

Annexe – Modélisation de la connectivité de l’habitat terrestre dans les basses-terres du Saint-Laurent selon différents scénarios de changements climatiques et d’occupation des sols

13 octobre 2021

Bronwyn Rayfield¹, Guillaume Larocque^{2,3}, Kyle T. Martins⁴, Valentin Lucet², Colin Daniel¹, et
Andrew Gonzalez^{2,3,4}

¹ Apex Resource Management Solutions Ltd.

² Département de Biologie, Université McGill

³ Centre de la science de la biodiversité du Québec

⁴ Habitat

Table des matières

Section 1. Tableaux et figures de données supplémentaires	2
Section 2. Description du scénario de conservation.....	13
Section 3. Analyses de connectivité supplémentaires.....	14
Références	15

Liste des tableaux

Tableau A1 Liste des données SIG utilisées dans nos analyses de la Phase 3 du projet.	2
Tableau A2 Correspondance entre les classes d’occupation des sols	3
Tableau A3 Valeurs de qualité des habitats pour les cinq espèces-cibles.....	4
Tableau A4 Classes de résistance et types d’occupation des sols pour les cinq espèces-cibles.	7

Liste des figures

Figure A1 Classe d'occupation des sols de chaque pixel au début de la simulation en 2010	10
Figure A2 Municipalités régionales de comté dans les basses-terres du Saint-Laurent.	11
Figure A3 Aires protégées et sites d'intérêt pour la conservation	12

Section 1. Tableaux et figures de données supplémentaires

Tableau A1 Liste des données SIG utilisées dans nos analyses de la Phase 3 du projet. La base de données utilisée est indiquée entre parenthèses lorsqu'elle diffère du titre des données. Les abréviations sont les suivantes : MELCC - Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques; MERN - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; AAC - Agriculture et Agroalimentaire Canada; MFFP - Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs; RMN - Réseau de milieux naturels protégés.

Type	Titre (Base de données)	Format	Date du contenu	Date de publication	Publié par	Source	Date d'accès
Unités administratives	Municipalité régionale de comté (Découpages administratifs)	Shapefile 1:20 000	2018	2018	MERN	*/decoupages-administratifs	2021-04-03
Unités écologiques	Cadre écologique de référence du Québec	Shapefile	2018	2018	MELCC	*/cadre-ecologique-de-reference	2021-04-03
Occupation des sols	Land Use 1990, 2000 & 2010	30 m ²	1990-2010	2015	AAC	https://open.canada.ca/data/en/dataset/18e3ef1a-497c-40c6-8326-aac1a34a0dec	2021-04-03
Dynamique forestière	LANDIS-II forest landscape simulation model of commercial forest in Quebec	250 m ²	2020 - 2150	2021	Boulanger & Puigdevall (2021)**	Demande de données	
Routes	AQreseau (Base de données topographiques du Québec)	Shapefile 1:20 000	2018	2018	MERN	*/adresses-quebec	2021-04-03
Qualité des habitats	Âge des forêts (SIEF 4e inventaire)	Shapefile	2001-2018	2018	MFFP	*/carte-ecoforestiere-avec-perturbations	2021-04-03
	Densité des forêts (SIEF 4e inventaire)	Shapefile	2001-2018	2018	MFFP	*/carte-ecoforestiere-avec-perturbations	2021-04-03
Aires protégées	Répertoire des milieux naturels protégés en terres privées	Shapefile	Actuelle	2021	RMN	Demande de données	
	Registre des aires protégées au Québec	Shapefile	Actuelle	2021	MELCC	*/aires-protegees-au-quebec	2021-04-03

* Disponibilité des données : Partenariat Données Québec - <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset>

** Boulanger, Y. and Puigdevall, J.P., 2021. Boreal forests will be more severely affected by projected anthropogenic climate forcing than mixed wood and northern hardwood forests in eastern Canada. Landscape Ecology, pp.1-16.

Tableau A2 Correspondance entre les classes d'occupation des sols de l'analyse actuelle, la Phase II du projet (Rayfield et al. 2019) et les données de l'AAC (2015).

Analyse actuelle - Classe d'occupation des sols	Phase II - Classe d'occupation des sols	Définition	AAC (2015) - Classe d'occupation des sols	Définition
Agriculture	Agriculture, Éléments linéaires agricoles, Jachère, Éléments linéaires en jachère	Cultures annuelles, pérennes, spécialisées et non identifiées	Terres cultivées, prairies aménagées	Annuelles et pérennes
Forêt	Résineux, Feuillus, mixte	Forêts de tous types de composition	Forêts, Arbres	Aires boisées >1 ha, Aires boisées <1 ha
Route	Routes majeures Routes mineures	Routes majeures et mineures	Routes	Primaires, secondaires et tertiaires
Eaux libres	Eaux libres	Milieux lentiques ou lotiques, eaux profondes ou peu profondes	Eaux	Naturelles ou anthropiques
Urbain	Urbain, Construit, Zones perturbées 1, Zones perturbées 2	Zones aménagées, aéroports, carrières de gravier ou de sable, sols exposés, pépinières, plantations	Lieux habités, Autres terres	Construits et urbains
Milieu humide ouvert	Milieu humide ouvert	Tourbières, marais, prairies humides	Terres humides Terres humides arbustifs Terres humides herbacés	Milieux humides indifférenciés, milieux humides avec couvert arbustif
Milieu humide forestier	Milieu humide boisé	Marécages	Milieux humides boisés Milieux humides en forêt	Milieux humides avec arbre ou forêt

Tableau A3 Valeurs de qualité des habitats pour les cinq espèces-cibles. Les cellules du tableau sont colorées selon un seuil de qualité de l'habitat de 60. Une valeur égale ou supérieure à 60 est considérée comme habitat convenable (vert). Toute autre valeur est considérée comme non-habitat (blanc).

Espèces	Classe d'état	Valeur
Grande musaraigne	Agriculture : Tout	44
Grande musaraigne	Eau : Tout	10
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse jeune	16
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse intermédiaire	32
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse vieille	40
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue jeune	40
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue intermédiaire	80
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue vieille	100
Grande musaraigne	Forêt : Mixte jeune	36
Grande musaraigne	Forêt : Mixte intermédiaire	72
Grande musaraigne	Forêt : Mixte vieille	90
Grande musaraigne	Milieu humide : Forestier	50
Grande musaraigne	Milieu humide : Ouvert	50
Grande musaraigne	Route : Tout	0
Grande musaraigne	Zone urbaine : Tout	15
Grenouille des bois	Agriculture : Tout	40
Grenouille des bois	Eau : Tout	40
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse jeune	100
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse intermédiaire	100
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse vieille	100
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue jeune	100
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue intermédiaire	100
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue vieille	100
Grenouille des bois	Forêt : Mixte jeune	100

Espèces	Classe d'état	Valeur
Grenouille des bois	Forêt : Mixte intermédiaire	100
Grenouille des bois	Forêt : Mixte vieille	100
Grenouille des bois	Milieu humide : Forestier	100
Grenouille des bois	Milieu humide : Ouvert	90
Grenouille des bois	Route : Tout	0
Grenouille des bois	Zone urbaine : Tout	15
Martre d'Amérique	Agriculture : Tout	44
Martre d'Amérique	Eau : Tout	5
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse jeune	50
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse intermédiaire	100
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse vieille	100
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue jeune	18
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue intermédiaire	35
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue vieille	35
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte jeune	50
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte intermédiaire	100
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte vieille	100
Martre d'Amérique	Milieu humide : Forestier	44
Martre d'Amérique	Milieu humide : Ouvert	44
Martre d'Amérique	Route : Tout	0
Martre d'Amérique	Zone urbaine : Tout	10
Ours noir	Agriculture : Tout	50
Ours noir	Eau : Tout	50
Ours noir	Forêt : Résineuse jeune	60
Ours noir	Forêt : Résineuse intermédiaire	60
Ours noir	Forêt : Résineuse vieille	60
Ours noir	Forêt : Feuillue jeune	100

Espèces	Classe d'état	Valeur
Ours noir	Forêt : Feuillue intermédiaire	100
Ours noir	Forêt : Feuillue vieille	100
Ours noir	Forêt : Mixte jeune	80
Ours noir	Forêt : Mixte intermédiaire	80
Ours noir	Forêt : Mixte vieille	80
Ours noir	Milieu humide : Forestier	70
Ours noir	Milieu humide : Ouvert	70
Ours noir	Route : Tout	0
Ours noir	Zone urbaine : Tout	0
Salamandre rayée	Agriculture : Tout	44
Salamandre rayée	Eau : Tout	10
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse jeune	40
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse intermédiaire	40
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse vieille	40
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue jeune	100
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue intermédiaire	100
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue vieille	100
Salamandre rayée	Forêt : Mixte jeune	90
Salamandre rayée	Forêt : Mixte intermédiaire	90
Salamandre rayée	Forêt : Mixte vieille	90
Salamandre rayée	Milieu humide : Forestier	44
Salamandre rayée	Milieu humide : Ouvert	44
Salamandre rayée	Route : Tout	0
Salamandre rayée	Zone urbaine : Tout	15

Tableau A4 Classes de résistance et types d'occupation des sols pour les cinq espèces-cibles. Les scores sont attribués selon une échelle de valeurs qui double à chaque incrémentation de la qualité de l'habitat (c.-à-d. 1, 2, 4, 8, 16, 32). Les nuances de gris indiquent des niveaux de résistance de faibles (blanc) à forts (gris foncé).

Espèces	Classe d'état	Valeur
Grande musaraigne	Agriculture : Tout	8
Grande musaraigne	Eau : Tout	16
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse jeune	2
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse intermédiaire	2
Grande musaraigne	Forêt : Résineuse vieille	2
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue jeune	2
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue intermédiaire	2
Grande musaraigne	Forêt : Feuillue vieille	2
Grande musaraigne	Forêt : Mixte jeune	2
Grande musaraigne	Forêt : Mixte intermédiaire	2
Grande musaraigne	Forêt : Mixte vieille	2
Grande musaraigne	Milieu humide : Forestier	8
Grande musaraigne	Milieu humide : Ouvert	8
Grande musaraigne	Route : Tout	32
Grande musaraigne	Zone urbaine : Tout	32
Grenouille des bois	Agriculture : Tout	8
Grenouille des bois	Eau : Tout	8
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse jeune	2
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse intermédiaire	2
Grenouille des bois	Forêt : Résineuse vieille	2
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue jeune	2
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue intermédiaire	2
Grenouille des bois	Forêt : Feuillue vieille	2
Grenouille des bois	Forêt : Mixte jeune	2

Espèces	Classe d'état	Valeur
Grenouille des bois	Forêt : Mixte intermédiaire	2
Grenouille des bois	Forêt : Mixte vieille	2
Grenouille des bois	Milieu humide : Forestier	2
Grenouille des bois	Milieu humide : Ouvert	2
Grenouille des bois	Route : Tout	32
Grenouille des bois	Zone urbaine : Tout	32
Martre d'Amérique	Agriculture : Tout	16
Martre d'Amérique	Eau : Tout	16
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse jeune	2
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse intermédiaire	2
Martre d'Amérique	Forêt : Résineuse vieille	2
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue jeune	4
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue intermédiaire	4
Martre d'Amérique	Forêt : Feuillue vieille	4
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte jeune	4
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte intermédiaire	4
Martre d'Amérique	Forêt : Mixte vieille	4
Martre d'Amérique	Milieu humide : Forestier	8
Martre d'Amérique	Milieu humide : Ouvert	8
Martre d'Amérique	Route : Tout	32
Martre d'Amérique	Zone urbaine : Tout	32
Ours noir	Agriculture : Tout	16
Ours noir	Eau : Tout	16
Ours noir	Forêt : Résineuse jeune	4
Ours noir	Forêt : Résineuse intermédiaire	4
Ours noir	Forêt : Résineuse vieille	4
Ours noir	Forêt : Feuillue jeune	4

Espèces	Classe d'état	Valeur
Ours noir	Forêt : Feuillue intermédiaire	4
Ours noir	Forêt : Feuillue vieille	4
Ours noir	Forêt : Mixte jeune	4
Ours noir	Forêt : Mixte intermédiaire	4
Ours noir	Forêt : Mixte vieille	4
Ours noir	Milieu humide : Forestier	2
Ours noir	Milieu humide : Ouvert	2
Ours noir	Route : Tout	32
Ours noir	Zone urbaine : Tout	32
Salamandre rayée	Agriculture : Tout	8
Salamandre rayée	Eau : Tout	32
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse jeune	2
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse intermédiaire	2
Salamandre rayée	Forêt : Résineuse vieille	2
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue jeune	2
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue intermédiaire	2
Salamandre rayée	Forêt : Feuillue vieille	2
Salamandre rayée	Forêt : Mixte jeune	2
Salamandre rayée	Forêt : Mixte intermédiaire	2
Salamandre rayée	Forêt : Mixte vieille	2
Salamandre rayée	Milieu humide : Forestier	8
Salamandre rayée	Milieu humide : Ouvert	8
Salamandre rayée	Route : Tout	32
Salamandre rayée	Zone urbaine : Tout	32

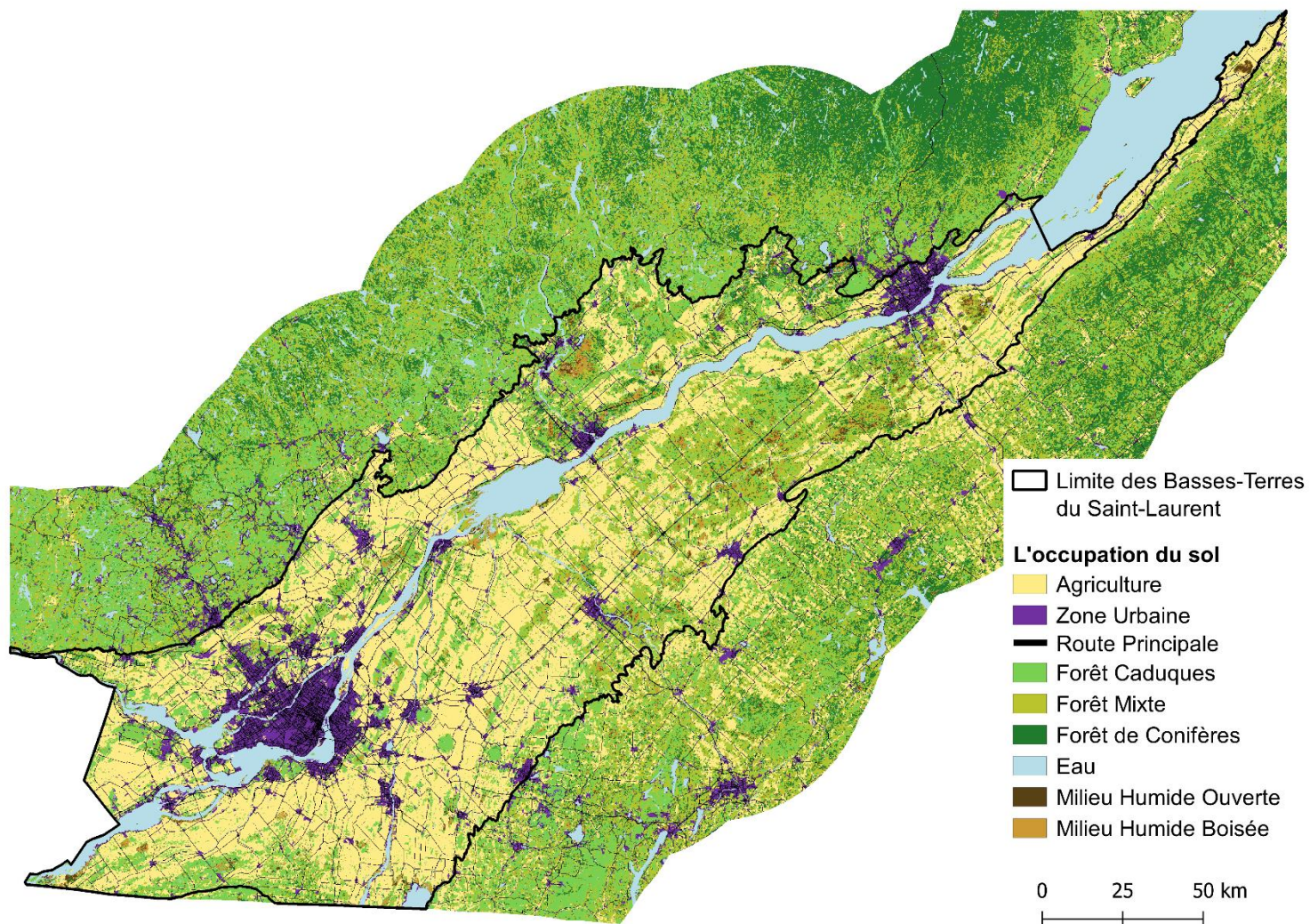


Figure A1 Classe d'occupation des sols de chaque pixel au début de la simulation en 2010 (pour toutes les réalisations) dans les basses-terres du Saint-Laurent et la zone tampon d'analyse.

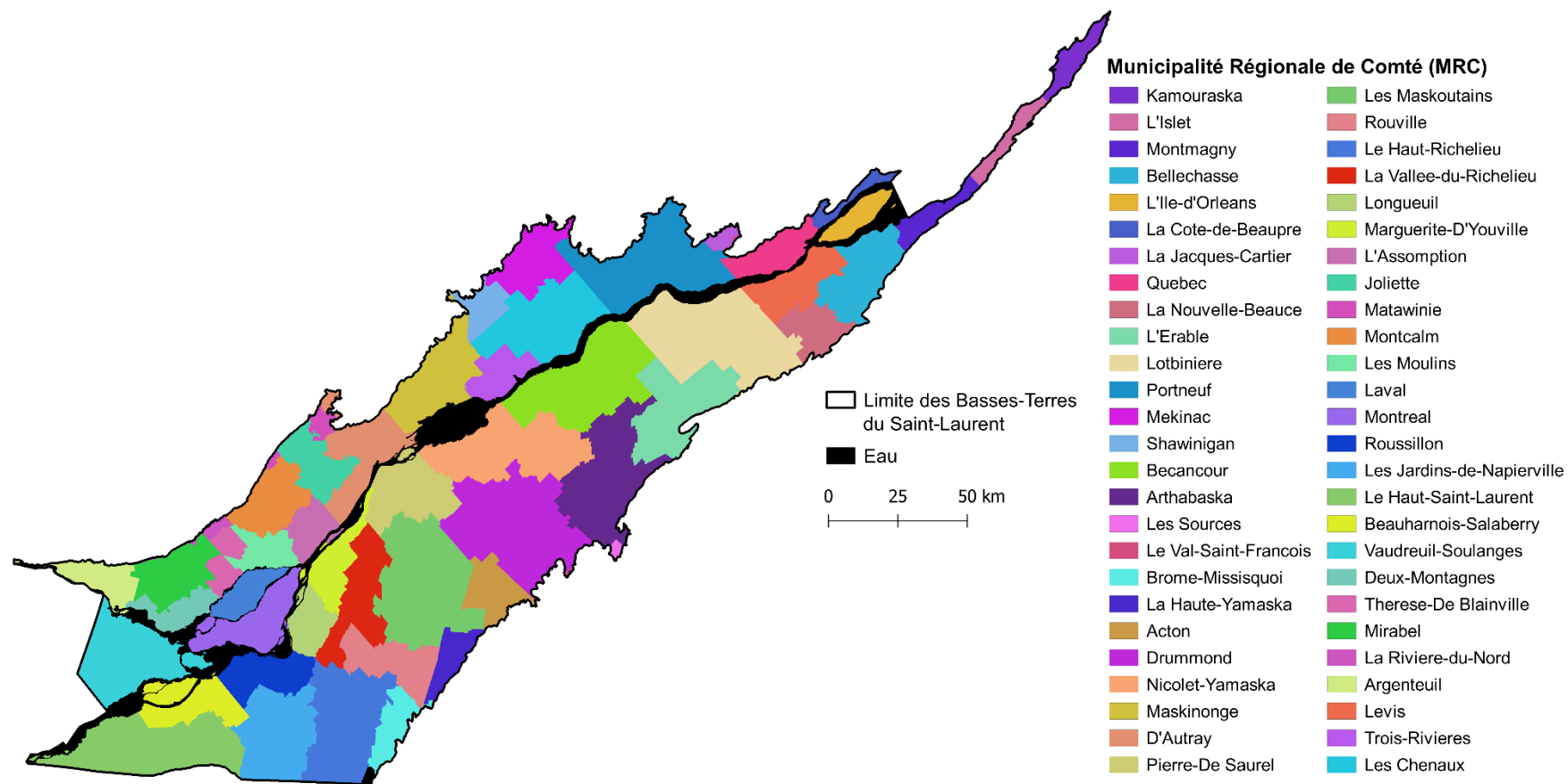


Figure A2 Municipalités régionales de comté dans les basses-terres du Saint-Laurent.

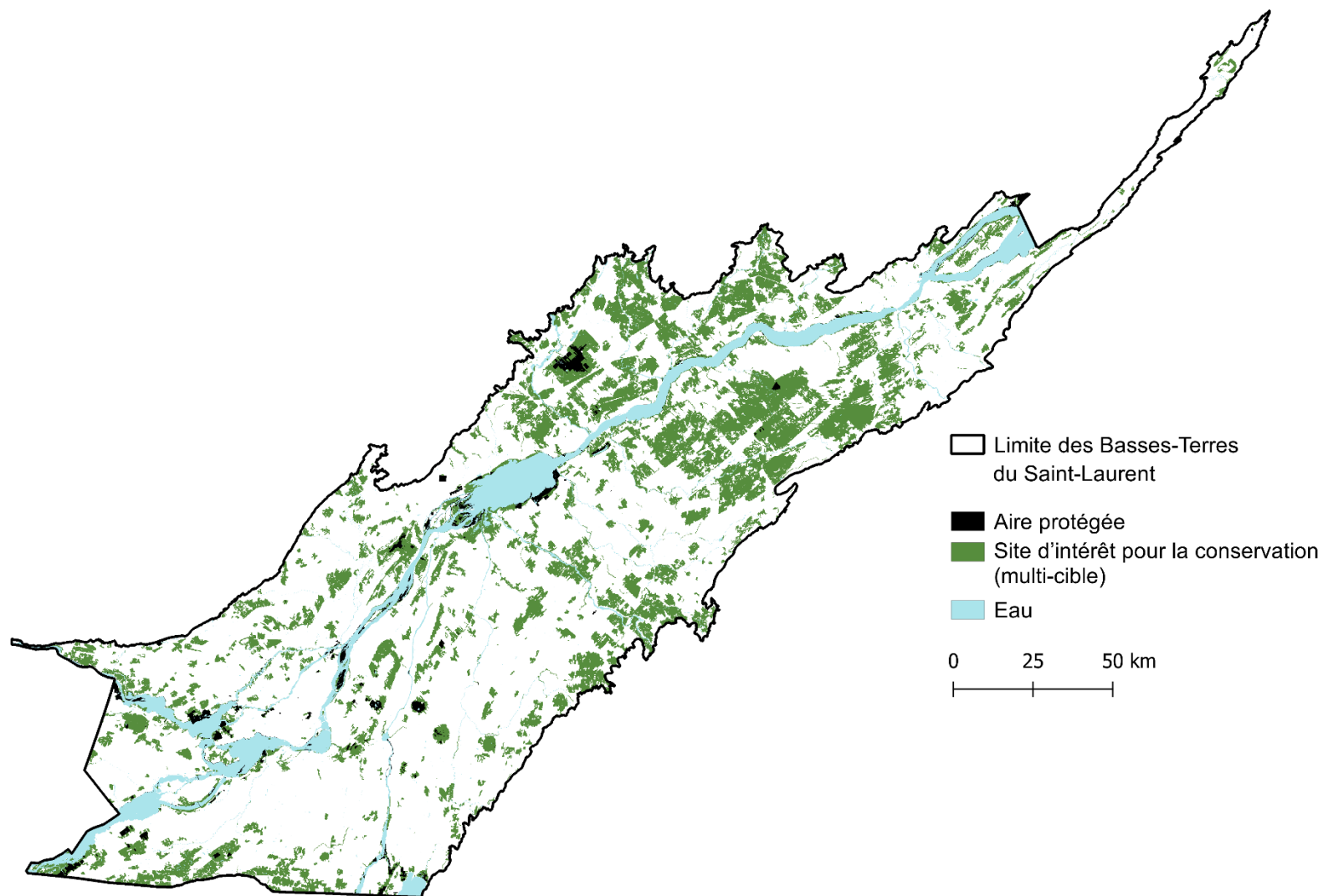


Figure A3 Aires protégées et sites d'intérêt pour la conservation dans les basses-terres du Saint-Laurent.

Section 2. Description du scénario de conservation

Nous avons élaboré un scénario de conservation pour illustrer l'impact de la modification des paramètres du modèle sur les résultats de la connectivité lors de la simulation des changements climatiques et d'occupation des sols. Dans ce scénario, nous avons examiné l'effet de la protection des zones naturelles d'intérêt tel que recommandé par l'Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les Basses-Terres du Saint-Laurent de Jobin et al. (2019 ; figure A3). Issues du Plan d'action Saint-Laurent, l'Atlas identifie les zones naturelles et semi-naturelles de grande importance pour la conservation. Il vise à conserver une représentativité de 20 % des principaux types de végétation (ex. milieux humides, forêts, habitats ouverts, zones riveraines) dans les basses-terres, y compris celles classées comme écosystèmes forestiers exceptionnels ou utilisées par les espèces en péril. Dans ce scénario, les forêts et les milieux humides localisés dans les zones d'intérêt identifiées par Jobin et al. (2019) ne pouvaient pas être perdus à cause de l'urbanisation ou de l'intensification agricole au cours de la série chronologique de 100 ans, autrement dit nous avons contraint les pixels ainsi désignés à conserver la même occupation des sols. Nous l'avons fait en imposant un multiplicateur spatial dans ST-Sim désignant les zones à protéger. Au total, 26 % des basses-terres du Saint-Laurent ont été classées protégées dans ce scénario. Cela comprenait les zones prioritaires de l'Atlas (24 % du paysage) et les zones actuellement protégées (5 % du paysage), en tenant compte d'un certain chevauchement entre les deux couches. Lors de l'identification des zones à protéger à l'aide des données de Jobin et al. (2019), nous nous sommes concentrés sur les sites désignés comme « multi-cibles », c'est-à-dire ceux qui satisfont à plus d'un objectif de conservation pour les habitats aquatiques ou terrestres. Les résultats de connectivité du paysage pour le scénario de conservation sont inclus dans le répertoire de matériel supplémentaire du rapport, incluant un tableau résumant les codes utilisés pour désigner les scénarios de conservation (ex. CON_NC, CON_45, CON_85).

Section 3. Analyses de connectivité supplémentaires

Cette section a été retirée à la demande du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, les données géolocalisées seront diffusées séparément et accompagnées d'un guide de l'utilisateur.

Références

- Jobin, B., Gratton, L., Côté, M.J., Pfister, O., Lachance, D., Mingelbier, M., et al. (2019). Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les Basses-terres du Saint-Laurent - Rapport méthodologique version 2, incluant la région de l'Outaouais. Environnement et Changement climatique Canada, Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Plan d'action Saint-Laurent, Québec, QC, 170 p.
- Rayfield, B., Larocque, G., Daniel, C., Gonzalez, A. 2019. Une priorisation pour la conservation des milieux naturels des Basses-Terres du Saint-Laurent en fonction de leur importance pour la connectivité. Centre de la science de la biodiversité du Québec (CSBQ), Montréal, QC. 36p.