

Méthode de classification des milieux humides du Québec boréal à partir de la carte écoforestière du 3^e inventaire décennal

**Sylvain Ménard
Marcel Darveau
Louis Imbeau
Louis-Vincent Lemelin**

Rapport technique N° Q2006-3

Canards Illimités – Québec

2006



Canards Illimités Canada
LA SOCIÉTÉ DE CONSERVATION

LES RAPPORTS TECHNIQUES DE CANARDS ILLIMITÉS CANADA, RÉGION DU QUÉBEC.

Lancée en 2005, cette série de rapports donne des informations scientifiques et techniques issues de projets de Canards Illimités Canada (CIC), bureau du Québec. Le but de ces rapports est de diffuser des résultats d'études s'adressant à un public restreint ou qui sont trop volumineux pour paraître dans une revue scientifique avec arbitrage. D'ordinaire, seuls les spécialistes demandent ces rapports techniques. C'est pourquoi les rapports sont diffusés surtout en format électronique PDF lisibles ou imprimables avec l'utilitaire gratuit Adobe Acrobat Reader (www.adobe.com).

En général, ces rapports ne sont publiés que dans une seule langue. Certains rapports peuvent être publiés en français et en anglais. Dans ce cas, une mention est faite à la page suivante. Ces rapports sont disponibles par courriel.

La citation recommandée apparaît au bas de la page suivante.

DUCKS UNLIMITED CANADA TECHNICAL REPORTS – QUÉBEC REGION

Established in 2005, this series of reports provides scientific and technical information from projects of the Quebec office of Ducks Unlimited Canada (DUC). The purpose of the reports is to make available material that is either of limited interest or that is too extensive to be published in refereed scientific journals. Technical reports of this nature are usually requested by specialists. Thus, the reports are essentially published in PDF electronic format readable or printable with the Adobe Acrobat Reader freeware (www.adobe.com).

These reports are generally published in one language only. Some may be published both in English and French. In such cases, it is mentioned on the next page. Copies of this report are available by email.

The recommended citation appears on the next page.

Méthode de classification des milieux humides du Québec boréal à partir de la carte écoforestière du 3^e inventaire décennal

Sylvain Ménard¹, Marcel Darveau², Louis Imbeau³ et Louis-Vincent Lemelin⁴

1. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4, et Canards Illimités Canada au 710, rue Bouvier, bureau 260, Québec (Québec) G2J 1C2, téléphone : 418-623-1650, poste 21, télécopieur : 418-623-0420, courriel : s_menard@ducks.ca.
2. Canards Illimités Canada, 710, rue Bouvier, bureau 260, Québec (Québec) G2J 1C2, et Centre de recherche en biologie forestière, faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec (Québec) G1K 7P4, téléphone : 418-623-1650, poste 26, courriel : m_darveau@ducks.ca.
3. Chaire industrielle CRSNG UQAT-UQAM en aménagement forestier durable, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Département des Sciences appliquées, Centre d'Amos : 341, Principale Nord, Amos, (Québec) J9T 2L8, téléphone: 819-732-8809, poste 8322, télécopieur : (819) 732-8805, 445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4, téléphone : 819-762-0971, poste 2033, télécopieur : 819-797-4727. Courriel: louis.imbeau@uqat.ca.
4. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4, et Canards Illimités Canada au 710, rue Bouvier, bureau 260, Québec (Québec) G2J 1C2, téléphone : 418-623-1650, poste 16, télécopieur : 418-623-0420, courriel : l_lemelin@ducks.ca.

Rapport technique N° Q2006-3

Canards Illimités - Québec

© Canards Illimités Canada 2006

ISBN10 2-9809673-1-9

ISBN13 978-2-9809673-1-3

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2006

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 2006

Citation recommandée:

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^e inventaire décennal, Rapport technique N° Q2006-3, Canards Illimités Canada - Québec, 19 p.

Résumé

Si beaucoup d'efforts ont été déployés depuis 20 ans à la caractérisation du milieu terrestre boréal québécois, il en est tout autrement pour les milieux humides. Bien qu'il existe une volonté de mieux gérer ces milieux, celle-ci se voit rapidement freinée par une lacune importante : l'absence d'un outil de caractérisation des milieux humides utilisable sur l'ensemble de la forêt boréale à des coûts raisonnables.

Dans un rapport technique, Breton *et al.* (2005, Rapport technique CIC-Québec Q2005-1) ont contribué à combler cette lacune en adaptant une méthode de classification des habitats de la sauvagine par photo-interprétation (Rempel *et al.* 1997, *J. Wildl. Manage.* 61), de façon à ce qu'elle soit utilisable avec la carte écoforestière québécoise. En appliquant cette classification sur un territoire correspondant à la quasi-totalité du Québec forestier, nous avons décelé certaines faiblesses qui nous ont amenés à revoir certains éléments, tant en ce qui concerne la typologie que le traitement géomatique. Il en a résulté un système de classification différent de celui de Breton *et al.*, mais mieux adapté à la diversité du territoire québécois.

Le système proposé contient deux niveaux hiérarchiques : 1) la Classe (Aquatique, Rivage, Marécage, Dénudé humide), et 2) le Système (Réservoir, Lac, Rivière, Étang, Étang isolé), pour un total de 22 types de milieux humides. Il permet de classifier rapidement et à peu de frais les milieux humides de la forêt boréale sur de vastes territoires.

Bien que le système ait été conçu pour une étude sur la régionalisation des milieux humides du Québec, nous croyons qu'il sera également fort utile pour appuyer des études fauniques et comme outil de conservation, d'aménagement et de gestion du territoire. De même, il peut aussi être adapté à d'autres provinces canadiennes et compétences législatives, puisque les systèmes de cartographie forestière montrent souvent des similitudes.

Abstract

Although numerous efforts have been invested, over the last 20 years, at characterising the terrestrial component of forest-dominated landscapes, it has truly been otherwise for wetlands. In spite of a general willingness to improve the knowledge of these ecosystems, there were no attempt to map wetlands across the boreal forest in Quebec, obviously because of the absence of a functional tool allowing wetland characterisation at low costs.

In a technical report, Breton *et al.* (2005, Rapport technique CIC-Québec Q2005-1) tried to fill this gap by adapting a wetland habitat classification system that originally used aerial photography to map boreal forest waterfowl habitat (Rempel *et al.* 1997, J. Wildl. Manage. 61) in order to be applicable with Quebec's digitized forest inventory maps. When we tried to applying this classification to a very large area that included nearly all Quebec's forests, we found out that the system had some weaknesses. That led us to rethink some elements, from typology to geomatic processing. The resulting classification system is quite different from the one developed by Breton *et al.*, but is more adapted to the diversity of Quebec's territory.

Our classification system has two hierarchical levels: 1) the Class (Aquatic, Shoreline, Swamp, Bare wetland), and 2) the System (Reservoir, Lake, river, Pond, Isolated pond), totalling 22 types of wetland habitats. The system allows to rapidly classify the wetland habitats of forest dominated landscapes over vast regions at low costs.

Though the system has been developed for a wetland habitat regionalisation study, we believe that it would be useful for wildlife habitat studies and that it could serve as a tool for wetland management and conservation. It could also be adapted to other Canadian provinces and other jurisdictions, because their forest mapping systems are often similar.

Table des matières

Résumé	iv
Abstract	v
Table des matières	vi
Liste des figures	vii
Liste des tableaux	vii
1. Introduction	1
2. Description de la carte écoforestière.....	3
3. Le système de classification des milieux humides	4
3.1 Justification	4
3.2 Description	6
4. Méthodologie.....	8
4.1 Couches d'information	8
4.2 Milieux aquatiques (Aq) et délimitation des systèmes.....	9
4.2.1 Cours d'eau linéaire (AqR)	10
4.2.2 Plans et cours d'eau surfaciques.....	10
4.3 Dénudés humides (Dh).....	11
4.4 Milieux marécageux (Ma).....	13
4.5 Rivages (Ri).....	14
5. Résultats et discussion.....	15
6. Conclusion.....	16
Remerciements	17
Références	18

Liste des figures

Figure 1	Système de classification des habitats boréaux de la sauvagine (tiré de Rempel <i>et al.</i> 1997).....	5
Figure 2	Couches <i>peefo</i> et <i>hyfl</i> du feuillet 32F05NE. Ce feuillet sera utilisé pour illustrer la méthode.....	9
Figure 3	Classification des systèmes aquatiques.....	11
Figure 4	Classification des dénudés humides selon les systèmes hydriques.	12
Figure 5	Classification des marécages.	13
Figure 6	Classification des rivages.....	14
Figure 7	Classification finale.	15

Liste des tableaux

Tableau 1	Classification des milieux humides.....	7
Tableau 2	Résultat de la classification du feuillet 32F05NE.	16

1. Introduction

Recouvrant plus de 58,5 % du pays, soit 584 millions d'hectares, la région boréale représente le plus grand écosystème du Canada. En plus d'abriter 90 % des forêts intactes du pays, la forêt boréale canadienne contient 35 % des milieux humides du monde (Anielsky et Wilson 2006).

Puisque de grandes portions de cette région sont relativement isolées des zones urbaines, elles subissent moins les pressions de l'étalement urbain et de l'agriculture. Plusieurs personnes, y compris des membres d'organismes de conservation, croient donc qu'elles sont momentanément protégées. Par ailleurs, comme les ressources et les pressions de développement sont souvent gérées à la pièce, on ne tient pas compte des effets cumulatifs de l'exploitation du territoire. Il est donc très difficile d'évaluer l'ampleur des pressions d'ensemble exercées par l'industrie forestière, minière, hydroélectrique et même récréo-touristique, et de mesurer les impacts qui en découlent, notamment sur les espèces fauniques et leurs habitats. Les principes de développement durable, d'aménagement intégré des ressources et d'aménagement écosystémique semblent être une alternative intéressante de gestion du territoire forestier parce qu'ils sont basés sur une vision globale, considérant à la fois les ressources non commerciales et les effets de l'exploitation sur les différents écosystèmes (Coulombe *et al.* 2004). Ce type de gestion demande cependant une connaissance exhaustive du territoire.

Si beaucoup d'efforts ont été consacrés depuis 20 ans à la caractérisation du milieu terrestre québécois par le développement de cadres de références (Ducruc *et al.* 1994; Saucier *et al.* 1998), il en est tout autrement pour les milieux aquatiques et humides. Encore aujourd'hui, il est impossible de quantifier avec précision la superficie des milieux humides, et pratiquement aucune étude n'a été réalisée concernant leur distribution à l'échelle de la province.

Depuis le début des années 1980, de nombreux travaux ont eu comme objectif la mise en œuvre de systèmes de classification facilitant l'échange de connaissances (Jacques et Hamel 1982; Couillard et Grondin 1986; Buteau *et al.* 1994; Warner et Rubec 1997) et la compréhension de la diversité et de l'écologie des milieux humides (Gauthier 1980; Grondin et Ouzilleau 1980; Couillard et Payette 1985; GTNTH 1988; Dignard *et al.* 1990; Payette et Rochefort 2001). Cependant, la vaste majorité des travaux demeurent basés sur l'étude de sites et ne considèrent

pas la distribution des milieux humides aux échelles régionale et provinciale. Ces connaissances s'avèrent pourtant cruciales, puisqu'elles permettraient de déterminer l'abondance et la répartition de plusieurs habitats fauniques, de développer des objectifs de bonnes pratiques de protection des milieux humides et faciliteraient l'intégration de ces milieux dans la Stratégie québécoise sur les aires protégées (SQAP).

Le principal facteur limitant les études à petite échelle des milieux humides de la région boréale est de toute évidence l'absence d'un outil précis et peu coûteux pour l'identification et la classification des milieux humides. Dans un précédent Rapport technique, Breton *et al.* (2005) ont tenté de combler cette lacune en adaptant une méthode de classification des habitats de la sauvagine (Rempel *et al.* 1997), qui utilisait à l'origine la photo-interprétation de façon à ce qu'elle soit utilisable avec la carte écoforestière québécoise. En appliquant cette classification sur un territoire correspondant à la quasi-totalité du Québec forestier, nous avons décelé certaines faiblesses de l'approche qui nous ont poussés à revoir certains éléments, tant au niveau de la typologie que du traitement géomatique. Il en a résulté un système de classification différent de celui de Breton *et al.* (2005), mais mieux adapté à la diversité du territoire québécois.

Dans le présent rapport technique, nous décrivons la carte écoforestière, qui est la base de notre système de classification. Ensuite, nous décrivons notre système et expliquons les raisons qui nous ont poussés à le développer. Finalement, à l'aide d'un exemple, nous donnons la procédure à suivre pour appliquer la classification proposée. Il s'agit en fait d'un « guide de l'utilisateur » qui ne vise pas l'explication des outils géomatiques eux-mêmes, mais bien l'explication de la démarche de classification des milieux humides à partir des cartes écoforestières. L'utilisation de ce guide requiert donc certaines connaissances des outils géomatiques. Bien que ce processus ait été réalisé à l'aide du logiciel ArcGIS 9.0, cet outil est en constante évolution et d'autres logiciels géomatiques peuvent permettre de réaliser les étapes suggérées. Ce guide ne fournit donc pas l'ensemble des requêtes utilisées dans le cadre de l'application de cette démarche à l'aide de ce logiciel. Par contre, lorsque jugé nécessaire, certains exemples de requêtes ont été indiqués pour illustrer des étapes spécifiques de la démarche.

2. Description de la carte écoforestière

Au Québec, les cartes écoforestières sont constituées à partir de photos aériennes (échelle 1:15 840) par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) afin de gérer le patrimoine forestier. Selon les normes de cartographie écoforestière, la superficie minimale cartographiée des terrains à vocation non forestière et des lacs est de 1 ha (Létourneau 2000), ce qui représente, selon le *Soil Survey Manual* (Soil Survey Division Staff 1993), l'unité minimale cartographiable (*Minimum mapping unit*) pour cette échelle. Il apparaît donc que l'outil est utilisé à son plein potentiel en matière de résolution spatiale. Il est cependant important de noter que, même à cette échelle, la quantité de milieux humides est fort probablement légèrement sous-estimée puisque de nombreux milieux (dont la taille est inférieure à 1 ha) n'auront pas été détectés. Par ailleurs, il y a une incertitude liée au fait qu'une photo ne présente qu'une image statique d'un milieu dynamique (Cowardin et Golet 1995). En effet, à l'image des écosystèmes forestiers, les écosystèmes d'eau douce ont un régime de perturbations naturelles propre, dont les facteurs (climat, inondations, feux, glissements de terrains, migration des chenaux, accumulations de débris, activités du castor [*Castor canadensis*], etc.) agissent à plusieurs échelles spatiotemporelles.

Puisque ces cartes sont destinées aux gestionnaires forestiers et que les milieux humides boréaux ne suscitent actuellement que peu d'intérêt commercial, peu d'efforts ont été consacrés à leur caractérisation jusqu'à maintenant. Bien que ces milieux soient précisément délimités, dans certains cas, ils ne sont caractérisés que par une appellation cartographique plus ou moins vague (p. ex.: dénudé humide).

Il demeure qu'en format numérique, les cartes forestières regroupent beaucoup d'information. La Base de données topographiques du Québec (BDTQ), qui sert de base aux cartes forestières, contient des couches d'hydrographie surfacique (éléments ≥ 6 m de largeur) et d'hydrographie linéaire (< 6 m de largeur) qui y sont précisées par un indicatif particulier (lac, rivière, réservoir hydroélectrique, cours d'eau permanent ou intermittent). Aussi, le Service des inventaires écoforestiers du Québec (SIEF) a cartographié les terres humides dites improductives (aulnaies, dénudés humides et terres inondées) auxquelles un code particulier a été attribué. De plus, pour le troisième programme décennal d'inventaire forestier québécois, des types écologiques ont été définis pour les peuplements productifs. En plus d'exprimer les

caractéristiques de la végétation basse qui croît sur chaque site, le type écologique décrit la végétation arborescente potentielle et les caractéristiques physiques du milieu (Grondin *et al.* 2003). Ainsi, on peut identifier des peuplements productifs humides. Trois types de ces peuplements (drainage hydrique) ont été définis, correspondant aux codes de milieu physique 7 (station ombrotrophe sur dépôt minéral), 8 (station minérotrophe) et 9 (station ombrotrophe sur dépôt organique) du type écologique. Il est donc possible, à l'aide d'un système d'information géographique, de localiser et de quantifier divers types de milieux humides.

3. Le système de classification des milieux humides

3.1 Justification

Il y a plusieurs avantages à utiliser les cartes écoforestières pour localiser et classifier les milieux humides : 1) celles-ci sont disponibles à relativement peu de frais pour l'ensemble du territoire forestier « commercial » québécois et sont mises à jour sur une base décennale; 2) l'échelle et le format de la carte permettent une utilisation sur de vastes territoires tout en offrant une précision acceptable, allant de 1 ha pour les terrains non productifs à 8 ha pour les peuplements forestiers; 3) le traitement de la base de données est relativement simple; et 4) cet outil est déjà utilisé par la majorité des organismes jouant un rôle dans la gestion du territoire forestier.

Par contre, l'information disponible sur la carte écoforestière n'est pas suffisante pour classifier les milieux humides selon les systèmes nationaux de classification. Par exemple, le système canadien de classification discrimine, dès le premier niveau, les milieux humides de par leur origine et leur genèse (Warner et Rubec 1997). Ainsi, la différenciation entre les fens et les bogs repose sur l'identification du régime nutritionnel, qui ne peut être confirmée que par des données biochimiques (Wheeler et Proctor 2000) ou par l'identification des communautés végétales (Gauthier 1980). Par ailleurs, avec la classification américaine (Cowardin *et al.* 1979), il est possible de classifier le premier niveau assez aisément, puisque cela consiste grossièrement à discriminer les systèmes de plans d'eau (système lacustre), de cours d'eau (riverain), et de milieux humides non connectés au réseau hydrographique (palustre). Par contre, au niveau du sous-système, il est impossible de distinguer sur les cartes forestières l'eau profonde de l'eau peu

profonde d'un lac. Malgré une recherche approfondie, nous n'avons pu adapter les données de la carte écoforestière à aucune classification reconnue.

Un second problème provient du fait que les principales classifications n'ont pas été conçues pour répondre à des besoins d'ordre faunique. Nous sommes donc repartis du système de classification conçu par Rempel *et al.* (1997) pour la classification des habitats de la sauvagine en milieu boréal à partir de photos aériennes (Fig. 1), en prenant en compte l'adaptation aux cartes écoforestières proposée par Breton *et al.* (2005). Nous avons aussi considéré les recommandations que ces derniers livraient à la fin de leur rapport, notamment de tester la méthode sur plusieurs territoires, de vérifier les données sur les étangs à castor et de réexaminer certains seuils arbitraires de caractérisation.

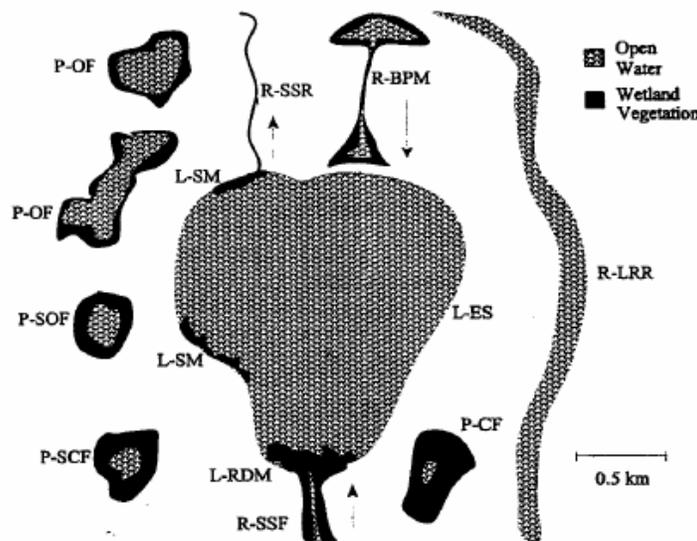


Fig. 1. Schematic diagram of the wetland habitat classification for Ontario Claybelt, 1990. L-SM = lacustrine:shore marsh, L-ES = lacustrine:exposed shore, L-RDM = lacustrine:river delta marsh, P-CF = palustrine:closed fen, P-SCF = palustrine:semi-closed fen, P-SOF = palustrine:semi-open fen, P-OF = palustrine:open fen, R-BPM = riverine:beaver pond marsh, R-LRR = riverine:large river riparian, R-SSF = riverine:small stream fen, and R-SSR = riverine:small stream riparian. Arrows indicate direction of water flow.

Figure 1 Système de classification des habitats boréaux de la sauvagine (tiré de Rempel *et al.* 1997).

3.2 Description

Le système de classification découlant des travaux de Breton *et al.* (2005) comporte deux niveaux hiérarchiques (Tableau 1). Au premier niveau, les milieux humides sont regroupés en quatre classes :

- 1) La classe Aquatique regroupe les éléments lacustres de la classification américaine (Cowardin *et al.* 1979) ainsi que l'eau peu profonde de la classification canadienne (Warner et Rubec 1997).
- 2) La classe Rivage regroupe les éléments « rivage exposé » de la classification de Rempel *et al.* (1997). Ce sont donc tous les rivages qui ne sont pas en contact avec un milieu humide. Cette zone est généralement trop étroite pour être délimitée lors de la confection de la carte écoforestière. Ainsi, la classe se mesure en unités linéaires puisqu'il est impossible, avec les outils à notre disposition, d'estimer adéquatement des surfaces.
- 3) La classe Marécage se définit comme une terre humide dominée par des arbres ou des grands arbustes. Ce terme inclut, entre autres, les terres humides arbustives comme les aulnaies et les tourbières boisées (Warner et Rubec 1997). La classe se subdivise en cinq sous-classes selon le niveau trophique, le type de végétation et de sol.
- 4) La classe Dénudé humide correspond aux milieux humides exempts d'arbres ou d'arbustes. Il s'agit d'une classe très générale qui peut contenir une grande diversité de milieux humides (fens, bogs, marais; Warner et Rubec 1997). Deux sous-classes ont été ajoutées. Des analyses préliminaires ont démontré la présence de vastes massifs sur certaines portions de l'aire d'étude, notamment dans les basses-terres de l'Abitibi et de la Baie James. En effet, les dénudés humides constituent de larges massifs (parfois jusqu'à 8 000 ha) dans lesquels sont imbriqués des peuplements forestiers et des étendues d'eau. Puisque la classification est basée sur des règles de contacts (2^e niveau hiérarchique), il s'avère impossible de classer correctement ces massifs qui sont en contact avec tous les types de systèmes hydriques à la fois. Ainsi, la sous-classe Dénudé humide complexe (> 400 ha¹) a été conçue pour caractériser ces massifs. De plus, la sous-classe Dénudé humide isolé a été ajoutée afin de caractériser les milieux isolés du réseau hydrographique.

¹ La superficie de 400 ha correspond au dernier 5 % de la distribution des superficies pour l'ensemble des dénudés humides de l'aire d'étude. Il s'agit d'une norme visant à identifier les valeurs extrêmes (Hair *et al.* 1998).

Au deuxième niveau, les classes Rivages et Dénudés humides sont subdivisées selon le système hydrique avec lequel ils sont en contact. Ces systèmes (réservoir, lac, étang, mare, cours d'eau) se distinguent par leur taille, l'ampleur de la variation du niveau d'eau ainsi que par la présence ou non d'ouvrages de régulation du niveau d'eau. Par exemple, ce qui distingue les lacs des étangs ou des mares est un seuil de superficie de 8 ha. Il s'agit d'un seuil reconnu, basé sur le fait que les étendues d'eau de moins de 8 ha ne sont en général pas suffisamment grandes pour qu'il y ait présence de processus lacustres, c'est-à-dire une stratification thermique et la formation de rivages exposés sous l'action du vent et des vagues (F.C. Golet, comm. pers.). Pour les polygones sous l'influence de plus d'un système hydrographique, une hiérarchie a été établie comme suit :

Réservoir > Lac > Étang > Cours d'eau > Étang isolé.

Tableau 1 Classification des milieux humides.

Classe	Sous-classe	Système	Type
Aquatique		Réservoir	AqH
		Lac	AqL
		Étang	AqE
		Mare	AqM
		Lit de cours d'eau	AqR
Rivage		de réservoir	RiH
		de lac	RiL
		d'étang	RiE
		de mare	RiM
		de cours d'eau	RiR
Marécage	Arbustif		MaA
	Arboré pauvre		MaP
	Arboré riche		MaR
	Tourbière boisée		MaT
	Inondé		MaI
Dénudé humide	Complexe		DhX
	Isolé		DhI
		de réservoir	DhH
		de lac	DhL
		d'étang	DhE
		de mare	DhM
	de cours d'eau	DhR	

Tel que mentionné précédemment, le système mis au point permet de répondre à quelques lacunes relevées par Breton *et al.* (2005) dans les recommandations de leur rapport technique. Premièrement, les auteurs émettaient quelques réticences à identifier les polygones de classe dénudés humides comme étant des bogs ou des fens, comme l'exigeait le système de Rempel *et*

al. (1997). Afin d'éviter le problème, nous avons plutôt choisi de classifier ces polygones selon une règle de contact avec le système hydrique environnant.

Un autre problème important soulevé par les travaux de Breton *et al.* (2005) est la difficulté de fixer la largeur d'une bande riveraine. Pour cette raison, nous avons choisi de mesurer les milieux de classe Rivage en unités linéaires au lieu de les transformer en unités surfaciques. De cette façon, il est possible de localiser ces milieux riverains sans toutefois s'avancer sur des estimations de superficies.

Des questionnements ont également été émis quant à fiabilité des données concernant les barrages de castors. Bien que nous jugions cette information primordiale pour une classification axée sur la faune, nous avons dû l'abandonner en raison du manque de constance des données. En effet, une consultation avec les cartographes responsables de la BDTQ nous a permis d'apprendre que les barrages de castors n'ont été cartographiés que sur environ le tiers des feuillets cartographiques de la BDTQ (D. Pageau, comm. pers.).

4. Méthodologie

4.1 Couches d'information

Deux couches d'information de la carte écoforestière du 3^e inventaire décennal du MRNF (Létourneau 2000) sont nécessaires à la réalisation de la classification : 1) la couche polygonale *c08peefo* qui contient toute l'information relative aux polygones forestiers, humides et aquatiques; 2) la couche linéaire *c08hyfll* qui contient les cours d'eau linéaires (Fig. 2). Si plusieurs feuillets de cartes sont nécessaires, nous suggérons de renommer les couches selon le numéro de feuillet (ex.: *32F05NEpeefo*). Les différents feuillets de chaque couche pourront être unis, ce qui évitera de répéter plusieurs fois les étapes subséquentes².

² Mise en garde : Il est difficile pour un ordinateur de bureau de fonctionner avec plus d'une cinquantaine de feuillets à la fois.

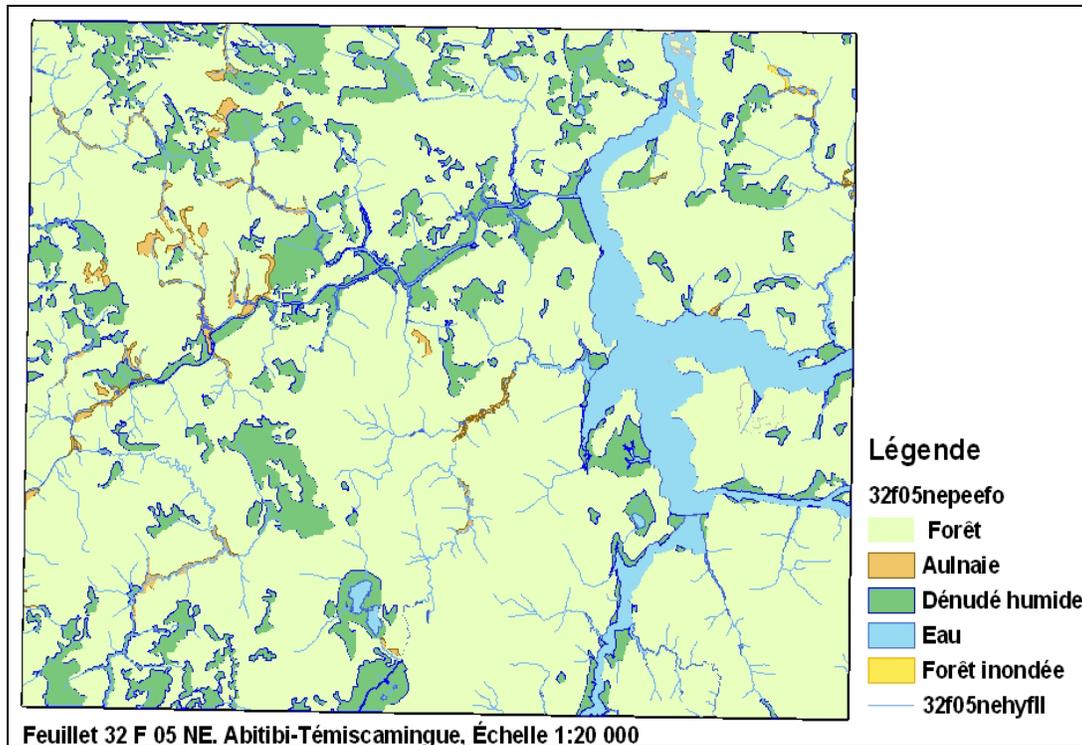


Figure 2 Couches *peefo* et *hyfl* du feuillet 32F05NE. Ce feuillet sera utilisé pour illustrer la méthode.

4.2 Milieux aquatiques (Aq) et délimitation des systèmes

En plus de représenter cinq types de milieux, la délimitation des systèmes hydriques servira pour la classification des classes Dénudé humide et Rivages au deuxième niveau hiérarchique. Les polygones aquatiques sont identifiables sur la couche *peefo* par la valeur *EAU* dans le champ *TER_CO* de la table d'attributs. Il s'agit donc d'extraire ces éléments et de créer une couche distincte nommée *Eau* (par exemple par les requêtes *SELECT BY ATTRIBUTE*, *MAKE FEATURE LAYER* et *CONVERT TO SHAPEFILE* de ArcGIS 9.0 de la compagnie ESRI). Il sera par la suite possible, à partir de cette couche, de distinguer les différents systèmes aquatiques par le champ *INDICATIF*.

Deux étapes préparatoires sont nécessaires à la délimitation des systèmes. Premièrement, comme les polygones aquatiques ayant la valeur 0120000004 pour le champ *INDICATIF* sont des polygones dont l'indicatif n'a pas été attribué par le SIEF, il faut sélectionner ces polygones et changer la valeur du champ selon que le polygone est un lac (01020001000), une rivière (01010000000) ou un réservoir (01020002000), en se fiant à l'indicatif du polygone aquatique

auquel il est attaché³. Deuxièmement, avant de commencer la classification, pour faciliter l'interprétation subséquente des données, nous recommandons de convertir en hectares les données de superficie qui sont en m². Cela peut être fait à partir d'un champ de la table d'attributs qui est nommé *AREA* et qui contient la superficie en mètres carrés.

4.2.1 Cours d'eau linéaire (AqR)

À partir de la couche *hyfll*, il est possible de discriminer les ruisseaux permanents des ruisseaux intermittents (Fig. 3). Il faut créer les couches :

- 1- Ruisseau permanent (*AqR-p*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur de 01010000000 pour le champ *INDICATIF*.
- 2- Ruisseau intermittent (*AqR-i*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur de 01010000002 pour le champ *INDICATIF*.

4.2.2 Plans et cours d'eau surfaciques

À partir de la couche *Eau* précédemment créée, il est possible de discriminer tous les autres systèmes hydrographiques (Fig. 4). Il faut créer les couches :

- 1- Rivière (*AqR*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur 01010000000 dans le champ *INDICATIF*.
- 2- Réservoir (*AqH*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur 010200020004 dans le champ *INDICATIF*. Il est à noter que ce type est absent de l'exemple présenté.
- 3- Lac (*AqL*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur 01020001000 dans le champ *INDICATIF* et une superficie de 8 ha ou plus (≥ 8).
- 4- Petites étendues d'eau (*P-lac*) : Il s'agit d'une couche intermédiaire dont les éléments sont identifiables par la valeur 01020001000 et/ou 01020050000 dans le champ *INDICATIF* et une superficie de moins de 8 ha (< 8).

³ Dans le cas de l'exemple présenté dans le rapport, aucun polygone aquatique ne possède cette valeur.

⁴ Seulement les réservoirs hydroélectriques possèdent cette valeur alors que de nombreux plans d'eaux possèdent des ouvrages de régulation du niveau d'eau. Il faudra consulter le centre d'expertise hydrique du Québec pour obtenir la liste complète des barrages de forte contenance et changer l'indicatif des lacs en contact avec ces barrages.

- 5- Étangs (*AqE*) : À partir de la couche *P-lac*, il faut sélectionner les éléments en contact avec le réseau hydrographique, soit les couches *AqR*, *AqR-p* et *AqR-i*, afin de créer une couche nommée *AqE* (par exemple, par la requête *SELECT BY LOCATION* de ArcGIS 9.0).
- 6- Mares (*AqM*) : pour créer cette couche, il faut sélectionner les éléments de la couche *P-lac* qui sont isolés du réseau hydrographique (par exemple, utiliser la requête *SELECT BY LOCATION* afin de sélectionner les éléments en contact avec le réseau, puis effectuer ensuite la requête *SWITCH SELECTION*, permettant d'inverser la sélection).

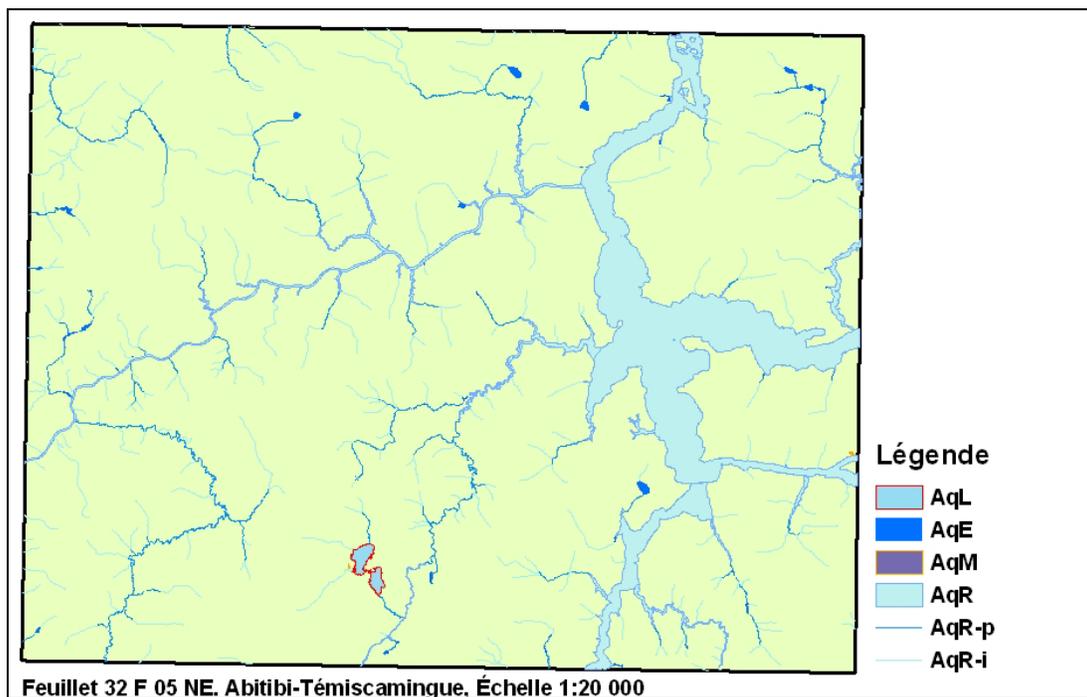


Figure 3 Classification des systèmes aquatiques.

4.3 Dénudés humides (*Dh*)

La classification des dénudés humides se fait à partir d'une règle de contact avec les systèmes hydriques définis précédemment (Fig. 4). Il faut par contre tenir compte des deux sous-classes, soit les dénudés complexes et isolés.

- 1- À partir de la couche *peefo*, sélectionner tous les dénudés humides, c'est-à-dire les polygones possédant la valeur *DH* pour le champ *TER_CO* et créer une couche distincte nommée *DH*. Ensuite, ajouter un champ nommé *CODE* (format texte) à la table d'attributs. Ce champ permettra de caractériser les polygones selon le système hydrique.

- 2- Dans la table d'attributs, ajouter un champ dans lequel la superficie des polygones sera calculée en hectares.
- 3- À partir de cette couche, sélectionner les dénudés humides de plus de 400 ha et inscrire *DhX* sous le champ *CODE*.
- 4- Sélectionner les polygones qui n'ont aucune valeur dans le champ *CODE*⁵ et qui sont en contact avec un réservoir. Inscrire *DhH* dans le champ *CODE*.
- 5- Répéter l'étape précédente pour les dénudés de lacs (*DhL*), d'étangs (*DhE*), de cours d'eau (*DhR*), et de mares (*DhM*) en s'assurant de respecter cette hiérarchie.
- 6- À cette étape, les dénudés qui n'ont toujours pas de valeur pour le champ *CODE* sont isolés du réseau hydrographique. Inscrire *DhI* dans le champ *CODE*.

Il est à noter que les types *DhX*, *DhH* et *DhM* sont absents de l'exemple présenté.

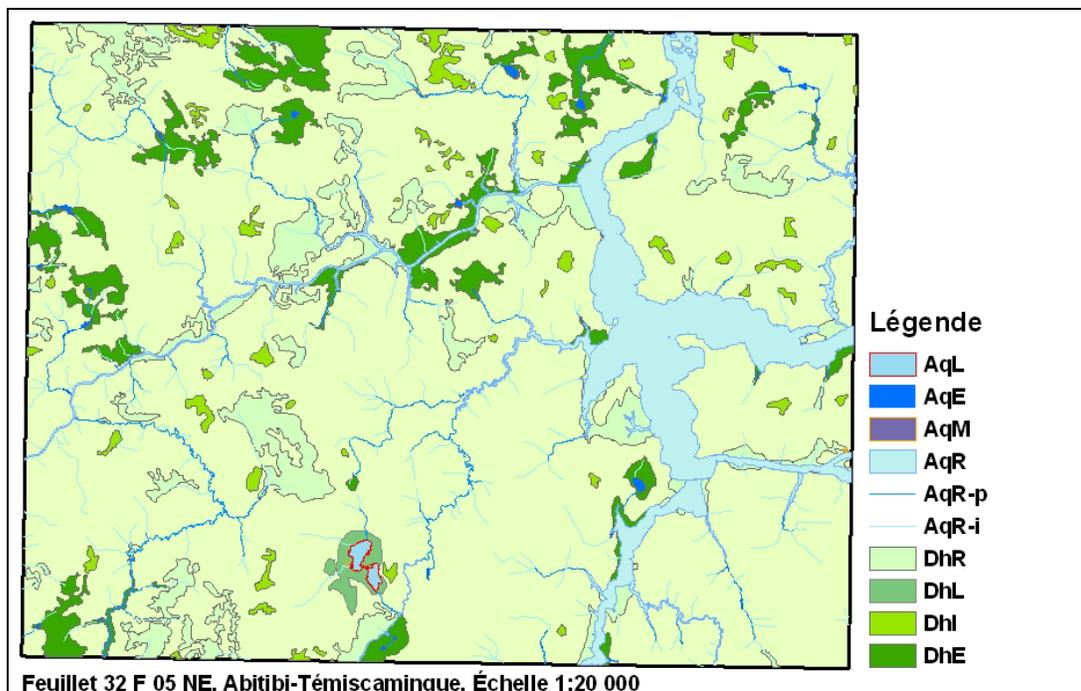


Figure 4 Classification des dénudés humides selon les systèmes hydriques.

⁵ Il est important de mentionner que la hiérarchie (Réservoir > Lac > Étang > Cours d'eau > Étang isolé) vise l'obtention de classes mutuellement exclusives. Il est donc primordial de la respecter. Lorsqu'un polygone se voit attribuer un type, ce dernier ne doit pas changer.

4.4 Milieux marécageux (Ma)

À partir de la couche *peefo*, il est possible de discriminer les différents types de marécages (Fig. 5) en créant les couches :

- 1- Marécage inondé (*MaI*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur *INO* pour le champ *TER_CO*.
- 2- Marécage arbustif (*MaA*) : dont les éléments sont identifiables par la valeur *AL* pour le champ *TER_CO*.
- 3- Marécages arborés pauvres (*MaP*) : en exécutant la sélection «*TEC_CO_TEC Like ‘__7’*»⁶.
- 4- Marécages arborés riches (*MaR*) : en exécutant la sélection «*TEC_CO_TEC Like ‘__8’*».
- 5- Tourbières boisées (*MaT*) : en exécutant la sélection «*TEC_CO_TEC Like ‘__9’*».

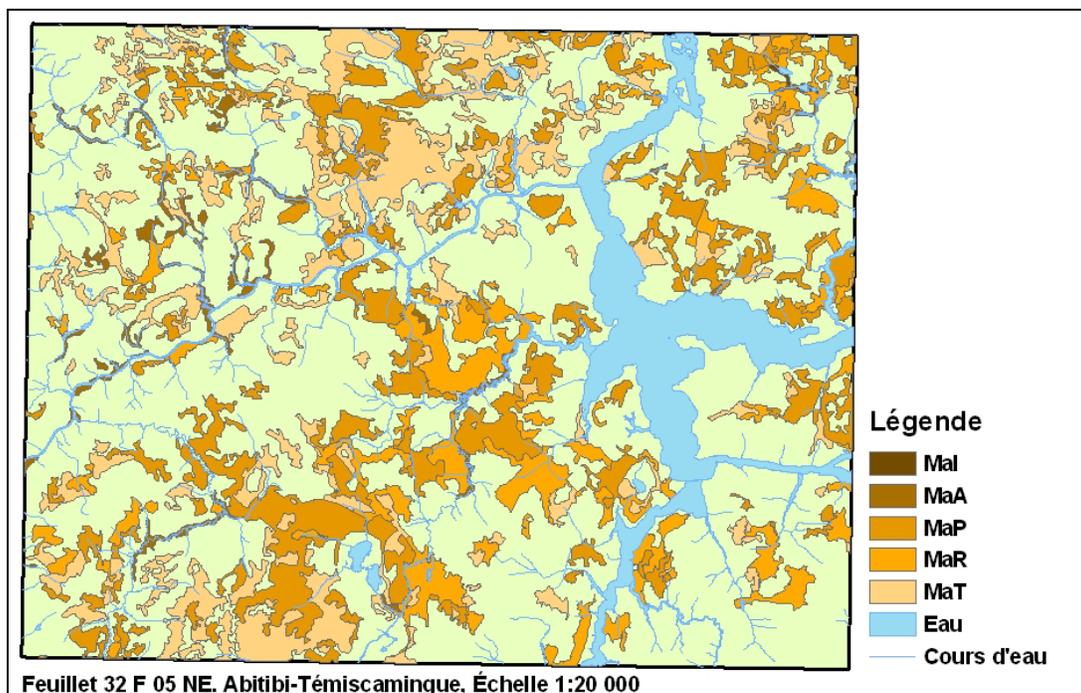


Figure 5 Classification des marécages.

⁶ *TEC_CO_TEC* représente le type écologique des peuplements. Il s'agit d'un code à 4 caractères (ex.: *RE39*) dont seulement le dernier est nécessaire pour la sélection. En employant le marqueur de relation *Like* au lieu de = et en remplaçant les trois premiers caractères par des barres de soulignement (__) lors de la requête de sélection, il est possible de sélectionner tous les éléments selon le dernier caractère du code.

4.5 Rivages (Ri)

À partir de la couche *peefo*, il est possible de discriminer les différents types de rivages « exposés », c'est-à-dire qui ne sont pas en contact avec un milieu humide (Fig. 6) :

- 1- Créer une couche nommée *SEC* en sélectionnant tous les éléments qui ne sont pas des milieux humides⁷.
- 2- Transformer les couches polygonales *AqH*, *AqL*, *AqE*, *AqM* et *AqR* en couches linéaires (par exemple par la fonction *CONVERT POLYGONS TO POLYLINES* de X-TOOLS).
- 3- À partir des couches linéaires, créer des couches ne contenant que les rivages bordant les milieux secs (par exemple en exécutant la fonction *CLIP* sur la couche nommée *SEC*). Nommer ces couches *RiH*, *RiL*, *RiE*, *RiM* et *RiR*, respectivement.
- 4- Répéter l'étape 3 avec les couches de cours d'eau linéaires permanents et intermittents. Nommer les couches *RiR-p* et *RiR-i*.

Il est à noter que les types *RiL*, *RiH*, et *RiM* sont absents de l'exemple présenté.

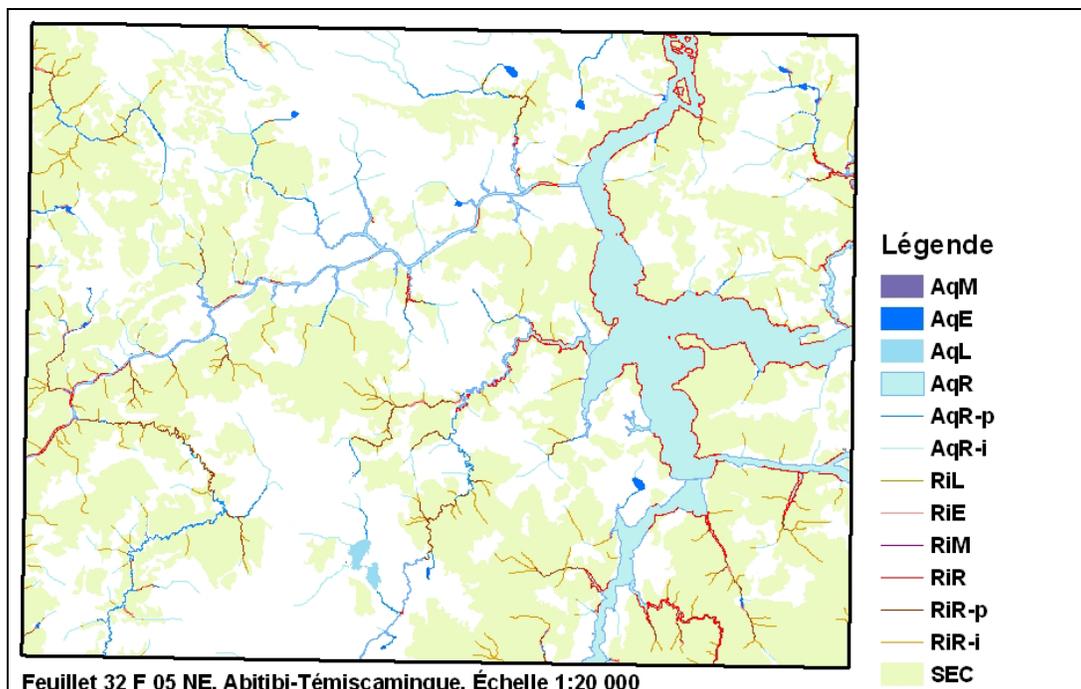


Figure 6 Classification des rivages.

⁷ Utiliser la sélection «"TER_CO" = 'AL' OR "TER_CO" = 'DH' OR "TER_CO" = 'EAU' OR "TEC_CO_TEC" LIKE '___7' OR "TEC_CO_TEC" LIKE '___8' OR "TEC_CO_TEC" LIKE '___9' OR "TER_CO" = 'INO'» et inverser la sélection pour sélectionner tout les polygones à l'exception des polygones humides

5. Résultats et discussion

La Figure 7 montre le résultat final de la classification telle que détaillée. De plus, le Tableau 2 indique le nombre ainsi que la superficie totale de chaque type de milieu humide présent sur le feuillet 32F05NE. Pour un professionnel en géomatique, nous croyons que l'application de cette méthode ne nécessite que quelques heures d'apprentissage. En effet, cet exemple a été utilisé comme travail pratique dans le cadre d'un cours gradué à l'Université Laval suivi par des étudiants de différents domaines et possédant des niveaux de connaissance géomatique très variés. En plus d'appliquer la méthode sur le feuillet 32F05NE, ils ont rédigé un rapport dans lequel ils expliquaient les difficultés rencontrées. Cet exercice nous a donc permis de valider la méthodologie et d'ajuster certains éléments. La majorité des commentaires formulés visaient des éléments mineurs, le plus souvent des imprécisions dans la version préliminaire du rapport. Il demeure que globalement, les étudiants sont parvenus aux bons résultats en un temps variant entre trois et sept heures.

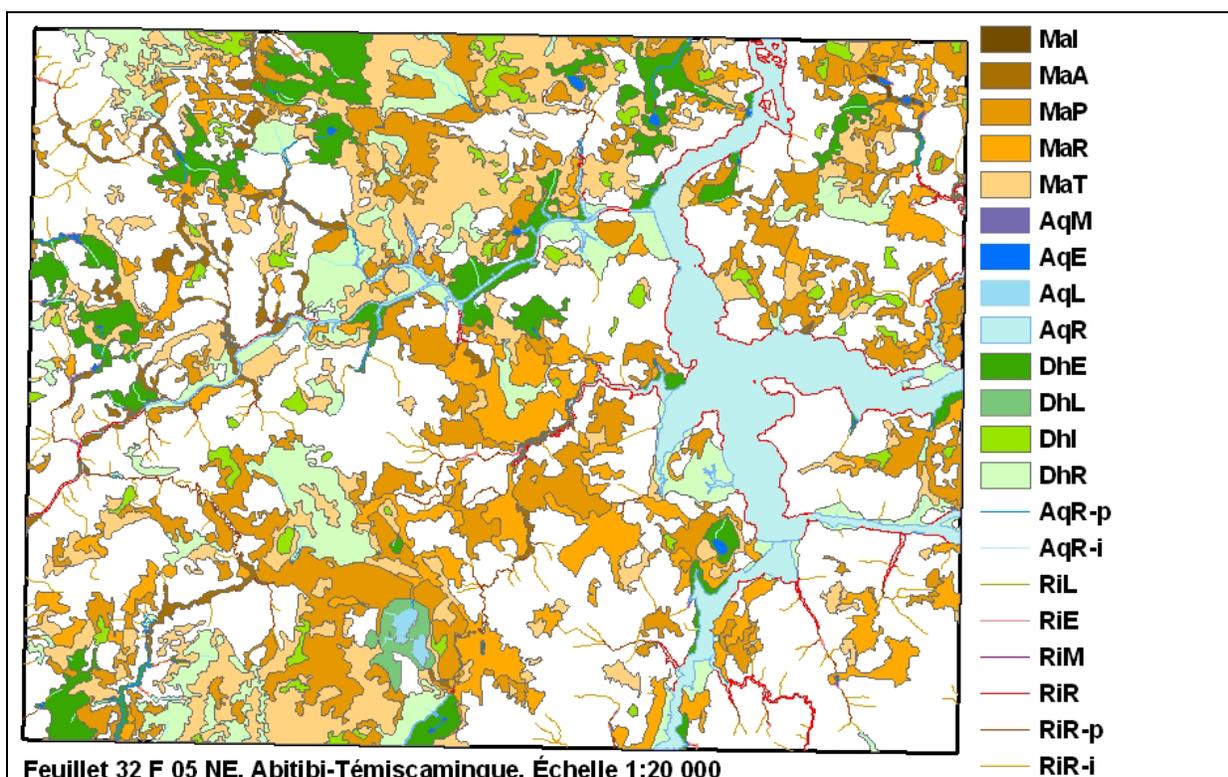


Figure 7 Classification finale.

Tableau 2 Résultat de la classification du feuillet 32F05NE.

Classe	Sous-classe	Système	Type	Nombre	Superficie (ha) ¹
Aquatique		Réservoir	AqH	0	0
		Lac	AqL	1	32,4
		Étang	AqE	86	54,9
		Mare	AqM	2	0,5
		Lit de cours d'eau	AqR	30	1734,7
Rivage		de réservoir	RiH	0	0 ¹
		de lac	RiL	0	0
		d'étang	RiE	41	8448
		de mare	RiM	0	0
		de cours d'eau	RiR ²	464	191390,4
Marécage		Arbustif	MaA	61	324,4
		Arboré pauvre	MaP	382	3031,8
		Arboré riche	MaR	316	1869,9
		Tourbière boisée	MaT	349	2879,3
		Inondé	Mal	3	9,6
Dénudé humide		Complexe	DhX	0	0
		Isolé	DhI	61	435,4
		de réservoir	DhH	0	0
		de lac	DhL	1	103,7
		d'étang	DhE	37	1356,1
		de mare	DhM	0	0
	de cours d'eau	DhR	72	1811,5	

¹ La classe rivage se mesure en mètres linéaires.

² Inclut les rivages de rivières, de cours d'eau permanents et intermittents.

6. Conclusion

Ce système de classification nous aura permis de repérer et de régler quelques lacunes du système adapté par Breton *et al.* (2005). Nous croyons que le système permettra de mettre en valeur la carte écoforestière, un outil qui est déjà très connu et utilisé par les aménagistes du territoire québécois. Par sa simplicité et son efficacité, le système répondra sûrement aux besoins de plusieurs utilisateurs. Il sera d'ailleurs utilisé dans le cadre de plusieurs études chez Canards Illimités, notamment pour des études portant sur la régionalisation des milieux humides du Québec boréal, l'utilisation de l'habitat par la sauvagine et la conception de plans de conservation des milieux humides.

De plus, comme l'information de la carte écoforestière du troisième inventaire forestier décennal concernant les milieux humides sera précisée lors du prochain inventaire décennal, la classification pourra être bonifiée lorsque de nouvelles informations seront disponibles.

Remerciements

Nous tenons à remercier Normand Bertrand, Daniel Bordage, Catherine Landry, David Pothier, Sylvie Bernier, Pierre Grondin, Sylvain Jutras, Pierre LaRue, Claire Michaud, Frédéric Poisson et Monique Poulin pour leurs commentaires sur une version préliminaire de cette classification; Sylvie Picard et Jason Beaulieu pour le support technique; Marie Blais pour la révision linguistique; les étudiants du cours Écologie et aménagement des milieux humides et des milieux riverains forestiers donné à l'Université Laval : Alexandre Baker, Patricia Gagnon, Françoise Gervais, Daniel Idiata-Mambounga, Catherine Landry, Simon Lapointe, Mylène Marchand-Roy, Sonia Néron, Étienne Paradis, et Olivier Tessier.

Cette étude a été réalisée grâce au partenariat suivant : Canards Illimités Canada (CIC), Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Plan conjoint sur le Canard noir, Service canadien de la faune – Région du Québec et Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Sylvain Ménard a bénéficié d'une bourse de recherche CRSNG-CIC et de la bourse Forêt-Faune de la Fondation de la faune du Québec et l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec.

Références

- Anielsky, M. et S. Wilson (2006). *Les chiffres qui comptent vraiment : évaluation de la valeur réelle du capital naturel et des écosystèmes boréaux du Canada*, Initiative boréale canadienne, Institut Pimbina, 78 p.
- Breton, M.-N., M. Darveau et J. Beaulieu (2005). *Développement d'une méthode de classification automatisée des milieux humides et des milieux riverains en forêt boréale*, Canards Illimités Canada, Québec, Rapport technique n° Q2005-1, 25 p.
- Buteau, P., N. Dignard et P. Grondin (1994). *Système de classification des milieux humides du Québec*. Ministère des Ressources naturelles, Secteur des Mines, Québec. 25 p.
- Couillard, L. et P. Grondin (1986). *La végétation des milieux humides du Québec*. Les publications du Québec, Québec. 400 p.
- Couillard, L. et S. Payette (1985). Évolution holocène d'une tourbière à pergélisol (Québec nordique). *Canadian journal of botany* 63: 1104-1121.
- Coulombe, G., J. Huot, J. Arsenault, É. Bauce, J.-T. Bernard, A. Bouchard, M.-A. Liboiron et G. Szaraz (2004). *Commission sur la gestion de la forêt publique québécoise : Rapport*, 305 p.
- Cowardin, L. M., V. Carter et F. C. Golet (1979). *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*, US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 131 p.
- Cowardin, L. M. et F. C. Golet (1995). US Fish and Wildlife Service, 1979, wetland classification: A review. *Vegetatio* 118: 139-152.
- Dignard, N., R. Lalumière, A. Reed et M. Julien (1990). *Les habitats côtiers du nord-est de la baie James*, Environnement Canada, Service canadien de la faune, 30 p.
- Gauthier, R. (1980) *La végétation des tourbières et les sphaignes du Parc des Laurentides, Québec*, Laboratoire d'écologie forestière, Université Laval, Québec, 634 p.
- Grondin, P. et J. Ouzilleau (1980). Les tourbières du sud de la Jamésie, Québec, *Géographie physique et Quaternaire* 34 (3): 267-299.
- Grondin, P., J.-P. Saucier, J. Blouin, J. Gosselin et A. Robitaille (2003). *Information écologique et planification forestière au Québec, Canada*, ministère des Ressources naturelles de la Faune et des Parcs, Direction de la Recherche forestière, 10 p.
- GTNTH (1988). *Wetlands of Canada*. Environnement Canada et Polyscience publication inc., Montréal, 452 p.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham et W. C. Black (1998). *Multivariate data analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 730 p.
- Jacques, D. et C. Hamel (1982). *Système de classification des terres humides du Québec*, Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la Faune, 131 p.

- Létourneau, J.-P. (2000). *Normes de cartographie écoforestière : confection et mise à jour*. Ministère des Ressources naturelles, Direction des Inventaires forestiers, 84 p.
- Payette, S. et L. Rochefort (2001). *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 621 p.
- Rempel, R. S., A. F. Kenneth, T. R. Gadowski, S. Gabor et R. Kenyon (1997). A simple wetland habitat classification for boreal forest waterfowl, *Journal of wildlife management* 61(3): 746-757.
- Saucier, J.-P., J. F. Bergeron, P. Grondin et A. Robitaille (1998). Les régions écologiques du Québec méridional (3^e version) : un des éléments du système hiérarchique de classification écologique du territoire mis au point par le ministère des Ressources naturelles du Québec, *L'Aubelle*, Suppl.: 1-12.
- Soil Survey Division Staff (1993). *Soil Survey Manual*, US Department of Agriculture, Washington D.C.
- Wheeler, B. D. et M. C. F. Proctor (2000). Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires, *Journal of ecology* 88: 187-203.

Cette étude a été réalisée grâce au partenariat suivant :

- Canards Illimités Canada
- Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable
- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec
- Plan conjoint sur le Canard noir
- Service canadien de la faune – Région du Québec
- Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue



Environment
Canada
Canadian Wildlife
Service

Environnement
Canada
Service canadien
de la faune



Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue



Canards Illimités Canada
LA SOCIÉTÉ DE CONSERVATION