

le naturaliste canadien

Volume 140, numéro 1
Hiver 2016

LA SOCIÉTÉ PROVANCHER
D'HISTOIRE NATURELLE
DU CANADA

Revue de diffusion des connaissances en sciences naturelles et en environnement



Au sommaire

- **CHANGEMENTS DANS L'OCCUPATION DU SOL AUTOUR DU LAC SAINT-PIERRE**
- **UNE NOUVELLE ESPÈCE DE LIBELLULE POUR LE QUÉBEC**
- **DES MARÉES PLUS ÉNERGIQUES AUX ÉQUINOXES**
- **LES CYPRINIDÉS DE LA CÔTE-NORD MIEUX CONNUS**

LE MOT DU PRÉSIDENT

Assurer la pérennité

Robert Patenaude

GENS D'ACTION

Pascal Bigras, entrepreneur de la conservation

Caroline Cormier, Louis Masson et Stéphane Tanguay

CONSERVATION

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec et la documentation des plantes vasculaires en situation précaire

Depuis 1988, le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) a accumulé plus de 60 000 observations authentifiées sur les plantes menacées ou vulnérables du Québec provenant de plus de 1 700 naturalistes distincts. Quinze d'entre eux, plusieurs décédés mais d'autres encore très actifs, ont fourni plus de la moitié de ces observations. Cette somme d'information, résultat de la collaboration d'une multitude d'individus et d'organismes, sert tous les jours pour assurer la conservation de la flore vasculaire québécoise.

Bernard Tardif, Gildo Lavoie et Guy Jolicoeur

ENTOMOLOGIE

Les libellules (Odonata) de Gatineau, Québec, d'hier à aujourd'hui

Un inventaire extensif réalisé en 2013 et 2014 par des naturalistes amateurs a permis de constater que Gatineau abritait au moins 87 espèces de libellules. Cette communauté d'insectes, associée aux plans d'eau et aux milieux humides, a vu la situation de 9 espèces spécialisées se dégrader au cours du dernier siècle alors que 7 espèces généralistes sont apparues ou ont progressé, vraisemblablement en réponse à l'urbanisation et aux changements climatiques.

Caroline Piché et Raymond Hutchinson

Découverte du gomphe fléché dans les Appalaches québécoises

Des observations récentes révèlent que le gomphe fléché, une espèce de libellule discrète, associée au fleuve Saint-Laurent et ses tributaires, est présente dans le sud-est du Québec, en Montérégie et en Estrie. Son absence apparente autour de Montréal suggère que l'habitat n'y est plus propice : les libellules pourraient-elles servir comme témoin de la qualité des milieux aquatiques et riverains ?

Michel Savard

FORESTERIE

Prolifération des fougères dans les érablières du Québec: ampleur du phénomène et moyens de le contrer

La prolifération des fougères dans les érablières, qui entrave la régénération forestière, se manifeste maintenant dans le sud du Québec. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène, dont le broutement sélectif du cerf de Virginie. Une combinaison de chaulage des sols déficients et de fauche des fougères favorise l'établissement et la croissance des semis d'érable.

Rock Ouimet, Gabriel Weiss et Marie-Josée Lepage

GÉOGRAPHIE

Changements de l'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre entre les années 1950 et 1997

À l'image du reste du Québec, les pratiques agricoles ont progressivement changé à la fin du 20^e siècle autour du lac Saint-Pierre, les cultures annuelles, particulièrement celles du maïs et du soya, remplaçant les cultures pérennes. En plus, l'empreinte humaine s'est accentuée et des milieux naturels ont disparu. Cela explique, en grande partie, les difficultés rencontrées par la perchaude dans le lac lui-même, ainsi que plusieurs espèces de canards barboteurs et d'oiseaux champêtres fréquentant les terres qui le bordent.

Diane Dauphin et Benoît Jobin

HERPÉTOLOGIE

Absence d'amphibiens dans la péninsule d'Ungava?

Malgré des conditions favorables et un effort soutenu, aucun signe de présence d'amphibien n'a été détecté, en 2008, dans l'Ungava, à une latitude de 61-62 °N. Les changements climatiques en cours modifieront-ils le portrait au cours des prochaines décennies ?

Christian Fortin, Christine Martineau et Joël Poirier

MILIEUX AQUATIQUES

Nouvelles mentions de cyprinidés sur la Côte-Nord

Plusieurs éléments de la faune et de la flore n'attirent pas l'attention, notamment les ménés. Des inventaires ichtyologiques réalisés en 2013 et 2014, couplés à des spécimens muséaux, ont révélé la présence de 4 nouvelles espèces sur la Côte-Nord, au-delà de leur aire de répartition connue.

Jean-Martin Chamberland, Nicolas Ferron et Jean-François Desroches

3

4

5

12

26

32

42

53

60

SCIENCES DE LA MER

La collection d'organismes marins de l'Institut Maurice-Lamontagne (Ministère des Pêches et des Océans)

66

La collection de l'IML, qui rassemble des spécimens récoltés depuis le début du 20^e siècle, principalement dans le golfe du Saint-Laurent, compte actuellement près de 1 500 espèces différentes. En cette époque de changements climatiques, elle s'avère essentielle à la compréhension des modifications que subissent les écosystèmes marins qui baignent nos côtes. Pourtant, son existence demeure précaire.

Roberta Miller et Claude Nozères

Le point sur les marées d'équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent

73

La Lune, le Soleil et à un degré moindre les conditions météorologiques influencent le cycle des marées. Une série d'observations empiriques récoltées à Rimouski pendant 30 ans montrent clairement que les marées de l'estuaire du Saint-Laurent se comportent comme le prédit la théorie, avec notamment les plus grands marnages et les plus bas niveaux d'eau aux équinoxes.

David Bourgault, Cédric Chavanne, Dany Dumont, Émilie Morin, Peter S. Galbraith et Louis Gostiaux

LES LIVRES

85

VIE DE LA SOCIÉTÉ

88

SAVIEZ-VOUS QUE...

91

En page couverture : Drave en corymbe, *Draba corymbosa*. Connue de 8 localités au Québec, cette plante colonise les rivages maritimes pierreux, dans la péninsule d'Ungava.

Photo : Benoît Tremblay

**Par leur soutien financier,
le parrain et les amis du *Naturaliste canadien*,
nos commanditaires et
les généreux bienfaiteurs de la Société Provancher
ont facilité la réalisation de ce numéro du *Naturaliste canadien*.**

Qu'ils en soient tous remerciés.

**La Société Provancher remercie
ses généreux bienfaiteurs
Parrain du *Naturaliste canadien*
Fondation de la Faune du Québec**

Amis du *Naturaliste canadien*

Beaudoin, Marjolaine • Bédard, Yvan • Bélanger, Roger • Belles-Îles, Michel • Benoît, Suzanne • Bérubé, Annie • Billington, Charles • Boulanger, Robert • Boulva, Jean • Brisson, Jean-Denis • Brunel, Pierre • Cayouette, Jacques • Charpentier, Yvan • Chartier, Richard • Clermont, André • Cloutier, Conrad • Colinet, Bernard • Comtois, Sylvie • Corbeil, Christian • Courtois, Réhaume • Couture, Pierre • Couture, Richard • Crête, Michel • Dagenais, Michel • De serres, Marthe • Delisle, Conrad • Desautels, Louise • Desbiens, Jean-Yves • Desmartis, Micheline • Doré, Marc • Drolet, Bruno • Duchesneau, Roger • Dufour, Guillaume • Dumas, Guy • Dutil, Jean-Denis • Fortin, Jean • Gaboury, Gilles • Gaboury, Simon • Gagné, Chantal • Gagnon, François • Galois, Patrick • Gascon, Pierre • Giguère, Ariane • Dancause, Philippe • Hamann, Jean • Houde, Normand • Huot, Lucien • Jean, Normand • Juneau, Michel • Laberge, Maud • Lacasse, Yves • Laflamme, Michel K. • Lafond, Anne-Marie • Lamoureux, Gisèle • Le Goff, Héloïse • Lepage, Christine • Lepage, Michel • Lépine, Rachel • Lévesque, Hélène • Mendel, David • Moisan, Gaston • Molinas, Laurence • Morisset, Pierre • Painchaud, Jean • Paquet, Marc-André • Paquette, Denis • Parent, Serge • Perron, Jean-Marie • Phaneuf, Denise • Piuze, Jean • Potvin, Denis • Potvin, François • Potvin, Madeleine • Pouliot, Yvan • Rainville, Pierre • Raymond, Martine • Reed, Austin • Richard, Pierre J. H. • Riverin, Alexandra • Rouleau, Arlette • Savard, Vincent • Talbot, Jacques • Tessier, Pierre • Toussaint, Daniel • Turcotte, Marie-France • Varin, Michel • Viel, Georges • Watelet, Anne

Bienfaiteurs de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

Ahern Normandeau, Marguerite • Amyot, Jean • Association des sauvaginaires de la grande région de Québec • Auger, Réginald • Auger, Daniel • Auger, Geneviève • Barbès, Louise-Marie • Barrette, Cyrille • Barrière, Serge • Beaulieu, Denis • Beaulieu-Charbonneau, Louis • Bédard, Yvan • Bédard, Michelle • Bélanger, Claire • Bélanger, Marie-Pierre • Bélanger, Roger • Bellefeuille, Hélène • Bellefeuille, Claire • Belles-Îles, Michel • Bergeron, Jean • Berteaux, Dominique • Bertrand, Luce • Bérubé, Annie • Bérubé, Diane • Bilodeau, Martin • Binette, Émie • Biofilia inc., • Biron, Paule • Blondin, Hélène • Bouchard, Yvon • Bouffard, Sylvie • Boulanger, Robert • Boulva, Jean • Bourassa, Jean-Pierre • Brière, Amélie • Brisson, Monique • Brisson, Jean-Denis • Bujold, Louis • Campagna, Mathieu • Campagna, Pierre • Cantin, Michel • Castonguay, Martin • Charbonneau, Jean-Guy • Charpentier, Yvan • Chartier, Richard • Chayer, Réjean • Cloutier, Michèle • Colinet, Bernard • Corriveau, Lina • Cossette, Jacques • Couillard, Denis • Coulombe, Josette • Couture, Josée-Marie • Couture, Richard • Crowley, Michel • Dagenais, Michel • Dansereau, Sylvie • Darveau, Marcel • Demers, Andréanne • Demers, Jacques • Déry, Anne • Desautels, Louise • Desautels, Renée • Desbiens, Jean-Yves • Desmartis, Micheline • Duberger, Michèle • Dubuc, Madeleine • Duchesneau, Roger • Duchesneau, François • Dumas, Gilbert • Dunn, Philippe • Falcon, Louise • Fontaine, Madeleine • Fontaine, Pierre • Gaboury, Gilles • Gagné, Chantal • Gagnon, Annie • Gagnon, François • Gascon, Pierre • Gauthier, Jean-Noël • Gauvin, Alain • Giguère, Jean-Roch • Giroux, Michel • Godin, Alain • Gouin, Hélène • Grenier, Sarah • Grimard, Michèle • Grondin, Suzanne • Hamel, François • Harvey, Éric Yves • Henry, Lise • Hrycak, Maurice jr • Huot, Jean • Jalbert, Mélanie • Jean, Normand • Jones, Richard • Kugler, Marianne • Laberge, Diane • Lacasse, Yves • Lachance, Audrey • Laflamme, Michel K. • Laflamme, Hélène • Lafond, Anne-Marie • Lafond, Louise • Lajoie, Marc • Lamoureux, Stéphane • Lamoureux, Gisèle • Lamoureux, Stéphane • Langlois, Gaëtan • Lanneville, Jean-Louis • Lapointe, Monique • Lebel-Grenier, Sébastien • Leclerc, Lise • Lefebvre, Chantal • Lemieux, Jacques • Lepage, Christine • Lepage, Claudine • Lepage, Daniel • Lepage, Ronald • Lépine, Rachel • Lesage, Ginette • Léveillé, Danielle • Lévesque, Hélène • Lévesque, Madeleine • Lizotte, Alain • Longpré, Huguette • Major, Luc • Marcoux, Pierre • Marineau, Kim • Marquis, Denise • Martel, André L. • Massicotte, Guy • Matte, Sylvie • Mercier, Marthe B. • Morin, Lise • Myette, Claude • Nadeau, Yves • Ouellet, Denis • Ouellet, Réginald • Ouellet, H-Paul • Ouellet, Jocelyne • Paquet, Marc-André • Parizeau, Lucie • Phaneuf, Denise • Pilotte, Lise • Piuze, Jean • Plante, Berthier • Potvin, Denis • Potvin, Laurent • Potvin, Christian • Pouliot, Yvan • Proulx, André • Quirion, Sylvie • Rainville, Pierre • Rasmussen, Arne • Reed, Austin • Renaud, Michel • Rheault, Claude • Richard, Pierre J. H. • Rivest, Étienne • Roberge, Nicole • Roberge, Jacques • Roy, Odette • Turcotte, Marie-France • Vézina, Lucie • Villeneuve, Jacques • Wapler, Michel • Richard, Pierre J. H. • Roberge, Nicole • Roberge, Jacques • Roy, Odette • Vézina, Lucie • Villeneuve, Jacques



**LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA**

Président

Robert Patenaude

1^{er} Vice-président

Vacant

2^e Vice-président

Réhaume Courtois

Secrétaire

Michel Lepage

Trésorière

Hélène Beaulieu

Administrateurs

Élisabeth Bossert
Gilles Gaboury
Pierre-Martin Marotte
Serge Olivier

*le naturaliste
canadien*

Bureau de direction

Michel Crête
Bruno Drolet
Jean Hamann
Claude Lavoie
Michel Lepage
Isabelle Simard
Denise Tousignant

Équipe éditoriale

Michel Crête,
rédacteur en chef
Yan Boucher
François Brassard
Marc-Antoine Couillard
Mathieu Cusson
Christian Dussault
Christian Hébert
Patrick Lajeunesse

Marc Mazerolle
Stéphanie Pellerin
Junior Tremblay

Révision linguistique

Doris Cooper
Andrew Coughlan

**Correction
des épreuves**

Camille Rousseau

**Comité
de financement**

Hélène Beaulieu
Michel Cantin
Carl Grenier
Michel Lepage

Impression et reliure

Marquis Imprimeur, Inc.



Communications
Science-Impact
930, rue Pouliot
Québec (Québec)
G1V 3N9
418 651-3885

Le Naturaliste canadien est recensé par Repères, Cambridge Scientific Abstracts et Zoological Records. La version numérique est disponible sur la plateforme Érudit.

Droits d'auteur et droits de reproduction

Toutes les demandes de reproduction doivent être acheminées à : Copibec (reproduction papier)
514 288-1664 – 1 800 717-2022
licences@copibec.qc.ca

Dépôt légal 1^{er} trimestre 2016

Bibliothèque nationale du Québec

© La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada 2016

Bibliothèque nationale du Canada

ISSN 0028-0798 (Imprimé)

ISSN 1929-3208 (En ligne)

Imprimé sur du papier
100% recyclé



Fondée en 1868 par Léon Provancher, la revue *Le Naturaliste canadien* est devenue en 1994 la publication officielle de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, après que le titre ait été cédé à celle-ci par l'Université Laval.

Fondée en 1919, la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada est un organisme sans but lucratif dont la mission est de contribuer à la conservation de la nature. Ses principaux axes d'intervention sont la protection et la gestion de milieux naturels, l'éducation et la diffusion des connaissances dans le domaine des sciences naturelles.

Comme publication officielle de la Société Provancher, *Le Naturaliste canadien* entend donner une information de caractère scientifique et pratique, accessible à un large public, sur les sciences naturelles, l'environnement et la conservation.

La reproduction totale ou partielle des articles de la revue *Le Naturaliste canadien* est autorisée à la condition d'en mentionner la source. Les auteurs sont seuls responsables de leurs textes.

Les personnes ou les organismes qui désirent recevoir la revue peuvent devenir membres de la Société Provancher ou souscrire un abonnement auprès de EBSCO. Tél. : 1 800 361-7322

Publication semestrielle

Toute correspondance doit être adressée à :

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

1400, route de l'Aéroport

Québec QC G2G 1G6

Téléphone : 418 554-8636 Télécopie : 418 831-8744

Courriel : societe.provancher@gmail.com

Site Web : www.provancher.qc.ca



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

Assurer la pérennité

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada est toujours très fière de sa revue *Le Naturaliste canadien*. La Société, une des plus anciennes au Canada, fêtera son centenaire en 2019. Celle-ci a vécu, tout au long de son histoire, de nombreuses péripéties de tout ordre. Elle a toujours su faire face aux défis pour s'adapter et survivre. Aujourd'hui encore, la Société doit affronter de nombreux problèmes de différents niveaux.

Les opérations financières sont toujours problématiques. Les sources de financement gouvernementales et privées deviennent de plus en plus rares et les conditions d'admissibilité de plus en plus exigeantes et complexes. Par ailleurs, la Société peine à retenir et à recruter des nouveaux membres. Le sentiment d'appartenance faiblit dans un contexte où les réseaux sociaux et Internet rendent les gens beaucoup plus individualistes. Or, les cotisations annuelles des membres constituent la base même du budget de la Société, dans lequel les frais de publication du *Naturaliste canadien* occupent un poste important.

L'équipe éditoriale du *Naturaliste canadien* doit être félicitée et encouragée à continuer son travail de production de la seule revue scientifique traitant, en français, des sciences naturelles en Amérique du Nord. Elle le fait grâce à la contribution des nombreux bénévoles qui la composent. Face à des coûts de production croissants, il importe donc de demeurer fidèle au *Naturaliste canadien*.

Il incombe à chacun de nous, les membres, de tout faire pour assurer la pérennité de la Société. Cet effort peut prendre différentes formes. Une de celles-ci est le renouvellement continu de la cotisation annuelle et la sollicitation, auprès des amis et des connaissances, de nouvelles adhésions. Par ailleurs, plusieurs membres ont des contacts dans le domaine des affaires, et certaines entreprises pourraient annoncer dans *Le Naturaliste canadien*, une source de financement en déclin. Il ne faut pas être gêné de demander. Une sollicitation provenant d'un client ou d'un ami peut faire la différence! Si tous les membres de la Société font leur petit bout de chemin par divers moyens (contributions financières, bénévolat, participation aux différentes activités), la survie sera assurée pour le futur.

La grande force de la Société Provancher a toujours été le dévouement de ses membres dans toutes ses sphères d'activité. Souhaitons que cet élan continue et persiste encore pendant plusieurs décennies, dans un monde en pleine mutation.

Robert Patenaude
Président

Pascal Bigras, entrepreneur de la conservation

Caroline Cormier, Louis Masson et Stéphane Tanguay

Diplômé en sciences de l'environnement et en gestion de projets, Pascal a joint les rangs de Nature-Action Québec (NAQ) en 1996 pour y devenir directeur général en 1999.

D'entrée de jeu, il faut souligner le leadership de Pascal Bigras de même que sa capacité à communiquer une vision et à motiver son équipe. Pascal a développé le domaine de la gestion des milieux naturels jusqu'à en faire le moteur de projets régionaux. Avec maintenant 693 hectares protégés, NAQ a suscité, au cours des années, des collaborations importantes avec une variété de partenaires et de municipalités.

Sous la gouverne d'un administrateur motivé, Monsieur Bernard Alonso, qui voulait protéger le mont Rougemont en 2001-2002, Pascal a cru à ce projet de développement durable et il a su convaincre le conseil d'administration de s'outiller pour aller de l'avant selon les meilleures pratiques d'intendance des milieux naturels. Je me rappelle avoir préparé une présentation sur les fonds de gestion avec lui pour une assemblée générale annuelle où un « GO » fut obtenu! Nous avons ensuite rassemblé des scientifiques pour jeter les bases du volet de protection de la gestion des milieux naturels. Le projet du corridor forestier du mont Saint-Bruno a ensuite été développé en 2004 et celui du mont Yamaska en 2005. Ont suivi le développement de l'équipe d'acquisition et d'autres projets porteurs à Contrecoeur, dans le corridor vert de Vaudreuil-Soulanges, à Boucherville et bien d'autres endroits. Ces initiatives ont permis de grandes avancées dans la structuration et le déploiement de la conservation dans le sud du Québec!» – Caroline Cormier

Directeur général dévoué, Pascal Bigras a obtenu des résultats remarquables en se dotant d'une organisation performante dont les activités sont diversifiées. Ses interventions ont porté autant sur les orientations stratégiques que sur la mise en place de règles de saine gouvernance et de suivis des résultats. Dans un univers trop souvent caractérisé par la précarité d'emploi, Pascal s'est entouré de professionnels et de diplômés qualifiés et leur a assuré des conditions de travail qui leur permettent de s'investir pleinement dans leur mission. Il a également convaincu un grand nombre de municipalités que leurs milieux naturels constituaient un investissement. Bref, il a fait la preuve que la conservation des milieux naturels pouvait être une entreprise rentable, génératrice d'emplois et de richesses économiques.



Nature-Action Québec

Pascal est un fonceur qui croit fermement que la limite des ressources financières n'a d'égale que la qualité des projets proposés, bref, qu'il est possible de transformer les priorités. Il aura ainsi réussi à tracer sa voie. Par son esprit entrepreneurial et sa ténacité, il permet de laisser comme héritage aux générations à venir, la chance de profiter d'écosystèmes leur procurant de nombreux biens et services écologiques.

Enfin, la reconnaissance par les pairs et les organismes œuvrant dans le milieu est un bon indicateur de la pertinence et de la qualité des résultats produits chez NAQ. À l'image du slogan de Nature-Action Québec que tu représentes bien: l'action c'est dans ta nature!

Stéphane Tanguay et Caroline Cormier ont travaillé à Nature-Action Québec pendant 10 et 11 ans respectivement et Louis Masson est président du conseil d'administration depuis 12 ans.

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec et la documentation des plantes vasculaires en situation précaire

Bernard Tardif, Gildo Lavoie et Guy Jolicoeur

Résumé

Divers acteurs de la scène biologique québécoise, professionnels ou bénévoles, effectuent des observations sur les espèces en situation précaire au Québec. Ces informations sont exploitées par le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Cette agrégation des connaissances disponibles sur la répartition des espèces permet de soutenir adéquatement les actions de conservation, d'aménagement et de gestion du territoire, pour lesquelles le CDPNQ est consulté au quotidien. Par cet article, nous souhaitons témoigner de l'importance de cette collaboration implicite et rendre crédit aux contributeurs de données sur les plantes vasculaires, dont un grand nombre agit à titre de bénévoles.

MOTS CLÉS : CDPNQ, espèces en situation précaire, observations, occurrences, plantes vasculaires

Abstract

Each year, numerous professional biologists and volunteers in Québec (Canada) collect important data concerning the at-risk species that occur in the province. This information is used by the Québec Conservation Data Centre (CDPNQ) to help ensure adequate conservation of the species concerned, and to inform land use and management; topics for which the CDPNQ is regularly consulted. This article seeks to highlight the importance of this collaboration and to acknowledge the naturalists, many of whom are volunteers, who help gather the information used.

KEYWORDS: at-risk species, CDPNQ, observations, occurrences, vascular plants

Introduction

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), dont la mission est de documenter, analyser et diffuser l'information sur les éléments de la biodiversité (Tardif et collab., 2005), est la principale source d'information sur les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Il existe grâce à des partenariats et des collaborations de diverses natures. Mis sur pied en 1988 avec le soutien d'organismes de conservation, sa structure de fonctionnement implique actuellement 2 ministères québécois (ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) et 1 ministère fédéral (Service canadien de la faune d'Environnement Canada). Sa participation au réseau NatureServe (2015), source de support méthodologique et de données à l'échelle globale, a déjà été soulignée (Lavoie et Tardif, 2009). Un autre niveau de collaboration, crucial, concerne le recensement proprement dit des espèces en situation précaire sur le territoire québécois.

Cet inventaire est une tâche immense, étant donné la très vaste étendue de territoire à couvrir – 1,7 million de km². Heureusement, le CDPNQ peut compter sur une somme considérable de données, amassées au fil du temps par les naturalistes et conservées dans les collections scientifiques. Mais aussi, et surtout, il peut compter sur un grand nombre de contributeurs, individus et organismes, particulièrement actifs dans les 2 dernières décennies et dont les observations sont intégrées au CDPNQ sur une base continue.

Le document « Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec » (CDPNQ, 2008) est en réédition. Il sera basé sur près de 60 000 observations validées et géoréférencées, collectées par plus de 1 700 naturalistes distincts. Par cet article, nous souhaitons témoigner de l'importance de cette collaboration implicite, tout en rendant crédit aux naturalistes concernés, dont un grand nombre agit à titre de bénévoles.

Les observations, source de données sur les occurrences des espèces

Chaque observation validée d'une espèce sur le territoire constitue la donnée de base pour circonscrire une « occurrence », l'unité spatiale de référence des centres de données sur la conservation du réseau NatureServe, dont le CDPNQ fait partie. L'occurrence correspond généralement à une partie importante d'une population, ou à sa totalité (Tardif et collab., 2005; Lavoie et Tardif, 2009). Elle peut être caractérisée à partir d'une seule observation, mais le plus souvent, elle en comporte plusieurs, rapprochées spatialement ou séparées dans le temps (figure 1).

Bernard Tardif, Gildo Lavoie et Guy Jolicoeur sont à l'emploi du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

bernard.tardif@mddelcc.gouv.qc.ca

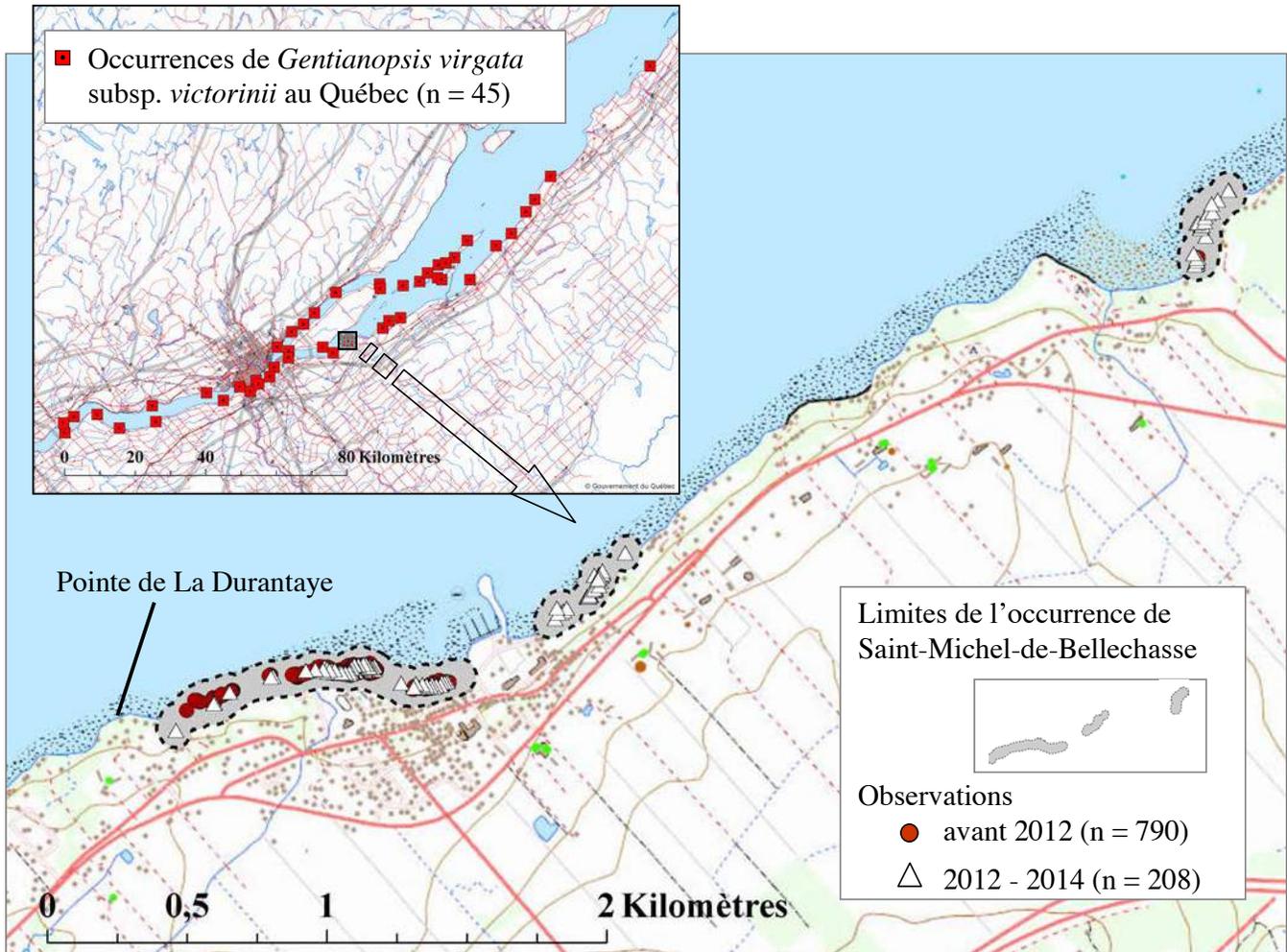


Figure 1. Localisation des 45 occurrences de *Gentianopsis virgata* subsp. *victorinii* connues au Québec, selon les informations disponibles au CDPNQ (médaillon) et représentation détaillée d'une de ces occurrences, localisée à Saint-Michel-de-Bellechasse. Délimitée à partir de 998 observations provenant de sources multiples, échelonnées de 1955 (1 spécimen d'herbier récolté par Pierre Masson), jusqu'en 2014 (données fournies par Audrey Lachance), les observations les plus récentes ont permis de mieux la circonscrire, en la subdivisant en quelques sous-populations, à l'est de la pointe de La Durantaye.

Les spécimens d'herbier représentent 20 % des observations considérées

Les observations qui servent à délimiter les occurrences de plantes vasculaires menacées ou vulnérables prennent plusieurs formes (tableau 1). Les spécimens d'herbier constituent le cinquième (20,8 %) des observations considérées et proviennent principalement de 6 herbiers (tableau 2). Plusieurs herbiers aujourd'hui disparus ont été fusionnés à ces institutions, de même que des collections privées, constituées par des botanistes particulièrement actifs, tels Rolland-Germain, Lionel Cinq-Mars, Ernest Lepage ou Marcel Blondeau. Boivin (1980) présente les principales fusions qui ont été réalisées, en date de 1980.

Les observations numérisées sont la principale source de données

La majorité des observations provient donc de sources autres que les spécimens d'herbier (tableau 1). Ce sont

principalement des informations acheminées sous forme de courriels (27,0 %), de fichiers de données brutes (24,2 %), de rapports, publiés ou non (13,7 %), et de formulaires de terrain (12,1 %). Plusieurs de ces sources ont permis la délimitation de nouvelles occurrences ou l'actualisation d'occurrences existantes, souvent historiques, c'est-à-dire dont la dernière observation remontait à plus de 20 ans dans la forêt feuillue, ou à plus de 40 ans ailleurs. Citons notamment les travaux de terrain effectués dans le but de déterminer l'habitat essentiel de *Gentianopsis virgata* subsp. *victorinii* (Désilets et collab., 2010), ainsi que les inventaires d'*Astragalus robbinsii* var. *fernaldii* dans le secteur de Blanc-Sablon (Deshaye, 2004), qui ont respectivement généré 4 880 et 3 315 observations.

Répartition temporelle des observations

La forme que prennent les observations utilisées pour circonscrire les occurrences de plantes vasculaires menacées ou vulnérables a varié considérablement au fil du temps (figure 2).

Tableau 1. Sources des données de base sur la répartition des plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec suivies au CDPNQ selon la méthodologie NatureServe.

Source	Observations	
	Nombre	Pourcentage
Spécimens d'herbier	12 381	20,8
Autres sources		
Articles	435	0,7
Cartes	62	0,1
Courriels	16 064	27,0
Données brutes	14 413	24,2
Formulaire de terrain	7 220	12,1
Lettres	292	0,5
Livres	284	0,5
Rapports	8 166	13,7
Signalements Web	156	0,3
Total	59 473	100

Tableau 2. Liste des principales institutions canadiennes dont le CDPNQ utilise les spécimens d'herbier pour alimenter sa banque de données.

Nom de l'institution	Acronyme
Musée canadien de la nature, Gatineau	CAN
Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa	DAO
Herbier Marie-Victorin, Université de Montréal, Montréal	MT
Université McGill, campus Macdonald, Sainte-Anne-de-Bellevue	MTMG
Herbier Louis-Marie, Université Laval, Québec	QFA
Herbier du Québec, Complexe scientifique, Québec	QUE

Les spécimens d'herbier sont essentiellement des enregistrements anciens, à partir desquels la base de données initiale du CDPNQ a été constituée. Inversement, la contribution des naturalistes par le biais des autres sources d'information s'amorce et s'accroît à partir des années 1990. Cette période coïncide avec l'adoption de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, qui a suscité un essor nouveau dans la collecte de données. Cet effort s'est encore accentué par l'adoption de la Loi sur les espèces en péril un peu plus tard. Un certain engouement pour la botanique en tant que loisir a aussi contribué à la professionnalisation de l'activité et à l'accumulation de données, notamment par la mise sur pied de l'activité « Rendez-vous botanique » au MDDEP en 1994. Depuis 2004, FloraQuebeca a pris la relève dans la tenue de cet événement annuel. Cette association, créée en 1996, regroupe la communauté botanique. Ses nombreuses excursions ont permis l'incorporation d'une quantité importante de nouvelles données au CDPNQ.

Contribution des naturalistes

Ce sont 1 711 contributeurs qui sont à l'origine des données servant à la documentation des plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Un peu plus du tiers d'entre eux (36,5 %) sont des contributeurs ponctuels, n'ayant fourni qu'une seule observation (figure 3). À l'inverse, il y a 15 contributeurs qui ont fourni 2 000 observations ou plus chacun. La contribution cumulée de ces 15 observateurs représente plus de la moitié (54,3 %) des observations documentant la répartition des plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec.

Les observations sont souvent des duplicatas

Les observations consignées au CDPNQ représentent souvent des duplicatas. Pour les spécimens d'herbier par exemple, il était d'usage courant dans le passé qu'une récolte fasse

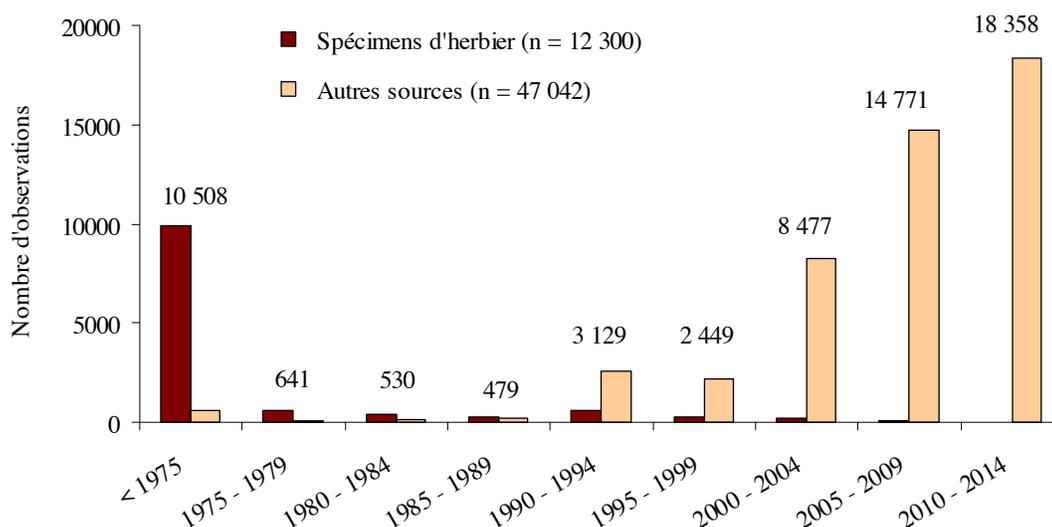


Figure 2. Nombre d'observations associées à des occurrences, en fonction de la période où elles ont été collectées. Les valeurs au-dessus des barres indiquent le nombre total d'observations par période de 5 ans, toutes données confondues. Quelques observations sans date, tout de même associées à des occurrences, sont exclues de cette compilation (n = 131).

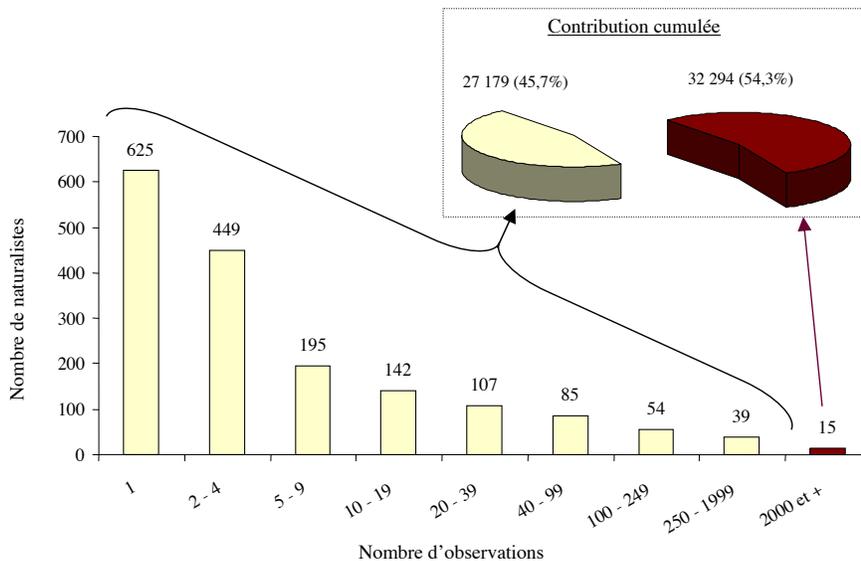


Figure 3. Contribution des 1 711 naturalistes identifiés dans les banques de données documentant les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Les valeurs au-dessus des barres indiquent le nombre de naturalistes. Le diagramme circulaire présente le nombre total d'observations réalisées par les 15 principaux contributeurs, par rapport à l'ensemble des autres contributions.

l'objet d'un prélèvement important, subdivisé ultérieurement en « parts d'herbier » échangées entre institutions, multipliant d'autant le nombre d'observations qui en découlent. Aussi, les spécimens d'herbier sont souvent recueillis par des équipes de botanistes herborisant ensemble dans un même secteur. Dans de tels cas, lorsque la précision géographique associée aux récoltes est faible, il n'est généralement pas possible de départager les observations véritablement distinctes, de celles correspondant à des duplicatas d'une même récolte.

Cette duplication survient plus souvent encore avec les données reçues sous format numérique, une unique observation pouvant être consignée par l'intermédiaire des multiples sources qui la mentionnent : articles scientifiques, rapports d'inventaires, études d'impact, courriels, signalements Web, etc. Il existe aussi des situations particulières où le nombre d'observations possède peu d'intérêt pour évaluer la contribution relative des naturalistes. Il s'agit d'études générant une multitude de points d'observation pour des territoires de superficies restreintes. L'occurrence de *Justicia americana* de la rivière des Mille-Îles en est un bon exemple, délimitée à partir de plus de 5 500 observations, réparties depuis l'île Saint-Jean à l'ouest, jusqu'à l'embouchure de la rivière Mascouche à l'est (figure 4).

Cette multiplicité d'observations dans un secteur donné a son équivalent sur une base temporelle, là où des sites bien connus pour leur richesse en plantes rares ont été fréquentés à répétition. Le cas des collines de Saint-Armand (figure 4) est révélateur à cet égard, puisqu'on y trouve 50 plantes vasculaires en situation précaire ayant fait l'objet de 463 récoltes distinctes entre 1882 et 2001.

Nombre d'occurrences documentées par les observations des naturalistes

Dans ce contexte, le nombre d'occurrences documentées exprime plus adéquatement la contribution relative des 1 711 naturalistes sur laquelle se fonde la base de données du CDPNQ (CDPNQ, 1988 +) pour les plantes vasculaires en situation précaire. La majorité des 15 principaux contributeurs de spécimens d'herbier sont des pionniers de la botanique québécoise aujourd'hui décédés, bien que quelques botanistes contemporains contribuent encore de façon significative par le biais de leurs récoltes (tableau 3). On constate aussi que les contributions principales provenant des autres sources sont proportionnellement beaucoup plus nombreuses que celles provenant des spécimens d'herbier. Quelques

intervenants directement affiliés au CDPNQ apparaissent dans ce classement : Jacques Labrecque, Norman Dignard, Pierre Petclerc, Benoît Tremblay et Vincent Piché. Mais on y trouve aussi d'autres acteurs de la scène botanique québécoise.

Discussion

L'objectif du CDPNQ est ambitieux : établir une connaissance exacte de la répartition des espèces en situation précaire sur le territoire québécois. Pour y arriver, il est indispensable que toute l'information disponible puisse être considérée. C'est dans ce contexte que sont mises à profit les données recueillies par l'ensemble des intervenants concernés. Ainsi, tout le monde y gagne. Le CDPNQ peut mieux assurer sa mission et, en retour, les naturalistes et les autres utilisateurs de la banque de données du CDPNQ bénéficient d'une information de plus en plus complète et à jour sur la présence des espèces en situation précaire. Les observations ont, il va de soi, une grande valeur intrinsèque. Toutefois, leur transformation en occurrence leur confère une valeur ajoutée, puisque chaque occurrence représente une synthèse des différentes informations qui se rattachent à une population donnée.

Ce regroupement des connaissances acquises par l'ensemble des contributeurs permet de soutenir les actions de conservation, d'aménagement et de gestion du territoire, pour lesquelles le CDPNQ est consulté au quotidien. Et ces données représentent un formidable outil pour les aménagistes, les propriétaires fonciers, les gestionnaires d'espaces naturels, etc. Au Québec, les promoteurs et les entreprises les utilisent pour assurer la conformité de leurs projets de développement aux

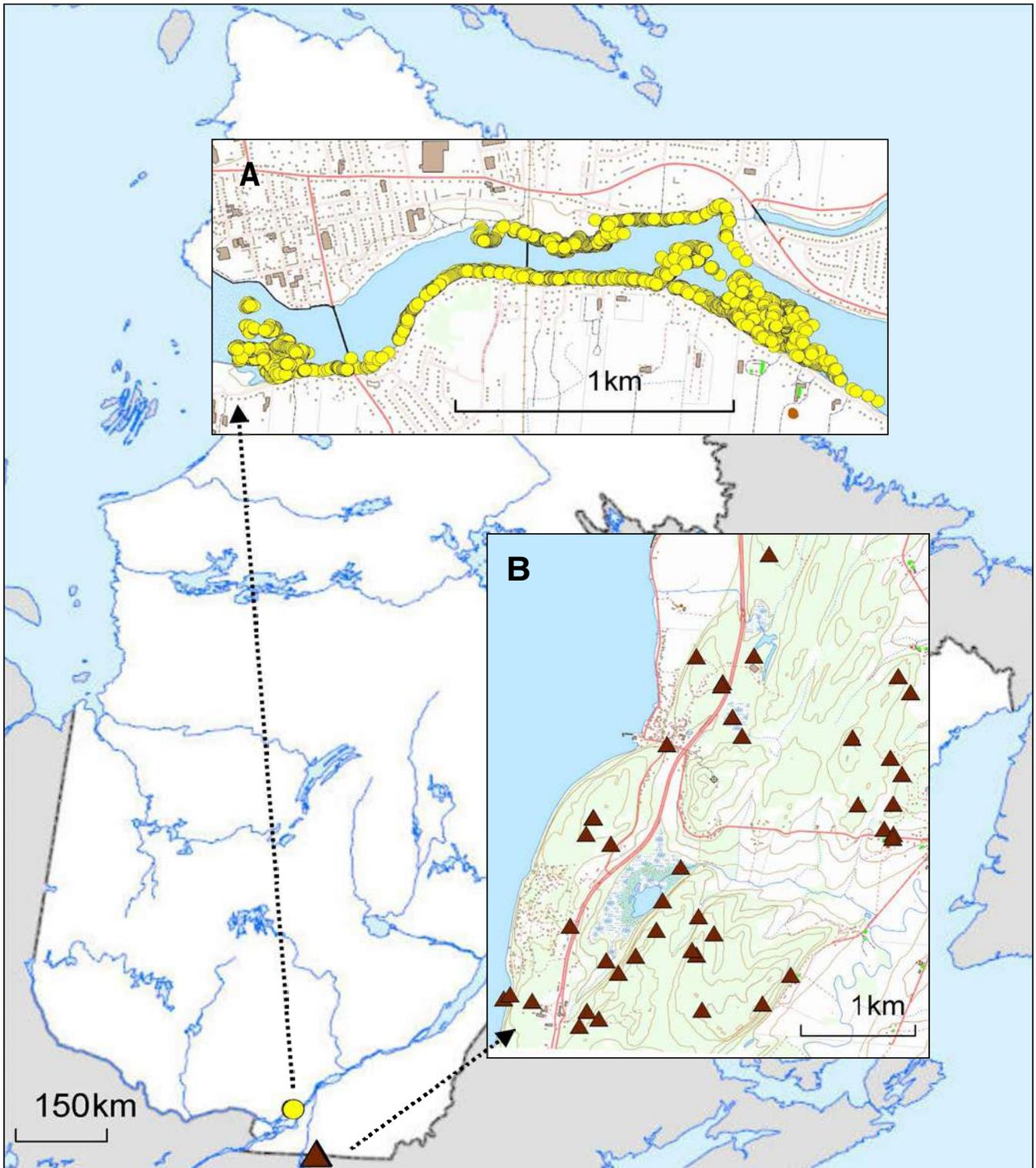


Figure 4. Localisation (A) des observations associées à l'occurrence de *Justicia americana* de la rivière des Mille-Îles et (B) des observations de plantes vasculaires en situation précaire ayant fait l'objet de récoltes dans les collines de Saint-Armand.

lois environnementales, ce qui améliore la qualité d'ensemble de ces projets. Les ministères provinciaux et fédéraux s'en servent pour faciliter la planification de l'utilisation du territoire et pour évaluer l'état des espèces et des communautés naturelles. Les groupes et ministères qui se consacrent à

la conservation utilisent aussi les données du CDPNQ pour déterminer les espaces naturels les plus importants et pour établir les priorités de conservation. Ces diverses clientèles formulent chaque année plus de 4 500 demandes de renseignements au CDPNQ.

Tableau 3. Les 15 principaux contributeurs de données au CDPNQ, pour la documentation des plantes vasculaires menacées ou vulnérables. (A) contributions par des spécimens d'herbier et (B) contributions par les autres sources. La contribution de l'ensemble des naturalistes (n = 1 711) peut être consultée en ligne (CDPNQ, 2015).

Nom de l'observateur	Nombre		
	Occurrences	Espèces	Observations
A – Spécimens d'herbier			
Rolland-Germain Frère†	546	188	1515
Marie-Victorin Frère†	546	175	1273
Sabourin André	368	129	444
Raymond Marcel†	266	128	789
Cinq-Mars Lionel†	237	126	1284
Paquette Denis	205	88	258
Louis-Marie Père†	150	82	679
Labrecque Jacques	147	85	187
Dignard Norman	141	72	164
Lepage Ernest Abbé†	138	66	325
Rousseau Jacques†	133	66	261
Rouleau Ernest†	131	88	217
Kucyniak James W.†	105	72	205
Bernard Jean-Paul	98	65	277
Brisson Samuel†	95	58	310
B – Autres sources			
Sabourin André	1187	196	4778
Coursol Frédéric	751	162	13206
Labrecque Jacques	631	196	2809
Cayouette Jacques	566	156	1062
Lavoie Nicole	494	118	2673
Paquette Denis	385	114	1895
Dignard Norman	378	111	769
Peticlerc Pierre	350	92	847
Gagnon Daniel	343	79	720
Nantel Patrick	338	82	765
Tremblay Benoît	282	132	1020
Brouillet Luc	211	27	318
Piché Vincent	208	97	6133
Bouchard Denis	190	30	309
Gilbert Hélène	174	57	638

†personne décédée

Le Québec abrite des milliers de sites d'espèces menacées ou vulnérables et d'autres éléments remarquables de notre patrimoine naturel. Par exemple, en 2013, un botaniste du CDPNQ a découvert une nouvelle espèce (*Draba puvirnituii*) qui, dans le monde, n'est connue que de 2 sites localisés dans le nord du Québec. Cette espèce est associée à la serpentine. En transférant quotidiennement ce type d'information de grande valeur aux intervenants concernés, le CDPNQ favorise la réalisation de projets de développement respectueux de notre diversité biologique.

Par ailleurs, la méthodologie internationale (NatureServe) à laquelle le CDPNQ adhère mène à l'acquisition puis au partage d'une information scientifique standardisée qui permet la prise de décisions basées sur ce que l'on sait, et non sur ce que l'on croit. Par exemple, les connaissances acquises au CDPNQ permettent de retirer régulièrement des espèces de la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables en démontrant qu'elles sont plus communes qu'on ne le croyait. Ce fut le cas récemment pour le chêne blanc (*Quercus alba*), le saule soyeux (*Salix sericea*) et le micocoulier occidental (*Celtis occidentalis*). Ce savoir éclairé, qui profite à tous, nécessite toutefois des ressources considérables, étant donné l'immensité de notre territoire et la multitude de nos espèces.

Les données du CDPNQ portent sur des espèces rares, menacées ou vulnérables. Dans ces circonstances, on peut comprendre que les observations visuelles soient privilégiées et que les spécimens d'herbier constituent maintenant une infime partie des observations traitées. Avant d'être consignées dans la base de données du CDPNQ, toutes les observations font l'objet d'une validation par des botanistes experts. Cependant, la collecte d'échantillons et leur dépôt dans des herbiers demeurent de mise dans les cas qui nécessitent une authentification. C'est par l'étude de ces échantillons que des variations insoupçonnées sur le terrain peuvent être mises en évidence et conduire à la reconnaissance de nouveaux taxons. Dans le doute, il faut nécessairement privilégier les récoltes et leur dépôt dans des herbiers.

Conclusion

Le travail de collecte d'observations qui sera mis à profit dans la 4^e édition du document « Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec » permettra de dresser un portrait extraordinairement plus complet et pertinent que tout ce qu'il aurait été possible d'imaginer sans la contribution implicite des 1 711 naturalistes à la source des observations. Le CDPNQ reconnaît la valeur de la contribution de ces naturalistes et tient à les remercier chaleureusement.

Nous invitons toutes les personnes détenant des données pouvant alimenter la banque de données du CDPNQ à les acheminer par l'intermédiaire de son site Internet (CDPNQ, 2015).

Remerciements

Nous remercions Jacques Labrecque pour sa participation à la validation et à la standardisation des noms des naturalistes énumérés dans les multiples fichiers exploités pour produire ce travail, de même que pour ses commentaires sur une version préliminaire du manuscrit. Michel Crête et 2 autres réviseurs anonymes ont fourni plusieurs commentaires qui ont amélioré et simplifié le document. ◀

Références

BOVIN, B., 1980. Survey of Canadian herbaria. Provancheria no. 10. Mémoire de l'Herbier Louis-Marie, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, 187 p.

CDPNQ, 1988+. Base de données sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et Gouvernement du Canada, Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec.

CDPNQ, 2008. Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec 3^e édition. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 180 p.

CDPNQ, 2015. Disponible en ligne à : www.cdpnq.gouv.qc.ca. [Visité le 15-06-03].

DESHAYE, Jean, 2004. Inventaire de l'*Astragalus robbinsii* var. *fernaldii* dans le secteur de Blanc-Sablon. Données brutes fournies au CDPNQ en 2004.

DÉSILETS, P., C. VILLENEUVE, F. COURSOL, M. DUPONT-HÉBERT et V. PICHÉ, 2010. Inventaire de la gentiane de Victorin destiné à déterminer son habitat essentiel. Données brutes fournies au CDPNQ en 2010.

LAVOIE, G. et B. TARDIF, 2009. Le CDPNQ : vingt ans au service de la documentation du vivant. *Le Naturaliste canadien*, 133 (1) : 18-25.

NATURESERVE, 2015. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [web application]. Version 7.0. Disponible en ligne à : <http://explorer.natureserve.org>. [Visité le 15-05-28].

TARDIF, B., G. LAVOIE et Y. LACHANCE, 2005. Atlas de la biodiversité du Québec. Les espèces menacées ou vulnérables. Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 60 p.

NOUVEAU !

Procurez-vous notre calendrier 2016 !

Faites votre don en ligne fondationdela faune.qc.ca ou contactez-nous au **1 877 639-0741** ou **418 644-7926** (région de Québec).

MERCI DE NOUS AIDER à faire plus pour les habitats de la faune du Québec !

Calendrier remis gracieusement pour tout don de 25\$ ET PLUS

LA FORET VIVANTE 2016

Fondation de la faune du Québec

© Denis Dumoulin

Les libellules (Odonata) de Gatineau, Québec, d'hier à aujourd'hui

Caroline Piché et Raymond Hutchinson

Résumé

Gatineau, 4^e ville en importance au Québec, se situe au sud-ouest de la province, en bordure de la rivière des Outaouais. On y trouve au moins 87 espèces de libellules. Un inventaire fait en 2013 et 2014 a permis de documenter la constance, l'abondance relative et les indices de reproduction pour 82 d'entre elles. La comparaison des résultats avec l'odonatofaune historique (1886-1935) a révélé qu'au moins 90 % des espèces s'étaient maintenues depuis le tournant du 20^e siècle. Huit espèces spécialistes, associées aux ruisseaux, aux rivières ou aux milieux humides temporaires pourraient cependant avoir décliné ou disparu. En revanche, au moins 7 espèces généralistes, pionnières et associées aux eaux stagnantes, toutes de la famille des Libellulidæ à l'exception d'une Coenagrionide, y sont en expansion. Ces changements de l'odonatofaune pourraient être attribuables à l'étalement urbain. Les libellules, indicatrices de changements environnementaux, peuvent être facilement observées et surveillées dans le cadre de projets de science citoyenne.

MOTS CLÉS: conservation, inventaire, libellules, odonates, urbanisation

Abstract

Gatineau is the fourth largest city in Québec (Canada). It is situated in the southwestern part of the province, on the northern bank of the Ottawa River. At least 87 species of dragonfly have been recorded in Gatineau, and surveys conducted in the city in 2012 and 2013 documented the frequency, relative abundance and breeding of 82 of these. A comparison with historical data for the period from 1886 to 1935, showed that at least 90 % of the species recorded have maintained their presence in the city since the beginning of the 20th century. However, 8 species associated with streams, rivers or temporary wetlands, may have declined or disappeared. By contrast, at least 7 generalist species associated with still water bodies, are expanding in Gatineau. With the exception of one species from the family Coenagrionidæ, these are all from the family Libellulidæ. These changes in the dragonfly community are likely due to urban sprawl. Dragonflies, which are useful bio-indicators of environmental changes occurring in wetlands, can be easily observed and monitored through citizen science projects.

KEYWORDS: conservation, survey, dragonfly, odonata, urbanization

Introduction

Gatineau est la 4^e ville en importance au Québec avec plus de 276 000 habitants et elle connaît une croissance démographique importante (Ville de Gatineau, 2015a). La ville se situe sur la rive nord de la rivière des Outaouais, principal tributaire du fleuve Saint-Laurent. Elle compterait encore près de 5 000 ha d'espaces verts aménagés en parcs ou laissés à l'état naturel, soit 14,4 % du territoire municipal (Ville de Gatineau, 2015a). En 2010, la ville de Gatineau a fait l'inventaire et la classification de ses milieux humides (Aecom-Tecsult, 2010a, Ville de Gatineau, 2011b) et de ses cours d'eau (Aecom-Tecsult, 2010b, Ville de Gatineau, 2011a). Divers organismes environnementaux ont, en outre, fait des études écologiques pour des sites spécifiques, parfois avec l'aide de naturalistes amateurs, mais les invertébrés y ont été peu étudiés.

Les libellules (ordre : Odonata) font partie d'un groupe taxonomique intéressant à considérer dans le cadre d'inventaires de biodiversité. Elles sont présentes dans tous les milieux aquatiques et humides. Elles se nourrissent de proies vivantes tant au stade larvaire aquatique qu'au stade adulte terrestre (Pilon et Lagacé, 1998). De manière générale, les naïades d'odonates seraient moyennement tolérantes à la

pollution des eaux (Moisan, 2010). Certaines libellules dont les naïades vivent dans les cours d'eau, notamment les gomphides, sont cependant indicatrices de milieux bien oxygénés et non pollués (COSEPAQ, 2012). De plus, au stade larvaire comme au stade adulte, les libellules sont sensibles aux changements structuraux dans leur milieu, par exemple la dégradation des berges ou la déforestation (Sahlen, 1999). Elles ont aussi été utilisées à titre d'indicatrices de changements climatiques (Parr, 2010). Les libellules sont, par surcroît, relativement faciles à observer et à identifier.

L'objectif de notre étude était de documenter l'odonatofaune actuelle de la ville de Gatineau, en particulier celle associée à la rivière des Outaouais, et de la comparer avec celle documentée historiquement.

Caroline Piché et Raymond Hutchinson participent à l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec (IALQ), un projet soutenu par l'organisme Entomofaune Québec inc. Les détails du projet sur l'odonatofaune gatinoise sont disponibles sur le blogue Libellulesgatineau.blogspot.ca

piche.boyer@gmail.com

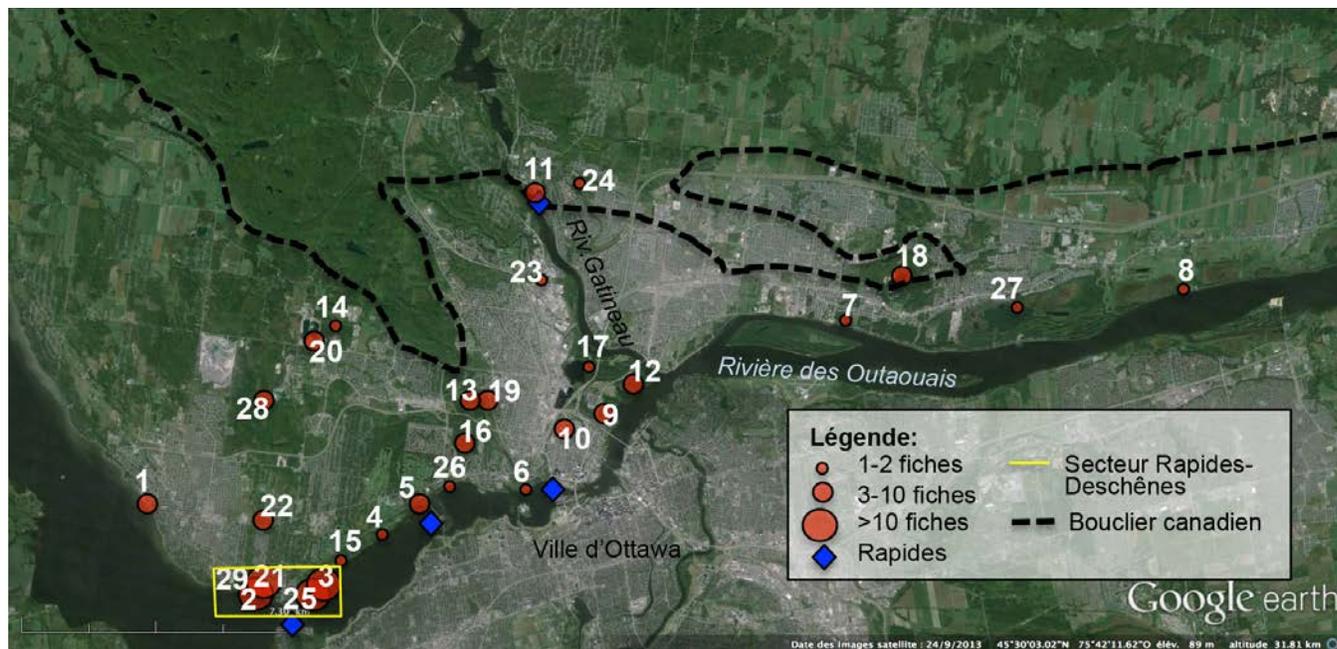


Figure 1. Localisation des sites d'inventaire (carte Google Earth). La ligne pointillée indique la limite approximative entre 2 écozones: le Bouclier canadien au nord et les basses-terres du Saint-Laurent au sud. Le trait continu délimite le secteur de Deschênes.

Aire d'étude et méthodologie d'inventaire

Les naturalistes amateurs participant au projet ont collectivement inventorié 29 sites en 2013 et 2014 (figure 1; tableau 1). Tous les sites, sauf un (site 8), se situaient à l'intérieur du périmètre d'urbanisation de Gatineau (Ville de Gatineau, 2015b) (figure 1). Les sites ont été classés en 6 catégories de milieux écologiques (tableau 1): les ruisseaux (Ru) étaient des cours d'eau permanents d'une largeur de moins de 3 m; les rivières (R), des cours d'eau permanents d'une largeur de plus de 3 m; les lacs (L), des plans d'eau stagnante permanents d'une profondeur de plus de 2 m; les étangs (E), des plans d'eau stagnante permanents d'une profondeur de moins de 2 m; les étangs littoraux (EL), des plans d'eau permanents ou non, retenus derrière un cordon littoral et sensibles aux variations du niveau d'eau dans la rivière; les milieux humides temporaires (M), des plans d'eau stagnante qui s'assèchent annuellement.

Les grands cours d'eau inventoriés furent la rivière des Outaouais (sites 1 à 8) (figures 2a, 2b) et la rivière Gatineau (site 11, figure 2f). Les cours d'eau de taille moyenne étaient le bras de la rivière des Outaouais nommé « ruisseau de la Brasserie » (sites 9 et 10) et la décharge du lac Leamy (site 12). L'inventaire des petits cours d'eau incluait le ruisseau des Fées (sites 13 et 14) et le ruisseau Moore (site 16), de grands ruisseaux à profil lentique, ainsi qu'un ruisseau (site 15) qui traverse un terrain de golf avant de se jeter dans la rivière des Outaouais.

Quatre petits lacs ont été inventoriés: le lac Leamy (site 17), qui fait partie d'un parc urbain de la Commission de la capitale nationale (CCN), le lac Beauchamp (site 18), situé dans un parc municipal, le lac des Fées (site 19), situé

à l'extrémité sud du parc de la Gatineau et un lac artificiel (site 20) au fond d'une sablière en activité.

Quatre petits étangs ont été inventoriés. Trois d'entre eux (sites 21, 23 et 24) (figure 2c) font partie de parcs municipaux alors que le dernier (site 22) est un bassin de rétention dans un secteur résidentiel. Trois étangs littoraux, reliés à la rivière des Outaouais en période de crue, ont été inventoriés. Le site 25 (figure 2d) se situe au pied du rapide Deschênes, le site 26, au pied du petit rapide de la Chaudière. Le site 27, la baie McLaurin, fait partie d'un immense système de marais et d'étangs littoraux formés par l'inondation de champs à la suite de la construction du barrage de la centrale hydroélectrique de Carillon en 1962.

Le site 28 représente un vaste ensemble de mares et d'étangs temporaires sous couvert forestier. Il s'assèche au courant de l'été pour se remplir de nouveau le printemps suivant, à la fonte des neiges. Le site 29 (figure 2e) est un milieu humide qui, en période de hautes eaux, reçoit le trop-plein d'un étang adjacent (site 21). Ce milieu s'assèche au courant de l'été et s'inonde en automne. Le couvert forestier est en voie de se clairsemer. Enfin, les observations ponctuelles provenant de divers milieux semi-urbanisés ou urbanisés (sentiers, stationnements, jardins) ont été compilées sous la rubrique « autres » (A).

Tous les sites visités se situent dans l'écorégion des basses terres du fleuve Saint-Laurent, à l'exception des sites 11, 18 et 24 qui sont aux limites sud du Bouclier canadien, selon la nomenclature établie par Agriculture et Agroalimentaire Canada et Environnement Canada (1995). Tous les sites font partie de la zone bioclimatique tempérée feuillue (Savard, 2011).

Tableau 1. Identification et caractérisation des sites d'inventaire dans la ville de Gatineau.

#	Milieu ^a	Toponyme	Dimension	Coordonnées	Nombre de visites	Nombre de signalements d'espèce
1	R	Rivière des Outaouais (marina d'Aylmer)	3 km	45,3942°N; 75,8562°O	6	30
2	R	Rivière des Outaouais (lac Deschênes)	3 km	45,3818°N; 75,8174°O	33	184
3	R	Rivière des Outaouais (baie Simard)	1,5 km	45,3861°N; 75,7986°O	14	146
4	R	Rivière des Outaouais (stationnement Chaudières)	1,3 km	45,4003°N; 75,7799°O	2	6
5	R	Rivière des Outaouais (pont Champlain)	1 km	45,4111°N; 75,7647°O	5	50
6	R	Rivière des Outaouais (parc des Portageurs)	0,7 km	45,4235°N; 75,7240°O	1	6
7	R	Rivière des Outaouais (marina)	chenal 250 m	45,4765°N; 75,6390°O	1	6
8	R	Rivière des Outaouais (marais des Laïches)	1,2 km	45,5025°N; 75,5250°O	1	2
9	R	Ruisseau de la Brasserie (section embouchure)	30-50 m	45,4424°N; 75,7152°O	7	76
10	R	Ruisseau de la Brasserie (section urbaine)	10-30 m	45,4306°N; 75,7268°O	3	30
11	R	Rivière Gatineau (amont des rapides Farmer)	100-200 m	45,4947°N; 75,7618°O	3	21
12	R	Décharge du lac Leamy	50 m	45,4507°N; 75,7077°O	6	44
13	Ru	Ruisseau des Fées (près embouchure lac des Fées)	3-5 m	45,4381°N; 75,7549°O	4	8
14	Ru	Ruisseau des Fées (parc industriel Aylmer nord)	1 m	45,4513°N; 75,8133°O	1	11
15	Ru	Ruisseau du Club de Golf Rivermead	< 1 m	45,3920°N; 75,7903°O	2	12
16	Ru	Ruisseau Moore	3-5 m	45,4270°N; 75,7538°O	4	9
17	L	Lac Leamy	0,3 km ²	45,4519°N; 75,7210°O	1	12
18	L	Lac Beauchamp	0,07 km ²	45,4878°N; 75,6223°O	5	37
19	L	Lac des Fées	0,03 km ²	45,4392°N; 75,7543°O	7	67
20	L	Lac de la carrière Vanier	0,2 km ²	45,4443°N; 75,8163°O	4	24
21	E	Marais Lamoureux	15 000 m ²	45,3828°N; 75,8179°O	36	233
22	E	Bassin de rétention du Golf	5000 m ²	45,3976°N; 75,8167°O	3	27
23	E	Marais Sabourin	20 000 m ²	45,4710°N; 75,7423°O	2	6
24	E	Marais de Touraine	50 000 m ²	45,4947°N; 75,7372°O	2	12
25	El	Marais Groulx (en aval des rapides Deschênes)	2000 m ²	45,3823°N; 75,7997°O	10	67
26	El	Rivière des Outaouais (lagon)	8000 m ²	45,4163°N; 75,7585°O	2	16
27	El	Baie McLaurin	1 km ²	45,4907°N; 75,5804°O	2	16
28	M	Marécages et mares de la Forêt Boucher	>0,5 km ²	45,4268°N; 75,8299°O	7	28
29	M	Marécage dans Deschênes	7000 m ²	45,3822°N; 75,8200°O	14	66
A	A	Autres (divers sites : sentiers, tissu urbain, jardins)	na	divers	17	104
		TOTAL			205	1356

^aR: Rivière; Ru: Ruisseau; L: Lac; E: Étang; El: Étang littoral; M: Milieux humides temporaires; A: Autres

Chacune des 2 saisons d'inventaire a couvert toute la période de vol des odonates, soit du mois de mai au mois de novembre, à raison d'au moins une excursion par semaine dans chacun des types de milieu. Le nombre d'excursions faites à chaque site a varié entre 1 et 36 (tableau 1).

L'effort d'inventaire, d'une durée de 20 min à 2 h par site et par visite, visait prioritairement les adultes en vol capturés au filet entomologique et les exuvies de naïades, récoltées à la main. De façon complémentaire, certains participants ont récolté des naïades au moyen d'un filet passoire ou d'un filet troubleau.

La plupart des libellules adultes ont été identifiées *in situ* au moyen des ouvrages de Lam (2004), Paulson (2011) et Jones et collab. (2013). Ces mentions ont été documentées au moyen de photographies. Nous avons identifié les spécimens adultes du genre *Sympetrum* et du sous-genre *Kalosympetrum*, de même que toutes les naïades et exuvies récoltées, en laboratoire, à l'aide des ouvrages de Carle (1993), Walker (1953), Walker (1958), Walker et Corbet (1975) et Needham et collab. (2013).

À chacune de leurs excursions, les participants au projet ont rempli une fiche d'inventaire standardisée fournie par le responsable de l'Initiative pour un atlas des libellules du



Figure 2. Aperçu des sites d'inventaire : a) site 2 (rivière des Outaouais en amont des rapides Deschênes, le 10 juillet 2013); b) site 3 (rivière des Outaouais en aval des rapides Deschênes, le 19 août 2013); c) site 21 (étang, lieu-dit marais Lamoureux, le 21 mai 2014); d) site 25 (étang littoral le 3 juillet 2014, avec les rapides Deschênes de la rivière des Outaouais visibles en arrière-plan); e) site 29 (milieu humide temporaire en voie de s'assécher, le 27 juillet 2014); f) site 11 (rivière Gatineau en amont des rapides Farmer, le 17 juillet 2014).

Québec (IALQ). Au cours des 2 années d'inventaire, 205 fiches ont été complétées, cumulant 1356 mentions d'espèces. Les rivières comptaient pour 40 % des fiches; les ruisseaux, 5 %; les lacs, 8 %; les étangs et étangs littoraux, 27 %; les milieux temporaires, 11 %. Les fiches restantes (9 %) correspondaient à des mentions ponctuelles provenant d'autres milieux.

Quelques-uns de nos spécimens, jugés d'intérêt par le conservateur de la collection, ont été déposés à la Collection nationale canadienne d'insectes, d'arachnides et de nématodes (CNC) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (Ottawa); les autres spécimens de référence (47 spécimens adultes, environ 100 naïades et 2 762 exuvies) ainsi que les photographies d'individus vivants sont conservés par les auteurs.

Les données historiques (1886-1935, tableau 2) proviennent d'un travail de compilation réalisé dans le cadre de l'IALQ (Michel Savard, communication personnelle). Les sites identifiés avec précision dans les publications historiques étaient le lac des Fées (site 19) et la rivière Gatineau (site 11). Les autres mentions référaient de façon générale à Hull, Ironside, Deschênes ou Aylmer, des localités qui font désormais partie du territoire gatinois (Fletcher et Gibson, 1908; Walker, 1908; Fyles, 1915; Stöhr, 1918; McDunnough, 1921, 1922, 1924; Walker, 1925, 1928 1934).

Les mentions de la période récente (1987-2012) portent sur ces mêmes sites en plus du lac Beauchamp (site 18) et de diverses stations le long de la rivière des Outaouais et de la rivière Gatineau (Ménard, 1989, 1990, 1991, 1996; Hutchinson, 2001; Hutchinson et Ménard, 2007; COSEPAQ, 2012; Desjardins, 2012).

Les espèces trouvées lors de la présente étude sont caractérisées par divers indicateurs. La constance est calculée en divisant le nombre de signalements par le nombre total de visites effectuées (205). La cote d'abondance journalière maximale est l'estimation visuelle du nombre maximal d'individus observés pour une espèce au cours d'une seule visite.

Nous avons sélectionné le secteur de Deschênes, délimité par un trait continu à la figure 1, afin de caractériser le biotope et la période de vol des odonates (tableau 3). Ce secteur a fait l'objet d'un effort d'inventaire plus soutenu (107 fiches sur un total de 205, soit 52 % de l'effort total d'inventaire). Le secteur de Deschênes, d'une superficie d'environ 1,5 km², comprend 5 sites d'inventaire distincts (2, 3, 21, 25 et 29) montrés aux figures 2(2a à 2e). Ces sites représentent tous les types de milieux à l'étude. Le calcul de la constance pour le secteur Deschênes (tableau 3) a été fait de la même façon qu'au tableau 2, en considérant, d'une part, les 2 sites riverains (2 et 3, total de 47 visites) et d'autre part, les 3 sites palustres (21, 25 et 29, total de 60 visites).

Résultats

Espèces inventoriées

Au tableau 2, nous énumérons toutes les espèces recensées à Gatineau de 1886 à nos jours. Leur nombre s'élève à 95 espèces. Les espèces recensées lors de la période historique et non retrouvées lors de la période récente ou



Photo : C. Piché

Figure 3. La gracieuse et la mélancolique sont communes et répandues dans tous les milieux d'eau stagnante de Gatineau.

du présent inventaire sont indiquées par un moins (-). Elles sont au nombre de 8. À l'inverse, les espèces trouvées pour la première fois lors de la période récente ou la présente étude sont signalées par un plus (+); il y en a 15. Le nombre d'espèces recensées à Gatineau est ainsi passé de 79 (période historique) à 87 (période récente et présent inventaire).

Les espèces les plus fréquemment trouvées dans les milieux d'eau stagnante étaient : l'agrion vertical (*Ischnura verticalis*; constance de 43,9 %), le sympétrum éclaircur (*Sympetrum obtrusum*; 32,2 %), la lydiennne (*Plathemis lydia*; 31,2 %), la gracieuse (*Libellula pulchella*; 30,7 %, figure 3), l'anax précoce (*Anax junius*; 24,9 %), le sympétrum tardif (*Sympetrum vicinum*; 24,4 %), l'érythème des étangs (*Erythemis simplicicollis*; 23,4 %), le leste élané (*Lestes rectangularis*; 21,5 %), la leucorrhine mouchetée (*Leucorrhinia intacta*; 18,5 %), la mélancolique (*Libellula luctuosa*; 18,0 %, figure 3), l'aeschnne constricteur (*Aeshna constricta*; 16,1 %) et l'agrion enivré (*Enallagma ebrium*; 13,2 %) (tableau 2).

Les espèces associées aux eaux courantes les plus souvent observées étaient l'argie svelte (*Argia moesta*; constance de 21,5 %), l'épithèque princière (*Epithecya princeps*; 17,6 %), le gomphe épineux (*Dromogomphus spinosus*; 15,6 %), l'agrion exilé (*Enallagma exsulans*; 15,1 %), le gomphe fraternel (*Gomphus fraternus*; 13,7 %), la macromie brune (*Didymops transversa*; 13,7 %) et le gomphe marqué (*Stylurus notatus*; 12,2 %).

Tableau 2. Liste des espèces de libellules, regroupées par famille, qui furent inventoriées historiquement et récemment dans la ville de Gatineau, Québec.

Espèce		Période historique 1886-1935	Période récente 1987-2012	Présente étude 2013-2014 (n = 205 visites)				
Nom français	Nom scientifique			Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de signalements (constance en %)	Nombre de sites (sites ^a)	Cote d'abondance maximale journalière ^b
CALOPTERYGIDAE								
Caloptéryx à taches apicales	<i>Calopteryx aequabilis</i>	2 (1)	1(1)	3 (1,5%)	3	E	I	R,Ru
Caloptéryx bistré	<i>Calopteryx maculata</i>	3 (3)	1(1)	17 (8,3%)	11	G	P	R,Ru,L,E,M,A
LESTIDAE								
Leste tardif	<i>Lestes congener</i>	2 (2)		14 (6,8%)	7	G	P	R,E,M
Leste disjoint	<i>Lestes disjunctus</i>	4 (3)		10 (4,9%)	7	E	I	E,M,A
Leste dryade	<i>Lestes dryas</i>	4 (3)	1(1)	17 (8,3%)	5	G	P	R,E,M,A
Leste flamboyant (+)	<i>Lestes eurinus</i>			1 (0,5%)	1 (s10)	C		R
Leste à forceps	<i>Lestes forcipatus</i>	2 (2)		16 (7,8%)	5	E	I	E,M
Leste inégal	<i>Lestes inaequalis</i>	3 (2)	3(2)	11 (5,4%)	6	D	P	R,L
Leste élané	<i>Lestes rectangularis</i>	3 (3)	1(1)	44 (21,5%)	13	G	P	R,L,E,M
Leste onguiculé	<i>Lestes unguiculatus</i>	4 (4)	2(1)	3 (1,5%)	2 (s2,s29)	C		E,M
Leste matinal	<i>Lestes vigilax</i>	3 (2)	3(2)	5 (2,4%)	4	D	P	R,E
COENAGRIONIDAE								
Argie violacée	<i>Argia fumipennis</i>	8 (3)	3(1)	5 (2,4%)	3	D	I	R,L
Argie svelte	<i>Argia moesta</i>	3 (2)	1(1)	44 (21,5%)	13	I	P	R,E,L
Agrion rougeâtre (-)	<i>Amphiagrion saucium</i>	3 (3)						
Agrion à tache jaune	<i>Chromagrion conditum</i>	4 (3)	1(1)					
Agrion résolu	<i>Coenagrion resolutum</i>	1 (1)	4(3)	8 (3,9%)	5	I	I	R,L,E,A
Agrion arc-en-ciel	<i>Enallagma antennatum</i>	2 (2)	1(1)	3 (1,5%)	3	F	I	R,L
Agrion boréal	<i>Enallagma boreale</i>	2 (2)		4 (2%)	1(s28)	I	I	M
Agrion des scirpes	<i>Enallagma carunculatum</i>	4 (3)	3(3)	18 (8,8%)	9	I	I	R,Ru,L,E
Agrion civil (+)	<i>Enallagma civile</i>		1(1)	10 (4,9%)	7	D	I	R,E,M
Agrion enivré	<i>Enallagma ebrium</i>	2 (2)	2(2)	27 (13,2%)	11	I	P	R,Ru,E,M
Agrion exilé	<i>Enallagma exsulans</i>	2 (2)	2(2)	31 (15,1%)	13	I	I	R,L,E,M
Agrion minuscule	<i>Enallagma geminatum</i>	4 (2)	4(2)	5 (2,4%)	5	H	I	R,L,E
Agrion de Hagen	<i>Enallagma hageni</i>	4 (4)	1(1)	2 (1%)	2(s3,s28)	D	I	R,E
Agrion orangé	<i>Enallagma signatum</i>	2 (1)	3(1)	11 (5,4%)	7	G	P	R,L,E
Agrion printanier (+)	<i>Enallagma vernale</i>		1(1)	1 (0,5%)	1(s23)	D	P	E
Agrion vespéral (+)	<i>Enallagma vesperum</i>		1(1)	5 (2,4%)	4	A	I	R,M
Agrion posé	<i>Ischnura posita</i>	2 (2)	1(1)	11 (5,4%)	6	F	I	R,Ru,E,A
Agrion vertical	<i>Ischnura verticalis</i>	4 (3)	6(4)	90 (43,9%)	23	I	P	R,Ru,L,E,M,A
Déesse paisible	<i>Nehalennia irene</i>	2 (2)	3(2)	20 (9,8%)	11	H	I	R,L,E,M
AESHNIDAE								
Aesche du Canada	<i>Aeshna canadensis</i>	6 (5)	3(2)	7 (3,4%)	6	C	I	Ru,L,E,M,A
Aesche constrictor	<i>Aeshna constricta</i>	4 (3)	1(1)	33 (16,1%)	8	E	P(35)	R,Ru,L,E,M,A
Aesche porte-crosses (-)	<i>Aeshna eremita</i>	2 (2)						
Aesche domino	<i>Aeshna interrupta</i>	2 (2)	2(1)					
Aesche à tubercules (+)	<i>Aeshna tuberculifera</i>		2(1)	3 (1,5%)	3	A		A

Tableau 2. Liste des espèces de libellules, regroupées par famille, qui furent inventoriées historiquement et récemment dans la ville de Gatineau, Québec (suite).

Espèce		Période historique 1886-1935	Période récente 1987-2012	Présente étude 2013-2014 (n = 205 visites)				
Nom français	Nom scientifique			Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de signalements (constance en %)	Nombre de sites (sites ^a)	Cote d'abondance maximale journalière ^b
Aeschna des pénombres	<i>Aeshna umbrosa</i>	6 (4)		13 (6,3%)	9	B	P(2)	R,Ru,E,M
Aeschna verticale (-)	<i>Aeshna verticalis</i>	1 (1)						
Anax précoce	<i>Anax junius</i>	1 (1)	3(3)	51 (24,9%)	16	D	P(107)	R,L,E,M,A
Aeschna printanière	<i>Basiaeschna janata</i>	3 (2)	3(2)	10 (4,9%)	6	C	P(7)	R,Ru,L,A
Aeschna fuligineuse	<i>Boyeria graefiana</i>	2 (2)	1(1)					
Aeschna vineuse	<i>Boyeria vinosa</i>	2 (1)	1(1)	4 (2%)	3	A	P(2)	R
Aeschna majestueuse	<i>Epiaeschna heros</i>	1 (1)	1(1)					
Aeschna pygmée (+)	<i>Gomphaeschna furcillata</i>			1 (0,5%)	1(s28)	A		M
GOMPHIDAE								
Gomphe cornu	<i>Arigomphus cornutus</i>	2 (1)	5(2)	4 (2%)	2(s18,s19)	D	P(1)	L
Gomphe fourchu	<i>Arigomphus furcifer</i>	1 (1)	3(1)	3 (1,5%)	2(s12,s25)	C	I	R,E
Gomphe épineux	<i>Dromogomphus spinosus</i>	1 (1)		32 (15,6%)	11	E	P(565)	R,L,A
Gomphe jumeau	<i>Gomphus adelphus</i>	5 (4)		1 (0,5%)	1(s11)	A	P(1)	R
Gomphe descriptif	<i>Gomphus descriptus</i>	5 (3)	1(1)	4 (2%)	1(s13)	C	P(13)	Ru
Gomphe exilé	<i>Gomphus exilis</i>	9 (4)	2(2)	22 (10,7%)	8	F	P(69)	R,L,E,A
Gomphe fraternel	<i>Gomphus fraternus</i>	3 (2)		28 (13,7%)	6	D	P(110)	R,L
Gomphe pointu	<i>Gomphus spicatus</i>	1 (1)		5 (2,4%)	1(s18)	E	P(5)	L
Gomphe-cobra	<i>Gomphus vastus</i>	5 (4)		22 (10,7%)	7	D	P(75)	R
Ophiogomphe bariolé (-)	<i>Ophiogomphus anomalus</i>	3 (1)						
Hagénie	<i>Hagenius brevistylus</i>	1 (1)		9 (4,4%)	6	D	P(13)	R,Ru,L,A
Gomphe riverain	<i>Stylurus amnicola</i>	1 (1)	1(1)					
Gomphe marqué	<i>Stylurus notatus</i>	1 (1)		25 (12,2%)	6	D	P(829)	R
Gomphe fléché	<i>Stylurus spiniceps</i>	2 (1)		2 (1%)	2	0	P(5)	R
CORDULEGASTRIDAE								
Cordulégastre aux yeux séparés	<i>Cordulegaster diastatops</i>	2 (2)		1 (0,5%)	1(A)	A	I	A
Cordulégastre maculé	<i>Cordulegaster maculata</i>	1 (1)		2 (1%)	2(s13,A)	C	I	Ru,A
Cordulégastre oblique (-)	<i>Cordulegaster obliqua</i>	1 (1)						
MACROMIIDAE								
Macromie brune	<i>Didymops transversa</i>	2 (1)		28 (13,7%)	9	D	P(49)	R,L,E,A
Macromie noire	<i>Macromia illinoiensis</i>	2 (2)		19 (9,3%)	9	D	P(59)	R,L,E
CORDULIIDAE								
Cordulie de Shurtleffer	<i>Cordulia shurtleffii</i>	1 (1)	2(1)	2 (1%)	2(s13,s21)	C	I	Ru,E
Cordulie écorcée (+)	<i>Dorocordulia libera</i>			10 (4,9%)	4	F	I	R,Ru,E,A
Épithèque canine	<i>Epithea canis</i>	5 (3)	4(2)	12 (5,9%)	4	E	P(5)	R,L,E,A
Épithèque à queue de beagle	<i>Epithea cynosura</i>	4 (3)	3(1)	17 (8,3%)	9	D	P(17)	R,Ru,L,E,A
Épithèque princière	<i>Epithea princeps</i>	4 (2)	5(2)	36 (17,6%)	11	C	P(288)	R,L,E
Épithèque épineuse	<i>Epithea spinigera</i>	4 (2)	2(1)	11 (5,4%)	8	F	P(31)	R,L,E,A
Épithèque d'Uhler	<i>Helocordulia uhleri</i>	2 (2)		3 (1,5%)	1(A)	E	I	A

Tableau 2. Liste des espèces de libellules, regroupées par famille, qui furent inventoriées historiquement et récemment dans la ville de Gatineau, Québec (suite).

Espèce		Période historique 1886-1935	Période récente 1987-2012	Présente étude 2013-2014 (n = 205 visites)				
Nom français	Nom scientifique	Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de mentions (nombre de sites)	Nombre de signalements (constance en %)	Nombre de sites (sites ^a)	Cote d'abondance maximale journalière ^b	Reproduction ^c	Type de milieu ^d
Épithèque de Provancher	<i>Neurocordulia yamaskanensis</i>	1 (1)		10 (4,9%)	5	0	P(65)	R
Cordulie fourchue (-)	<i>Somatochlora forcipata</i>	3 (1)						
Cordulie de Franklin (+)	<i>Somatochlora franklini</i>			1 (0,5%)	1(s30)	A		A
Cordulie de Kennedy (-)	<i>Somatochlora kennedyi</i>	3 (1)						
Cordulie de Walsh (-)	<i>Somatochlora walshii</i>	1 (1)						
LIBELLULIDAE								
Célithème indienne (+)	<i>Celithemis elisa</i>			4 (2%)	2(s20, A)	F	P(22)	L,A
Célithème géante (+)	<i>Celithemis eponina</i>		1(1)	4 (2%)	3	D	P(30)	R,E,A
Érythème des étangs	<i>Erythemis simplicicollis</i>	6 (2)	1(1)	48 (23,4%)	16	F	P(6)	R,Ru,L,E,A
La Julienne	<i>Ladona julia</i>	3 (2)	4(2)	9 (4,4%)	7	G	I	L,E,A
Leucorrhine frigide (+)	<i>Leucorrhinia frigida</i>		2(2)	4 (2%)	3	A		R,L,A
Leucorrhine hudsonienne	<i>Leucorrhinia hudsonica</i>	2 (2)	2(2)	1 (0,5%)	1(A)	A		A
Leucorrhine mouchetée	<i>Leucorrhinia intacta</i>	3 (2)	5(3)	38 (18,5%)	14	H	P(70)	R,Ru,L,E,A
Leucorrhine apprivoisée	<i>Leucorrhinia proxima</i>		2(1)	1 (0,5%)	1(s24)	A		E
La Voluptueuse (+)	<i>Libellula incesta</i>		1(1)	7 (3,4%)	5	E	I	R,L,E
La Mélancolique	<i>Libellula luctuosa</i>	6 (2)	3(3)	37 (18%)	17	F	P(5)	R,Ru,L,E,A
La Gracieuse	<i>Libellula pulchella</i>	2 (2)	3(3)	63 (30,7%)	20	F	P(7)	R,Ru,L,E,A
La Quadrimaculée	<i>Libellula quadrimaculata</i>	2 (2)	4(2)	19 (9,3%)	8	E	P(1)	R,L,E,M,A
Pachydiplax (+)	<i>Pachydiplax longipennis</i>		1(1)	24 (11,7%)	9	G	P(16)	R,L,E,M
Pantale flavescence (+)	<i>Pantala flavescens</i>		1(1)	1 (0,5%)	1(A)	A		A
Péritème délicate (+)	<i>Perithemis tenera</i>		1(1)	12 (5,9%)	6	H	P(56)	R,L,E
La Lydienne	<i>Plathemis lydia</i>	4 (4)	2(2)	64 (31,2%)	18	E	P(2)	R,Ru,L,E,M,A
Sympétrum rubigineux	<i>Sympetrum costiferum</i>	1 (1)		3 (1,5%)	1(s2)	D		R
Sympétrum intime	<i>Sympetrum internum</i>	3 (3)	3(3)	17 (8,3%)	10	F	I	R,Ru,E,M
Sympétrum éclairé	<i>Sympetrum obtrusum</i>	4 (4)	4(4)	66 (32,2%)	20	H	P(47)	R,Ru,L,E,M,A
Sympétrum à dos roux (?)	<i>Sympetrum rubicundulum</i> (?)	?						
Sympétrum semi-ambré	<i>Sympetrum semicinctum</i>	2 (2)	2(2)	13 (6,3%)	7	D	I	R,Ru,L,E,M
Sympétrum tardif	<i>Sympetrum vicinum</i>	3 (3)	4(4)	50 (24,4%)	14	I	P(71)	R,Ru,L,E,M,A
Total d'espèces		79	63	82				
		79		87				
				95				

(?): mention douteuse

^a précision lorsqu'un seul ou 2 sites rapportés. Référence au tableau 1.

^b A: 1 individu; B: 2 individus; C: 3-5 individus; D: 6-10 individus; E: 11-20 individus; F: 21-50 individus; G: 51-100 individus; H: 101-200 individus; I: plus de 200 individus

^c I: indice comportemental, P: preuve (naïade ou exuvie). Nombre total d'exuvies collectées en 2013-2014 entre parenthèses (sous-ordre des anisoptères seulement).

^d R: rivière, Ru: ruisseau, L: lac, E: étang, El: étang littoral, M: milieu humide temporaire. A: autres. Milieu principal en caractère gras.

Au moins 72 des espèces recensées en 2013-2014 se reproduisaient localement; aucun indice de reproduction ne fut observé pour les 14 espèces restantes (tableau 2). Les espèces dont les exuvies ont été trouvées en plus grands nombres étaient le gomphe marqué (total de 829 en 2013-2014), le gomphe épineux (565) et l'épithèque princière (288) (tableau 2).

Répartition sur le territoire

Le tableau 3 concerne un secteur occupant la bordure de la rivière des Outaouais de part et d'autre des rapides Deschênes (figure 1). Des 58 espèces inventoriées dans le secteur de Deschênes, 16 ont été observées exclusivement dans les sites riverains, 16, exclusivement dans les sites palustres et 26 dans les 2 types de biotopes. Les milieux riverains se caractérisaient, dans les endroits exposés aux vents et au courant (site 2, figure 2a), par la présence d'argie svelte, de Gomphidæ (principalement le gomphe épineux, le gomphe fraternel, le gomphe-cobra et le gomphe marqué) de Macromiidae (macromie brune et macromie noire (*Macromia illinoensis*)) et d'une Cordulidæ, l'épithèque princière. Des exuvies de toutes ces espèces ont été trouvées en abondance sur la berge caillouteuse. Dans les baies riches en végétation aquatique, situées en aval des rapides (site 3, figure 2b), les espèces riveraines s'accompagnaient du cortège d'espèces habituelles des eaux stagnantes de Gatineau, notamment plusieurs représentants des familles des Coenagrionidæ et des Libellulidæ. Les agrions dominants y étaient l'agrion vertical, l'agrion exilé, l'agrion enivré et l'agrion des scirpes (*Enallagma carunculatum*). Les Libellulidæ dominantes y étaient la gracieuse, la mélancolique, la lydienne et l'érythème des étangs. Aucune libellule ne fut observée dans la portion la plus tumultueuse des rapides Deschênes.

Les milieux palustres se sont différenciés des milieux riverains par la quasi-absence de représentants des familles des Gomphidæ et des Macromiidae. Les espèces variaient localement selon qu'il s'agissait d'un plan d'eau permanent ou temporaire, ainsi qu'en fonction du degré d'ouverture de la canopée. L'étang (site 21, figure 2c), un plan d'eau permanent et ouvert, se distinguait au printemps par la présence de Cordulidæ, en particulier par l'épithèque canine (*Epithea canis*) et par les leucorrhines mouchetées, 2 espèces printanières absentes des autres biotopes de Deschênes. En été y dominaient les Coenagrionidæ, principalement l'agrion vertical et la déesse paisible (*Nehalennia irene*), l'anax précoce et les Libellulidæ (gracieuse, mélancolique, lydienne, érythème des étangs, pachydiplax). Les milieux s'asséchant périodiquement (site 25, figure 2d et site 29, figure 2e) se caractérisaient par un plus petit nombre d'espèces dont 6 lestes, notamment le leste élané, 3 sympétrums (sympétrum éclairé, sympétrum tardif, sympétrum intime) et l'aesche constrictor. Des exuvies de toutes ces espèces se trouvaient sur la végétation herbacée en fin d'été, alors que le milieu ne contenait plus d'eau libre. Ces dernières espèces ont aussi été

trouvées à la lisière de l'étang, dans la zone qui s'assèche en période de basses eaux.

Phénologie

Des visites hebdomadaires dans le secteur de Deschênes ont permis d'y établir les périodes de vol des odonates (tableau 3). Les premières libellules adultes observées au printemps furent, lors des 2 années d'inventaire, soit des individus migrateurs d'anax précoce (14-05-10), soit des épithèques canines émergeant de l'étang (site 21, figure 2c) (13-05-06). L'espèce riveraine la plus précoce était l'aesche printanière (*Basiaeschna janata*) (14-05-26). À partir de la mi-octobre, les seules espèces encore en vol étaient le leste tardif (14-10-24) l'argie svelte (13-10-20), l'agrion civil (*Enallagma civile*) (15-10-20) et le sympétrum tardif (14-11-11). Fait notable, l'anax précoce eut 2 périodes d'émergence lors de l'année 2013, l'une concentrée à la fin du mois de juin, l'autre culminant à la fin du mois d'août. En 2014, l'anax précoce n'eut qu'une seule période d'émergence à la fin du mois d'août.

Discussion

Les 87 espèces inventoriées récemment à l'intérieur du territoire gatinois représentent 73 % des 119 espèces répertoriées dans la région administrative de l'Outaouais entre 1879 et 2009 (Savard, 2011) et 70 % des espèces recensées dans l'agglomération d'Ottawa-Gatineau. Les espèces non observées y sont considérées peu communes ou rares (Bracken et Lewis, 2008). Ce sont toutes des espèces sténobiotiques, certaines étant associées à des milieux absents du territoire gatinois, notamment les tourbières (Pilon et Lagacé, 1998).

Parmi les espèces rencontrées, les plus fréquentes et les plus répandues étaient principalement des espèces généralistes associées aux milieux d'eau stagnante. On les a trouvées autant près des lacs et des étangs que dans les portions de rivières aux eaux calmes. Les espèces associées aux milieux d'eau courante étaient généralement moins répandues que celles répertoriées dans les milieux d'eau stagnante car plus spécialisées en ce qui a trait à leur habitat (type de substrat, vitesse du courant et turbidité de l'eau, par exemple).

Les dates de début et de fin de saison de vol variaient quelque peu entre 2013 et 2014, même si l'effort d'inventaire était comparable entre ces 2 années. Cette variation est probablement attribuable aux conditions météorologiques. Un temps trop froid, venteux ou pluvieux peut en effet retarder l'émergence des libellules ou abrégé leur période de vie (Corbet, 1999). Compte tenu des variations, les périodes de vol observées à Gatineau en 2013-2014 concordent avec celles documentées pour l'ensemble du Québec (Savard, 2013b). Les mentions historiques ne sont pas assez nombreuses pour évaluer si des changements phénologiques se sont produits au fil du temps.

La période de vol de l'anax précoce ne présente aucune particularité notable. Cependant, l'examen de son schéma d'émergence a démontré que cette espèce migratrice pouvait hiverner dans nos étangs au stade larvaire et y émerger au

Tableau 3. Répartition des espèces selon le biotope (riverain ou palustre) et la période de vol pour le secteur des rapides Deschênes.

Espèce		Comparaison des constances entre deux biotopes		Période de vol observée (*:collecte d'exuvie)							
		Milieux riverains Sites 2-3 (n = 47 visites)	Milieux palustres Sites 21-25-29 (n = 60 visites)	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
Nom québécois	Nom scientifique										
Calopterygidae											
Caloptéryx à taches apicales	<i>Calopteryx aequabilis</i>	2,1%									
Caloptéryx bistré	<i>Calopteryx maculata</i>		8,3%								
Lestidae											
Leste tardif	<i>Lestes congener</i>		8,3%								
Leste disjoint	<i>Lestes disjunctus</i>		8,3%								
Leste dryade	<i>Lestes dryas</i>	2,1%	10,0%								
Leste à forceps	<i>Lestes forcipatus</i>		21,7%								
Leste élancé	<i>Lestes rectangularis</i>	17,0%	41,7%			*	*	*			
Leste onguiculé	<i>Lestes unguiculatus</i>		1,7%								
Coenagrionidae											
Argie svelte	<i>Argia moesta</i>	59,6%	5,0%								
Agrion résolu	<i>Coenagrion resolutum</i>		5,0%								
Agrion des scirpes	<i>Enallagma carunculatum</i>	19,1%	1,7%								
Agrion civil	<i>Enallagma civile</i>	10,6%	1,7%								
Agrion enivré	<i>Enallagma ebrium</i>	25,5%	11,7%								
Agrion exilé	<i>Enallagma exsulans</i>	36,2%	8,3%								
Agrion minuscule	<i>Enallagma geminatum</i>	2,1%									
Agrion de Hagen	<i>Enallagma hageni</i>	2,1%	1,7%								
Agrion orangé	<i>Enallagma signatum</i>	4,3%	1,7%								
Agrion vespéral	<i>Enallagma vesperum</i>	2,1%	1,7%								
Agrion posé	<i>Ischnura posita</i>		10,0%								
Agrion vertical	<i>Ischnura verticalis</i>	36,2%	58,3%								
Déesse paisible	<i>Nehalennia irene</i>		18,3%								
Aeshnidae											
Aesche du Canada	<i>Aeshna canadensis</i>		5,0%								
Aesche constrictor	<i>Aeshna constricta</i>	6,4%	40,0%				*	*	*	*	
Aesche à tubercules	<i>Aeshna tuberculifera</i>	2,1%									
Aesche des pénombres	<i>Aeshna umbrosa</i>	6,4%	5,0%				*	*	*	*	
Anax précoce	<i>Anax junius</i>	19,1%	36,7%				*	*	*	*	
Aesche printanière	<i>Basiaeschna janata</i>	6,4%					*	*	*	*	
Aesche vineuse	<i>Boyeria vinosa</i>	2,1%									
Gomphidae											
Gomphe fourchu	<i>Arigomphus furcifer</i>		3,3%								
Gomphe épineux	<i>Dromogomphus spinosus</i>	34,0%					*	*	*	*	
Gomphe exilé	<i>Gomphus exilis</i>	23,4%	1,7%				*	*	*	*	
Gomphe fraternel	<i>Gomphus fraternus</i>	42,6%					*	*	*	*	
Gomphe-cobra	<i>Gomphus vastus</i>	29,8%					*	*	*	*	
Hagénie	<i>Hagenius brevistylus</i>	2,1%					*	*	*	*	
Gomphe marqué	<i>Stylurus notatus</i>	31,9%					*	*	*	*	
Macromiidae											
Macromie brune	<i>Didymops transversa</i>	23,4%	1,7%				*	*			
Macromie noire	<i>Macromia illinoensis</i>	12,8%	5,0%				*	*	*		
Corduliidae											
Cordulie de Shurtleffer	<i>Cordulia shurtleffii</i>		1,7%								
Épithèque canine	<i>Epitheca canis</i>		13,3%				*	*			
Épithèque à queue de beagle	<i>Epitheca cynosura</i>	4,3%					*	*	*	*	
Épithèque princière	<i>Epitheca princeps</i>	27,7%					*	*	*	*	
Épithèque épineuse	<i>Epitheca spinigera</i>		1,7%				*	*	*	*	
Épithèque de Provancher	<i>Neurocordulia yamaskanensis</i>	6,4%					*	*	*	*	
Libellulidae											
Cé lithème géante	<i>Celithemis eponina</i>	4,3%									
Érythème des étangs	<i>Erythemis simplicicollis</i>	27,7%	18,3%				*	*			
La Julienne	<i>Ladona julia</i>		1,7%								
Leucorrhine mouchetée	<i>Leucorrhinia intacta</i>		31,7%				*	*	*	*	
La Mélancolique	<i>Libellula luctuosa</i>	23,4%	15,0%				*	*			
La Gracieuse	<i>Libellula pulchella</i>	38,3%	31,7%				*	*	*	*	
La Quadrimaculée	<i>Libellula quadrimaculata</i>		1,7%								
Pachydiplax	<i>Pachydiplax longipennis</i>	10,6%	13,3%								
Périthème délicate	<i>Perithemis tenera</i>	4,3%									
La Lydienne	<i>Plathemis lydia</i>	36,2%	26,7%				*	*	*	*	
Sympétrum rubigineux	<i>Sympetrum costiferum</i>	6,4%									
Sympétrum intime	<i>Sympetrum internum</i>	2,1%	15,0%				*	*			
Sympétrum éclairé	<i>Sympetrum obtrusum</i>	21,3%	56,7%				*	*	*	*	
Sympétrum semi-ambré	<i>Sympetrum semicinctum</i>	10,6%	6,7%								
Sympétrum tardif	<i>Sympetrum vicinum</i>	17,0%	48,3%					*	*		
Total d'espèces		42	42								

printemps suivant. La ville de Gatineau serait actuellement la localité la plus nordique où ce phénomène a pu être documenté (Savard, 2014). Un suivi sur plusieurs années s'avère nécessaire pour déterminer si cette observation fut un incident passager ou le signe d'un agrandissement progressif de l'aire où les naïades d'anax précoce peuvent hiverner.

Tendances historiques

Historiquement, la ville de Gatineau compte parmi les lieux où l'odonatofaune a été la mieux documentée au Québec, notamment au tournant du 20^e siècle (1886-1935), grâce au travail de plusieurs odonatologistes renommés. Après une cinquantaine d'années d'inactivité, un mouvement amateur reprit l'inventaire des libellules de la vallée de l'Outaouais (Savard, 2011). Chaque inventaire procédant avec les objectifs et la méthodologie qui lui sont propres, les résultats ne peuvent être comparés directement. Néanmoins, la somme de renseignements disponibles offre l'occasion unique de comparer la liste des espèces présentes à chaque période.

Parmi les 79 espèces répertoriées historiquement, 71 ont été retrouvées entre 1986 et 2014, soit 90 % (tableau 2). De ces espèces, 67 ont été vues en 2013-2014. L'odonatofaune semble donc largement conservée malgré les modifications anthropiques survenues sur le territoire de la ville de Gatineau entre ces 2 périodes.

Des espèces peut-être en déclin

Huit espèces n'ont pas été recensées depuis 1935. Trois espèces du genre *Somatochlora* (la cordulie fourchée (*Somatochlora forcipata*), la cordulie de Kennedy (*Somatochlora kennedyi*) et la cordulie de Walsh (*Somatochlora walshii*)) étaient signalées par Walker (1925) pour Hull et « Ironside » sans plus de précision. Ces cordulies fréquentent généralement les petites mares et ruisselets tourbeux (Paulson, 2011), des milieux que nous n'avons pas rencontrés sur le territoire à l'étude.

Trois espèces non recensées de nos jours étaient signalées par Stöhr (1908) dans un rayon d'environ 1,6 km autour de l'actuel collège Saint-Alexandre, soit le site 11 de l'inventaire 2013-2014, qui s'étendait peut-être au site 24. Parmi elles, 2 espèces sont, comme les précédentes, associées aux ruisselets tourbeux : l'agrion rougeâtre (*Amphiagrion saucium*) et le cordulégastré oblique (*Cordulegaster obliqua*; Paulson, 2011). Ce type de cours d'eau n'a pas été retrouvé aux environs du site 11, qui au cours du siècle est passé d'un milieu forestier et agricole à un milieu urbanisé. Ces 5 espèces de ruisselets sont peu communes régionalement, mais ne sont pas rares à l'échelle du Québec (Savard, 2011).

L'autre espèce, l'ophiogomphe bariolé (*Ophiogomphus anomalus*), est typiquement associée à des rivières aux eaux vives et limpides. Il fut observé en 1918 par Stöhr près des rapides Farmer de la rivière Gatineau (site 11, figure 2f). Ces rapides ont été grandement modifiés depuis la mise en fonction de la station hydroélectrique Farmer en 1927, tout juste en amont du site 11. Il est possible que l'ophiogomphe bariolé ne trouve plus son micro-habitat au site 11, ni ailleurs

sur le territoire de Gatineau. Ce gomphide est inscrit à la liste des insectes susceptibles d'être désignés menacés ou vulnérables au Québec (Skinner et collab., 2012).

Au chapitre des espèces peut-être en déclin à Gatineau, on peut ajouter le gomphé riverain. Cette espèce fut observée une fois en 1928 (4 spécimens, Walker, 1928) et une fois en 2011 (1 adulte ténéral, COSEPAQ, 2012). Les 2 mentions proviennent de la rivière Gatineau (site 11, figure 2f). Le gomphé riverain est rarement récolté à l'échelle du Québec. En 2012, le COSEPAQ a classé la population boréale de cette espèce dans la catégorie « données insuffisantes ». L'espèce possède toutefois un statut de conservation dans plusieurs juridictions limitrophes. Elle est désignée en voie de disparition dans la plaine des Grands Lacs (Ontario) et est probablement disparue dans l'État de New York (COSEPAQ, 2012).

On peut également s'interroger sur le statut de l'aeschna majestueuse (*Epiaeschna heros*), qui, au Québec méridional, se trouve à la limite nord de son aire de répartition. Elle n'est rencontrée dans la région de l'Outaouais que sporadiquement (Bracken et Lewis, 2008; Savard, 2011). En 2007, R. Hutchinson et B. Ménard trouvaient des naïades et des exuvies dans un petit étang temporaire au nord du parc du lac Beauchamp (site 18; Hutchinson et Ménard, 2007). Cette petite population ne semble pas s'être maintenue puisque les observateurs n'y ont revu aucune naïade, ni exuvie ni adulte au cours des années ultérieures. Savard et Mochon (2014) suggèrent que l'aeschna majestueuse est en situation précaire au Québec à cause des menaces qui pèsent sur son habitat, soit les milieux humides temporaires sous couvert forestier.

Les 8 espèces probablement en déclin sinon disparues du territoire de Gatineau sont toutes des espèces spécialistes. Elles sont associées aux cours d'eau limpides (trouvées historiquement dans la rivière Gatineau et ses environs), aux ruisselets ou aux mares temporaires.

Des espèces en expansion

L'odonatofaune gatinoise actuelle s'enrichit de 15 nouvelles mentions d'espèces (tableau 2), dont 9 furent ajoutées au cours de la présente étude. Au moins 8 de ces espèces ont vraisemblablement été recensées en raison d'un effort d'inventaire accru : le leste flamboyant (*Lestes eurinus*), l'agrion vespéral (*Enallagma vesperum*), l'aeschna pygmée (*Gomphaeschna furcillata*), la cordulie de Franklin (*Somatochlora franklini*), la cordulie écorcée (*Dorocordulia libera*), la céliothème indienne, (*Celithemis elisa*), la leucorrhine frigide (*Leucorrhinia frigida*), la pantale flavescence (*Pantala flavescens*). Deux espèces n'avaient pas de statut taxonomique clair par le passé : l'agrion printanier (*Enallagma vernale*) et l'aeschna à tubercules (*Aeshna tuberculifera*) et ne pouvaient par conséquent pas être recensées.

Cinq espèces demeurent dont l'observation ne représente aucune difficulté particulière et qui semblent être apparues sur le territoire gatinois lors de la période récente. La voluptueuse (*Libellula incesta*) a été signalée pour la première fois en Outaouais par Ménard (1996). Elle est maintenant

bien établie à Gatineau. L'agrion civil (*Enallagma civile*), la célièthème géante (*Celithemis eponina*), la périthème délicate (*Perithemis tenera*) et la pachydiplax (*Pachydiplax longipennis*) ont été signalées pour la première fois en Outaouais et à Gatineau par Desjardins (2012). Un seul site de reproduction a été confirmé pour la célièthème géante (site 27). Les 2 autres libellulides semblent plus répandues (Hutchinson et collab., 2014a et 2014b).

Ces 5 espèces récemment arrivées à Gatineau sont communes au sud de nos frontières. Ce sont des espèces généralistes associées aux eaux stagnantes qui ont la capacité de se disperser et de coloniser des plans d'eau nouvellement créés ou perturbés (Paulson, 2011). Elles semblent en pleine expansion à Gatineau de même qu'ailleurs dans le sud du Québec (Michel Savard, communication personnelle).

À ce contingent d'espèces en expansion, il est possible d'ajouter 2 autres libellulides : Walker rapportait en 1907 l'observation d'un seul individu de la mélancolique à Ottawa et concluait à la possibilité d'une expansion vers le nord (Walker et Corbet, 1975). Pour sa part, l'érythème des étangs était autrefois qualifié de rare (Walker, 1908), récolté avec parcimonie (McDunnough, 1922). Ces 2 espèces figurent aujourd'hui au rang des 10 espèces les plus fréquemment rapportées dans les milieux d'eau stagnante du territoire gatinois.

Considérations environnementales

L'urbanisation engendre des pertes d'habitats qui peuvent se traduire par un appauvrissement de l'odonatofaune (Willigala et Fartmann, 2010). À titre d'exemple, le centre-ville de New York, qui atteint une densité de population beaucoup plus grande que celle de Gatineau, abrite seulement 23 espèces de libellules, soit à peine 25 % des espèces présentes dans la région environnante (White et collab., 2010).

Les résultats que nous avons obtenus sont à l'image d'une ville qui compte encore beaucoup d'espaces naturels, cours d'eau, lacs et milieux humides, propices à une grande variété de libellules. Le déclin ou la perte de certaines espèces spécialistes suggère néanmoins que Gatineau perd certains types de milieux, notamment les petits ruisseaux, les cours d'eau claire et les milieux humides temporaires.

Les pressions anthropiques qui s'observent dans les milieux urbains, par exemple la déforestation et l'aménagement de barrages, canaux et structures de stabilisation des berges, entraînent une eutrophisation générale des plans d'eau (Keddy, 2010). Il n'est pas surprenant que les espèces de libellules favorisées y soient les espèces généralistes des eaux stagnantes riches en nutriments. La diversité, l'abondance et l'expansion des libellulides à Gatineau en sont le reflet. Nos observations à cet égard rejoignent celles de White et collab. (2010) qui ont mené un vaste inventaire d'odonates à travers l'État de New York de 2005 à 2009.

Le réchauffement climatique en cours, de l'ordre de 0,16 °C par décennie dans l'écorégion des basses terres du Saint-Laurent (Berteaux et collab., 2014), joue peut-être aussi un rôle dans les changements de l'odonatofaune gatinoise. Notre étude ne permet cependant pas de l'affirmer.

Des sites d'intérêt particulier

Les résultats mettent en évidence des sites d'intérêt prioritaire pour la conservation en raison de leur potentiel pour la biodiversité. Au premier chef, la rivière Gatineau dans le secteur des rapides Farmer (site 11, figure 2f) représente un intérêt certain du fait qu'elle abrite potentiellement 2 gomphides rares ayant un statut de préoccupation à l'échelle du Québec (l'ophiogompe bariolé) ou du Canada (le gompe riverain).

D'autre part, 6 des 14 espèces observées en un seul site d'inventaire l'ont été au site 28 et dans les sentiers environnants, c'est-à-dire au nord de la forêt Boucher. Il s'agit de l'agrion boréal (*Enallagma boreale*), l'aesche pygmée (*Gomphaeschna furcillata*), le cordulégastré aux yeux séparés (*Cordulegaster diastatops*), l'épithèque d'Uhler (*Helocordulia uhleri*), la cordulie de Franklin (*Somatochlora franklini*) et la leucorrhine hudsonienne (*Leucorrhinia hudsonica*). Ce secteur de Gatineau est unique en raison de la superficie et de la diversité de ses milieux humides, certains permanents et d'autres, temporaires. Il semble renfermer un grand potentiel pour la biodiversité. Ce constat rejoint celui d'autres études écologiques (Fondex-Shermont, 2007, Aecom-Tecsult, 2010a).

Enfin, les résultats indiquent que c'est la rivière des Outaouais qui participe le plus à la richesse odonatologique du territoire gatinois (sites 1-8 et 25-27). Dans ces sites uniquement, on a observé 57 espèces, soit 70 % de toutes celles répertoriées en 2013-2014. Cette richesse est le reflet de la diversité des microhabitats rencontrés le long de cette grande rivière : zones d'eaux vives et d'eaux calmes, substrats rocheux, graveleux, sablonneux, silteux ou argileux, présence d'étangs littoraux et de milieux humides temporaires dans la plaine d'inondation. Une bande riveraine importante a été, en partie, conservée ou restaurée. Les libellules y trouvent les champs et les forêts nécessaires à leurs activités de chasse et de repos. La majestueuse rivière des Outaouais n'est cependant pas à l'abri des perturbations anthropiques, telles les surverses municipales, la dégradation des berges et l'arrivée d'espèces exotiques envahissantes.

Conclusion

L'odonatofaune de la ville de Gatineau compte au moins 87 espèces. Considérant le contexte urbain du territoire, il s'agit d'une richesse relativement élevée attribuable à la présence de rivières et à l'hétérogénéité des paysages, qui sont source d'une diversité de microhabitats favorables aux odonates. Un effort d'inventaire accru permettrait d'explorer davantage de sites et peut-être d'ajouter de nouvelles espèces à cette liste. Les ruisseaux, les cours d'eau claire et les milieux humides temporaires en général mériteraient une attention particulière du fait qu'ils abritent des espèces spécialistes potentiellement en déclin ou disparues du territoire gatinois. Lors d'inventaires, on devrait prendre soin de préciser le nombre d'individus, y compris l'absence d'individus, afin de faciliter la surveillance des milieux et des espèces les plus vulnérables. Il serait également intéressant de surveiller les espèces d'introduction récente à Gatineau afin d'évaluer si

leurs populations se maintiennent ou prennent de l'expansion sur le territoire, ainsi que d'étudier les changements possibles au niveau des communautés locales de libellules face à ces nouvelles espèces.

Les libellules forment un groupe d'invertébrés facilement accessible et utile pour faire, à titre de naturalistes amateurs, l'étude et la surveillance de la diversité biologique dans les cours d'eau, les lacs et les milieux humides, notamment en zone urbaine. Elles sont aussi des ambassadrices idéales pour les activités de sensibilisation visant à faire connaître l'importance, la beauté et la fragilité de ces milieux naturels.

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes qui ont participé à l'inventaire: Frédéric et Laurent Bédard, Nathalie Bussièrès, Alice Côté-Gendreau, Gérard Desjardins, Mélissa et Mélodie Courchesne, Majella Larochelle, Benoît Ménard, Ariane et Denis Piché, Josée Soucie et Richard Yank. Nous remercions Michel Savard, responsable de l'IALQ, qui a fourni le fruit d'un colossal travail de compilation ainsi que tous ceux qui ont révisé ce texte: Michel Crête, André Francoeur, Christian Hébert, Alain Mochon, Michel Savard et Jean-Serge Vincent. La première auteure remercie les membres de sa famille, Juliane, Mireille et Thierry Fisette pour leur soutien. Nous remercions la ville de Gatineau et la Commission de la capitale nationale (CCN) d'avoir permis l'accès à leurs terrains ainsi qu'Agriculture et Agroalimentaire Canada pour l'accès à la Collection nationale canadienne d'insectes, d'araignées et de nématodes (CNC) et à sa bibliothèque. ◀

Références

- AECOM TECSULT INC., 2010a. Inventaire des milieux humides et des cours d'eau. Volet 1 : Inventaire et évaluation écologique des milieux humides. Rapport présenté à la ville de Gatineau, Module urbanisme et développement durable, Division planification du territoire, Gatineau, 46 p. + annexe.
- AECOM TECSULT INC., 2010b. Inventaire des milieux humides et des cours d'eau – Volet 2 : inventaire et classification des cours d'eau. Rapport présenté à la ville de Gatineau, Module urbanisme et développement durable, Division planification du territoire, Gatineau, 40 p. + annexes.
- AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA ET ENVIRONNEMENT CANADA, 1995. Écozones et écorégions terrestres du Canada. Direction générale de l'état de l'environnement, Ottawa/Hull, Carte 1:7 500 000.
- BERTEAUX D., N. CASAJUSET et S. de BLOIS, 2014. Changements climatiques et biodiversité du Québec: vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec, Québec, 202 p.
- BRACKEN, B. et C. LEWIS, 2008. A checklist of the dragonflies and damselflies of Ottawa-Gatineau (2008 update). Ottawa Field-Naturalists' Club, Ottawa. Disponible en ligne à: www.ofnc.ca/tandl/Dragonflies-damselflies.php. [Visité le 15-08-31]
- CARLE, F.L., 1993. *Sympetrum janeae* spec. nov. from eastern North America, with a key to nearctic *Sympetrum* (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 22: 1-16.
- CORBET, P.S., 1999. Dragonflies. Behavior and ecology of Odonata. Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, Ithaca, 829 p.
- COSEPAQ, 2012. Évaluation et rapport de situation du COSEPAQ sur le gomphé riverain (*Stylurus amnicola*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, xvi + 66 p.
- DESJARDINS, G. (sous la direction de), 2012. Inventaire de la biodiversité et des écosystèmes du quartier de Deschênes, secteur Aylmer de la ville de Gatineau – octobre 2012. Club des ornithologues de l'Outaouais, Gatineau, 89 p.
- FLETCHER, J. et A. GIBSON, 1908. Entomological records, 1907. *Odonata. Annual Report of the Entomological Society of Ontario*, 38: 113-133.
- FONDEX-SHERMONT, 2007. Étude écologique. Secteur de la forêt Boucher. Rapport présenté à la ville de Gatineau, octobre 2007. Fondex-Shermont, Gatineau, 75 p. + annexes.
- FYLES, T.W., 1915. Quebec dragonflies. *The Ottawa Naturalist*, 29: 66-67.
- HUTCHINSON, R., 2001. Les libellules (Odonata) des grandes rivières du sud du Québec. *Biodiversity* 2(2): 9-16.
- HUTCHINSON, R. et B. MÉNARD, 2007. First observations on larvae of *Epiaeschna heros* (Odonata: Aeshnidae) in Quebec, Canada. *Ontario Odonata*, 7: 1-7.
- HUTCHINSON, R., B. MÉNARD et C. PICHÉ, 2014a. *Pachydiplax longipennis* (Burmeister; Odonata: Libellulidae) dans la région de l'Outaouais. *Nouv'ailes*, 24 (1): 5-7.
- Hutchinson, R., B. Ménard et C. Piché, 2014b. *Perithemis tenera* (Say) (Odonata: Libellulidae), nouveau pour la vallée de l'Outaouais québécois. *Nouv'ailes*, 24 (1): 15-17.
- JONES, C.D., A. KINGSLEY, P. BURKE et M. HOLDER, 2013. Field guide to the dragonflies and damselflies of Algonquin Park and the surrounding area. 2^e édition. Algonquin Field Guides series, The Friends of Algonquin Park, Whitney, 262 p.
- KEDDY, P.A., 2010. Wetland ecology, principles and conservation. 2^e édition. Cambridge University Press, Cambridge, 497 p.
- LAM, E., 2004. Damselflies of the Northeast: A guide to the species of eastern Canada & the northeastern United States. Biodiversity Books, New York, 96 p.
- MCDUNNOUGH, J., 1921. Additional records of dragonflies from the Ottawa region. *The Canadian Entomologist*, 53: 14.
- MCDUNNOUGH, J., 1922. Notes on Canadian dragonflies for the season 1922. *The Canadian Entomologist*, 54: 255-257.
- MCDONNAUGH, J., 1924. Distributional notes on Canadian dragonflies. *The Canadian Entomologist*, 56: 72-73.
- MÉNARD, B., 1987. Captures d'odonates dans la vallée de l'Outaouais et dans la Haute-Gatineau en 1987. *Fabriques*, 13: 51-56.
- MÉNARD, B., 1989. Captures d'odonates dans la vallée de l'Outaouais et dans la Haute-Gatineau en 1988. *Fabriques*, 14: 32-39.
- MÉNARD, B., 1990. Captures d'odonates dans la vallée de l'Outaouais, dans la Haute-Gatineau et dans la région de Port-au-Saumon (Charlevoix-Est) en 1989. *Fabriques*, 15: 80-89.
- MÉNARD, B., 1991. Captures d'odonates dans la vallée de l'Outaouais et dans la Haute-Gatineau en 1990. *Fabriques*, 16: 69-77.
- MÉNARD, B., 1996. Liste annotée des odonates de la vallée de l'Outaouais. *Fabriques*, 21: 29-61.
- MOISAN, J., 2010. Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010- Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 82 p. + annexe.
- NEEDHAM, J.G., M.J. Westfall et M.J. May, 2014. *Dragonflies of North America*. 3^e édition. Scientific Publishers, Gainesville, 658 p.
- PARR, A.J., 2010. Monitoring of Odonata in Britain and possible insights into climate change. *BioRisk*, 5: 127-139.
- PAULSON, D., 2011. *Dragonflies and damselflies of the East*. Princeton University Press, Princeton, 538 p.
- PILON, J.G. et D. LAGACÉ, 1998. Les odonates du Québec: traité faunistique. Entomofaune du Québec inc., Chicoutimi, 367 p.
- SAHLÉN, G., 1999. The impact of forestry on dragonfly diversity in Central Sweden. *International Journal of Odonatology*, 2: 177-186.

- SAVARD, M., 2011. Atlas préliminaire des libellules du Québec (Odonata). Initiative pour un atlas des libellules du Québec, avec le soutien d'Entomofaune du Québec (EQ) inc., Saguenay, 53 p.
- SAVARD, M., 2014. L'anax précoce au Québec: une libellule migratrice. *Le Naturaliste canadien*, 138 (1): 20-31.
- SAVARD, M. et A. MOCHON, 2014. L'aesche majestueuse, une libellule en situation précaire au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 138 (2): 8-15.
- SKINNER, B., N. DESROSIERS et É. DOMAINE. 2012. État des connaissances sur 30 espèces d'insectes susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 128 p.
- STÖHR, L.M., 1918. Les odonates des environs de St-Alexandre, Ironside, Québec. *Le Naturaliste canadien*, 45: 81-85.
- VILLE DE GATINEAU, 2011a. L'eau. Aménageons le futur ! Révision du schéma d'aménagement. Service de l'urbanisme et du développement durable, Gatineau, 23 p.
- VILLE DE GATINEAU, 2011b. Règlement numéro 511-6-2011 décrétant un contrôle intérimaire prohibant une construction, un ouvrage ou des travaux sur des terrains comportant un milieu humide sans une caractérisation préalable de la part d'un expert et d'une compensation en terrain. Ville de Gatineau, Gatineau, 11 p.
- VILLE DE GATINEAU, 2015a. Données démographiques. Disponible en ligne à : http://www.gatineau.ca/portail/default.aspx?p=histoire_cartes_statistiques/coup_oeil. [Visité le 15-02-20].
- VILLE DE GATINEAU, 2015b. Carte du schéma d'aménagement. Disponible en ligne à: http://www.gatineau.ca/docs/guichet_municipal/urbanisme_habitation/revision_schema_aménagement_developpement/documents_references/etape4_Annexe%20D%20-%20Plan%201%20Organisation%20spatiale.pdf. [Visité le 15-02-20].
- WALKER, E.M., 1908. The dragonflies of the Ottawa district. *The Ottawa Naturalist*, 22: 16-24; 49-63.
- WALKER, E.M., 1925. The North American dragonflies of the genus *Somatochlora*. University of Toronto studies, Biological Series N° 11, 213 p.
- WALKER, E.M., 1928. The nymphs of the *Stylurus* group of the genus *Gomphus* with notes on the distribution of this group in Canada (Odonata). *The Canadian Entomologist*, 60: 79-88.
- WALKER, E.M., 1934. A preliminary list of the insects of the Province of Quebec. Odonata. Part IV. Quebec Society for the Protection of Plants, Report 26: 96-105.
- WALKER, E.M., 1953. The Odonata of Canada and Alaska Part I: The Zygoptera, damselflies. University of Toronto Press, Toronto, 292 p.
- WALKER, E.M., 1958. The Odonata of Canada and Alaska Part II: The Anisoptera, four families. University of Toronto Press, Toronto, 317 p.
- WALKER, E.M. et P.S. CORBET, 1975. The Odonata of Canada and Alaska Part III: The Anisoptera, three families. University of Toronto Press, Toronto, 307 p.
- WHITE, E.L., J.D. CORSER et M.D. SCHLESINGER, 2010. The New York dragonfly and damselfly survey 2005-2009: Distribution and status of the Odonates of New York. New York Heritage Program, Albany, 324 p.
- WILLIGALA, C. et T. FARTMANN, 2010. Patterns in the diversity of dragonflies (Odonata) in cities across Central Europe. *European Journal of Entomology*, 109: 235-245.

**PARTENAIRE
DE VOS
PROJETS!**

■ 1638, rue Notre-Dame
L'Ancienne-Lorette QC
G2E 3B6

■ 1095, boulevard Pie-XI Nord
Québec QC G3K 2S7

UN SEUL NUMÉRO :
418 872-1445 | 1 866 972-1445

[www.desjardins.com/
caisse-piemont-laurentien](http://www.desjardins.com/caisse-piemont-laurentien)
Visitez notre page facebook! 

 **Desjardins**
Caisse populaire
du Piémont Laurentien

 **Aubé
Anctil
Pichette
& Associés**

Comptables agréés | Société en nom collectif

5300, boul. des Galeries, bur. 200, Québec QC G2K 2A2
Tél.: 418 622-4804 | Téléc.: 418 622-2681

Découverte du gomphe fléché dans les Appalaches québécoises

Michel Savard

Résumé

Le gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*) est une espèce de libellule réputée discrète, associée au fleuve Saint-Laurent et à ses grands tributaires. La découverte de populations en Montérégie et en Estrie confirme sa présence dans la province naturelle des Appalaches. L'absence de mention de cette espèce dans les basses terres entourant l'île de Montréal et le lac Saint-Pierre pourrait être la conséquence d'une dégradation de l'environnement aquatique et forestier dans la portion aval des bassins versants appalachiens et laurentiens. Un ensemble de 8 espèces fluviales de Gomphides peut avantageusement servir d'indicateurs biologiques appliqués au réseau hydrographique du Saint-Laurent.

MOTS CLÉS : Appalaches, Gomphidæ, Odonata, indicateur biologique, *Stylurus spiniceps*

Abstract

The arrow clubtail (*Stylurus spiniceps*) is considered as a discrete species of dragonfly, associated with the St. Lawrence River and its major tributaries. The discovery of populations in the Montérégie and Estrie Regions confirms its presence in the Appalachians natural province in Québec. The absence of records in the lowlands surrounding the island of Montréal and Saint-Pierre lake could indicate a degradation of the aquatic and forest environment in the downstream portion of the Appalachian and Laurentian watersheds. A set of 8 riverine species of Gomphids can serve as biological indicators applied to the hydrographic system of the St. Lawrence.

Key WORDS : Appalaches, Gomphidæ, Odonata, bioindicator, *Stylurus spiniceps*

Introduction

À l'occasion du 42^e congrès de l'Association des entomologistes amateurs du Québec (AEAQ), tenu à la mi-juillet 2015 à Waterville en Estrie, l'exploration odonatologique du territoire a permis de découvrir une population du gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*; figure 1) à Sherbrooke, une première pour la région. Il s'agit d'une espèce réputée discrète, méconnue, associée aux fleuves et aux grandes rivières (Paulson, 2011), rarement représentée au stade imago dans les collections entomologiques.

Au Québec, le gomphe fléché n'était auparavant rapporté que des régions de l'Outaouais (Walker, 1928 et 1934; Hutchinson et Ménard, 1992) et de la Capitale-Nationale (Perron et Ruel, 1998), principalement grâce à des collectes d'exuvies. Tout récemment, une population a été signalée en Mauricie, au piémont des Laurentides, dans la rivière Batiscan (85-115 m de largeur) à la hauteur de Saint-Adelphe (Charest et Savard, 2014).

Dans les Appalaches québécoises, la projection cartographique de Paulson (2011) était hypothétique. L'espèce n'a pas, à ce jour, été trouvée dans les provinces maritimes; les observations les plus au nord dans les Appalaches se situaient alors près des frontières du Vermont (Abbott, 2006-2015) et du New Hampshire (Hunt, 2012) ainsi qu'au sud des comtés de Franklin et de Somerset au Maine (Brunelle et deMaynadier, 2005). L'Initiative pour un atlas des libellules du Québec, débutée en 2010, fournit de ce fait les premiers signalements du gomphe fléché dans les régions situées à l'est du fleuve Saint-Laurent.



Mario Comtois

Figure 1. Le gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*), mâle photographié le 5 septembre 2015 à Brigham, en Montérégie. Les larges marques jaunes sur le côté du thorax, les petites taches triangulaires jaunes sur les segments cylindriques de l'abdomen et l'allongement du dernier segment de son étroite massue sont des caractères distinctifs de l'espèce.

Michel Savard, M. Sc., est président d'Entomofaune du Québec et responsable de l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec. Il travaille comme professionnel en santé environnementale au Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

michel.savard@sss.gouv.qc.ca

Premiers indices à Sherbrooke

Jusqu'alors inconnu en Estrie (Savard, 2011), 3 observations récentes du gomphe fléché à Sherbrooke procuraient les premiers indices de la présence de populations bien établies. Un premier mâle, posé dans le feuillage d'un arbre, avait été capturé par Roxanne Sarah Bernard le 9 septembre 2009 lors d'une randonnée naturaliste en marge du parc urbain du Bois-Beckett, à 1,8 km à l'ouest de la rivière Saint-François. Par ailleurs, à la demande de Marie Chapdelaine, technicienne au Service de la conservation du Musée de la nature et des sciences de Sherbrooke, Luc Beaudoin et l'auteur avaient identifié un spécimen mâle déposé dans la collection du musée (figure 2). La libellule avait été capturée à la main par un citoyen, M. Robillard, de l'Estrie, en septembre 2013; elle se trouvait encore vivante sur le pavé devant un immeuble de la rue Laurier, à 350 m à l'ouest de la rivière Saint-François et à 750 m à l'est de la rivière Magog. L'année suivante, le même citoyen rapporta au musée un autre mâle collecté le 3 septembre 2014, cette fois sur la rue King Ouest à 450 m au nord du site précédent.



Figure 2. Spécimen mâle du gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*), collecté en septembre 2013 par un citoyen de Sherbrooke, déposé au Musée de la nature et des sciences de la ville.

Ces rencontres fortuites et pour le moins surprenantes, chaque fois un mâle en fin de période de vol, en plein cœur d'une ville et loin des plans d'eau, laissaient soit penser à des individus erratiques remontant les vallées appalachiennes, soit présager la présence d'une population de cette libellule dans l'une des 2 rivières traversant l'agglomération de Sherbrooke.

Découverte à la rivière Saint-François

Vers la fin de la journée chaude et humide du 11 juillet 2015, notre guide d'excursion, Roxanne Sarah Bernard, dirigeait notre groupe à 15 h 25 sur la rive nord de la rivière Saint-François, au parc Jeffrey-Gingras situé à 0,5 km en amont du pont de l'autoroute 610. À cette hauteur (élévation d'environ 140 m), la rivière accuse une largeur moyenne de 105 m et présente un talus d'érosion argileux de près de 6 m de hauteur (figure 3). Les odonatologistes étaient distribués en 2 paires sur des pointes rocheuses accessibles et distantes de 200 m.

À première vue, seuls des mâles du gomphe épineux (*Dromogomphus spinosus*) guettaient et défendaient ardemment

leur section de rivière (figure 4). Avec les quelques agrions verticaux (*Ischnura verticalis*), dissimulés dans les cordons herbacés, c'étaient les seules libellules à dominer, en vol, le paysage riverain.

À 15 h 54, une observatrice (Karole Tremblay) surprit l'émergence d'un gomphe du genre *Stylurus*, fraîchement extirpé de son exuvie, juste avant l'étalement de ses ailes pour entreprendre son premier vol. L'examen du spécimen (une femelle) révéla la présence de l'énigmatique gomphe fléché (figure 5). La collecte d'exuvies qui s'en est suivie, sur 100 m de rives, rapporta aux 2 observateurs (Karole Tremblay et l'auteur) un total de 10 mues du gomphe fléché (8 ♂, 2 ♀), 3 du gomphe de Scudder (*Stylurus scudderi*) et 1 de l'æschne vineuse (*Boyeria vinosa*) (figure 6). Ces 3 espèces, qui se reproduisent surtout de la fin juillet au milieu de septembre, s'ajoutaient donc à l'inventaire en plus d'une confirmation de leur établissement dans la rivière Saint-François.

Confirmation dans les Appalaches québécoises

D'autres données récentes, recueillies dans le cadre de l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec*, confirment que le sud de la région naturelle des Appalaches fait bien partie de l'aire de répartition du gomphe fléché.

Dans le piémont des Appalaches québécoises, plus précisément en Montérégie, Alain Mochon a découvert, en 2011, une population dans la rivière Yamaska Sud-Est (15-25 m de largeur; figure 7) à la hauteur du chemin McCutcheon, à Dunham (45,191°N; -72,695°O). Chaque fois au même site, les 13 et 26 août 2011 et le 12 août 2012, il a pu capturer jusqu'à 2 mâles territoriaux sur les 3 à 5 individus observés en même temps.

Pour sa part, Mario Comtois a découvert, en 2014, une seconde population dans la rivière Yamaska (15-75 m de largeur) à la hauteur de Brigham (45,281°N; -72,835°O). Il a d'abord surpris l'émergence de l'espèce le 14 juillet, en observant une quinzaine de ténéraux à leur premier vol et en collectant une trentaine d'exuvies. Lors d'une sortie subséquente, le 25 août, il pouvait compter 5 imagos en pleine activité de reproduction. L'année suivante, les 24 août, 5 et 6 septembre 2015, l'observateur apercevait en même temps 2 à 4 mâles surgir du haut des arbres pour se rabattre à 10 cm au-dessus de l'eau, exhibant un bref épisode de vol territorial d'une durée de 5 à 20 min (figure 8). Il a ainsi noté 18 manifestations de vol au milieu de la rivière sur une période cumulée de 8 h 10 min d'observation.

Plus à l'intérieur du massif montagneux, en Chaudière-Appalaches, Réjean Turgeon a photographié une femelle adulte le 27 septembre 2013 – une date record de vol – à Saint-Georges-de-Beauce, près de la rivière Pozer (46,124°N; -70,692°O), suggérant une population établie dans la vallée de la rivière Chaudière. Enfin, la découverte en 2015 d'une population dans la rivière Saint-François (100-110 m de largeur) à la hauteur de Sherbrooke (45,439°N; -71,916°O), lors du congrès de l'AEAQ en Estrie, confirme son établissement au cœur des Appalaches québécoises.

Marie Chapdelaine



3



4

Michel Savard



5



6

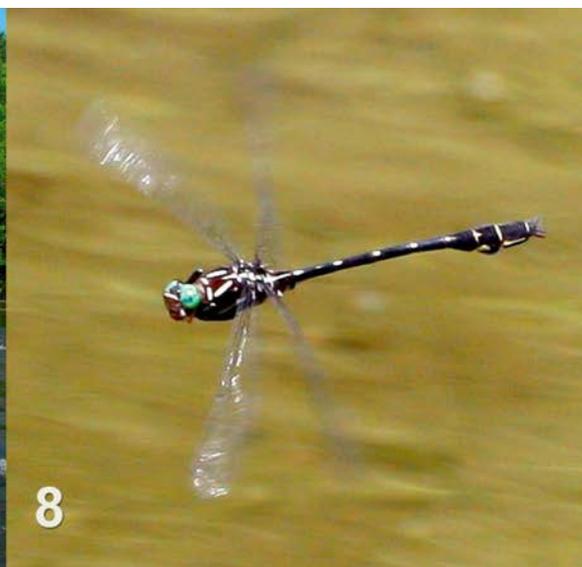
a b c

Figures 3 à 6. Observations odonatologiques à Sherbrooke, le 11 juillet 2015. 3 – Rivière Saint-François, en amont du pont de l'autoroute 610. 4 – Mâle du gomphe épineux, au guet. 5 – Femelle du gomphe fléché, venant d'émerger. 6 – Collecte d'exuvies du gomphe fléché (a), du gomphe de Scudder (b) et de l'æschne vineuse (c).

Alain Mochon



7



8

Mario Comtois

Figures 7 et 8. Observations du gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*) dans le bassin versant de la rivière Yamaska, dans le piémont des Appalaches. 7 – Habitat de reproduction dans la rivière Yamaska Sud-Est, à Dunham. 8 – Mâle territorial volant au ras de l'eau au site de reproduction dans la rivière Yamaska, à Brigham.

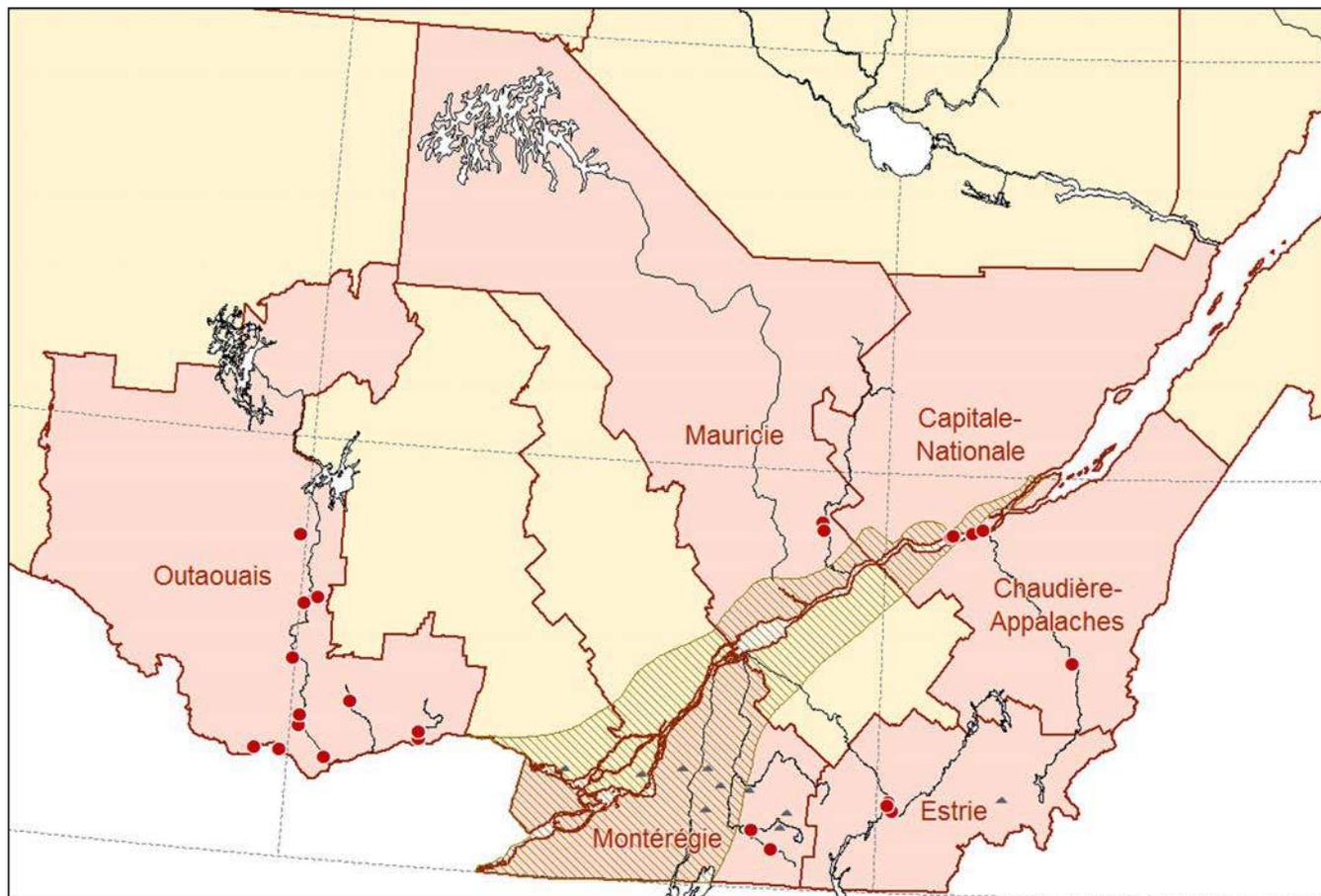


Figure 9. Répartition des mentions connues (points) du gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*) dans les régions administratives du Québec. Compilation de Savard (2011), mise à jour. En hachuré : province géologique des basses-terres du Saint-Laurent; les symboles triangulaires en gris représentent les collines montréalaises. Largeur de la carte : 700 km.

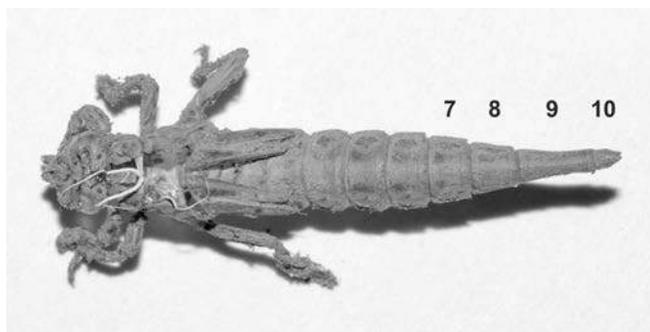
Une espèce à connaître

Depuis le tournant des années 1980, l'arrêt du flottage du bois et les efforts d'assainissement des eaux et de reboisement de bandes riveraines ont probablement favorisé le redressement des populations et la recolonisation du gomphe fléché dans les rivières du Québec méridional. Hormis son adaptation remarquable en milieu intertidal en amont du pont de Québec (Perron et Ruel, 1998, 2002), l'existence de l'espèce n'a toutefois jamais été rapportée au niveau des basses-terres du Saint-Laurent, notamment au voisinage de l'île de Montréal et du lac Saint-Pierre (figure 9). Cette carence pourrait indiquer un problème environnemental chronique (pollution, déforestation, endiguement ?) dans la portion aval des bassins versants appalachiens et laurentiens, où la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau est souvent considérée douteuse à très mauvaise à l'embouchure de plusieurs rivières (MDDELCC, 2015).

La naïade du gomphe fléché est du type fouisseur; la longueur singulière de l'extrémité de son abdomen lui permettrait de s'enfouir plus profondément dans les sédiments que chez les autres espèces du genre *Stylurus* (figures 10 et 11). Cet avantage adaptatif confère une protection supplémentaire

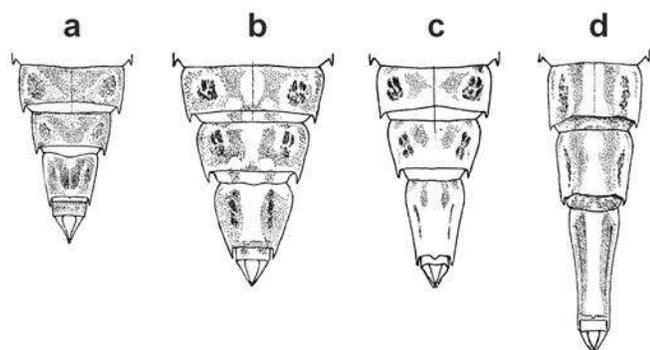
contre la prédation par les poissons de fond (Corbet, 1999). Le micro-habitat qu'elle occupe dans le lit changeant d'une rivière demeure cependant inconnu. On ignore aussi son degré de sensibilité à la détérioration de la qualité de l'eau et des sédiments qui pourrait expliquer la survie de populations de naïades dans la portion amont des bassins versants appalachiens. Il faut aussi considérer le couvert forestier environnant – beaucoup plus présent dans la province naturelle des Appalaches – qui joue un rôle primordial de refuge pour la maturation, la copulation et le repos des imagos (Hutchinson et Ménard, 1992; Paulson, 2011).

La capture d'imagos du gomphe fléché se révèle plutôt inaccoutumée, mais l'espèce ne semble pas passer inaperçue lorsqu'elle est bien établie dans une localité. Généralement hors de portée du filet, les reproducteurs se tiennent en vol au milieu de la rivière, rasant l'onde, et prennent ensuite de l'altitude très haut dans les airs pour se réfugier dans la canopée ou loin dans les clairières des boisés environnants. Les observations comportementales relevées à la rivière Petite-Nation (Hutchinson et Ménard, 1992; Hutchinson, 1993) et les signalements ponctuels en pleine ville de Sherbrooke en témoignent. Pour dépister une population de cette espèce



Michel Savard

Figure 10. Une des 10 exuvies du gomphe fléché (*Stylurus spiniceps*) collectées à Sherbrooke le 11 juillet 2015. D'une longueur d'environ 4 cm, l'exuvie de cette espèce se reconnaît facilement par la forme très allongée du 9^e segment abdominal, unique en son genre.



Dessins tirés de Walker (1928)

Figure 11. Extrémité de l'abdomen de la naïade (segments 7 à 10) des 4 espèces de Gomphides du genre *Stylurus* au Québec: a – gomphe riverain (*S. amnicola*), longueur totale de 27-29 mm; b – gomphe de Scudder (*S. scudderi*), long. 32-34 mm; c – gomphe marqué (*S. notatus*), long. 33-35 mm; d – gomphe fléché (*S. spiniceps*), long. 36-42 mm.

réputée discrète, la collecte à la main d'exuvies jonchant la berge d'une rivière est la méthode la plus indiquée. Les exuviations au Québec se produisent généralement du début juillet à la mi-août (Perron et Ruel, 2002).

D'autres espèces fluviales indicatrices

Le gomphe fléché fait partie d'une communauté diversifiée de Gomphides inféodés aux grands tributaires du fleuve Saint-Laurent. Leur coexistence s'explique en partie par la saisonnalité de leur période de reproduction. La collecte d'exuvies en juillet et août permettrait non seulement de suivre l'évolution des populations du gomphe fléché, mais aussi celles de 3 autres espèces du genre *Stylurus*, soit le gomphe de Scudder (*S. scudderi*), le gomphe marqué (*S. notatus*) et le gomphe riverain (*S. amnicola*). Une collecte plus précoce d'exuvies aux mêmes stations, en mai et juin, permettrait vraisemblablement de découvrir dans la région naturelle des Appalaches les 3 espèces de *Gomphus* classées dans le sous-genre *Gomphurus*, c'est-à-dire le gomphe-cobra (*G. vastus*), le gomphe fraternel (*G. fraternus*) et le gomphe ventru

(*G. ventricosus*); cette dernière, désignée en voie de disparition au Canada (COSEPAC, 2010), a été historiquement signalée par le frère Adrien Robert dans un boisé à Farnham (Walker, 1941). De plus, il faut rajouter la seule espèce du genre *Ophiogomphus*, l'ophiogomphe bariolé (*O. anomalus*), qui montre une répartition épousant celle des espèces mentionnées précédemment (Savard, 2011). Ce quatuor marquant de libellules à émergence printanière dénote également des comportements reproducteurs et de retraite en forêt similaires aux *Stylurus* à émergence estivale.

Suivant les critères de sélection d'Andersen (1999), cet ensemble de 8 espèces fluviales de Gomphides, particulièrement sensibles aux menaces liées aux activités humaines (NatureServe, 2015), facilement dépisables par la collecte d'exuvies, peut avantageusement servir d'indicateur biologique appliqué au réseau hydrographique du Saint-Laurent. Un programme de biosurveillance de la richesse des communautés de ces libellules permettrait, à l'échelle de la biocénose, de suivre les conditions écologiques dans les grandes rivières drainant les bassins versants appalachiens et laurentiens.

Remerciements

L'auteur remercie les vaillants participants à l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec* pour le partage de leurs observations récentes du gomphe fléché au Québec, ainsi que Serge Gauthier, conservateur du Musée de la nature et des sciences de Sherbrooke, pour la documentation des spécimens de leur collection. ◀

Références

- ABBOTT, J.C., 2006-2015. OdonataCentral: An online resource for the distribution and identification of Odonata. Disponible en ligne à : <http://www.odonatacentral.org>. [Visité le 15-08-03].
- ANDERSEN, A.N., 1999. My bioindicator or yours? Making the selection. *Journal of Insect Conservation*, 3: 61-64.
- BRUNELLE, P.-M. et P. DEMAYNADIER, 2005. The Maine Damselfly and Dragonfly Survey: A final report. 2^e édition (révisée). Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Bangor, 31 p.
- CHAREST, P. et M. SAVARD, 2014. Découverte de l'épithète de Brunelle au Québec, une libellule secrète. *Le Naturaliste canadien*, 138(2): 16-25.
- CORBET, P.S., 1999. *Dragonflies: Behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester, 830 p.
- COSEPAC, 2010. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le gomphe ventru (*Gomphus ventricosus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, 36 p.
- HUNT, P.D., 2012. The New Hampshire Dragonfly Survey: A final report. Report to the NH Fish and Game Department, Audubon Society of NH, Concord, 48 p.
- HUTCHINSON, R., 1993. Note sur le vol de patrouille au milieu d'une rivière des mâles de *Stylurus spiniceps* (Walsh), *Dromogomphus spinosus* (Selys) et *Argia maesta* Hagen (Odonata). *Fabrerias*, 18: 90-91.
- HUTCHINSON, R. et B. MÉNARD, 1992. Contribution à la biologie de *Stylurus spiniceps* (Walsh) (Odonata: Gomphidæ). *Fabrerias*, 17: 85-93.
- MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), 2015. Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques. Disponible en ligne à : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp. [Visité le 15-08-21].

- NATURESERVE, 2015. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [web application]. Version 7.1. NatureServe, Arlington, Virginia. Disponible en ligne à : <http://explorer.natureserve.org>. [Visité le 15-10-10].
- PAULSON, D., 2011. Dragonflies and damselflies of the East. Princeton Field guides, Princeton University Press, Princeton et Oxford, 538 p.
- PERRON, J.-M. et Y. RUEL, 1998. Deux gomphes rares, *Stylurus amnicola* (Walsh) et *Stylurus spiniceps* (Walsh) (Odonata : Gomphidæ) à l'anse du Moulin Banal, Saint-Augustin-de-Desmaures, Québec. *Fabriques*, 23 : 131-133.
- PERRON, J.-M. et Y. RUEL, 2002. Étude de l'émergence de quelques espèces de Gomphides (Odonata : Gomphidæ) à l'anse du Moulin Banal, Saint-Augustin-de-Desmaures, Québec. *Fabriques*, 27 : 87-100.
- SAVARD, M., 2011. Atlas préliminaire des libellules du Québec. Initiative pour un atlas des libellules du Québec, Entomofaune du Québec, Saguenay, 53 p.
- WALKER, E.M., 1928. The nymphs of the *Stylurus* Group of the Genus *Gomphus* with notes on the distribution of this Group in Canada (Odonata). *The Canadian Entomologist*, 60 : 79-88.
- WALKER, E.M., 1934. A preliminary list of the insects of the Province of Quebec. Odonata. Part IV. Quebec Society for the Protection of Plants Report, 26 : 96-105.
- WALKER, E.M., 1941. List of the Odonata of Ontario with distributional and seasonal data. *Transactions Royal Canadian Institute*, 23 : 201-265.



Indigo,
la pépinière de plantes
et de semences indigènes

*alpina, americana, borealis, canadensis, grandiflorum,
laurentiana, maritima, odoratus, palustris,
terrestris, versicolor et plus encore...*

horticulture-indigo.com

Virtuoso indigenae, parlez-nous latin!

Prolifération des fougères dans les érablières du Québec : ampleur du phénomène et moyens de le contrer

Rock Ouimet, Gabriel Weiss et Marie-Josée Lepage

Résumé

L'envahissement des érablières par les fougères est un phénomène de plus en plus fréquent au Québec. Les espèces de fougères envahissantes étudiées ici sont surtout associées à des conditions de drainage imparfait du sol, périodiquement inondé, et à des humus > 14 cm d'épaisseur. L'occurrence de ces espèces de fougères dans les érablières est aussi corrélée à la densité de cerfs de Virginie sur le territoire. Nous avons testé, dans 2 expériences, divers traitements pour favoriser la régénération en érable dans des érablières envahies par *Dennstaedtia punctilobula*. Seule la combinaison du chaulage et soit de la fauche soit de l'écrasement à répétition des fougères a accru considérablement la densité de semis d'érable après 3 à 5 ans, atteignant 15 à 28 semis/m². L'écrasement à répétition des fougères ou la pose d'ombrières en sous-bois a aussi réduit de 30 % et plus la densité et la hauteur des fougères. Les observations mettent en lumière la dynamique complexe entre l'ouverture du couvert forestier, l'occurrence de fougères envahissantes, les conditions de fertilité du sol et le broutage par les cerfs, qui influencent l'abondance de la régénération en érable dans les érablières.

MOTS CLÉS : *Athyrium filix-femina*, *Dennstaedtia punctilobula*, *Dryopteris noveboracensis*, cerf de Virginie, régénération en érable

Abstract

The invasion of sugar maple stands or sugarbushes by ferns is becoming increasingly more common in Québec (Canada). The invasive fern species investigated in the present study are mainly associated with poorly drained soil that is periodically waterlogged and which has a forest humus layer >14 cm. The occurrence of invasive fern species in sugar maple stands is also related to an increase in the density of white-tail deer. In 2 experiments, various treatments aimed at promoting maple regeneration in stands invaded by *Dennstaedtia punctilobula*, were tested. Only the combination of liming and repeated mowing or flattening of the ferns led to a considerable increase in the density of maple seedling in the understory, reaching 15 to 28 seedlings/m² after 3 to 5 years. Both repeated flattening of fronds and artificial shading of the understory also decreased frond density and height by at least 30%. The results highlight the complex interactions between openings in the forest canopy, the occurrence of invasive ferns, deer browsing and soil fertility that influence maple regeneration in sugarbushes.

KEYWORDS: *Athyrium filix-femina*, *Dennstaedtia punctilobula*, *Dryopteris noveboracensis*, white-tail deer, maple regeneration

Introduction

Au cours des dernières décennies, les érablières québécoises ont subi de nombreuses perturbations (dépérissement en cime, épidémies d'insectes, verglas, chablis, aménagement inadéquat : Ministère des Ressources naturelles du Québec, 2013). Or, l'altération du couvert forestier entraîne des changements dans la dynamique de la végétation en sous-étage qui ne sont pas avantageux du point de vue sylvicole en acériculture, comme l'installation et la croissance de la régénération et l'expansion de certaines espèces indésirables ligneuses (p. ex. : le hêtre à grandes feuilles, *Fagus grandifolia* : Duchesne et collab., 2005) et herbacées (p. ex. : la dennstaedtie à lobes ponctués *Dennstaedtia punctilobula* : Engelman et Nyland, 2006).

La dennstaedtie à lobes ponctués est une espèce indigène considérée invasive au Québec (Ministère des Ressources naturelles du Québec, 2013) à cause de sa tendance à dominer les sous-bois dont le couvert forestier a été perturbé, inhibant la régénération des espèces d'arbres (figure 1). Son établissement et son expansion semblent se faire surtout par reproduction végétative, grâce

à ses rhizomes (Flinn et collab., 2014). Cependant, dans des conditions de sol humide, la perturbation du sol lors d'activités d'aménagement forestier favorise grandement sa reproduction par spores (Groninger et McCormick, 1992). Nous avons aussi observé que les fougères indigènes *Dryopteris noveboracensis* (synonyme : *Thelypteris noveboracensis*) et *Athyrium filix-femina*; (synonyme : *Asplenium filix-femina*) peuvent envahir les sous-bois des érablières au Québec.

Rock Ouimet (ingénieur forestier, pédologue, Ph. D.) est chercheur dans l'équipe Écosystèmes et Environnement à la Direction de la recherche forestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec; Gabriel Weiss est conseiller agronome au Club agroenvironnemental de l'Estrie, fondé en 1998, qui regroupe plus de 500 membres; Marie-Josée Lepage est technicienne agricole au Centre de services agricoles de Lac-Mégantic, à la Direction régionale de l'Estrie du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation du Québec.

rock.ouimet@mffp.gouv.qc.ca



Gabriel Weiss

Figure 1. Érablière aménagée pour la production sucrière et envahie par la dennstaedtie à lobes ponctués en Estrie.

L'envahissement par les fougères est un phénomène observé depuis longtemps ailleurs en Amérique du Nord. Lors de la colonisation, les pâturages issus du défrichement des terres peu propices à l'agriculture subissaient souvent ce phénomène dans les États de la Nouvelle-Angleterre (Cox, 1915). L'envahissement des forêts par les fougères a surtout été documenté en Pennsylvanie (Horsley et Marquis, 1983) et dans les États de la Nouvelle-Angleterre (de La Crétaz et Kelty, 1999; de La Crétaz et Kelty, 2002). Selon nos observations personnelles, ce phénomène est de plus en plus fréquent au Québec, particulièrement dans les Appalaches en Estrie.

La théorie présentement avancée pour expliquer l'envahissement des fougères dans les forêts est que l'ouverture du couvert forestier – par la coupe, le dépérissement en cime, le chablis, la mortalité, etc. – entraîne l'augmentation de la lumière au sol (Fei et collab., 2010), de l'activité photosynthétique des fougères (Brach et collab., 1993), du nombre de leurs frondes (Hill et Silander Jr., 2001) et de la croissance et de la ramification de leurs rhizomes (Horsley, 1984; Hammen, 1993). Dans des conditions normales, l'établissement et la croissance de la régénération ligneuse surviennent plus rapidement que l'expansion des fougères. L'envahissement par les fougères se produirait seulement lorsque le site ne parvient pas à se régénérer, n'est plus propice à l'établissement des semis d'essences ligneuses, ou que la croissance de ces derniers est inhibée par le broutement des populations de cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*), ces derniers préférant les semis aux fougères (de La Crétaz et Kelty, 2002). Les peuplements feuillus avec abondance de fougères dans leur sous-bois ont parfois été désignés comme des stades stables de succession écologique qui persistent même après que la densité de cerfs ait diminué

(Stromayer et Warren, 1997). En effet, avec l'envahissement des fougères, le sous-bois renferme de moins en moins de plantes attrayantes pour les cerfs, de sorte que le déséquilibre entre les végétaux peut se maintenir même si la densité d'herbivores a décréu (Horsley et collab., 2003).

Des expériences à long terme ont démontré que des fortes densités de cerf de Virginie bouleversent l'environnement (Côté et collab., 2004) et causent l'envahissement du sous-bois par les fougères plus de 20 ans après leur passage (Held et Jones Held, 2014; Nuttle et collab., 2014). Ainsi, même après réduction ou élimination du broutage par les cerfs, la régénération en essences ligneuses tarde à croître, et les fougères tendent à se maintenir; dans ces conditions, des traitements de restauration sont absolument nécessaires pour rétablir des sous-bois plus diversifiés et naturels (de La Crétaz et Kelty, 2002).

Les fougères interfèrent avec l'établissement et la croissance des semis. L'ombrage qu'elles produisent (McCormick et Bowersox, 1997) et leurs rhizomes créent un micro-environnement peu propice à la régénération forestière (Lyon et Sharpe, 1996). Des chercheurs ont trouvé que la densité du couvert forestier et le rapport Ca/Al de l'humus des sols, un indicateur du degré d'acidification, étaient corrélés négativement avec la densité de recouvrement du sol par les fougères (Sharpe et Halofsky, 2004). Ces résultats indiquent qu'en plus de l'ouverture du couvert forestier, la fertilité du sol est un autre facteur à considérer dans le contrôle de l'abondance des fougères et de la régénération en essences ligneuses désirables comme l'érable à sucre (*Acer saccharum*).

Dans cet article, nous avons documenté l'aire de répartition et l'abondance relative de 3 espèces de fougères au potentiel envahissant dans les forêts du Québec ainsi que les facteurs associés à leur abondance dans les érablières. Nous rendons aussi compte des résultats de 2 expériences réalisées en Estrie dans des érablières envahies par la dennstaedtie à lobes ponctués, qui comprenaient une série de traitements ayant pour but de réduire la densité de frondes et de favoriser la régénération en essences ligneuses désirables, devenue complètement déficiente.

Matériel et méthodes

Répartition des 3 espèces de fougères

Pour documenter la répartition des 3 espèces de fougères à l'étude (*A. filix-femina*, *D. punctilobula* et *D. noveboracensis*) au Québec, nous avons extrait les observations de la base de données du réseau des points d'observation écologique du MFFP (Saucier et collab., 1994). Cette base de données, issue d'inventaires réalisés entre 1986 et 2000, comprend

28 429 points d'observation décrivant les caractéristiques de la topographie, du sol, du peuplement forestier, et de la composition et de l'abondance de chaque espèce ligneuse et non ligneuse (abondance exprimée par la densité de recouvrement du sol, groupée aux fins de cette étude en 4 classes: <1, 1-25, 26-60, 61-100 % de recouvrement). Au total dans ce réseau, 6 074 points d'observation comprenaient l'une ou l'autre des 3 espèces de fougères considérées.

Pour documenter les aspects d'autécologie des 3 fougères dans les érablières, nous avons sélectionné les points d'observation dont la végétation potentielle comprenait l'érable à sucre et qui étaient situés à l'intérieur des 4 domaines bioclimatiques les plus méridionaux au Québec, où l'on est susceptible de rencontrer cette essence: l'érablière à caryer cordiforme, l'érablière à tilleul, l'érablière à bouleau jaune et la sapinière à bouleau jaune, représentant une superficie de 209 700 km² (Ministère des Ressources naturelles, 2001). Parmi les 4 200 points d'observation ainsi retenus, 33,1 % indiquaient la présence de l'une ou l'autre des 3 espèces de fougères à l'étude.

Afin d'évaluer les relations entre le taux de recouvrement des fougères et les conditions de site des érablières, nous avons créé des arbres de régression à partir de l'ensemble de données des points d'observation écologique couvrant les érablières, en utilisant comme variable dépendante l'abondance des espèces de fougères prises individuellement, et comme variables explicatives toutes des variables en classes évaluées sur le terrain: l'altitude, l'exposition, le versant, la situation sur la pente, la forme de la pente, le degré de la pente, la longueur de la pente arrière, la rugosité du terrain, le type de perturbation passée observé, le type d'humus, son épaisseur, la pierrosité, la géologie du socle rocheux, l'état de submersion du sol, son drainage, le pourcentage de couvert forestier, le type écologique et le grand type de dépôt de surface. L'arbre de régression est une technique d'analyse multivariée associant

la variable réponse à l'ensemble de variables potentiellement explicatives selon un mode de sélection récursif non biaisé. Dans nos analyses, la procédure a tenté de trouver parmi les variables potentiellement explicatives celles qui expliquaient le mieux la distribution et la densité du couvert des fougères. La fonction *ctree* du paquet *party* du progiciel R a été employée pour réaliser ces analyses (Hotorn et collab., 2006). Nous avons ensuite fait un test de chi carré pour évaluer l'importance de la relation entre la densité du couvert des fougères et chacune des variables explicatives déterminées lors de ces analyses. Ce test statistique non paramétrique est conçu pour déterminer si la différence entre la distribution de fréquence de 2 variables est attribuable au hasard ou est suffisamment semblable pour être statistiquement significative.

Évaluation du rôle possible du cerf de Virginie

Nous avons aussi utilisé les données des points d'observation écologique pour explorer la relation possible (tests de corrélation de Pearson) entre la proportion de ces points d'observation où les espèces de fougères sont présentes sur le territoire et la densité de population de cerfs de Virginie dans les diverses zones de chasse dans le sud du Québec (zones de chasse 1 à 11 et 13; données de 2008: Huot et Lebel, 2012). Ces données représentent les estimations les plus fiables des densités de cerfs au Québec qui selon nous reflètent en partie l'augmentation des populations au cours des décennies précédentes.

Expériences sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués

De 2008 à 2013, nous avons procédé à 2 expériences dans 2 érablières en Estrie envahies par la dennstaedtie à lobes ponctués. Ces érablières, situées sur des terres privées, étaient sous aménagement acérico-forestier. Leurs analyses de sol montraient principalement des carences en calcium (tableau 1).

Tableau 1. Propriétés physico-chimiques des horizons H et B du sol des érablières étudiées avant traitement dans les 2 expériences sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués. Les résultats d'analyse du sol, soit les concentrations d'éléments disponibles, proviennent d'extraits Mehlich III. Les valeurs de saturation et des rapports sont exprimées sur une base d'équivalent. Le diagnostic de carence provient du système expert DELFES (Ouimet et collab., 2012).

Horizon du sol	Éléments disponibles						Saturation				Carence
	pH	MO ¹	P	K	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca/Mg	K/Mg	
	(eau)	(%)	(kg/ha)				(%)				
Expérience 1 – Érablière Stornoway											
H	4,80	18,3	27	137	465	79	6,5	1,80	3,61	0,60	Ca, Mg
B	4,96	7,1	22	49	181	21	3,7	1,01	3,66	0,80	Ca
Expérience 2 – Érablière Wotton											
H	4,03	15,5	89	104	1129	368	62,9	33,5	1,88	0,10	Ca, K
B	4,80	8,2	12	46	242	53	6,8	2,4	2,79	0,30	Ca, K
Expérience 2 – Érablière Marston											
H	4,10	23,9	120	234	1150	204	29,3	8,5	3,45	0,40	Ca
B	4,63	9,3	26	44	110	18	3,0	0,8	3,74	0,84	Ca

¹MO: matière organique

Première expérience

Dans une première expérience réalisée dans une érablière située dans la municipalité de Stornoway, nous avons testé les effets de 2 types de traitements: 1) une application unique de chaux (0 ou 2,2 t/ha de Calpomag^{MD}, composé de 25 % de Ca, 4,5 % de Mg et 3,5 % de K₂O et ayant un indice de valeur agricole de 72 %) et 2) la fauche (témoin et 2 coupes, en juin et en août, durant 2 ans), dans un dispositif factoriel complètement aléatoire avec 2 répétitions par combinaison de traitements (nombre d'unités expérimentales pour les 2 types de traitements = 8). Les traitements ont débuté au printemps 2008. La fauche a été effectuée sur l'ensemble de la parcelle à l'aide d'un fouet mécanique à environ 15 cm du sol, cela permettant d'éviter de faucher les petits semis d'arbres s'il y en avait. Les mesures suivantes ont été prises à l'intérieur de la superficie de 4 m² au centre des parcelles: nombre et hauteur des semis d'érable à sucre (en 2008, 2009, 2011, 2013) et nombre et hauteur des frondes de fougères (en 2008, 2010, 2013).

Deuxième expérience

Dans la deuxième expérience, 3 types de traitements ont été mis en place dans 2 érablières situées dans les municipalités de Marston et Wotton: 1) application unique de chaux à 3 doses (0, 1,5 et 2 fois la dose recommandée de 3 t/ha, supplémentée de 170 kg K₂O/ha), 2) pose d'ombrières causant 50 et 80 % d'ombrage au sol entre 2011 et 2013 (plus précisément, des réductions médianes respectives de 52 et 83 % du rayonnement photosynthétiquement actif, d'après les mesures effectuées) et 3) écrasement des fougères selon 2 méthodes (passage d'un rouleau brise-fougère ou d'un pneu à plat, tous 2 étant trainés par un VTT), en combinaison avec ou sans une application de chaux (0 ou 3 t/ha); les parcelles traitées ainsi ont subi 2 passages/an des appareils pour écraser les fougères sur 2 ans (2011 et 2012). Les traitements ont été appliqués à partir du printemps 2011. Au total, 10 traitements (y compris un témoin sans intervention) ont été appliqués dans les 2 érablières, avec 3 répétitions des traitements dans chacune d'elles (nombre d'unités expérimentales: 60). La densité des semis d'érable (il était difficile à ce stade de croissance d'identifier l'espèce d'érable, nous nous en sommes donc tenus au genre) et le nombre et la hauteur des frondes des fougères ont été mesurées à la fin des étés 2011, 2012 et 2013 sur des surfaces de 1 m² au centre de chaque unité expérimentale. De plus, nous avons pu déterminer la densité de semis d'érable dans une station (Marston) 2 ans après la fin de l'expérience, soit en 2015.

Pour analyser les données de ces 2 expériences, nous avons employé un modèle de régression linéaire mixte généralisé, avec comme variables dépendantes la densité de semis, la densité ou la hauteur des fougères, et comme variables indépendantes, l'année de mesure, les traitements et l'interaction entre ces 2 facteurs. Les parcelles elles-mêmes étaient considérées comme facteur aléatoire dans l'analyse. Nous avons aussi considéré que les mesures à chaque année n'étaient pas indépendantes les unes des autres; pour en tenir compte, nous avons intégré dans l'analyse une structure d'autocorrélation temporelle (moyenne mobile autorégressive).

En présence de résidus hétérogènes lors de l'analyse de régression, nous les avons rendus homogènes en permettant aux variances de varier selon les variables indépendantes. Cette analyse de régression a été réalisée à l'aide de la fonction *lme* du module *nlme* de R (Pinheiro et collab., 2015). Les moyennes obtenues des modèles, dites « moyennes ajustées », ont été comparées à l'aide du module *lsmeans* de R (Lenth, 2014).

Résultats et discussion

Répartition des 3 espèces de fougères au Québec

Des 3 espèces de fougères, *A. filix-femina* était la plus ubiquiste dans le Québec méridional à la fin du 20^e siècle (figure 2). Elle était présente dans 14,3 % de l'ensemble des

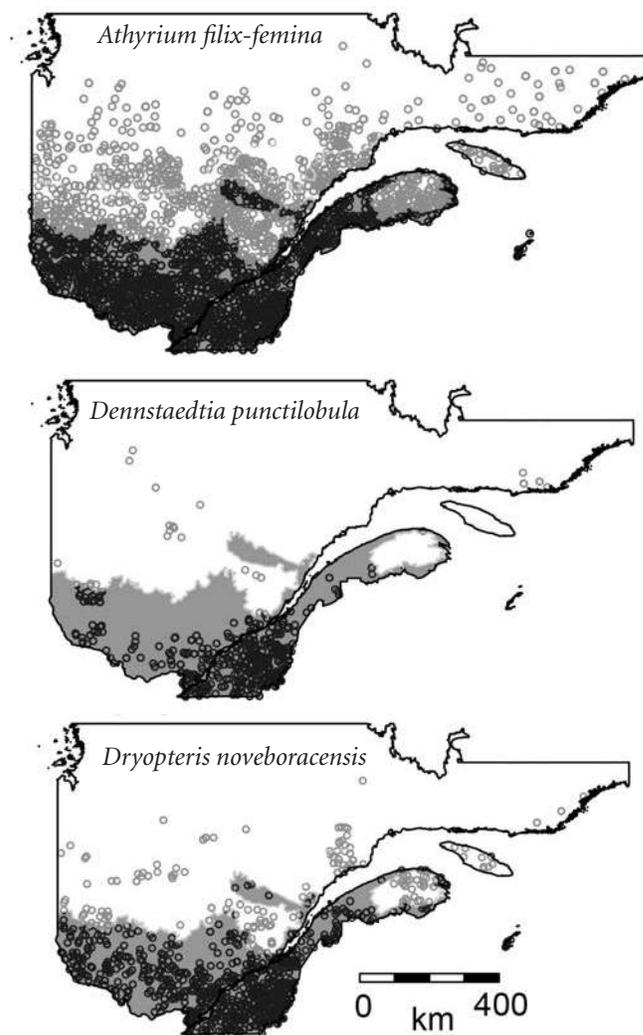


Figure 2. Répartition de 3 espèces de fougères au Québec. Les cercles noirs indiquent la présence de l'espèce dans les sous-domaines bioclimatiques où l'érable à sucre est présent (sous-domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer, de l'érablière à tilleul, de l'érablière à bouleau jaune et de la sapinière à bouleau jaune). Les cercles gris indiquent la présence de l'espèce en dehors de la zone de répartition de l'érable à sucre. Le fond en gris représente les sous-domaines bioclimatiques où l'érable à sucre est présent.

stations du réseau des points d'observation écologique et ne se confinait pas à une région particulière. Ce n'est pas le cas de la dennstaedtie à lobes ponctués qui fut observée dans seulement 2,2 % des stations du réseau, surtout sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. Bien que moins répandue que *A. filix-femina*,

D. noveboracensis (4,9 % des stations) a aussi été observée dans tout le territoire couvert par les érablières, et même plus au nord.

À l'échelle du Québec méridional, la densité des 3 espèces de fougères dans les stations a atteint rarement plus de 60 % de recouvrement au sol dans cet inventaire (figure 3).

À cette échelle, il n'existait aucun lien évident entre le degré de recouvrement du couvert forestier et celui de recouvrement au sol des fougères dans le sous-bois (test du $\chi^2 \leq 40,42$; $p \geq 0,114$). Seule la dennstaedtie à lobes ponctués a été observée à des densités dépassant les 60 %, dans 10 des 641 stations où elle a été répertoriée. Les seules variables de site associées à l'abondance de l'une ou l'autre de ces 3 espèces de fougères dans les érablières étaient: le drainage (les érablières ayant un sol à drainage imparfait à mauvais [$\chi^2 \geq 67,24$; $p < 0,001$]), l'état de submersion du sol (les érablières dont le sol est submergé périodiquement sous l'eau chaque année [$\chi^2 \geq 66,03$; $p \leq 0,010$]), et l'épaisseur de l'humus (les humus de plus de 14 cm d'épaisseur étaient associés à l'occurrence d'*A. filix-femina* et de *D. noveboracensis* [$\chi^2 \geq 3,20$; $p \leq 0,074$]); cette dernière relation était vraiment moins claire avec la dennstaedtie à lobes ponctués ($\chi^2 = 2,47$, $p = 0,116$). Les résultats indiquent que les nombreux cas d'envahissement d'érablières par les fougères, rapportés récemment, semblent avoir été beaucoup plus rares durant les années 1980-1990.

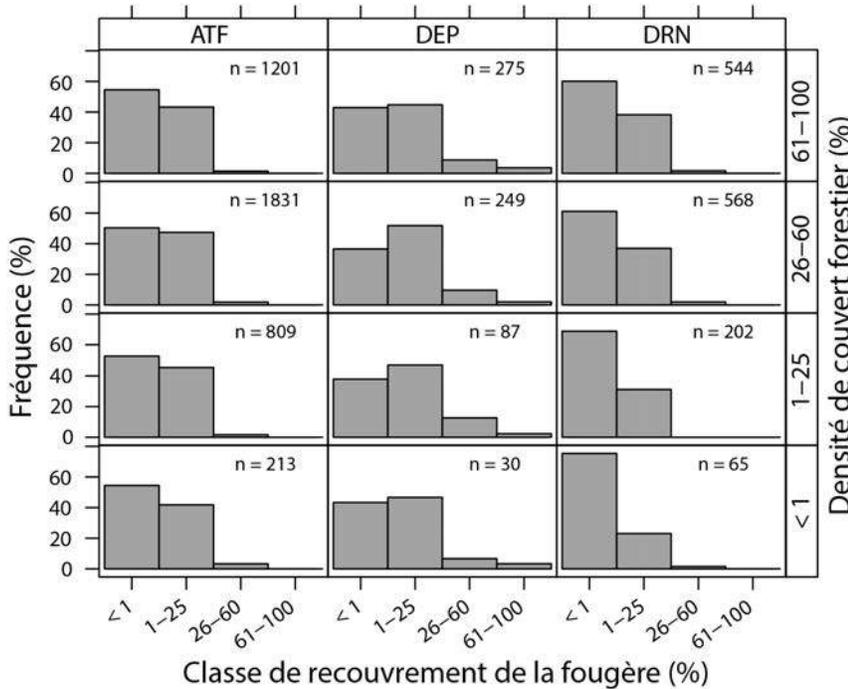


Figure 3. Fréquence relative des points d'observation écologique en fonction de la densité de couvert forestier et de la classe de recouvrement au sol de 3 espèces de fougères étudiées (ATF : *Athyrium filix-femina*; DEP : *Dennstaedtia punctilobula*; DRN : *Dryopteris noveboracensis*) dans les érablières au Québec (n = 6 074). Le chiffre affiché dans chaque case indique le nombre de points d'observation dans chaque combinaison de catégories.

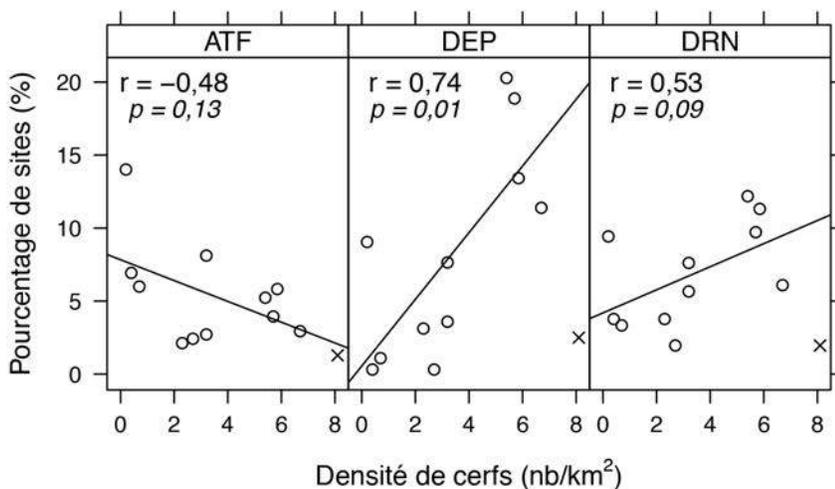


Figure 4. Pourcentage de sites où l'on a observé la présence de 3 espèces de fougères étudiées dans le réseau des points d'observation écologique (ATF : *Athyrium filix-femina*; DEP : *Dennstaedtia punctilobula*; DRN : *Dryopteris noveboracensis*), en fonction de la densité de cerfs de Virginie dans les zones de chasse du sud du Québec. La zone de chasse n° 5 (point marqué d'un «x») a été exclue de l'analyse en raison de sa faible densité de points d'observation sur son territoire.

Rôle possible du cerf de Virginie

Le broutage sélectif des cerfs de Virginie peut jouer un rôle dans le processus d'envahissement des érablières par les fougères. Or, les populations de cerfs ont beaucoup augmenté dans le sud du Québec au cours des années 1990 (Boucher et collab., 2003) et 2000 (Huot et Lebel, 2012). Notre analyse de corrélation montre que la densité de cerfs répertoriée en 2008 dans les différentes zones de chasse au sud du Québec était corrélée à l'occurrence des 3 espèces de fougères sur le territoire étudié. L'occurrence d'*A. filix-femina* sur le territoire était négativement corrélée avec la densité de cerfs, mais très faiblement ($r = -0,481$; $p = 0,134$; figure 4). Cette relation pourrait s'expliquer par le fait que les cerfs broutent parfois cette espèce de fougère (Dayton, 1960). Concernant

D. punctilobula et *D. noveboracensis*, la présence des fougères était positivement corrélée avec la densité de cerfs dans les zones de chasse ($r \geq 0,530$; $p \leq 0,093$). Bien que cette analyse soit de nature très exploratoire, elle semble appuyer l'hypothèse que le phénomène d'invasion par ces espèces de fougères, peu attrayantes pour les cerfs (Crête et collab., 2001), serait exacerbé par l'augmentation de la population de ceux-ci, comme ce fut le cas dans le nord-est des États-Unis. (Horsley et Marquis, 1983).

Résultats de la première expérience sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués

Les traitements de chaulage et de fauche à répétition ont influencé la densité et la hauteur des semis d'érable à sucre et des frondes de *D. punctilobula* elles-mêmes. La combinaison des 2 traitements a permis de doubler la densité de semis d'érable dans cette érablière carencée en calcium, qui a passé de 14 ± 2 semis/m² à 28 ± 2 semis/m² (moyenne ajustée \pm erreur type) durant les 4 années après le début de l'expérience ($p < 0,001$; figure 5). Dans une autre expérience effectuée au Massachusetts, la densité moyenne de semis d'arbres était jusqu'à 4 fois plus élevée dans les parcelles ainsi traitées que dans les parcelles témoins (de La Crétaz et Kelty, 2006). La fauche sans chaulage du sol et le chaulage seul sans fauche des fougères n'ont pas permis aux semis d'érable de s'établir davantage au cours de l'expérience. La hauteur des semis d'érable a varié selon la même tendance que leur densité, c'est-à-dire que la combinaison des 2 traitements a produit des semis plus hauts après 4 ans que les autres traitements, tandis que l'application d'un seul traitement a réduit leur hauteur ($p = 0,025$).

La baisse de densité et de hauteur des semis d'érable par le chaulage seul peut s'expliquer par l'effet de ce traitement sur les fougères. Le chaulage a causé l'augmentation de la densité de frondes (en moyenne, passant de 48 ± 15 à 136 ± 15 frondes/m², $p = 0,027$). La fauche des fougères combinée au chaulage a permis d'atténuer complètement l'effet revigorant du chaulage sur la densité de frondes, celle-ci passant en moyenne de 82 ± 15 frondes/m², dans les parcelles avec fauche seule, à 61 ± 15 frondes/m² dans les parcelles fauchées et chaulées. La hauteur des fougères a augmenté elle aussi pendant l'expérience avec le chaulage seul, mais elle a diminué avec la combinaison des 2 traitements ($p < 0,001$). Le traitement de fauche seul n'a pas réduit la hauteur des frondes au cours de l'expérience.

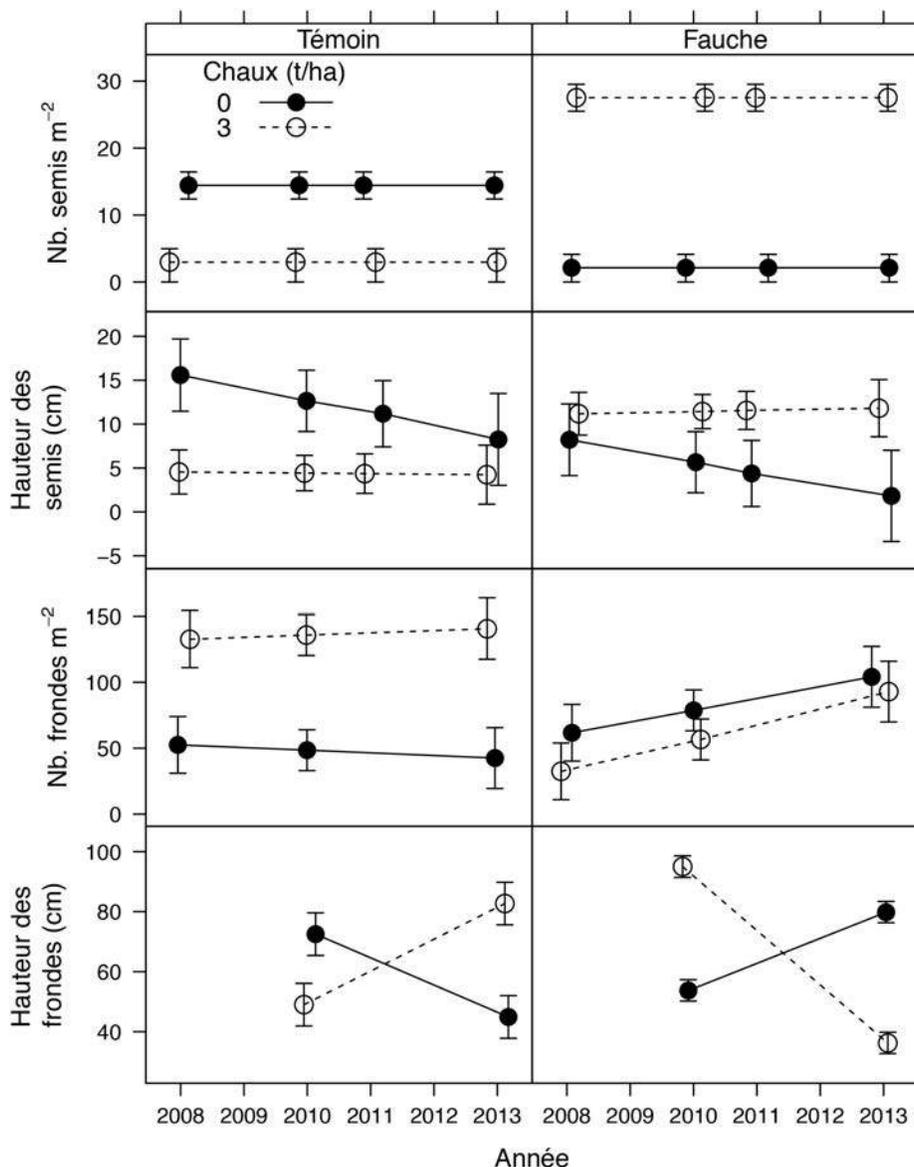


Figure 5. Résultats de la première expérience sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués. Effets du chaulage et de la fauche des fougères sur l'évolution dans le temps de la densité de semis d'érable à sucre, de leur hauteur ainsi que de la densité des fougères et de leur hauteur. Les données présentées sont les moyennes ajustées \pm erreur type. Les traitements ont débuté au printemps 2008. Notez que les points sont légèrement décalés les uns des autres le long de l'axe des années pour permettre de mieux les distinguer.

Résultats de la deuxième expérience sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués

Au cours de la 2^e expérience, la densité des semis d'érable a rarement dépassé 7 semis/m² (95^e percentile) dans les parcelles entre 2011 et 2013. La population de semis n'a donc pas réagi aux traitements durant les 3 ans de cette expérience ($p \geq 0,127$). On a déjà attribué une telle absence de réaction à court terme à la faible intensité lumineuse atteignant le sol malgré les traitements effectués (Collard et collab., 2010). Cependant, 2 ans plus tard, soit en 2015, la densité de semis a considérablement changé en réponse aux traitements ($p < 0,001$). Les résultats sont détaillés selon les traitements ci-après.

Effet du chaulage

Les traitements de chaulage seuls ont entraîné 5 ans plus tard l'augmentation de la densité des semis d'érable ($p = 0,091$), passant de $2,3 \pm 0,7$ semis/m² dans les parcelles témoins à $5,7 \pm 0,4$ semis/m² dans les parcelles chaulées (figure 6). Cependant, après ce temps, la combinaison des traitements de chaulage et d'écrasement des fougères par l'un ou l'autre des appareils a causé un accroissement important de la densité de semis d'érable, atteignant en moyenne $15,3 \pm 1,0$ semis/m² ($p < 0,001$).

Les traitements de chaulage seuls ont aussi influencé la dennstaedtie à lobes ponctués (figure 7). Quelle que soit la

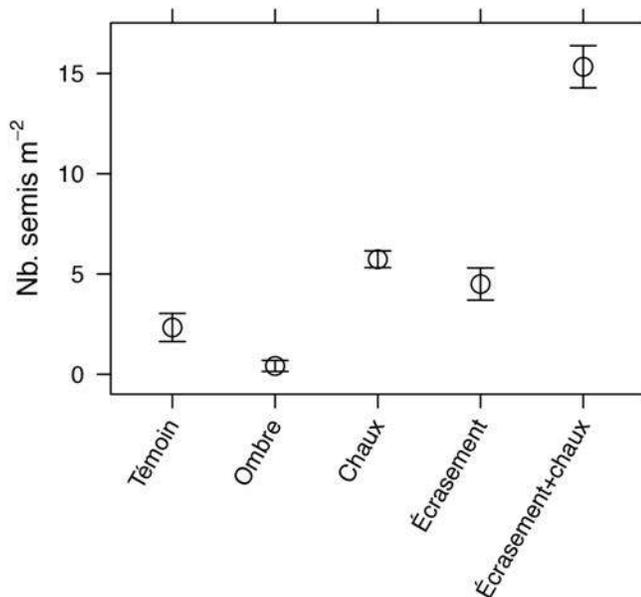


Figure 6. Résultats de la deuxième expérience sur le contrôle de la dennstaedtie à lobes ponctués. Effets moyens du degré d'ombrage (50 et 80 % d'ombrage), du chaulage seul (1,5 ou 2 fois la dose recommandée de 3 t/ha), de l'écrasement des fougères selon 2 méthodes (pneu ou rouleau brise-fougère traîné derrière un VTT), et de la combinaison de chaux (3 t/ha) et d'écrasement (pneu ou rouleau brise-fougère), appliqués en 2011, 2012 et 2013 selon le traitement, sur la densité de semis d'érable au sol en 2015. Les données présentées sont les moyennes ajustées \pm erreur type.

dose, le chaulage seul n'a pas influencé la densité des frondes qui est demeurée en moyenne à 193 ± 26 frondes/m² ($p = 0,232$). Cependant, la hauteur des frondes a augmenté de 11 % seulement en réaction à la dose de chaux la plus forte, pour passer de 73 ± 4 cm en 2011 à 81 ± 4 cm en 2013. Avec la dose de chaux plus faible ainsi que le témoin, la hauteur des frondes a diminué de 19 % dans le temps, passant de 75 ± 3 cm en 2011 à 61 ± 3 cm en 2013 ($p = 0,003$). Ce résultat concorde en partie avec ceux de la première expérience dans laquelle la hauteur et la densité des frondes avaient augmenté en réponse au chaulage, et en partie avec ceux d'une autre expérience réalisée en Pennsylvanie, où le chaulage et la fertilisation n'avaient pas causé d'augmentation de la densité de la dennstaedtie à lobes ponctués 2 ans après traitement (Demchik et Sharpe, 2001). Par ailleurs, dans une autre expérience réalisée en milieu contrôlé, la dennstaedtie à lobes ponctués a réagi très positivement à la fertilisation en éléments minéraux, sur le plan de son statut nutritif (Hart et Sharpe, 1997). On peut conclure des résultats des 2 expériences et des observations rapportées dans la littérature que la dennstaedtie à lobes ponctués réagit positivement au chaulage en termes de la densité de frondes ou de la croissance en hauteur.

Effet de l'écrasement des fougères

L'écrasement seul des fougères à répétition pendant 2 ans a entraîné 3 ans plus tard l'augmentation de la densité de semis d'érable au sol ($4,5 \pm 0,8$ semis/m²) ($p = 0,028$; figure 6). Il n'y avait pas de différence entre les 2 appareils en ce qui concerne la densité de semis d'érable ($p = 0,638$). Cependant, la combinaison du chaulage et du passage des appareils a causé une augmentation considérable de la densité de semis d'érable 5 ans après le début des traitements ($15,3 \pm 1,0$ semis/m²).

Contrairement à la densité de semis d'érable, il n'y a pas eu d'interaction entre le traitement d'écrasement mécanique des fougères et celui de chaulage sur la densité et la hauteur des frondes de la dennstaedtie à lobes ponctués ($p \geq 0,741$). Cependant, l'écrasement par l'un ou l'autre moyen a réduit de 38 % la densité de fougères durant l'expérience (témoin : 190 ± 20 frondes/m²; écrasement : 117 ± 11 frondes/m²; $p < 0,001$; figure 7) et de 35 % la hauteur des fougères (de 79 ± 3 cm en 2011 à 51 ± 3 cm en 2013). L'emploi du rouleau brise-fougère ou du pneu a eu sensiblement le même effet sur la densité et la hauteur des fougères ($p \geq 0,165$).

Effet de l'ombrage

Les traitements d'ombrage ont causé, par rapport aux témoins, une baisse de la densité de semis d'érable 5 ans après le début du traitement ($0,4 \pm 0,3$ semis/m²; figure 6). Ils ont aussi permis de réduire de 30 % la densité moyenne des fougères (témoin : 168 ± 26 frondes/m²; ombrières 50 ou 80 % : 118 ± 14 frondes/m²; $p < 0,001$; figure 7). La hauteur des frondes a cependant diminué de manière exponentielle en fonction du degré d'ombrage au cours de l'expérience ($p < 0,001$). L'ombrage à 80 % a entraîné une baisse de la hauteur des fougères de 39 %, soit de 80 ± 5 cm en 2011 à 49 ± 4 cm en 2013. L'ombrage à 50 % n'a diminué la hauteur

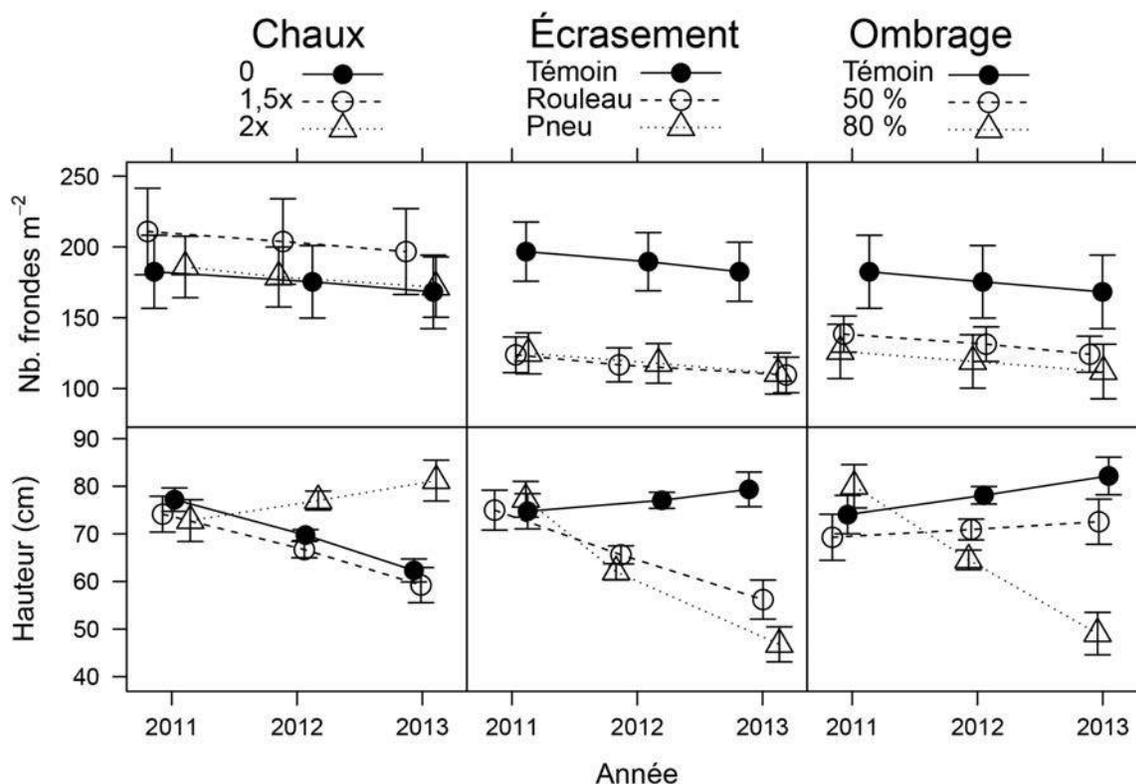


Figure 7. Résultats de la deuxième expérience sur le contrôle de *Dennstaedtia punctilobula*. Effets individuels du chaulage à 2 doses d'application (1,5 et 2 fois la dose recommandée de 3 t/ha), de l'écrasement des fougères selon 2 méthodes (pneu ou rouleau brise-fougère traîné derrière un VTT), et du degré d'ombrage sur l'évolution dans le temps de la densité et de la hauteur des fougères. Les données présentées sont les moyennes ajustées \pm erreur type. Les points sont légèrement décalés les uns des autres le long de l'axe des années pour permettre de mieux les distinguer.

des fougères que de 9 % par rapport aux témoins. Cette réduction de la densité et de la hauteur des frondes avec l'ombrage apparaît beaucoup plus importante que celle rapportée dans une expérience pour la dennstaedtie à lobes ponctués au Connecticut (Hill et Silander Jr., 2001).

L'expérience montre également que la densité de fougères avait tendance à baisser dans le temps, tant dans les parcelles traitées que témoins, de 7 ± 4 frondes \cdot m $^{-2}\cdot$ an $^{-1}$ ($p = 0,056$), probablement en raison de la fermeture graduelle du couvert forestier (Fei et collab., 2010). Ces résultats indiquent que le pourcentage de lumière parvenant au sol serait un facteur majeur pour le développement et le maintien de la population de dennstaedtie à lobes ponctués dans les érablières et, que pour cette espèce, il existe un seuil d'intensité lumineuse au-dessous duquel elle ne peut plus se maintenir à forte densité. L'ouverture du couvert forestier est évidemment l'un des facteurs majeurs pouvant déclencher l'envahissement des forêts par les fougères (de La Crétaz et Kelty, 1999; Aikens et collab., 2007).

Conclusion

En plus de l'épaisseur de l'humus, des conditions de drainage et de l'état de submersion annuelle des sols qui influencent la répartition des 3 espèces de fougères étudiées, la présence des cerfs de Virginie semble aussi

associée positivement à l'occurrence de *D. punctilobula* et de *D. noveboracensis* dans les érablières. Cette association mérite d'être étudiée plus à fond pour la valider. Bien que la densité de cerfs au Québec (< 8 individus/km 2) demeure plus faible que celle parfois rencontrée plus au sud aux États-Unis, on a estimé que, dans le nord-est de la Pennsylvanie, des densités de cerfs inférieures à 8 individus/km 2 devraient permettre à la régénération de plusieurs essences forestières de s'épanouir après une coupe dans les forêts mixtes feuillues (Horsley et collab., 2003). Cependant, dans cette région, les essences favorisées dans la régénération sont surtout le cerisier tardif (*Prunus serotina*) et le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pennsylvanica*). Au Québec, les conditions rencontrées dans les érablières lors de l'inventaire des points d'observation écologique ont été influencées possiblement par les densités de cerfs dans les années 1970 à 1990. Les densités au début de cette période étaient beaucoup plus faibles que celles rapportées en 2008.

L'ensemble de nos observations montre qu'il est possible de créer des conditions favorables à l'émergence et à la croissance de la régénération forestière en érable dans des érablières par l'élimination mécanique des frondes de la dennstaedtie à lobes ponctués, accompagnée d'un chaulage si l'analyse du sol indique un besoin en chaux. La densité de

semis d'érable établis atteint alors des quantités considérées propices à la sylviculture de l'érable, soit entre 15 et 30 semis/m² (entre 150 000 et 300 000 semis à l'hectare; Kelty et Nyland, 1981, Marks et Gardescu, 1998). La fauche ou l'écrasement des fougères à 2 reprises durant l'été (au début juin et au début août) durant 2 années consécutives a permis de réduire considérablement la densité et la hauteur des frondes de dennstaedtia à lobes ponctués durant les 3 années subséquentes. Cependant, la fauche des fougères à elle seule ne pourra entraîner une augmentation marquée de la régénération en érable si les conditions de fertilité du sol ne sont pas adéquates. D'autres traitements, comme la scarification du sol en surface pour briser les rhizomes des fougères, ne préviennent pas le retour de la dennstaedtia à lobes ponctués en abondance (de La Crétaz et Kelty, 1999). La dynamique entre le degré d'ouverture du couvert forestier, l'envahissement par les fougères, la fertilité du sol, la densité de population des cerfs et la régénération forestière dans les érablières représente, dans le cadre de l'aménagement durable des forêts, un véritable champ de recherche à débroussailler sous les conditions que l'on rencontre actuellement dans certaines régions du Québec.

Remerciements

Nous tenons à remercier les propriétaires des érablières qui ont permis la réalisation des expériences sur leurs sites : Michel Bouffard de la Ferme Agribouf SENC à Stornoway, Jacques Martel à Marston ainsi que Rémy, Doris et Dominic Imbeault à Wotton. Nous voulons souligner le soutien du secteur Faune terrestre et avifaune de la Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats du MFFP pour avoir transmis les données sur l'évolution des populations de cerf de Virginie au Québec, la collaboration de Vincent Poisson, ingénieur forestier de ProForêt Consultants inc., des Équipements Sylmar inc. qui ont construit le rouleau brise-fougère et de Émmeri Boulanger qui a mis à notre disposition son pneu brise-fougère. Les expériences ont été rendues possibles grâce à l'appui financier du programme Appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et du Programme canadien d'adaptation agricole d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. ◀

Références

- AIKENS, M.L., D. ELLUM, J.J. MCKENNA, M.J. KELTY et M.S. ASHTON, 2007. The effects of disturbance intensity on temporal and spatial patterns of herb colonization in a southern New England mixed-oak forest. *Forest Ecology and Management*, 252 : 144-158.
- BOUCHER, S., M. CRÊTE, J.-P. OUELLET, C. DAIGLE et F. POTVIN, 2003. Augmentation de la densité des populations de cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) au Québec : comparaison d'indices de condition physique. *Société de la faune et des parcs du Québec*, Québec, 22 p.
- BRACH, A.R., S.J. MCNAUGHTON et D.J. RAYNAL, 1993. Photosynthetic adaptability of two fern species of a northern hardwood forest. *American Fern Journal*, 83 : 47-53.
- COLLARD, A., L. LAPOINTE, J.-P. OUELLET, M. CRÊTE, A. LUSSIER, C. DAIGLE et S.D. CÔTÉ, 2010. Slow responses of understory plants of maple-dominated forests to white-tailed deer experimental exclusion. *Forest Ecology and Management*, 260 : 649-662.
- CÔTÉ, S.D., T.P. ROONEY, J.-P. TREMBLAY, C. DUSSAULT et D.M. WALLER, 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35 : 113-147.
- COX, H.R., 1915. Eradication of ferns from pasture lands in the eastern United States. *Farmer's Bulletin*, 687 : 1-12.
- CRÊTE, M., J.-P. OUELLET et L. LESAGE, 2001. Comparative effects on plants of caribou/reindeer, moose and white-tailed deer herbivory. *Arctic*, 54 : 407-417.
- DAYTON, W.A., 1960. Notes on western range forbs: *Equisetaceae* through *Fumariaceae*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, 254 p.
- DE LA CRÉTAZ, A.L. et M.J. KELTY, 1999. Establishment and control of hay-scented fern: A native invasive species. *Biological Invasions*, 1 : 223-236.
- DE LA CRÉTAZ, A.L. et M.J. KELTY, 2002. Development of tree regeneration in fern-dominated forest understories after reduction of deer browsing. *Restoration Ecology*, 10 : 416-426.
- DE LA CRÉTAZ, A.L. et M.J. KELTY, 2006. Control of hay-scented fern by mowing. *Northern Journal of Applied Forestry*, 23 : 149-154.
- DEMCHIK, M.C. et W.E. SHARPE, 2001. Forest floor plant response to lime and fertilizer before and after partial cutting of a northern red oak stand on an extremely acidic soil in Pennsylvania, USA. *Forest Ecology and Management*, 144 : 239-244.
- DUCHESNE, L., R. OUIMET, J.D. MOORE et R. PAQUIN, 2005. Change in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada. *Forest Ecology and Management*, 208 : 223-236.
- ENGELMAN, H.M. et R.D. NYLAND, 2006. Interference to hardwood regeneration in northeastern North America: Assessing and countering ferns in northern hardwood forests. *Northern Journal of Applied Forestry*, 23 : 166-175.
- FEI, S., P. GOULD, M. KAESER et K. STEINER, 2010. Distribution and dynamics of the invasive native hay-scented fern. *Weed Science*, 58 : 408-412.
- FLINN, K.M., M.M. LOIACONO et H.E. GROFF, 2014. Low reproductive success of hay-scented fern (*Dennstaedtia punctilobula*) regardless of inbreeding level or time since disturbance. *Botany*, 92 : 911-915.
- GRONINGER, J.W. et L.H. MCCORMICK, 1992. Effects of soil disturbance on hay-scented fern establishment. *Northern Journal of Applied Forestry*, 9 : 29-31.
- HAMMEN, S.C.L., 1993. Density-dependent phenotypic variation in the hay-scented fern, *Dennstaedtia punctilobula*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 120 : 392-396.
- HART, D.H. et W.E. SHARPE, 1997. Response of potted northern red oak and hay-scented fern to additions of calcium, magnesium, potassium, and phosphorus. Dans : PALLARDY, S.G., R.A. CECICH, H.G. GARRETT et P.S. JOHNSON (édit.). *Proceedings of the 11th Central Hardwood Forest Conference*, St. Paul, MN. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-188, p. 304-312.
- HELD, M. et S. JONES HELD, 2014. Long-term forest changes in northeastern Pennsylvania. *Castanea*, 79 : 138-146.
- HILL, J.D. et J.A. SILANDER Jr., 2001. Distribution and dynamics of two ferns: *Dennstaedtia punctilobula* (*Dennstaedtiaceae*) and *Thelypteris noveboracensis* (*Thelypteridaceae*) in a northeast mixed hardwoods-hemlock forest. *American Journal of Botany*, 88 : 894-902.
- HORSLEY, S.B., 1984. Hay-scented fern rhizome development in uncut and thinned Allegheny hardwood stands. *American Journal of Botany*, 71 : 80-81.
- HORSLEY, S.B. et D.A. MARQUIS, 1983. Interference by weeds and deer with Allegheny hardwood production. *Canadian Journal of Forest Research*, 13 : 61-69.
- HORSLEY, S.B., S.L. STOUT et D.S. DECALESTA, 2003. White-tailed deer impact on the vegetation dynamics of a northern hardwood forest. *Ecological Applications*, 13 : 98-118.
- HOTHORN, T., K. HORNIK et A. ZEILEIS, 2006. Unbiased recursive partitioning: A conditional inference framework. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 15 : 651-674.

- HUOT, M. et F. LEBEL, 2012. Plan de gestion du cerf de Virginie au Québec 2010-2017. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – Secteur Faune Québec, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Québec, 578 p.
- KELTY, M.J. et R.D. NYLAND, 1981. Regenerating Adirondack northern hardwoods by shelterwood cutting and control of deer density. *Journal of Forestry*, 79: 22-26.
- LENTH, R.V., 2014. lsmmeans: Least-squares means. R package version 1.11. Disponible en ligne à : <http://cran.r-project.org/web/packages/lsmmeans>. [Visité le 15-08-10].
- LYON, J. et W.E. SHARPE, 1996. Hay-scented fern (*Dennstaedtia punctilobula* (Michx.) Moore) interference with growth of northern red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings. *Tree Physiology*, 16: 923-932.
- MARKS, P.L. et S. GARDESCU, 1998. A case study of sugar maple (*Acer saccharum*) as a forest seedling bank species. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 125: 287-296.
- MCCORMICK, L.H. et T.W. BOWERSOX, 1997. Grass or fern competition reduce growth and survival of planted tree seedlings. Dans: PALLARDY, S.G., R.A. CECICH, H.G. GARRETT et P.S. JOHNSON (édit.). Proceedings of the 11th Central Hardwood Forest Conference, St. Paul, MN. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC-188, p. 286-293.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, 2001. Le système hiérarchique de classification écologique du territoire. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Québec, 4 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (sous la direction de BOULET B. et M. HUOT), 2013. Le guide sylvicole du Québec, Tome 1 – Les fondements biologiques de la sylviculture. Les Publications du Québec, Québec, 1044 p.
- NUTTLE, T., T.E. RISTAU et A.A. ROYO, 2014. Long-term biological legacies of herbivore density in a landscape-scale experiment: Forest understoreys reflect past deer density treatments for at least 20 years. *Journal of Ecology*, 102: 221-228.
- QUIMET, R., J.D. MOORE et L. DUCHESNE, 2012. DELFES: diagnostic des éléments limitatifs selon le feuillage de l'érable à sucre et le sol. Version 1,3. Direction de la recherche forestière, ministère des Ressources naturelles, Québec, 7 p.
- PINHEIRO, J., D. BATES, S. DEBROY, D. SARKAR et R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. Package R version 3.1-120. Disponible en ligne à : <http://cran.r-project.org/web/packages/nlme/index.html>. [Visité le 15-08-10]
- SAUCIER, J.-P., J.-P. BERGER, H. D'AVIGNON et P. RACINE, 1994. Le point d'observation écologique: normes techniques. Service des inventaires forestiers, Direction de la gestion des stocks forestiers, ministère des Ressources naturelles du Québec, Québec, 116 p.
- SHARPE, W.E. et J.E. HALOFSKY, 2004. Hay-scented fern (*Dennstaedtia punctilobula*) and sugar maple (*Acer saccharum*) seedling occurrence with varying soil acidity in Pennsylvania. Dans: YAUSSY, D.A., D.M. HIX, R.P. LONG et P.C. GOEBEL (édit.) 2004. Proceedings of the 14th Central Hardwood Forest Conference, Wooster, OH. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA., General Technical Report NE-316, p. 265-270.
- STROMAYER, K.A.K. et R.J. WARREN, 1997. Are overabundant deer herds in the Eastern United States creating stable states in forest plant communities? *Wildlife Society Bulletin*, 25: 227-234.



Groupe Hemispheres
L'heure juste en environnement !

- Aménagement écosystémique et génie environnemental
- Caractérisation et cartographie des écosystèmes
- Conservation des lacs et cours d'eau
- Évaluation environnementale
- Gestion des eaux usées
- Communication et gestion environnementale





QUÉBEC
5731, rue Saint-Louis, bureau 201
Lévis (Qc) G6V 4E2
Téléphone : 418 903-9678
Sans frais : 1 866 574-7032

MONTRÉAL
1453, rue Beaubien Est, bureau 301
Montréal (Qc) H2G 3C6
Téléphone : 514 509-6572
Sans frais : 1 866 569-7140

info@hemis.ca | www.hemis.ca

Changements de l'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre entre les années 1950 et 1997

Diane Dauphin et Benoît Jobin

Résumé

Le lac Saint-Pierre est le site d'une biodiversité exceptionnelle. Toutefois, les activités anthropiques ont mené à la perte et à la dégradation des milieux naturels au cours des dernières décennies si bien que de nombreuses espèces fauniques, dont la perchaude (*Perca flavescens*), montrent des déclinés marqués de leur population. La perte d'habitats de reproduction serait l'un des facteurs déterminants pour expliquer cette situation. Afin de documenter les changements d'occupation du sol survenus au niveau de la plaine inondable du lac Saint-Pierre, des photos aériennes prises à 3 périodes (1950, 1964 et 1997) ont été interprétées et comparées. Il en ressort qu'environ 3 200 ha d'habitats fauniques (milieux naturels + cultures pérennes) ont été modifiés dans la zone de récurrence d'inondation de 0-2 ans. Le changement le plus important concerne la conversion de quelque 2 500 ha de cultures pérennes (fourrages, pâturages) en cultures annuelles (maïs, soya) peu propices à la faune. Des habitats naturels ont également été modifiés, en particulier 350 ha de prairies humides. Outre la perchaude, d'autres groupes fauniques sont affectés par ces changements d'occupation du sol, notamment les passereaux et les canards barboteurs qui nichent dans les cultures pérennes et les prairies. La restauration d'habitats et le changement des pratiques agricoles font partie des actions qui peuvent être mises de l'avant pour favoriser le rétablissement des espèces en difficulté au lac Saint-Pierre.

MOTS CLÉS : agriculture, dynamique des habitats, *Perca flavescens*, plaine inondable, Québec

Abstract

The Lac Saint-Pierre (Québec, Canada) is a wetland of exceptional biodiversity. However, in recent decades, anthropogenic activity has led to the loss or modification of many associated natural habitats, causing sharp declines in populations of wildlife species, including the yellow perch (*Perca flavescens*), which has most probably suffered from a reduction in breeding habitat. To investigate recent vegetation and land use change in the Lac Saint-Pierre floodplain, aerial photographs from 1950, 1964 and 1997 were interpreted, analysed and compared. Approximately 3,200 ha of wildlife habitat (i.e., natural habitats and perennial crops) have been modified in the portion of the floodplain exhibiting a flood recurrence interval of 0-2 years. The most notable change has been the conversion of approximately 2,500 ha of perennial crops (i.e., pasture and hayfields) to annual crops (e.g., corn and soybean), which are poorly suited to use by wildlife. Natural habitats have also been modified, with the most important being the loss of 350 ha of wet meadow. In addition to yellow perch, other wildlife has also suffered from the observed land use changes, including species of waterfowl and passerines that typically nest in perennial crops and wet meadows. Restoration of essential habitats and changes in farming practices are needed to support the recovery of declining species in the Lac Saint-Pierre and its floodplain.

KEYWORDS: agriculture, floodplain, habitat dynamics, *Perca flavescens*, Québec

Introduction

Le secteur du lac Saint-Pierre constitue l'une des composantes majeures de l'écosystème du Saint-Laurent, sa plaine inondable d'eau douce étant d'ailleurs la plus importante de tout le Québec. Le lac Saint-Pierre abrite des zones humides d'importance internationale qui ont mené à sa désignation comme site RAMSAR (The Ramsar Convention Secretariat, 2014) et comme réserve mondiale de la biosphère (Coopérative de solidarité de la réserve de la biosphère du Lac-Saint-Pierre, 2012), des statuts qui contribuent à la conservation de la biodiversité du site. Les milieux humides, vastes et variés (marais, marécages, prairies humides), sont utilisés par plusieurs espèces fauniques à différents stades de leur cycle vital (MDDEFP, 2013). Par exemple, la plaine inondable du lac Saint-Pierre est fréquentée par des centaines

de milliers de canards et d'oies durant la migration printanière, ce qui en fait la plus importante halte migratoire de tout l'est du Canada (Lehoux et collab., 1995; Gignac et Gariépy, 2000; MDDEFP, 2013). De plus, cette région affiche les plus grandes diversité et abondance de poissons de tout le système fluvial (Mingelbier et collab., 2008).

La dynamique des habitats et la perte des milieux naturels, dans le sud du Québec, depuis les années 1950, sont des sujets bien documentés (Latendresse et collab., 2008a, 2008b; Rioux et collab., 2009). Ainsi, on note que les paysages

Diane Dauphin et Benoît Jobin sont biologistes au sein de l'unité d'évaluation des paysages et planification du Service canadien de la faune d'Environnement Canada à Québec.

diane.dauphin@canada.ca

agricoles ont été grandement modifiés : redressement des cours d'eau, drainage des milieux humides, réduction des superficies boisées et conversion des pâturages et des cultures pérennes (fourrages) en cultures annuelles à grandes interlignes. Cette expansion des cultures annuelles, peu propices à la faune, aurait contribué de façon significative aux déclinés observés chez plusieurs espèces associées aux cultures pérennes. De fait, plusieurs oiseaux champêtres, comme le goglu des prés (*Dolichonyx oryzivorous*), la sturnelle des prés (*Sturnella magna*) et l'hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) sont devenus rares dans le paysage agricole québécois (ICOAN, 2012) et un déclin marqué de la population de perchaudes (*Perca flavescens*) a été observé au lac Saint-Pierre (Magnan et collab., 2008). Au total, plus de 67 espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables ont été observées au lac Saint-Pierre au cours des ans (MDDEFP, 2013).

Des données détaillées sur l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre ont été colligées par Richard et collab. (2011) pour les années 1950, 1964 et 1997. Une analyse préliminaire de celles-ci indique qu'une grande proportion de milieux naturels propices à la reproduction de la perchaude a été perdue au cours des dernières décennies, principalement causée par la conversion des cultures pérennes vers des cultures annuelles à grandes interlignes (de la Chenelière et collab., 2014). Ces pertes d'habitats de reproduction, associées à l'intensification des pratiques agricoles, auraient ainsi contribué au déclin observé chez la population de perchaudes.

La présente étude a pour but d'analyser les données sur l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre colligées par Richard et collab. (2011) pour les années 1950, 1964 et 1997. Elle permet, non seulement de montrer les changements d'habitats survenus durant cette période, mais aussi d'orienter les actions de conservation et de restauration qui permettront la réhabilitation d'habitats fauniques et le rétablissement d'espèces sensibles, telles que la perchaude et les oiseaux champêtres. Les recommandations soulevées dans le présent document ne tiennent compte que des retombées écologiques de telles actions. Évidemment, dans le cadre de leur mise en œuvre, les aspects socio-économiques devront également être considérés. Même si les plus récentes données d'occupation du sol disponibles datent de 1997, les analyses n'en demeurent pas moins pertinentes puisqu'elles permettent d'illustrer et de quantifier les changements survenus au cours des décennies où l'agriculture a connu des bouleversements majeurs. Une cartographie plus récente de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent est actuellement en cours et les données qui seront disponibles permettront d'actualiser la carte de l'occupation du sol du lac Saint-Pierre et d'analyser les changements survenus au niveau du paysage après 1997.

Méthode

Les données issues des travaux de Richard et collab. (2011) couvrant les années 1950, 1964 et 1997 ont été utilisées dans le cadre de la présente étude afin de dresser un portrait de l'utilisation du sol au cours des dernières décennies dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre. Ces auteurs ont interprété, numérisé et géoréférencé des photos aériennes à haute résolution (échelle 1:15 000 à 1:20 000) et des couches d'informations géographiques de format *shape file* (ESRI) ont été créées. Ils ont ensuite calculé la superficie occupée par chacune des classes détaillées d'occupation du sol dans la zone comprise entre la limite supérieure du lac (variable d'une année à l'autre, selon le niveau d'eau) et la limite d'une crue de récurrence de 100 ans (Morin et Bouchard, 2000; Richard et collab., 2011; figure 1). Dans le présent document, afin de rendre plus justes les comparaisons interannuelles réalisées par Richard et collab. (2011), un emporte-pièce délimitant le niveau d'eau du lac durant l'année 1997 (le plus haut des 3 années) a été superposé aux cartes d'occupation du sol de 1950, 1964 et 1997, uniformisant ainsi les surfaces comparées (figure 1).

Dans le cadre des présents travaux, l'aire d'étude a été ajustée pour inclure seulement la portion de la plaine inondable qui revêt le plus de signification au niveau écologique, notamment pour les poissons, soit la zone de récurrence d'inondation de 0-2 ans (de la Chenelière et collab., 2014; Centre d'expertise hydrique du Québec, données non publiées; figure 1). De même, un emporte-pièce délimitant le niveau d'eau du lac durant l'année 1997 a été superposé à chacune des cartes d'occupation du sol pour uniformiser l'aire d'étude entre les 3 années.

Dix classes générales d'occupation du sol ont été retenues pour les analyses (tableau 1). Les superficies absolues (ha) sont présentées de même que les superficies relatives (%) correspondant au rapport entre la superficie absolue d'une classe donnée et la superficie totale de toutes les classes pour une année donnée. Des classes d'habitats ont été regroupées pour certaines analyses : milieux agricoles (cultures annuelles + cultures pérennes + friches + vergers et vignobles); milieux humides (marais + marécages + prairies humides + eau libre); milieux naturels (milieux humides + friches + milieux forestiers); habitats fauniques (cultures pérennes + milieux naturels).

Des matrices de changement de l'occupation du sol ont été réalisées pour comparer la superficie de chacun des habitats entre les années 1950 et 1997 et pour identifier les habitats à l'origine des changements survenus. Ainsi, pour une classe d'occupation du sol donnée, retrouvée dans l'aire d'étude en 1997 (une ligne de la matrice), chaque valeur indique la nature et la superficie de l'habitat présent à l'origine, en 1950, avant le changement. En outre, la diagonale de la matrice, montre les superficies dont l'occupation du sol est demeurée inchangée entre les deux années.

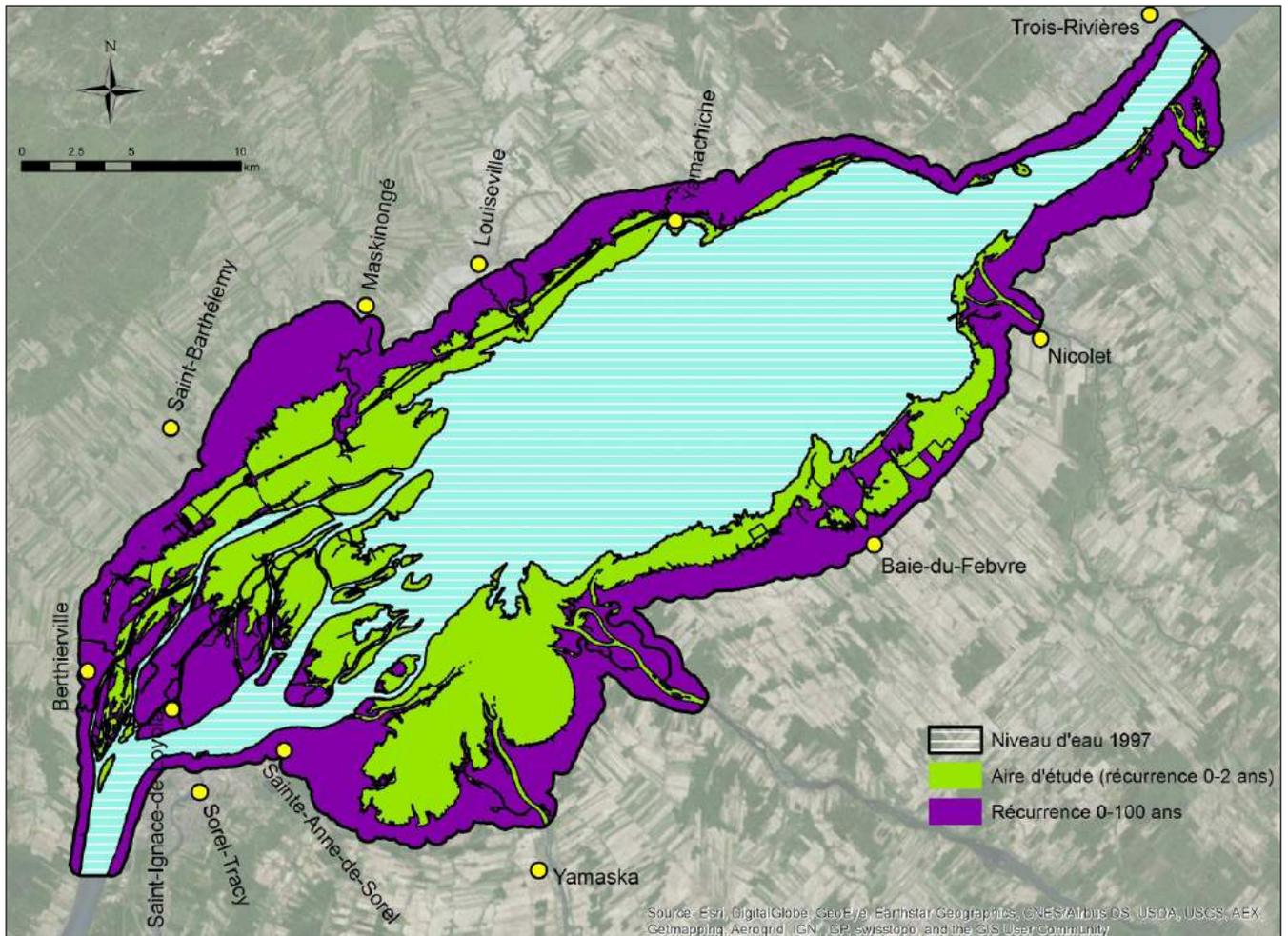


Figure 1. Carte de localisation de l'aire d'étude (zone de récurrence de 0-2 ans) et de la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre.

Tableau 1 : Classes générales d'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre.

Classe générale	Description
Culture annuelle	Petite céréale; maïs; soya; tabac; fruit; légume
Culture pérenne	Fourrage; foin; pâturage; verger; vignoble
Eau libre	Rivière et autres plans d'eau (sauf étang)
Eau libre (lac Saint-Pierre)	Portion du lac Saint-Pierre située à l'extérieur de l'emporte-pièce délimitant le niveau du lac en 1997
Friche	Jeune friche (végétation herbacée et arbustive < 1 m); vieille friche (végétation herbacée et arbustive de 1 à 3 m, parfois arborée > 3 m)
Marais	Marais émergé (végétation émergée de type typha, rubanier, sagittaire); marais submergé (végétation submergée de type élodée, potamot, myriophylle); eau peu profonde (étang)
Marécage	Marécage arborescent (forêt mature); marécage arbustif (végétation arbustive telle que saule et aulne)
Milieu anthropique	Zone urbaine (ville, village, industrie); ferme (bâtiment agricole, résidence); emprise (route, voie ferrée, ligne électrique); sol dénudé (plage, route de gravier)
Milieu forestier	Feuillus; résineux; mixte; perturbation forestière (coupe); plantation
Prairie humide	Végétation herbacée située près d'une étendue ou d'un cours d'eau et inondée de façon intermittente

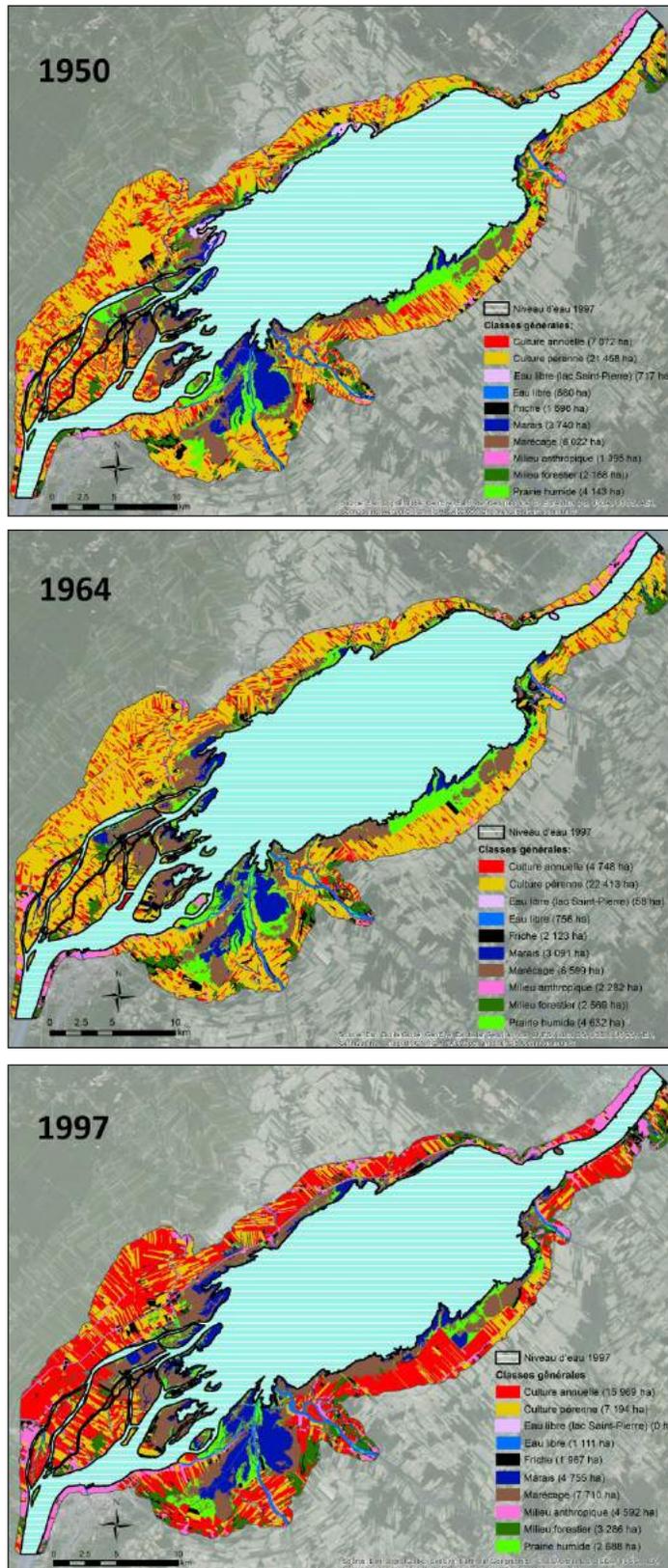


Figure 2. Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre en 1950, 1964 et 1997 (ajustée au niveau d'eau de 1997).

Résultats

Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre durant les années 1950, 1964 et 1997

Les travaux de Richard et collab. (2011) ont permis d'évaluer que le lac Saint-Pierre et la zone de récurrence de 0-100 ans de sa plaine inondable occupaient 89 523 ha comprenant, selon le niveau d'eau du lac aux 3 années étudiées, entre 49 000 et 59 000 ha de plaine inondable. Lorsque le niveau d'eau du lac est uniformisé à celui de 1997 pour les 3 années, la superficie de plaine inondable considérée s'élève à 49 271 ha (tableau 2; figure 2). Dans cette zone, peu importe l'année, les milieux agricoles venaient au premier rang des habitats les plus abondants ($\approx 50\text{-}60\%$ de couverture). Toutefois, leur composition a varié dans le temps. En effet, alors qu'en 1950 et 1964 les cultures pérennes dominaient ($\approx 45\%$ de couverture, $\approx 21\,000\text{-}22\,000$ ha) et que les cultures annuelles n'occupaient que 10 à 15% du territoire ($\approx 5\,000$ à $7\,000$ ha), la situation s'est complètement inversée en 1997 puisque les cultures annuelles dominaient, occupant 32% de la zone d'étude (16 000 ha), comparativement à 15% (7 000 ha), pour les cultures pérennes. Quant aux friches, leur superficie est restée stable au cours des 3 années étudiées (3-4% de couverture, $\pm 2\,000$ ha).

Les milieux humides viennent au deuxième rang des habitats les plus abondants ($\approx 30\%$ de couverture, $\approx 15\,000\text{-}16\,000$ ha) et sont dominés par les marécages au cours des 3 années. On a toutefois noté une baisse importante de la superficie des prairies humides (42% de perte; de 4 632 ha en 1964 à 2 688 ha en 1997) alors que la superficie des milieux anthropiques a triplé entre 1950 et 1997 (1 395 à 4 592 ha). Quant aux milieux forestiers, leur superficie est restée à peu près stable au cours des 3 années (occupation entre 4 et 7%, $\approx 2\,000\text{-}3\,000$ ha).

Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997) entre les années 1950 et 1997

La superficie de la zone de récurrence de 0-2 ans s'élève à 20 897 ha. Dans cette zone, plus sujette aux inondations que celle de 0-100 ans, les milieux humides ont dominé durant les 3 années ($\approx 60\text{-}65\%$ de couverture, $\approx 13\,000$ ha; tableau 3; figure 3). Ces derniers étaient composés surtout de marécages, dont la superficie a augmenté entre 1950 et 1997 (27 à 33% de couverture, 5 500 à 7 000 ha), mais aussi de marais (11 à 17%, 2 300 à 3 600 ha) et de prairies humides. Ces dernières ont subi un déclin significatif au cours des décennies étudiées, passant d'environ 3 500 ha en 1950 et 1964 (16-17% de couverture) à quelque 2 100 ha (10%) en 1997, soit une diminution de 42% comparativement à la superficie des prairies humides présentes en 1964.

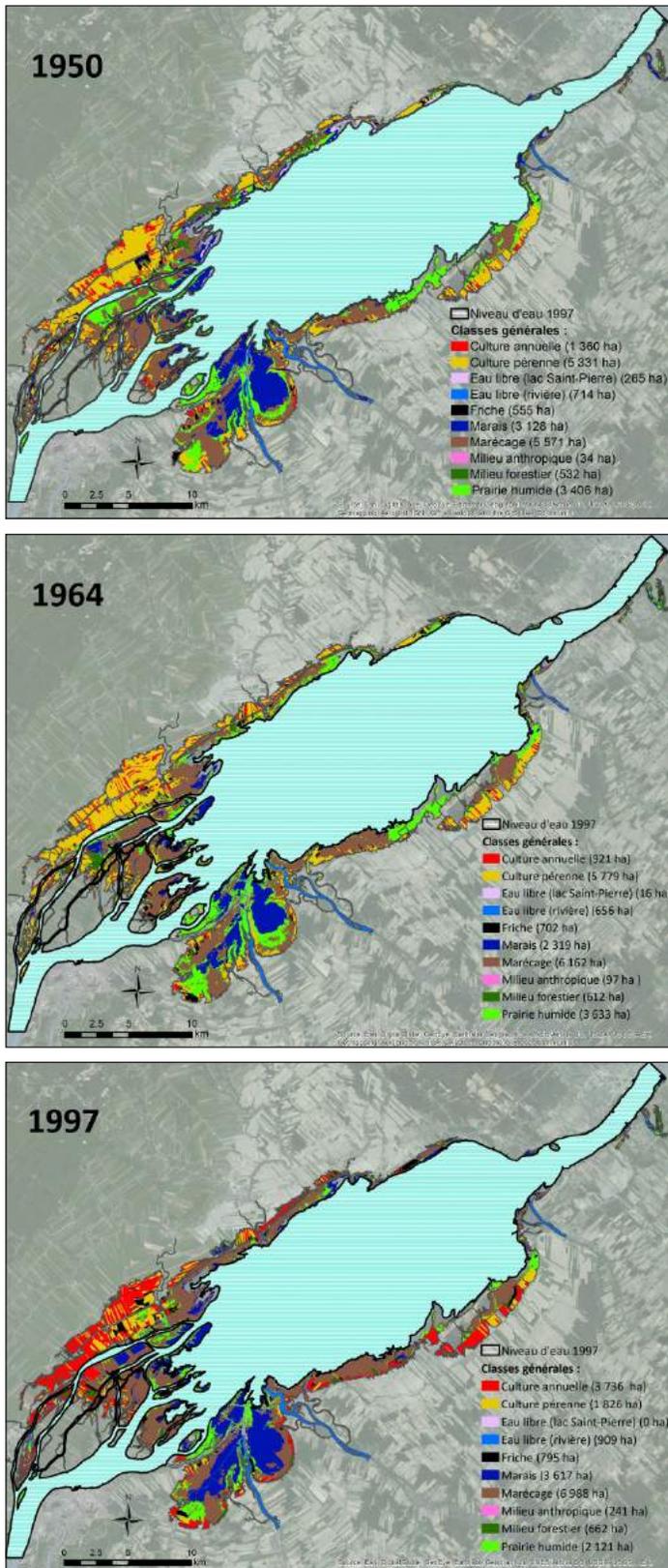


Figure 3. Occupation du sol dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre en 1950, 1964 et 1997 (ajustée au niveau d'eau de 1997).

Même si les milieux agricoles ne se sont classés qu'au deuxième rang des habitats les plus importants durant les 3 années étudiées, ils occupaient, néanmoins, de grandes superficies dans la zone de récurrence de 0-2 ans ($\approx 30\text{-}35\%$ de couverture, entre 6 000 et 7 500 ha). Dans cette dernière, tout comme la zone de 0-100 ans, le paysage agricole s'est transformé de façon significative au fil des ans. En effet, les cultures pérennes qui occupaient $\approx 5\,000\text{-}6\,000$ ha en 1950 et 1964 (25-28 % de couverture) ont vu leur superficie chuter à $\approx 1\,800$ ha (9 % de couverture) en 1997, comparativement aux cultures annuelles qui, au contraire, sont passées de 900-1 400 ha en 1950 et 1964 (entre 4 et 7 % de couverture) à plus de 3 700 ha (18 %) en 1997. Les cultures pérennes occupaient 78 % des terres cultivées en 1964 et seulement 29 % en 1997, comparativement à 12 et 59 % pour les cultures annuelles (tableau 3; figure 3). Quant aux friches, les superficies qu'elles occupaient ont légèrement augmenté au cours des 3 années, passant de 555 ha en 1950 à 800 ha en 1997. La superficie des milieux forestiers a elle aussi augmenté un peu, passant de 530 à 660 ha entre 1964 et 1997. Quant aux milieux anthropiques, leur superficie a augmenté de 7 fois, passant de 34 ha (0,2 %) en 1950 à 241 ha (1,2 %) en 1997.

Matrice de changement de l'occupation du sol de 1950 à 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997)

La matrice de changement fournit des informations plus précises sur l'évolution du paysage puisqu'elle permet d'identifier la nature des habitats à l'origine des changements observés (tableau 4). Le plus important changement observé concerne l'utilisation des terres agricoles alors que près de la moitié des cultures pérennes présentes en 1950 (2 557 ha / 5 332 ha) ont été converties en cultures annuelles en 1997. Parmi les superficies occupées par des cultures pérennes en 1950, seules 24 % (1 296 ha) ont conservé leur vocation en 1997 et aussi peu que 9 % (455 ha) ont évolué en friche.

D'autres habitats fauniques présents en 1950 ont été remplacés par des cultures annuelles en 1997, notamment 344 ha de milieux humides (dont 303 ha de prairies humides) et 102 ha de friches. Les milieux anthropiques ont également pris de l'expansion entre ces 2 années (34 ha en 1950 vs 241 ha en 1997) et ont remplacé 114 ha de milieux humides (dont 44 ha de prairies humides, 41 ha de marécages et 10 ha de marais), 63 ha de cultures pérennes, 18 ha de milieux forestiers et 22 ha de friches. La nature des milieux humides a également varié dans le temps, par exemple des zones couvertes par des marécages en 1950 ont été remplacées par des marais en 1997, et vice versa.

Tableau 2. Superficies en valeurs relatives (%) et absolues (ha) occupées par chacune des classes générales d'occupation du sol, selon l'année, dans la zone de récurrence de 0-100 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustées au niveau d'eau de 1997).

Classe d'occupation du sol	1950	1964	1997
	Superficie (%) (ha)	Superficie (%) (ha)	Superficie (%) (ha)
Culture annuelle	14,4 (7 072)	9,6 (4 748)	32,4 (15 969)
Culture pérenne	43,6 (21 458)	45,5 (22 413)	14,6 (7 194)
Eau libre (lac Saint-Pierre)	1,5 (717)	0,1 (58)	0 (0)
Eau libre (rivière)	1,7 (860)	1,5 (756)	2,3 (1 111)
Friche	3,4 (1 696)	4,3 (2 123)	4,0 (1 967)
Marais	7,6 (3 740)	6,3 (3 091)	9,7 (4 755)
Marécage	12,2 (6 022)	13,4 (6 599)	15,6 (7 710)
Milieu anthropique	2,8 (1 395)	4,6 (2 282)	9,3 (4 592)
Milieu forestier	4,4 (2 168)	5,2 (2 569)	6,7 (3 286)
Prairie humide	8,4 (4 143)	9,4 (4 632)	5,5 (2 688)
MILIEU AGRICOLE*	61,4 (30 226)	59,4 (29 284)	51,0 (25 133)
MILIEU HUMIDE**	29,9 (14 765)	30,6 (15 078)	33,1 (16 264)
TOTAL	100 (49 271)	100 (49 271)	100 (49 271)

* = culture annuelle + culture pérenne + friche

** = marais + marécage + prairie humide + eau libre

Tableau 3. Superficies en valeurs relatives (%) et absolues (ha) occupées par chacune des classes générales d'occupation du sol, selon l'année, dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustées au niveau d'eau de 1997).

Classe d'occupation du sol	1950	1964	1997
	Superficie (%) (ha)	Superficie (%) (ha)	Superficie (%) (ha)
Culture annuelle	6,5 (1 360)	4,4 (921)	17,9 (3 736)
Culture pérenne	25,5 (5 331)	27,7 (5 779)	8,7 (1 826)
Eau libre (lac Saint-Pierre)	1,3 (265)	0,1 (16)	0 (0)
Eau libre (rivière)	3,4 (714)	3,1 (656)	4,4 (909)
Friche	2,7 (555)	3,4 (702)	3,8 (795)
Marais	15,0 (3 128)	11,1 (2 319)	17,3 (3 617)
Marécage	26,7 (5 571)	29,5 (6 162)	33,4 (6 988)
Milieu anthropique	0,2 (34)	0,5 (97)	1,2 (241)
Milieu forestier	2,5 (532)	2,9 (612)	3,2 (662)
Prairie humide	16,3 (3 406)	17,4 (3 633)	10,2 (2 121)
MILIEU AGRICOLE*	34,7 (7 246)	35,4 (7 402)	30,4 (6 358)
MILIEU HUMIDE**	61,3 (12 820)	61,1 (12 771)	65,3 (13 635)
TOTAL	100 (20 897)	100 (20 897)	100 (20 897)

* = culture annuelle + culture pérenne + friche

** = marais + marécage + prairie humide + eau libre

Matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels en cultures annuelles ou en milieux anthropiques entre 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997)

La matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels indique que, dans la zone de récurrence

de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre, 3 242 ha d'habitats fauniques ont été modifiés entre 1950 et 1997 au profit des cultures annuelles (3 025 ha) et des milieux anthropiques (217 ha) (tableau 5; figure 4). Les habitats ainsi perdus étaient composés en particulier de cultures pérennes (2 620 ha), mais aussi de milieux naturels (milieux humides, friches, forêts: 622 ha). Fait à noter, parmi les milieux naturels, ce sont les prairies humides qui ont été les plus touchées par les changements de vocation (346 ha / 622 ha, 56 %).

Tableau 4. Matrice de changement de l'occupation du sol (superficies en ha) de 1950 à 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans (ajustée au niveau d'eau de 1997).

1997 \ 1950	Culture annuelle	Culture pérenne	Eau libre (lac Saint-Pierre)	Eau libre (rivière)	Marais	Marécage	Prairie humide	Friche	Milieu forestier	Milieu anthropique	TOTAL 1997
Culture annuelle	705,5	2 557,3	0,5	1,1	5,7	33,3	303,0	101,7	22,3	6,1	3 736,4
Culture pérenne	305,0	1 295,7	0,1	2,9	11,2	36,6	70,3	78,9	22,8	2,6	1 826,2
Eau libre (lac Saint-Pierre)			0		0,4	0,3					0,6
Eau libre (rivière)	5,7	56,6	0,9	604,4	114,0	30,9	39,3	36,8	15,3	5,6	909,4
Marais	19,3	63,1	180,6	11,2	2 279,5	537,2	493,6	25,9	6,1	0,5	3 617,0
Marécage	115,9	313,2	58,1	27,2	489,8	4 396,0	1 178,3	122,7	281,3	5,0	6 987,6
Prairie humide	62,1	355,1	6,1	14,0	188,2	288,5	1 118,1	68,1	18,9	2,6	2 121,5
Friche	75,9	454,7	4,2	3,7	10,3	44,0	121,2	54,6	25,6	1,3	795,4
Milieu forestier	54,1	173,0	2,9	41,8	19,6	163,4	39,0	44,3	121,6	2,7	662,3
Milieu anthropique	16,6	62,8	11,7	8,1	9,9	40,6	43,5	22,0	18,2	7,4	240,7
TOTAL 1950	1 359,9	5 331,5	265,1	714,3	3 128,4	5 570,8	3 406,2	555,0	532,1	33,8	20 897,1

Tableau 5. Matrice de changement des cultures pérennes et des milieux naturels en cultures annuelles ou en milieux anthropiques (superficie en ha) entre 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans, selon les MRC (ajustée au niveau d'eau de 1997).

MRC	1950 Habitats fauniques \ 1997 Habitats anthropiques	Culture pérenne	Milieux naturels							Cultures pérennes modifiées	Milieux naturels modifiés	Total habitats fauniques modifiés 1997
			Eau libre (lac Saint-Pierre)	Eau libre (rivière)	Marais	Marécage	Prairie humide	Friche	Milieu forestier			
Bécancour	Culture annuelle	8,7		0,0	0,4	0,2	0,7	0,3	0,1	8,7	1,7	10,5
	Milieu anthropique	1,7	0,1		0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	1,7	1,7	3,5
	TOTAL	10,5	0,1	0,0	0,6	0,5	1,0	0,6	0,7	10,5	3,5	13,9
D'Autray	Culture annuelle	1 246,8	0,5	0,3	4,4	7,4	117,4	35,4	15,7	1 246,8	181,2	1 428,0
	Milieu anthropique	18,9	0,9	0,4	0,8	2,5	14,9	1,7	5,5	18,9	26,6	45,6
	TOTAL	1 265,7	1,3	0,7	5,3	9,9	132,4	37,1	21,2	1 265,7	207,9	1 473,6
Pierre-de-Saurel	Culture annuelle	170,5		0,1	0,3	11,8	58,8	37,3	1,3	170,5	109,7	280,2
	Milieu anthropique	10,0	0,7	1,8	1,1	15,3	10,4	2,1	1,7	10,0	33,1	43,1
	TOTAL	180,6	0,7	2,0	1,3	27,2	69,1	39,4	3,0	180,6	142,7	323,3
Maskinongé	Culture annuelle	584,9		0,3	0,0	2,0	1,4	10,3	3,3	584,9	17,3	602,3
	Milieu anthropique	22,6	1,8	3,6	1,4	14,3	11,2	8,4	6,9	22,6	47,5	70,1
	TOTAL	607,5	1,8	3,9	1,4	16,3	12,6	18,7	10,2	607,5	64,9	672,4
Nicolet-Yamaska	Culture annuelle	546,2		0,4	0,6	11,8	124,5	18,4	1,8	546,2	157,4	703,7
	Milieu anthropique	9,3	0,0	2,2	2,6	8,2	5,7	0,9	1,9	9,3	21,4	30,7
	TOTAL	555,5	0,0	2,6	3,1	20,0	130,2	19,3	3,7	555,5	178,8	734,3
Trois-Rivières	Culture annuelle	0,0				0,0	0,2			0,0	0,2	0,2
	Milieu anthropique	0,3	8,3		3,8	0,1	1,1	8,6	1,7	0,3	23,5	23,8
	TOTAL	0,3	8,3	0,0	3,8	0,1	1,3	8,6	1,7	0,3	23,7	24,1
TOTAL 1950	Culture annuelle	2 557,3	0,5	1,1	5,7	33,3	303,0	101,7	22,3	2 557,3	467,6	3 024,9
	Milieu anthropique	62,8	11,7	8,1	9,9	40,6	43,5	22,0	18,2	62,8	153,9	216,7
	TOTAL	2 620	12	9	16	74	346	124	40	2 620	622	3 242

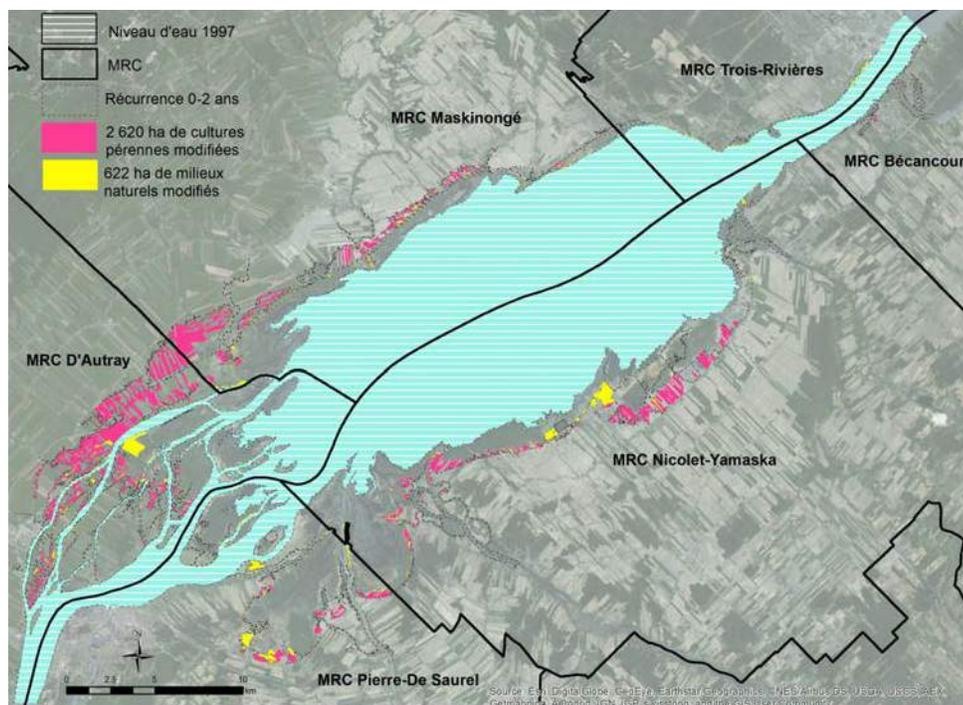


Figure 4. Cultures pérennes et milieux naturels modifiés en cultures annuelles ou en milieux anthropiques entre les années 1950 et 1997 dans la zone de récurrence de 0-2 ans de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (ajustée au niveau d'eau de 1997).

Dans la zone de récurrence de 0-2 ans, les cultures annuelles ont donc remplacé 2 557 ha de cultures pérennes et 468 ha d'habitats naturels, en particulier des prairies humides (65 %; 303 ha), présents en 1950. De même, les milieux anthropiques ont remplacé 154 ha de milieux naturels et 63 ha de cultures pérennes. Sur les 6 MRC représentées dans la zone d'étude, ce sont celles de D'Autray, de Nicolet-Yamaska et de Maskinongé qui ont affiché les plus grandes pertes d'habitats fauniques (entre 670 et 1 500 ha; tableau 5; figure 4).

Discussion

Changements de l'occupation du sol au lac Saint-Pierre

Les analyses réalisées indiquent que, durant la période étudiée, le principal changement d'occupation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre s'est produit au niveau des terres agricoles. Alors que les champs cultivés étaient en majorité composés de cultures pérennes en 1950, ils étaient dominés par des cultures annuelles en 1997. Ce constat est le même autant pour les zones de récurrence de 0-100 ans que de 0-2 ans. Les matrices de changement ont permis de confirmer que, dans la zone de récurrence de 0-2 ans, la majorité des terres occupées aujourd'hui par les cultures annuelles étaient à l'origine couvertes de cultures pérennes ($\approx 2\,500$ ha sur les 3 700 ha de cultures annuelles présentes en 1997). Au total, c'est plus de 3 200 ha d'habitats fauniques (2 600 ha de cultures pérennes et 600 ha de milieux naturels) qui ont été modifiés au profit des cultures annuelles et des milieux anthropiques.

Ce changement d'utilisation du sol dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre est le reflet de la situation observée à plus grande échelle au niveau des terres fertiles et argileuses (à fort potentiel agricole) de la plaine du Saint-Laurent. En fait, au cours des dernières décennies, les agriculteurs ont amené de tels changements dans leurs pratiques qu'une métamorphose s'est opérée tant au niveau paysager que socio-économique. La réduction du nombre de fermes et l'augmentation de leur superficie, la priorisation des monocultures à grande échelle (utilisation maximale des terres) et le confinement du bétail dans des bâtiments font partie des principales pratiques qui ont contribué à modifier le paysage agricole (Pesant et Desmarais, 2003; Ruiz et Domon, 2005; Tessier et collab., 2009). On a ainsi assisté à la disparition des

fermes traditionnelles aux paysages diversifiés composés de boisés, de pâturages, de prairies et de cultures fourragères, et à leur remplacement par des cultures annuelles de céréales (maïs, blé) et d'oléagineux (soya). Cette transition vers une agriculture plus intensive et homogène explique, entre autres, la raréfaction des pâturages (leur superficie aurait diminué de l'ordre de 80 %; Ruiz et Domon, 2005), une des composantes essentielles des paysages agricoles traditionnels du Québec (Jobin et collab., 2007; Tessier et collab., 2009).

D'autres études font état de la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles dans le sud du Québec (Ruiz et Domon, 2005; Domon et Bouchard, 2007; Jobin et collab., 2007; Latendresse et collab., 2008a,b; Rioux et collab., 2009). En outre, les données de Statistique Canada (2015) indiquent que cette tendance s'est poursuivie, dans l'ensemble du Québec après 1997, au-delà de la période couverte dans le cadre de la présente étude (diminution des cultures pérennes d'environ 5-10 % et augmentation des cultures annuelles de 25-30 %).

Impacts sur les écosystèmes et les communautés fauniques du lac Saint-Pierre

Dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre, où l'agriculture occupe une place prépondérante, l'équilibre écosystémique de ce milieu très diversifié et très productif est sérieusement affecté par les nouvelles pratiques agricoles (Tessier et collab., 2009; Théberge et collab., 2011; MERN, 2013). Outre la perte de grandes superficies de cultures

pérennes, les impacts sur les écosystèmes sont nombreux, notamment : drainage et assèchement de milieux humides, perte de milieux forestiers et autres habitats fauniques, canalisation de cours d'eau, destruction de bandes de végétation riveraine, entrave à la libre circulation du poisson, altération de la qualité de l'eau, perte de connectivité entre les habitats, perte de biodiversité et d'intégrité écologique (Gélinas et collab., 1996; Painchaud, 1999; Vachon, 2003; Ruiz et Domon, 2005; Lussier, 2010; Théberge et collab., 2011; Jobin et collab., 2013; MERN, 2013; Martineau et collab., 2014).

Les prairies humides, les friches et les cultures pérennes sont des habitats recherchés par la perchaude pour se reproduire, au printemps, puisque les tiges végétales et les tapis de végétation morte offrent un support pour les œufs lors de la période de frai. Il n'est donc pas surprenant que la perte d'habitats de reproduction associée à la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles soit considérée comme l'un des principaux facteurs responsables de l'effondrement des stocks de perchaude du lac Saint-Pierre (de la Chenelière et collab., 2014). D'ailleurs, les sols dénudés et peu végétalisés des cultures annuelles seraient systématiquement évités par les géniteurs (Benoît et collab., 1987; Mingelbier et collab., 2005). Parmi les autres facteurs responsables du déclin de la perchaude, on note les pêches sportives et commerciales, la pollution de l'eau, les espèces exotiques envahissantes, la prédation par le cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*), les changements climatiques et la régularisation du niveau d'eau (de la Chenelière et collab., 2014). L'état précaire de la population de perchaudes, un maillon important des communautés aquatiques du lac Saint-Pierre, doit être interprété comme un indicateur de la détérioration de cet écosystème exceptionnel. D'ailleurs, d'autres espèces de poissons aux préférences similaires en termes d'habitats ([grand brochet (*Esox lucius*), crapet de roche (*Ambloplites rupestris*), crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et méné à tache noire (*Notropis hudsonius*]) présentent également des signes de déclin au lac Saint-Pierre (Brodeur, 2013).

Parallèlement, il est maintenant admis que l'intensification de l'agriculture a contribué à la perte de biodiversité dans les paysages agricoles, notamment chez les oiseaux champêtres (Jobin et collab., 1994, 1996; Robert et Laporte, 1995; Lamoureux et Dion, 2014). Au Canada, l'analyse des données provenant du Relevé des oiseaux nicheurs (RON) de l'Amérique du Nord, révèle d'ailleurs un déclin significatif et à long terme de plusieurs espèces d'oiseaux champêtres (Downes et collab., 2011). Les populations de plusieurs espèces auraient ainsi diminué de moitié au cours des 4 dernières décennies et les déclins se seraient accentués au cours des dernières années (Lamoureux et Dion, 2014). Ces déclins seraient causés par la perte de grandes superficies de cultures pérennes et de prairies humides et par les coupes fourragères hâtives qui détruisent les nids lors du passage de la machinerie. Bon nombre de ces espèces sont considérées à statut précaire ([goglu des prés, sturnelle des prés, hibou des marais (*Asio flammeus*), bruant de Nelson (*Ammodramus nelsoni*), et troglodyte à bec court

(*Cistothorus platensis*]) ou ont été identifiées comme espèces prioritaires requérant des actions de conservation dans le Québec méridional (EC, 2013). La dominance des cultures annuelles dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre serait donc peu propice à ces espèces.

De plus, les travaux réalisés par Bélanger (1989) dans les milieux insulaires du tronçon fluvial du Saint-Laurent ont démontré que les prairies (en particulier les prairies hautes) sont les principaux habitats recherchés par les canards barboteurs en période de reproduction, alors que les terres cultivées figurent parmi les habitats les moins convoités (Lehoux et collab., 2003; Lehoux et Dauphin, 2004). Or, la présente étude révèle que les prairies humides (hautes et basses confondues) constituent les habitats naturels qui ont connu les plus grandes pertes au cours des dernières décennies dans la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre, principalement au profit de cultures annuelles et, dans une moindre mesure, de milieux anthropiques (≈ 350 ha perdus au total). Ces pertes d'habitats auraient donc possiblement réduit de façon significative le potentiel de recrutement des populations de sauvagine. En outre, la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles pourrait être impliquée dans le déclin de la population du canard noir (*Anas rubripes*) et son remplacement par le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) dans le sud-ouest du Québec (Maisonneuve et collab., 2006; Lepage et Bordage, 2013). Le changement des pratiques agricoles pourrait également expliquer le déclin de la population de sarcelles à ailes bleues (*Anas discors*) dans l'écozone des plaines à forêts mixtes (Fast et collab., 2011).

Conclusion

La zone littorale du lac Saint-Pierre était à l'origine couverte par une multitude d'habitats servant de site d'alimentation, de reproduction et d'alevinage à des centaines d'espèces fauniques. Toutefois, la situation actuelle de l'occupation du sol montre des signes inquiétants alors que plusieurs espèces connaissent des déclins marqués de leurs populations (p. ex. perchaude, oiseaux champêtres). Comme le mentionne de la Chenelière et collab. (2014), le rétablissement des populations fauniques, particulièrement celle de la perchaude, nécessitera des efforts considérables, en vue de conserver les habitats naturels, et de restaurer des habitats propices à la faune. L'amélioration de la qualité des habitats, particulièrement dans la zone de récurrence de 0-2 ans, devrait donc viser un retour vers une couverture du sol permanente plus propice aux espèces fauniques. La reconversion des cultures annuelles vers des cultures pérennes et la mise en place de bandes riveraines élargies permettraient, non seulement d'offrir des habitats propices à la faune, mais également de freiner les apports de sédiments et de produits de synthèse (pesticides, fertilisants) qui réduisent la qualité de l'eau des cours d'eau et affectent l'intégrité des écosystèmes du lac Saint-Pierre. Les résultats de notre étude (figure 4), couplés à ceux de de la Chenelière et collab. (2014), proposent des secteurs où des actions de restauration seraient requises dans la zone de récurrence de 0-2 ans, là où les milieux naturels et les cultures pérennes ont été modifiés.

Heureusement, plusieurs sites d'intérêt et des milieux humides d'importance situés autour du lac Saint-Pierre sont actuellement protégés ou conservés par des organismes de conservation ou des instances gouvernementales (Jobin et collab., 2013; MDDEFP, 2013; Nature Québec, 2015). Parallèlement, des efforts importants sont consentis afin de restaurer des cours d'eau et mettre en place des pratiques agricoles bénéfiques à la faune dans des secteurs clés de la plaine inondable du lac Saint-Pierre (p. ex. Saint-Barthélemy, Baie-du-Febvre). C'est par des efforts soutenus et la poursuite des initiatives existantes qu'un retour à grande échelle d'une couverture végétale propice à la faune permettra de renverser le déclin observé chez plusieurs espèces, dont la perchaude (de la Chenelière et collab. 2014).

Enfin, nos résultats ont montré des changements importants dans l'occupation du sol de la plaine inondable du lac Saint-Pierre pour la période allant de 1950 à 1997. Toutefois, les pertes d'habitats et la modification des paysages agricoles se sont poursuivies dans les années subséquentes (Latendresse et collab., 2008b; Papasodoro, 2010). Il sera bientôt possible d'obtenir une image actuelle de la répartition des habitats fauniques dans la région alors qu'une nouvelle cartographie de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent est actuellement en production dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Cette cartographie, utilisant des sources de données géospatiales récentes et de haute résolution (p. ex. cartographie détaillée des milieux humides, cartes écoforestières actualisées), devrait être disponible en 2016. Elle permettra d'actualiser nos connaissances sur la dynamique des habitats et de l'occupation du sol dans le territoire à l'étude et de raffiner l'identification des sites à restaurer. Les aspects socio-économiques des changements préconisés devront également être considérés avant leur mise en application.

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement Dominique Côté, Geneviève Richard, Martine Benoît et Benoît Landry pour leur travail dévoué lors de l'interprétation des photos aériennes et le montage de la base de données. Nous remercions également Philippe Brodeur, Marc Mingelbier, Marianne Théberge et Jean Morin pour les échanges et le partage d'informations sur la situation des écosystèmes du lac Saint-Pierre. Enfin, nous remercions Josée De Guise, Luc Bélanger et Daniel Robitaille pour leur soutien tout au long du projet. Ce projet a été financé par Environnement Canada et par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. ◀

Références

- BÉLANGER, L., 1989. Potentiel des îles du Saint-Laurent dulcicole pour la sauvagine et plan de protection. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec, 71 p.
- BENOÎT, J., R. BERGERON, J.-C. BOURGEOIS, S. DESJARDINS et J. PICARD, 1987. Les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre : synthèse des connaissances. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, Québec, ix + 123 p.
- BRODEUR, P., 2013. État des stocks et gestion de la perchaude au lac Saint-Pierre et dans le tronçon Bécancour-Batiscan. Atelier sur la faune aquatique, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 19-21 février 2013, Québec, 2 p.
- COOPÉRATIVE DE SOLIDARITÉ DE LA RÉSERVE DE LA BIOSPHERE DU LAC-SAINT-PIERRE, 2012. Réserve de la Biosphère du Lac-Saint-Pierre. Disponible en ligne à : <http://www.biospherelac-st-pierre.qc.ca>. [Visité le 15-05-17].
- DE LA CHENELIÈRE V., P. BRODEUR et M. MINGELBIER, 2014. Restauration des habitats du lac Saint-Pierre: un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le Naturaliste canadien*, 138 (2) : 50-61.
- DOMON, G. et A. BOUCHARD, 2007. The landscape history of Godmanchester (Quebec, Canada): Two centuries of shifting relationships between anthropic and biophysical factors. *Landscape Ecology*, 22 : 1201-1214.
- DOWNES, C., P. BLANCHER et B. COLLINS, 2011. Landbird trends in Canada, 1968-2006. *Canadian Biodiversity: Ecosystem Status and Trends 2010*, Technical Thematic Report n° 12, Canadian Councils of Resource Ministers, Ottawa, x + 94 p.
- EC (ENVIRONNEMENT CANADA), 2013. Stratégie de conservation des oiseaux pour la région de conservation des oiseaux 13 de la région du Québec : plaine du Saint-Laurent et des lacs Ontario et Érié. Service canadien de la faune, Environnement Canada, Québec, 156 p. + annexes.
- FAST, M., B. COLLINS et M. GENDRON, 2011. Tendances des populations reproductrices de sauvagine au Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 8. Conseils canadiens des ministres des ressources, Ottawa, vi + 42 p.
- GÉLINAS, N., C. MAISONNEUVE et L. BÉLANGER, 1996. La bande riveraine en milieu agricole : importance pour les micro-mammifères et l'herpétofaune. *Revue de littérature*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Québec, 47 p.
- GIGNAC, H. et N. GARIÉPY, 2000. L'archipel du lac Saint-Pierre : terre d'eau. *Continuité*, 85 : 35-37.
- ICOAN (Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord), 2012. État des populations d'oiseaux au Canada, 2012. Environnement Canada, Ottawa, 36 p.
- JOBIN, B., J.-L. DESGRANGES, N. PLANTE et C. BOUTIN, 1994. Relations entre la modification du paysage rural, les changements de pratique agricole et les fluctuations des populations d'oiseaux champêtres du sud du Québec (Plaine du Saint-Laurent). Gauthier et Guillemette consultants inc., pour Environnement Canada. Série de rapports techniques n° 191, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, xi + 95 p. + annexes + supplément.
- JOBIN, B., J.-L. DESGRANGES et C. BOUTIN, 1996. Population trends in selected species of farmland birds in relation to recent developments in agriculture in the St. Lawrence Valley. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 57 : 103-116.
- JOBIN, B., C. LATENDRESSE, C. MAISONNEUVE, A. SEBBANE et M. GRENIER, 2007. Changements de l'occupation du sol du sud du Québec pour la période 1993-2001. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 112 p. + annexes.
- JOBIN B., R. LANGEVIN, M. ALLARD, S. LABRECQUE, D. DAUPHIN, M. BENOIT et P. AQUIN, 2013. Évaluation d'une approche d'analyse du paysage pour planifier la conservation des habitats des oiseaux migrateurs et des espèces en péril dans l'écozone des Plaines à forêts mixtes : étude de cas au lac Saint-Pierre. Série de rapports techniques n° 527, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 74 p. + annexes.
- LAMOUREUX, S. et C. DION, 2014. Stratégies de protection des oiseaux champêtres en région dominée par une agriculture intensive (Partie I: Espèces et régions prioritaires, revue des programmes étrangers). Regroupement QuébecOiseaux, Montréal, 71 p.

- LATENDRESSE, C., B. JOBIN, A. BARIL, C. MAISONNEUVE, C. BOUTIN et D. CÔTÉ, 2008a. Dynamique spatio-temporelle des habitats fauniques dans l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, 1950-1997. Série de rapports techniques n° 494, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 83 p. + annexes.
- LATENDRESSE, C., B. JOBIN, C. MAISONNEUVE, A. SEBBANE et M. GRENIER, 2008b. Changements de l'occupation du sol dans le Québec méridional entre 1993 et 2001. *Le Naturaliste canadien*, 132 (1): 14-23.
- LEHOUX, D. et D. DAUPHIN, 2004. La sauvagine et les niveaux d'eau dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et les milieux insulaires de la portion dulcicole du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Québec, 21 p.
- LEHOUX, D., L. BÉLANGER, L.-G. DE REPENTIGNY et J.-C. BOURGEOIS, 1995. La sauvagine et les oiseaux de rivage le long du Saint-Laurent. Dans: GAUTHIER, J. et Y. AUBRY (sous la direction de). Les oiseaux nicheurs du Québec: Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal, p. 1207-1213.
- LEHOUX, D., D. DAUPHIN, O. CHAMPOUX, J. MORIN et G. LÉTOURNEAU, 2003. Impact des fluctuations des niveaux d'eau sur les canards barboteurs en reproduction dans le tronçon lac Saint-Louis/lac Saint-Pierre (utilisation des données d'habitats) (rapport final). Environnement Canada, Service canadien de la faune, Service météorologique du Canada et Centre Saint-Laurent, Québec, ix + 65 p. + annexes.
- LEPAGE, C. et D. BORDAGE (sous la direction de), 2013. État des populations de sauvagine du Québec, 2009. Série de rapports techniques n° 525, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, xiii + 250 p.
- LUSSIER, C., 2010. Bandes riveraines en milieu agricole – Bassin versant de la rivière aux Brochets. Agroforesterie appliquée. Coopérative de Solidarité du bassin versant de la Rivière-aux-Brochets, Bedford, 24 p. + tableaux + cartes + photos.
- MAGNAN, P., Y. MAILHOT et P. DUMONT, 2008. État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2007 et efficacité du plan de gestion de 2005. Comité avisier scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Trois-Rivières, iv + 28 p. + annexes.
- MAISONNEUVE, C., L. BÉLANGER, D. BORDAGE, B. JOBIN, M. GRENIER, J. BEAULIEU, S. GABOR et B. FILION, 2006. American black duck and mallard breeding distribution and habitat relationships along a forest-agriculture gradient in southern Québec. *Journal of Wildlife Management*, 70: 450-459.
- MARTINEAU, I., F. BOIVIN et É. LÉGER, 2014. À chacun sa bande. Guide des bandes riveraines en milieu agricole. Club-conseil Gestrie-Sol, Granby, 23 p.
- MDDEFP (MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS), 2013. Le lac Saint-Pierre: un joyau à restaurer. MDDEFP, Québec, 28 p.
- MERN (MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES), 2013. Gros plan sur le Centre-du-Québec: restauration et suivi d'habitats aquatiques en milieu agricole. Disponible en ligne à: <https://www.mern.gouv.qc.ca/centre-du-quebec/region/projets-suivi-aquatique.jsp>. [Visité le 15-06-04].
- MINGELBIER, M., P. BRODEUR et J. MORIN, 2005. Recommandations concernant les poissons et leurs habitats dans le Saint-Laurent fluvial et évaluation des critères de régularisation du système lac Ontario – Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 141 p.
- MINGELBIER, M., Y. REYJOL, P. DUMONT, Y. MAILHOT, P. BRODEUR, D. DESCHAMPS et C. CÔTÉ, 2008. Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 8 p.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD, 2000. Les bases de la modélisation du tronçon Montréal/Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC Québec – Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy, 57 p.
- NATURE QUÉBEC, 2015. Le quatuor des ZICO du lac Saint-Pierre et de son archipel. Disponible en ligne à: <http://www.naturequebec.qc.ca/Zico/Article.aspx?aid=6211>. [Visité le 15-05-28].
- PAINCHAUD, J., 1999. La production porcine et la culture du maïs. Impacts potentiels sur la qualité de l'eau. *Le Naturaliste canadien*, 123 (1): 41-46.
- PAPASODORO, C., 2010. Cartographie de l'évolution spatio-temporelle des pertes de milieux naturels dans la région de Lanaudière, pour le secteur des Basses-terres du Saint-Laurent, de 1994 à 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Repentigny, 30 p.
- PESANT, Y. et C. DESMARAIS, 2003. Agriculture et paysage: multifonctionnalité et écoconditionnalité. Rapport de la mission effectuée en France dans les régions de l'Auvergne et de la vallée de la Loire entre le 12 et le 22 octobre 2003. MAPAQ, Direction régionale de la Montérégie, secteur est, et Direction régionale du Centre-du-Québec, Saint-Hyacinthe, 99 p.
- RICHARD, G., D. CÔTÉ, M. MINGELBIER, B. JOBIN, J. MORIN et P. BRODEUR, 2011. Utilisation du sol dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent) durant les périodes 1950, 1964 et 1997: interprétation de photos aériennes, numérisation et préparation d'une base de données géoréférencées. Rapport technique préparé pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune et Environnement Canada, Québec, 42 p.
- RIOUX, S., C. LATENDRESSE, B. JOBIN, A. BARIL, C. MAISONNEUVE, C. BOUTIN et D. CÔTÉ, 2009. Dynamique des habitats fauniques dans les Basses-terres du Saint-Laurent de 1950 à 1997. *Le Naturaliste canadien*, 133 (2): 20-28.
- ROBERT, M. et P. LAPORTE, 1995. Rapport sur la situation de la pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) au Québec. Série de rapports techniques n° 243, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 61 p.
- RUIZ, J. et G. DOMON, 2005. Paysages de l'agriculture en mutation. Dans: POUILLAOUËC-GONIDEK, P., G. DOMON et S. PAQUETTE (édit.). Paysages en perspective. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, p. 47-97.
- STATISTIQUE CANADA, 2015. Estimation de la superficie, du rendement, de la production et du prix moyen à la ferme des principales grandes cultures, en unités métriques. Tableau 001-0010. Disponible en ligne à: <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/pick-choisir?lang=fra&p2=33&id=0010010>. [Visité le 15-06-04].
- TESSIER, A., F. ST-ONGE et S. GARIÉPY, 2009. Le paysage rural au Québec: enjeux agricoles et solutions agroforestières. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et Agriculture et Agroalimentaire Canada, Québec, vi + 124 p.
- THÉBERGE, M., P. BRODEUR et R. DUMAS, 2011. Protocole d'évaluation de l'impact des pratiques agricoles dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre et des bénéfices de l'aménagement des cours d'eau sur l'habitat du poisson. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Trois-Rivières, 14 p. + annexes.
- THE RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2014. Lac Saint-Pierre. Service d'information sur les Sites Ramsar. Disponible en ligne à: <https://rsis.ramsar.org/fr/ris/949>. [Visité le 15-06-04].
- VACHON, N., 2003. L'envasement des cours d'eau: processus, causes et effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés dont le chevalier cuirré (*Moxostoma hubbsi*). Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-13, vi + 49 p.

Absence d'amphibiens dans la péninsule d'Ungava ?

Christian Fortin, Christine Martineau et Joël Poirier

Résumé

Dans le cadre d'une étude d'impact environnemental et social, un inventaire d'amphibiens a été réalisé, en juin 2008, à l'extrémité nordique de la péninsule d'Ungava, au Nunavik. Aucun amphibien n'a été capturé ou observé et aucun chant de reproduction n'a été entendu, malgré des conditions d'inventaire propices. Ces résultats ainsi que les autres sources d'informations consultées suggèrent l'absence d'amphibiens à la hauteur de l'aire d'étude. Des hypothèses sont proposées pour expliquer cette apparente absence.

MOTS CLÉS : anoures, inventaire, Nunavik, Nord-du-Québec, salamandres

Abstract

An amphibian survey was conducted at the northern tip of the Ungava Peninsula (Nunavik, Québec) in June 2008 as part of an environmental and social impact assessment. Despite favourable survey conditions, no amphibians were seen, heard or caught. These results, coupled with information from other sources, suggest that amphibians do not occur this far north in the province. Hypotheses are proposed to explain this apparent absence.

KEYWORDS: anurans, Nord-du-Québec, Nunavik, salamanders, survey

Introduction

L'herpétofaune du Nord-du-Québec a fait l'objet de quelques inventaires ciblés au cours des années 2000, lesquels ont contribué à préciser l'aire de répartition de plusieurs espèces d'amphibiens (Fortin, 2005; Fortin et Ouellet, 2005; Ouellet et collab., 2009; Desroches et collab., 2010). Ces études ont été réalisées à la Baie-James ou sur la Côte-Nord, des territoires situés au sud du 55° parallèle. Plus au nord, l'herpétofaune est particulièrement méconnue, car l'accès y est difficile. En conséquence, les connaissances disponibles sur ce groupe d'espèces ne reposent que sur des mentions anecdotiques, dont plusieurs sont antérieures à 1960 (Hildebrand, 1949; Patch, 1949; Gabrielson et Wright, 1951; Harper, 1956; Bleakney, 1954, 1958; Logier et Toner, 1961).

La péninsule d'Ungava, localisée à l'extrémité nord-ouest du Québec, a tout particulièrement été négligée par les herpétologistes, bien qu'involontairement. La limite méridionale de cette péninsule correspond à la vallée de la rivière aux Feuilles, où se situe approximativement la limite nordique de la toundra forestière. La littérature actuelle suggère l'absence d'amphibiens à ces latitudes (Desroches et Rodrigue, 2004), bien qu'aucun inventaire spécifique et ciblé n'ait été réalisé, à notre connaissance, dans cette région. Bleakney (1958: 75) situe la limite nordique approximative des amphibiens à la hauteur des rivières aux Mélézes et Koksoak, situées à environ 480 km au sud de l'aire d'étude.

C'est dans ce contexte que la présente étude a été réalisée. Celle-ci visait à vérifier la présence d'amphibiens à l'intérieur de la zone identifiée pour la réalisation de l'étude d'impact environnemental et social du projet de développement de nouvelles mines souterraines sur la propriété de Mine Raglan.

Aire d'étude

Limites de l'aire d'étude

La propriété de Mine Raglan est localisée au nord du 61° parallèle, à environ 90 km à l'ouest du village de Kangiqsujuaq et à 115 km au sud-est du village de Salluit (figure 1). L'aire d'étude comporte principalement 2 parties, soit la sous-zone de la propriété de Mine Raglan et la sous-zone du corridor routier. La sous-zone de la propriété Raglan, d'une superficie de 693 km², correspond essentiellement au contour de la propriété de Mine Raglan. La sous-zone du corridor routier, quant à elle, couvre une bande de 2,5 km de largeur de part et d'autre de la route reliant Katinnik aux installations maritimes de la baie Déception, soit une superficie de 409 km². Des stations d'inventaire ont aussi été positionnées en dehors de l'aire d'étude principale, soit à proximité des lacs Duquet, François-Malherbe et Watts (figure 2). À ces endroits, on trouve un microclimat particulièrement favorable au développement d'habitats susceptibles d'être utilisés par des amphibiens.

Description de l'aire d'étude

La péninsule d'Ungava constitue un immense plateau rocheux dénudé, incliné vers l'ouest et formé de basses collines. L'altitude dépasse 600 m à quelques endroits et s'abaisse tranquillement jusqu'à la baie Déception, laquelle présente un littoral plutôt abrupt et découpé (figure 3). Cette région

Christian Fortin et Christine Martineau sont biologistes chez SNC-Lavalin inc. alors que Joël Poirier est technicien de la faune contractuel.

Christian.Fortin@snclavalin.com

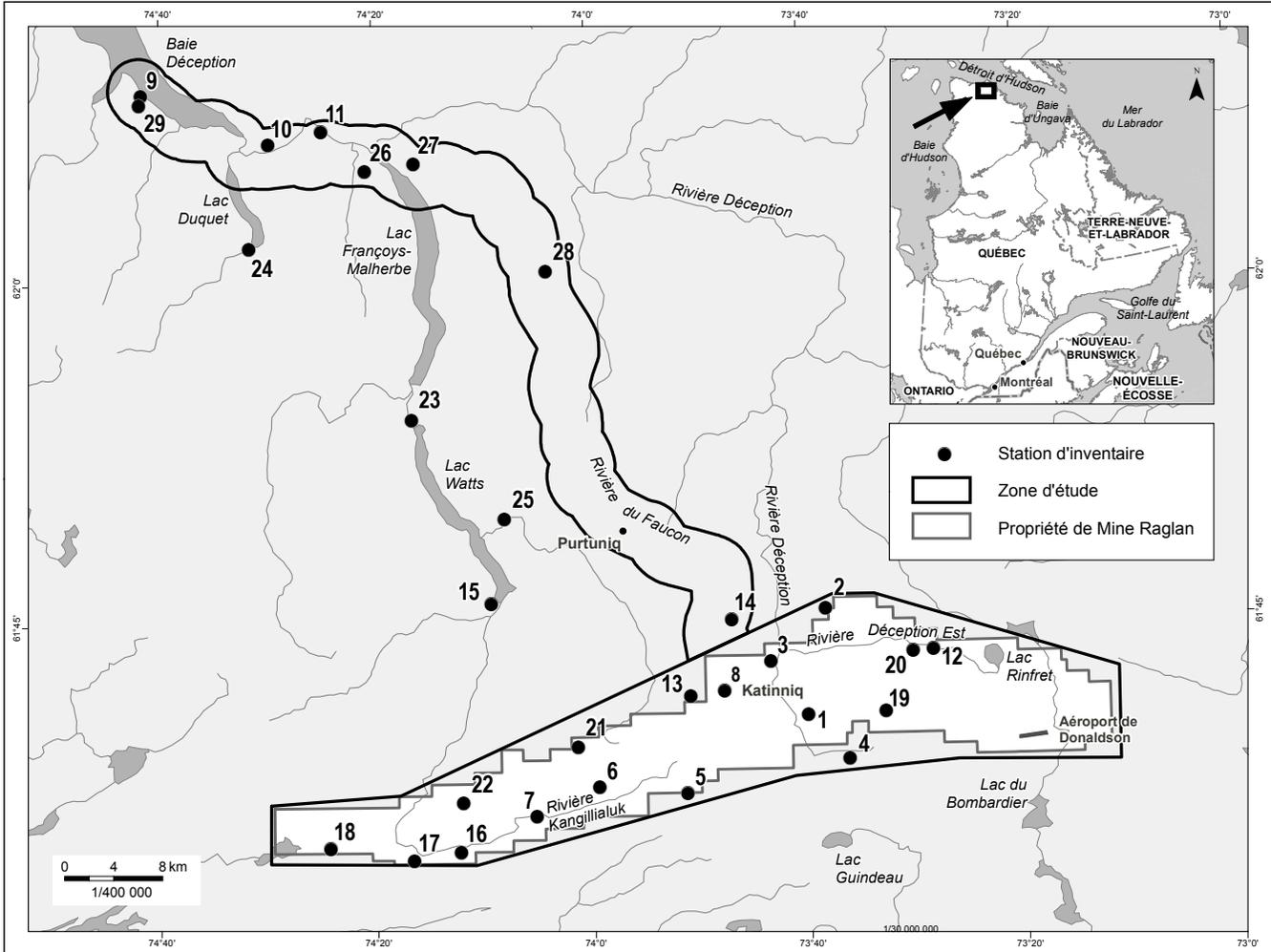


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude et des stations d'inventaire des amphibiens, Nunavik, Québec.



Christine Martineau

Figure 2. Les vallées associées aux lacs François-Malherbe et Watts présentent des microclimats parmi les plus riches et diversifiés de la région d'étude.



Christian Fortin

Figure 3. Vue de la baie Déception et des milieux riverains limitrophes, Nunavik, Québec.



Figure 4. Les arbustiaies sont rares au Nunavik à ces latitudes (61-62 °N) et plutôt confinées dans les principales vallées.

Christian Fortin

(février) est de $-26,5^{\circ}\text{C}$. Le gel au sol perdure pendant environ 270 jours.

L'aire d'étude touche au domaine bioclimatique le plus nordique du Québec, soit la toundra arctique herbacée (Gouvernement du Québec, 2015). En raison du climat très rigoureux, les arbres sont absents et les arbustes sont rares, de petite taille et confinés dans des vallées bien abritées (figure 4). Les dénudés secs, qui présentent une végétation extrêmement disséminée sur de la roche en place et des tills rocheux, couvrent la majeure partie de la sous-zone de la propriété de Mine Raglan. Les cypéracées et les graminées se mêlent aux mousses et aux lichens où les dépôts le permettent, mais le roc et le sol minéral dénudé dominent le paysage. Aux extrémités est et ouest de la propriété minière, on trouve de faibles recouvrements



Figure 5. Les milieux humides sont abondants dans l'aire d'étude. Ici, un étang peu profond.

Christian Fortin

de muscinaies dominées par les mousses et les lichens, des prairies dominées par des herbacées, ainsi que quelques fens minces et uniformes. Ces différents types de végétation sont de plus en plus abondants à mesure que l'altitude diminue vers la baie Déception, au nord. Les prairies y gagnent également en diversité et en densité. On y trouve aussi quelques étroits marais d'eau douce, sur les rives de petits lacs, ou d'eau salée, sur le littoral de la baie Déception. Les cours d'eau de l'aire d'étude présentent des rivages dégarnis de toute végétation et ne supportent aucune végétation aquatique.

Les habitats propices aux anoues comprennent les étangs, les mares, les marais, les tourbières ainsi que les rives des lacs d'eau douce (figures 5 et 6). Les cours d'eau, notamment ceux présentant des rives pierreuses, sont potentiellement favorables aux salamandres de ruisseaux (figure 7).

Méthodes

L'inventaire de l'herpétofaune s'est déroulé du 11 au 21 juin 2008. Vingt-neuf stations d'inventaire ont fait l'objet de recherches par un herpétologiste (figure 1; tableau 1). De plus, 2 ornithologues réalisant un inventaire d'oiseaux de façon concomitante étaient aussi susceptibles de voir des amphibiens ou d'entendre leurs chants de reproduction. La sélection des stations visait à être représentative des différents types d'habitats de l'aire d'étude, tout en privilégiant les habitats qui présentaient le plus de potentiel de présence. Six types d'habitats ont été échantillonnés (tableau 1), soit des rivières (5 stations), des ruisseaux (3), des prairies humides (9), des mares (5), des étangs (5) et des lacs (2).

est incluse dans la sous-zone du Bas-Arctique et appartient à la province naturelle de la péninsule d'Ungava, selon le cadre écologique de référence du Québec (Li et Ducruc, 1999). Cette province est occupée dans sa majeure partie par du pergélisol continu et possède le climat le plus rigoureux du Québec, soit un climat de type polaire semi-aride où la saison de croissance est très courte. La température moyenne annuelle dans la région est de $-9,8^{\circ}\text{C}$ (New et collab., 2002). Le mois le plus chaud (juillet) présente une température moyenne de $6,2^{\circ}\text{C}$, alors que la température moyenne du mois le plus froid

Tableau 1. Description des stations et des conditions d'inventaire, Nunavik, Québec, juin 2008.

N° station	Latitude (dms)	Longitude (dms)	Habitat aquatique	Date (2008)	Altitude (m)	Heure	Température air (°C)	Température eau (°C)	Vent	Couverture nuageuse
1	61 40 50,2	73 40 00,6	Rivière	11 juin	527	18:25	0		Faible	Ensoleillé
2	61 45 31,7	73 38 16,1	Prairie humide	13 juin	552	17:10	7		Faible	Ensoleillé
3	61 43 13,9	73 43 23,8	Mares	13 juin	483	18:00	7		Faible	Ensoleillé
4	61 38 53,0	73 36 15,0	Prairie humide	14 juin	586	17:30	3		Fort	Couverture à 100%
5	61 37 27,7	73 51 19,5	Prairie humide	15 juin	569	16:07	12	6	Faible	Couverture à 90%
6	61 37 47,3	73 59 26,6	Prairie humide	15 juin	566	17:37	13	8	Nul	Couverture à 90%
7	61 36 32,3	74 05 16,4	Rivière	15 juin	534	18:47	13	10	Faible	Couverture à 100%
8	61 41 56,8	73 47 43,7	Prairie humide	16 juin	570	7:40	10	9	Faible	Couverture à 100%
9	62 08 23,4	74 41 38,2	Ruisseau	16 juin	31	12:47	14	10	Faible	Ensoleillé
10	62 06 13,8	74 29 42,4	Étangs	16 juin	17	15:00	14	24	Moyen	Ensoleillé
11	62 06 46,4	74 24 42,9	Étangs	16 juin	40		20	25	Faible	Ensoleillé
12	61 43 38,0	73 28 18,5	Rivière	17 juin	567	9:52	9	4	Faible	Couverture à 100%
13	61 41 44,2	73 50 53,8	Mares	17 juin	570	10:35	9	5	Faible	Couverture à 100%
14	61 45 04,3	73 46 59,3	Ruisseau	17 juin	537	11:02	8	10	Faible	Couverture à 100%
15	61 45 54,2	74 09 15,6	Étangs	18 juin	54		15	19	Faible	Ensoleillé
16	61 35 00,1	74 12 18,9	Prairie humide	18 juin	511	10:30	11	15	Moyen	Couverture à 30%
17	61 34 39,9	74 16 38,9	Rivière	18 juin	508	11:30	14	6	Faible	Ensoleillé
18	61 35 12,8	74 24 23,0	Étang	18 juin	522	14:00	17	15	Moyen	Ensoleillé
19	61 40 56,4	73 32 50,0	Prairie humide	19 juin	570	9:05	11	10	Faible	Couverture à 90%
20	61 43 34,2	73 30 13,6	Mares	19 juin	587	9:58	13	10	Moyen	Couverture à 60%
21	61 39 33,6	74 01 24,3	Lac	19 juin	583	11:00	14	7	Moyen	Couverture à 60%
22	61 37 09,9	74 12 03,6	Étang	19 juin	586	11:45	19		Moyen	Couverture à 40%
23	61 54 03,4	74 16 30,4	Lac	19 juin	62	13:50	22	16	Faible	Ensoleillé
24	62 01 38,8	74 31 33,9	Ruisseau	19 juin	17	16:40	25	11	Faible	Ensoleillé
25	61 49 38,1	74 07 56,9	Rivière	20 juin	40	13:00	22	13	Faible	Ensoleillé
26	62 05 01,5	74 20 41,3	Mares	20 juin	66	13:50	23	29	Faible	Ensoleillé
27	62 05 21,2	74 16 03,9	Prairie humide	20 juin	134	14:30	23	27	Faible	Ensoleillé
28	62 00 31,4	74 03 49,8	Prairie humide	21 juin	462	9:20	20	17	Nul	Couverture 50%
29	62 08 00,0	74 41 49,1	Mares	21 juin	163	11:10	20	20	Nul	Couverture 50%



Christine Martineau

Figure 6. Les milieux riverains de l'aire d'étude présentent une diversité d'habitats potentiellement propices aux amphibiens. Ici, on remarque des zones de courant, des eaux mortes, des étangs et des mares.



Christian Fortin

Figure 7. Plusieurs ruisseaux de l'aire d'étude présenteraient des habitats potentiellement propices aux salamandres de ruisseaux.

L'effort d'échantillonnage correspondait à environ 30 min de recherche active à chacune des stations. Comparativement à des habitats similaires situés dans la forêt boréale ou la taïga, la bordure des différents plans d'eau et cours d'eau localisés dans la zone d'étude était simple d'approche et ces milieux pouvaient s'échantillonner beaucoup plus facilement en raison de l'absence d'arbustives riveraines développées et de milieux forestiers. Cette particularité faisait en sorte que le bruit occasionné par les déplacements de l'observateur était minime et que celui-ci avait une visibilité optimale des plans d'eau, ce qui aurait facilité l'observation éventuelle d'amphibiens ou d'indices de présence. En conséquence, le temps moyen nécessaire pour inventorier adéquatement une station donnée était inférieur au temps moyen nécessaire pour inventorier des habitats similaires localisés dans des régions plus méridionales.

L'équipe accédait aux stations en hélicoptère. Pour cette raison, toutes les stations ont été inventoriées pendant le jour (généralement entre 9 h et 19 h; tableau 1). Les journées plus froides étaient consacrées à la recherche de salamandres de ruisseaux ainsi que de masses d'œufs d'anoures et de salamandres. Les journées plus chaudes visaient principalement la recherche active d'anoures (juvéniles et adultes) et l'écoute des chants de reproduction.

La recherche des espèces a eu lieu dans les milieux humides et les milieux terrestres adjacents à chacune des stations (rayon maximum de 300 m à partir des milieux humides; Semlitsch et Bodie, 2003). Les salamandres de ruisseaux ont fait l'objet de recherches actives le long des cours d'eau (ruisseaux et rivières). Plusieurs roches étaient alors soulevées à la recherche de juvéniles et d'adultes. Pour les anoures (grenouilles, crapauds, rainettes) et les salamandres terrestres, les rives des plans d'eau (mares, étangs, prairies humides, lacs) ont été parcourues à la recherche de larves, de juvéniles, d'adultes et de masses d'œufs.

Les anoures ont aussi été échantillonnés à l'aide de la technique de l'écoute des chants de reproduction (Scott et Woodward, 1994). Chaque station a fait l'objet d'une écoute. La durée d'écoute était variable, mais elle était au minimum de 15 min. En plus de l'herpétologiste, les 2 ornithologues étaient aussi susceptibles d'entendre des amphibiens.

Les coordonnées géographiques de chaque station ainsi que son altitude ont été enregistrées à l'aide d'un GPS. Les températures de l'eau et de l'air ont, quant à elles, été mesurées à l'aide d'un thermomètre au mercure. La vitesse du vent ainsi que la couverture nuageuse ont aussi été estimées (tableau 1).

Résultats

Conditions d'inventaire

Au moment des travaux, la neige était complètement fondue dans la partie nord de l'aire d'étude (secteur de la baie Déception). La neige était pratiquement disparue dans les hauts plateaux de la partie sud, à l'exception de certains rivages de cours d'eau et de dépressions locales. Les conditions d'inventaire ont été bonnes, voire excellentes lors de certaines journées

(tableau 1). La température de l'air était supérieure à 10°C au cours de 6 des 10 journées d'inventaire. Elle a même dépassé 20°C lors de 4 journées. Ces journées chaudes et ensoleillées ont permis l'atteinte de températures élevées de l'eau, conditions favorables à l'écoute des chants des anoures. La température de l'eau a été supérieure à 10°C pour 17 stations. Les conditions d'écoute n'ont toutefois pas été propices à certaines stations; il était trop tôt dans la journée ou la température de l'eau était trop froide. Le mois de juin est une période idéale pour l'écoute des anoures dans le Nord québécois. Dans les régions nordiques, toutes les espèces potentielles d'anoures se reproduisent tôt en saison, pendant ou quelque temps après la fonte des neiges (Desroches et Rodrigue, 2004). Bien que l'écoute des anoures soit généralement optimale en soirée, ceux-ci peuvent aussi être entendus le jour si la température de l'eau est suffisamment élevée (Fortin et Ouellet, 2005; Ouellet et collab., 2009).

Absence apparente d'amphibiens

Nous n'avons observé aucune espèce d'amphibien, bien que l'aire d'étude présente de nombreux habitats potentiels d'intérêt pour les amphibiens et que les conditions d'inventaire fussent bonnes lors de plusieurs journées. De même, aucun anoure n'a été entendu et aucune masse d'œufs d'amphibien n'a été détectée.

Discussion

Bien que l'on ne soit pas en mesure de prouver l'absence d'une espèce, les résultats de la présente étude ainsi que les autres sources d'informations consultées suggèrent l'absence d'amphibiens à la hauteur de l'aire d'étude. Ces résultats sont en accord avec ceux issus des entrevues réalisées auprès des Inuits de Kangiqsujuaq et de Salluit, qui mentionnent l'absence d'amphibiens dans l'aire d'étude (Fortin, 2008). Comme l'aire d'étude est localisée dans la partie nord de la péninsule d'Ungava, les résultats ne s'appliquent pas à la partie méridionale de cette péninsule. Ainsi, il est possible que la limite nordique de certaines espèces (grenouille des bois, *Lithobates sylvaticus*; grenouille du Nord, *Lithobates septentrionalis*; crapaud d'Amérique, *Anaxyrus americanus*) atteigne par exemple la vallée de la rivière aux Feuilles, laquelle est bordée par la toundra forestière.

Mention la plus nordique

Selon les connaissances actuelles, la grenouille des bois est l'amphibien dont la limite nordique de l'aire de répartition atteint les latitudes les plus élevées au Québec, soit légèrement au-delà du 58^e parallèle. Les mentions validées proviennent toutes des environs de Kuujuaq, anciennement nommé Fort Chimo (Hildebrand, 1949; Patch, 1949; Gabrielson et Wright, 1951; Bleakney, 1954; Harper, 1956). D'autres mentions sont rapportées à des latitudes plus nordiques, soit à Natsitok (Hantzsch, 1931) et à George River (actuellement Kangiqsualujuaq; Hildebrand, 1949), mais aucun spécimen n'avait alors été collecté; ces mentions demeurent donc non validées (Bleakney, 1954). Par ailleurs, Bleakney (1954) rapporte

que les Inuits rencontrés lors de son expédition de 1952, réalisée entre Fort Chimo et Port Burwell, lui ont mentionné la présence de grenouilles à George River. Toutefois, aucune source de nature scientifique ne rapporte de mention, validée ou non, pour la péninsule d'Ungava. Les occurrences de grenouille des bois à Kuujuaq seraient donc les mentions validées d'amphibiens les plus près de notre aire d'étude. Au Canada, l'aire de répartition de la grenouille des bois est celle qui atteint les plus hautes latitudes parmi l'ensemble des amphibiens, dépassant même le cercle arctique le long de la vallée boisée du fleuve Mackenzie (Cook, 1984). En général, la répartition nordique de cet anoure coïncide avec la limite des arbres.

Facteur limitant la répartition nordique

À l'automne, la grenouille des bois recherche des abris à la surface du sol, en s'enfouissant sous des roches ou dans la litière humide. Bien que la couverture de neige puisse agir comme isolant et maintenir une température relativement stable, ces sites d'hibernation peuvent rencontrer des températures inférieures à zéro. Le gel déclenche alors, chez la grenouille des bois, l'accumulation rapide de substances cryoprotectrices, comme le glucose. Ces substances protègent les tissus des dommages normalement occasionnés par le gel en prévenant la formation de glace à l'intérieur des cellules (Storey et Storey, 1984). C'est la raison pour laquelle la grenouille des bois est considérée comme une espèce tolérante au gel: l'animal « protège » la phase liquide du cytoplasme mais « permet » le gel extracellulaire (Storey et Storey, 1996). La température létale inférieure de la grenouille des bois serait, dans les conditions naturelles observées en Alaska, aussi basse que -18°C (Larson et collab., 2014). Cette particularité physiologique permettrait à cette grenouille de demeurer gelée pendant au moins 7 mois, et de survivre. La température minimale en hiver ne semble pas le principal facteur limitant la répartition nordique de la grenouille des bois (Larson et collab., 2014).

La limite nordique de cette espèce serait plutôt déterminée par d'autres facteurs abiotiques, comme la température moyenne de l'eau des étangs de reproduction (Herreid et Kinney, 1967; Cook, 1968; Martof et Humphries, 1969; Larson et collab., 2014). La croissance des larves dépend de la température (Herreid et Kinney, 1967). Par conséquent, une faible température moyenne des étangs pourrait ralentir le développement larvaire au point de ne pas permettre aux larves de se métamorphoser avant le gel des étangs. Certaines espèces, comme la grenouille du Nord, passent l'hiver à l'état larvaire, mais les têtards de la grenouille des bois ne sont pas reconnus pour hiverner (Cook, 1968). À cet effet, et basé sur ses observations de têtards dans la région de Kuujuaq en septembre 1948, Hildebrand (1949:172) conclut: « *Unfavorable summer temperatures might result in the entire yearly tadpole population not metamorphosing in its first summer.* »

Un état de référence à préciser

D'autres inventaires dédiés spécifiquement aux amphibiens sont requis au Nunavik afin d'augmenter nos connaissances sur ce groupe d'espèces, particulièrement dans le contexte des changements climatiques. De tels travaux établissent un état de référence nécessaire pour les futures analyses. En effet, au Québec, et notamment dans le Nord, des hausses marquées des températures annuelles sont projetées, accompagnées d'une forte réduction du nombre annuel de jours de gel (Ouranos, 2014). Ce réchauffement climatique pourrait améliorer les conditions présentes à la limite nord de l'aire de répartition de plusieurs espèces et provoquer un « glissement » vers le nord de certaines aires de répartition (Berteaux, 2014). Des impacts des changements climatiques sur les amphibiens ont déjà été documentés, dont un avancement dans la phénologie printanière (p. ex., la date des premiers chants de reproduction: Corn, 2005; Parmesan, 2006; Deutsch et collab., 2008; Blaustein et collab., 2010; McCaffery et Maxell, 2010; Todd et collab., 2011; Li et collab., 2013). Toutefois, les preuves pour appuyer l'hypothèse d'un déplacement des aires de répartition des amphibiens vers les pôles, consécutif à un réchauffement climatique, sont présentement manquantes (Li et collab., 2013).

Dans ce contexte, les futures études portant sur l'herpétofaune nordique devraient viser à préciser les limites nordiques de répartition des différentes espèces, à vérifier si leur utilisation des habitats diffère de celle des populations plus méridionales, à circonscrire leur phénologie (dates de reproduction et de ponte, durée du stade larvaire) et à localiser les populations isolées. Ces informations seront nécessaires pour assurer la conservation de l'herpétofaune nordique (Slough et Mennell, 2006) dans le contexte où le Nord québécois est appelé à se développer (Gouvernement du Québec, 2014).

Remerciements

Ce projet a pu se concrétiser grâce à l'appui logistique et financier de Mine Raglan. Nous tenons à remercier Denis Bouchard, Alain Chouinard, Marie-Ève Côté, Mélanie Côté, Jean-Noël Duff, Charline Gingras, Hélène Sénéchal et Jean-François Verret pour leurs contributions respectives. Nous remercions également Michel Crête et Marc J. Mazerolle pour leurs commentaires sur la version préliminaire du texte. ◀

Références

- BERTEAUX, D., N. CASAJUSET et S. DE BLOIS, 2014. Changements climatiques et biodiversité du Québec. Presses de l'Université du Québec, Québec, 169 p.
- BLAUSTEIN, A.R., S.C. WALLS, B.A. BANCROFT, J.J. LAWLE, C.L. SEARLE et S.S. GERVASI, 2010. Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. *Diversity*, 2 : 281-313. doi:10.3390/d2020281.
- BLEAKNEY, S., 1954. Range extensions of amphibians in eastern Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 68 : 165-171.
- BLEAKNEY, S., 1958. A zoogeographical study of the amphibians and reptiles of eastern Canada. National Museum of Canada, Bulletin 155, Biological Series 54, Ottawa, 119 p.
- COOK, F.R., 1968. Reptiles and amphibians. Dans : C.S. BEALS (édit.). *Science, History and Hudson Bay*. Volume 1. Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, p. 436-442.
- COOK, F.R., 1984. Introduction to Canadian amphibians and reptiles. National Museum of Natural Sciences, National Museums of Canada, Ottawa, 211 p.
- CORN, P.S., 2005. Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, 28 : 59-67.
- DESROCHES, J.-F. et D. RODRIGUE, 2004. Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Waterloo, 288 p.
- DESROCHES, J.-F., F.W. SCHUELER, I. PICARD et L.-P. GAGNON, 2010. A herpetological survey of the James Bay area of Québec and Ontario. *Canadian Field-Naturalist*, 124 : 299-315.
- DEUTSCH, C.A., J.J. TEWKSBURY, R.B. HUEY, K.S. SHELDON, C.K. GHALAMBOR, D.C. HAAK et P.R. MARTIN, 2008. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 : 6668-6672.
- FORTIN, C., 2005. Sortie herpétologique sur la Côte-Nord et au Labrador : de Natashquan à St. Lewis. *Le Naturaliste canadien*, 129 (1) : 50-56.
- FORTIN, C., 2008. Expansion de la mine Raglan. Étude de l'herpétofaune. Rapport sectoriel présenté à Xstrata Nickel. SNC-Lavalin Environnement inc., Lévis, 11 p.
- FORTIN, C. et M. OUELLET, 2005. Complexe de la Romaine. Étude d'avant-projet. Étude de l'herpétofaune. Rapport présenté à Hydro-Québec Équipement, Direction Développement de projets et Environnement. FORAMEC inc., Québec, 34 p.
- GABRIELSON, I.N. et B.S. WRIGHT, 1951. Notes on the birds of the Fort Chimo, Ungava District. *The Canadian Field-Naturalist*, 65 : 127-140.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2014. Plan Nord. Disponible en ligne à : <http://www.plannord.gouv.qc.ca/fr/>. [Visité le 15-03-02].
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2015. Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec. Disponible en ligne à : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-zones-carte.jsp>. [Visité le 15-01-26].
- HANTZSCH, B., 1931. Contributions to the knowledge of extreme northeastern Labrador. *Canadian Field-Naturalist*, 45 : 89.
- HARPER, F., 1956. Amphibians and reptiles of the Ungava Peninsula. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 69 : 93-104.
- HERREID, C.F. et S. KINNEY, 1967. Temperature and development of the wood frog, *Rana sylvatica*, in Alaska. *Ecology*, 48 : 579-590.
- HILDEBRAND, H., 1949. Notes on *Rana sylvatica* in the Labrador Peninsula. *Copeia*, 1949 : 168-172.
- LARSON, D.J., L. MIDDLE, H. VU, W. ZHANG, A.S. SERIANNI, J. DUMAN et B.M. BARNES, 2014. Wood frog adaptations to overwintering in Alaska : New limits to freezing tolerance. *Journal of Experimental Biology*, 217 : 2193-2200. doi:10.1242/jeb.101931.
- LI, T. et J.-P. DUCRUC, 1999. Les provinces naturelles. Niveau I du cadre de référence du Québec. Ministère de l'Environnement, Québec, 90 p.
- LI, Y., J.M. COHEN et J.R. ROHR, 2013. Review and synthesis of the effects of climate change on amphibians. *Integrative Zoology*, 8 : 145-161.
- LOGIER, E.B.S. et G.C. TONER, 1961. Check list of the amphibians and reptiles of Canada and Alaska. The Royal Ontario Museum, Contribution 53, Toronto, 92 p.
- MARTOF, B.S. et R.L. HUMPHRIES, 1959. Geographic variation in the wood frog *Rana sylvatica*. *American Midland Naturalist*, 61 : 350-389.
- MCCAFFERY, R.M. et B.A. MAXELL, 2010. Decreased winter severity increases viability of a montane frog population. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 : 8644-8649.
- NEW, M., D. LISTER, M. HULME et I. MAKIN, 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research*, 21 : 1-25. doi:10.3354/cr021001.
- OUELLET, M., C. FORTIN et M.-J. GRIMARD, 2009. Distribution and habitat use of the boreal chorus frog (*Pseudacris maculata*) at its extreme northeastern range limit. *Herpetological Conservation and Biology*, 4 : 277-284.
- OURANOS, 2014. Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Évolution climatique au Québec. Ouranos, Montréal, 79 p.
- PARMESAN, C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 37 : 637-669.
- PATCH, C.L., 1949. Further northern records of the wood frog. *Copeia*, 1949 : 233.
- SCOTT, N.J. et B.D. WOODWARD, 1994. Surveys at breeding sites. Dans : W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.-A. Hayek et M.S. Foster (édit.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 84-92.
- SEMLITSCH, R.D. et J.R. BODIE, 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17 : 1219-1228.
- SLOUGH, B.G. et L. MENNELL, 2006. Diversity and range of amphibians of the Yukon Territory. *Canadian Field-Naturalist*, 120 : 87-92.
- STOREY, K.B. et J.M. STOREY, 1984. Biochemical adaptation for freezing tolerance in the wood frog, *Rana sylvatica*. *Journal of Comparative Physiology B*, 155 : 29-36.
- STOREY, K.B. et J.M. STOREY, 1996. Natural freezing survival in animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27 : 365-386.
- TODD, B.D., D.E. SCOTT, J.H.K. PECHMANN et J.W. GIBBONS, 2011. Climate change correlates with rapid delays and advancements in reproductive timing in an amphibian community. *Proceedings of the Royal Society B*, 278 : 2191-2197. doi:10.1098/rspb.2010.1768.

Nouvelles mentions de cyprinidés sur la Côte-Nord

Jean-Martin Chamberland, Nicolas Ferron et Jean-François Desroches

Résumé

Le présent article décrit les résultats d'inventaires et d'observations ichtyologiques réalisés dans la région de la Côte-Nord, Québec, au cours des mois d'août 2013 et 2014. Au total, 13 espèces de poissons ont été capturées, parmi lesquelles on trouve le méné ventre-citron (*Chrosomus neogaeus*), le méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*), le méné à museau noir (*Notropis heterolepis*) et le mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*). Des recherches dans la littérature ichtyologique de même que dans les bases de données muséales et gouvernementales indiquent qu'il s'agirait de premières mentions ou d'extensions de l'aire de répartition de ces espèces sur la Côte-Nord. Une discussion est aussi présentée sur le potentiel qu'offrent les bases de données en ligne pour préciser l'aire de répartition connue de la faune aquatique du Québec.

MOTS CLÉS : bases de données en ligne, cyprinidés, ménés, Québec, répartition

Abstract

This article presents the results of ichthyological surveys and additional observations made in the Côte-Nord region of Québec in August 2013 and 2014. Thirteen fish species were caught, including the finescale dace (*Chrosomus neogaeus*), common shiner (*Luxilus cornutus*), blacknose shiner (*Notropis heterolepis*) and creek chub (*Semotilus atromaculatus*). Researches in the ichthyological literature as well as museum and governmental databases indicate that this is the first published record for these species northeast of the Saguenay River. A discussion on the usefulness of online databases to improve the knowledge of fish species distribution in Québec is also presented.

KEYWORDS: cyprinids, distribution, minnows, online databases, Québec

Introduction

Au cours de l'été 2013, des inventaires ichtyologiques ont été réalisés dans le cadre d'un projet visant à déterminer la répartition du saumon atlantique (*Salmo salar*) dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins (OBVHCN, 2013). Le projet a permis de préciser l'aire de répartition de l'espèce dans le bassin versant, mais aussi de découvrir des espèces qui n'avaient pas été observées lors de précédents inventaires (Mignault, 1978; Guay, 1984).

À notre connaissance, peu d'inventaires ichtyologiques multispécifiques ont été effectués sur le territoire de la Côte-Nord, notamment au sujet des poissons non recherchés pour la pêche. Le premier objectif de cet article est donc de présenter les espèces capturées lors du projet mentionné précédemment, de même que d'autres observations ichtyologiques effectuées dans la région. Le second objectif est de comparer la localisation des captures avec l'aire de répartition connue du méné ventre-citron (*Chrosomus neogaeus*), du méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*), du méné à museau noir (*Notropis heterolepis*) et du mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*) afin de démontrer qu'il s'agirait des premières mentions de ces espèces dans la région de la Côte-Nord.

Méthodes

La rivière des Petits Escoumins (48,435421; -69,317087) est située dans le nord-est de la municipalité des Escoumins. Elle s'écoule dans l'estuaire du Saint-Laurent. Son débit moyen est de 3 m³/s (comité ZIPRNE, 1998) et son bassin versant couvre une superficie de 170 km² (OBVHCN,

2014). On y trouve une pourvoirie et une zone d'exploitation contrôlée (ZEC) (figure 1).

La rivière du Sault au Mouton (48,539117; -69,253015), quant à elle, se situe dans la municipalité de Longue-Rive et dans le territoire non organisé (TNO) du Lac-au-Brochet. Son débit moyen est de 9 m³/s et son bassin versant s'étend sur une superficie de 452 km². Deux ZECs et 6 pourvoiries sont présentes dans le bassin versant. Le territoire couvert par les 2 bassins versants est principalement utilisé de manière saisonnière pour la pêche, la chasse, l'exploitation forestière et la cueillette de petits fruits (OBVHCN, 2014).

Treize stations « ouvertes » ont été échantillonnées à l'aide d'un appareil portatif de pêche électrique (Smith-Root LR-24) entre le 6 et le 27 août 2013 dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins (figure 1). Les poissons capturés ont été pesés et mesurés (salmonidés et anguilles) ou pesés par espèce (autres espèces). Certains poissons ont été conservés dans l'éthanol 95 % afin de valider leur identification en laboratoire. Les spécimens capturés et identifiables sur le terrain ont été remis à l'eau vivants.

Jean-Martin Chamberland, biologiste (M.Sc.), a réalisé différents mandats pour le compte de chercheurs universitaires, d'organismes de bassins versants et de Parcs Canada. Nicolas Ferron est biologiste, coordonnateur du Plan directeur de l'eau à l'organisme des bassins versants de la Haute-Côte-Nord, alors que Jean-François Desroches est biologiste et enseignant en techniques de bioécologie au Cégep de Sherbrooke.

Jean-Martin.Chamberland@USherbrooke.ca

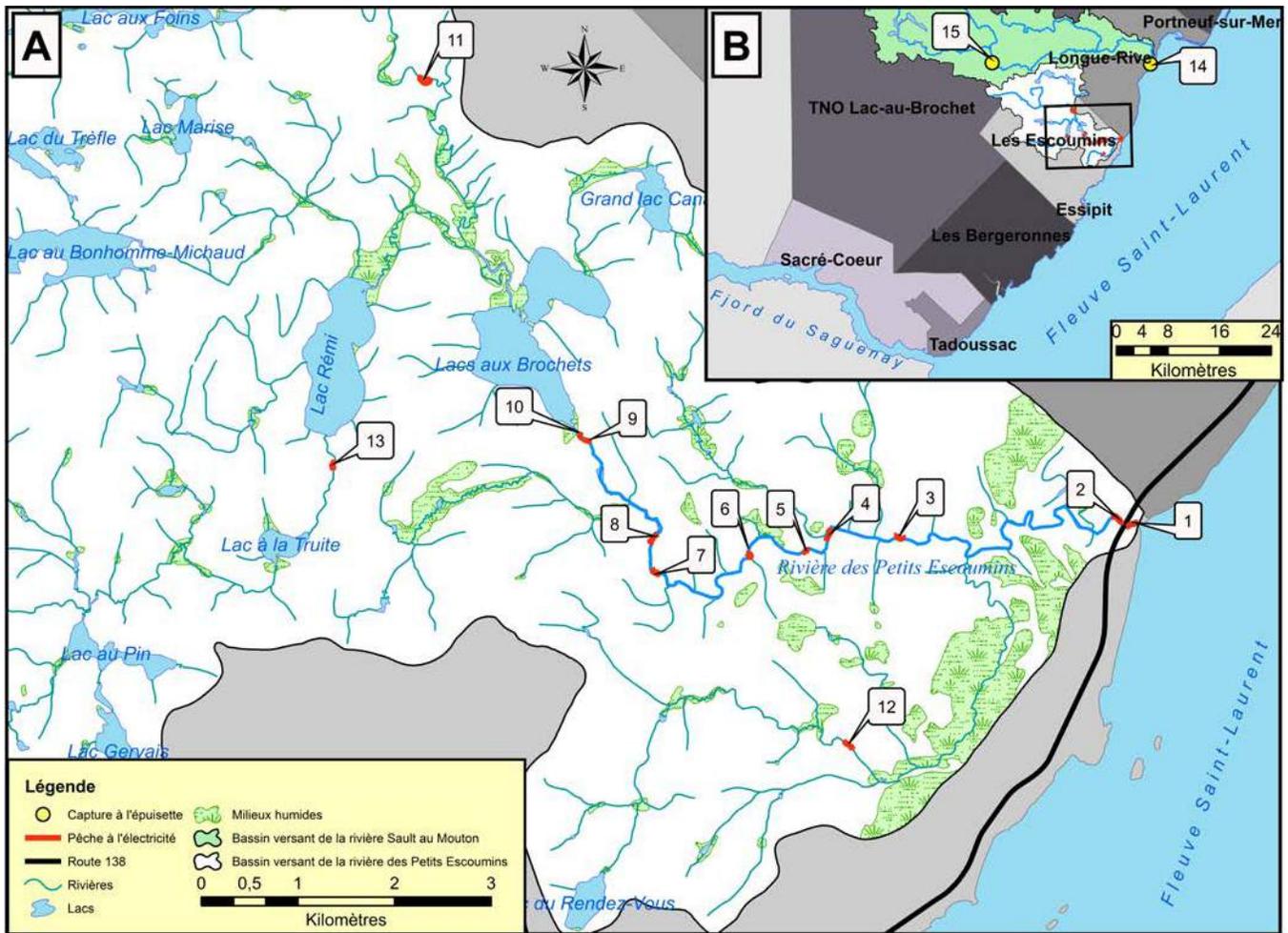


Figure 1. Localisation des captures à la pêche à l'épuisette dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins (A) et à l'épuisette dans le bassin versant de la rivière du Sault au Mouton (B).

Des observations sporadiques ont aussi été effectuées à l'épuisette à 2 endroits dans le bassin versant de la rivière du Sault au Mouton : au lac Des Piliers (48.543694°, -69.586565°) en août 2013, de même que 39,5 km en aval, à Longue-Rive (48.538861°; -69.254361°) en août 2014.

L'identification des poissons a été validée à l'aide d'ouvrages de référence (Legendre, 1960; Bernatchez et Giroux, 2012; Desroches et Picard, 2013). Cependant, puisqu'il existe différents types d'hybrides entre le méné ventre-citron et le méné ventre-rouge (*Chrosomus eos*) qui sont impossibles à distinguer à l'aide de caractères morphologiques (Binet et Angers, 2005), 2 spécimens ont été conservés puis identifiés grâce à des analyses génétiques effectuées au laboratoire du professeur Bernard Angers (Université de Montréal).

Par ailleurs, les coordonnées géographiques des stations d'inventaire ont été comparées avec l'aire de répartition connue des espèces capturées, soit celles présentées dans Scott et Crossman (1998), Verdon (2001), Bernatchez et Giroux (2012) et Desroches et Picard (2013). Les limites nordiques provenant de Desroches et Picard (2013) ont été utilisées pour produire les cartes puisqu'il s'agit de celles s'étendant le plus au nord.

De plus, pour les espèces dont la position géographique était exclue de ces aires de répartition, nous avons comparé l'emplacement de leur capture avec les mentions géoréférencées fournies par le système d'information géographique (SIG) Global Biodiversity Index Facility (GBIF, 2014). Ce SIG regroupe les données de collection muséales comme le Musée canadien de la nature, de même que les mentions provenant de bases de données publiques (p. ex. Fishbase, NatureServe Explorer).

Finalement, afin de valider qu'aucune autre mention de ces espèces n'avait été rapportée sur la Côte-Nord, nous avons consulté les données du système d'Information sur la Faune Aquatique (IFA) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), ainsi que les spécialistes de la faune aquatique du bureau de la Côte-Nord de ce même ministère.

Résultats

Les pêches dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins ont permis de capturer 13 espèces de poissons, dont la plus abondante était le méné à nageoires rouges (tableau 1). Cette espèce, présente à 8 stations, représentait 47 % des individus capturés, alors que l'espèce rencontrée au plus grand nombre de

Tableau 1. Position GPS des stations et abondance des espèces capturées, Côte-Nord, Québec. ANRO = *Anguilla rostrata*, CACO = *Catostomus commersoni*, CHEO = *Chrosomus eos*, CHNE = *Chrosomus neogaeus*, GAAC = *Gasterosteus aculeatus*, LUCO = *Luxilus cornutus*, NOHL = *Notropis heterolepis*, PEFL = *Perca flavescens*, PEMA = *Petromyzon marinus*, SAFO = *Salvelinus fontinalis*, SASA = *Salmo salar*, SEAT = *Semotilus atromaculatus*, UMLI = *Umbra limi*.

Station	Latitude	Longitude	ANRO	CACO	CHEO	CHNE	GAAC	LUCO	NOHL	PEFL	PEMA	SAFO	SASA	SEAT	UMLI
1	48.435421	-69.317087	4	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
2	48.435249	-69.319450	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3	48.433696	-69.349638	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4	48.434514	-69.360147	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	2	0
5	48.432444	-69.363080	7	0	0	0	0	4	0	0	0	1	8	0	0
6	48.432256	-69.371521	1	5	0	0	0	75	4	0	1	0	2	0	0
7	48.430098	-69.384063	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	9	0	0
8	48.432865	-69.385530	1	6	0	0	0	37	6	0	6	0	0	2	0
9	48.442204	-69.394275	9	4	0	0	0	32	0	0	0	0	4	0	0
10	48.442769	-69.395149	8	3	0	0	0	70	0	0	0	0	5	0	0
11	48.476034	-69.417288	3	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0
12	48.413858	-69.356657	0	3	1	1	0	0	2	0	0	8	0	36	64
13	48.440303	-69.429946	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
14	48.538790	-69.253858	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
15	48.539295	-69.585452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0

stations était l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), capturée à 11 stations sur 13. L'analyse génétique des 2 spécimens du genre *Chrosomus* a permis de confirmer la présence des espèces parentales (méné ventre-citron et méné ventre-rouge). Notons aussi la capture de 64 umbres de vase (*Umbra limi*) à l'une des stations. Les observations sporadiques effectuées dans le bassin versant de la rivière du Sault au Mouton ont permis de capturer des mullets à cornes au lac des Piliers et à Longue-Rive, dans un ruisseau relié à la rivière du Sault au Mouton.

Parmi les espèces capturées dans le cadre du présent projet, le méné ventre-citron (figure 2), le méné à nageoires rouges (figure 3), le méné à museau noir (figure 4) et le mullet à cornes (figure 5) ont été capturés au nord de leur aire de répartition connue sur la rive nord du Saint-Laurent (figure 6).

Le GBIF contient également des mentions de ménés ventre-citron et de ménés à nageoires rouges situées au nord de leur aire de répartition connue (figure 6). Pour le méné ventre-citron, il s'agit de spécimens capturés au Nouveau-Brunswick en

1965 par B. Kemper et G. Swezey (Musée canadien de la nature, 2014a), et dans la région de la Gaspésie en 1989 par du personnel du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) (Royal Ontario Museum, 2014a). Quant aux ménés à nageoires rouges, il s'agit de spécimens capturés au Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie de 1980 à 1982 par le personnel du MLCP (Musée canadien de la nature, 2014b), de même que de spécimens capturés en 1999 par P. Riebel (Royal Ontario Museum, 2014b).

Le système IFA ne contenait pas de mentions pour ces 4 espèces dans les bassins versants nord-côtiers. Toutefois, les absences dans cette base de données sont probablement liées au fait que peu d'inventaires ont été réalisés sur ce vaste territoire (Yves Paradis, MFFP, communication personnelle). Des ménés à nageoires rouges et des mullets à cornes auraient néanmoins été observés respectivement dans le lac Truchon (48,528056°; -69,469444°) et le lac Romaine (48,517222°; -69,424167°), situés tous les 2 dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins (Daniel Poirier, MFFP Côte-Nord, communication personnelle).

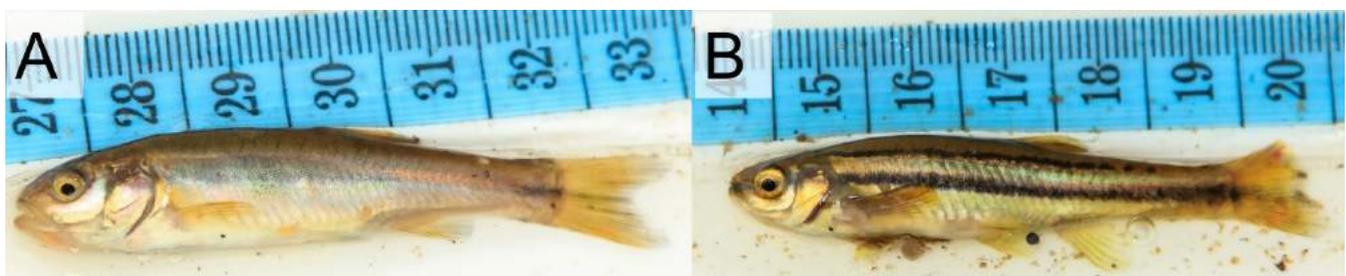


Figure 2. Spécimens frais de (A) méné ventre-citron (*Chrosomus neogaeus*) et (B) de méné ventre-rouge (*Chrosomus eos*), récoltés dans un tributaire de la rivière des Petits Escoumins, Québec, août 2013. L'identification a été confirmée à l'aide d'analyses génétiques (Bernard Angers, communication personnelle).

Discussion

Les objectifs de ce projet étaient de présenter les espèces capturées dans le cadre d'inventaires ichthyologiques réalisés sur la Côte-Nord et de comparer leur localisation avec leur aire de répartition connue. Parmi celles-ci, le méné ventre-citron, le méné à nageoires rouges, le méné à museau noir et le mullet à cornes ont été capturés au nord de leur aire de répartition connue.

Deux hypothèses principales pourraient expliquer l'extension de l'aire de répartition de ces espèces sur la rive nord du Saint-Laurent, au nord du Saguenay. Comme le suggère Desroches (2006) dans le cas de l'ombre de vase, la répartition de ces cyprinidés pourrait être mal connue

puisqu'il s'agit d'espèces difficiles à identifier et présentant peu d'intérêt pour la pêche. Il pourrait aussi s'agir d'introductions par des pêcheurs les ayant utilisés comme poissons appâts, puisque ces espèces étaient utilisées au Québec pour la pêche sportive (Scott et Crossman, 1998) et que les bassins versants dans lesquels ils ont été capturés contiennent de nombreux lacs de villégiatures, de même qu'une ou des ZECs et pourvoiries. Le méné à nageoires rouges et le mullet à cornes étaient aussi parmi les espèces les plus souvent trouvées dans les bassins de fournisseurs de poissons appâts en Ontario (Litvak et Mandrak, 1993; Drake et Mandrak, 2014), alors que le méné à museau noir et le méné ventre-citron y apparaissaient dans respectivement 2 et 5% des cas (Drake et Mandrak, 2014).

Dans le cadre de la présente étude, des ménés ventre-rouge et des ombres de vase ont également été capturés. Les seules autres mentions de ces espèces au nord du Saguenay sont celles de Desroches (2006, 2010), situées à Baie-Comeau et Pointe-aux-Outardes. Ces espèces pourraient donc être présentes de manière sporadique sur la rive nord du Saint-Laurent, de Québec à Baie-Comeau et Pointe-aux-Outardes. Davantage d'inventaires ichthyologiques ciblant les espèces non exploitées permettraient de valider cette hypothèse et, surtout, de mieux connaître la faune aquatique de la Côte-Nord.

Nos résultats mettent aussi en lumière le fait que les cartes de répartition des ouvrages de référence, de même que les bases de données gouvernementales qui ont servi à les produire, pourraient profiter des mentions muséales accessibles par le GBIF pour préciser l'aire de répartition de certaines espèces. Par exemple, des observations de méné ventre-citron et de méné à nageoires rouges sont situées en dehors de l'aire de répartition de ces espèces (figure 6).



Figure 3. Ménés à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*) capturés dans la rivière des Petits Escoumins, Québec, août 2013.



Figure 4. Ménés à museau noir (*Notropis heterolepis*), capturés dans la rivière des Petits Escoumins, Québec, août 2013.



Figure 5. Spécimen préservé de mullet à cornes (*Semotilus atromaculatus*), récolté dans la rivière des Petits Escoumins, Québec, août 2013.

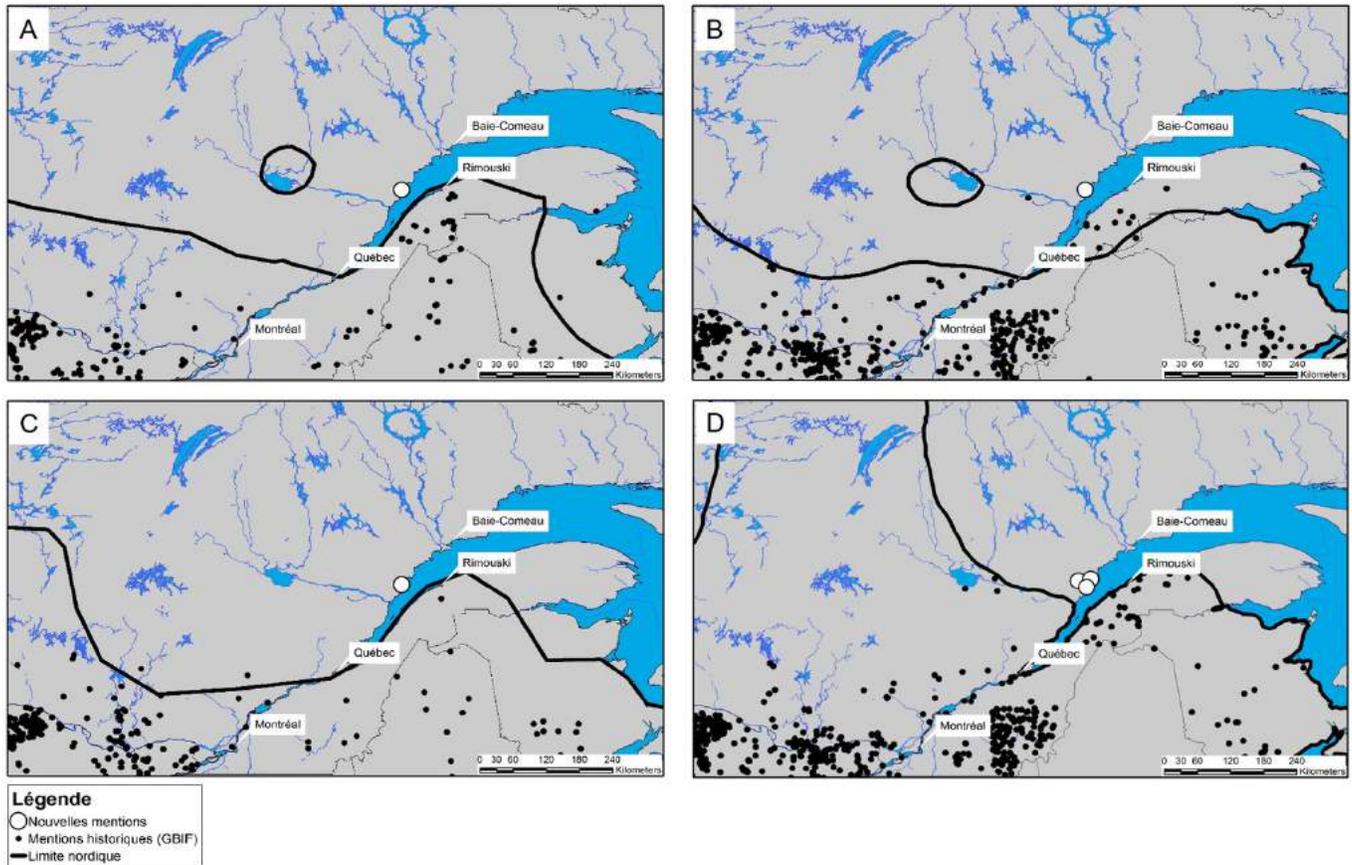


Figure 6. Limite nordique de l'aire de répartition proposée par Desroches et Picard (2013), localisation des mentions tirées de la base de données GBIF (points noirs) et mentions rapportées dans le présent article (ronds blancs) pour le méné ventre-citron (A), le méné à nageoires rouges (B), le méné à museau noir (C) et le mullet à cornes (D). Les enclaves autour du lac Saint-Jean (A et B) correspondent à des zones tampons autour d'observations hors de l'aire de répartition connue de ces 2 espèces.

À notre avis, les données fournies par le GBIF sont de bonne qualité (« fitness for use »; Chrisman, 1983) pour préciser l'aire de répartition des poissons d'eau douce du Québec. L'identification des mentions utilisées dans cette étude devrait être exacte (spécimens faisant partie de collections muséales) et les coordonnées géographiques ont été validées grâce à d'autres informations fournies dans le système. De plus, dans le cas d'espèces comme celles présentées ici, c'est-à-dire qui sont rarement ou jamais visées par des inventaires, les données contenues dans le GBIF constituent de rares observations documentées qui pourraient être prises en compte pour tracer leur aire de répartition.

Les mentions muséales fournies par le GBIF ont toutefois leurs limites. L'âge de certaines observations pourrait faire douter que les espèces soient toujours présentes à l'endroit de leur capture. Il est également à noter que les données contenues dans le GBIF ne seraient pas suffisantes pour tracer les aires de répartition des espèces rapportées ici (figure 6), entre autres parce qu'elles n'incluent pas les bases de données sur la faune aquatique du MFFP.

Conclusion

La présente étude, qui rapporte les résultats d'inventaires ichtyologiques, a permis de documenter la présence de 4 nouvelles espèces de cyprinidés dans la région de la Côte-Nord: le méné ventre-citron, le méné à nageoires rouges, le méné à museau noir et le mullet à cornes. Nos résultats rapportent aussi les secondes mentions de méné ventre-rouge et d'ombre de vase de la région. Ces poissons pourraient être plus répandus qu'on le croit, mais très peu d'inventaires ciblant les espèces non exploitées ont été réalisés dans ce vaste territoire. Finalement, nous avons également montré que le GBIF, qui regroupe les mentions de collection muséales, constitue une importante source d'information qui peut, dans certains cas, être complémentaire aux données de la littérature pour déterminer l'aire de répartition des espèces aquatiques du Québec.

Remerciements

Nous remercions Bernard Angers de l'Université de Montréal pour le prêt de matériel et pour avoir réalisé les analyses génétiques sur les *Chrosomus*. Nous remercions aussi

Claude B. Renaud (Musée canadien de la nature) pour la confirmation de l'identification des ammocètes de lamproie marine. Nous sommes reconnaissants envers Catherine Prince, Olivier C. Trudel, Jérémy Drelon, Salomé Bonnefoi, Yves Demers et Isabelle Picard pour leur aide sur le terrain. Nous sommes également reconnaissants envers Marc-Antoine Couillard, Michel Crête, Daniel Pouliot et Léo Deremiens pour leurs commentaires constructifs qui ont permis d'améliorer le manuscrit. Les inventaires réalisés dans le bassin versant de la rivière des Petits Escoumins ont été réalisés grâce à la contribution financière de la Fondation pour la Conservation du Saumon Atlantique. ◀

Références

- BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX, 2012. Les poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada, 3^e édition. Editions Broquet, Saint-Constant, 348 p.
- BINET, M.C. et B. ANGERS, 2005. Genetic identification of members of the *Phoxinus eos-neogaeus* hybrid complex. *Journal of Fish Biology*, 67: 1169-1177.
- CHRISMAN, N.R., 1983. The role of quality information in the long-term functioning of a GIS. Dans: *Proceedings of AUTOCART06*, volume 2, p. 303-321.
- COMITÉ ZIPRNE (zone d'intervention prioritaire de la rive nord de l'estuaire), 1998. Plan d'action et de réhabilitation écologique de la rive nord de l'estuaire maritime du fleuve St-Laurent. Comité ZIPNE, Baie-Comeau, 124 p.
- DESROCHES, J.-F., 2006. Extension de l'aire de distribution de l'ombre de vase, *Umbra limi*, dans le nord-est du Québec. *Canadian Field-Naturalist*, 120: 238-239.
- DESROCHES, J.-F., 2010. Northeastern range extension for the northern redbelly dace, *Phoxinus eos* and the golden shiner, *Notemigonus crysoleucas*, in Québec. *Canadian Field-Naturalist*, 124: 268-270.
- DESROCHES, J.-F. et I. PICARD, 2013. Poissons d'eau douce du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Waterloo, 471 p.
- DRAKE, D.A.R. et N.E. MANDRAK, 2014. Ecological risk of live bait fisheries: A new angle on selective fishing. *Fisheries*, 39: 201-211.
- GBIF (Global Biodiversity Index Facility), 2014. Données d'occurrence sur la biodiversité publiées par: Canadian Museum of Nature, Cornell University Museum of Vertebrates, Fishbase, Florida Museum of Natural History, MNHN – Museum d'Histoire naturelle, Museum of Comparative Zoology (Harvard University), North Carolina State Museum of Natural Sciences, Ocean Biogeographic Information System, Ohio State University Fish Division, Royal Ontario Museum, South African National Biodiversity Institute, Tulane University Museum of Natural History, University of Alberta Museums. Disponible en ligne à : <http://data.gbif.org>. [Visité le 14-06-29].
- GUAY, D., 1984. Résultats de l'inventaire ichtyologique de la rivière des Petits Escoumins au moyen de la pêche à l'électricité en 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune Région Côte-Nord, Québec, 13 p.
- LEGENDRE, V., 1960. Clef des cyprinidés ou ménés du Québec. *Le Jeune Naturaliste*, 10: 178-212.
- LITVAK, M.K. et N.E. MANDRAK, 1993. Ecology of freshwater baitfish use in Canada and the United States. *Fisheries*, 18: 6-13.
- MIGNAULT, J.-G., 1978. Inventaire ichtyologique (pêche à l'électricité) de la rivière Escoumins et Petits Escoumins. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la recherche faunique, Québec, 16 p.
- MUSÉE CANADIEN DE LA NATURE, 2014a. Données sur les spécimens CMNFI 1971-0067.2 et CMNFI 1971-0075.2 fournies par le Musée canadien de la nature, obtenues sur le portail Web du GBIF. Disponible en ligne à : <http://data.gbif.org/datasets/resource/121>. [Visité le 14-05-11].
- MUSÉE CANADIEN DE LA NATURE, 2014b. Données sur les spécimens CMNFI 1980-0487.1, CMNFI 1980-0053.2 et CMNFI 2005-0150.1 fournies par le Musée canadien de la nature, obtenues sur le portail Web du GBIF. Disponible en ligne à : <http://data.gbif.org/datasets/resource/8102>. [Visité le 14-05-11].
- OBVHCN (Organisme des Bassins Versants de la Haute-Côte-Nord), 2013. Projet d'acquisition de connaissances sur la biodiversité piscicole de la rivière des Petits Escoumins. OBVHCN, Les Escoumins, 29 p.
- OBVHCN (Organisme des Bassins Versants de la Haute-Côte-Nord), 2014. Portrait général de la zone de gestion de la ressource en eau de la Haute-Côte-Nord, version finale. OBVHCN, Les Escoumins, 84 p. + Annexes.
- ROYAL ONTARIO MUSEUM, 2014a. Données sur le spécimen # 58589 fournies par le Royal Ontario Museum, obtenues sur le portail Web du GBIF. Disponible en ligne à : <http://data.gbif.org/datasets/resource/8102>. [Visité le 14-05-11].
- ROYAL ONTARIO MUSEUM, 2014b. Données sur les spécimens # 88903, 88913 et CID 133438 D, fournies par le Royal Ontario Museum, obtenues sur le portail Web du GBIF. Disponible en ligne à : <http://data.gbif.org/datasets/resource/14793>. [Visité le 14-05-11].
- SCOTT, W.B. et E.J. Crossman, 1998. *Freshwater fishes of Canada*. Galt House Publications Ltée, Oakville, 966 p.
- VERDON, R., 2001. Répartition géographique des poissons du territoire de la Baie James et du nord québécois. Hydro-Québec Hydraulique et Environnement, Montréal, 44 p.

La collection d'organismes marins de l'Institut Maurice-Lamontagne (Ministère des Pêches et des Océans)

Roberta Miller et Claude Nozères

Résumé

L'Institut Maurice-Lamontagne de Mont-Joli (Québec, Canada) conserve une collection d'organismes marins, principalement de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent mais aussi de l'Arctique canadien. Plus de 1 460 espèces sont présentes parmi les spécimens qui ont été recueillis entre 1900 et 2014 et qui procurent des références taxonomiques et biogéographiques à la communauté scientifique, ainsi que des informations pour le grand public. Cet article présente un résumé de l'historique, de la richesse et de la répartition géographique des spécimens conservés, qui se sont avérés nécessaires pour les travaux du ministère des Pêches et des Océans et d'autres utilisateurs.

MOTS CLÉS : Arctique, biodiversité, espèces, golfe du Saint-Laurent, répartition

Abstract

The Maurice Lamontagne Institute, which is located in Mont-Joli (Québec, Canada), houses a collection of marine organisms originating mainly from the Estuary and Gulf of St. Lawrence, but also from the Canadian Arctic. The collection includes specimens of more than 1460 species that were collected between 1900 and 2014, and these provide taxonomic and biogeographic reference material for to the scientific community, and educational information to the general public. This article summarizes the history, diversity and geographic distribution of the specimens, which have proven important for the work of the Department of Fisheries and Oceans and its affiliates.

KEYWORDS: Arctic, biodiversity, distribution, Gulf of St. Lawrence, species

Introduction

Des collections d'espèces sont essentielles à la compréhension de la biodiversité et de la situation des espèces en voie de disparition. Cependant, de nombreuses institutions qui sont mandatées pour la conservation des ressources naturelles sont soumises aux compressions budgétaires et leurs collections sont souvent négligées. L'Institut Maurice-Lamontagne (IML), un centre de recherches du ministère des Pêches et des Océans (MPO) de la région du Québec, localisé à Mont-Joli, abrite une collection d'organismes marins soigneusement conservés. La collection a grandi, d'année en année, avec la récolte de spécimens lors des relevés de recherche en mer et d'autres travaux scientifiques, ou par l'entremise de sources non scientifiques comme la pêche commerciale. Les spécimens sont gardés dans la salle de collection de l'IML, et la plupart sont conservés entiers dans l'alcool (éthanol à 70 %). Toutefois, de nombreux mollusques (p. ex. : gastéropodes, bivalves) sont conservés à l'état sec (c'est-à-dire coquilles vides), certaines étoiles de mer et crabes ont été lyophilisés, tandis que certains taxons anatomiquement fragiles sont préservés dans du formol à 4 % tamponné au borate. Malgré que le manque de fonds subi au cours des dernières années ait réduit l'entretien de la collection au minimum, les scientifiques de l'IML sont catégoriques sur la nécessité de sa conservation.

Historique

À son ouverture à la fin des années 1980, l'IML a hérité des mandats scientifiques concernant l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, mandats qui relevaient jusqu'alors d'autres organismes. Cela a entraîné le transfert des spécimens provenant de leurs collections respectives, qui ont été regroupés dans la nouvelle collection de l'IML. Ainsi s'y trouvent maintenant près de 2 100 spécimens récoltés entre 1929 et 1980 dans diverses régions de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent par les scientifiques du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Par ailleurs, avec l'avènement de l'IML, le Centre de recherche en écologie des pêches (CREP) du MPO, localisé à Rimouski (Québec), a vu ses activités scientifiques prendre fin

Roberta Miller travaille pour le ministère des Pêches et des Océans à l'Institut Maurice-Lamontagne, de Mont-Joli, à titre de technicienne en sciences démersales et benthiques. Elle est responsable de la collection d'organismes marins depuis 1998.

robertamiller8@hotmail.com

Claude Nozères est biologiste/infographiste et collabore avec plusieurs organismes, dont le ministère des Pêches et des Océans à l'Institut Maurice-Lamontagne, CaRMS (Canadian Register of Marine Species) et OBIS Canada (Ocean Biogeographic Information System). Ils s'intéressent particulièrement à la taxonomie et à la biogéographie des espèces marines du Saint-Laurent.

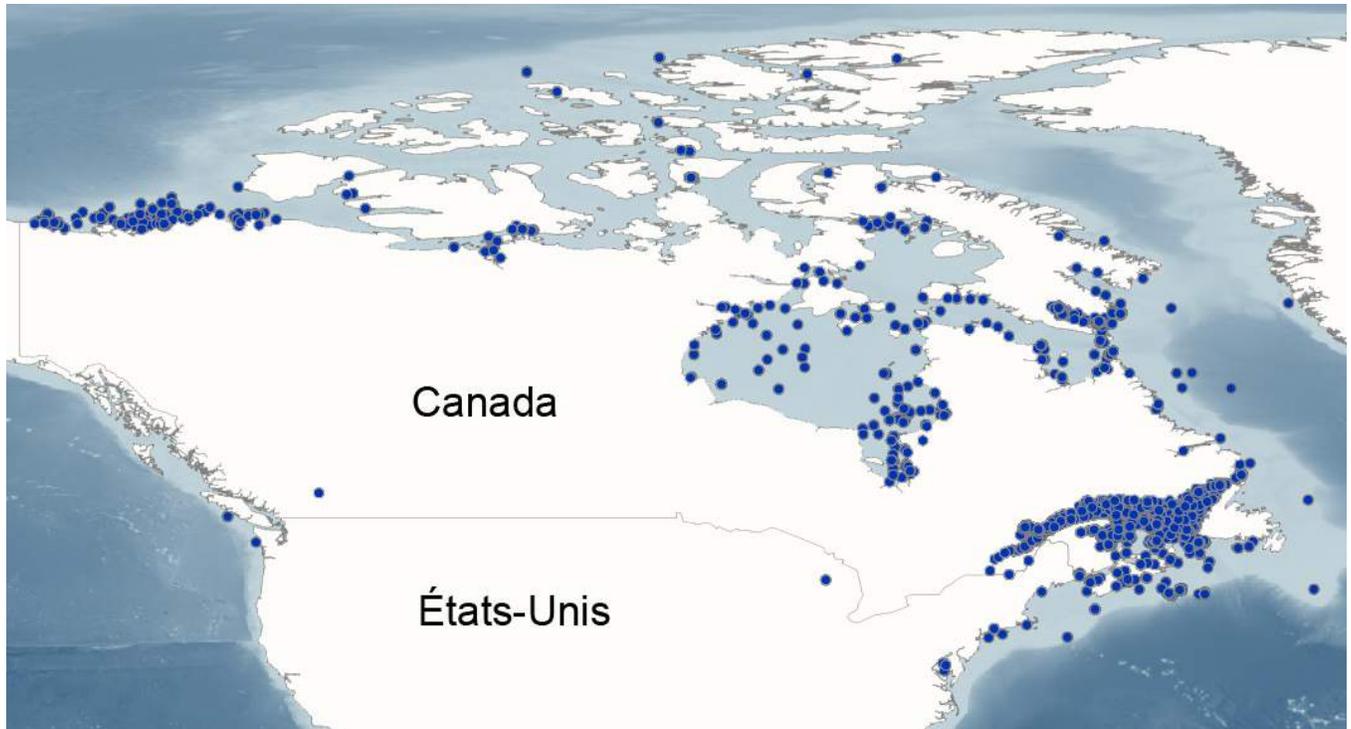


Figure 1. Répartition des sites de récolte pour les spécimens de la collection d'organismes marins de l'IML, mars 2015. Source : adapté d'OBIS, 2015.

et sa collection de 884 spécimens, provenant principalement de l'estuaire et de la Côte-Nord du Saint-Laurent, a été transférée à l'IML. À la suite de la fermeture, en 1992, de la station de biologie arctique du MPO, à Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec), quelque 2 600 spécimens récoltés entre 1947 et 1989 dans le nord du Québec, la baie d'Hudson et la baie James, ainsi que dans l'Arctique canadien (figure 1) s'y sont également ajoutés. Quelques poissons d'eau douce parmi les spécimens du MAPAQ et de Sainte-Anne-de-Bellevue ont été catalogués dans la collection. Par ailleurs, les scientifiques du MPO, basés initialement à Québec, avaient déjà amorcé une collection d'organismes marins dès la fin des années 1970, tout près de 350 spécimens ayant été récoltés jusqu'en 1986.

Depuis l'ouverture de l'IML, la collection a grandi principalement à partir des relevés de recherche et des programmes d'échantillonnage effectués par ses propres scientifiques, avec plus de 4 000 spécimens en provenance de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, et 536 autres récoltés à l'extérieur du Saint-Laurent (nord du Québec, et nord-ouest de l'Atlantique). Les échantillons ont été récoltés sur le fond marin à différentes profondeurs, allant des zones côtières à plus de 500 m au fond des chenaux, de même que dans la zone pélagique (figure 1).

En date de mars 2015, la salle de collection abritait 11 683 spécimens catalogués. L'information de catalogage est colligée dans une base de données Microsoft Access, et comprend des données sur la taxonomie, la géographie, l'écologie, la méthode de capture et la méthode de conservation du spécimen. La taxonomie est standardisée selon le Registre

mondial des espèces marines, WoRMS (*World Register of Marine Species*), tandis que les répartitions, ventilées par région, sont disponibles sur le portail biogéographique OBIS (*Ocean Biogeographic Information System*) de la Commission océanographique intergouvernementale (IOC) de l'UNESCO. Les sites Web de WoRMS et d'OBIS sont hébergés par l'institut marin VLIZ (*Vlaams Instituut voor de Zee*), en Belgique.

Les enregistrements de la collection dans OBIS remontent au début du siècle et se sont avérés de plus en plus nombreux jusque durant la décennie 1990 (figure 2); au cours des années, le nombre de taxons a rapidement grandi, particulièrement entre 1950 et 1990. En 1967, l'échantillonnage effectué dans l'Arctique a été particulièrement intense et beaucoup de nouveaux taxons ont été introduits à la collection. Le grand nombre de spécimens récoltés dans les années 1980 et 1990 est le résultat des échantillonnages effectués par les scientifiques de l'IML, en particulier dans le fjord du Saguenay en 1990 et 1991, ce qui a aussi fait bondir le nombre de taxons dans la collection.

Biodiversité

La collection d'organismes marins de l'IML est composée de taxons d'invertébrés et de poissons, identifiés au niveau de l'espèce ou à des niveaux taxonomiques supérieurs. Les crustacés (embranchement Arthropoda) représentent le groupe le plus diversifié et le plus nombreux d'organismes de la collection avec 414 espèces identifiées dans les taxons, entre autres de crabes, crevettes, amphipodes, euphausiides et copépodes (tableau 1). Ils sont suivis par les mollusques

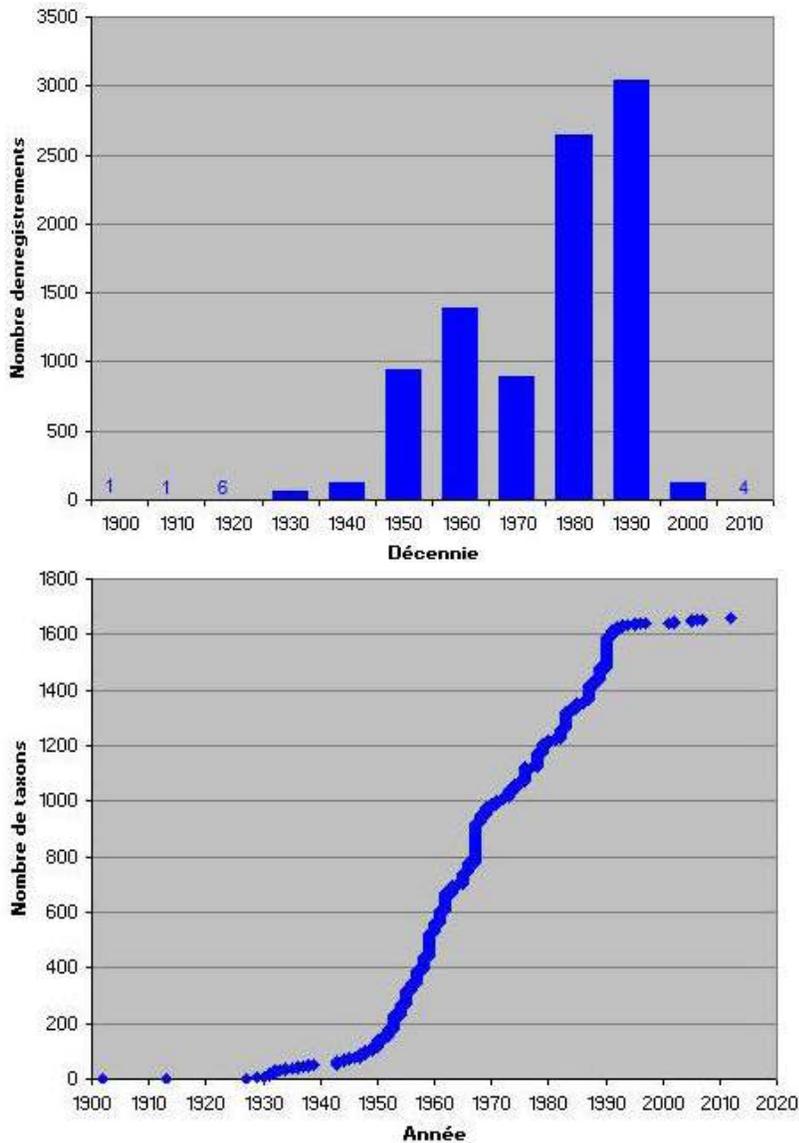


Figure 2. Nombre de spécimens de la collection de l'IML récoûtés par décennie (haut) et l'accumulation de taxons avec les années (bas), tirés des enregistrements versés dans OBIS. Source : OBIS, 2015.

(embranchement Mollusca), comprenant 305 espèces principalement de bivalves, gastéropodes, calmars et pieuvres. Les vers marins (polychètes de l'embranchement Annelida) sont aussi bien représentés par 282 espèces. Suivent ensuite les poissons marins (embranchement Chordata) qui sont représentés par 205 espèces (tableau 1).

Le registre taxonomique WoRMS héberge plusieurs sous-portails thématiques, dont un pour les espèces marines du Canada, CaRMS (*Canadian Register of Marine Species*) (Kennedy et collab., 2010). Sur le site Web de CaRMS, des listes régionales sont affichées (CaRMS, 2015). Ainsi, la collection de l'IML se trouve répartie dans 2 listes, soit les spécimens récoûtés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (sous-région « Gulf of St. Lawrence ») et ceux récoûtés dans les

régions nordiques et arctiques du Canada (sous-région « Canadian EEZ [Arctic part] »). Plusieurs photos de spécimens de l'IML sont affichées sur le site de CaRMS dans la galerie de photos (p. ex. : figures 3 et 4). Cette visibilité a non seulement permis de mettre en évidence la diversité de ces 2 zones géographiques, mais a également permis la correction d'erreurs repérées par les utilisateurs. Une fois vérifiées par les rédacteurs taxonomiques, les photos peuvent être aussi utilisées par les partenaires de WoRMS, tels qu'EoL (*Encyclopedia of Life*).

Répartition

Avant 2012, les coordonnées de latitude-longitude manquaient pour de nombreux spécimens dans la base de données de la collection où seuls les noms de lieux, souvent imprécis, étaient indiqués. Depuis, l'information géographique a été révisée pour inclure les coordonnées de latitude-longitude pour le maximum de spécimens possibles. Par la suite, en 2013, l'information pour 9 839 spécimens a été publiée par OBIS avec l'outil informatique IPT (*Integrated Publishing Toolkit*) de GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) (Miller et collab., 2013). Les résultats révèlent une forte intensité d'échantillonnage dans la région du Saint-Laurent (figure 1). L'affichage en ligne des cartes d'OBIS permet notamment d'identifier des sites de capture insolites qui devraient être vérifiés et, si requis, corrigés et publiés avec l'IPT dans une nouvelle version sur OBIS.

Utilisation et importance

La collection de l'IML procure des références taxonomiques et biogéographiques à la communauté scientifique ainsi que de l'information pour le grand public. L'importance du maintien et de l'enrichissement continu de cette collection a été prouvée à maintes reprises. Au cours d'études de la biodiversité du milieu, et en examinant la répartition géographique des espèces (variable de plus en plus importante à considérer avec les changements climatiques), les scientifiques peuvent déceler des cas de répartition insolites. Lorsqu'un tel cas peut être associé à un spécimen de la collection pour lequel les coordonnées géographiques sont valides, le spécimen peut être réexaminé pour confirmation ou révision taxonomique.

Au cours du processus du travail de révision des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent qui a mené à la publication du rapport de Dutil et

Tableau 1. Nombre de spécimens catalogués et nombre d'espèces présentes dans la collection d'organismes marins de l'IML, par embranchement et groupe, mars 2015.

Embranchement (groupe)	Nombre de spécimens catalogués	Nombre d'espèces
Porifera (éponges)	26	4
Cnidaria:		
(hydrozoaires)	144	30
(scyphozoaires)	14	4
(coraux mous)	20	3
(plumes de mer)	16	4
(anémones)	133	20
(autres cnidaires)	40	5
Nematoda (nématodes)	68	7
Bryozoa (bryozoaires)	146	32
Brachipoda (brachiopodes)	48	4
Mollusca:		
(gastéropodes)	1304	168
(bivalves)	1254	118
(céphalopodes)	104	8
(autres mollusques)	97	11
Annelida (polychètes)	1960	282
Annelida (autres)	86	11
Arthropoda (crustacés):		
(copépodes)	319	43
(cirripèdes)	46	10
(mysides)	105	14
(cumacés)	159	30
(tannaïdes)	49	6
(isopodes)	277	54
(amphipodes)	1457	196
(euphausïdes)	72	5
(crevettes)	216	29
(crabes)	264	10
(autres crustacés)	165	17
Arthropoda (autres)	173	24
Echinodermata:		
(crinoïdes)	7	2
(holothurides)	123	10
(astéroïdes)	229	29
(echinoïdes)	48	3
(ophiuroïdes)	308	14
Chordata (ascidiacés)	185	32
Chordata (poissons):		
(poissons osseux)	1580	187
(poissons cartilagineux)	121	18
Autres embranchements	320	22



Figure 3. Poisson de haute mer, le cariste du Groenland *Caristius groenlandicus* (Gill et Smith, 1905) trouvé au large de la Gaspésie en 2006. Source: Roberta Miller, 2009.



Figure 4. La grande plume *Anthoptilum grandiflorum* (Verrill, 1879) cataloguée à l'origine dans la collection de l'IML comme *Pennatula borealis* (Ehrenberg, 1834) (*P. grandis* (Ehrenberg, 1834) est un synonyme). Source: Claude Nozères, 2011.

collab. (2006), des spécimens de la collection ont été réexaminés par les auteurs. Cela a conduit à des corrections dans la base de données des relevés du MPO et à la confirmation de la présence de certaines espèces. À titre d'exemple, 4 échantillons récoltés dans l'estuaire du Saint-Laurent au cours des années 1930 et 1940 avaient été identifiés comme étant des merluches écureuil (*Urophycis chuss* [Walbaum, 1792]), espèce normalement absente au nord de la Nouvelle-Écosse (figure 5). Récemment, l'examen de l'arc branchial des spécimens en question a révélé qu'il s'agissait en fait de merluches blanches (*U. tenuis* [Mitchill, 1814]). Dans les références antérieures (p. ex.: Leim et Scott, 1972), les caractères utilisés dans les clés d'identification étaient insuffisants pour distinguer ces 2 espèces. Or, depuis les années 1990, la merluche blanche est une espèce en déclin dans le golfe du Saint-Laurent (COSEPAC, 2013). Pour évaluer l'importance de son déclin, il est essentiel de connaître sa répartition actuelle et historique, une information qui peut être tirée du catalogue d'OBIS.



Figure 5. Merluche récoltée en 1934 à Kamouraska et originalement répertoriée dans la collection de l'IML comme étant une merluche écureuil, *Urophycis chuss* (Walbaum, 1792). L'examen de l'arc branchial en 2014 a révélé qu'il s'agissait en fait d'une merluche blanche, *U. tenuis* (Mitchill, 1814). Source : Claude Nozères, 2014.

Les études sur les invertébrés marins du Saint-Laurent bénéficient maintenant de l'existence du catalogue détaillé publié par Brunel et collab. (1998). Cet ouvrage représente une référence clé pour les taxonomistes du Canada et du monde entier. Il est utilisé comme complément essentiel à la collection de l'IML, sa bibliographie aidant à confirmer les espèces susceptibles d'être confondues avec d'autres qui ont des répartitions plus septentrionales ou méridionales par rapport au Saint-Laurent. La pieuvre *Bathypolypus bairdii* (Verrill, 1873) constitue un exemple qui est documenté dans le catalogue comme présente dans le Saint-Laurent. Cependant, l'espèce boréo-arctique *B. arcticus* (Prosch, 1849) est souvent mal rapportée dans les eaux de l'Atlantique nord-ouest (Muus, 2002; figure 6). Les 2 espèces sont présentes dans la collection de l'IML, *B. arcticus* récolté dans l'Arctique canadien et *B. bairdii* récolté dans le Saint-Laurent. En tandem, les spécimens de la collection et les références du catalogue de Brunel et collab. (1998) ont servi à confirmer la répartition régionale de ces espèces et à élaborer les espèces régionales des guides fauniques pour les scientifiques du MPO de la région du Québec, des autres provinces de l'est du Canada ainsi que des universités (Nozères et collab., 2010, 2014; Bourdages et collab., 2012; Nozères et Archambault, 2014).

Un autre exemple pertinent est celui de l'identification des pennatulidés du Saint-Laurent (les grandes plumes de mer), qui sont des coraux mous relativement méconnus comparativement aux coraux durs répertoriés plus au sud. La grande plume courbée, *Anthoptilum grandiflorum* (Verrill, 1879) (figure 4), n'avait jamais été identifiée dans le Saint-Laurent depuis le début du 20^e siècle. Or, des concentrations notables de cette espèce ont été mises en évidence récemment par les captures de chalut faites dans le chenal Laurentien (Nozères et collab. 2014). L'espèce était passée inaperçue dans la région depuis sa découverte dans le Chenal, au cours des expéditions menées au large de Gaspé au début du 20^e siècle (Whiteaves, 1901). L'examen des spécimens de plumes de mer de la collection l'IML a contribué à démontrer que cette espèce avait été confondue avec une autre, *Pennatula grandis* (Ehrenberg, 1834). Récemment, la répartition de la plume courbée dans les eaux marines du Québec est devenue d'intérêt dans le cadre des projets en cours à l'IML visant à mieux en comprendre

l'écologie. On a notamment découvert que les polypes des plumes de cette espèce pourraient héberger des poissons de grandes profondeurs (p. ex.: le sébaste, *Sebastes sp.*) à l'état juvénile après l'éclosion des œufs au printemps (Baillon, 2012).

Autre exemple: celui de 2 spécimens de crevettes récoltés en 1935 et étiquetés dans la collection de l'IML comme *Pasiphaea princeps* (Smith, 1984). Cette espèce est pourtant supposément absente de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (figure 7). Or, à la demande d'un scientifique ayant examiné la liste des espèces de crevettes pour le Saint-Laurent sur le site Web de CaRMS,



Figure 6. La pieuvre boréale *Bathypolypus arcticus* (Verrill, 1873). Ce spécimen récolté dans l'Arctique canadien a servi pour comparaison avec des spécimens de *B. bairdii* (Verrill, 1873) capturés dans le golfe du Saint-Laurent. Source : Claude Nozères, 2011.



Figure 7. Crevettes cataloguées dans la collection de l'IML, comme *Pasiphaea princeps* Smith, 1984, mais révisées en 2014 comme étant *P. tarda* Krøyer, 1845.

les spécimens ont été réétudiés et l'identification a été rectifiée à *P. tarda* Krøyer, 1845.

Découverts par des personnes qui ont consulté les listes d'espèces dans les catalogues électroniques, d'autres cas semblables d'erreur d'identification, découlant d'information taxonomique inadéquate à l'époque de la récolte de spécimens, ont ainsi été mis en évidence et leur identification corrigée (tableau 2). Certaines de ces révisions sont plus récentes que 2012 et seront publiées dans des nouvelles versions soumises à Worms et à OBIS.

La collection de l'IML continue d'être à la fois alimentée par des captures des missions du MPO, et consultée par les scientifiques internes et externes, notamment ceux de l'ISMER (Institut des sciences de la mer) à Rimouski et l'IQBIQ (Institut québécois de la biodiversité) à Montréal. Les quelques exemples que nous rapportons démontrent que les collections de spécimens des instituts scientifiques et des musées d'histoire naturelle représentent un échantillonnage précieux, permanent et unique des êtres vivants qui existent et ont existé sur le globe. Ces collections s'avèrent d'autant plus essentielles aujourd'hui alors que la biodiversité de tous les milieux subit des changements accélérés (Kemp, 2015).

Tableau 2. Exemples d'espèces révisées à l'aide des spécimens d'organismes marins de la collection de l'IML.

Type	Taxon corrigé	Taxon original	Note
anémone	<i>Actinauge cristata</i>	<i>Actinauge verrillii</i>	Selon des révisions taxonomiques récentes, <i>A. verrillii</i> est absent de l'Atlantique Nord
corail mou	<i>Drifa glomerata</i>	<i>Gersemia rubiformis</i>	Les coraux de la classe des Alyconacea sont souvent confondus
corail mou	<i>Anthoptilum grandiflorum</i>	<i>Pennatula grandis</i>	<i>A. grandiflorum</i> est une espèce commune, confondue avec l'autre qui est aussi abondante
buccin	<i>Plicifusus kroeyeri</i>	<i>Buccinum undatum</i>	Plusieurs espèces de la famille des Buccinidae sont confondues
bivalve	<i>Similipecten greenlandicus</i>	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>S. greenlandicus</i> est un petit bivalve de profondeur, confondu avec des pétoncles côtiers
bivalve	<i>Xylophaga atlantica</i>	<i>Teredo navalis</i>	<i>X. atlantica</i> est une espèce de profondeur qui était confondue avec l'espèce côtière commune
pieuvre	<i>Bathypolypus bairdii</i>	<i>Bathypolypus arcticus</i>	<i>B. arcticus</i> est une espèce à répartition plus nordique (Labrador et Arctique (Brunel et collab. 1998))
sépiole	<i>Rossia</i> (<i>R. megaptera</i> , <i>R. palpebrosa</i>)	<i>Semirossia tenera</i>	<i>S. tenera</i> est une espèce à répartition plus méridionale (golfe du Maine)
isopode	<i>Syscenus infelix</i>	<i>Idotea</i> sp.	<i>S. infelix</i> est un isopode de grande taille, parasite d'eau profonde, confondu avec des espèces côtières
crevette	<i>Pasiphaea tarda</i>	<i>Pasiphaea princeps</i>	Aucune confirmation n'existe de la présence de <i>P. princeps</i> dans le Saint-Laurent
balane	<i>Arcoscappelum michelottianum</i>	<i>Lepas</i> sp.	<i>A. michelottianum</i> est une balane à long pédoncule, qui se fixe en profondeur tandis que <i>Lepas</i> se fixe aux débris flottants
ascidie	<i>Botrylloides</i> sp.	<i>Botrylloides aureum</i>	Une autre espèce d'ascidie envahissante (<i>B. violaceus</i>) pourrait aussi être présente sur la Côte-Nord; des travaux en cours vérifient si <i>B. aureum</i> est une espèce endémique de la Côte-Nord
raie	<i>Rajella fyllae</i>	<i>Leucoraja ocellata</i>	<i>L. ocellata</i> est une espèce du sud du golfe; elle n'a pas été vue à ce jour dans le nord du golfe
poisson	<i>Urophycis tenuis</i>	<i>Urophycis chuss</i>	<i>U. chuss</i> est une espèce à répartition plus méridionale (Maine à Nouvelle-Écosse); des guides d'identification ont été révisés dans les années 1980 pour inclure l'examen de l'arc branchial
poisson	<i>Cottunculus microps</i>	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	<i>C. microps</i> est une petite espèce de profondeur, avec des bosses, confondue avec une grande espèce de l'Arctique

Remerciements

Nous voulons exprimer une gratitude toute spéciale à Luci Bossé, qui a créé la collection d'organismes marins lors de l'instauration de l'IML, ainsi qu'à Pierre Brunel pour les nombreuses discussions sur les spécimens de la collection et leur catalogage. Nous remercions également Diane Archambault pour la révision de l'article. ◀

Références

- BAILLON, S., J.F. HAMEL, V.E. WAREHAM et A. MERCIER, 2012. Deep cold-water corals as nurseries for fish larvae. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10: 351-356.
- BOURDAGES, H., P. GOUDREAU, J. LAMBERT, L. LANDRY et C. NOZÈRES, 2012. Distribution des bivalves et gastéropodes benthiques dans les zones infralittorale et circalittorale des côtes de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 3004: iv + 103 p.
- BRUNEL, P., L. BOSSÉ et G. LAMARCHE, 1998. Catalogue des invertébrés marins de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques, 126: 405 p.
- CARMS, 2015. Disponible en ligne à: <http://www.marinespecies.org/carms/checklist>. [Visité le 15-03-06].
- COSEPAC, 2013. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la merluche blanche (*Urophycis tenuis*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, xiii + 49 p.
- DUTIL, J.-D., R. MILLER, C. NOZÈRES, B. BERNIER, D. BERNIER et D. GASCON, 2006. Révision des identifications de poissons faites lors des relevés scientifiques annuels d'évaluation de l'abondance des poissons de fond et de la crevette nordique dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 2760: x + 87 p.
- DUTIL, J.-D., C. NOZÈRES, P.-M. SCALLON-CHOUINARD, L. VAN GUELPEL, D. BERNIER, S. PROULX, R. MILLER et C. SAVENKOFF, 2009. Poissons connus et méconnus des fonds marins du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 133 (2): 70-82.
- KEMP, C., 2015. Museums: The endangered dead. *Nature*, 518: 292-294. doi:10.1038/518292a
- KENNEDY, M.K., L. VAN GUELPEL, G. POHLE et L. BAJONA (Édit.), 2010. Canadian Register of Marine Species. Disponible en ligne à: <http://www.marinespecies.org/carms/>, version 1.0/2010. [Visité le 15-03-06]
- LEIM, A.H. et W.B. SCOTT, 1972. Poissons de la Côte Atlantique du Canada. Bulletin (Office des recherches sur les pêcheries du Canada) 155, Ottawa, 530 p.
- MILLER, R., C. NOZÈRES et M. KENNEDY, 2013. DFO Quebec Region MLI museum collection. OBIS Canada Digital Collections. Disponible en ligne à: <http://www.iobis.org/>. [Visité le 15-03-06].
- MUUS, B.J., 2002. The *Bathypolypus-Benthoctopus* problem of the North Atlantic (Octopodidae, Cephalopoda). *Malacologia*, 44: 175-222.
- NOZÈRES, C. et D. ARCHAMBAULT, 2014. Portefolio pour l'identification rapide d'invertébrés capturés au chalut dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 3033: iv + 30 p.
- NOZÈRES, C., D. ARCHAMBAULT, P.-M. CHOUINARD, J. GAUTHIER, R. MILLER, E. PARENT, P. SCHWAB, L. SAVARD et J.-D. DUTIL, 2010. Guide d'identification des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent et protocoles suivis pour leur échantillonnage lors des relevés par chalut entre 2004 et 2008. Rapport technique canadien des sciences halieutiques aquatiques, 2866: xi + 243 p.
- NOZÈRES C., D. ARCHAMBAULT et R. MILLER, 2014. Photocatalogue of invertebrates of the estuary and northern Gulf of St. Lawrence trawl surveys (2005-2013). Canadian manuscript report of fisheries and aquatic sciences, 3035: iv + 221 p.
- OBIS, 2014. Global biodiversity indices from the Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Disponible en ligne à: <http://www.iobis.org>. [Visité le 14-10-29].
- WHITEAVES, I.F., 1901. Catalogue of the marine invertebrata of eastern Canada. Geological Survey of Canada, 722: 1-272.



Dr MICHEL COUVRETTE
Chirurgien-dentiste

5886 St-Hubert
Montréal (Québec)
Canada H2S 2L7

sur rendez-vous
seulement
274-2373

Le point sur les marées d'équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent

Daniel Bourgault, Cédric Chavanne, Dany Dumont, Émilie Morin, Peter S. Galbraith et Louis Gostiaux

Résumé

Selon une étude publiée dans *Le Naturaliste canadien*, les marées de l'estuaire du Saint-Laurent ne seraient pas plus grandes aux équinoxes qu'à d'autres moments de l'année. Cette idée de marées plus grandes aux équinoxes relèverait plutôt d'une croyance populaire sans fondements théoriques, répandue même parmi la communauté scientifique. Il est démontré ici que ces conclusions contredisent en fait la théorie des marées et découlent d'un problème de sous-échantillonnage des données de marées. Une analyse basée sur 30 ans d'observations horaires du niveau de la mer à la station Rimouski montre que, statistiquement, les marées sont bel et bien plus énergétiques autour des équinoxes, en accord avec la théorie des marées. Cependant, cette conclusion statistique n'indique pas nécessairement que les marées les plus fortes d'une année particulière se rencontrent précisément aux jours des équinoxes puisque l'augmentation du marnage vers les équinoxes est faible comparativement aux variations de marnages associées au cycle vive-eau/morte-eau (2 semaines) qui n'est pas synchronisé avec les équinoxes. La théorie des marées est expliquée simplement et un schéma est proposé pour illustrer l'influence du cycle équinox-solstice sur les marées.

MOTS CLÉS : équinoxe, estuaire du Saint-Laurent, marée, observations, prédictions

Abstract

According to a study published in *Le Naturaliste canadien*, tides in the St. Lawrence Estuary would not be any greater at the equinoxes than they are at any other moment of the year. According to the study, the idea that tides may be larger at the equinoxes is a popular unfounded belief that is widespread, even among scientists. Here, it is demonstrated that these conclusions contradict the theory of tides and arise from a problem in the subsampling of tide data. A statistical analysis based on 30 years of hourly water level observations at Rimouski, shows that tides are indeed more energetic around the equinoxes, which is in agreement with the theory of tides. However, this conclusion does not necessarily indicate that the greatest tides always appear precisely at the equinoxes in a given year. This is because the increase in the tidal range as the equinoxes are approached is rather small in comparison with the large neap-spring tidal variability, which is not synchronized with the equinoxes. The theory of tides is explained in simple terms and a schematic diagram is proposed to explain the effect on tides during the equinox-solstice cycle.

KEYWORDS: equinox, observations, predictions, St. Lawrence Estuary, tide

Introduction

Dans 2 articles semblables, Dionne (2005, 2008) tente de faire la lumière sur ce qu'il considère être une croyance populaire répandue au Québec à propos du comportement des marées de l'estuaire du Saint-Laurent. Selon les conclusions tirées, le grand public croirait faussement que les marées les plus grandes se situent lors des équinoxes. Il est de plus affirmé dans ces études que cette croyance circule même dans la communauté scientifique. En appui, Dionne (2008) cite, parmi d'autres exemples, l'extrait suivant tiré du guide de Chabot et Rossignol (2003 : 3) sur l'identification des algues et de la faune du littoral du Saint-Laurent : « ...au moment des équinoxes... les grandes marées sont les plus fortes de l'année ». Selon l'analyse et l'interprétation effectuées par Dionne, cette notion ne serait qu'une croyance populaire erronée et l'expression de marées d'équinoxe est « insidieuse en laissant croire qu'il s'agit des plus grandes marées de l'année quant à la hauteur et à l'amplitude. » (Dionne, 2005). Dionne (2008) conclut que, « dans l'estuaire du Saint-Laurent, les plus hauts

et les plus bas niveaux de la marée ne sont pas atteints lors des équinoxes. » Quelques années plus tard, Dionne (2010) généralise ses conclusions à tout l'est du Canada ainsi qu'à l'Arctique canadien.

Dionne (2008) laisse entendre que, selon la théorie même des marées, le cycle équinox-solstice n'a pas d'incidence notable sur les marées en général, et sur les marées du Saint-Laurent en particulier. C'est ainsi qu'il conclut que « La croyance

Daniel Bourgault, Cédric Chavanne et Dany Dumont sont professeurs à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski, Peter Galbraith est chercheur pour Pêches et Océans Canada à l'Institut Maurice-Lamontagne et Louis Gostiaux est chercheur au Conseil national de la recherche scientifique à l'École Centrale de Lyon (France). Ils sont tous spécialistes de l'océanographie physique des milieux côtiers avec des intérêts de recherche qui touchent, entre autres, à l'estuaire et au golfe du Saint-Laurent. Émilie Morin est professionnelle de recherche et chargée de cours à l'Université Laval et est spécialiste en didactique des sciences.

daniel_bourgault@uqar.ca

générale ou populaire n'a donc pas de fondements valables, du moins si on s'en remet à la théorie ou à la cause de la marée à savoir l'attraction exercée sur la Terre par la Lune et le Soleil.»

Ces conclusions sont surprenantes car, en réalité, elles contredisent la théorie générale de la marée. Cette théorie est bien établie et montre que le cycle semi-annuel équinoxial/solstice module bien le comportement des marées étant donné la variation que ce cycle engendre sur la déclinaison du Soleil ($\pm 23,45^\circ$), c'est-à-dire sur l'angle formé entre le plan équatorial et l'axe Terre-Soleil (p. ex. : Lamb, 1932; Defant, 1961; Forrester, 1983).

Théorie

Afin de faciliter la compréhension de ce qui suivra, il est utile de savoir que la marée dans l'estuaire du Saint-Laurent est de type semi-diurne à inégalité diurne, c'est-à-dire que le cycle semi-diurne domine, mais présente toutefois des différences non négligeables entre les hauteurs des pleines ou des basses mers consécutives. Ces inégalités sont causées par la présence d'un cycle diurne (Organisation Hydrographique Internationale, 1998). De plus, la marée dans l'estuaire du Saint-Laurent est fortement influencée par le cycle vive-eau/morte-eau d'une période d'environ 2 semaines. Les périodes de vives-eaux se produisent aux époques de pleine et de nouvelle

c'est-à-dire de grandes différences de niveaux entre les pleines et les basses mers consécutives (Organisation Hydrographique Internationale, 1998).

L'essentiel de la théorie des marées est présenté à la figure 1. Cette figure montre comment l'amplitude des composantes semi-diurnes (~ 2 fois/jour), diurnes (~ 1 fois/jour) et semi-annuelles (cycle équinoxial-solstice) du niveau de la mer varie selon la déclinaison du Soleil (limitée entre 0° et $23,45^\circ$) et selon la latitude (entre 0° et 90°). Les détails mathématiques de cette théorie sont présentés à l'annexe 1.

La théorie indique donc qu'aux équinoxes, lorsque la déclinaison du Soleil est de 0° , l'amplitude des marées semi-diurnes atteint son maximum annuel (d'où le terme « marées d'équinoxes »); celle des marées diurnes est nulle, et celle des marées semi-annuelles est négative mais atteint son maximum annuel en valeur absolue étant donné que la déclinaison du Soleil est limitée entre 0° et $23,45^\circ$ (N ou S). Aux solstices, en revanche, la déclinaison du Soleil étant de $23,45^\circ$ (N ou S), l'amplitude des marées semi-diurnes est réduite de 16% (0,84 sur la figure 1), celle des marées diurnes atteint son maximum annuel, et celle des marées semi-annuelles atteint son minimum annuel en valeur absolue. Ces variations annuelles sont illustrées sur la figure 2 pour la latitude de Rimouski ($48,48^\circ$ N). Notons que le signe de l'influence du cycle semi-annuel sur le niveau moyen de la mer dépend de

la latitude. Alors qu'aux hautes latitudes ($> 35,27^\circ$ N ou S), le niveau d'eau moyen est plus bas aux équinoxes qu'aux solstices (figure 2), aux basses latitudes ($< 35,27^\circ$ N ou S), le niveau d'eau moyen est plus élevé aux équinoxes qu'aux solstices.

Problématique

À la lumière de la théorie présentée ci-dessus, il apparaît fondamentalement correct d'affirmer que, d'une façon générale, dans les régions dominées par les marées semi-diurnes, telles que l'estuaire du Saint-Laurent, les marées sont plus fortes aux équinoxes. La question qui se pose alors est de comprendre comment Dionne (2005, 2008, 2010) en est arrivé à contredire ainsi la théorie. Après tout, il se pourrait bien que la marée dans le Saint-Laurent ne se comporte pas comme la théorie le prédit, en raison de propriétés bathymétriques ou hydrographiques qui lui seraient propres et qui pourraient induire des comportements particuliers.

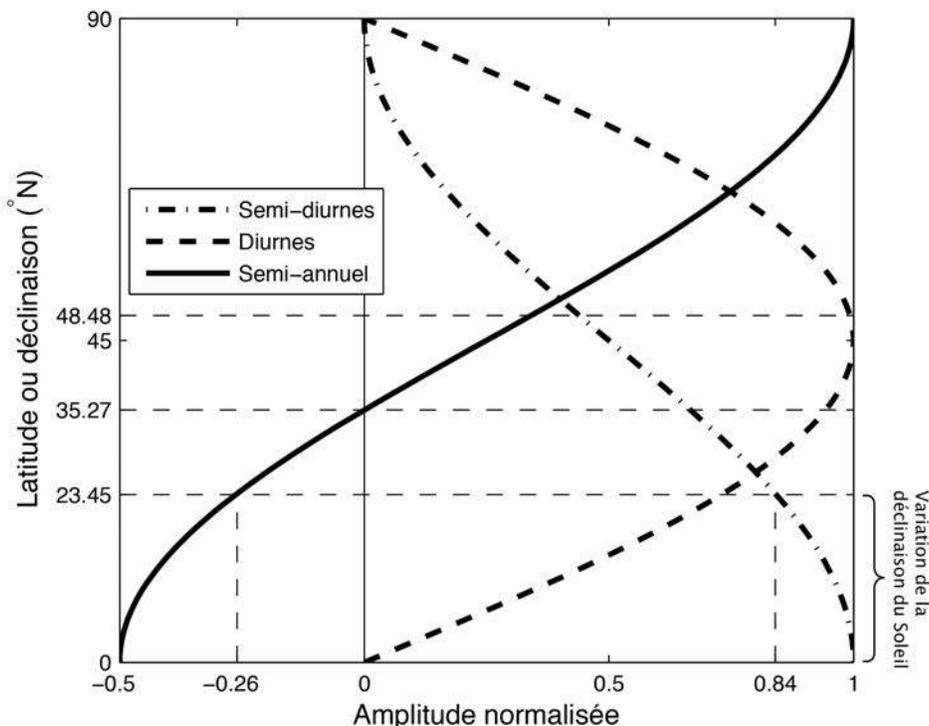


Figure 1. Amplitudes normalisées des marées en fonction de la latitude du point d'observation ou de la déclinaison de l'astre responsable de la marée, pour les composantes semi-diurnes, diurnes et semi-annuelle. Les droites fines en tirets indiquent des valeurs particulières mentionnées dans le texte telles que la latitude de Rimouski ($48,48^\circ$ N), la latitude à laquelle l'amplitude semi-annuelle est nulle ($35,27^\circ$ N) ainsi que la déclinaison du Soleil aux solstices ($23,45^\circ$ N). Ce graphique a été réalisé à partir de l'équation générale des marées statiques (Lamb, 1932; Defant, 1961).

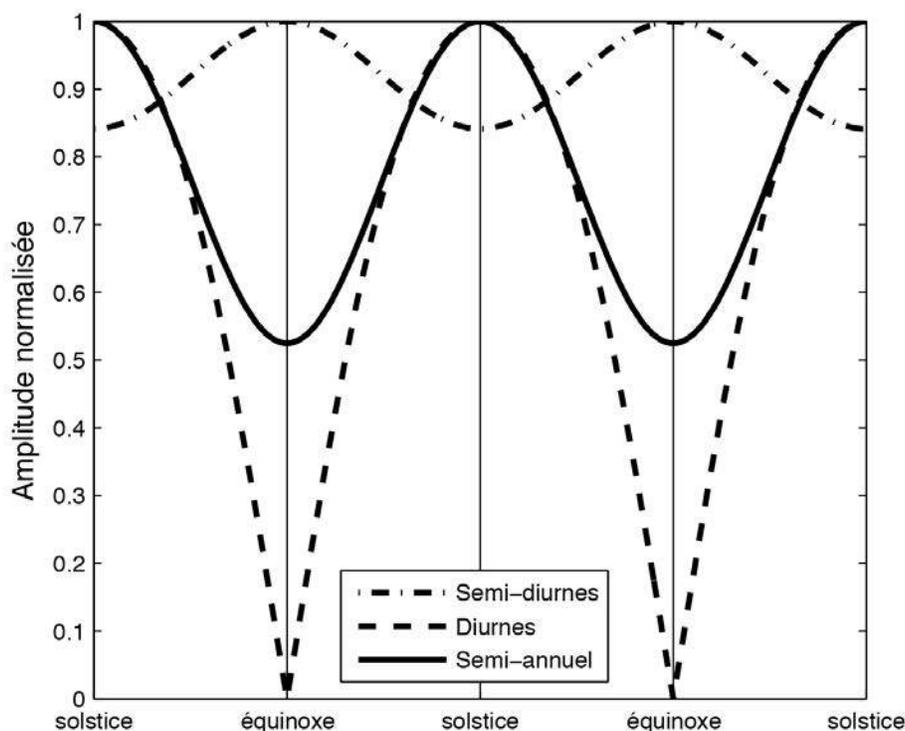


Figure 2. Série temporelle théorique des amplitudes semi-diurne, diurne et semi-annuelle normalisées pour la latitude de Rimouski (48,48°N). Ce graphique a été réalisé à partir de l'équation générale des marées statiques (Lamb, 1932; Defant, 1961).

C'est donc dans ce contexte qu'il nous est apparu pertinent de faire le point sur le comportement des marées au voisinage des équinoxes en revisitant les travaux de Dionne (2008) avec de nouvelles analyses basées sur 30 années de mesures du niveau d'eau dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Terminologie

Qu'est-ce que la marée ?

Selon le Manuel canadien des marées, la marée est définie comme étant : « [...] la réponse de l'océan aux variations périodiques des forces d'attraction exercées par la Lune et par le Soleil ». (Forrester, 1983 : 1)

Selon cette définition, la marée ne serait que d'origine astronomique. Il s'agit là de la définition adoptée par Dionne (2008). Cependant, au Québec, les gens et les médias associent aussi la marée à des événements de variations du niveau de la mer causées par des tempêtes de vent ou autres phénomènes météorologiques (p. ex. : SRC, 2011). Selon le dictionnaire hydrographique de l'Organisation Hydrographique Internationale (1998:131), la définition de la marée inclut effectivement des fluctuations d'autres origines que celles astronomiques : « Mouvement multipériodique du niveau de la mer dont la partie principale est la marée astronomique ».

Cette définition laisse donc entendre qu'au moins un autre phénomène cause la marée. En effet, la marée est composée principalement de la marée astronomique, mais

aussi de la marée météorologique qui, elle, est ainsi définie : « Partie de la marée due aux conditions météorologiques locales et générales, par opposition à la marée astronomique ». (Organisation Hydrographique Internationale, 1998:131)

Par ces définitions, donc, la marée est le résultat de l'effet combiné de l'attraction gravitationnelle exercée par la Lune et le Soleil et des conditions météorologiques. Les termes « marée de tempête » et « onde de tempête » sont synonymes (Organisation Hydrographique Internationale, 1998 :152) et font allusion à l'impact anormalement fort des marées météorologiques, causées par l'effet du baromètre inverse et par empilement d'eau par le vent, lors de tempêtes. Nous adopterons ces définitions de l'Organisation Hydrographique Internationale (1998), qui fait aujourd'hui foi d'autorité en ce qui a trait à la terminologie hydrographique.

Dionne (2008) a basé son analyse uniquement sur le signal prédictible de la marée, en scrutant les tables de marées. Ici, nous analyserons non seulement les prédictions, mais aussi les observations de niveau de la mer qui, elles, intègrent à la fois la marée astronomique dominante ainsi que la marée météorologique épisodique.

Qu'est-ce qu'une grande marée ?

Il n'existe pas de définition formelle pour qualifier ce qu'est une grande marée (Organisation Hydrographique Internationale, 1998). Cette expression peut évoquer au moins 3 concepts différents : 1) Pour les riverains de l'estuaire du Saint-Laurent, l'expression peut faire allusion à des niveaux d'eau anormalement élevés qui pourraient risquer de créer des inondations; 2) Pour d'autres, l'expression peut, au contraire, résonner avec des niveaux d'eau anormalement bas. On peut penser par exemple à ces randonneurs qui, lorsque cela est possible quelques fois par année, traversent à pied jusqu'à l'île Saint-Barnabé, tout juste au large de Rimouski (p. ex. : SRC, 2013). On peut aussi penser aux pêcheurs d'anguilles sur les battures du Bas-Saint-Laurent pour qui grandes marées riment avec de très bas niveaux d'eau; 3) Enfin, pour les océanographes ou pour les géomorphologues qui s'intéressent, par exemple, aux mouvements de sédiments du littoral par les courants de marée, le concept de grandes marées peut faire allusion à des périodes où le marnage est anormalement grand. Le marnage est une notion importante pour les scientifiques

qui s'intéressent à la dynamique des milieux côtiers, car l'énergie de la marée est proportionnelle au carré du marnage. Autrement dit, si le marnage double, l'énergie mécanique de la marée quadruple.

Notre analyse portera sur ces 3 aspects. La question est donc de savoir si l'un ou l'autre de ces phénomènes se manifeste ou non autour des équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent et si oui, quelle est son importance. La théorie prédit qu'autour des équinoxes, le niveau moyen de l'eau devrait être plus bas et le marnage plus grand aux latitudes du Saint-Laurent. Cela devrait se refléter par une plus grande probabilité de trouver des niveaux anormalement bas. En ce qui a trait aux niveaux anormalement hauts, la probabilité sera plus grande autour des équinoxes seulement si l'augmentation du marnage l'emporte sur la diminution du niveau moyen de la mer. Autrement, la probabilité sera plus faible. Rappelons ici que Dionne (2005, 2008) conclut qu'aucun de ces 3 aspects ne se manifeste de façon plus importante aux équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Critique de la méthodologie de Dionne (2008)

L'analyse de Dionne (2008) mérite d'être revisitée car elle n'est basée que sur l'extraction du niveau d'eau le plus élevé prédit au jour même des équinoxes, sans prétraitement de la série temporelle. Avec la présence de l'importante modulation semi-mensuelle du cycle de vive-eau/morte-eau, qui n'est pas synchronisée avec le cycle semi-annuel des équinoxes, il n'est pas statistiquement robuste d'extraire un signal d'une période beaucoup plus longue, 6 mois dans ce cas-ci, sans avoir préalablement filtré la série temporelle sur une période au moins aussi longue que le cycle de vive-eau/morte-eau (> 2 semaines). Autrement, cela cause un important problème de sous-échantillonnage qui compromet l'analyse et biaise l'interprétation.

De plus, Dionne (2008: tableau 1) indique qu'il a extrait les hauteurs et les marnages des « marées de vive-eau lors des équinoxes ». Or, sur les 12 équinoxes analysés, seulement 3 vives-eaux coïncident avec le jour de l'équinoxe. Les 9 autres équinoxes tombent soit entre une vive-eau et une morte-eau, ou soit, dans le pire des cas, pendant les mortes-eaux.

Pour illustrer plus clairement cette critique, nous avons reproduit 30 jours de prédictions harmoniques horaires de marées centrés sur les équinoxes pour les années de 2002 à 2007 (figure 3), c'est-à-dire les années considérées par Dionne (2008). Les régions grisées représentent les fenêtres d'une journée qu'il a examinées pour caractériser les marées lors des périodes d'équinoxes. Cette figure illustre bien le biais que cause ce type de sous-échantillonnage. Le cycle équinoxe-solstice, s'il existe, se trouve dissimulé derrière l'importante modulation vive-eau/morte-eau. Dans ces situations, il est nécessaire d'appliquer un filtre passe-bas afin de faire ressortir le cycle de longue période d'intérêt et ainsi permettre de conclure sur son importance.

Notons aussi qu'en appui à sa démonstration, Dionne (2008) cite un mémoire de maîtrise de Deblois (1988) intitulé *Les marées d'équinoxe correspondent-elles aux plus grandes*

Tableau 1. Constantes harmoniques de quelques composantes principales semi-diurnes (M_2 et S_2), diurnes (K_1 et O_1) et de longues périodes (S_{sa} et S_a) qui caractérisent la marée à Rimouski. Ces constantes ont été calculées par une analyse harmonique effectuée sur près de 30 ans de mesures horaires à la station Rimouski (figure 3).

Composante	Période (jour)	Amplitude (cm)	Phase (°)
Principale lunaire semi-diurne (M_2)	0,518	127,00	201
Principale solaire semi-diurne (S_2)	0,500	40,50	242
Déclinaison luni-solaire diurne (K_1)	0,997	23,60	278
Principale lunaire diurne (O_1)	1,076	21,80	253
Solaire semi-annuelle (S_{sa})	182,621	2,43	145
Solaire annuelle (S_a)	365,260	2,23	175

marées de l'année? Or, après vérification, il ne s'agit pas là d'un mémoire de maîtrise mais plutôt d'un mémoire de baccalauréat du Département de géographie de l'Université Laval. Ce mémoire n'est pas publié et nous n'avons pas été en mesure d'obtenir de copie d'aucune bibliothèque ni du Département de géographie de l'Université Laval. Le Dr Dionne a eu l'amabilité de nous transmettre sa copie. La méthodologie utilisée dans ce mémoire est comparable à celle utilisée par Dionne (2008). Étant donné que ce mémoire n'est pas publié et, en pratique, inaccessible, nous n'y ferons plus référence ici.

Données

Notre analyse porte sur la station Rimouski dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent (station 2985, anciennement nommée Pointe-au-Père). Cette station a la particularité d'être peu sensible aux variations saisonnières et épisodiques associées aux crues (p. ex. : grandes crues printanières) comme l'est par exemple la station de Lauzon, en face de Québec, dans la partie fluviale du Saint-Laurent. Notre analyse est basée à la fois sur des observations (somme des marées astronomique et météorologique) ainsi que sur une analyse harmonique qui ne contient que la portion prédictible de la marée. Celle-ci est principalement d'origine astronomique, mais peut aussi être en partie d'origine climatique.

Le jeu d'observations consiste en un peu plus de 30 ans (8 juillet 1984 au 31 août 2014) de mesures horaires du niveau de la mer (h_0) téléchargées en ligne à partir des Archives canadiennes des données sur les marées et les niveaux d'eau de Pêches et Océans Canada (2015) (figure 4). Cette série temporelle est parsemée de 6,7 % de données manquantes. Aucun effort n'a été fait pour tenter de les combler. L'impact de ces données manquantes se reflète implicitement dans les intervalles de confiance à 95 % sur nos statistiques déterminées par la méthode de bootstrap avec 500 remises (Efron et Gong, 1983).

Afin d'extraire la portion prédictible principalement d'origine astronomique (h_p) du signal de marée observé (h_0), une analyse harmonique a été effectuée sur ces 30 ans

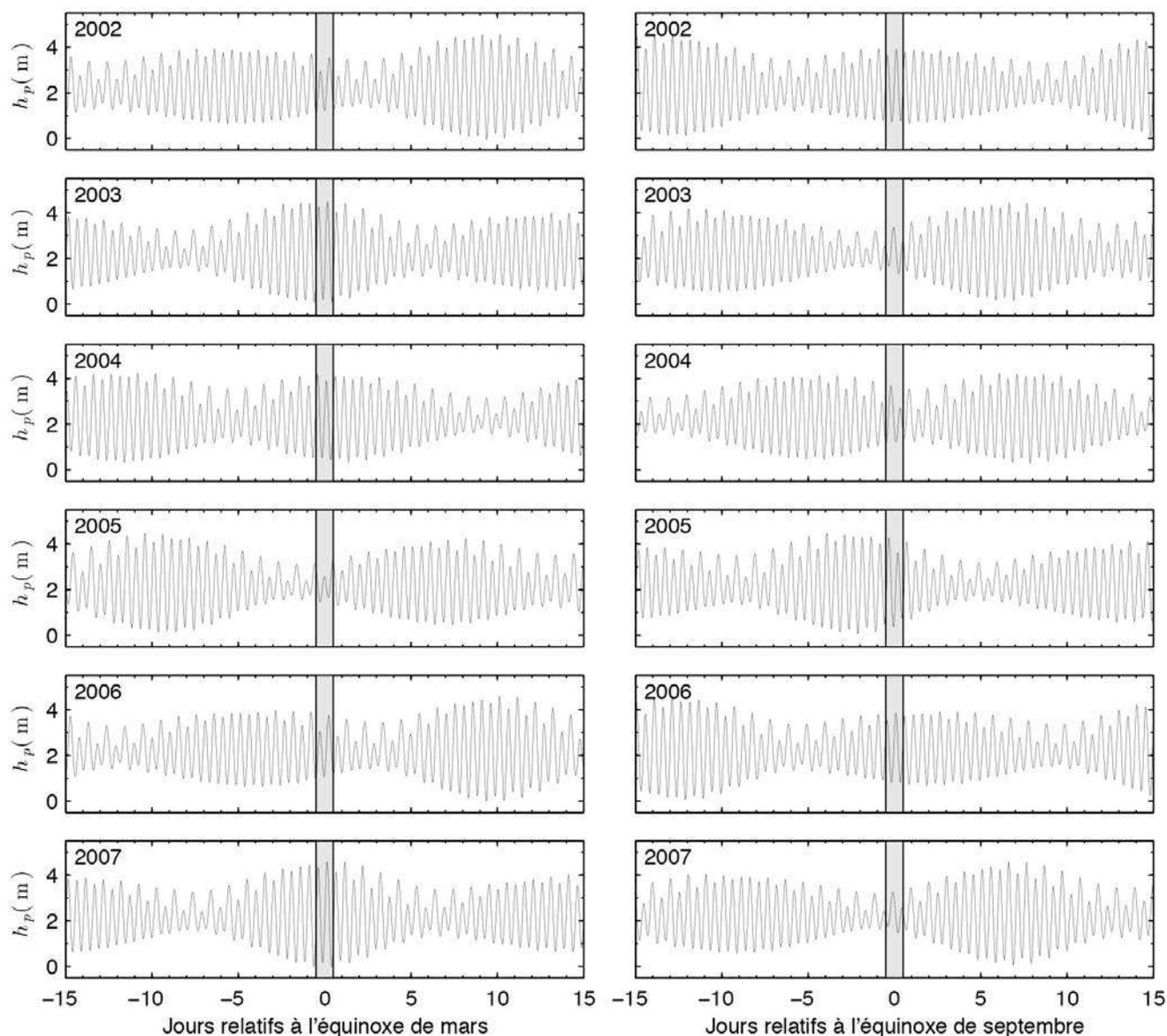


Figure 3. Prédictions harmoniques horaires des marées autour des équinoxes entre 2002 et 2007 à Rimouski (anciennement Pointe-au-Père) présentées ici pour illustrer la base sur laquelle repose l'analyse effectuée par Dionne (2008). Les zones grisées autour des équinoxes représentent les données qu'il a analysées. Neuf fois sur 12, les données ne correspondaient pas au maximum d'une vive-eau coïncidente avec l'équinoxe, les exceptions étant mars 2003, 2007 et septembre 2002.

d'observations à l'aide des boîtes à outils T_Tide et UTide développées, respectivement, par Pawlowicz et collab. (2002) et Codiga (2011) pour le logiciel Matlab. Une fois les 68 composantes harmoniques déterminées, la marée prédictible a été reconstituée sur la période allant du 1^{er} janvier 1984 au 31 décembre 2014 (figure 4).

Remarquons que l'analyse harmonique peut contenir un cycle annuel d'origine climatique (p. ex. : changement de la direction des vents dominants, de la température de l'eau, de la circulation, des débits des rivières, etc.) avec un cycle annuel d'origine purement astronomique. Notre signal harmonique ainsi reconstitué peut donc aussi inclure implicitement une variation annuelle climatique à l'intérieur de la composante

harmonique solaire annuelle (la composante dite S_a). Cependant, cela n'est pas gênant pour la présente discussion, car nous nous intéressons principalement aux variations semi-annuelles causées par le cycle équinoxe-solstice. Or, les vents, la température de l'air et de l'eau ne montrent aucune périodicité semi-annuelle significative sur le Saint-Laurent (Galbraith et collab., 2012). Le débit des rivières est caractérisé par un certain cycle semi-annuel avec une grande crue printanière et un autre léger pic beaucoup plus faible en novembre causé par l'augmentation des précipitations (Galbraith et collab., 2015). Ce faible signal semi-annuel a peu d'influence sur le niveau d'eau à Rimouski et sera négligé dans notre interprétation.

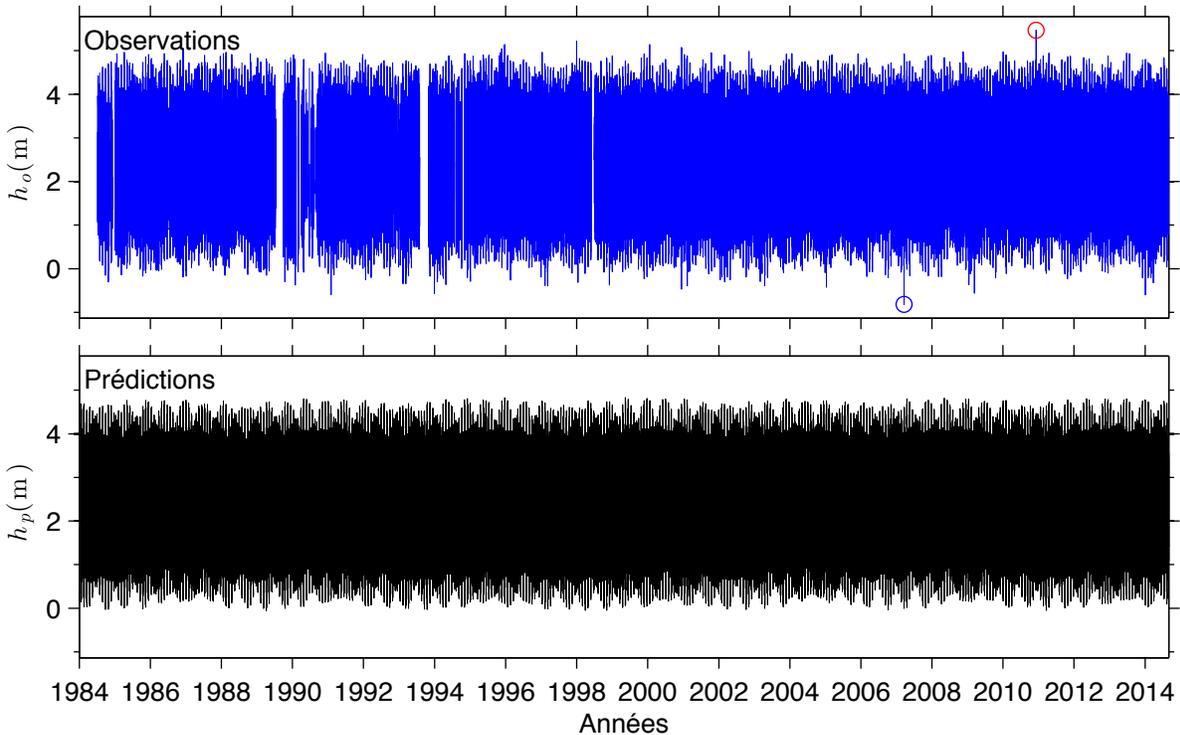


Figure 4. Jeux de données. (haut) Observations horaires du niveau de la mer à la station de Rimouski (station 2985) du 8 juillet 1984 au 31 août 2014. Les cercles bleu et rouge correspondent aux 2 extrêmes mesurés, respectivement, le 21 mars 2007 et le 6 décembre 2010. (bas) Reconstitution harmonique horaire du 1^{er} janvier 1984 au 31 décembre 2014.

Résultats

En soi, les 2 séries temporelles de 30 ans de la marée observée et prédite ne montrent rien d'apparent pour aider à répondre à la question qui nous motive (figure 4). Si un signal équinoxe-solstice existe, il est dissimulé derrière les variations semi-diurnes et semi-mensuelles qui sont beaucoup plus importantes. On y remarque tout de même l'évènement de

niveau d'eau extrêmement élevé du 6 décembre 2010 (cercle rouge) causé par la tempête qui a balayé le Bas-Saint-Laurent et la Gaspésie (SRC, 2010). On remarque aussi un évènement d'une marée extrêmement basse (cercle bleu) le 21 mars 2007. Ces 2 évènements extrêmes coïncident chacun avec une vive-eau. Quelques autres évènements extrêmes moins importants parsèment ces observations. Ces extrêmes, absents de la série de prédiction harmonique, correspondent bien à l'effet de

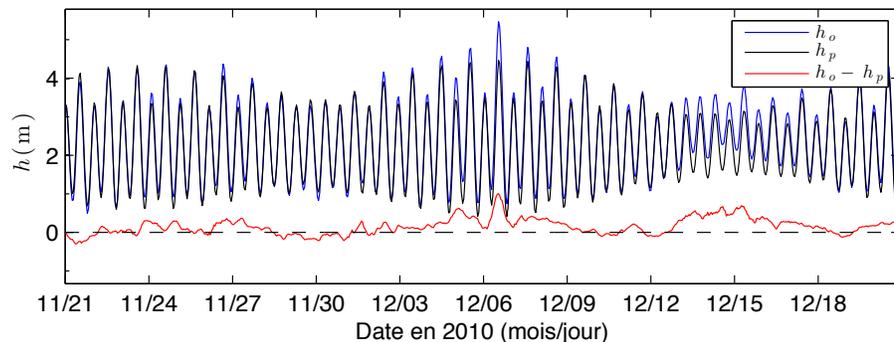


Figure 5. Exemple de 30 jours de comparaison entre les observations horaires (h_o , bleu) et les prédictions harmoniques (h_p , noir) ainsi que la différence ($h_o - h_p$, rouge), centrés autour de la tempête du 6 décembre 2010. La différence peut être considérée comme la marée météorologique et l'évènement extrême du 6 décembre comme une marée de tempête (ou onde de tempête). Notez aussi que l'élévation causée par la marée météorologique autour du 15 décembre a été presque aussi forte que celle du 6 décembre mais est passée inaperçue étant donné sa coïncidence avec de faibles marées astronomiques de mortes-eaux.

la marée météorologique combiné à celui de la marée astronomique lors de vives-eaux. On le voit plus clairement lorsque l'on compare les observations et les prédictions autour du 6 décembre 2010 ainsi que la différence entre les 2 signaux (figure 5). Cette différence (en rouge sur la figure) correspond à la marée météorologique. De plus, dans ce cas-ci, une marée de tempête coïncidente avec une vive-eau a créé une surélévation extrême, aussi appelée surcote, le jour du 6 décembre.

Afin de faire ressortir un cycle saisonnier qui pourrait être associé à l'alternance équinoxe-solstice, nous avons réduit le nombre de données en extrayant de chacune des séries les marées hautes (h^\uparrow) et basses (h^\downarrow)

que nous avons ensuite rapportées sur 366 jours, sans égard à l'année de l'observation (figure 6). Cette première analyse permet déjà de cerner un certain patron semi-annuel. Les plus hautes marées hautes semblent se regrouper autour des solstices, alors que les plus basses marées basses semblent se regrouper plutôt autour des équinoxes. Les moyennes et écarts-types sur l'ensemble de ces données sont, pour les observations, de $\langle h_o^{\uparrow} \rangle = 3,58 \pm 0,52$ m et $\langle h_o^{\downarrow} \rangle = 0,95 \pm 0,41$ m et, pour les prédictions, de $\langle h_p^{\uparrow} \rangle = 3,57 \pm 0,49$ m et $\langle h_p^{\downarrow} \rangle = 0,95 \pm 0,38$ m. Les moyennes des observations et des prédictions sont donc très proches et les écarts-types sont légèrement plus grands pour les observations étant donné l'impact supplémentaire qu'apportent les marées météorologiques, absentes de la série harmonique reconstituée.

Un critère quantitatif est maintenant nécessaire pour caractériser ce qu'est une grande marée haute et une grande marée basse. Nous définissons ici une grande marée haute (ou basse) comme étant un niveau de la mer anormal excédant la moyenne des marées hautes (ou basses) de 1.96σ où σ est l'écart-type. Pour une distribution normale, cela correspond à ne considérer qu'une extrémité de 2,5 % de la distribution. Par exemple, selon ce critère, une grande marée haute correspond à un niveau égal ou excédant 4,6 m (zones ombragées, figure 6).

Puisque nous ne nous intéressons qu'aux changements saisonniers associés au cycle équinoxe-solstice, et pour éviter les problèmes de sous-échantillonnage discutés précédemment, des statistiques mensuelles centrées sur le jour 21 de chaque mois ont été effectuées. Le jour 21 étant le jour calendaire moyen des solstices et des équinoxes, les mois de juin et

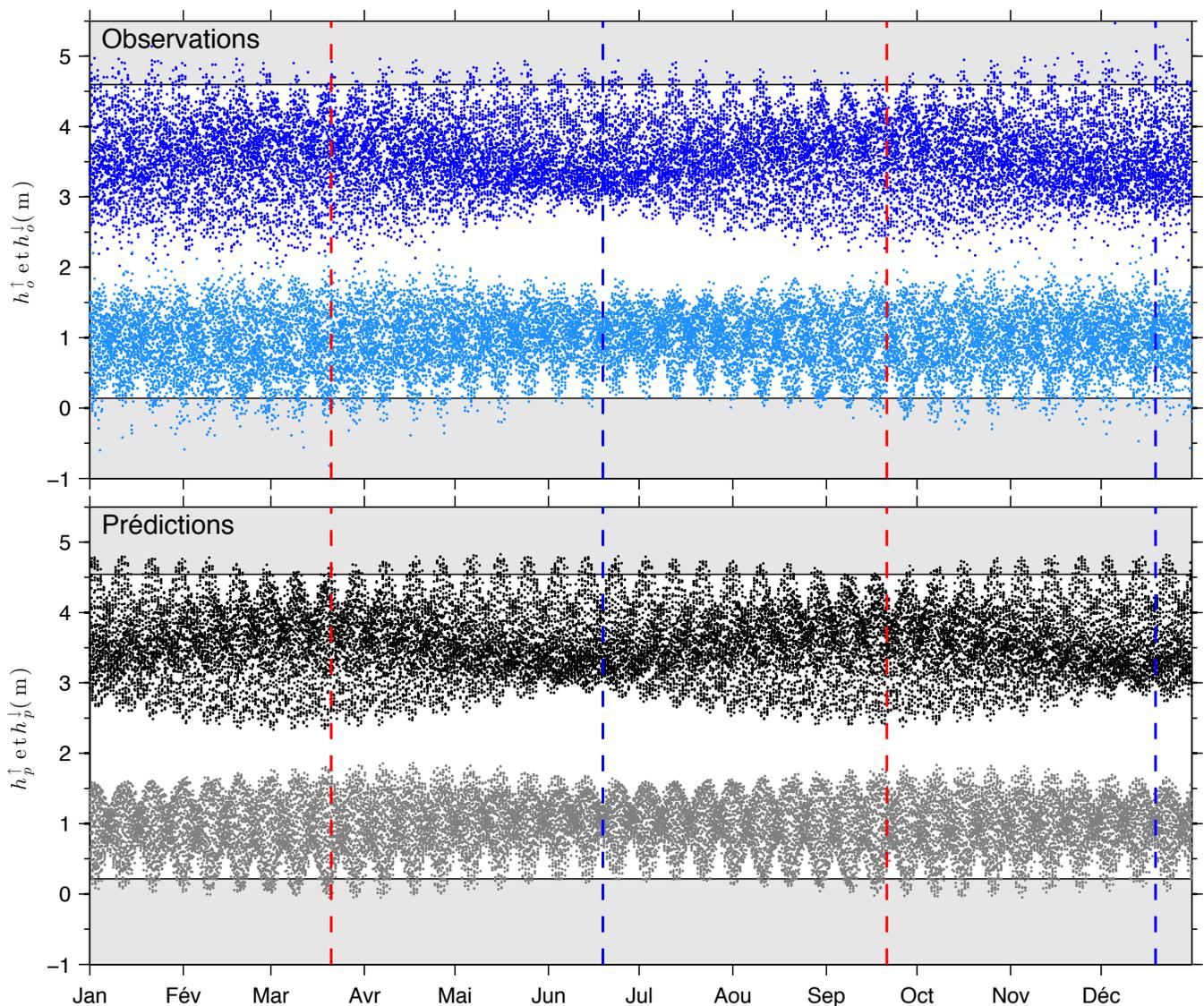


Figure 6. Représentation de toutes les marées hautes (points bleu foncé et noirs) et basses (points bleu pâle et gris) extraites des données horaires de la figure 4 et rapportées sur une période d'une année. Les zones ombragées correspondent au critère de grandes marées, hautes ou basses. Les lignes verticales pointillées rouges et bleues indiquent, respectivement, les équinoxes et les solstices.

décembre seront centrés sur les solstices et les mois de mars et septembre sur les équinoxes. Ces moyennes agissent aussi comme un filtre passe-bas qui élimine le battement semi-mensuel vive-eau/morte-eau, ainsi que les autres composantes mensuelles et semi-mensuelles.

La première statistique représente la proportion P du nombre de grandes marées (hautes ou basses) répertoriées pour un certain mois, par rapport au nombre de toutes les grandes marées répertoriées dans l'année (figure 7a). Cette statistique montre qu'autour des équinoxes, la probabilité d'obtenir de grandes marées hautes est la plus faible alors que la probabilité d'obtenir de grandes marées basses est la plus grande.

Lorsque l'on examine les niveaux d'eau mensuels moyens \bar{h}_o et \bar{h}_p (figure 7b), on observe un cycle annuel et semi-annuel caractérisé par un niveau d'environ 5 cm à 10 cm plus bas autour des équinoxes qu'aux solstices. Ces oscillations annuelles et semi-annuelles du niveau moyen correspondent bien aux composantes solaire annuelle S_a et semi-annuelle S_{sa} , qui ont chacune une amplitude de l'ordre de 2 cm (tableau 1), et donc un déplacement total maximum de l'ordre de 10 cm lorsqu'elles sont en phase constructive.

Tel que prévu par la théorie, les marées semi-diurnes et diurnes oscillent bien autour d'un niveau moyen qui varie lentement au cours de l'année. Ce sont ces variations du niveau moyen qui expliquent la répartition des probabilités d'obtenir les grandes marées hautes et les grandes marées basses, car la différence de marnage entre les équinoxes et les solstices est plus faible que le changement du niveau moyen de la mer. En effet, le marnage mensuel moyen $\overline{\Delta h}$ est plus grand d'environ 5 cm lors des équinoxes que lors des solstices (figure 7c), tel que prévu qualitativement par la théorie pour les marées dominées par les composantes semi-diurnes.

L'énergie mécanique E d'une onde longue telle que la marée est proportionnelle au carré du marnage, c'est-à-dire que $E \propto (\Delta h)^2$ (Kundu et Cohen, 2004). Les valeurs mensuelles moyennes de cette quantité sont montrées à la figure 7d. À partir de ces valeurs, on peut estimer la quantité d'énergie de marée supplémentaire $\overline{\Delta E}$ qu'il y a pendant l'équinoxe par rapport au solstice avec le calcul suivant,

$$\frac{\Delta E}{E_{\text{sol}}} = \frac{\overline{(\Delta h_{\text{eq}})^2} - \overline{(\Delta h_{\text{sol}})^2}}{\overline{(\Delta h_{\text{sol}})^2}} = 14\%,$$

où $\overline{(\Delta h_{\text{eq}})^2} \approx 8 \text{ m}^2$ et $\overline{(\Delta h_{\text{sol}})^2} \approx 7 \text{ m}^2$ (figure 7d). Nous concluons de cet exercice que les marées autour des équinoxes sont, en moyenne, 14 % plus énergétiques que les marées autour des solstices.

Enfin, la figure 7e montre l'inégalité diurne caractérisée par les différences de marnages consécutifs, symbolisés par $\Delta(\Delta h)$. Là aussi, un cycle semi-annuel clair apparaît avec les plus grandes inégalités atteintes lors des solstices, en accord avec la théorie des marées.

Une dernière analyse a été effectuée afin de mieux faire ressortir les variations des marnages des composantes semi-diurnes et diurnes prises séparément. Pour cela, nous

avons reconstitué le signal de marée en ne considérant, dans un premier temps, que les composantes semi-diurnes (M_2 , S_2 , N_2 , etc.) et, dans un deuxième temps, que les composantes diurnes (K_1 , O_1 , P_1 , etc.). De ces 2 séries reconstituées, nous avons ensuite calculé la déviation de ces marnages par rapport à la moyenne annuelle des marnages mensuels moyens. Ces statistiques sont symbolisées, respectivement, par $\overline{\Delta h}_1$ et $\overline{\Delta h}_2$ (figure 7f). Ces statistiques montrent bien comment la marée de l'estuaire du Saint-Laurent se comporte comme la théorie le prédit avec des marnages semi-diurnes plus importants autour des équinoxes et vice-versa pour les marées diurnes.

Soulignons ici le fait qu'il n'y a pas de différence significative entre les observations et les prédictions harmoniques pour l'ensemble de ces statistiques. Cette constatation ne supporte pas l'affirmation de Dionne (2008) qui écrivait : « Les hauts niveaux observés parfois aux environs des équinoxes, en particulier au printemps, sont attribuables à des facteurs externes (principalement météorologiques)... » Nos statistiques effectuées sur les observations ne montrent rien de particulier aux équinoxes ou même à d'autres moments de l'année qui se démarquerait de façon significative des prédictions harmoniques. En d'autres termes, la marée météorologique peut affecter le niveau de l'eau de façon équiprobable à tout moment de l'année et cet effet peut aussi bien aller dans un sens (augmentation du niveau) que dans l'autre (diminution du niveau). L'effet des événements météorologiques stochastiques (alternance pluie/beau temps – tempête/temps calme) n'a donc pas d'effet significatif sur les moyennes mensuelles.

Dans les endroits où le niveau d'eau est fortement influencé par les crues printanières, comme à la station Lauzon dans la région de Québec, la probabilité d'obtenir de très hauts niveaux d'eau est effectivement plus grande au printemps (cela n'est pas montré ici, mais nous avons aussi fait les statistiques). Cet effet est principalement attribuable au niveau moyen qui est plus élevé au printemps pour des raisons climatiques, et donc prédictibles sur quelques décennies, en raison de l'augmentation saisonnière des débits des rivières.

Discussion

Récapitulatif

Notre analyse permet de tirer les conclusions suivantes par rapport aux concepts de grandes marées dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent :

1. En moyenne statistique, les plus grands marnages se situent autour des équinoxes;
2. La plus forte probabilité de trouver de très bas niveaux d'eau se situe aussi autour des équinoxes;
3. La plus faible probabilité de trouver de très hauts niveaux d'eau se situe autour des équinoxes. Cela s'explique par le fait que la diminution du niveau moyen de la mer aux équinoxes est plus grande que l'augmentation du marnage.

Notre analyse permet de conclure que, dans l'estuaire du Saint-Laurent, il y a bel et bien un signal semi-annuel mesurable de la marée associé à l'alternance équinoxe/solstice. Les marées sont environ 14 % plus énergétiques autour des

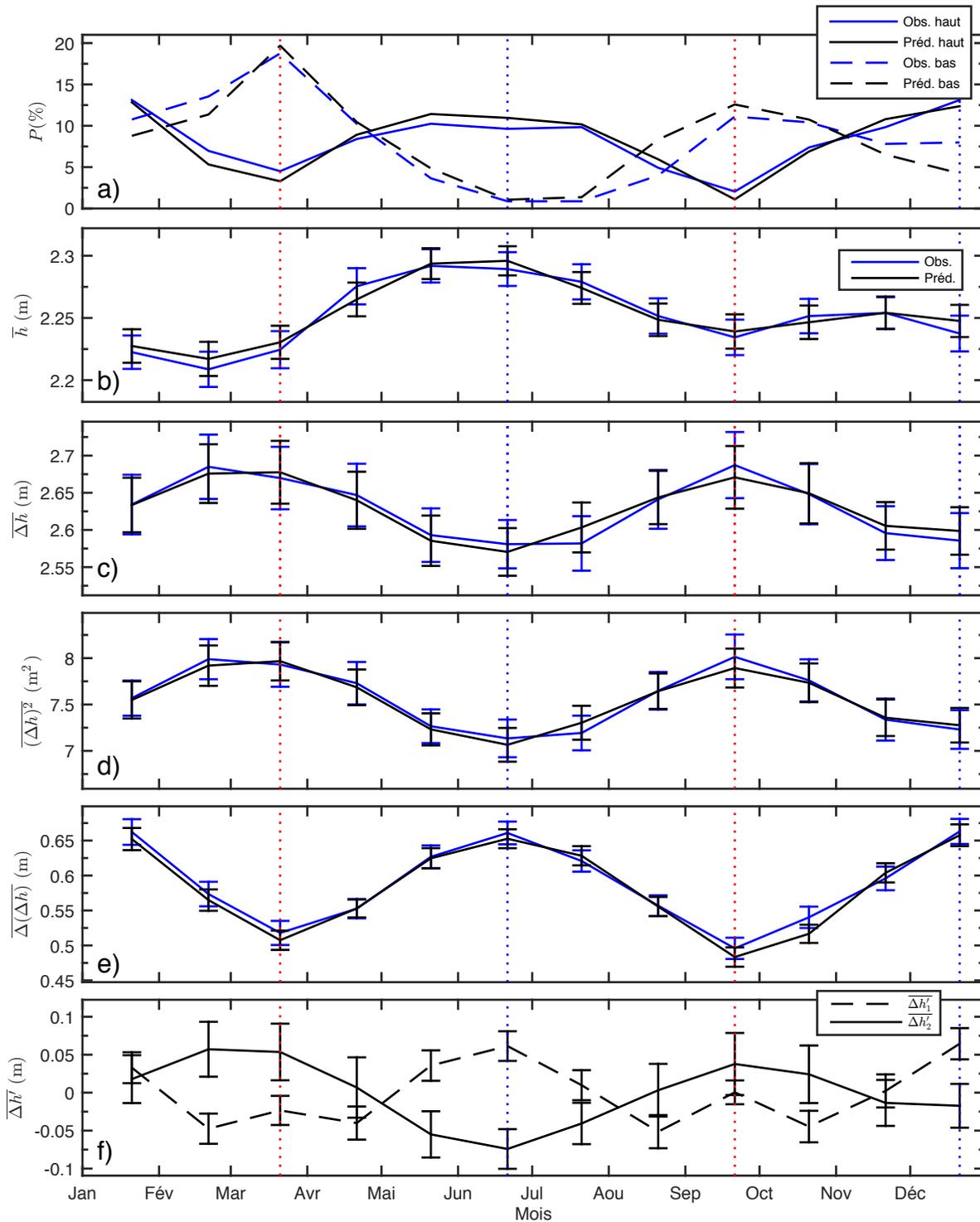


Figure 7. Moyennes mensuelles et intervalles de confiance (95 %) des observations (bleus) et des prédictions (noirs). a) Probabilité qu'un mois de l'année soit sujet à de grandes marées hautes (traits pleins) ou basses (traits pointillés); b) Niveau d'eau \bar{h} ; c) Marnage $\overline{\Delta h}$; d) Carré du marnage $(\overline{\Delta h})^2$; e) Inégalité diurne $\overline{\Delta(\Delta h)}$; f) Déviation par rapport à la moyenne du marnage diurne ($\overline{\Delta h_1}$, pointillé) et semi-diurne ($\overline{\Delta h_2}$, plein). Les lignes verticales pointillées rouges et bleues indiquent, respectivement, les équinoxes et les solstices.

équinoxes qu'autour des solstices. Il nous apparaît donc acceptable d'indiquer que les marées sont, en moyenne, plus fortes autour des équinoxes.

Ces observations correspondent bien à la théorie classique des marées. À cet égard, l'estuaire du Saint-Laurent représente un beau cas de figure pour illustrer comment la théorie des marées à propos des longues périodes semi-annuelles (cycle équinoxe/solstice) peut être utile pour interpréter les observations.

Ces conclusions sont basées sur des moyennes statistiques effectuées sur une longue série temporelle de 30 ans de données. Il faut donc rester vigilant quant à leur interprétation pour une année particulière. Ces conclusions statistiques n'indiquent pas que les marées les plus fortes d'une année en particulier se rencontreront obligatoirement et précisément aux jours des équinoxes. Cela est attribuable au fait que l'augmentation graduelle du marnage vers les équinoxes est faible comparativement aux variations rapides de marnages associés au cycle vive-eau/morte-eau (2 semaines) qui n'est pas synchronisé avec les équinoxes. En somme, d'une année à l'autre, les plus grandes marées peuvent se trouver à plusieurs jours d'écart des équinoxes, bien qu'en moyenne statistique, les marées sont bel et bien plus énergétiques aux équinoxes.

Matériel didactique

Étant donné la confusion que peuvent engendrer ces notions abstraites et assez complexes du comportement des marées autour des équinoxes, nous proposons ici une façon simple d'expliquer le phénomène, mais qui à notre connaissance ne se rencontre pas dans les manuels de base (p. ex. : Brown et collab., 1989).

D'abord, puisque les statistiques mensuelles des marées harmoniques prédictibles et des marées observées ne sont pas significativement différentes, tel que cela a été démontré ici pour l'estuaire du Saint-Laurent, l'explication peut reposer uniquement sur l'effet astronomique. Pour simplifier, nous allons donc laisser de côté l'effet de la marée météorologique dans l'explication qui suivra. Ensuite, comme cela est souvent fait en physique, il est commode d'idéaliser le problème et de s'adonner à des expériences de pensée desquelles on peut tirer une explication simplifiée, mais représentative du phénomène plus complexe considéré. C'est l'approche que nous allons privilégier ici.

La première simplification consiste à considérer que l'orbite de la Terre est parfaitement circulaire et centrée sur le Soleil. Nous éliminons ainsi le cycle annuel causé par l'ellipticité de l'orbite qui viendrait distraire l'explication principale qui se veut focalisée sur le cycle équinoxe/solstice. De plus, comme nous ne nous intéressons qu'au cycle équinoxe/solstice, nous excluons l'effet de la Lune qui induit principalement une modulation bimensuelle (le cycle vive-eau/morte-eau) et qui ne fait pas partie de la notion centrale.

On arrive ensuite à démystifier une bonne partie (mais pas toute) du phénomène en considérant le cas hypothétique

où l'inclinaison de la Terre ne serait pas de 23° par rapport à la perpendiculaire au plan orbital, comme c'est le cas actuellement, mais plutôt de 90°. Dans cette situation improbable, les solstices et les équinoxes seraient caractérisés par la direction dans laquelle pointe l'axe de rotation de la Terre : aux solstices, l'axe de rotation de la Terre serait confondu avec l'axe Terre-Soleil, tandis qu'aux équinoxes cet axe serait perpendiculaire à l'axe Terre-Soleil. C'est dans une telle configuration que la modulation semi-annuelle du comportement des marées apparaît le plus clairement (figure 8).

La schématisation de ces simplifications permet les constatations suivantes :

1. Aux équinoxes, la marée serait purement semi-diurne. C'est aussi aux équinoxes que la marée semi-diurne serait la plus forte. Par ailleurs, le niveau moyen de la mer serait plus bas que le niveau moyen en l'absence de marée pour les régions aux latitudes plus hautes que 35,27° (N ou S).
2. Aux solstices, il n'y aurait plus de marée semi-diurne ni diurne. Il subsisterait cependant une augmentation du niveau moyen de la mer pour les latitudes > 35,27° (N ou S) et une diminution pour les latitudes < 35,27° (N ou S).
3. À mesure que la Terre se déplacerait des équinoxes vers les solstices, la marée adopterait de plus en plus un caractère mixte, c'est-à-dire une augmentation des inégalités diurnes, tout en perdant de plus en plus d'énergie pour atteindre une énergie nulle aux solstices.

Cette conceptualisation illustre bien la modulation semi-annuelle du niveau moyen de la mer et du marnage des marées semi-diurnes telles qu'observées à Rimouski, mais pas la modulation semi-annuelle du marnage des marées diurnes. En effet, la théorie de la marée montre que le marnage des marées diurnes est maximal pour un astre incliné à 45° par rapport au plan équatorial terrestre (figure 1). Le marnage maximal des marées diurnes est donc atteint à mi-chemin entre équinoxe et solstice dans notre modèle. En réalité, comme le Soleil est incliné au plus à 23,45° (lors des solstices) par rapport au plan équatorial terrestre, le marnage des marées diurnes est maximal aux solstices, tel qu'observé à Rimouski (figure 6f). Cette manifestation se nomme la marée de solstice qui est définie ainsi : « Marée se produisant au voisinage des solstices, pendant lesquelles la partie diurne de la marée est maximale ». (Organisation Hydrographique Internationale, 1998 : 131)

Enfin, puisque Rimouski est à une latitude plus grande que 35,27° (48,48° N), nos statistiques (figure 7) ont bien montré une augmentation du niveau moyen autour des solstices et une diminution autour des équinoxes, en accord avec notre modèle simple et la théorie des marées.

Cette conceptualisation, bien qu'ayant ses limites, permet d'introduire l'essentiel des éléments nécessaires à la compréhension de l'effet du cycle semi-annuel associé à l'alternance équinoxe-solstice sur la marée à Rimouski.

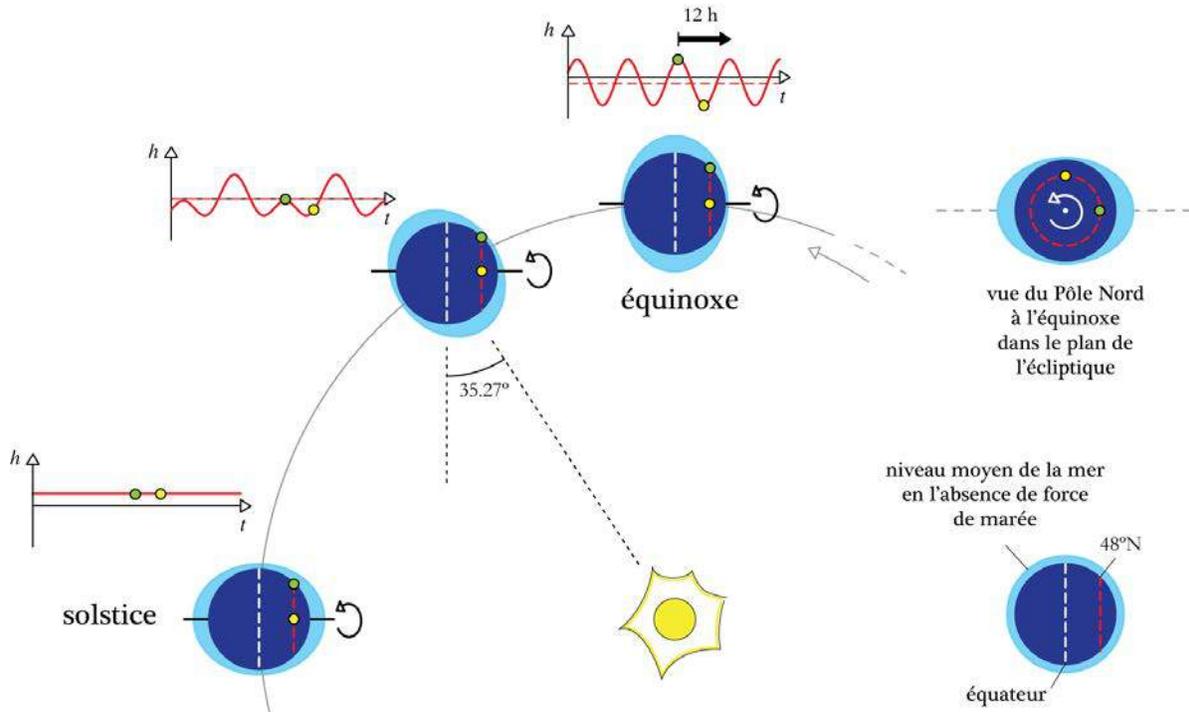


Figure 8. Schéma de la marée statique du Soleil au solstice et à l'équinoxe en supposant que l'axe de rotation de la Terre est incliné à 90° par rapport à la perpendiculaire au plan orbital. Les graphiques de séries temporelles du niveau d'eau $h(t)$ (traits pleins en rouge) représentent qualitativement comment évoluerait le niveau d'eau à la latitude de Rimouski. Sur ces graphiques, les traits pointillés rouges représentent le niveau moyen (plus bas aux équinoxes, plus haut aux solstices). Ce schéma, bien qu'irréaliste, aide à faire comprendre par un cas limite le comportement des marées causé par l'inclinaison terrestre et par la modulation équinoxe-solstice que cela cause.

Annexe 1

Équation générale de la marée statique

L'équation générale de la marée statique qui exprime l'élevation du niveau d'eau h en fonction du temps, de la déclinaison et de la position sur Terre est donnée par l'expression suivante (Lamb, 1932) :

$$h = 3A \left(\cos^2 \delta - \frac{1}{3} \right) \left(\cos^2 \theta - \frac{1}{3} \right) + A \sin(2\delta) \sin(2\theta) \cos(\alpha + \lambda) + A \sin^2 \delta \sin^2 \theta \cos[2(\alpha + \lambda)]$$

où A est l'amplitude (la moitié du marnage), δ la co-déclinaison (c.-à-d. $90^\circ -$ déclinaison), θ la co-latitude (c.-à-d. $90^\circ -$ latitude), λ la longitude et α le temps en angle horaire. Dans cette équation, le premier terme représente les composantes de longues périodes, le deuxième terme les composantes diurnes et le troisième terme les composantes semi-diurnes (remarquez le facteur 2 devant le terme temporel).

Étant donné que les fonctions de co-déclinaison (δ) ou de co-latitude (θ) ont des formes identiques dans chaque terme, la figure 1 n'a été construite que pour l'une (ou l'autre) de ces variables. C'est ainsi que l'ordonnée de la figure 1 peut tout aussi bien s'interpréter comme étant la déclinaison ($\delta + 90^\circ$) à une latitude constante ou, à l'inverse, la latitude

($\theta + 90^\circ$) à une déclinaison constante. Les termes temporels ont aussi été omis de la figure 1 puisqu'on ne s'intéresse qu'aux marnages dans cette démonstration. Ainsi donc, la figure 1 représente uniquement les 3 termes normalisés suivants : $\frac{3}{2}(\cos^2 \delta - \frac{1}{3})$ (périodes longues), $\sin(2\delta)$ (composante diurne) et $\sin^2 \delta$ (composante semi-diurne) où δ peut tout aussi bien s'interchanger avec θ . ◀

Références

- BROWN, J., A. COLLING, D. PARK, J. PHILLIPS, D. ROTHERY et J. WRIGHT, 1989. Waves, tides and shallow-water processes. Pergamon Press in association with The Open University, New York, 187 p.
- CHABOT, R. et A. ROSSIGNOL, 2003. Algues et faunes du littoral du Saint-Laurent maritime : guide d'identification. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski et Pêches et Océans Canada (Institut Maurice-Lamontagne), Mont-Joli, 113 p.
- CODIGA, D.L., 2011. Unified tidal analysis and prediction using the UTide Matlab functions. Rapport technique 2011-01, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Kingston, 59 p.
- DEFANT, A., 1961. Physical oceanography, Volume 2. Pergamon Press, New York, 589 p.
- DIONNE, J.-C., 2005. Les marées d'équinoxe sont-elles les plus grandes? Bulletin de l'AQUA, 21 : 18-23.
- DIONNE, J.-C., 2008. Les marées d'équinoxes dans l'estuaire du Saint-Laurent ne sont pas les plus grandes. Le Naturaliste canadien, 132 : 80-83.
- DIONNE, J.-C., 2010. Données complémentaires sur les marées d'équinoxe dans l'est du Canada. Bulletin de l'AQUA, 35 : 11-17.

- EFRON, B. et G. GONG, 1983. A leisurely look at the bootstrap, the jackknife and cross-validation. *The American Statistician*, 37 : 36-48.
- FORRESTER, W.D., 1983. Manuel canadien des marées. Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, 149 p.
- GALBRAITH, P.S., P. LAROCHE, J. CHASSÉ et B. PETRIE, 2012. Sea-surface temperature in relation to air temperature in the Gulf of St. Lawrence: Interdecadal variability and long term trends. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 77 : 10-20.
- GALBRAITH, P.S., J. CHASSÉ, P. NICOT, C. CAVERHILL, D. GILBERT, B. PETTIGREW, D. LEFAIVRE, D. BRICKMAN, L. DEVINE et C. LAFLEUR, 2015. Physical oceanographic conditions in the Gulf of St. Lawrence in 2014. Department of Fisheries and Oceans Canada, Canadian Science Advisory Secretariat Research Document, 2013/026, Ottawa, v + 89 p.
- KUNDU, P.K. et I.M. COHEN, 2004. Fluid mechanics. 3^e édition. Elsevier Academic Press, San Diego, 759 p.
- LAMB, H., 1932. Hydrodynamics. 6^e édition. Cambridge University Press, Cambridge, 738 p.
- ORGANISATION HYDROGRAPHIQUE INTERNATIONALE, 1998. Dictionnaire hydrographique, Monaco, 281 p.
- PAWLOWICZ, R., B. BEARDSLEY et S. LENTZ, 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in matlab using T_TIDE. *Computers & Geosciences*, 28 : 929-937.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA, 2015. Archives canadiennes des données sur les marées et les niveaux d'eau. Disponible en ligne à : <http://isdm-gdsi.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/index-fra.htm>. [Visité le 14-10-20].
- SRC, 2010. Grandes marées du 6 décembre 2010. Disponible en ligne à : <http://ici.radio-canada.ca/sujet/grandesmarees>. [Visité le 15-02-23].
- SRC, 2011. L'empreinte des grandes marées de 2010. Disponible en ligne à : <http://ici.radio-canada.ca/regions/est-quebec/2011/12/06/003-grandes-marees-2010-bilan-avenir.shtml>. [Visité le 15-02-23].
- SRC, 2013. Traversée dans la boue. Disponible en ligne à : <http://ici.radio-canada.ca/regions/est-quebec/2013/06/25/003-traverse-ile-saint-barnabe.shtml>. [Visité le 15-02-23].

Sélection Laminard inc.

Diane Lemay et Pierre Savard, prop.

- Encadrement
- Laminage
- Matériel d'artiste
- Cours de peinture
- Galerie d'art

254, rue Racine
Loretteville (Québec)
G2B 1E6

Tél. : (418) 843-6308
Fax : (418) 843-8191

Courriel : selection.laminard@videotron.ca
www.selectionart.com

www.iagto.ca

IA **CS** **INDUSTRIELLE
ALLIANCE**
VALEURS MOBILIÈRES INC.

Gervais Comeau
Conseiller en placement

1040, avenue Belvédère, bureau 101
Québec (Québec) G1S 3G3



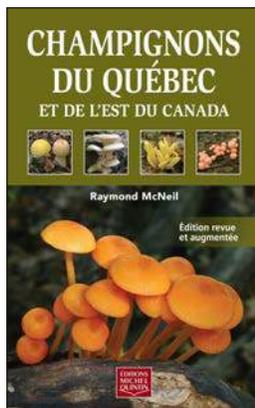
Industrielle Alliance
Valeurs mobilières inc.
est membre du FCPE.

Téléphone : 418 681-2442
Sans frais : 1 800 207-2445
Cellulaire : 418 882-8282
Télexcopieur : 418 681-7710
gervais.comeau@iagto.ca

VOTRE PARTENAIRE DE CONFIANCE.

Les livres

Champignons du Québec et de l'Est du Canada



Huit ans après la première parution, Les Éditions Michel Quintin viennent de rééditer, en le revoyant et en l'augmentant, cet ouvrage de leur collection de guides nature destinés aux mycologues amateurs. Cette nouvelle édition prend en compte les nombreux changements survenus à la classification et la nomenclature des champignons, résultats des recherches en biologie moléculaire, changements qui ont aussi affecté les noms français utilisés au Québec. Le guide décrit

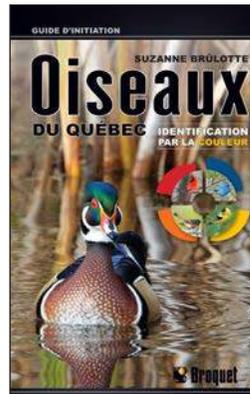
près de 400 espèces parmi les 3 000 que compterait la fonge québécoise. Ce guide s'adresse particulièrement aux mycologues débutants qui cherchent avant tout des espèces comestibles faciles à reconnaître et qu'ils peuvent consommer sans risque d'empoisonnement. Comme ces risques sont réels et parfois très sérieux, l'auteur indique clairement ce qu'il faut faire pour les éviter. Le guide débute par des sections concises mais claires qui campent le décor : nature et classification, où et quand trouver des champignons, comment les cueillir, comment les identifier, comment les consommer et les conserver. Ensuite vient le mode d'emploi du guide : celui-ci se fonde sur une classification artificielle de 22 groupes établis en fonction d'ensembles de caractéristiques communes visibles à l'œil nu, classification employée par les clubs de mycologues amateurs. Une clé, insérée à la fin du guide, permet au lecteur de déterminer à quel groupe appartient un spécimen. Par la suite, il faut parcourir une à une les espèces du groupe pour trouver, à l'aide des caractères macroscopiques et des photos en couleur, l'espèce qu'il veut déterminer. Dans chaque groupe, les espèces sont présentées par ordre alphabétique des genres et des espèces. Voilà donc la réédition d'un ouvrage très bien conçu qui réjouira tout amateur intéressé à mettre un nom sur les champignons qui attirent son attention, voire à les cueillir pour les cuisiner et les déguster.

McNeil, Raymond, 2015, *Champignons du Québec et de l'Est du Canada*. Éditions Michel Quintin, Waterloo, 448 pages. (Prix régulier = 34,95 \$; membres de la Société = 28,65 \$*)

Source : Michel Crête

Oiseaux du Québec : identification par la couleur

Broquet vient d'ajouter un nouvel ouvrage à sa collection de guides pour identifier les oiseaux, rédigé par Suzanne Brûlotte. Ce dernier guide s'adresse aux débutants et permet l'identification des oiseaux à partir de leur couleur : la couleur générale de l'individu ou celle d'un point distinctif. Les classes de couleur retenues sont : blanc, noir, noir et blanc, brun-roux-beige, gris, vert, olive, bleu, jaune-ocre, orange et rouge-rose. Comme l'ouvrage s'adresse aux débutants, il se limite à 181 espèces relativement communes et faciles à identifier parmi



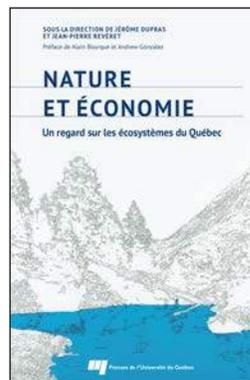
les 325 que compte l'avifaune québécoise. Le guide comprend évidemment des sections courtes et claires pour orienter l'utilisateur; abc de l'ornithologie, morphologie des oiseaux, code de conduite de l'ornithologue, etc. Les 181 fiches décrivant chaque espèce constituent le corps de l'ouvrage, chacune tenant sur une page. On y trouve les noms français, latin et anglais, une photo couleur dominante, celle du mâle

en général, et des photos secondaires, une carte de répartition et les saisons où l'espèce est présente au Québec, des pictogrammes concernant la facilité d'observation, le chant, etc. ainsi qu'un court texte décrivant les caractéristiques de l'espèce, le vol, le chant, l'habitat, des particularités, les espèces semblables et la nidification. Le guide est facile à utiliser : il faut noter la couleur générale de l'oiseau sous observation ou celle d'un point particulier, et chercher dans la section correspondante des fiches. L'observateur peut d'abord passer par la section des références rapides où de petites photos apparaissent côte à côte. Par exemple, on rencontre la fiche du grand pic dans la section des oiseaux noirs, sa couleur générale, mais aussi dans la section des oiseaux rouges ou avec un trait spécifique de cette couleur, à cause de sa tête qui arbore un plumage rouge très visible. Voilà un nouveau guide qui plaira aux personnes qui désirent s'initier à l'ornithologie.

Brûlotte, Suzanne, 2015. *Oiseaux du Québec : identification par la couleur*. Broquet, Saint-Constant, 296 pages. (Prix régulier = 24,95 \$; membres de la Société = 20,50 \$*)

Source : Michel Crête

Nature et économie – Un regard sur les écosystèmes du Québec



La nature fournit aux humains une gamme de produits et de services, certains essentiels à la vie comme l'oxygène que nous respirons. Parmi ces services écosystémiques (SE), il y en a qui font l'objet de commerce, par exemple le bois extrait des forêts, mais d'autres ne possèdent pas de valeur marchande facilement quantifiable : combien vaut le contrôle des crues exercé par les milieux humides ? Devant les dommages que cause l'activité

humaine aux écosystèmes, avec de possibles points de bascule – pensons à la pêche à la morue –, certains économistes se sont attelés à la tâche de la monétarisation des SE. Les humains comprenant bien le langage des billets verts, le but de la

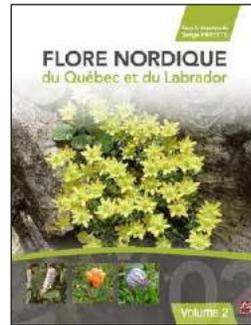
démarche est de prendre également en compte les SE dans les choix que font les sociétés humaines. Certains s'opposent à cette monétarisation, arguant qu'elle détourne l'attention du fonctionnement des écosystèmes vers des composantes utilitaristes, une récupération qui participe au maintien de l'illusion de la consommation et de la croissance continue et soutenue.

Le domaine de la monétarisation des SE a connu un développement accéléré au cours des dernières décennies, et le Québec n'a pas échappé à ce courant. Cet ouvrage, dirigé par Dupras et Revéret, résulte d'un colloque tenu sur le sujet au 81^e congrès de l'ACFAS. Le livre comporte 16 chapitres, des articles assez concis, regroupés en 3 parties : introduction au concept des SE, évolution et évaluation économique des SE, et les SE dans les outils de mise en œuvre du développement durable. Le chapitre qui porte sur l'évaluation économique des SE produits par des rangées d'arbres plantés comme bandes riveraines ou haies brise-vent sur des terres agricoles québécoises illustrent bien l'objet de l'ouvrage. L'addition d'arbres aux monocultures réduit la production agricole annuelle de 1 100 \$ par ha à 784 \$, mais les SE non marchands (minéralisation des éléments nutritifs du sol, qualité de l'eau, du sol, etc.) des fermes agroforestières possèdent une valeur de 1 634 \$. Ainsi, l'octroi de subventions pour compenser la perte de production des agriculteurs acceptant de planter des arbres dans leurs champs s'avère un choix sociétal intelligent.

La plupart des auteurs de ce livre viennent du monde des sciences économiques et utilisent des concepts et un langage souvent méconnus du milieu des sciences naturelles et de l'environnement. Il s'adresse donc plus particulièrement aux étudiants et aux décideurs ainsi qu'aux analystes en entreprises qui s'intéressent à l'évaluation économique des SE et de ses bénéfices. Cependant, les environnementalistes doivent savoir que cette nouvelle discipline existe et qu'elle peut leur fournir de nouvelles armes pour atteindre leurs objectifs.

Dupras, Jérôme et Jean-Pierre Revéret (sous la direction de), 2015. *Nature et économie – Un regard sur les écosystèmes du Québec*. Presses de l'Université du Québec, Québec, 312 pages. (Prix régulier = 35,00 \$; membres de la Société = 28,70 \$*)

Flore nordique du Québec et du Labrador – Volume 2



Après une quinzaine de mois (voir *Le Naturaliste canadien* 138 (2) : 63), Les Presses de l'Université Laval publient le second volume de cet ouvrage sur la flore du Nord du Québec et du Labrador qui, à terme, en comptera 4. Il s'agit d'une œuvre majeure de Serge Payette et de ses collaborateurs, qui servira sûrement de référence pendant des décennies à tous les professionnels

qui s'intéressent à la flore nordique. Ce second volume débute par une clé d'identification de toutes les familles de plantes vasculaires croissant sur le territoire d'étude. La description des espèces ou taxons que comptent 22 familles vient ensuite, famille par famille. Ces familles sont : *Papaveraceae*, *Ranunculaceae*, *Droseraceae*, *Polygonaceae*, *Plumbaginaceae*, *Caryophyllaceae*, *Amaranthaceae*, *Portulacaceae*, *Comandraceae*, *Grossulariaceae*, *Saxifragaceae*, *Crassulaceae*, *Haloragaceae*, *Geraniaceae*, *Parnassiaceae*, *Fabaceae*, *Elatinaceae*, *Salicaceae*, *Violaceae*, *Betulaceae*, *Myracaceae* et *Rosaceae*. Pour chaque famille, une clé sépare les genres et les espèces. Des photos numériques illustrent les caractères diagnostiques des espèces alors que des cartes de répartition accompagnées de commentaires phytogéographiques et écologiques complètent la description des espèces. Le volume 2, tout comme le premier, se termine par un glossaire très complet, illustré avec 38 planches en couleurs, une charte de couleur (nuancier) et d'un index anglais-français des termes techniques utilisés dans l'ouvrage. Le volume 3 devrait suivre dans un an environ.

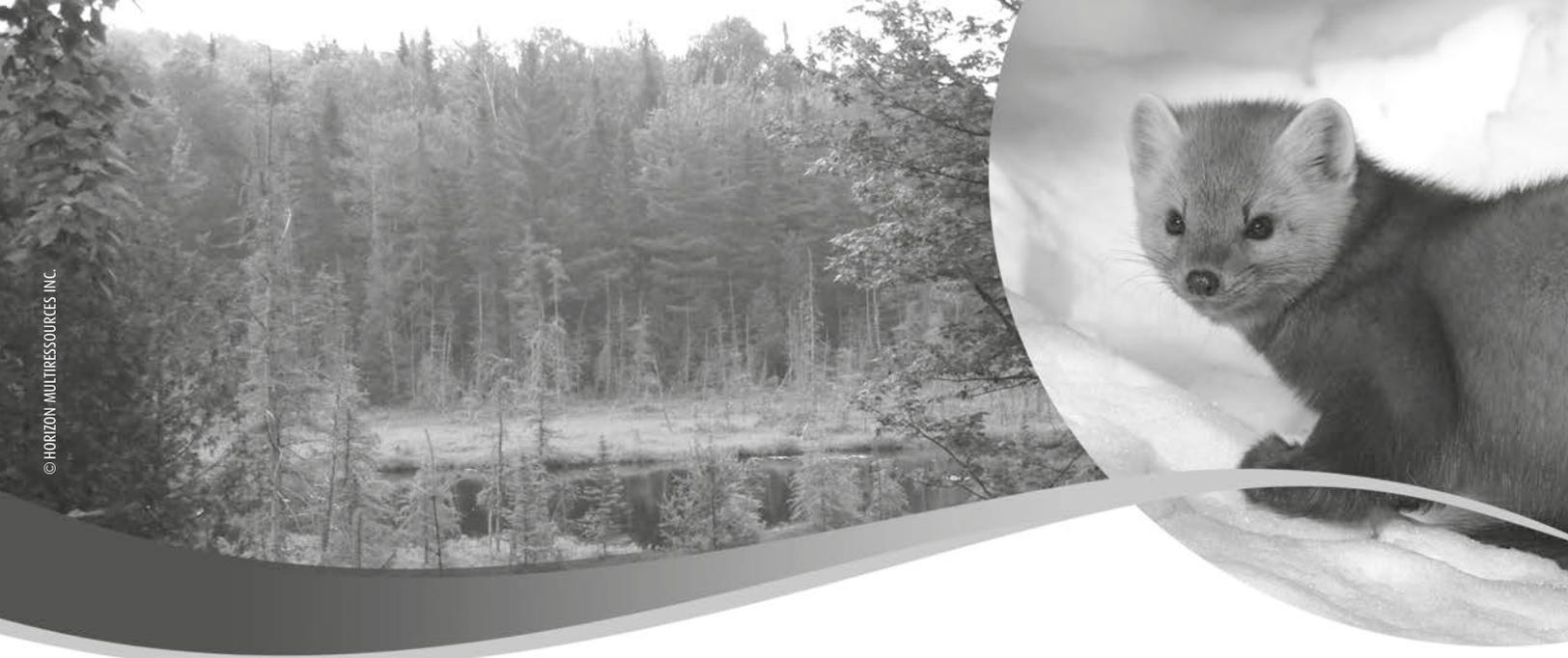
Argus, George W., Stéphane M. Bailleul, Marcel Blondeau, Jacques Cayouette, Michelle Garneau, Robert Gauthier, Stuart G. Hay, Jacques Labrecque, Annie St-Louis et Benoît Tremblay, 2015. *Flore nordique du Québec et du Labrador – volume 2*. Presses de l'Université Laval, Québec, 711 pages. (Prix régulier = 89,95 \$; membres de la Société = 82,95 \$*)

Source : Michel Crête

* La librairie L'Horti-centre du Québec offre aux membres de la Société Provancher un rabais de 18% pour ce livre :

HORTI-CENTRE DU QUÉBEC INC. Division CLUB DE LIVRES HORTIGRAF
2020, rue Jules-Verne, Québec (Québec) G2G 2R2

Tél. : 418 872-0869, poste 117; téléc. : 418 872-7428; courriel : horti-centre@floraliesjouvence.ca; cellulaire (J. Brisson) 418 262-5165



MESSAGE DE LA FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC

ACTUALISATION DU PROGRAMME FAUNE-FORÊT DE LA FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC

Active depuis plus de 25 ans en forêt privée, la Fondation de la faune du Québec vient d'actualiser son programme d'aide financière en milieu forestier sur terre privée. Cette adaptation s'inspire des résultats positifs obtenus par les 6 projets pilotes d'aménagement intégré par sous-bassin versant (réalisés de 2010 à 2014) et d'une consultation menée auprès de divers partenaires fauniques, forestiers, environnementaux et gouvernementaux.

Les objectifs poursuivis par la Fondation sont d'encourager la planification des interventions à l'échelle du territoire et d'optimiser les résultats fauniques par un ciblage plus serré des actions de mise en valeur et de conservation.

Le nouveau programme Faune-Forêt soutiendra une plus grande diversité de types de projets visant à maintenir ou à accroître la productivité faunique et la richesse des habitats présents en forêt privée. L'aide pour l'aménagement de l'habitat hivernal

du cerf, pour la conservation volontaire des milieux humides forestiers et pour la conception des plans d'aménagement forêt-faune sera maintenue.

Ainsi, il sera dorénavant possible d'obtenir une aide financière pour des projets dans les champs suivants :

- Aménagement des habitats,
- Conservation volontaire des habitats,
- Conception d'outils de planification des actions de mise en valeur et de conservation des habitats,
- Transfert de connaissance auprès des propriétaires ou groupes d'intervenants,
- Évaluation des résultats fauniques de projets d'aménagement.

Les propriétaires peuvent bénéficier du programme en ayant recours aux services d'un organisme admissible. Tout organisme légalement constitué qui œuvre en forêt privée (syndicat des producteurs forestiers, groupement ou conseiller forestier, agence de mise en valeur, organisme de conservation ou faunique) peut soumettre une demande.

POUR PLUS D'INFORMATION

http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/programmes_aide/
ou contactez-nous au numéro : 418 644-7926, poste 126.



Fondation de la faune du Québec



Vie de la Société

Naturaliste un jour, naturaliste toujours !

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada et la Maison Léon-Provancher ont accueilli plus de 110 personnes à 2 activités au marais Léon-Provancher de Neuville le samedi 25 juillet 2015.

Une petite session «Naturaliste d'un jour!» était offerte ainsi que le lancement du 4^e et dernier circuit de Baladodécouverte du projet *Les saisons au marais Léon-Provancher*. Il s'agit du circuit d'été où 7 arrêts sont proposés sur 3,3 km. Ils permettent de connaître plusieurs milieux, dont celui du rivage, si riche avec la présence des marées.

Grâce à ce dernier circuit, la collection des 4 circuits saisonniers est maintenant disponible, garantissant ainsi aux visiteurs des produits de qualité pour s'initier à l'observation de la nature et parfaire leurs connaissances relatives au territoire.

Le soleil était des nôtres ce jour-là et il a facilité les observations tant pour les visiteurs munis de tablettes ou de téléphones intelligents qui ont sillonné les sentiers que pour ceux qui ont participé à *Naturaliste d'un jour!*

Les visiteurs étaient ravis de partager leurs observations et ont grandement apprécié l'accompagnement scientifique de Bruno Drolet, biologiste et membre du bureau de direction de la revue scientifique *Le Naturaliste canadien*. Avec passion et générosité, il a partagé ses connaissances pour bien décrire les observations du moment. Spontanéité requise!

Jean-Michel Fortin, de la Maison Léon-Provancher, et Marie-Pascale Nadeau, étudiante, ont initié le public avec du matériel didactique. Les outils présentaient les grands ordres de la classification entomologique et les divers stades de développement des insectes. Un petit carnet d'observation avait été préparé pour noter, individuellement ou en groupe, la présence des libellules qui sont indicatrices de la santé des milieux humides. Cela montrait, de plus, qu'il est facile de faire des observations puis de les noter, et que cette information s'avère précieuse dans l'étude des habitats.

C'est principalement près de la digue que les captures d'insectes ont été faites à l'aide de filets à papillons. Une grande variété d'insectes a été capturée, allant des fourmis aux libellules, dont l'aeschna du Canada aux teintes bleues, en passant par les coléoptères, l'ordre des insectes comptant le plus grand nombre d'espèces.

M. Drolet était fier de la belle écoute du public et de sa grande capacité d'observation. Les grands et les petits arrivaient à voir les différences parmi les groupes d'insectes. On touchait, on comptait les pattes, les ailes et les antennes; on identifiait, puis on relâchait les prises!

C'était l'occasion de faire valoir la grande biodiversité du marais. En regardant les insectes, les observations des oiseaux insectivores allaient de pair. Et tout près, une famille de foulques ainsi que le petit blongios se sont manifestés. Pendant ce temps, en forêt, d'autres voyaient une gélinotte huppée femelle et ses petits ainsi qu'une biche du cerf de Virginie. Au bord du fleuve, 4 pygargues à tête blanche ont été observés. Habituellement solitaires, les individus se regroupent seulement dans des lieux privilégiés.

L'après-midi a passé vite et nous pouvons parler d'un réel succès. Nous devons souligner l'implication des bénévoles de la Société Provancher et de Chantal Dubreuil de la FQPPN (Fondation québécoise de protection du patrimoine naturel), organisme associé étroitement à l'élaboration du circuit d'été.

Le projet *Les saisons au marais Léon-Provancher* est rendu possible grâce à la collaboration des partenaires suivants : la Fondation de la faune du Québec, Lussier Cabinet d'assurances, la Caisse Desjardins de Neuville, la Ville de Neuville, l'Association des sauvaginsiers de la grande région de Québec, la Fédération québécoise des chasseurs et pêcheurs (Héritage faune), l'Association des directeurs municipaux du Québec, la Fondation québécoise pour la protection du patrimoine naturel, Canards Illimités, Michel Matte, député de Portneuf, ainsi que de nombreux bénévoles et acteurs locaux.

Source : Élisabeth Bossert



Élisabeth Bossert



Élisabeth Bossert



Société Provancher

De gauche à droite sur la photo, M^e Sophie Deslauriers, avocate au cabinet de droit municipal Bélanger Sauvé, Claude Grondin, de la Fondation de la faune du Québec, et Elisabeth Bossert de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada.

Une reconnaissance grandement appréciée

Au Centre des congrès de Québec, le 19 juin 2015, la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada a reçu un chèque de 1 000 \$ de la part de l'Association des directeurs municipaux du Québec (ADMQ).

Lors de son 76^e congrès annuel, l'ADMQ a tenu à souligner l'initiative écoresponsable BaladoDécouverte d'automne réalisée conjointement, en octobre 2014, avec la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada et la Maison Léon-Provancher. Le circuit interactif d'automne s'inscrivait dans le projet *Les saisons au marais Léon-Provancher* (Neuville) qui se poursuivait jusqu'en décembre 2015.

Chaque année, l'ADMQ fait de son congrès un événement écoresponsable et souligne, entre autres, les efforts d'organismes qui se distinguent par leurs initiatives environnementales. Encore cette année, elle a déployé de nombreux efforts pour que l'empreinte environnementale de ses 800 congressistes, des conférenciers et des exposants qui participaient à son congrès soit réduite au minimum. Selon Charles Ricard, président de l'ADMQ, « Le congrès de l'ADMQ se veut un événement écoresponsable. Nous mettons tout en œuvre pour y parvenir, et ceux qui assistent à nos assises depuis de nombreuses années ont très certainement remarqué les changements apportés en ce sens. »

Élisabeth Bossert, de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, a reçu le prix des mains de M^e Sophie Deslauriers, avocate au cabinet de droit municipal Bélanger Sauvé, et de Claude Grondin, de la Fondation de la faune du Québec. Ce prix de 1 000 \$ a permis de bonifier le projet *Les saisons au marais Léon-Provancher* qui est en cours, en plus d'apporter une belle visibilité au projet

Source : Société Provancher

Le contrôle du roseau commun au Marais Léon-Provancher

Vous avez certainement remarqué la présence de plus en plus fréquente de ces tiges à l'allure frêle le long de nos routes et autoroutes. Il s'agit du roseau commun (*Phragmites australis*) de son petit nom. Et ne vous méprenez pas ! La lignée présente le long des routes est très envahissante. D'origine eurasiennne, elle a été introduite au Québec au début de 20^e siècle. D'abord confiné aux abords du fleuve Saint-Laurent, ce roseau s'est propagé à l'intérieur des terres à partir des années 1960 en profitant du développement du réseau routier. Malheureusement, il ne se limite pas aux abords des autoroutes. Cette plante opportuniste profite de la mise à nu des sols pour se propager par les canaux de drainage secondaires et envahir les sites adjacents, dont les milieux humides, les rives des cours d'eau et les habitats perturbés.

Malheureusement, le roseau commun s'est maintenant implanté dans le Marais Léon-Provancher, à Neuville. On y a dénombré 30 colonies, soit 17 au sud de la digue du marais et 13 au nord. L'invasion semble plutôt récente si l'on se fie à la superficie relativement réduite des colonies (216 m² en moyenne) et au fait qu'elles sont isolées les unes des autres. Toutefois, sans intervention, les colonies de roseaux prendront de l'expansion, ce qui entraînera des pertes de biodiversité floristique et limitera les possibilités de déplacement, d'alimentation et de reproduction pour la sauvagine et les oiseaux de rivage. De même, l'observation de ces espèces deviendra plus difficile, ce qui restreindra l'attrait du marais pour les visiteurs.

En 2013, afin de freiner l'expansion du roseau, la Société Provancher, propriétaire du Marais Léon-Provancher, a profité d'une mesure de compensation pour perte d'habitat dans le cadre d'un projet domiciliaire, à Neuville, afin de mettre en place un programme de contrôle, financé par Lotissement Métropolitain Inc. et coordonné par la firme Aménatech inc., une division du Groupe SM International (SMi). Les colonies de roseaux ont d'abord été cartographiées. En juillet, avant l'apparition des hampes florales, 16 colonies situées au sud de la digue ont été coupées à l'aide de débroussailluses à lame. Trois des parcelles coupées ont été recouvertes d'une bâche imperméable de couleur foncée pour favoriser le réchauffement solaire et l'épuisement de la banque de graines et des racines enfouies dans le sol. Dans 13 autres colonies, la coupe a été suivie d'une plantation d'environ 20 000 boutures de saule pour augmenter la compétition avec les roseaux, leur créer de l'ombre et ainsi limiter leur croissance. Une parcelle dans le marais a été coupée sans que des saules n'aient pu y être plantés.

Des suivis ont montré l'efficacité des bâches, celles-ci n'ayant pas été perforées ni déplacées par les roseaux. Les suivis ont, par ailleurs, montré que les boutures de saules se sont bien établies avec un taux de survie de 67 % en septembre. Ils demeuraient toutefois de taille inférieure à celle des roseaux (59 cm par rapport à 178 cm en septembre). Notons cependant que les saules devraient atteindre 5 m à maturité par rapport à 2,5 m pour le roseau. De plus, la densité des roseaux était généralement plus faible en septembre 2014 qu'avant la plantation de saules.

Grâce à de nouveaux appuis financiers, la Société Provancher poursuivra son programme de contrôle du roseau commun envahissant au Marais Léon-Provancher entre 2015 et 2018. Ainsi, afin de diminuer la compétition avec le roseau, en mai et juin de cette année, des bénévoles ont dégagé manuellement les pousses de saules afin d'éviter que les roseaux créent trop d'ombre et empêchent leur croissance.



Réhaume Courtois

Des bénévoles coupent les roseaux afin de dégager les boutures de saules.



Réhaume Courtois

Bâche sur la colonie 9, mai 2015.



Réhaume Courtois

Coupe de la colonie 73 à l'aide d'une débroussailleuse en mai 2015.



Réhaume Courtois

Nouvelle coupe de la colonie 73 en septembre 2015.

De plus, nous avons constaté qu'il n'y avait pas de repousses de roseaux sous les bâches installées en 2013. Celles-ci ont été retirées à la fin de juin, une couche de terre végétale a été déposée sur les sites dégagés et des graminées ont été semées pour éviter que le sol demeure à nu, ce qui favoriserait la recolonisation par le roseau.

Le nouveau programme de contrôle permettra également d'aménager les colonies non traitées en 2013. Nous utiliserons des techniques similaires (coupe, bâchage, plantations de boutures de saules et d'aulnes) à celles utilisées antérieurement et l'on intégrera de nouvelles approches (lits de saules, reboisement en périphérie des colonies), mieux adaptées aux importantes contraintes d'accès des colonies situées au nord du marais.

Le programme 2015-2018 est réalisé avec l'appui financier du gouvernement du Canada dans le cadre du Plan de conservation national. La Société Provancher est également redevable à la Fondation de la faune du Québec, à la Corporation du bassin de la Jacques-Cartier, au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques et à l'Association des sauvaginaires de la grande région de Québec pour leur soutien financier, matériel ou professionnel. Notons également que ce projet ne pourrait être réalisé sans l'aide de nos nombreux bénévoles que nous remercions de façon particulière.

Source : Réhaume Courtois, Société Provancher

Saviez-vous que...

Parc national de la Mauricie : 10 ans d'efforts de restauration écologique

Depuis 2004, un travail colossal a été entrepris par l'équipe de conservation du parc national de la Mauricie pour effacer les traces laissées par l'exploitation forestière et faunique : un vrai défi de restauration écologique!

Des chiffres qui en disent long :

- 20 lacs analysés (histoire humaine, exploitation forestière, évolution environnementale, état de la ressource et niveau d'intégrité);
- 16 barrages démantelés;
- 14 décharges de lacs nettoyées;
- 60 000 billes de bois et 340 cordes de bois retirées;
- 35 km de berges et 2,5 km de cours d'eau nettoyés;
- 40 800 jeunes truites (alevins) élevées en pisciculture et mises à l'eau;
- 3 400 truites relocalisées;
- 7 lacs de nouveau habités par l'omble de fontaine (truite mouchetée).

Et ce n'est pas fini!

Devant le succès de ces projets, les actions de restauration des écosystèmes et de sensibilisation du public à l'importance de les protéger se poursuivent. D'ici 2019, nous prévoyons refaire une beauté aux secteurs du lac des Cinq, du lac du Fou et du lac la Pipe. Dans le cadre des brûlages dirigés, 3 800 ha de forêt seront en cure de rajeunissement. Nous souhaitons maintenant développer toute une série d'initiatives qui permettront de profiter au maximum des magnifiques habitats restaurés du parc national de la Mauricie!

Source : Élisabeth Caron, Parcs Canada

Tique d'hiver de l'orignal

Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs sollicite la collaboration des chasseurs afin de poursuivre son suivi de l'évolution des populations de tiques d'hiver de l'orignal.

La tique d'hiver est un parasite qui affecte les orignaux et qui est naturellement présent dans la majeure partie de l'aire de répartition nord-américaine de l'espèce. Les fortes densités d'orignaux et les conditions climatiques clémentes des dernières années pourraient avoir favorisé sa présence dans plusieurs régions du Québec. Bien que, dans certaines conditions, la tique puisse causer la mortalité d'orignaux, les résultats issus des inventaires aériens et le suivi des données de récolte par la chasse ne révèlent globalement aucun impact majeur de la tique sur la dynamique des populations d'orignaux. Le Ministère prend tout de même cette situation au sérieux et coordonne, depuis 2012, des décomptes de tiques d'hiver sur des orignaux abattus à la chasse afin de suivre l'évolution de la charge parasitaire au fil des ans. Les décomptes se font en compagnie des chasseurs, habituellement aux stations d'enregistrement. Cette collecte de données se tient dans tout le Québec.

La tique d'hiver n'est pas reconnue comme étant un vecteur de maladies infectieuses pour l'humain. C'est une autre tique, la tique à pattes noires (aussi appelée tique du chevreuil), qui peut transmettre la maladie de Lyme. De plus, la viande provenant d'orignaux infestés par la tique d'hiver peut être consommée sans danger.

Pour en connaître davantage sur la tique d'hiver, consultez le site du MFFP à l'adresse suivante : mffp.gouv.qc.ca/faune/sante-maladies/tique-original.jsp.

Source : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

En quoi consiste le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine ?

Le Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) résulte d'un partenariat international qui vise à assurer la conservation des populations de sauvagine et des terres humides par la prise de mesures sur le terrain qui s'appuient sur de solides fondements biologiques. Le Plan mobilise des intervenants qui s'emploient à la conservation et à la mise en valeur de la sauvagine ainsi que des particuliers et des organisations en mesure d'assurer la conservation et la gestion des terres humides dont dépendent ces espèces.

En 1986, les gouvernements canadien et américain ont signé cet accord de partenariat international qui a établi le fondement d'une collaboration internationale pour le rétablissement des populations de sauvagine en déclin. Le Mexique l'a signé en 1994. Ainsi, le partenariat du PNAGS s'est étendu à l'ensemble de l'Amérique du Nord, ce qui permet, dès lors, la prise de diverses mesures à l'échelle internationale, nationale et régionale en lien avec la sauvagine et la gestion de l'habitat. En 2012, le Plan a été modifié de façon substantielle pour élargir la portée de ses objectifs stratégiques initiaux de la façon suivante :

- Objectif 1 : Des populations de sauvagine abondantes et résilientes pour suffire à la chasse, entre autres choses, sans mettre en péril l'habitat;

- Objectif 2 : Des quantités suffisantes de terres humides et d'habitats associés pour maintenir les populations de sauvagine aux niveaux voulus, ainsi que pour soutenir les loisirs et les services écologiques dont jouit la société;
- Objectif 3 : Des nombres croissants de chasseurs de sauvagine, d'agents de protection de la nature et de citoyens qui profitent de la conservation de la sauvagine et des terres humides et qui y participent pleinement.

Depuis la création du Plan, ses partenaires ont contribué à la conservation et à la restauration des terres humides, des hautes terres qui y sont liées et des principaux habitats de la sauvagine dans l'ensemble du Canada, des États-Unis et du Mexique. L'action des partenaires est très étendue, allant de la conception de politiques sur l'utilisation des terres, et de politiques publiques et agricoles, à l'intégration de la science et des systèmes de surveillance dans la planification, en passant par l'application de programmes de conservation de l'habitat. Les résultats de ces actions sont remarquables. De nombreuses populations de sauvagine sont d'ailleurs considérablement plus abondantes qu'elles ne l'étaient en 1986, et les partenaires du PNAGS ont étendu leurs actions pour les unir à d'autres initiatives de conservation des espèces sauvages. Pour obtenir plus de renseignements au sujet de ce plan et de ses nombreux partenariats, consulter le site Internet : <http://nawmp.wetlandnetwork.ca/links/>.



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

FORMULAIRE D'ADHÉSION À LA SOCIÉTÉ PROVANCHER
MEMBRE INDIVIDUEL, FAMILIAL ou CORPORATIF

ANNÉE _____

N° de membre si connu : _____

TITULAIRE DE LA CARTE DE MEMBRE

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Ville : _____ Province : _____

Code postal : _____ Téléphone : _____

Adresse électronique : _____

CONJOINT (Si carte familiale)

Nom : _____ Prénom : _____

FRAIS D'ADHÉSION

Membre familial : 40 \$ [] Membre individuel : 35 \$ [] Membre corporatif : 80 \$ []

Toute adhésion comme membre individuel ou familial donne droit à la revue *Le Naturaliste canadien* en format électronique. Un supplément de 10 \$ est chargé pour recevoir le format papier. Les membres corporatifs reçoivent automatiquement le format papier uniquement, sans frais additionnel. Veuillez préciser votre choix en complétant la partie suivante :

Je désire recevoir *Le Naturaliste canadien* :

En format électronique : ___ En format papier : ___ (supplément de 10 \$). (Vous pouvez cocher les deux formats).

Je ne désire pas recevoir *Le Naturaliste canadien* : _____

DON : Un reçu pour fins d'impôt est émis pour les dons de dix dollars et plus.

Je fais un don à la Société Provancher au montant de : _____ \$, à répartir ainsi :

Île aux Basques _____ Marais Provancher _____ *Naturaliste canadien* _____ Société Provancher _____

SIGNATURE : _____

Veuillez rédiger votre chèque ou mandat-poste à l'ordre de la Société Provancher et le faire parvenir à l'adresse ci-dessous:

Adhésion - Société Provancher, 1400, route de l'Aéroport, Québec (Québec) G2G 1G6

Site internet : www.provancher.qc.ca/

Téléphone : 418-554-8636

Pour vos randonnées :

deux territoires à découvrir...

Le marais Léon-Provancher

Le territoire du marais Léon-Provancher, situé à Neuville, est doté d'un réseau de 5 km de sentiers. C'est un milieu idéal pour la randonnée, la photo de nature et l'initiation des enfants à la découverte des plantes et des animaux.

Grâce au travail de nombreux bénévoles, le territoire est accessible toute l'année, gratuitement.

Pour de plus amples renseignements, consultez le site Internet de la Société Provancher :

www.provancher.qc.ca



L'île aux Basques

L'île aux Basques, située au large de Trois-Pistoles, représente une destination de choix pour des visites guidées ou pour de courts séjours en chalet.

Les visites guidées durent 3 heures et sont offertes de juin à septembre. Les personnes intéressées doivent réserver auprès du gardien de l'île aux Basques, Jean-Pierre Rioux, au numéro de téléphone 418 851-1202 à Trois-Pistoles.



La location de chalets est offerte aux membres de la Société Provancher pour des séjours allant d'une à sept nuitées. Les modalités de réservation, le tableau des disponibilités et la grille tarifaire sont disponibles sur le site Internet de la Société Provancher :

www.provancher.qc.ca



Gabriel Weiss

Érablière envahie par la dennstaedtie à lobes ponctués en Estrie, p. 32



Christian Fortin

Un étang peu profond de l'Ungava, p. 53



Jean-Martin Chamberland

Recherche de cyprinidés sur la Côte-Nord, p. 60



Mario Comtois

Le gomphe fléché, une espèce de libellule associée au fleuve Saint-Laurent, p. 26

CONVENTION DE LA POSTE-PUBLICATION NO 40999003
 RETOURNER TOUTE CORRESPONDANCE NE POUVANT ÊTRE
 LIVRÉE AU CANADA À :
 LA SOCIÉTÉ PROVANÇHER D'HISTOIRE NATURELLE DU CANADA
 1400, ROUTE DE L'AÉROPORT
 QUÉBEC QC G2G 1G6