. Belvisi. 2007. Volet biodiversité de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales - Projet pilote de la portion québécoise de l'écorégion des basses-terres du Saint-Laurent - Phase 1. Série technique de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales rapport n° 3-16. 243 p.
- Majka, D., P. Beier et J. Jenness. 2007. CorridorDesigner ArcGIS Toolbox Tutorial, Environmental Research, Development and Education for the New Economy (ERDENE) initiative from Northern Arizona University, 25 p.
- Mason, J., C. Moorman, G. Hess et K. Sinclair. 2007. Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds. *Landscape and Urban Planning* 80: 153-164.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel et E. Ene. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.  
Site: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)
- McGarigal, K., B.W. Compton, S.D. Jackson, K. Rolih et E. Ene. 2005. Conservation Assessment and Prioritization System (CAPS) Highlands Communities Initiative, PHASE 1. Final Report. 22 p. Site: [www.umass.edu/landeco/research/caps/caps.html](http://www.umass.edu/landeco/research/caps/caps.html)

- McPherson, M., C. Nielsen et K. Proudlock. 2009. Élaboration de normes de niveau 1 (normes généralisées fondées sur l'habitat) pour les écozones des régions agricoles du Canada. Rapport de synthèse n° 3 de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales. Environnement Canada. Gatineau, Québec. 152 p.
- Ménard, S., M. Darveau, L. Imbeau et L. V. Lemelin. 2006. Méthode de classification des milieux humides du Québec boréal à partir de la carte écoforestière du 3<sup>e</sup> inventaire décennal. Québec, Canards Illimités Canada.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAAO). 2004. Les pratiques de gestion optimales: Bandes tampons. Ontario Cattlemen's Association, Canada, Agriculture and Agri-Food Canada, Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 141 p.
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). 2012a. Registre foncier du Québec. Site: [www.registrefoncier.gouv.qc.ca/Sirf/](http://www.registrefoncier.gouv.qc.ca/Sirf/)
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). 2012b. Système d'information géoscientifique pétrolier et gazier. Cartes des permis. Site : <http://sigpeg.mrnf.gouv.qc.ca/gpg/classes/CarteLocalisationPermis/>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 2002. Aires protégées. Site: [www.mddefp.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/index.htm](http://www.mddefp.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/index.htm)
- Minor, E. et D. Urban. 2010. Forest bird communities across a gradient of urban development. *Urban Ecosystems* 13: 51–71.
- Municonsult. 2002. Réserve de la biosphère du lac Saint-Pierre, Habitats, ressources fauniques et exploitation, 33 p.
- Nature-Action. 2009. Plan de conservation et de mise en valeur des boisés de la municipalité régionale de comté de Pierre-De Saurel. Pour la MRC de Pierre-De Saurel. Rapport final. 39 p.
- Nature-Action. 2012. Nature-Action Québec. Les milieux naturels. Site internet : [www.nature-action.qc.ca/site/realisations/milieux-naturels](http://www.nature-action.qc.ca/site/realisations/milieux-naturels)
- Naugle, D.E., R.R. Johnson, M.E. Estey et K.F. Higgins. 2000. A landscape approach to conserving wetland bird habitat in the prairie pothole region of eastern South Dakota. *Wetlands* 20 : 588-604.
- Neave, E., D. Baldwin et C. Nielsen. 2009. Normes de niveaux 2 et 3 – Élaboration de normes fondées sur l'habitat propre au paysage à partir de multiples sources d'information. Rapport de synthèse n° 4 de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales. Environnement Canada. Gatineau, Québec. 155 p.
- Oliver, A.J., C. Hong-Wa, J. Devonshire, K.R. Olea, G.F. Rivas et M.K. Gahl. 2011. Avifauna richness enhanced in large, isolated urban parks. *Landscape and Urban Planning* 102: 215-225.

- Poirier, I. 2010. La canneberge au Québec et dans le Centre-du-Québec : Un modèle de développement durable, à la conquête de nouveaux marchés. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction régionale du Centre-du-Québec, Victoriaville, Québec. 35 p.
- Poulin, M., M. Bélisle et M. Cabeza. 2006. Within-site habitat configuration in reserve design: A case study with a peatland bird. *Biological Conservation* 128: 55-66.
- Qiu, Z. 2010. Prioritizing agricultural lands for conservation buffer placement using multiple criteria. *Journal of the American Water Resources Association* 46: 944-956.
- Queste, C., 2011. Les milieux humides dans le sud du Québec : entre destruction et protection. Analyse critique et élaboration d'une stratégie de conservation. Rapport de stage présenté à Nature Québec, à l'Université du Littoral Côte d'Opale, et à l'Université des Sciences et Technologies de Lille 1, Nature Québec, Québec, 44 p.
- Rail, J.-F., M. Darveau, A. Desrochers et J. Huot. 1997. Territorial responses of boreal forest birds to habitat gaps. *Condor* 99: 976-980.
- Renfrew, R.B. et C.C. Ribic. 2008. Multi-scale models of grassland passerine abundance in a fragmented system in Wisconsin. *Landscape Ecology* 23: 181-193.
- Renfrew, R.B., C.A. Ribic et J.L. Nack. 2005. Edge avoidance by nesting grassland birds : a futile strategy in a fragmented landscape. *Auk* 122: 618-636.
- Richard, G., D. Côté, M. Mingelbier, B. Jobin, J. Morin et P. Brodeur. 2011. Utilisation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) durant les périodes 1950, 1964 et 1997 : interprétation de photos aériennes, numérisation et préparation d'une base de données géoréférencées. Rapport technique préparé pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Environnement Canada. 42 p.
- Riffell, S. K., B. E. Keas et T. M. Burton. 2003. Birds in North American Great Lakes coastal wet meadows : is landscape context important? *Landscape Ecology* 18: 95-111.
- ROBVQ. 2012. Recherche de financement : Document d'orientation à l'intention des OBV. Regroupement des organismes de bassins versants du Québec. 28 p.
- Rompré, G., Y. Boucher, L. Bélanger, S. Côté et D. Robinson. 2010. Conservation de la biodiversité dans les paysages forestiers aménagés : utilisation des seuils critiques d'habitat. *The Forestry Chronicle* 86: 572-579.
- Roy, L. 2002. Les impacts environnementaux de l'agriculture sur le Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien* 126: 67-77.
- Saunders, D.A., R.J. Hobbs et C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32.
- Savoie, C. 2002. Le phénomène de déboisement : Évaluation par télédétection entre le début des années 1990 et 1999-2000. Région Le Centre-du-Québec. Direction de l'environnement et du développement durable, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 24 p.

- Schlossberg, S. et D.I. King. 2008. Are shrubland birds edge specialists? *Ecological Applications* 18: 1325-1330.
- Schwenk, W.S. et T.M. Donovan. 2011. A multispecies framework for landscape conservation planning. *Conservation Biology* 25: 1010-1021.
- Shanahan, D.F., C. Miller, H.P. Possingham et R.A. Fuller. 2011. The influence of patch area and connectivity on avian communities in urban revegetation. *Biological Conservation* 144: 722-729.
- Shao, G., D. Liu et G. Zhao. 2001. Relationships of image classification accuracy and variation of landscape statistics. *Canadian Journal of Remote Sensing* 27: 33-43.
- Spackman, S.C. et J.W. Hughes. 1995. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA. *Biological Conservation* 71: 325-332.
- Stauffer, D.F. et L.B. Best. 1980. Habitat selection by birds of riparian communities : evaluating effects of habitat alterations. *Journal of Wildlife Management* 44: 1-15.
- Steedman, R.J. 1987. Comparative analysis of stream degradation and rehabilitation in the Toronto area. Ph.D. Thesis, University of Toronto. 172 p.
- Stephens, S.E., D.N. Koons, J.J. Rotella et D.W. Willey. 2003. Effects of habitat fragmentation on avian nesting success: a review of the evidence at multiple spatial scales. *Biological Conservation* 115 : 101–110.
- Tate, D.P. 1998. Assessment of the biological integrity of forest bird communities - a Draft Methodology and Field Test in the Severn Sound Area of Concern. Severn Sound RAP Technical Report. Canadian Wildlife Service, Ontario Region.
- Thompson, B.A. 2011. Planning for implementation: Landscape-level restoration planning in an agricultural setting. *Restoration Ecology* 19: 5-13.
- Tozer, D.C., E. Nol et K.F. Abraham. 2010. Effects of local and landscape-scale habitat variables on abundance and reproductive success of wetland birds. *Wetlands Ecology and Management* 18: 679-693.
- Trani, M.K. et R.H. Giles Jr. 1999. An analysis of deforestation : metrics used to describe pattern change. *Forest Ecology and Management* 114: 459-470.
- Turner, M.G., R.H. Gardner et R.V. O'Neill. 2001. *Landscape ecology in theory and practice : pattern and process*. Springer, New York. 404 p.
- Uezu, A. et J.P. Metzger. 2011. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. *Biodiversity and Conservation* 20: 3627-3643.
- Université de Montréal. 2012. Chaire en paysage et environnement.  
Site internet : [www.paysage.umontreal.ca/](http://www.paysage.umontreal.ca/)

- Van der Sluis, T., M. Bloemmen et I.M. Bouwma. 2004. European corridors : Strategies for corridor development for target species. ECNC, Tilburg, the Netherlands & Alterra. The Netherlands. 32 p.
- Veech, J.A. 2006. A comparison of landscapes occupied by increasing and decreasing populations of grassland birds. *Conservation Biology* 20: 1422-1432.
- Villard, M.A., M.K. Trzcinski et G. Merriam. 1999. Fragmentation effects on forest birds: Relative influence of woodland cover configuration on landscape occupancy. *Conservation Biology* 13: 774-783.
- Watling, J.I., A.J. Nowakowski, M.A. Donnelly et J.L. Orrock. 2011. Meta-analysis reveals the importance of matrix composition for animals in fragmented habitat. *Global Ecology and Biogeography* 20: 209-217.