

La tourbière relocalisée de l'île Notre-Dame : un exemple de mesure de compensation en avance sur son époque

Stéphanie Pellerin, Vincent Arricastes, Lauriane Long-Raymond et Martin Lavoie

Volume 139, numéro 2, été 2015

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1030816ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1030816ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (imprimé)

1929-3208 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Pellerin, S., Arricastes, V., Long-Raymond, L. & Lavoie, M. (2015). La tourbière relocalisée de l'île Notre-Dame : un exemple de mesure de compensation en avance sur son époque. *Le Naturaliste canadien*, 139(2), 4–13.
<https://doi.org/10.7202/1030816ar>

Résumé de l'article

La tourbière de l'île Notre-Dame a été créée il y a 35 ans dans le cadre des « Floraliés Internationales de Montréal – 1980 » à partir de blocs de tourbe de surface prélevés dans une tourbière de la région de la baie James vouée à l'ennoisement. Nous avons étudié les changements survenus dans la composition floristique de cette tourbière sous les angles spécifique (les espèces) et fonctionnel (traits fonctionnels). Entre 1979 et 2014, une baisse de 48 % de la richesse globale a été observée, ainsi qu'une augmentation importante de la représentation des espèces exotiques, généralistes et méridionales. Seules 5 des 56 espèces trouvées originalement sont encore présentes aujourd'hui sur la tourbière. Des changements importants ont aussi été notés entre les traits fonctionnels de la flore de 1979 et ceux de la flore de 2014. Ainsi, les besoins moyens en acidité, en humidité et en matière organique dans le substrat ainsi qu'en lumière ont significativement diminué. En revanche, les besoins moyens en nutriments dans le sol ont significativement augmenté. Ces changements indiquent que le site évolue vers un environnement plus sec et plus riche, de moins en moins caractéristique d'une tourbière. En conclusion, nous présentons quelques suggestions pour accroître la réussite des projets de création de milieux humides.

La tourbière relocalisée de l'île Notre-Dame : un exemple de mesure de compensation en avance sur son époque

Stéphanie Pellerin, Vincent Arricastres, Lauriane Long-Raymond et Martin Lavoie

Résumé

La tourbière de l'île Notre-Dame a été créée il y a 35 ans dans le cadre des « Floralties Internationales de Montréal – 1980 » à partir de blocs de tourbe de surface prélevés dans une tourbière de la région de la baie James vouée à l'enneigement. Nous avons étudié les changements survenus dans la composition floristique de cette tourbière sous les angles spécifique (les espèces) et fonctionnel (traits fonctionnels). Entre 1979 et 2014, une baisse de 48 % de la richesse globale a été observée, ainsi qu'une augmentation importante de la représentation des espèces exotiques, généralistes et méridionales. Seules 5 des 56 espèces trouvées originalement sont encore présentes aujourd'hui sur la tourbière. Des changements importants ont aussi été notés entre les traits fonctionnels de la flore de 1979 et ceux de la flore de 2014. Ainsi, les besoins moyens en acidité, en humidité et en matière organique dans le substrat ainsi qu'en lumière ont significativement diminué. En revanche, les besoins moyens en nutriments dans le sol ont significativement augmenté. Ces changements indiquent que le site évolue vers un environnement plus sec et plus riche, de moins en moins caractéristique d'une tourbière. En conclusion, nous présentons quelques suggestions pour accroître la réussite des projets de création de milieux humides.

MOTS CLÉS : biodiversité, mesures de compensation, tourbière, translocation, trait fonctionnel

Abstract

The artificial peatland on Notre-Dame Island (Montreal, Québec) was created 35 years ago using blocks of peat collected from a peatland in the James Bay (Québec) area that was destined to be flood and lost. This study investigates the changes in the species composition and functional traits of the flora that have occurred since the site was established. There was a 48% decline in species richness between 1979 and 2014, together with a significant increase in the number of exotic, generalist and meridional species. Only 5 of the 56 species that were originally present in 1979 were found in 2014. Significant changes were also observed in the requirements of the plants present in 1979, compared to those of the plants present in 2014. The needs in terms of substrate acidity, moisture and organic matter content, and the light tolerance of the plants, have decreased significantly since the site was established. By contrast, the average soil nutrient requirements have increased significantly. These changes indicate that the site is becoming less and less characteristic of a peatland. A number of suggestions are proposed for improving the success of wetland compensation projects.

KEYWORDS: biodiversity, bog, functional trait, peatland, translocation, wetland compensation

Introduction

Les milieux humides (marais, marécages, tourbières, etc.) constituent un enjeu majeur pour la conservation de la biodiversité à l'échelle mondiale, enjeu auquel le Québec n'échappe pas. Ces écosystèmes sont en effet parmi les plus menacés de la planète, malgré les nombreux services écologiques qu'ils fournissent. Une étude récente a d'ailleurs montré que 567 km² de milieux humides dans les basses terres du Saint-Laurent du Québec, soit 19 % de tous les milieux humides de cette région, avaient été perturbés ou perdus au cours des 22 dernières années, notamment en raison des activités sylvicoles et agricoles (Pellerin et Poulin, 2013). Ces pertes s'ajoutent à la disparition historique des milieux humides précoloniaux évaluée entre 50 et 80 % dans cette région (Joly et collab., 2008).

Au Québec, il n'existe pour l'instant aucune politique sur la gestion durable des milieux humides. Néanmoins, certains outils légaux sont en place pour encadrer les activités

ayant lieu au sein d'un milieu humide. Le plus connu, et sans doute le plus contesté, est le deuxième alinéa de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* qui stipule, en résumé, que quiconque effectue des activités affectant un milieu

Stéphanie Pellerin est botaniste au Jardin botanique de Montréal et professeure associée au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal.

stephanie.pellerin.1@umontreal.ca

Vincent Arricastres est étudiant au Master en biologie et Technique du végétal à l'Université de Nantes.

arricastres.vincent@yahoo.fr

Lauriane Long-Raymond est étudiante au baccalauréat au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal.

lauriane.long-raymond@umontreal.ca

Martin Lavoie est biogéographe et professeur au Département de géographie de l'Université Laval.

martin.lavoie@cen.ulaval.ca

humide doit préalablement obtenir un certificat d'autorisation. Cet article a une fonction préventive et n'a pas pour objet d'interdire toute activité (Lavallée, 2013). Depuis 2006, des mesures de compensation sont généralement associées à l'obtention d'un certificat d'autorisation, mesures qui ont été légalisées le 1^{er} mai 2012 par l'adoption de la *Loi concernant des mesures de compensation pour la réalisation de projets affectant un milieu humide ou hydrique*. Les pouvoirs prévus par cette loi cesseront toutefois d'avoir effet le 24 avril 2017, à moins qu'une nouvelle loi ne soit adoptée d'ici là.

Les mesures de compensation visent, entre autres, la restauration, la création, la protection ou la valorisation d'un milieu humide (MDDEP, 2012). Elles doivent être utilisées en dernier recours, soit à la toute fin d'une séquence d'atténuation (MDDEP, 2012). Ainsi, le projet devrait au préalable avoir fait l'objet de mesures d'évitement du milieu humide (p. ex. : déplacer le site de réalisation du projet) et de minimisation des impacts du projet sur ledit milieu humide (p. ex. : construction sur pilotis). Malgré la mise en place des mesures de compensation au Québec, une perte nette de 99 % de la superficie des milieux humides ayant fait l'objet d'une demande de certificat a été observée entre 2006 et 2010 (Pellerin et Poulin, 2013). En effet, seulement 15 des 2 870 ha affectés par des projets ont été compensés par des activités de restauration ou de création de milieux humides durant cette période, la protection et la valorisation n'entraînant pas l'apparition de nouvelles superficies. Les mesures de compensation étant encadrées législativement au Québec depuis 2010, on peut supposer que les pertes nettes diminueront progressivement.

Malgré l'importance de mettre en place des mesures de compensation lorsqu'une activité touche un milieu humide, on est en droit de se demander si elles sont réellement efficaces. Au Québec, il existe peu d'études sur l'efficacité des mesures de compensation, outre celles en matière de restauration des tourbières exploitées pour la production de terreaux horticoles (p. ex. : Desrochers et van Duiden, 2006; Ketcheson et Price, 2011; Poulin et collab., 2012). Les résultats indiquent, entre autres, que les techniques actuelles de restauration permettent le rétablissement rapide d'un couvert végétal, notamment d'un tapis de sphagnes. Toutefois, la composition et la structure de ce couvert demeurent différentes de celles des écosystèmes de référence, même pour les sites restaurés depuis 17 ans.

À l'inverse, les études réalisées dans un contexte autre que la restauration des tourbières tendent à montrer que les mesures de compensation sont généralement peu efficaces d'un point de vue écologique. Par exemple, selon Moreno-Mateos et collab. (2012), qui ont fait une méta-analyse de 124 articles scientifiques portant sur la restauration et la création de milieux humides, le rétablissement des milieux humides perturbés après des activités de restauration est lent et incomplet, surtout si l'écosystème est non riverain ou situé dans une région au climat froid. Outre ces aspects écologiques, plusieurs autres études indiquent qu'en absence de suivi serré des activités de compensation, la majorité des projets ne respectent pas les ententes initiales inhérentes à la réalisation

du projet, notamment en ce qui concerne les superficies à compenser et la durée des suivis (p. ex. : Sudol et Ambrose, 2002; Tischew et collab., 2010).

Dans ce contexte, nous avons voulu évaluer si une tourbière relocalisée, il y a 35 ans, de la région de la baie James à celle de Montréal comportait encore aujourd'hui les caractéristiques d'une flore tourbicole. Nous avons étudié l'évolution de la composition floristique du site sous les angles spécifique (les espèces) et fonctionnel (trait fonctionnel). Un trait fonctionnel est une caractéristique morphologique, physiologique ou phénologique affectant la performance d'une espèce. Bien que la tourbière ait été déplacée bien avant l'apparition du concept de compensation en matière de milieux humides au Québec, nous croyons que les résultats obtenus sont d'intérêt pour les gestionnaires ayant le mandat de choisir les mesures de compensation les plus efficaces.

Site d'étude

La tourbière à l'étude est située dans la portion centrale de l'île Notre-Dame (entre l'île de Montréal et Longueuil), à proximité du circuit automobile Gilles-Villeneuve et de l'ancien pavillon du Canada de l'Exposition universelle de 1967. La tourbière a été créée dans le cadre des « Florales Internationales de Montréal – 1980 » à partir de matériel prélevé dans une tourbière vouée à l'ennoblissement près du lac Hélène (53° 26' 22" N. et 77° 31' 12" O.), à 40 km de l'aéroport La Grande dans la région de la baie James (Goutier, 1980). Le site de prélèvement était principalement constitué d'habitats ombrotrophes caractérisés par un dense couvert d'éricacées et de sphagnes (A. Lapointe, communication personnelle).

En 1979, environ 1 300 blocs de tourbe de 1,20 × 1,20 m de côté et de 30 à 50 cm d'épaisseur ont été extraits de la tourbière du lac Hélène (Goutier, 1980). Une telle épaisseur a permis d'obtenir des blocs constitués à la fois de végétaux vivants (acrotelme) et de tourbe décomposée (catotelme). Les prélèvements ont été réalisés au cours du gel automnal pour faciliter la manipulation des blocs et le déplacement de la machinerie lourde (figure 1). Les blocs ont été découpés à l'aide d'une tronçonneuse et transportés par camion jusqu'à l'île Notre-Dame. Au cours du mois d'avril 1979, ils ont été disposés à l'aide d'une grue dans un bassin aménagé en respectant le plus fidèlement possible leur organisation d'origine. Le bassin était constitué d'une couche de 15 cm de sable surmontée d'un polyéthylène lui-même recouvert d'une couche de sable de 15 cm d'épaisseur et enfin d'une couche de tourbe commerciale de 30 cm. La base du bassin a été imbibée d'eau pour recréer les conditions hydriques d'un milieu humide. La tourbière ainsi créée couvrait une superficie d'environ 2 000 m².

De l'eau prélevée directement du fleuve Saint-Laurent fut ajoutée périodiquement pour maintenir le niveau optimal de l'eau dans la tourbière. De plus, pour contrôler le pH instable du site, de l'acide sulfurique a été ponctuellement ajouté dans la tourbière, ce qui aurait causé la brûlure de plusieurs plantes autour des points de déversement (A. Lapointe, communication personnelle). En juin 1979, de nouvelles plantes ont été récoltées



Jardin botanique de Montréal

Figure 1. Prélèvement des blocs de tourbe dans la tourbière du lac Hélène, baie James, à l'hiver 1979.

dans la tourbière du lac Hélène afin de densifier la végétation des zones dénudées de la tourbière (Goutier, 1980). Des spécimens de 8 espèces non présentes dans la tourbière d'origine ont aussi été prélevés dans les environs de Montréal puis transplantés sur les bords du bassin afin de les stabiliser. La tourbière a été entretenue quelques années à la suite des Florales pour ensuite être laissée à l'abandon en 1982.

Méthodes

Inventaires floristiques et données environnementales

Entre avril et décembre 1979, la flore de la tourbière a été inventoriée par les botanistes Hélène Goupil et André Lapointe (Goutier, 1980). L'inventaire a été fait en parcourant l'ensemble du site et en notant toutes les espèces présentes. À cette époque, 56 espèces vasculaires ont été recensées. Les bryophytes n'ont pas été identifiées à l'espèce, mais la présence de sphaignes, de *Dicranum*, de *Polytrichum* et de *Mnium* a été notée. Mis à part le pH qui variait entre 3,8 et 4,2, aucune donnée environnementale n'a été mesurée lors des premiers inventaires.

La tourbière a été échantillonnée de nouveau au cours des mois de juin et juillet 2014 à l'aide de parcelles d'échantillonnage (1 m²) afin d'avoir un aperçu du recouvrement de chacune des

espèces. Les parcelles ont été disposées tous les 2 m le long de 7 transects orientés sud-ouest/nord-est et espacés de 3 m chacun, pour un total de 70 parcelles. Le recouvrement horizontal de toutes les espèces vasculaires présentes à l'intérieur de chacune des parcelles a été évalué selon 6 classes : <1 %; 1-5 %; 6-25 %; 26-50 %; 51-75 %; >75 %. Afin de s'assurer que l'inventaire floristique était complet et comparable à celui de 1979, l'ensemble du site a ensuite été parcouru afin de noter la présence d'éventuelles espèces non inventoriées dans les parcelles. Enfin, un échantillon de sol a été prélevé au sein de 2 parcelles par transect (14 échantillons au total) afin de mesurer le pH en laboratoire.

Caractéristiques et traits fonctionnels des espèces

L'origine (indigène ou exotique), la répartition géographique au Québec (nord, sud, ubiquiste) ainsi que l'affinité pour les milieux humides (obligatoire, facultative ou terrestre) ont été documentées pour chaque espèce. L'origine a été déterminée selon Brouillet et collab. (2010+) et Lavoie et collab. (2012). La répartition géographique a été déterminée à l'aide de Canadensys (2014) et du Global Biodiversity Information Facility (2014). Une espèce associée au nord est une espèce présente dans la région de la baie James, mais dont la répartition au Québec n'atteint pas Montréal au sud. Inversement, une espèce associée au sud est une espèce présente dans la région de Montréal mais dont la répartition n'atteint pas la région de la baie James. Enfin, une espèce ubiquiste est une espèce présente dans les 2 régions. L'affinité d'une espèce pour les milieux humides a été obtenue de Bazoge et collab. (2014) et du PLANTS Database (USDA et NRCS, 2014).

Les traits fonctionnels étudiés pour chacune des espèces sont les besoins en acidité, en humidité, en lumière, en nutriments et en matière organique. L'analyse de ces traits fonctionnels visait à obtenir un portrait général de l'évolution des caractéristiques abiotiques de la tourbière, données qui n'étaient pas disponibles en 1979. Chacun de ces traits a été catégorisé selon une échelle de valeurs de 1 à 5 (tableau 1). Les données ont été obtenues à partir d'informations extraites de Burns et Honkala (1990), Marie-Victorin (1995), Tela Botanica (2014), MRNFO (2014) et USDA (2014).

Analyses

La différence floristique globale entre les années 1979 et 2014 a été évaluée à l'aide de l'indice de dissimilarité de Sørensen (Sørensen, 1948). Cet indice varie entre 0 et 1, un indice 0 signifiant une similitude totale et un indice 1 une dissimilarité totale. Les traits fonctionnels étant représentés par un gradient de valeurs, la moyenne de chacun d'eux a donc été calculée pour 1979 et 2014. Les 2 moyennes ont ensuite été comparées à l'aide d'un test de t de Student.

Résultats

En 2014, 29 espèces vasculaires ont été identifiées contre 56 en 1979 (tableau 2), ce qui correspond à une diminution de 48 % de la richesse floristique globale de la tourbière. Sur les 56 espèces présentes en 1979, il n'en restait plus que 5 en 2014, soit

Tableau 1. Valeurs des différents niveaux des traits fonctionnels étudiés.

	1	2	3	4	5
Acidité (pH)	Basiphile	Basocline	Neutrophile	Acidocline	Acidophile
Humidité	Xérophile	Mésoxérophile	Mésohydrique	Mésohygrophile	Hygrophile
Lumière	Sciaphile	Hémisciaphile	Intermédiaire	Hémihéliophile	Héliophyle
Nutriment	Oligotrophile	Mésooligotrophile	Mésotrophile	Mésoeutrophile	Eutrophile
Matière organique	Lithosol	Mull	Moder	Mor	Tourbe

Tableau 2. Plantes vasculaires identifiées dans la tourbière de l'île Notre-Dame en 1979 et 2014. Pour chaque espèce, son origine, sa répartition au Québec et son affinité pour les milieux humides sont indiquées. La valeur attribuée pour chacun des traits fonctionnels étudiés est aussi indiquée.

Taxon ^a	1979	2014	Origine	Répartition	Affinité ^b	pH	Humidité	Lumière	Nutriments	Matière organique
<i>Acer negundo</i>		1	Exotique	Sud	FAC	2	3	4	4	5
<i>Acer platanoides</i>		1	Exotique	Sud	T	3	3	4	4	2
<i>Acer rubrum</i>		1	Indigène	Sud	FACH	3	2	4	3	2
<i>Acer spicatum</i>		1	Indigène	Sud	FAC	4	3	2	3	3
<i>Agrostis mertensii</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	3	3	5	1	1
<i>Andromeda polifolia</i> var. <i>latifolia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	4	5	1	5
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	T	4	2	5	1	3
<i>Betula glandulosa</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	4	4	4	2	4
<i>Betula populifolia</i>		1	Indigène	Sud	FAC	5	5	4	1	5
<i>Carex disperma</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	5	3	1	4
<i>Carex gynocrates</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	4	4	1	5
<i>Carex magellanica</i> subsp. <i>irrigua</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	5	4	5	1	5
<i>Carex pauciflora</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	5	4	5	1	5
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	5	5	4	1	5
<i>Chamerion angustifolium</i> subsp. <i>angustifolium</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	4	3	4	4	3
<i>Comarum palustre</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	4	2	2	5
<i>Coptis trifolia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	4	5	2	2	4
<i>Cornus stolonifera</i>		1	Indigène	Ubiquiste	FACH	2	3	4	3	2
<i>Dasiphora fruticosa</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	2	4	5	1	5
<i>Drosera rotundifolia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	4	5	1	3
<i>Dryopteris carthusiana</i>		1	Indigène	Ubiquiste	FAC	3	3	2	3	3
<i>Empetrum nigrum</i> s.l.	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	5	4	4	1	4
<i>Epilobium palustre</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	5	5	2	5
<i>Epipactis helleborine</i>		1	Exotique	Sud	T	3	3	2	3	3
<i>Equisetum sylvaticum</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	4	4	3	3	5
<i>Eriophorum angustifolium</i> subsp. <i>angustifolium</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	5	1	5
<i>Eriophorum vaginatum</i> subsp. <i>spissum</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	5	4	4	1	5
<i>Eurybia radula</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	5	4	2	4

Taxon ^a	1979	2014	Origine	Répartition	Affinité ^b	pH	Humidité	Lumière	Nutriments	Matière organique
<i>Frangula alnus</i>		1	Exotique	Sud	FAC	3	4	4	2	3
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>		1	Indigène	Sud	FACH	1	3	4	2	2
<i>Gaultheria hispidula</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	5	5	5	1	5
<i>Iris versicolor</i> *	1		Indigène	Sud	OBL	2	5	3	4	4
<i>Juncus triglumis</i> subsp. <i>albescens</i>	1		Indigène	Nord	FACH	2	4	5	1	5
<i>Juniperus communis</i> var. <i>depressa</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	3	2	5	2	1
<i>Juniperus horizontalis</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	1	2	5	2	1
<i>Kalmia angustifolia</i> var. <i>angustifolia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	4	3	5	1	4
<i>Kalmia polifolia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	3	5	1	4
<i>Larix laricina</i>	1	1	Indigène	Ubiquiste	FACH	4	5	5	2	4
<i>Lonicera villosa</i>	1	1	Indigène	Ubiquiste	FAC	4	4	4	2	2
<i>Lythrum salicaria</i>		1	Exotique	Sud	FACH	2	3	4	3	5
<i>Maianthemum canadense</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	4	4	2	1	3
<i>Maianthemum trifolium</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	3	2	2	5
<i>Menyanthes trifoliata</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	4	2	5
<i>Myrica gale</i>	1	1	Indigène	Ubiquiste	OBL	5	5	4	1	5
<i>Onoclea sensibilis</i>		1	Indigène	Sud	FACH	3	3	2	3	5
<i>Osmunda regalis</i> var. <i>spectabilis</i>		1	Indigène	Sud	FACH	4	3	2	2	5
<i>Packera aurea</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	4	3	4	2	4
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>		1	Exotique	Sud	FAC	2	2	4	4	1
<i>Petasites frigidus</i> var. <i>palmatus</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	2	4	4	4	4
<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i>		1	Exotique	Sud	FACH	3	5	4	4	5
<i>Picea mariana</i>	1	1	Indigène	Ubiquiste	FACH	2	3	4	2	4
<i>Pinus resinosa</i>		1	Indigène	Sud	FAC	3	2	5	2	2
<i>Prunus pensylvanica</i>		1	Indigène	Ubiquiste	FAC	4	3	5	2	4
<i>Prunus serotina</i>		1	Indigène	Sud	FAC	4	2	2	2	3
<i>Rhododendron groenlandicum</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	5	4	3	2	4
<i>Rhus typhina</i>		1	Indigène	Sud	FAC	3	2	4	2	2
<i>Rubus allegheniensis</i>		1	Indigène	Sud	FAC	4	3	4	3	2
<i>Rubus arcticus</i> subsp. <i>acaulis</i>	1		Indigène	Nord	FACH	3	3	4	3	2
<i>Rubus chamaemorus</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	5	4	4	2	2
<i>Rubus idaeus</i> subsp. <i>strigosus</i>	1	1	Indigène	Ubiquiste	FAC	3	3	3	4	3
<i>Sarracenia purpurea</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	5	5	1	5
<i>Scheuchzeria palustris</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	5	1	5
<i>Sibbaldia tridentata</i> *	1		Indigène	Nord	FAC	5	4	4	2	1
<i>Solanum dulcamara</i>		1	Exotique	Sud	FAC	2	4	4	4	5
<i>Solidago multiradiata</i>	1		Indigène	Nord	FAC	5	3	5	3	4

Taxon ^a	1979	2014	Origine	Répartition	Affinité ^b	pH	Humidité	Lumière	Nutriments	Matière organique
<i>Solidago uliginosa</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	4	5	1	5
<i>Spergularia canadensis</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	1	4	5	4	2
<i>Spiraea alba</i>		1	Indigène	Sud	FACH	2	3	4	3	5
<i>Spiranthes romanzoffiana</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FACH	1	5	5	1	5
<i>Trichophorum alpinum</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	2	5	5	1	5
<i>Trichophorum cespitosum</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	4	5	5	4	5
<i>Triglochin maritima</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	2	4	5	2	4
<i>Utricularia cf. cornuta</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	4	1	5
<i>Utricularia intermedia</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	2	5	5	1	5
<i>Vaccinium angustifolium</i>	1		Indigène	Ubiquiste	FAC	4	4	4	2	4
<i>Vaccinium oxycoccus</i>	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	4	1	5
<i>Vaccinium uliginosum</i>	1		Indigène	Nord	FAC	5	4	3	2	4
<i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>trilobum</i>		1	Indigène	Sud	FACH	2	3	3	4	2
<i>Viola macloskeyi</i> *	1		Indigène	Ubiquiste	OBL	3	5	2	4	3
<i>Vitis riparia</i>		1	Indigène	Sud	FACH	2	4	4	4	1

^a Nomenclature proposée par VASCAN (Brouillet et collab. 2010+); L'astérisque (*) indique les espèces qui ont été récoltées en 1979 dans la région de Montréal pour stabiliser les abords du bassin.

^b OBL = Espèce presque exclusivement restreinte aux milieux humides; FACH = Espèce généralement restreinte aux milieux humides; FAC = Espèce qui peut être présente autant en milieux humides que terrestres; T = Espèce généralement restreinte aux milieux terrestres.

le mélèze laricin (*Larix laricina*), l'épinette noire (*Picea mariana*), le chèvrefeuille velu (*Lonicera villosa*), le myrique baumier (*Myrica gale*) et le framboisier sauvage (*Rubus idaeus* subsp. *strigosus*). Cette dernière espèce était d'ailleurs considérée comme envahissante en 1979 (A. Lapointe, communication personnelle). D'autre part, l'inventaire de 1979 indiquait la présence d'un tapis relativement continu de bryophytes composé notamment de sphaignes. Aucune sphaigne n'a été observée en 2014, ni aucune bryophyte autres que celles présentes sur le bois mort ou en décomposition et à la base des troncs d'arbres.

Un indice de dissimilarité de Sørensen de 0,88 a été obtenu pour la flore vasculaire, confirmant ainsi que des changements majeurs sont survenus dans la composition de la flore

au cours des 35 années d'existence de la tourbière reconstituée de l'île Notre-Dame. Ces changements sont principalement attribuables à une augmentation notable de la représentation des espèces exotiques, généralistes et méridionales (figure 2). En effet, alors qu'en 1979 les 56 espèces étaient toutes indigènes, 28 % de celles de 2014 (8/29) étaient exotiques. De même, la proportion d'espèces obligatoires des milieux humides est passée de 52 % en 1979 à seulement 3 % en 2014. Enfin, la proportion d'espèces associées au sud est passée de 2 % en 1979 à 72 % en 2014. En fait, la seule espèce associée au sud en 1979, soit l'iris versicolore (*Iris versicolor*), provenait du groupe d'espèces prélevées dans la région de Montréal et implantées sur le site pour stabiliser les abords de la tourbière. Il en est de même pour

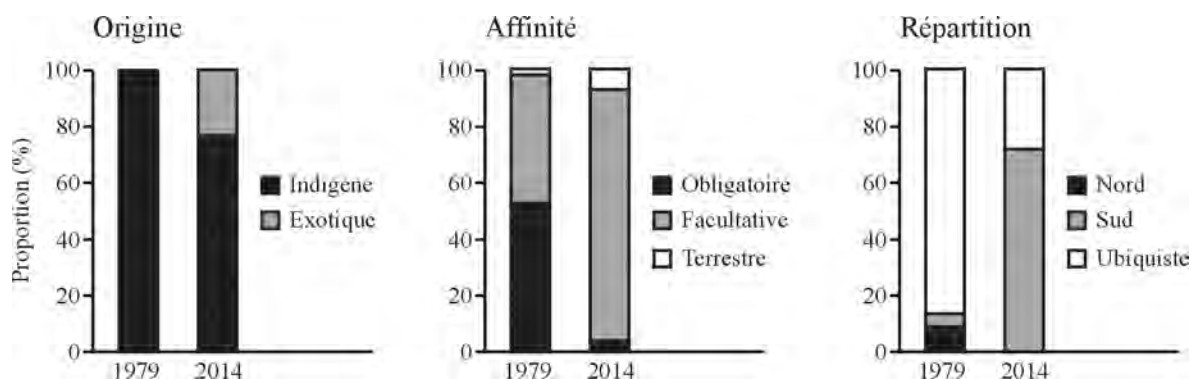


Figure 2. Répartition des espèces de la tourbière de l'île Notre-Dame entre 1979 (56 espèces) et 2014 (29 espèces) selon leur origine, leur affinité aux milieux humides et leur répartition au Québec.

la seule espèce associée aux écosystèmes terrestres (raisin d'ours : *Arctostaphylos uva-ursi*) présente dans la tourbière en 1979.

Bien qu'aucune donnée sur le recouvrement des espèces ne fût disponible en 1979, il est néanmoins intéressant ici de faire quelques constats sur l'abondance des espèces en 2014. D'abord, l'espèce qui est maintenant, et de loin, la plus abondante est le roseau commun (*Phragmites australis* subsp. *australis*), avec un recouvrement moyen 87 % dans tous les transects d'échantillonnage (tableau 3). Il s'agit d'une espèce introduite considérée comme envahissante des milieux humides en Amérique du Nord (Le groupe Phragmites, 2012). Le bouleau gris (*Betula populifolia*), une espèce typique des tourbières perturbées (Lavoie et Saint-Louis, 1999), s'est également bien établi. Parmi les espèces qui avaient un recouvrement moyen supérieur à 10 % dans au moins 1 des transects, 4 sont exotiques, soit l'érable à giguère (*Acer negundo*), le nerprun bourdaine (*Frangula alnus*), la vigne vierge à cinq folioles (*Parthenocissus quinquefolia*) et le roseau commun. Le myrique baumier, une des 5 espèces s'étant maintenue sur le site depuis 1979, avait un recouvrement moyen de 38 % dans 3 des 7 transects.

En ce qui concerne les traits fonctionnels des espèces, des changements majeurs ont été observés entre les besoins des espèces présentes en 1979 et ceux des espèces présentes en 2014. Ainsi, les besoins moyens en acidité et en humidité dans le substrat ainsi qu'en lumière ont significativement

diminué (figure 3). En ce qui concerne l'acidité, nous avons d'ailleurs observé une augmentation notable du pH du sol. En effet, en 1979, le pH variait entre 3,8 et 4,2, alors qu'il se situait entre 4,5 et 5,5 en 2014. D'autre part, bien que nous n'ayons pas de données sur l'ouverture de la canopée en 1979, la comparaison des photos prises lors de l'inauguration de la tourbière et au cours de l'été 2014 montre que le site était autrefois très ouvert alors qu'il est maintenant beaucoup plus boisé, bien que caractérisé par la présence d'ouvertures herbacées dans la partie centrale (figures 4 et 5). Sur ces mêmes photos, nous observons que les mares présentes en 1979 ont aujourd'hui complètement disparu, ce qui témoigne de l'assèchement du site (figures 4 et 5). En revanche, les besoins moyens en nutriments des espèces présentes sur le site en 2014 ont significativement augmenté (figure 3). Ainsi, la flore de 1979 était plutôt de type oligotrophile, alors qu'elle est maintenant plutôt de type mésotrophile. Enfin, aucune différence significative n'a été observée dans les besoins en matière organique.

Discussion

Cette étude montre clairement que la flore de la tourbière recréée à l'île Notre-Dame s'est profondément transformée au cours des 35 dernières années. En effet, la flore de la tourbière est maintenant beaucoup plus pauvre en espèces



Figure 4. Tourbière de l'île Notre-Dame peu de temps après sa mise en place en 1979.



Figure 5. Tourbière de l'île Notre-Dame en 2014.

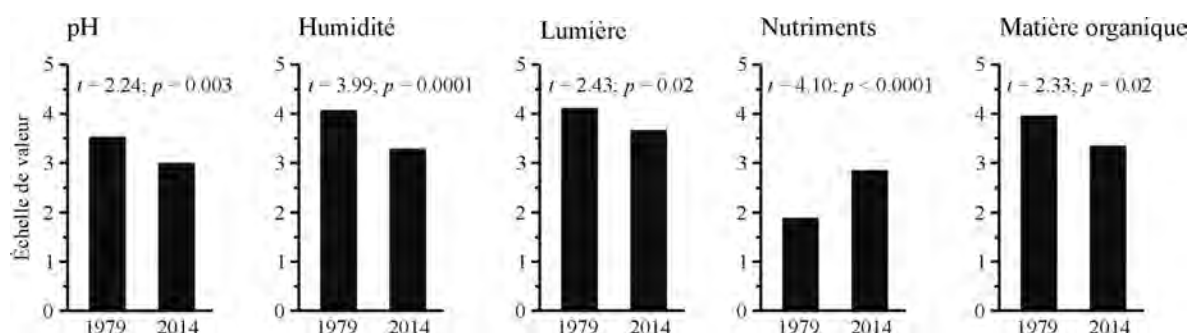


Figure 3. Valeur moyenne des différents traits fonctionnels des plantes étudiées. (Voir le tableau 1 pour les échelles de valeurs de chacun des traits.)

Tableau 3. Recouvrement moyen (%) des espèces identifiées dans la tourbière de l'île Notre-Dame à l'été 2014.

Transects	1	2	3	4	5	6	7
<i>Acer negundo</i>	0	0	0	0	0	17,5	17,5
<i>Acer platanoides</i>	0,5	0	0	0,5	0	0	0,5
<i>Acer rubrum</i>	0	0	0	0,5	0	3	0
<i>Acer spicatum</i>	3	0	0	0	0	0	0
<i>Betula populifolia</i>	3	17,5	17,5	0,5	17,5	38	17,5
<i>Cornus stolonifera</i>	17,5	3	0	0	17,5	17,5	17,5
<i>Dryopteris carthusiana</i>	17,5	3	0	0,5	0,5	0	0,5
<i>Epipactis helleborine</i>	0	0	0,5	0	0	0	0,5
<i>Frangula alnus</i>	0	0	17,5	0	17,5	0	0,5
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0	0,5	0	0	0	0	0
<i>Larix laricina</i>	0	0	0,5	38	17,5	0,5	0
<i>Lonicera villosa</i>	0	3	0	0	0	3	3
<i>Lythrum salicaria</i>	0	0	0,5	0	0	3	0
<i>Myrica gale</i>	38	38	38	3	3	0	0
<i>Onoclea sensibilis</i>	3	0,5	0,5	3	0	0	0
<i>Osmunda regalis</i> var. <i>spectabilis</i>	3	0	0	0	0	3	0
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	0	0	0	0	17,5	0	0
<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>Picea mariana</i>	0	0	3	0	0	0	17,5
<i>Pinus resinosa</i>	0	0	0	0,5	3	0	0
<i>Prunus pensylvanica</i>	0	0	17,5	3	0,5	0	17,5
<i>Prunus serotina</i>	0	0	0	0	0	3	0
<i>Rhus typhina</i>	0	0	0	0	0	0	0,5
<i>Rubus allegheniensis</i>	0	0	0	0	0	0	0,5
<i>Rubus idaeus</i> subsp. <i>strigosus</i>	0	0	0	0	0	17,5	0
<i>Solanum dulcamara</i>	3	0	0	3	0,5	3	3
<i>Spiraea alba</i>	3	0	0	0	0	17,5	17,5
<i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>trilobum</i>	0	0	0	0	0	3	0
<i>Vitis riparia</i>	38	3	3	0	17,5	17,5	0

qu'en 1979 et très différente en composition. Les changements de composition sont principalement attribuables à la perte d'espèces obligatoires aux milieux humides et au gain d'espèces généralistes, dont plusieurs sont exotiques. Cela suggère que la flore de la tourbière s'est homogénéisée avec celle des habitats terrestres environnants. Toutefois, le site peut encore aujourd'hui être considéré comme un milieu humide, étant toujours dominé par des espèces hygrophytes (p. ex. : roseau commun, myrique baumier). Les milieux humides étant très rares dans la région montréalaise, la tourbière de l'île Notre-Dame revêt donc encore, malgré les changements observés, un intérêt pour la biodiversité locale. D'autre part, la proportion d'espèces associées au Québec méridional a décuplé depuis 1979. Bien que la flore des tourbières diffère généralement peu entre les régions boréales et tempérées, les conditions hydrogéoclimatiques de la région de la baie James contrastent

fortement avec celles de Montréal, rendant ainsi peu probable la survie à long terme des individus implantés sans gestion active.

Globalement, les changements observés dans la tourbière de l'île Notre-Dame suggèrent que le substrat organique s'est asséché et enrichi au cours des 35 dernières années. Cela est d'ailleurs confirmé par l'analyse des traits fonctionnels qui a montré, entre autres, que les besoins des espèces en humidité et en matière organique dans le substrat avaient significativement diminué depuis 1979. L'assèchement et l'enrichissement des dépôts sont d'ailleurs souvent identifiés comme facteurs favorisant la croissance des arbres et des espèces généralistes au détriment des sphaignes et autres espèces ombrotrophes dans les tourbières isolées au sein de paysages humanisés (Pellerin et Lavoie, 2003; Gunnarsson et collab., 2004).

L'île Notre-Dame est une île artificielle qui fut construite à partir des matériaux d'excavation du métro de Montréal. Elle

est ainsi constituée d'une accumulation de roches calcaires concassées très perméables et peu propices à la formation et au maintien d'un milieu humide. Dans un tel contexte, l'étanchéité du bassin d'accueil des blocs de tourbe revêtait une importance cruciale. Toutefois, il semble que cette étanchéité était déficiente dès le départ, puisque de l'eau devait être ajoutée régulièrement au bassin pour maintenir l'humidité. Les blocs de tourbe (d'une épaisseur maximale de 50 cm) étaient aussi probablement trop minces pour permettre le maintien des conditions humides sans apports d'eau fréquents. L'assèchement du site a sans doute accéléré la décomposition de la matière organique (Prévost et collab., 1997) et entraîné des changements dans la composition physicochimique du sol (Holden et collab., 2004), ce qui pourrait expliquer en partie la hausse de pH observée. L'enrichissement du site et la baisse de son niveau d'acidité sont aussi probablement liés à l'ajout d'eau du fleuve au cours des premières années. Un apport en eau de ruissellement en provenance des parterres environnants et le dépôt de poussières et de particules atmosphériques liées aux activités humaines environnantes sont aussi probablement en cause. D'ailleurs, la taille de la tourbière n'était probablement pas suffisante pour contrer les effets du paysage humanisé environnant. En effet, le taux de succès des travaux de création ou de restauration de milieux humides est généralement peu élevé dans les sites de moins de 100 ha (Moreno-Mateos et collab., 2012).

Conclusion

La tourbière de l'île Notre-Dame est née d'un projet ambitieux visant à présenter un microcosme d'un écosystème tourbeux aux visiteurs des Florales de 1980. Ce projet a été réalisé bien avant l'apparition du concept de compensation en matière de milieux humides. Néanmoins, quelques leçons peuvent être tirées de cette expérience, notamment dans un contexte où les exemples de compensation à long terme de milieux humides, outre en matière de restauration des tourbières, sont quasi inexistantes au Québec. Aussi, le projet de la tourbière de l'île Notre-Dame étant assez similaire à la majorité des projets de compensation réalisés en Amérique du Nord en matière de travaux de maintien, des suivis et d'abandon (Matthews et Endress, 2008), il est réaliste de penser que les résultats auraient été assez similaires si l'objectif d'origine avait été la compensation.

D'abord, nous croyons que tout projet de translocation ou de création devrait être réalisé à proximité des sites détruits de façon à minimiser les différences hydrogéoclimatiques pouvant réduire le succès du projet à long terme. Ensuite, le site d'accueil devrait être minutieusement choisi pour sa capacité à accumuler l'eau (étanchéité du sol), même si un bassin étanche est prévu. L'écosystème créé devrait aussi être d'une taille suffisante (au moins 100 ha selon l'étude de Moreno-Mateos et collab., 2012) pour permettre la mise en place de processus écologiques et de populations viables typiques des milieux humides. Il faudrait également prévoir une zone tampon pour minimiser l'impact des activités humaines présentes dans le paysage environnant. Bien que les données soient manquantes

sur la taille idéale d'une telle zone, certains suggèrent qu'elle devrait être d'au moins 120 m de largeur pour contrer les effets du drainage sur les plantes (Poulin et collab., 1999) et même jusqu'à 2 000 m pour le maintien d'une biodiversité animale typique (Findlay et Houlahan, 1997). Enfin, ce genre de projet devrait être basé sur des objectifs clairs, accompagnés d'indicateurs de performance mesurables et d'un plan de gestion à long terme, couvrant idéalement plus de 10 ans, afin de s'assurer de l'atteinte des objectifs et éventuellement de mettre en place des actions (p. ex. : maîtrise des espèces envahissantes, réensemencement de sphaignes ou d'autres espèces tourbicoles) advenant l'établissement de conditions indésirables (Matthews et Endress, 2008).

Remerciements

Les auteurs remercient André Lapointe pour les informations fournies sur les travaux de création et d'inventaires en 1979, Jean-Sébastien Mignot pour son aide lors des inventaires floristiques, le Jardin botanique de Montréal pour les images d'archives, la Société du parc Jean-Drapeau pour avoir autorisé l'accès à la tourbière ainsi que Daniel Lachance et un réviseur anonyme pour leurs commentaires sur une version précédente de l'article. ◀

Références

- BAZOGÉ, A., D. LACHANCE et C. VILLENEUVE, 2014. Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation et Direction des politiques de l'eau, Québec, 64 p.
- BROUILLET, L., F. COURSOL, S.J. MEADES, M. FAVREAU, M. ANIONS, P. BÉLISLE et P. DESMET, 2010+. VASCAN, la Base de données des plantes vasculaires du Canada. Disponible en ligne à : <http://data.canadensys.net/vscan/>. [Visité le 14-08-10].
- BURNS, R.M. et B.H. HONKALA, 1990. Silvics of North America. Volume 2, Hardwoods. Agriculture Handbook 654, USDA Forest Service, Washington, 877 p.
- CANADENSYS, 2014. Canadensys explorateur. Disponible en ligne à : <http://data.canadensys.net/explorer/fr/rechercher>. [Visité le 14-10-03].
- DESROCHERS, A. et G.J. VAN DUINEN, 2006. Peatland fauna. Dans : WIEDER, R.K. et D.H. VITT (édit.). Boreal peatland ecosystems. Springer-Verlag, Heidelberg, p. 67-100.
- FINDLAY, C.S. et J. HOULAHAN, 1997. Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. *Conservation Biology*, 11 : 1000-1009.
- GBIF, 2014. The Global Biodiversity Information Facility. Disponible en ligne à : <http://www.gbif.org/species>. [Visité le 14-10-03].
- GOUTIER, H., 1980. De la Baie-James à l'île Notre-Dame... Carnet de route d'une tourbière. *Bulletin de la SAJIB*, 5 : 10-14.
- GUNNARSSON, U., G. GRANBERG et M. NILSSON, 2004. Growth, production and interspecific competition in *Sphagnum* : Effects of temperature, nitrogen and sulfur treatments on a boreal mire. *New Phytologist*, 163 : 349-359.
- HOLDEN, J., P.J. CHAPMAN et J.C. LABADZ, 2004. Artificial drainage of peatlands : Hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Progress in Physical Geography*, 28 : 95-123.
- JOLY, M., S. PRIMEAU, M. SAGERET et A. BAZOGÉ, 2008. Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides. 1^{re} édition. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 68 p.
- KETCHESON, S.J. et J.S. PRICE, 2011. The impact of peatland restoration on the site hydrology of an abandoned block-cut bog. *Wetlands*, 31 : 1263-1274.

- LAVALLÉE, S., 2013. Analyse de l'état actuel du droit et recommandations en vue de l'adoption d'une loi sur la conservation et la gestion durable des milieux humides. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec, 71 p.
- LAVOIE, C. et A. SAINT-LOUIS, 1999. The spread of gray birch (*Betula populifolia*) in eastern Quebec: Landscape and historical considerations. *Canadian Journal of Botany*, 77: 859-868.
- LAVOIE, C., A. SAINT-LOUIS, G. GUAY et E. GROENEVELD, 2012. Les plantes vasculaires exotiques naturalisées: une nouvelle liste pour le Québec. *Le Naturaliste canadien*, 136 (3): 6-32.
- Le groupe Phragmites, 2012. Le roseau envahisseur: la dynamique, l'impact et le contrôle d'une invasion d'envergure. *Le Naturaliste canadien*, 136 (3): 33-39.
- MARIE-VICTORIN, 1995. Flore laurentienne. 3^e édition. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1083 p.
- MDDEP, 2012. Les milieux humides et l'autorisation environnementale. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 41 p.
- MRNFO, 2014. L'Atlas des arbres. Disponibles en ligne à: <http://www.ontario.ca/fr/environment-and-energy/tree-atlas>. [Visité le 14-07-15].
- MORENO-MATEOS, D., M.E. POWER, F.A. COMIN et R. YOCKTENG, 2012. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLOS Biology*, 10: e1001247.
- PELLERIN, S. et C. LAVOIE, 2003. Reconstructing the recent dynamics of mires using a multitechnique approach. *Journal of Ecology*, 91: 1008-1021.
- PELLERIN, S. et M. POULIN, 2013. Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec, 104 p.
- POULIN, M., L. ROCHEFORT et A. DESROCHERS, 1999. Conservation of bog plant species assemblages: Assessing the role of natural remnants in mined sites. *Applied Vegetation Science*, 2: 169-180.
- POULIN, M., R. ANDERSEN et L. ROCHEFORT, 2012. A new approach for tracking vegetation change after restoration: A case study with peatlands. *Restoration Ecology*, 21: 363-371.
- PRÉVOST, M., P. BELLEAU et A.P. PLAMONDON, 1997. Substrate conditions in a treed peatland: Response to drainage. *Écoscience*, 4: 543-554.
- ROCHEFORT, L., 2000. *Sphagnum* – a keystone genus in habitat restoration. *The Bryologist*, 103: 503-508.
- SØRENSEN, T.A., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter*, 5: 1-34.
- SUDOL, M.F. et R.F. AMBROSE, 2002. The US Clear Water Act and habitat replacement: Evaluation of mitigation sites in Orange County, California, USA. *Environmental Management*, 30: 727-734.
- TELA BOTANICA, 2014. Base de données des fiches plantes, section écologie. Disponible en ligne à: <http://www.tela-botanica.org/bdtfx>. [Visité le 14-07-15].
- TISCHEW, S., A. BAASCH, M.K. CONRAD et A. KIRMER, 2010. Evaluating restoration success of frequently implemented compensation measures: Results and demands for control procedures. *Restoration Ecology*, 18: 467-480.
- USDA, 2014. Fire Effects Information System. Disponible en ligne à: <http://www.fs.fed.us/database/feis>. [Visité le 14-10-03].
- USDA et NRCS, 2014. The PLANTS Database. Disponible en ligne à: <http://plants.usda.gov>. [Visité le 14-08-10].
- U.S Forest Service, 2014. Silvics of North America. Disponible en ligne à: http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm. [Visité le 14-10-03].

La faune, notre mission, notre passion.

Depuis 1987, la Fondation de la faune a soutenu plus de 4 700 projets visant à protéger, améliorer et valoriser des milieux naturels essentiels à la faune dans toutes les régions du Québec : un investissement de 68 millions de dollars pour la biodiversité du Québec !

> Consultez nos programmes d'aide : fondationdela faune.qc.ca

