



INVENTAIRE ET ÉVALUATION DES MILIEUX HUMIDES DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DU LOUP, SECTEUR LAURENTIEN -2011-

Mai 2012



Photos page couverture :

Photo de gauche, étang entouré d'un marécage arbustif dans le bassin de la rivière du Loup.

Photo de droite, tourbière minérotrophe (*fen*) dans le bassin de la rivière du Loup.

Photos prises en 2011 © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹

Géomatique

Thomas Rousseau-Beaumier, géographe, *M.Sc.*¹

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹

Myriam Vallée, technicienne en écologie¹

Pierre-Marc Constantin, biologiste, *B.Sc.*¹

Révision

Nathalie Sarault, directrice, *B.Sc.*²

¹ Consultant : *Boissonneault, Sciences, eaux et environnement*, www.boissonneault.ca

² Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a contribué financière à la réalisation de cette étude.



CETTE ÉTUDE A ÉTÉ RÉALISÉE POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU LOUP ET DES YAMACHICHE (OBVRLY)



Pour nous joindre

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

143, rue Notre-Dame
Yamachiche, Québec
G0X 3L0

Tél. : (819) 296-2330

Fax : (819) 296-2331

Adresse de courrier électronique : info@obvrly.ca

Adresse Web : www.obvrly.ca

Référence à citer

BOISSONNEAULT, Y. et T. ROUSSEAU-BEAUMIER, 2012. *Inventaire et évaluation des milieux humides du bassin versant de la rivière du Loup, secteur laurentien - 2011*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 33 pages et 2 annexes.

© OBVRLY, 2012

Ce document est disponible sur le site Web de l'Organisme.

Autorisation de reproduction

La reproduction de ce document, en partie ou en totalité, est autorisée à la condition que la source et les auteurs soient mentionnés comme indiqué dans **Référence à citer**.



Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

Qu'est-ce qu'un bassin versant?

Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltré pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



Source : MDDEP

Qu'est-ce que l'OBVRLY?

L'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) est une table de concertation où siègent tous les acteurs et usagers de l'eau qui œuvrent à l'intérieur de mêmes bassins versants. L'OBVRLY n'est pas un groupe environnemental, mais plutôt un organisme de planification et de coordination des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). C'est donc par la documentation de l'état de la situation sur son territoire d'intervention que l'organisme peut recommander des solutions aux acteurs et usagers afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes associés.

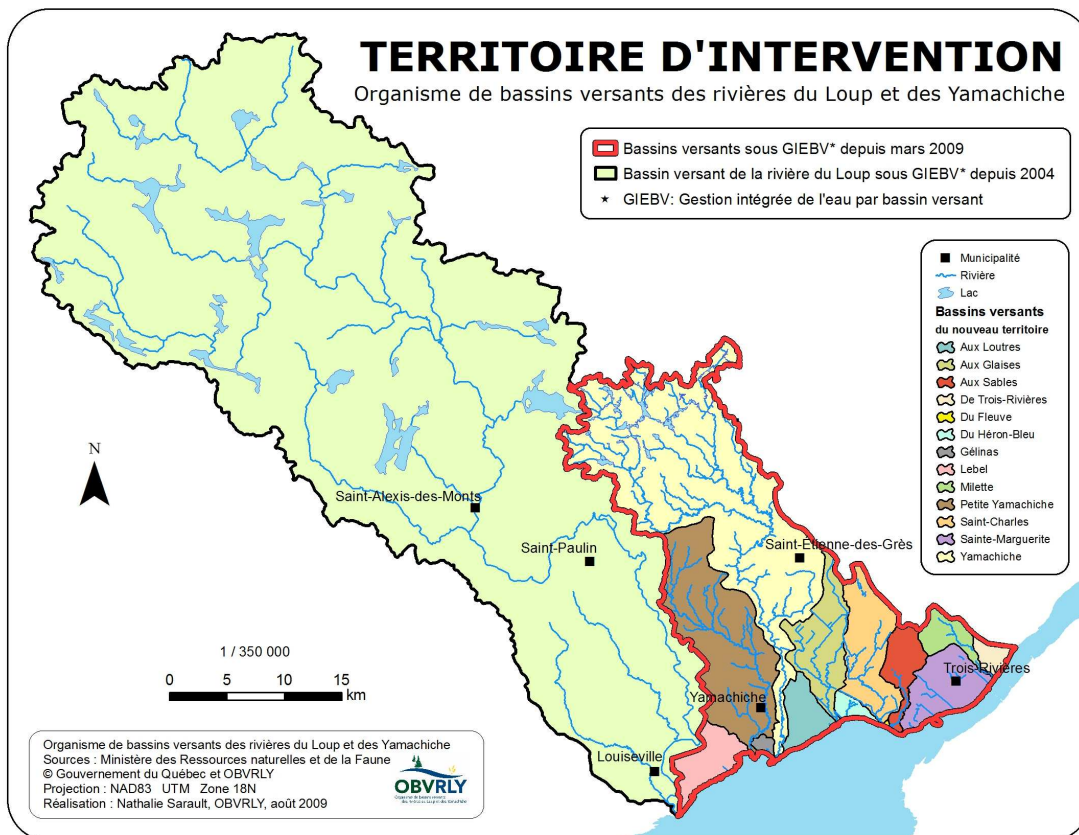


TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| Équipe de réalisation | 3 |
| Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) | 5 |
| Table des matières | 7 |
| Introduction | 9 |
| Méthodologie | 11 |
| Définition d'un milieu humide | 11 |
| Territoire à l'étude..... | 11 |
| Inventaire cartographique et localisation terrain..... | 13 |
| Délimitation des milieux humides..... | 14 |
| Classification des milieux humides | 14 |
| Indice de qualité d'habitat des milieux humides | 17 |
| Observation d'espèces végétales et fauniques | 24 |
| La base de données géographiques | 25 |
| Résultats | 27 |
| Portrait général | 27 |
| Indice de qualité d'habitat des milieux humides | 28 |
| Conclusion et recommandations | 29 |
| Références | 31 |
| Annexe 1 : Description de la base de données géographiques | 35 |
| Annexe 2 : Exemple d'une fiche de caractérisation des milieux humides .. | 45 |



INTRODUCTION

Réalisée en 2011, cette étude consistait à inventorier et à évaluer les milieux humides présents dans le secteur laurentien du bassin versant de la rivière du Loup, à l'exclusion des territoires de la Réserve faunique de Mastigouche. La majorité du territoire à l'étude se situe à l'intérieur des limites de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts. Les territoires des municipalités de Saint-Paulin, Saint-Élie-de-Caxton et de Sainte-Angèle-de-Prémont, compris à l'intérieur des limites du bassin versant de la rivière du Loup, ont aussi fait partie de cette étude.

L'inventaire et l'évaluation de ces milieux humides ont été effectués par la classification de ces derniers (tourbières, marais, marécages, etc.) et par la détermination d'un indice de qualité d'habitat pour chacun d'eux. La méthode utilisée pour déterminer cet indice est une version adaptée de la méthode développée par Lacroix et coll. (2006). Elle se base sur six facteurs biophysiques fonctionnels qui permettent aux milieux humides de remplir leurs trois rôles écologiques essentiels concomitants au niveau des cycles hydrologiques et biogéochimiques et de servir d'habitat et de nourriture pour la faune (Tiner, 1999 ; Mitsch et Gosselink, 2000 dans Lacroix et coll. 2006). L'ordination de chacun des milieux humides à l'aide d'une valeur de qualité d'habitat pourra servir d'outils d'aide à la décision pour les différents gestionnaires du territoire.

La caractérisation de ces milieux humides a été réalisée en 4 étapes :

- 1 - inventaire cartographique et validation lors de visites sur le terrain ;
- 2 - classification des milieux humides ;
- 3 - évaluation de six facteurs biophysiques fonctionnels ;
- 4 - détermination de l'indice de qualité d'habitat de chacun des sites étudiés.

Principalement, ce rapport contient des informations nécessaires à la consultation de la base de données géographiques produite suite à la réalisation de cette étude, et à la compréhension du fonctionnement de l'indice de qualité d'habitat. Par la suite, un portrait sommaire des milieux humides inventoriés et la synthèse des résultats de l'indice de qualité d'habitat sont présentés. On trouvera finalement une conclusion et des recommandations concernant la conservation de ces milieux.



MÉTHODOLOGIE

L'inventaire et l'évaluation de ces milieux humides ont été effectués lors de la saison estivale 2011 par la classification de ces derniers (tourbières, marais, marécages, etc.) et par la détermination d'un indice de qualité d'habitat des milieux humides pour chacun d'eux. La méthode utilisée pour déterminer cet indice est une version adaptée de la méthode développée par Lacroix et coll. (2006). Elle se base sur six facteurs biophysiques fonctionnels : la superficie occupée par le milieu humide, hydropériodicité, l'intégrité du milieu adjacent, hétérogénéité de la végétation, fragmentation du territoire et l'hydroconnectivité. La méthode de classification et d'ordination de chacun des milieux humides à l'aide d'une cote de qualité écologique se situant entre 0 (qualité très faible) et 100 (qualité très élevée) pourra servir d'outils d'aide à la décision pour les différents gestionnaires du territoire. La caractérisation de ces milieux humides a été réalisée en 4 étapes :

- 1 - inventaire cartographique et validation lors des visites sur le terrain ;
- 2 - classification des milieux humides ;
- 3 - évaluation de six facteurs biophysiques fonctionnels ;
- 4 - détermination de l'indice de qualité d'habitat de chacun des sites étudiés.

Définition d'un milieu humide

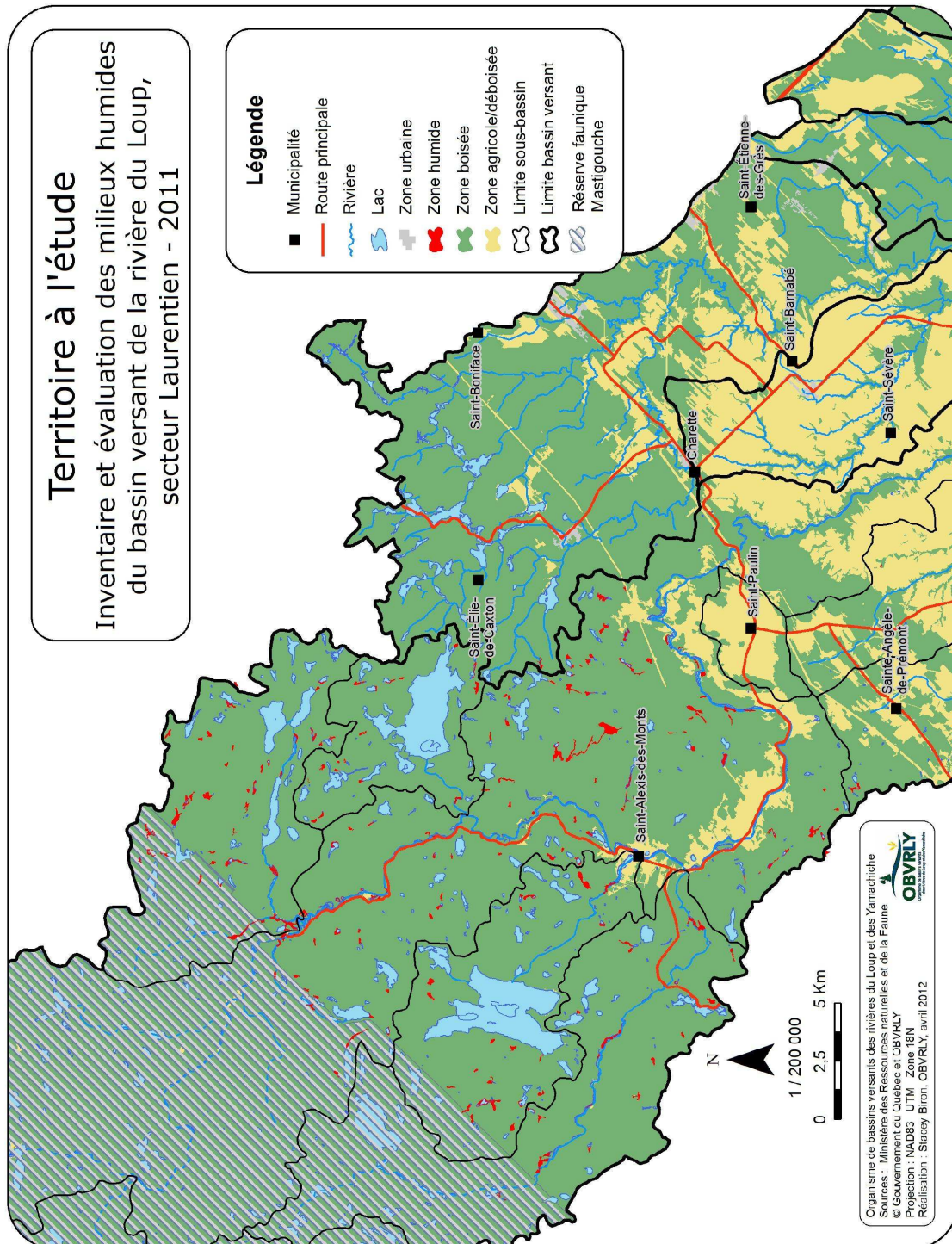
Selon la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2007), l'expression « milieu humide » couvre un large spectre d'écosystèmes tels que les étangs, les marais, les marécages ou les tourbières. Ils constituent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation. Ces sols minéraux ou organiques sont influencés par de mauvaises conditions de drainage alors que la végétation se compose essentiellement d'espèces ayant une préférence pour des lieux humides ou d'espèces tolérant des inondations périodiques. Les milieux humides sont avant tout des milieux de transition entre les milieux terrestres et aquatiques. Ils sont soit riverains de lacs, de cours d'eau, d'estuaire ou de la mer, soit isolés dans des dépressions mal drainées. D'origine naturelle pour la majorité d'entre eux, d'autres sont le résultat d'aménagements directs ou indirects de l'homme.

Territoire à l'étude

Le projet consistait à inventorier et évaluer les milieux humides présents dans le secteur laurentien du bassin versant de la rivière du Loup (en Mauricie) à l'exclusion des territoires de la Réserve faunique de Mastigouche. La majorité du territoire à l'étude se situe à l'intérieur des limites de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts. Les territoires des municipalités de Saint-Paulin, de Saint-Élie-de-Caxton et de Sainte-Angèle-de-Prémont, compris à l'intérieur des limites du bassin versant de la rivière du Loup, ont



aussi fait partie de cette étude. Plus de 253 milieux humides ont été inventoriés et évalués à l'aide de l'indice d'habitat des milieux humides.



Carte 1 : Territoire à l'étude de l'inventaire des milieux humides réalisé en 2011 dans le bassin versant de la rivière du Loup, secteur laurentien



Inventaire cartographique et localisation terrain

Le secteur à l'étude avait déjà fait l'objet d'un inventaire cartographique des milieux humides par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF, 2000). Cet inventaire a été réalisé à partir d'une cartographie à une échelle géographique de 1:20 000, ce qui ne permettait pas la classification des milieux humides. Par la suite, Canards Illimités Canada (CIC) a effectué un inventaire plus raffiné dans le cadre du *Plan de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de la Mauricie* (Canards illimités Canada, 2008). Le portrait de la zone de la présente étude réalisé par CIC était principalement basé sur l'information relative aux milieux humides de plus de 1,0 hectare issue d'une cartographie élaborée à partir de photos aériennes des années 1980-1990 pour le nord du bassin versant de la rivière du Loup (Laurentides méridionales). Dans ce document (Canards Illimités Canada, 2008), on mentionne que « *...cette cartographie est imparfaite en raison des limites associées à la technique utilisée (photo-interprétation ; milieux humides de 1,0 hectare et plus seulement; certains types de milieux humides non considérés dans la cartographie (ex. : les marais littoraux); possibilité que certains milieux n'aient pas été répertoriés en raison d'obstruction visuelle sur les images comme des nuages; etc.). D'autre part, la situation de certains milieux humides peut avoir changé depuis le moment où les prises de vue ont été effectuées. Enfin, les plaines inondables n'ont pas été systématiquement considérées en raison d'une information disponible encore fragmentaire.* ». Ainsi, avant que débute l'étude dont fait l'objet le présent document, l'OBVRLY disposait d'une base de données élaborée à partir d'informations cartographiques. Pour le secteur à l'étude, ces deux bases de données combinées comprenaient 186 milieux humides dont la majorité n'était pas classifiée (125 milieux humides non classifiés).

L'inventaire cartographique a donc été complété pour le territoire à l'étude à partir de l'analyse d'orthophotographies numériques couleurs géoréférencées à une résolution de 30 cm (Gouvernement du Québec, 2008). La photo-interprétation réalisée à partir de ces orthophotos a ainsi permis de localiser de nouveaux milieux humides potentiels. Des polygones ont par la suite été tracés sur les orthophotographies géoréférencées et leur centroïde y a été indiqué. Ces sites ont par la suite été visités pour leur validation et leur caractérisation. Notons que certains milieux humides n'ont pas fait l'objet d'une caractérisation terrain en raison de leur inaccessibilité.

Les plaines inondables de la rivière du Loup

Pour le tronçon de la rivière du Loup, situé entre la limite sud de la réserve faunique Mastigouche et le village de Saint-Alexis-des-Monts, un inventaire des plaines inondables a été effectué. Comme aucun inventaire n'était disponible pour ces milieux, les plaines inondables en bordure de la rivière du Loup ont été inventoriées à partir de visite sur le terrain.



Délimitation des milieux humides

Les milieux humides inventoriés ont été délimités sur le terrain à l'aide d'un GPS selon la méthode botanique simplifiée du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2007). Cette méthode consiste essentiellement à fixer la limite des milieux humides à l'endroit où la végétation passe d'une prédominance de plantes aquatiques réputées obligées (présentes à plus de 99 % dans les milieux humides) ou facultatives à une prédominance de plantes terrestres (Lacroix et coll., 2006). Les polygones ont par la suite été redéfinis, lorsque nécessaire, sur les cartes de terrain et reportés sur les orthophotos géoréférencées à l'aide d'un système d'information géographique.

Plaines inondables

La délimitation des plaines inondables situées en bordure de la rivière du Loup a été effectuée sur le terrain à partir de la ligne des hautes eaux. La méthode botanique simplifiée ainsi que des indicateurs physiques (ex. : limite supérieure des marques d'usures sur les écorces d'arbres, de sédimentation sur les troncs d'arbres, présence d'une échancrure ou encoche sur le sol reliée à l'érosion de l'eau, etc.) ont été utilisés afin de déterminer la ligne des hautes eaux correspondant à la limite des inondations de récurrence de 2 ans (MDDEP, 2007).

Classification des milieux humides

À part les plaines inondables situées en bordure de la rivière du Loup, les milieux humides ont été classifiés à partir du système de classification des milieux humides du Québec (Buteau et coll., 1994). Ce système comprend cinq principaux types de milieux humides : eaux peu profondes, marais, marécage (arbustif ou arborescent), tourbière ombrotrophe (*bog*) et tourbière minérotrophe (*fen*). Une superficie occupée par un milieu humide peut comprendre plusieurs types de milieux humides, le type de milieu humide dominant en termes de superficie a été retenu.

Voici une description des cinq types de milieux humides retenus.

Les **eaux peu profondes** (ou étang) sont caractérisées par la présence permanente d'eau stagnante ou courante, et par une végétation aquatique vasculaire dominée par des espèces submergées ou flottantes. Généralement ces milieux constituent l'étape transitionnelle entre un lac et un marais (Lacroix et coll., 2006). L'étendue d'eau repose dans une cuvette dont la profondeur moyenne n'excède généralement pas deux mètres au milieu de l'été (MDDEP, 2007). Les eaux peu profondes sont appelées de différentes façons : étangs, mares, lacs peu profonds, méandres effondrés, mares vaseuses, biefs ou chenaux (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).



Les **marais** sont inondés en permanence, par intermittence (marées) ou irrégulièrement (saison de croissance), et le couvert végétal est caractérisé par une végétation herbacée hydrophile émergente, agencée selon la forme du plan d'eau (Lacroix et coll., 2006). Dans la majorité des cas, les marais sont riverains, car ils sont ouverts sur un lac ou un cours d'eau, mais ils peuvent également être isolés (MDDEP, 2007).

Les **marécages** sont soumis à des inondations périodiques ou saisonnières ou caractérisés par une nappe phréatique élevée durant la saison de croissance, et sont dominés par une végétation ligneuse arbustive ou arborescente tolérante aux inondations périodiques (Lacroix et coll., 2006). Ils sont soit isolés, soit ouverts sur un lac ou un cours d'eau (MDDEP, 2007). Notons que les marécages ont été divisés en deux groupes : les marécages arbustifs et les marécages arborescents.

Les **tourbières** contiennent une accumulation de tourbe sur laquelle croissent des matières organiques (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997). Il s'agit d'un milieu mal drainé où le processus d'accumulation organique prévaut sur les processus de décomposition et d'humidification, peu importe la composition botanique des restes végétaux (MDDEP, 2007). Les tourbières se divisent en deux groupes, les tourbières minérotrophes (*fen*) et les tourbières ombrotrophes (*bog*) :

- Les **tourbières minérotrophes** (*fen* de l'ancien anglais) sont des tourbières qui reçoivent une quantité variable d'eau, à la fois des précipitations et des eaux de drainage du bassin chargées en éléments minéraux qui enrichissent le sol humide. Les tourbières minérotrophes renferment une végétation diversifiée, généralement dominée par un couvert herbacé, notamment les cypéracées, ainsi que de bryophytes (en particulier les mousses brunes de la famille des Amblystegiaceae), d'arbustes et d'arbres (adapté de Payette et Rochefort, 2001).
- Les **tourbières ombrotrophes** (*bog* en irlandais) sont des tourbières qui ne sont alimentées que par les précipitations atmosphériques, desquelles provient également la seule source en éléments nutritifs, hormis celle venant de la décomposition des végétaux qui forment le substrat de la tourbière (adapté de Payette et Rochefort, 2001). Ces milieux possèdent un couvert végétal dominé par des sphaignes, des lichens et plusieurs éricacées auxquels s'associe fréquemment l'épinette noire (adapté de Lacroix et coll., 2006).



Voici des exemples des différents types de milieux humides inventoriés :



Eaux peu profondes, bassin versant de la rivière du Loup, Saint-Alexis-des-Monts © OBVRLY



Marais, bassin versant du lac des Pins Rouges, Saint-Alexis-des-Monts © OBVRLY



Marécage arborescent, bassin versant de la rivière du Loup, Saint-Alexis-des-Monts © OBVRLY



Marécage arbustif, bassin versant du lac des Pins Rouges, Saint-Alexis-des-Monts © OBVRLY



Tourbière minérotrophe (*fen*), bassin versant de la Petite rivière du Loup, Sainte-Angèle-de-Prémont © OBVRLY



Tourbière ombrotrophe (*bog*), bassin versant de la rivière du Loup, Saint-Alexis-des-Monts © OBVRLY



Indice de qualité d'habitat des milieux humides

L'évaluation de la qualité de l'habitat des milieux humides a été effectuée à partir d'une adaptation de l'indice de qualité de l'habitat des milieux humides. Cet indice développé par Lacroix et coll. (2006) a été élaboré à partir d'une grille de pondération qui comprend six facteurs biophysiques évalués pour chaque milieu humide : superficie, hydropériodicité, hétérogénéité, fragmentation, hydroconnectivité et intégrité du milieu adjacent.

Voici une brève description des six facteurs biophysiques (sous-indices), ainsi que leur pondération. Tiré et adapté de Lacroix et coll., 2006.

Superficie des milieux humides

La superficie d'un milieu humide est un indicateur de sa capacité à filtrer les apports en sédiments, éléments nutritifs, pathogènes et contaminants et à abriter une faune et une flore abondante (Tiner, 1999; Mitch et Gosselink, 2000; Kent, 2000). Elle indique également son potentiel comme source d'approvisionnement en eau ainsi que sa capacité à réalimenter la nappe phréatique et à atténuer les effets de la sécheresse et des inondations. La superficie d'un milieu humide est en relation positive avec sa capacité d'emmagasiner des eaux (Cedfeldt et coll., 2000). De plus, elle a un effet fondamental sur la performance des espèces (Fahrig et Merriam, 1985 ; Robinson et coll., 1992). Selon Schweiger et coll. (2002), la superficie augmente la résilience et la distribution des espèces.

Le nombre de classes de superficies des milieux humides inventoriés (tableau 1) a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971). Cette méthode minimise la variance intra-classe et maximise la variance inter-classe.



Tableau 1 : Classes des superficies des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice superficie

| Classe de superficie | Intervalle des valeurs de superficie (hectare) | Valeur du sous-indice |
|----------------------|--|-----------------------|
| 1 | 0 - 4,6 | 1,85 |
| 2 | 4,8 - 10,8 | 3,70 |
| 3 | 11,2 - 17,0 | 5,56 |
| 4 | 17,5 - 23,4 | 7,41 |
| 5 | 23,9 - 31,3 | 9,26 |
| 6 | 31,5 - 41,3 | 11,11 |
| 7 | 42,7 - 59,7 | 12,97 |
| 8 | 64,7 - 89,1 | 14,82 |
| 9 | 120,0 - 284,8 | 16,67 |

Hydropériodicité

L'hydropériodicité est un indicateur de la présence d'eau sous trois formes durant la période de croissance des plantes et du cycle annuel vital de la faune. La présence d'eau libre sans végétation, d'eau avec végétation émergente et d'eau près de la surface du sol (sol saturé d'eau) est un indicateur de la capacité du milieu humide à répondre aux différents besoins de la faune, principalement durant la période de reproduction. Selon Babbitt et coll. (2003), l'hydropériodicité influence la richesse en espèces, la distribution et la composition des communautés larvaires d'amphibiens.

La présence de l'eau sous trois formes (libre sans végétation, avec végétation émergente et dans le sol près de la surface) a été évaluée visuellement sur le terrain selon les proportions qu'elles occupent. L'indice de diversité de Shannon de base 3 (Zar, 1999) a été appliqué sur les données afin d'en obtenir la valeur d'hydropériodicité (tableau 2). L'évaluation de l'hydropériodicité implique une classification selon la règle de Sturge (Zar, 1999) et les intervalles des classes ont été déterminés selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971).



Tableau 2 : Classes de l'hydropériodicité des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice hydropériodicité

| Classe hydropériodicité | Intervalle des valeurs de l'indice de diversité de Shannon de base 3 pour l'hydropériodicité* | Valeur du sous-indice |
|-------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 0,034 - 0,149 | 1,85 |
| 2 | 0,183 - 0,291 | 3,70 |
| 3 | 0,305 - 0,400 | 5,56 |
| 4 | 0,417- 0,456 | 7,41 |
| 5 | 0,468 - 0,509 | 9,26 |
| 6 | 0,514 - 0,576 | 11,11 |
| 7 | 0,581 - 0,639 | 12,97 |
| 8 | 0,655 - 0,717 | 14,82 |
| 9 | 0,723 - 0,787 | 16,67 |

* Les explications concernant le calcul de l'indice de diversité de Shannon de base 3 pour l'hydropériodicité sont présentées à l'annexe 1.

Hétérogénéité de la végétation

L'hétérogénéité du milieu humide fait référence à la structure physique de la végétation. Elle concerne le nombre de strates végétales présentes dans le milieu. Les strates herbacées (de bas et de haut marais), arbustives et arborescentes, se développent généralement suivant la toposéquence du terrain et le gradient d'humidité du sol. L'hétérogénéité du couvert végétal d'un milieu humide détermine sa capacité à intercepter les nutriments (Fennessey et Cronk, 1997, dans Ducks Unlimited Canada, 2001) et à les transformer en particules organiques, ce qui permet d'améliorer la qualité de l'eau (Ducks Unlimited Canada, 2001). La végétation d'un milieu humide réduit significativement le débit des apports d'eaux (Carter et coll., 1978, dans Ducks Unlimited Canada, 2001). La diminution de la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement est en lien direct avec le taux de sédimentation (Brown, 1988 ; Hammer, 1993, cités dans Ducks Unlimited Canada, 2001). Un taux de sédimentation élevé diminue les risques de mortalité chez les poissons et les organismes benthiques et aide, entre autres, au maintien de la productivité primaire et à la qualité de l'habitat de reproduction piscicole (Gleason et Euliss, 1998 ; U.S.E.P.A., 2000, dans Ducks Unlimited Canada, 2001). Il a également été observé que l'abondance d'amphibiens et de reptiles augmente avec la complexité de la végétation (Jobin et coll., 2004).



L'hétérogénéité fait référence à la structure physique de la végétation. Les proportions des strates végétales herbacées de bas et de haut marais, arbustives et arborescentes ont été estimées visuellement sur le terrain. L'indice de diversité de Shannon de base 4 (Zar, 1999) a été appliqué aux données afin d'en obtenir la valeur d'hétérogénéité (tableau 3). L'évaluation de l'hétérogénéité implique une classification selon la règle de Sturge (Zar, 1999) et les intervalles des classes ont été déterminés selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971).

Tableau 3 : Classes de l'hétérogénéité des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice hétérogénéité

| Classe de l'hétérogénéité | Intervalle des valeurs de l'indice de diversité de Shannon de base 4 pour l'hétérogénéité* | Valeur du sous-indice |
|---------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 0,12 - 0,13 | 1,85 |
| 2 | 0,22 - 0,39 | 3,70 |
| 3 | 0,42 - 0,50 | 5,56 |
| 4 | 0,51 - 0,59 | 7,41 |
| 5 | 0,61 - 0,65 | 9,26 |
| 6 | 0,66 - 0,73 | 11,11 |
| 7 | 0,74 - 0,82 | 12,97 |
| 8 | 0,83 - 0,90 | 14,82 |
| 9 | 0,91 - 1,00 | 16,67 |

* Les explications concernant le calcul de l'indice de diversité de Shannon de base 4 pour l'hétérogénéité sont présentées à l'annexe 1.

Fragmentation des milieux humides

À l'échelle du paysage, la fragmentation mesure le niveau de morcellement d'un ensemble de milieux humides par le développement de toute infrastructure anthropique et de l'activité agricole. Un milieu humide faisant partie d'un complexe de milieux naturels non fragmentés sera beaucoup plus performant dans l'accomplissement de ses rôles écologiques. Les milieux naturels inter reliés sont moins sujets à l'extinction locale d'espèces (Schweiger et coll., 2002), étant donné que les coûts de dispersion des espèces (Morris, 1992 ; Diffendorfer et coll., 1995), l'exposition aux environnements hostiles (Gustafson et Gardner, 1996), et les risques de prédation sont minimisés (Angelstam, 1992). Puisque la perte et la détérioration de milieux humides augmentent leur degré d'isolement, il en résulte une diminution de la diversité spécifique locale et



régionale ainsi qu'une réduction de leur aire de distribution (Amezaga et coll., 2002). Les espèces sensibles à mobilité réduite qui requièrent des conditions environnementales strictes ou qui ont des besoins spécifiques en habitat selon les saisons seront beaucoup plus affectées par la fragmentation contrairement aux espèces mobiles, généralistes et tolérantes (Kolozsvary et Swihart, 1999).

L'évaluation de la fragmentation consiste à mesurer la proportion de la superficie occupée par un milieu naturel, agricole ou anthropique, dans une ceinture de 1000 m en périphérie des limites du milieu humide. La fragmentation a été évaluée par photo-interprétation des orthophotos. L'évaluation de la fragmentation implique une classification selon la règle de Sturge (Zar, 1999) et les intervalles des classes du nombre de milieux humides non fragmentés ont été déterminés selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971). La valeur de la fragmentation est pondérée en fonction du type de milieu présent en périphérie (naturel, agricole et anthropique).

Tableau 4 : Classes de fragmentation des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice fragmentation

| Classe de fragmentation | Intervalle des valeurs de la fragmentation* | Valeur du sous-indice |
|-------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 0,28 - 0,43 | 1,85 |
| 2 | 0,44 - 0,64 | 3,70 |
| 3 | 0,80 - 0,82 | 5,56 |
| 4 | 0,85 - 0,86 | 7,41 |
| 5 | 0,87 - 0,90 | 9,26 |
| 6 | 0,91 - 0,93 | 11,11 |
| 7 | 0,94 - 0,96 | 12,97 |
| 8 | 0,97 - 0,98 | 14,82 |
| 9 | 0,99 - 1,00 | 16,67 |

* Les explications concernant le calcul des valeurs de la fragmentation sont présentées à l'annexe 1.

Hydroconnectivité

L'hydroconnectivité mesure la contribution d'un milieu humide au sein du complexe hydrique auquel il appartient. Elle indique le nombre de milieux aquatiques ou humides hydroreliés formant un bassin versant. Un milieu humide hydrorelié interagit avec d'autres milieux aquatiques et humides et contribue à filtrer et à régulariser une plus grande quantité d'eau (Cedfeldt et coll., 2000). Un milieu hydrorelié aura un bon pouvoir tampon lors de périodes d'inondations (Cedfeldt et coll., 2000). De plus, il contribue à



assurer la libre circulation, la dispersion et la colonisation des espèces aquatiques entre les habitats (Amezaga et coll., 2002), maximisant ainsi la capacité de support du milieu humide pour une grande diversité et une abondance de poissons et d'invertébrés (Cedfeldt et coll., 2000).

Le nombre de milieux humides hydroconnectés à d'autres milieux humides ou aquatiques a été déterminé par photo-interprétation des orthophotos à l'aide d'un logiciel à référence spatiale. L'évaluation de l'hydroconnectivité implique une classification selon la règle de Sturge (Zar, 1999) et les intervalles des classes du nombre de milieux humides hydroconnectés ont été déterminés selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971).

Tableau 5 : Classes d'hydroconnectivité des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice hydroconnectivité

| Classe d'hydroconnectivité | Intervalle du nombre de milieux humides hydroconnectés* | Valeur du sous-indice |
|----------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 23 - 62 | 1,85 |
| 2 | 66 - 95 | 3,70 |
| 3 | 97 - 122 | 5,56 |
| 4 | 124 - 147 | 7,41 |
| 5 | 149 - 171 | 9,26 |
| 6 | 173 - 205 | 11,11 |
| 7 | 211 - 252 | 12,97 |
| 8 | 255 - 304 | 14,82 |
| 9 | 309 - 374 | 16,67 |

* Les explications concernant le calcul des valeurs de l'hydroconnectivité sont présentées à l'annexe 1.

Intégrité du milieu adjacent

L'intégrité du milieu humide et de son milieu adjacent est un indicateur de la qualité de l'habitat et mesure le niveau de perturbation d'origine anthropique du milieu. Ce facteur reflète notamment la capacité du milieu à remplir son rôle de refuge pour la faune et la flore. La présence d'un milieu naturel en périphérie favorise les déplacements des espèces indigènes (Bennett, 1990; Bunce et Howard, 1990, dans Jobin et coll., 2004) et la richesse des espèces (Houlahan et Findlay, 2003), alors qu'un milieu altéré en périphérie augmente le flux d'espèces exotiques envahissantes et d'espèces opportunistes vers le milieu humide, amplifiant par le fait même le taux de compétition et



de prédation avec les espèces indigènes typiques du milieu humide et diminuant leur abondance et leur diversité (Harris, 1989; Kent, 1994, dans Cedfeldt et coll., 2000). D'autre part, les zones tampons naturelles en bordure d'un milieu humide créent un couvert de protection à la surface de l'eau (ombrage); celui-ci module alors la température de l'eau dont dépendent les espèces aquatiques (Ducks Unlimited Canada, 2001). Le milieu adjacent naturel contrôle également les phénomènes d'érosion en bloquant les sédiments et les débris et en stabilisant les berges (Shisler et coll., 1987, dans Ducks Unlimited Canada, 2001). De plus, en augmentant l'infiltration et la rétention des eaux de surface, la zone tampon naturelle permet de réduire la charge de fertilisants, de pesticides et de pathogènes (déjections animales) dans le milieu aquatique.

L'évaluation de l'intégrité du milieu adjacent consiste à mesurer la proportion de la superficie occupée par un milieu naturel, agricole ou anthropique, 30 m en périphérie des limites du milieu humide. L'intégrité du milieu adjacent a été évaluée *à priori* par interprétation des orthophotos. L'évaluation de l'intégrité du milieu implique une classification selon la règle de Sturge (Zar, 1999) et les intervalles des classes ont été déterminés selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971). La valeur de l'intégrité est pondérée en fonction du type de milieu adjacent (naturel, agricole et anthropique).

Tableau 6 : Classes d'intégrité des milieux adjacents aux milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 et valeurs du sous-indice intégrité des milieux adjacents

| Classe d'intégrité des milieux adjacents | Intervalle des valeurs de l'intégrité des milieux adjacents* | Valeur du sous-indice |
|--|--|-----------------------|
| 1 | 0 - 67,84 | 1,85 |
| 2 | 88,42 - 89,08 | 3,70 |
| 3 | 91,72 - 93,78 | 5,56 |
| 4 | 95,36 - 96,84 | 7,41 |
| 5 | 97,32 - 98,28 | 9,26 |
| 6 | 98,36 - 99,02 | 11,11 |
| 7 | 99,07 - 99,49 | 12,97 |
| 8 | 99,53 - 99,83 | 14,82 |
| 9 | 99,85 - 100 | 16,67 |

* Les explications concernant le calcul des valeurs de l'intégrité des milieux adjacents sont présentées à l'annexe 1.



Calcul de l'indice de qualité d'habitat des milieux humides

Le résultat final de l'indice de qualité de l'habitat des milieux humides a été obtenu en additionnant les valeurs des six facteurs biophysiques (sous-indices) présentés précédemment. Les valeurs de l'indice, qui se situent entre 0 et 100, sont regroupées en cinq classes de qualité de l'habitat. Les cinq classes ont été déterminées à partir des valeurs des indices d'habitat des milieux humides inventoriés et selon la méthode du bris naturel (Jenks et Caspall, 1971). Rappelons que l'indice de qualité d'habitat a été créé à partir des 253 milieux humides inventoriés dans cette étude. Conséquemment, il n'est pas possible de comparer la qualité de l'habitat de ces milieux humides avec d'autres milieux humides inventoriés dans d'autres régions.

Tableau 7 : Classes de l'indice de qualité de l'habitat des 253 milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011 (adapté de Lacroix et coll. 2006)

| Classe de l'indice de qualité d'habitat | Intervalle des valeurs de l'indice de qualité d'habitat | Qualité de l'habitat |
|---|---|----------------------|
| A | 70 à 89 | Très élevée |
| B | 59 à 69 | Élevée |
| C | 46 à 57 | Moyen |
| D | 33 à 44 | Faible |
| E | 13 à 31 | Très faible |

* Les explications concernant le calcul des valeurs de l'indice de qualité de l'habitat sont présentées à l'annexe 1.

Observation d'espèces végétales et fauniques

Cette étude ne visait pas l'inventaire détaillé d'espèces végétales et fauniques, ni la recherche d'espèces menacées ou vulnérables. Cependant, lors des visites terrains, l'identification de la première espèce végétale dominante, de la deuxième espèce végétale dominante et de la troisième espèce végétale dominante a été réalisée pour les milieux humides qui ont fait l'objet d'une visite terrain en 2011. Des observations fauniques sommaires ont aussi été notées lors de ces mêmes visites terrain.



La base de données géographiques

Les données des milieux humides inventoriés dans cette étude ont été colligées dans une base de données géographiques (*geodatabase*). Cette base de données, qui a été intégrée dans un système d'information géographique (SIG), permet de consulter l'ensemble des informations acquises lors de cet inventaire des milieux humides tant dans sa globalité que par site. De plus, les milieux humides inventoriés sont présentés sous forme de fiches individuelles et détaillées de caractérisation consultable à partir du logiciel Access de Microsoft®. Nous retrouvons dans ces fiches les informations spatiales sur les sites (ex. : coordonnées géographiques, sous bassin versant correspondant, etc.), les résultats de l'évaluation des six facteurs biophysiques fonctionnels nécessaire au calcul de l'indice de qualité d'habitat, la valeur finale de cet indice, la photo du site prise lors des visites terrain en 2011 et des informations fauniques et floristiques sommaires observées lors de ces visites terrain. Ces fiches ont l'avantage de comprendre toute l'information pour un milieu humide donné dans un même format simple et consultable pour les non-initiés (annexe 2).



RÉSULTATS

Portrait général

Au total, 253 milieux humides ont été inventoriés dans l'aire d'étude (tableau 8). Ces milieux occupent une superficie totale de 690 hectares (ha) et varient entre 0,02 ha et 28,5 ha. Pour les 253 milieux humides inventoriés, 175 milieux humides ont été caractérisés sur le terrain, soit 70 % d'entre eux. Les 78 autres milieux humides n'ont pas été visités en raison de leur inaccessibilité.

Tableau 8 : Types de milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011, secteur laurentien

| Type de milieu humide | Nombre | % | Superficie (ha) | % | Milieux humides caractérisés sur le terrain |
|--------------------------|------------|------------|-----------------|------------|---|
| Eaux peu profondes | 12 | 4,7 | 62 | 9 | 12 sur 12 |
| Marais | 31 | 12 | 58 | 8,4 | 26 sur 31 |
| Marécages | 10 | 3,9 | 38 | 5,5 | 0 sur 10 |
| Marécages arborescents | 8 | 3,2 | 23 | 3,4 | 8 sur 8 |
| Marécages arbustifs | 44 | 17 | 164 | 24 | 44 sur 44 |
| Tourbières | 6 | 2,4 | 24 | 3,5 | 0 sur 6 |
| Tourbières ombrotrophes | 3 | 1,2 | 11 | 1,6 | 3 sur 3 |
| Tourbières minérotrophes | 52 | 21 | 157 | 23 | 52 sur 52 |
| Plaines inondables | 30 | 12 | 5,8 | 0,8 | 30 sur 30 |
| Non classifié | 57 | 22 | 147 | 21 | 0 sur 57 |
| | 253 | 100 | 690 | 100 | 175 sur 253 |

Le secteur laurentien du bassin versant de la rivière du Loup comprend 9 types de milieux humides en fonction de la précision de la classification (ex. : marécages versus marécages arborescents) qui dépendait si les milieux humides avaient été caractérisés sur le terrain ou non (tableau 8). La caractérisation terrain des milieux humides qui en ont fait l'objet a permis de préciser leur classification.

Les marécages arbustifs sont les plus importants, ils occupent 24 % de la superficie des milieux humides du territoire à l'étude avec 164 hectares. Les tourbières minérotrophes



(fen) suivent de près, ils occupent 23 % de la superficie des milieux humides du territoire à l'étude (tableau 8). Les marécages, les marais et les étangs représentent entre 5 % et 10 % de la superficie des milieux humides, alors que les autres milieux humides (marécages arborescents, tourbières et tourbières ombrotrophes) sont moins présents sur le territoire à l'étude (tableau 8). Les plaines inondables représentent qu'une faible proportion des milieux humides, car seulement les berges du tronçon de la rivière du Loup, situé entre la limite sud de la réserve faunique Mastigouche et le village de Saint-Alexis-des-Monts, ont été caractérisées. Les milieux humides non classifiés représentent 21 % de la superficie des milieux humides inventoriés.

Indice de qualité d'habitat des milieux humides

Pour les 253 milieux humides inventoriés dans cette étude, un indice de qualité de l'habitat a été attribué à partir de six critères d'évaluation (facteurs biophysiques). Le tableau 9 présente la proportion de ces milieux humides qui appartiennent à l'une ou l'autre des cinq classes de qualité d'habitat.

Tableau 9 : Indice de qualité d'habitat des milieux humides inventoriés dans le bassin versant de la rivière du Loup en 2011, secteur laurentien

| Classe de qualité d'habitat | Nombre | % | Superficie (ha) | % |
|-----------------------------|------------|------------|-----------------|------------|
| A (Très élevée) | 35 | 14 | 187 | 27 |
| B (Élevée) | 42 | 17 | 116 | 17 |
| C (Moyenne) | 58 | 23 | 179 | 26 |
| D (Faible) | 73 | 28 | 171 | 25 |
| E (Très faible) | 45 | 18 | 37 | 5,2 |
| | 253 | 100 | 690 | 100 |

Dans l'ensemble, près du tiers (31 %) des milieux humides inventoriés affichent une qualité très élevée (classe A) et élevée (classe B). Ces derniers représentent 44 % des superficies occupées par l'ensemble des milieux humides inventoriés (tableau 9). Les milieux humides appartenant à la classe C (qualité moyenne) et D (faible qualité) représentent plus de la moitié des milieux humides en termes de nombre et de superficie. Finalement, les milieux humides de très faible qualité (classe E), au nombre de 45, représentent seulement 5,2 % de la superficie des milieux humides (tableau 9). Les milieux humides appartenant à la classe E sont pour la plupart de faible superficie (entre 0,02 ha et 3,64 ha). Rappelons que la superficie est un facteur biophysique qui est pris en compte dans le calcul de l'indice d'habitat. Par conséquent, les faibles superficies influencent à la baisse l'indice de qualité d'habitat.



CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Majoritairement situé en milieu forestier, le territoire à l'étude comprend un nombre important de milieux humides. On y retrouve un assemblage de milieux humides très diversifiés. Les différents habitats aquatiques, humides et terrestres juxtaposés en alternance créent une diversité d'habitats qui haussent la valeur écologique de ce territoire. Ces écosystèmes diversifiés contribuent à former des milieux susceptibles d'abriter une grande diversité faunique et floristique.

Afin de préserver l'intégrité écologique des milieux humides inventoriés, il est recommandé d'élaborer un plan de conservation et de mise en valeur des milieux humides pour le territoire à l'étude. L'inventaire et l'évaluation des milieux humides dont fait l'objet cette étude constitue un bon départ pour l'élaboration d'un tel plan de conservation. Dans cette éventualité, les espèces fauniques ou floristiques menacées ou vulnérables devraient être inventoriées lors de la réalisation des plans de conservation des milieux humides, ce qui permettrait de compléter les informations acquises dans cette étude. Notons que le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a publié le *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*^{*}. Ce guide propose les principales étapes par lesquelles une municipalité ou une municipalité régionale de comté (MRC) rassemble les connaissances nécessaires, détermine les défis d'aménagement et établit le processus de concertation (Joly et coll., 2008). Malgré que tous les milieux humides devraient être conservés à long terme, l'élaboration de plans de conservation devrait à court terme être priorisée pour les milieux humides dont la qualité de l'habitat est élevée (classe B) et très élevée (classe A). Ces milieux représentent plus du tiers de tous les milieux humides inventoriés.

Rappelons que ce document sert avant tout de guide d'utilisation de la base de données géographiques réaliser dans le cadre de ce projet. Il permet donc de comprendre les aspects méthodologiques et les détails des calculs de l'indice de qualité d'habitat des milieux humides inventoriés. Cette base de données géographiques pourra être maintenue à jour et augmentée par l'acquisition de nouvelles informations provenant de nouveaux inventaires. Toutes les données accumulées ou nouvellement créées seront ainsi stockées dans un même ensemble de données. Conséquemment, l'indice de qualité d'habitat pourra être calculé pour ces nouveaux milieux. De plus, les fiches descriptives détaillées des milieux humides seront ajoutées simultanément et pourront être consultées à partir du logiciel Access de Microsoft®. Il sera par la suite possible pour les gestionnaires du territoire (organisme de bassin versant, municipalités, etc.) d'utiliser cet outil d'aide à la décision dans la gestion du territoire et dans l'élaboration de plans de conservation de ces milieux naturels d'importance.

^{*} JOLY, Martin, S. PRIMEAU, M. SAGER et A. BAZOGE, 2008. *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*, Première édition, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, ISBN 978-2-550-53636-9, 68 pages [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/Guides_plan.pdf]



RÉFÉRENCES

- AMEZAGA, J.M., L. SANTAMARIA and A.J. GREEN, 2002. *Biotic wetland connectivity : supporting a new approach for wetland policy*. Acta Oecologica, 23: 213-222.
- ANGELSTAM. P. 1992. *Conservation of communities: the importance of edges, surroundings, and landscape mosaic structure*. Dans : Hansson, L. (Ed.) *Ecological principles of nature conservation*. Elsevier, London, pp. 9-70
- BABBITT, K.J., M.J. BABER, and T.L. TARR. 2003. *Patterns of larval amphibian distribution along a wetland hydroperiod gradient*. Canadian Journal of Zoology, 81: 1539-1552.
- BUTEAU, P., N. DIGNARD et P. GRONDIN. 1994. *Système de classification des milieux humides du Québec*. Travaux réalisés dans le cadre de l'entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement minéral. 25 pages.
- CANARDS ILLIMITÉS CANADA. 2008. *Plan de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de la Mauricie* [en ligne] [<http://www.canardsquebec.ca>], 59 pages.
- CEDFELT, P.T., M.C. WATZIN and B. DINGEE RICHARDSON. 2000. *Using GIS to identify functionally significant wetlands in the Northeastern United States*. Environmental Management, 26 (1) : 13-24.
- DIFFENDORFER, J.E., N.A. SLADE, M.S. GAINES and R.D. HOLT. 1995. *Habitat fragmentation and movements of three small mammals*. Ecology, 76 : 827-839.
- DUCKS UNLIMITED CANADA. 2001. *Beyond the pipe. The importance of wetlands & upland conservation practices in watershed management: functions & values for water quality & quantity*. 52 p.
- FAHRIG. L.H. and G. MERRIAM. 1985. *Habitat patch connectivity and population survival*. Ecology, 66 : 1762-1768.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2008. *Orthophotographies numériques couleurs géoréférencées à une résolution de 30 cm couvrant la région administrative de la Mauricie*. Fichiers numériques faisant l'objet d'une entente entre la Conférence régionale des élus de la Mauricie et l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche.
- GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL SUR LES TERRES HUMIDES, 1997. *Système de classification des terres humides du Canada, deuxième édition*, Centre de recherche sur les terres humides, Université de Waterloo, Waterloo (Ontario), Édité par B.G. Warner et C.D.A. Rubec, ISBN 0-662-88056-0, 62 pages et 2 annexes.



- GUSTAFSON, E.J. and R.H. GARDNER, 1996. *The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization*. Ecology, 77: 94-107.
- HOULAHAN, J.E. and C.S. FINDLAY. 2003. *The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 1078-1094.
- JENKS, G.F. and F.C. CASPALL. 1971. *Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction*. Annals of the Association of American Geographers, 61 (2) : 217-244.
- JOBIN, B., L. BÉLANGER, C. BOUTIN et C. MAISONNEUVE. 2004. *Conservation value of agricultural riparian strips in the Boyer River watershed*, Québec (Canada). Agriculture Ecosystems & Environment, 103: 413-423.
- JOLY, Martin, S. PRIMEAU, M. SAGER et A. BAZOGE, 2008. *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides, Première édition*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, ISBN 978-2-550-53636-9, 68 pages [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/Guides_plan.pdf]
- KENT, D.M. 2000. *Chapter 3 : Evaluating Wetland functions and values*. Dans : Kent, D.M. (Ed.) *Applied wetlands Science and Technology (second edition)*. Lewis Publishers. CRC Press. pp. 55-80.
- KOLOZSVARY, M.B. and R.K. SWIHART. 1999. *Habitat fragmentation and the distribution of amphibians: patch and landscape correlates in farmland*. Canadian Journal of Zoology, 77: 1288-1299.
- LACROIX G, TREMBLAY V, HUGGINS K, PRONOVOST M, 2006. *Méthode intégrée d'inventaire, d'évaluation et de suivi des milieux humides*. Le Naturaliste Canadien, vol. 130, No 2, 63 pages.
- MDDEP, 2007. *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives et des plaines inondables*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), Direction des politiques de l'eau, 148 pages.
- MITSCH, W.J. and J.G. GOSELINK. 2000. *Wetlands (third edition)*. J. Wiley & Sons, New York. 920 p.
- MORRIS. D.W. 1992. *Scales and costs of habitat selection in heterogeneous landscapes*. Evolutionary Ecology, 6: 412-432.
- MRNF, 2000. *Base de données topographique du Québec (BDTQ)*, échelle 1 : 20 000, Direction de la cartographie topographique du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), gouvernement du Québec. / 2004. *Base de données topographique et administrative (BDTA)*, échelle 1 : 250 000, Direction de la cartographie générale et administrative du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), gouvernement du Canada.



PAYETTE, S. et L. ROCHEFORT, 2001. *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, Les Presses de l'Université Laval, ISBN 2-7637-7773-2, 621 pages.

ROBINSON, R., R.D. HOLT, M.S. GAINES, S.P. HAMBURG, M.L. JOHNSON, H.S. FITCH and E.A. MARTINKO. 1992. *Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation*. *Science*, 257: 524-526.

SCHWEIGER, E.W., S.G. LWIBOWITZ, J.B. HYMAN, W.E. FOSTER and M.C. DOWNING. 2002. *Synoptic assessment of wetland function: a planning tool for protection of wetland species biodiversity*. *Biodiversity and Conservation*, 11: 379-406.

TINER, R.W. 1999. *Wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping*. CRC Press. 392 p.

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis (4th edition.)*. Upper Saddle River, N.J. 663 p.



ANNEXE 1 : DESCRIPTION DE LA BASE DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Vous trouverez dans cette annexe la description des variables contenues dans la base de données géographiques ainsi que des exemples de calculs des facteurs biophysiques qui ont permis la détermination de l'indice de qualité d'habitat des milieux humides.

Identification du milieu humide

| Code | Description | Format |
|------------|--|--|
| No_site_1 | Numéro du site (identifiant unique) | Nombre |
| NM_BV_N2 | Nom du sous-bassin versant | Texte |
| Coord_X | Coordonnée X du centroïde | Nombre |
| Coord_Y | Coordonnée Y du centroïde | Nombre |
| Classe_nom | Classe du milieu humide (classe dominante) | Eau peu profonde Marais Prairie humide Marécage Marécage arbustif Marécage arborescent Tourbière minérotrophe (fen) Tourbière ombrotrophe (bog) |
| Valid_ter | Validation terrain | Oui = Oui n/d = Non |
| Date_valid | Date de la validation terrain | An/mois/jr |
| Obs_faune | Observation d'espèces fauniques particulières | Texte |
| Obs_flore | Observation d'espèces floristiques particulières | Texte |
| Obs_flo_1 | Première espèce végétale dominante | Texte |
| Obs_flo_2 | Deuxième espèce végétale dominante | Texte |
| Obs_flo_3 | Troisième espèce végétale dominante | Texte |
| No_photo | Numéro de photos associées | Nombre |



Facteur 1 : Superficie

| Code | Description | Format |
|------------|--|--|
| Aire | Superficie du milieu humide | Nombre en hectare |
| Aire_class | Classe de superficie (9 classes)* | 1 à 9 |
| Aire_cote | Valeur du facteur superficie (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : (rang de la classe/9)*16,67 | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |

* Le nombre de classes de superficie a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).

Facteur 2 : Hydropériodicité

| Code | Description | Format |
|------------|--|--|
| Eau_lib_p | Proportion d'eau libre | Pourcentage (%) |
| Eau_nlib_p | Proportion d'eau non libre (avec végétation) | Pourcentage (%) |
| Eau_sol_p | Proportion d'eau dans le sol près de la surface | Pourcentage (%) |
| Hydp | Indice de diversité de Shannon de base 3 * | 0 à 1 |
| Hydp_class | Classe d'hydropériodicité (9 classes) ** | 1 à 9 |
| Hydp_cote | Valeur du facteur hydropériodicité (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : (rang de la classe selon l'indice de diversité/9)*16,67 | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |



* L'indice de diversité de Shannon (H') de base 3 (Zar, 1999), normalement utilisé pour mesurer la diversité d'espèces, a été appliqué sur les données d'hydropériodicité (proportion d'eau libre, d'eau non libre et d'eau dans le sol), afin d'obtenir la valeur d'hydropériodicité qui a servi au calcul de l'indice de qualité d'habitat des milieux humides. Il se calcule comme suit :

$$H' = - \sum (Ni * \log_3(Ni))$$

où

Ni = proportion (en %) du type d'hydropériodicité (eau libre, eau non libre et eau dans le sol), « i » allant de 0 à 100

H' est minimal (valeur de 0) si toute la superficie du milieu humide est occupée par un seul type d'hydropériodicité (eau libre, eau non libre ou eau dans le sol)

Exemple 1 :

| | |
|-------------------|-------|
| Eau libre | 100 % |
| Eau non libre : | 0 % |
| Eau dans le sol : | 0 % |

$$(1,0 * \log_3(1,0)) + (0 * \log_3(0)) + (0 * \log_3(0)) = 0 / 1$$

H' est maximal (valeur de 1) quand tous les types d'hydropériodicité (eau libre, eau non libre et eau dans le sol) sont répartis d'une façon égale.

Exemple 2 :

| | |
|-------------------|--------|
| Eau libre : | 33,3 % |
| Eau non libre : | 33,3 % |
| Eau dans le sol : | 33,3 % |

$$(0,33 * \log_3(0,33)) + (0,33 * \log_3(0,33)) + (0,33 * \log_3(0,33)) = 1 / 1$$

** Le nombre de classes pour l'hydropériodicité a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).



Facteur 3 : Hétérogénéité

| Code | Description | Format |
|------------|---|--|
| Herba_bas | Strate herbacée de bas marais | Pourcentage (%) |
| Herba_haut | Strate herbacée de haut marais | Pourcentage (%) |
| Arbu_p | Strate arbustive | Pourcentage (%) |
| Arbo_p | Strate arborescente | Pourcentage (%) |
| Hetero | Indice de diversité de Shannon de base 4 * | 0 à 1 |
| Hetero_cla | Classe d'hétérogénéité (9 classes) ** | 1 à 9 |
| Hetero_cot | Valeur du facteur hétérogénéité (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : (rang de la classe selon l'indice de diversité/9)*16,67 | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |

* L'indice de diversité de Shannon (H') de base 4 (Zar, 1999), normalement utilisé pour mesurer la diversité d'espèces, a été appliqué sur les données d'hétérogénéité (strate herbacée de bas marais, strate herbacée de haut marais, strate arbustive et strate arborescente), afin d'obtenir la valeur d'hétérogénéité qui a servi au calcul de l'indice de qualité d'habitat des milieux humides. Il se calcule comme suit :

$$H' = - \sum (Ni * \log_4(Ni))$$

où

Ni = proportion (en %) du type de strate végétale (strate herbacée de bas marais, strate herbacée de haut marais, strate arbustive et strate arborescente), « i » allant de 0 à 100

H' est minimal (valeur de 0) si toute la superficie du milieu humide est occupée par un seul type de strate végétale

Exemple 1 :

Herbacées de bas marais : 100 %
Herbacées de haut marais: 0 %
Arbustif : 0 %
Arborescent : 0 %

$$(1,0 * \log_4(1,0)) + (0 * \log_4(0)) + (0 * \log_4(0)) + (0 * \log_4(0)) = 0 / 1$$



H' est maximal (valeur de 1) quand tous les types de strate végétale sont répartis d'une façon égale.

Exemple 2 :

| | |
|---------------------------|------|
| Herbacées de bas marais : | 25 % |
| Herbacées de haut marais: | 25 % |
| Arbustif : | 25 % |
| Arborescent : | 25 % |

$$((0,25) * \log_4(0,25)) + ((0,25) * \log_4(0,25)) + ((0,25) * \log_4(0,25)) + ((0,25) * \log_4(0,25)) = 1 / 1$$

** Le nombre de classes pour l'hétérogénéité a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).



Facteur 4 : Fragmentation

| Code | Description | Format |
|----------------------|---|--|
| Frag_nat Frag_eau | Proportion de territoires naturels dans une ceinture de 1000 mètres en périphérie du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Frag_agri | Proportion de territoires agricoles dans une ceinture de 1000 mètres en périphérie du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Frag_anthro | Proportion de territoires anthropiques dans une ceinture de 1000 mètres autour du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Fragm | Valeur de la fragmentation* | 0 à 1 |
| Frag_class | Classe de la fragmentation (9 classes)** | 1 à 9 |
| Frag_cote | Valeur du facteur fragmentation (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : (rang de la classe/9)*16,67 | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |

* La valeur de la fragmentation est pondérée en fonction des types de milieux situés en périphérie d'un milieu humide donné.

Pondération des milieux en périphérie du milieu humide :

| | | |
|-------------|---|-------|
| Naturel | = | 100 % |
| Eau | = | 100 % |
| Agricole | = | 50 % |
| Anthropique | = | 0 % |

Les proportions des différents types de milieux compris dans une ceinture de 1000 mètres autour du milieu humide ont été déterminées dans un SIG à partir d'images *Landsat* classifiées.



La valeur du facteur fragmentation, qui se situe entre 0 et 1, est moindre lorsque la superficie des milieux situés en périphérie est caractérisée par la présence de milieux agricoles et/ou de milieux anthropiques.

Exemples 1 :

| | | |
|-------------|---|--|
| Naturel | = | 30 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Agricole | = | 30 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Anthropique | = | 30 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Eau | = | 10 % de la superficie totale des milieux en périphérie |

$$(0,3*1) + (0,3*0,5) + (0,3*0) + (0,1*1) = \mathbf{0,55 / 1}$$

La valeur du facteur fragmentation est plus élevée lorsque la superficie des milieux situés en périphérie est caractérisée par la présence de milieux naturels et d'eau.

Exemples 2 :

| | | |
|-------------|---|--|
| Naturel | = | 50 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Eau | = | 50 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Agricole | = | 0 % de la superficie totale des milieux en périphérie |
| Anthropique | = | 0 % de la superficie totale des milieux en périphérie |

$$(0,5*1) + (0,5*1) + (0*0,5) + (0*0) = \mathbf{1 / 1}$$

** Le nombre de classes pour la fragmentation a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).



Facteur 5 : Hydroconnectivité

| Code | Description | Format |
|------------|---|--|
| Hydc | Nombre de milieux humides ou aquatiques hydroconnectés* | Nombre |
| Hydc_class | Classe d'hydroconnectivité (9 classes)** | 1 à 9 |
| Hydc_cote | Valeur du facteur hydroconnectivité (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : $(\text{rang de la classe}/9) \times 16,67$ | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |

* Nombre d'entités humides ou aquatiques (milieux humides, rivières et lacs) formant un hydro système déterminé par analyse et corrigé visuellement dans un SIG à l'aide des couches hydrographiques (rivières, lacs et milieux humides) au format *ShapeFile*.

** Le nombre de classes pour l'hydroconnectivité a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).



Facteur 6 : Intégrité du milieu adjacent

| Code | Description | Format |
|--------------------|--|--|
| Adj_nat Adj_eau | Proportion de territoires naturels dans une ceinture de 30 mètres autour du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Adj_agri | Proportion de territoires agricoles dans une ceinture de 30 mètres autour du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Adj_anthro | Proportion de territoires anthropiques dans une ceinture de 30 mètres autour du milieu humide | Pourcentage (%) |
| Integ | Valeur de l'intégrité du milieu adjacent* | 0 à 100 |
| Integ_class | Classe de l'intégrité du milieu adjacent (9 classes)** | 1 à 9 |
| Integ_cote | Valeur du facteur intégrité du milieu adjacent (sur un total de 16,67) selon la classe. Formule : $(\text{rang de la classe}/9) \times 16,67$ | 1 = 1,85 2 = 3,70 3 = 5,56 4 = 7,41 5 = 9,26 6 = 11,11 7 = 12,97 8 = 14,82 9 = 16,67 |

* La valeur de l'intégrité des milieux adjacents est pondérée en fonction du type de milieu adjacent.

Pondération des milieux adjacents utilisée :

| | | |
|-------------|---|-------------------|
| Naturel | = | 100 % d'intégrité |
| Eau | = | 100 % d'intégrité |
| Agricole | = | 50 % d'intégrité |
| Anthropique | = | 0 % d'intégrité |

Les proportions des différents types de milieux adjacents comprises dans une ceinture de 30 mètres autour du milieu humide ont été déterminées dans un SIG à partir d'images *Landsat* classifiées et validées sur le terrain.



La valeur du facteur intégrité du milieu adjacent, qui se situe entre 0 et 1, est moindre lorsque la superficie du milieu adjacent est caractérisée par la présence de milieux agricoles et/ou de milieux anthropiques.

Exemples 1 :

Naturel = 30 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Agricole = 30 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Anthropique = 30 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Eau = 10 % de la superficie totale du milieu adjacent

$$(0,3*1) + (0,3*0,5) + (0,3*0) + (0,1*1) = 0,55 / 1$$

La valeur du facteur intégrité du milieu adjacent est plus élevée lorsque la superficie du milieu adjacent est caractérisée par la présence de milieux naturels et d'eau.

Exemples 2 :

Naturel = 50 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Eau = 50 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Agricole = 0 % de la superficie totale du milieu adjacent
 Anthropique = 0 % de la superficie totale du milieu adjacent

$$(0,5*1) + (0,5*1) + (0*0,5) + (0*0) = 1 / 1$$

** Le nombre de classes pour l'intégrité du milieu adjacent a été déterminé selon la règle de Sturge (Zar, 1999), soit $1 + (3,3 \log n)$, où n est le nombre de milieux humides inventoriés dans la zone d'étude. Les intervalles des 9 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).


Indice de qualité d'habitat des milieux humides

| Code | Description | Format |
|------------|---|-----------------------|
| Cote_total | Indice final obtenu par l'addition de la valeur de chacun des six facteurs biophysiques | 0 à 100 |
| Cote_fin | Classe de l'indice (5 classes)* | A B C D E |

* Les intervalles des 5 classes ont été déterminés par la méthode du bris naturel (*Natural break point*) (Jenks et Caspall, 1971).



ANNEXE 2 : EXEMPLE D'UNE FICHE DE CARACTÉRISATION DES MILIEUX HUMIDES



Fiche de caractérisation des milieux humides

Nom du propriétaire : _____
 Adresse : _____
 Numéro Téléphone : _____

Hétérogénéité (Proportion des strates %)

| | | |
|-----------------------|--------|--|
| Strate herbacée basse | 16.00% | Résultats : Classe correspondante : 8 Cote : 14.82 |
| Strate herbacée haute | 36.00% | |
| Strate arbustive | 48.00% | |
| Strate arborescente | 0.00% | |

Caractérisation des milieux humides dans le bassin versant de la rivière du Loup

Informations sur le site

Número identifiant du milieu humide : 17
 Sous bassin versant correspondant : 0
 Type de milieu humide : Tourbière (fen)

Hydropériodicité


| | | |
|---|--------|---------------------------|
| Proportion d'eau libre (%) | 36.00% | Résultats : |
| Proportion d'eau non libre dans la végétation (%) | 51.00% | Hydropériodicité : 72.45% |
| Proportion d'eau dans le sol près de la surface (%) | 16.00% | Cote : 16.67 |

Identification et spécificités

Validation terrain : Oui
 Date de validation : 2011-07-07
 Observations fauniques particulières : Odonates, Anoures
 Observations floristiques particulière : Quenouille, Kalmia à feuilles étroites, Grand nénuphar jaune

Photographies

Número de la photo terrain : 6808



Localisation spatiale du milieu humide

Les coordonnées font référence au centre du milieu humide

Coordonnées Y : 5164189
 Coordonnées X : 645208

UTM, NAD83 Zone 18

Fragmentation des milieux humides

Les proportions d'occupation du sol par milieu humide (zone de 1000 mètres)

| | | |
|--|--------|---------------------------|
| Proportion de territoire naturel | 44.00% | Résultats : |
| Proportion de territoire agricole | 0.00% | Classe correspondante : 9 |
| Proportion du territoire composé d'eau | 55.00% | Cote : 14.82 |
| Proportion du territoire anthropique | 1.00% | |

Intégrité du milieu adjacent

Les proportions d'occupation du sol par milieu humide (zone de 30 mètres adj)

| | | |
|--|--------|---------------------------|
| Proportion de territoire naturel | 36.07% | Résultats : |
| Proportion de territoire agricole | 0 | Classe correspondante : 9 |
| Proportion du territoire composé d'eau | 0 | Cote : 16.67 |
| Proportion du territoire anthropique | 3.93% | |

Résultats de caractérisation

Note finale du milieu humide : 77.8
 Cote finale du milieu h : A

Superficie

| | | |
|---|-------|-------------|
| Superficie totale du milieu humide (m²) | 19239 | Résultats : |
| Classe de superficie correspondante | 4 | Cote : 7.41 |

