

le naturaliste canadien

Volume 141, numéro 2
Été 2017

SOCIÉTÉ PROVANCHER

Revue de diffusion des connaissances en sciences naturelles et en environnement



Au sommaire

- *FLORE DES TOURBIÈRES SUR L'ÎLE D'ANTICOSTI*
- *UNE ARAIGNÉE MYRMÉCOMORPHE EXOTIQUE SE RÉPAND AU QUÉBEC*
- *DES NOMS COMMUNS POUR NOS PAPILLONS*
- *PLUSIEURS LIBELLULES RARES ET INUSITÉES*
- *NIDIFICATION ET TENDANCES DES POPULATIONS D'OISEAUX EN FORÊT BORÉALE*

LE MOT DU PRÉSIDENT

Modernisation des opérations

Robert Patenaude

GENS D'ACTION

Michel Michaud – La protection de la Grande plée Bleue : L'œuvre d'une vie !

Yves Gagné

HOMMAGE

Jean-Baptiste Genest, c.s.v. (1927-2015) : pédagogue de la nature

Michel Lepage

BOTANIQUE

La flore des tourbières de l'île d'Anticosti lorsque soustraite au broutement par le cerf de Virginie

L'introduction du cerf de Virginie a perturbé la flore des communautés végétales de l'île d'Anticosti. Une série d'exclos a permis de suivre l'évolution de la diversité végétale des tourbières de cette île à la suite du retrait du cerf. Après 8 ans, le nombre d'espèces végétales dans les exclos avait augmenté de 21 %, et le nombre d'espèces indicatrices était passé de 33 à 48. L'arrêt du broutement par le cerf a permis au potentiel de diversité végétale de ces tourbières de mieux s'exprimer.

*Milène Courchesne, Stéphanie Pellerin,
Marianne Bachand, Steeve D. Côté
et Monique Poulin*

ENTOMOLOGIE

Extension d'aire du saltique *Synageles venator* (Lucas, 1836) (Araneae: Salticidae) au Québec

L'aire de répartition de l'araignée exotique *Synageles venator*, une espèce dont la morphologie et le comportement évoquent ceux des fourmis, s'étend de plus en plus. En Amérique du Nord, elle a été signalée pour la première fois à Montréal en 1998, puis à Québec, moins de 10 ans plus tard. L'auteur a observé cette araignée d'abord près de Rimouski, au Bas-Saint-Laurent, en 2013 et 2014, puis à Bonaventure, en Gaspésie, en 2016. Celle-ci semble désormais largement répandue dans la province.

André-Philippe Drapeau Picard

3

4

5

6

16

Proposition de désignations de noms communs français pour 11 lépidoptères du Québec

22

Beaucoup d'espèces d'insectes du Québec, même si elles sont abondantes et très connues, n'ont toujours pas de noms communs français. En leur attribuant des noms vernaculaires, on stimule la connaissance générale des insectes par le public et à plus long terme, on favorise leur conservation. Les auteurs proposent des noms communs pour 11 lépidoptères répandus ou très répandus appartenant aux familles des Géométridés, des Érébidés et des Noctuidés, mais encore orphelins d'une désignation en français.

Michel Leboeuf et Stéphane Le Tirant

Une odonatofaune inusitée à la tourbière du parc national de Frontenac

26

La tourbière minérotrophe structurée du parc national de Frontenac est un biotope exceptionnel qui abrite une communauté singulière d'au moins 52 espèces de libellules. Des inventaires réalisés systématiquement pendant 3 ans ont montré que plusieurs de ces espèces avaient une affinité nordique, et que certaines populations seraient des reliques dans le contexte biogéographique de la tourbière. Les découvertes incluent 4 espèces en péril ou vulnérables et 3 incursions récentes au Québec.

Alain Mochon

Découverte de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*) au Canada et reconsidération de la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*) au Québec, deux espèces rhéophiles de libellules

42

La pêche d'une naïade de la cordulie tricoteuse en Estrie, 575 km au nord de son aire de répartition connue, correspond à la première mention de cette libellule au Canada. Par ailleurs, la cordulie linéaire est ramenée dans la liste des espèces d'odonates du Québec, sur la base de l'authentification du spécimen capturé en 1877 par l'abbé Léon Provancher. D'autres espèces rhéophiles de cordulies habiteraient les sources et les ruisseaux forestiers du sud de la province ?

*Michel Savard, Majella Larochelle
et Jean-Marie Perron*

ORNITHOLOGIE**Écologie de nidification du moucherolle à côtés olive dans un paysage sous aménagement forestier de la forêt boréale de l'Est** 53

Le succès de reproduction et l'habitat de nidification du moucherolle à côtés olive a été étudié dans un paysage sous aménagement forestier de la forêt boréale de l'Est. À l'échelle du paysage, l'oiseau sélectionne les peuplements mixtes, les bordures forestières et les coupes récentes. Il niche dans des épinettes noires vivantes. Son succès de nidification est évalué à 54 %; les principales causes d'échec sont la prédation et les conditions météorologiques adverses.

*Alexandre Anctil, Hilde Marie Johansen
et Junior A. Tremblay*

Le Programme de surveillance des oiseaux nicheurs de la Forêt Montmorency: une nouvelle source de tendances des populations d'oiseaux nicheurs pour la forêt boréale au Québec 61

Les auteurs présentent une nouvelle série d'estimations de tendances des populations d'oiseaux nicheurs provenant de la Forêt Montmorency, en forêt boréale. Ces tendances concordent faiblement, mais de manière positive, avec celles du Relevé des oiseaux nicheurs (BBS) et des observatoires d'oiseaux de Tadoussac et de McGill. Ce nouveau programme de surveillance indique que la situation des espèces d'oiseaux varie selon les régions, mais aussi, que l'état réel des populations est méconnu.

André Desrochers et Bruno Drolet

LES LIVRES 75**VIE DE LA SOCIÉTÉ** 76**SAVIEZ-VOUS QUE...** 79

En page couverture: Le microlépidoptère *Anaplectoides prasina*, de la famille des Noctuidés, pour lequel la désignation française « noctuelle verte » est proposée.

Photo: Michel Leboeuf

**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

Grands partenaires

Roger Bélanger • David Turgeon

Amis

Louis Beaulieu-Charbonneau • Jean Bricault • Yves Lacasse • J.C. Raymond Rioux • Jean Tremblay

Bienfaiteurs

Marguerite Ahern Normandeau • Marlyne Audet • Daniel Auger • Louise-Marie Barbès • Serge Barrière • Francine Beaulieu • Denis Beaulieu • Yvan Bédard • Michelle Bédard • Lucie Bellefeuille • Suzanne Benoit • Annie Bérubé • Amélie Bilodeau • Hélène Blondin • Dereck Blouin-Perry • Jean-François Bolduc • Yvon Bouchard • Francis Boudreau • Jean Boulva • Jean-Pierre Bourassa • Jean-Denis Brisson • Pierre Brunel • Pierre Campagna • Martin Castonguay • Richard Chartier • Réjean Chayer • Conrad Cloutier • Christian Corbeil • Lina Corriveau • Jean-Marc Cossette • Josiane Côté • Denis Couillard • Réhaume Courtois • Pierre Couture • Michel Crête • Robert Croteau • Michel Dagenais • Jean Dery • Anne Déry • Renée Desautels • Josianne Desloges • Micheline Desmartis • Marc Doré • Bruno Drolet • Roger Duchesneau • François Duchesneau • Jean-Denis Dutil • Pierre Fontaine • Jean Fugère • Gilles Gaboury • Jean-Roch Giguère • Michel Giroux • Paul Gobeil • Suzanne Grondin • Jean Hamann • François Hamel • Éric Yves Harvey • Maurice Jr Hrycak • Mélanie Jalbert • Richard Jones • Marianne Kugler • Marianne Kugler • Johane La Rochelle • Anne-Marie Lafond • Gaëtan Langlois • Monique Lapointe • Maude Larsen • Héloïse Le Goff • Mariette Lebel • Patricia Leclerc • Pierre Leduc • Chantal Lefebvre • Jacques Lemieux • Michel Lepage • Madeleine Lévesque • Alain Lizotte • Mathieu Martin • Antoine Martineau Rousseau • Guy Massicotte • Natalie Michaud • Laurence Molinas • Pierre Morisset • Denis Ouellet • Réginald Ouellet • Jocelyne Ouellet • Jean Painchaud • Denis Paquette • Bruno Paré • Marie-Claude Pelletier-Leclerc • Lise Pilote • Jean Piuze • Patrick Plourde-Lavoie • François Potvin • Paule Potvin • Denis Potvin • Christian Potvin • Yvan Pouliot • Arne Rasmussen • Martine Raymond • Claude Rheault • Pierre J.H. Richard • Stéphane Roy • Simon Théberge • Denise Thibault • Julie Touchette • Marie-France Turcotte • Marcel Turgeon • Georges Viel • Claude Villemagne



Société
Provancher

Président

Robert Patenaude

1^{er} Vice-présidente

Élisabeth Bossert

2^e Vice-président

Réhaume Courtois

Secrétaire

Michel Lepage

Trésorier

Jean-Claude Morency

Administrateurs

Christine Bélanger
Catherine Émond
Émilie Saulnier-Talbot
Daniel St-Onge
Jean Tremblay

le naturaliste
canadien

Bureau de direction

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

Équipe éditoriale

Denise Tousignant,
rédatrice 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
Pierre Périnet

Correction des épreuves

Camille Rousseau

Comité de financement

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 2017

Bibliothèque nationale du Québec

© La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada 2017

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, 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 :

Société Provancher
1400, route de l'Aéroport
Québec QC G2G 1G6

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

Courriel : societeprovancher@provancher.org

Site Web : www.provancher.org



Société
Provancher

Modernisation des opérations

Nous vous l'avions annoncé, c'est maintenant chose faite : la Société Provancher a entamé, en 2016, un important virage pour moderniser ses opérations, notamment en implantant un nouveau site Internet. Convivial, coloré et au goût du jour, celui-ci permet aux internautes de découvrir la Société, ses activités, ses territoires et ses publications. Plusieurs outils en ligne permettent maintenant d'interagir avec la Société, d'y contribuer et de trouver comment s'y impliquer, comme bénévole ou partenaire. Dorénavant, l'adhésion des membres, le paiement des cotisations et les dons se font par voie électronique. De même, les réservations pour un séjour au Parc naturel et historique de l'Île-aux-Basques passent par la plateforme Airbnb.

En parallèle, la Société continue d'augmenter sa visibilité sur les réseaux sociaux. En plus de la Société Provancher elle-même, le Marais-Léon-Provancher et le Parc naturel et historique de l'Île-aux-Basques ont maintenant leur propres pages Facebook. Visitez-les pour connaître les dernières nouvelles, et n'hésitez pas à les « aimer » et à les partager avec votre entourage !

Ces réalisations découlent de la mise en œuvre du plan d'action 2016-2019 de la Société, concrétisé grâce à l'implication des administrateurs et de nombreux autres bénévoles. J'en profite pour souligner l'arrivée au conseil d'administration de trois nouveaux et jeunes administrateurs. Leurs idées fraîches et leur dynamisme nous poussent de l'avant. Je leur souhaite la bienvenue !

Robert Patenaude, président

Nouveau site Web : <http://www.provancher.org/>

Facebook : • Société Provancher : <https://www.facebook.com/societeprovancher>

• Réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher : <https://www.facebook.com/maraisprovancher/>

• Parc naturel et historique de l'Île-aux-Basques : <https://www.facebook.com/ileauxbasques>

Protéger,
aménager,
sensibiliser...

C'est dans notre nature !

Depuis 30 ans, la **Fondation de la faune** stimule et soutient le mouvement faunique au Québec. Près de 5 500 projets pour les habitats ont été réalisés avec des partenaires de toutes les régions !

1987
2017
30 ans

Terrace du Canada
Photo : Lisa Da Simas
Québec Couleur Nature 2014

fondationdelafaune.qc.ca

Fondation
de la faune
du Québec

Michel Michaud

La protection de la Grande plée Bleue : L'œuvre d'une vie !

Yves Gagné

Depuis 27 ans, Michel Michaud, géographe de profession, a œuvré pour la mise en valeur et la conservation d'un élément unique du patrimoine naturel du Québec méridional : la tourbière de la Grande plée Bleue, un milieu humide d'une richesse exceptionnelle. Ce joyau écologique, âgé de plus de 9 500 ans, est l'une des plus vastes tourbières du sud du Québec encore à l'état naturel. C'est l'une, sinon la dernière, des grandes tourbières non exploitées au sud du Québec. Le site couvre près de 15 km² et fait partie du plus grand ensemble de milieux humides de la région métropolitaine de Québec. L'écosystème, d'une richesse remarquable, agit comme une immense éponge.

M. Michaud a grandement contribué à fonder et à mettre sur pied, en 1989, la Société de conservation et de mise en valeur de la Grande plée Bleue dont il est le président depuis de nombreuses années. Modeste mais déterminé, il a su s'entourer de divers experts et regrouper une équipe d'intervenants et de bénévoles du milieu pendant tout le processus visant à conserver ce milieu exceptionnel. Avec patience et détermination, Michel Michaud a fait en sorte que divers travaux de recherche et d'inventaire soient faits dans la tourbière. Il a réussi à sensibiliser le gouvernement du Québec et la ville de Lévis à l'importance de préserver cette précieuse tourbière et de protéger ce milieu humide du drainage qu'un développement domiciliaire aurait entraîné. Il a aussi obtenu que ceux-ci s'engagent à conserver et à rendre accessible à la population ce milieu unique et à fort potentiel pour des activités éducatives.

La tourbière de la Grande plée Bleue est dorénavant protégée et en voie de devenir une réserve écologique bénéficiant du niveau de conservation le plus strict. Le site demeure ouvert pour offrir aux visiteurs une expérience écotouristique unique, avec un sentier sur pilotis long de 725 mètres et une tour d'observation haute de 4 mètres. Leur construction a représenté un investissement de plus d'un million de dollars!

Le sentier éducatif de la Grande plée Bleue (www.grandepleebleue.ca) est une nouvelle attraction située à Lévis, en périphérie du milieu urbain, qui offre au grand public un panorama naturel exceptionnel par sa flore et par sa faune diversifiée.



Activité éducative à la Grande plée Bleue animée par Michel Michaud.

Société de la Grande plée Bleue



Michel Michaud arpentant le site.

Société de la Grande plée Bleue

Jean-Baptiste Genest, c.s.v. (1927-2015): pédagogue de la nature

Michel Lepage

Le développement des sciences au Québec, particulièrement des sciences naturelles, a énormément profité de l'apport des communautés religieuses impliquées dans l'éducation de la jeunesse. Par leur passion pour la connaissance de la nature et la formation des jeunes, par leur persévérance aussi, ces éducateurs et éducatrices ont permis un rayonnement des sciences et contribué à l'éclosion de nombreuses carrières scientifiques.

L'un de ces éducateurs hors pair fut le père Jean-Baptiste Genest (1927-2015) de la communauté des Clercs de Saint-Viateur. Il a enseigné les sciences naturelles au Collège Saint-Viateur à Outremont de 1954 à 1972 où il animait également un club de jeunes naturalistes. Afin d'intensifier le contact des jeunes avec la nature, il a fondé en 1960 le Camp d'écologie Saint-Viateur qu'il a finalement fixé en 1962 sur les berges du Saint-Laurent, dans la baie de Port-au-Saumon, à Saint-Fidèle, dans la région de Charlevoix. Ce camp, qui poursuit encore ses activités sous le nom de ERE de l'Estuaire, n'était constitué à l'origine que de quelques tentes. Il offrait aux jeunes l'occasion de s'imprégner de la nature, de sentir l'herbe fraîche au lever du jour, d'écouter le chant des oiseaux, de découvrir les mille trésors de la grève, les deux pieds dans la vase. Dans son hommage au père Genest, lors de son décès en 2015, le frère Yvon Rolland, c.s.v., résumait ainsi l'esprit qui régnait au camp : « ... C'est là, à Port-au-Saumon, en plein cœur de Charlevoix, qu'il avait planté quelques tentes pour accueillir toutes ces générations de jeunes qui viendront pour vivre à la dure au contact de la nature, des moustiques, de l'eau glaciale de la rivière, se taper de longues marches en forêt, en montagne explorer les étangs, les champs, les tourbières. » (Rolland, 2015).

Mais quel était le secret du succès du père Genest auprès des jeunes ? Dans un texte de la Confédération religieuse canadienne paru en 2015, nous y trouvons la réponse : « Tout au long de sa carrière, on décelait chez lui un souffle créateur, une soif insatiable de vérité, un feu inextinguible qui embrasait tout et éveillait la curiosité intellectuelle de ses jeunes élèves grâce à un art personnel de la vulgarisation des connaissances scientifiques. Parlait-on de la



Clercs de Saint-Viateur

photosynthèse de la feuille, de l'éclosion du bolet ou de la métamorphose de la chenille, la classe ressentait le même émerveillement que celui de voir surgir un lapin du chapeau d'un prestidigitateur ! »

Dans un article paru en juillet 2015 dans le journal *La Presse*, le journaliste Yves Boisvert rapportait ses souvenirs d'un séjour au camp. Il a été fasciné par la passion qui animait le père Genest : « Le but pédagogique de l'opération était de démontrer comment, quand on y porte attention, chaque écosystème devient cohérent. Comment l'arbre et le sol et l'insecte et cet oiseau précis sont liés intimement. Mais bien au-delà de la biologie, cet homme effaçait

voulait, je crois, qu'on goûte juste un peu de la joie intense et silencieuse que lui procurait le contact avec la nature. Qu'un peu de cet émerveillement nous habite. Qu'on en soit curieux. Le monde est tellement plus riche et plus fragile quand on y regarde de près, de très, très près... » (Boisvert, 2015).

L'œuvre du père Jean-Baptiste Genest se poursuit à travers les nombreuses personnes qui ont profité de ses enseignements : biologistes, enseignants et parents ouverts à la découverte du monde dans lequel nous vivons. Pour continuer à faire découvrir les sciences naturelles aux jeunes d'une nouvelle génération, y compris ceux dont les parents ont un revenu limité, l'organisme sans but lucratif « Les amis du camp d'écologie du Père Jean-Baptiste Genest » (<http://port-au-saumon.net>) vient d'être créé. Le camp l'ERE de l'Estuaire (www.eredelestuaire.com/), l'héritage peut-être le plus précieux du père Jean-Baptiste Genest, perpétue son œuvre d'enseignement et d'immersion dans un milieu naturel riche et diversifié, au cœur de la Réserve mondiale de la biosphère de Charlevoix.

Sources

- ANONYME, 2015. Père Jean-Baptiste Genest. Confédération religieuse canadienne. Disponible en ligne à : <http://www.crc-canada.org/fr/pere-jean-baptiste-genest>
- BOISVERT, Y. 2015. Au camp du père Genest. Journal *La Presse*, 22 juillet 2015. Disponible en ligne à : <http://www.lapresse.ca/debats/chroniques/yves-boisvert/201507/22/01-4887339-au-camp-du-pere-genest.php>
- ROLLAND, Y. 2015. Hommage au père Jean-Baptiste Genest, c.s.v. (1927-2015). Viateurs du Canada. Disponible en ligne à : <https://viateurs.ca/hommage-au-pere-jean-baptiste-genest/>

La flore des tourbières de l'île d'Anticosti lorsque soustraite au broutement par le cerf de Virginie

Milène Courchesne, Stéphanie Pellerin, Marianne Bachand, Steeve D. Côté et Monique Poulin

Résumé

Depuis son introduction, il y a plus d'une centaine d'années, le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus* Zimm.) a fortement perturbé la flore de l'île d'Anticosti. Les communautés forestières sont sans contredit celles qui ont été les plus affectées. Toutefois, le cerf exploite et perturbe aussi d'autres écosystèmes, comme les tourbières. Dans ce contexte, nous voulions savoir quelle serait la diversité végétale des tourbières à la suite du retrait du cerf. Pour ce faire, 53 exclos ont été mis en place en 2007 et suivis pendant 8 ans. Au total, 125 espèces végétales ont été identifiées dans l'ensemble des exclos en 2007 et 151 espèces après 8 ans d'exclusion du cerf, ce qui représente une hausse de 21 %. Le nombre d'espèces indicatrices, c'est-à-dire celles caractéristiques d'un habitat donné, a également augmenté passant de 33 à 48, la hausse étant particulièrement importante dans les laggs (écotones entre la forêt et la tourbière). Le recouvrement des espèces préférées par le cerf a grandement augmenté, notamment celui du bouleau nain (*Betula pumila* L.) et de la sanguisorbe du Canada (*Sanguisorba canadensis* L.) (respectivement 2 et 8 fois). Au final, les tourbières de l'île d'Anticosti possèdent un potentiel de diversité végétale plus élevé qui peut s'exprimer avec l'arrêt du broutement par le cerf de Virginie.

MOTS CLÉS: bogs, diversité floristique, fens, herbivorie, laggs

Abstract

White-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimm.) were introduced to Anticosti Island (Québec, Canada) more than 100 years ago, where they are now considered overabundant and have greatly modified the flora. While forest communities have been the most heavily affected, deer also use and disturb other ecosystems, such as peatlands. This study sought to determine the potential plant diversity of peatlands on the island in the absence of deer. To achieve this, 53 exclosures were established in 2007 and the vegetation monitored over an 8 year period. At the start of the study, 125 plant species were recorded, and after 8 years of deer exclusion this had risen by 21% to 151 species. Over the same period, the number of indicator species (i.e., species associated with a specific habitat) grew from 33 to 48, with the increase being particularly marked in the laggs (ecotones between forest and peatland). After 8 years of exclusion, the vegetation cover of species preferentially grazed by deer had also risen greatly, with bog birch (*Betula pumila* L.) increasing twofold and Canadian burnet (*Sanguisorba canadensis* L.), eightfold. In conclusion, peatlands on Anticosti Island have a potential for greater plant richness, which can be expressed after white-tailed deer exclusion.

KEYWORDS: bogs, fens, herbivory, laggs, plant diversity

Introduction

Au cours des dernières décennies, l'accroissement marqué de plusieurs populations de cervidés dans de nombreuses régions a mené à des changements majeurs dans la composition et la structure des peuplements forestiers (p. ex., Russell et collab., 2001; Husheer et collab., 2003; Beguin et collab., 2011). L'île d'Anticosti représente un cas bien étudié d'une population surabondante d'un cervidé et de ses impacts sur les écosystèmes. En absence de prédateur, les 220 cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus* Zimm.) introduits à la fin du 19^e siècle ont rapidement proliféré, les densités actuelles étant supérieures à 20 cerfs/km² (Rochette et Gingras, 2007).

Le broutement intensif par le cerf a profondément modifié les communautés forestières de l'île d'Anticosti (p. ex., Pimlott, 1963; Potvin et Poirier, 2004; Tremblay et collab., 2006, 2007). Des espèces autrefois abondantes, comme l'érable à épis (*Acer spicatum* Lam.), le noisetier à long bec (*Corylus cornuta* Marshall), le cornouiller stolonifère (*Cornus sericea* L.), l'épilobe à feuilles étroites (*Chamaenerion angustifolium* L.)

Milène Courchesne détient une maîtrise en biologie végétale de l'Université Laval.

milene.courchesne.2@ulaval.ca

Stéphanie Pellerin est professeure associée à l'Institut de recherche en biologie végétale de l'Université de Montréal et du Jardin botanique de Montréal.

stephanie.pellerin.1@umontreal.ca

Marianne Bachand est chargée de projets en modélisation écohydraulique pour Environnement et Changement Climatique Canada.

marianne.bachand@canada.ca

Steeve D. Côté est professeur titulaire au Département de biologie de l'Université Laval et titulaire de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'île d'Anticosti.

steeve.cote@bio.ulaval.ca

Monique Poulin est professeure titulaire au département de Phytologie de la même université.

monique.poulin@fsaa.ulaval.ca

Scopoli subsp. *angustifolium*), le framboisier rouge (*Rubus idaeus* L.) et la clintonie boréale (*Clintonia borealis* [Aiton] Raf.), sont aujourd'hui raréfiées de certaines parties de l'île. À l'opposé, des espèces résistantes au broutement telles que le chardon des champs (*Cirsium arvense* L.) Scopoli et les graminées, dont le calamagrostide du Canada (*Calamagrostis canadensis* [Michx.] P. Beauv), se sont rapidement propagées. D'autre part, la proportion de la superficie occupée par les peuplements de sapin baumier (*Abies balsamea* L. Mill.), une espèce qui représente environ 70 % de l'alimentation hivernale du cerf (Lefort et collab., 2007), a diminué de moitié, de sorte que les sapinières laissent graduellement place à des pessières à épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) ou à des landes forestières (Potvin et collab., 2003; Tremblay et collab., 2007; Barrette et collab., 2014). Dans un tel contexte d'appauvrissement des peuplements forestiers, les tourbières sont devenues des aires d'alimentation alternatives importantes pour le cerf. En été, les cerfs les utilisent d'ailleurs davantage que les milieux forestiers, tant pour l'alimentation que pour les déplacements (Massé et Côté, 2009).

Les tourbières occupent 25 % de la surface de l'île d'Anticosti. Ces écosystèmes représentent un intérêt particulier pour la biodiversité en raison de leur flore diversifiée (Dignard et collab., 2009). En effet, contrairement à la majorité des tourbières des régions boréales, celles de l'île d'Anticosti bénéficient d'un climat maritime et reposent sur des sols calcaires favorisant la présence d'espèces calciphiles ou rares au Québec (Sabourin et Morin, 2009). Toutefois, le broutement sélectif et le piétinement par le cerf sont soupçonnés d'avoir engendré des changements floristiques importants dans les tourbières de l'île (Pellerin et collab., 2006). Par exemple, les tourbières minérotrophes (fens) sont plus pauvres en espèces d'arbustes, de cypéracées et d'hépatiques que celles des îles de l'archipel de Mingan situées à proximité (< 50 km à vol d'oiseau) où le cerf n'a jamais été présent. De plus, alors que les lichens abondent dans les tourbières ombrotrophes (bogs) des îles de Mingan, ils sont pratiquement absents de celles d'Anticosti. Dans ce contexte, notre étude visait à évaluer quelle pourrait être la diversité floristique des tourbières de l'île d'Anticosti en l'absence du cerf de Virginie, et ce, à l'aide d'un dispositif expérimental permettant d'éliminer le broutement et le piétinement du cerf dans des parcelles clôturées (exclos) pendant 8 ans.

Territoire d'étude

Située dans le golfe du Saint-Laurent, l'île d'Anticosti occupe une superficie de 7 943 km². Elle se trouve dans le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc, sous-domaine de l'Est (Saucier et collab., 2009). Le climat y est de type maritime, avec des précipitations annuelles moyennes de 917 mm et des températures moyennes variant d'un minimum de -2 °C en février à un maximum de 16 °C en juillet (Environnement Canada, 2006). Les espèces arborescentes historiquement abondantes sont le sapin baumier, le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marshall), l'épinette noire (*Picea mariana* Mill.) Britton, Sterns et Poggenb.) et l'épinette

blanche (Lavoie et Filion, 2001). Selon le dernier inventaire aérien de 2006, la densité moyenne de cerfs sur l'île s'élèverait à plus de 20 cerfs/km² (Rochette et Gingras, 2007), quoiqu'elle puisse atteindre plus de 56 cerfs/km² par moments et à certains endroits (Tremblay et collab., 2006).

Les tourbières de l'île d'Anticosti n'ont jamais été exploitées ni drainées. Les bogs sont surtout dominés par les sphaignes et les éricacées telles que le cassandre calculé (*Chamaedaphne calyculata* L. Moench) et le thé du Labrador (*Rhododendron groenlandicum* (Oeder, Kron et Judd) (Pellerin et collab., 2006). Les fens sont, pour leur part, dominés par les cypéracées et des arbustes tels que la potentille frutescente (*Dasiphora fruticosa* L. Rydb.) et le myrique baumier (*Myrica gale* L.). Les espèces arborescentes sont pratiquement absentes de ces 2 types de tourbières.

Méthodes

Plan expérimental et inventaires de végétation

En 2007, 53 exclos carrés d'une superficie de 4 m² et d'une hauteur de 1,22 m ont été mis en place dans 45 tourbières situées dans la portion ouest de l'île (figure 1). Les sentiers de cerfs ont été évités lors de la mise en place du dispositif. Les exclos ont été appariés à des parcelles témoins, mais l'étude de ceux-ci fait l'objet d'une publication distincte (Courchesne 2016).

Les exclos ont été répartis dans 4 habitats : les bogs (13), les fens ouverts (20), les fens arbustifs (7) et les lagsgs (13). Les fens arbustifs et les fens ouverts ont été distingués en établissant un seuil de recouvrement d'arbustes de 25 %. Les lagsgs sont les écotones tourbeux entre la forêt et la tourbière. Ils se caractérisent généralement par la présence de plantes graminoides et par un recouvrement variable d'espèces arbustives et arborescentes, surtout d'épinette noire et de mélèze laricin (*Larix laricina* [Du Roi] K. Koch). Toutefois, aucun arbre n'a été inclus dans les exclos puisque la taille de ces derniers n'était pas appropriée pour des espèces arborescentes. Les caractéristiques environnementales de chacun des habitats sont présentées au tableau 1.

La végétation a été inventoriée au sein d'une parcelle carrée de 1 m² positionnée au centre de chaque exclos. Les inventaires ont toujours eu lieu en juillet, soit juste au moment de l'installation des exclos en 2007, puis en 2010, 2012 et 2015. Le recouvrement de toutes les espèces vasculaires et invasculaires a été évalué visuellement en pourcentage de recouvrement au sol (< 1%, au 1% près de 1 à 10%, au 5% près de 15 à 90% et au 1% près de 90 à 100%).

Analyses

Pour chaque exclos, nous avons calculé la richesse spécifique (S), l'indice d'entropie de Shannon (H') et l'indice de Simpson (D) pour l'année de mise en place des exclos ainsi qu'en 2015. La richesse spécifique correspond au nombre total d'espèces présentes dans un site. Plus ce nombre est élevé et plus le site est riche en espèces. L'indice d'entropie de Shannon (Shannon et Weaver, 1963) permet de décrire la structure d'une communauté en tenant compte à la fois de la richesse

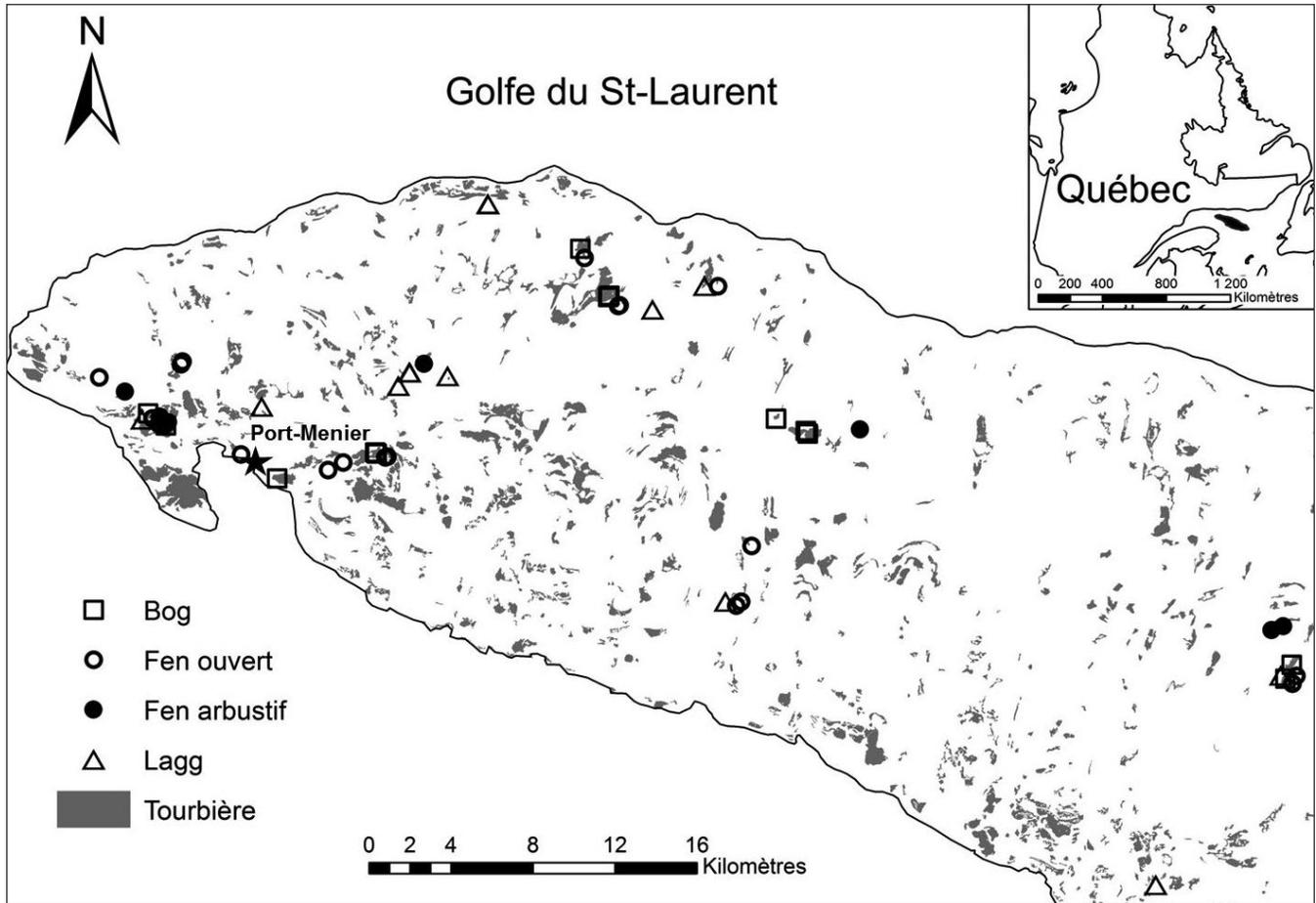


Figure 1. Carte de l'île d'Anticosti et emplacement des exclos échantillonnés.

Tableau 1. Nombre d'exclos par type d'habitat et données environnementales (valeurs moyennes ± écart-type) pour les bogs, fens ouverts, fens arbustifs et lagsgs échantillonnés à l'île d'Anticosti.

Variabes	Unité	Bogs	Fens ouverts	Fens arbustifs	Lagsgs
Nombre d'exclos		13	20	7	13
Épaisseur du dépôt de tourbe	cm	256 ± 87	110 ± 69	156 ± 110	76 ± 43
Profondeur du niveau d'eau	cm	23 ± 23	3 ± 2	11 ± 8	8 ± 5
pH – eau		3,7 ± 0,4	6,7 ± 0,4	6,5 ± 0,6	6,6 ± 0,3
Conductivité corrigée – eau	µS/cm	11 ± 206	335 ± 109	292 ± 130	321 ± 87
Pourcentage d'ombre par les arbres	%	0,1 ± 0,5	0 ± 0	0 ± 0	25 ± 29
Ca ²⁺	ppm	2,0 ± 0,9	37,6 ± 13,1	36,7 ± 21,3	40,1 ± 13,3
Mg ²⁺	ppm	0,4 ± 0,1	2,0 ± 0,7	2,0 ± 1,0	2,0 ± 0,8
K ⁺	ppm	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,5	0,9 ± 0,8	1,6 ± 0,9

en espèces et de la proportion de chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces. Cet indice varie généralement de 0 à 5, mais n'a théoriquement pas de maximum; plus il est élevé plus la communauté est diversifiée. Finalement, l'indice de diversité de Simpson permet de calculer la probabilité que deux individus choisis au hasard dans une communauté soient de la même espèce (Simpson, 1949; Pielou, 1969). Cet indice varie de 0 à 1, 1 étant la probabilité maximale que les espèces

soient différentes, indiquant ainsi une très grande diversité. Afin de comprendre comment la diversité a changé entre 2007 et 2015, ces 3 mesures de diversité ont été comparées à l'aide d'un test de t pour données appariées. Enfin, l'influence du type d'habitat de tourbière sur la richesse et la diversité en espèces en 2015 a été évaluée à l'aide d'une analyse de variance suivie d'un test de comparaisons de moyennes *a posteriori* (LSD de Fisher).

Les espèces indicatrices des différents types d'habitats pour chaque année d'échantillonnage ont été identifiées à l'aide de l'indice de valeur indicatrice IndVal (Dufrêne et Legendre, 1997). Cet indice se calcule sur des groupes préétablis (ici, le type d'habitat) et repose sur le postulat qu'une espèce indicatrice est spécifique (c'est-à-dire trouvée majoritairement dans un seul groupe) et fidèle (c'est-à-dire présente dans la plupart des sites de ce groupe) à un groupe spécifique. L'indice IndVal varie de 0 (espèce aucunement indicatrice) à 1 (espèce fortement indicatrice). Une espèce est jugée fortement indicatrice de l'habitat lorsque sa valeur d'IndVal atteint 0,25 et plus (Dufrêne et Legendre, 1997). Les analyses ont été faites séparément pour chacune des strates de végétation (muscinale, arbustive et herbacée; les espèces ont été classées par strates à la suite des inventaires floristiques). Comme aucun arbre de grande taille n'était présent dans les exclos, les espèces arborescentes ont été incluses dans la strate arbustive. La significativité statistique des IndVal calculée pour chaque espèce a été évaluée *a posteriori* au moyen d'un test par permutations (9 999 permutations). La valeur de *p* a été corrigée pour les tests multiples selon la procédure de Benjamini et Hochberg (1995). Une espèce qui apparaît dans la liste d'espèces indicatrices au fil des années a été considérée comme une espèce ayant bénéficié de l'arrêt du broustement.

Enfin, les espèces ayant eu un changement significatif de recouvrement entre 2007 et 2015 ont été identifiées à l'aide d'un test de *t* pour échantillons appariés avec permutations. Seules les espèces ayant un recouvrement moyen supérieur à 2 % pour au moins l'une des années d'échantillonnage ont été analysées pour s'assurer de la pertinence biologique des résultats. Chaque espèce a été testée séparément.

Résultats

Floristique générale

Pour l'ensemble des années d'échantillonnage, 129 espèces vasculaires et 36 espèces invasculaires (hépatiques, mousses, lichens) ont été identifiées dans les 53 exclos (voir la liste complète des taxons en annexe). Les espèces vasculaires les plus fréquentes (en nombre d'exclos), et ce, peu importe l'année, étaient le trichophore cespiteux (*Trichophorum cespitosum* L. Hartm.) et la canneberge commune (*Vaccinium oxycoccos* L.). La fréquence du mélèze laricin a augmenté de façon importante entre 2007 et 2015, passant de 9 à 26 % des exclos.

Dans les bogs, le cassandre caliculé, le kalmia à feuilles d'andromède (*Kalmia polifolia* Wangenh.) et le thé du Labrador étaient présents dans tous les exclos, alors que le trichophore cespiteux l'était dans tous ceux installés dans les fens ouverts. Dans cet habitat, la fréquence de la canneberge commune a augmenté de façon importante: elle était présente dans 100 % des exclos en 2015, comparativement à 55 % en 2007. Dans les fens arbustifs, les espèces les plus fréquentes étaient l'andromède glauque (*Andromeda polifolia* L. var. *latifolia* Aiton), la potentille frutescente, la sanguisorbe du Canada (*Sanguisorba canadensis* L.) et le trichophore cespiteux. Enfin dans les laggs, les espèces les plus fréquentes étaient la

sanguisorbe du Canada et le carex jaune (*Carex flava* L.). La smilacine trifoliée (*Maianthemum trifolium* L.) Sloboda a colonisé plusieurs exclos de cet habitat, avec une fréquence qui est passée de 50 à 92 %.

Cinq espèces exotiques au Québec ont été identifiées (Brouillet et collab., 2016). Le chiendent commun (*Elymus repens* L. Gould) a été trouvé dans des fens arbustifs (2 exclos en 2007 et 2015) et dans des laggs (2 exclos en 2007 et 6 en 2015). Le dactyle pelotonné (*Dactylis glomerata* L.) a été trouvé dans 1 fen ouvert en 2015. La phléole des prés (*Phleum pratense* L.) était présente dans 1 lagg en 2007 et 2015. Enfin, la vesce jargeau (*Vicia cracca* L.) et la renoncule âcre (*Ranunculus acris* L.) n'ont été observées que dans des laggs (4 exclos en 2007 et 5 en 2015). Ces espèces avaient toutefois un recouvrement inférieur à 2 % dans la majorité des exclos où elles étaient présentes (la vesce jargeau avait par contre un recouvrement de 15 % dans un des exclos en 2015).

Quatre espèces en situation précaire (Tardif et collab., 2016) ont aussi été observées. La pédiculaire des marais (*Pedicularis palustris* L.) a été trouvée dans des fens alors que le carex stérile (*Carex sterilis* Wild.) était présent dans des fens et des laggs. Enfin, le rhynchosporie capillaire (*Rhynchospora capillacea* Tor.) et le droséra à feuilles linéaires (*Drosera linearis* Goldie) n'ont été observés que dans des fens ouverts. Ces espèces avaient un recouvrement inférieur à 1 % dans tous les exclos où elles ont été observées (de 1 à 4 exclos), à l'exception du carex stérile qui avait un recouvrement de 10 % dans un exclos.

Chez les invasculaires, la sphaigne brune (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr.) était la plus fréquente dans les bogs. Dans les 3 autres habitats, les espèces les plus fréquentes étaient la campylie étoilée (*Campylium stellatum* (Hedw.) C.E.O. Jensen) et la scorpionie rouge violacée (*Scorpidium revolvens* (Sw.) Rubers).

En 2015, la richesse spécifique dans les exclos était significativement plus élevée dans les laggs que dans les fens ouverts et les bogs, mais ne différait pas des fens arbustifs à cet égard (figure 2). Selon l'indice de Shannon, les laggs étaient plus diversifiés en espèces que les bogs et les fens ouverts et la probabilité que 2 espèces choisies au hasard soient différentes y était également plus grande (Indice de Simpson).

Évolution de la diversité 8 ans après l'exclusion du cerf

En 2015, soit 8 ans après l'exclusion du cerf, 151 espèces (dont 34 invasculaires) ont été identifiées dans les 4 types d'habitats contre seulement 125 espèces en 2007 (dont 27 invasculaires), ce qui correspond à une augmentation significative de 21 % de la richesse spécifique totale (figure 3). En tout, 40 nouvelles espèces (dont 9 invasculaires) ont été identifiées en 2015, alors que 14 espèces présentes en 2007 sont disparues (dont 4 invasculaires). La grande majorité des espèces nouvelles n'ont été observées que dans un seul ou 2 exclos et présentaient un recouvrement inférieur à 1 %. Seuls le sapin baumier, le conioselinum de Genesee (*Conioselinum chinense* L. Britton, Sterns et Poggenb.) et la platanthère hyperboréale

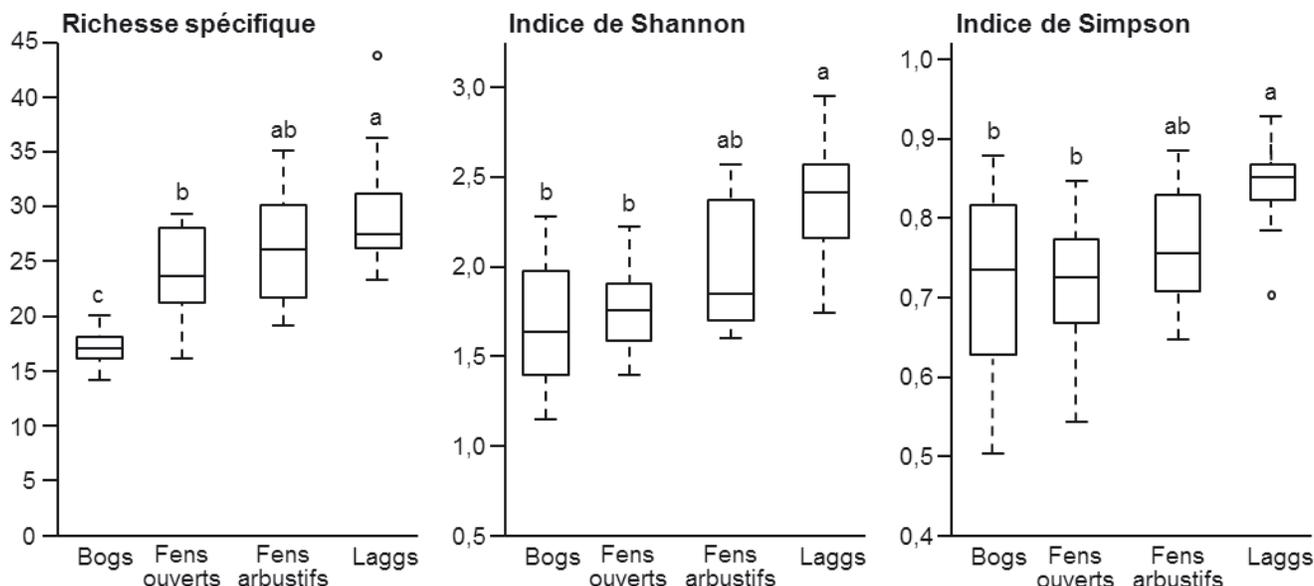


Figure 2. Richesse spécifique, indice de Shannon et indice de Simpson dans les différents habitats tourbeux de l'île d'Anticosti 8 ans après l'installation des exclos. Les lignes supérieure, centrale et inférieure de la boîte à moustaches correspondent respectivement au 75^e, 50^e et 25^e percentiles. Les barres pointillées s'étendent de la valeur minimale à la valeur maximale. Les points représentent des valeurs extrêmes qui, lorsque présents, correspondent au minimum ou au maximum de la répartition des valeurs. Les lettres indiquent des différences significatives ($p < 0,05$) selon une analyse de variance suivie d'un test de comparaisons de moyennes *a posteriori* (LSD de Fisher).

(*Platanthera hyperborea* L. Lindl.; la taxonomie de cette espèce est complexe et elle n'est plus reconnue pour le Québec (Brouillet et collab., 2016), il pourrait donc s'agir soit de *P. aquilonis* Sheviak ou de *P. huronensis* [Nuttall] Lindl.) qui ont été nouvellement trouvés dans au moins 5 exclos, mais avec des recouvrements généralement très faibles. Toutes les espèces perdues étaient originellement présentes dans moins de 5 exclos.

La richesse spécifique moyenne de chaque habitat a également augmenté significativement après l'exclusion du cerf, et plus particulièrement celle des laggs et des fens (figure 3). L'indice de Shannon était significativement plus élevé en 2015 qu'en 2007 pour l'ensemble des exclos et pour les laggs. Enfin, l'indice de Simpson était significativement plus élevé en 2015 qu'en 2007, mais seulement pour les laggs.

Changement de recouvrement végétal à la suite de l'exclusion des cerfs

Aucune espèce invasculaire n'a augmenté ou diminué significativement en recouvrement entre 2007 et 2015. Parmi les herbacées, le recouvrement de la sanguisorbe du Canada a augmenté (figure 4) tandis que celui de la chicouté (*Rubus chamaemorus* L.) et de la violette néphrophyllé (*Viola nephrophylla* Greene) a diminué. Le bouleau nain (*Betula pumila* L.) est le seul arbuste dont le recouvrement moyen a augmenté.

Espèces indicatrices

Au total, 16 espèces, surtout des sphaignes, des lichens et des éricacées, ont été identifiées comme indicatrices des bogs (tableau 2). La grande majorité était indicatrice toutes les

années, sauf le bleuet fausse-myrtille (*Vaccinium myrtilloides* Michx) et le droséra à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia* L.) qui sont devenus indicateurs respectivement après 5 et 3 ans. Sept espèces indicatrices des fens ouverts ont été identifiées, principalement des mousses brunes, des cypéracées ainsi que la sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea* L.). Parmi celles-ci, seul le carex verdâtre (*Carex viridula* Michaux), n'était pas indicateur dès la première année d'inventaire. Sept espèces indicatrices ont aussi été identifiées pour les fens arbustifs. Contrairement aux 2 habitats précédents, la majorité de ces espèces sont devenues indicatrices après quelques années d'exclusion du cerf. Cela est notamment le cas pour la linnée boréale (*Linnaea borealis* L.) qui est devenue indicatrice seulement 8 ans après l'exclusion du cerf. Finalement, les laggs constituaient l'habitat avec le plus d'espèces indicatrices, soit 23 espèces au total. Ces espèces étaient toutes des herbacées, sauf une mousse, la tomenteuse à feuilles droites (*Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske). Une augmentation du nombre d'espèces indicatrices herbacées dans les laggs a été notée au cours des années. Cinq espèces sont devenues indicatrices à partir de la troisième année d'exclusion des cerfs, 5 espèces après la cinquième et 3 autres après la huitième année.

Discussion

Une flore résiliente

Cette étude constitue la première étude décrivant la flore des tourbières de l'île d'Anticosti dans un contexte d'exclusion du cerf de Virginie. Le retrait du cerf semble avoir permis l'établissement d'une plus grande diversité végétale dans les tourbières. En effet, 43 nouvelles espèces

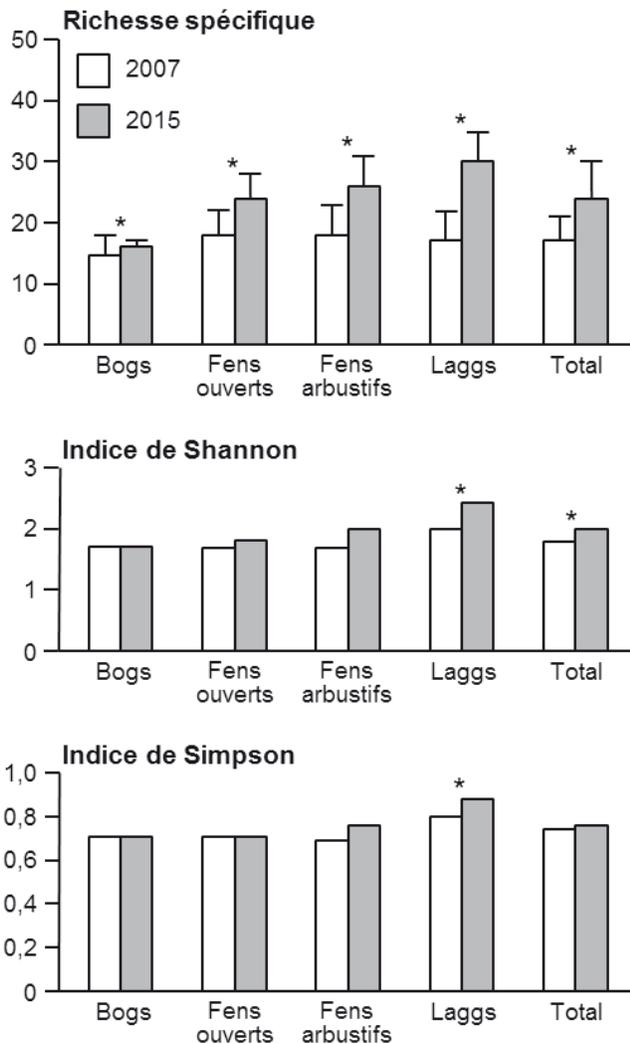


Figure 3. Moyennes des richesses spécifiques, des indices de Shannon et de Simpson pour chacun des habitats de tourbières ainsi que pour l'ensemble des habitats pour les années 2007 et 2015 à l'île d'Anticosti. L'astérisque (*) indique des différences significatives ($p < 0,05$) entre les années (test de t pour données appariées).

ont été trouvées 8 ans après l'arrêt du broutement. Une partie des gains (et pertes) d'espèces observées pourraient toutefois être attribuable à une meilleure identification de certains taxons en 2015, notamment des *Carex* et des *Poaceae* (possiblement 6 gains et 2 pertes). Néanmoins, parmi les nouvelles espèces, plusieurs sont connues pour être sensibles au broutement. C'est particulièrement le cas du sapin baumier dont la régénération est fortement menacée par le cerf à l'île d'Anticosti (Potvin et collab., 2003). D'autre part, la comparaison de l'évolution de la flore des exclos à celle de parcelles témoins, qui fait l'objet d'une autre publication, permet d'exclure que les changements observés soient associés à des événements climatiques ou encore à la succession naturelle des tourbières (Courchesne, 2016).

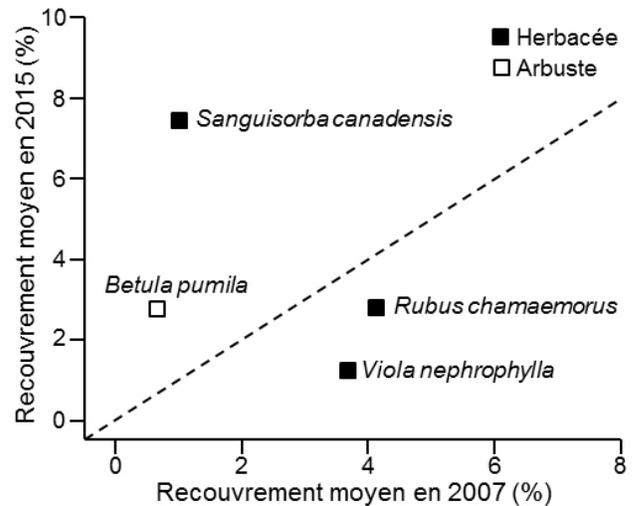


Figure 4. Recouvrement moyen des espèces avant l'installation des exclos en 2007 par rapport à celui en 2015 dans des tourbières de l'île d'Anticosti. Seulement les espèces ayant présenté un changement significatif de recouvrement végétal sont présentées (test de t pour données appariées, $p < 0,05$). La ligne pointillée correspond à une situation où il n'y aurait aucun changement de recouvrement végétal. Le recouvrement des espèces figurant au-dessus de la ligne a augmenté en 8 ans, alors que celui des espèces sous la ligne a diminué au cours de cette période.

Le retrait du cerf de Virginie a non seulement permis à certaines espèces de s'établir dans les exclos étudiés, mais a également favorisé certaines espèces initialement présentes. Par exemple, le recouvrement du bouleau nain et de la sanguisorbe du Canada, 2 espèces largement broutées par le cerf (Bergerud, 1972), a largement augmenté à la suite de l'exclusion du cerf. Leur expansion suggère qu'elles sont résilientes au broutement et qu'elles pourraient à long terme être beaucoup plus abondantes en absence du cerf. La diminution de recouvrement de la chicouté, une espèce sensible au broutement (Pellerin et collab., 2006), et de la violette néphrophylle pourrait être causée en partie par un effet d'ombrage dû à une augmentation du recouvrement de la végétation dans les exclos, ces 2 espèces de petite taille étant généralement plus vigoureuses dans les portions très ouvertes des tourbières (Russell et Crosswhite, 1963; Taylor, 1971). Pour la chicouté, cela pourrait aussi être un effet de l'année puisque de fortes variabilités annuelles dans sa croissance ont déjà été observées (Bellemare et collab., 2009). Sans que leur recouvrement ait augmenté de façon significative, d'autres espèces connues pour être sensibles au broutement du cerf, comme le coniosélinum de Genesee et le bleuët fausse-myrtille (Tremblay et collab., 2006), ont été identifiées comme étant des espèces indicatrices après quelques années de retrait du cerf. Ce résultat laisse présager qu'elles pourraient aussi devenir plus abondantes si la densité du cerf diminuait fortement.

Tableau 2. Espèces indicatrices de chacun des types d'habitats de tourbière. Seules les espèces significativement indicatrices ($p < 0,05$) et ayant une valeur IndVal supérieure à 0,25 sont présentées. Les années durant lesquelles les espèces ont été identifiées comme indicatrices sont aussi indiquées (0 = 2007, 3 = 2010, 5 = 2012, 8 = 2015).

Strates	Espèces	Habitats	Années
Muscinale	<i>Cladonia mitis</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Cladonia rangiferina</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Dicranum undulatum</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Leiomylia anomala</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Sphagnum fuscum</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Sphagnum rubellum</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Campylium stellatum</i>	Fen ouvert	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Scorpidium scorpioides</i>	Fen ouvert	0, 3, 8
Muscinale	<i>Scorpidium revolvens</i>	Fen arbustif	0, 3, 5, 8
Muscinale	<i>Tomenthypnum nitens</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Chamaedaphne calyculata</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Empetrum nigrum</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Kalmia angustifolia</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Kalmia polifolia</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Picea mariana</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Rhododendron groenlandicum</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Vaccinium angustifolium</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Vaccinium myrtilloides</i>	Bog	5, 8
Arbustive	<i>Andromeda polifolia</i> var. <i>latifolia</i>	Fen arbustif	3, 5, 8
Arbustive	<i>Betula pumila</i>	Fen arbustif	0, 3, 5, 8
Arbustive	<i>Dasiphora fruticosa</i>	Fen arbustif	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Drosera rotundifolia</i>	Bog	3, 5, 8
Herbacée	<i>Rubus chamaemorus</i>	Bog	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex exilis</i>	Fen ouvert	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex livida</i>	Fen ouvert	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex viridula</i>	Fen ouvert	5, 8
Herbacée	<i>Sarracenia purpurea</i>	Fen ouvert	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Trichophorum cespitosum</i>	Fen ouvert	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Comandra umbellata</i>	Fen arbustif	3, 5, 8
Herbacée	<i>Linnaea borealis</i>	Fen arbustif	8
Herbacée	<i>Packera paupercula</i>	Fen arbustif	3, 5, 8
Herbacée	<i>Calamagrostis canadensis</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex aquatilis</i>	Lagg	3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex aurea</i>	Lagg	8
Herbacée	<i>Carex flava</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Carex interior</i>	Lagg	8
Herbacée	<i>Carex leptalea</i>	Lagg	3, 5, 8
Herbacée	<i>Conioselinum chinense</i>	Lagg	5, 8
Herbacée	<i>Elymus repens</i>	Lagg	3, 5, 8
Herbacée	<i>Equisetum arvense</i>	Lagg	5, 8
Herbacée	<i>Equisetum fluviatile</i>	Lagg	5, 8
Herbacée	<i>Equisetum variegatum</i>	Lagg	3, 8
Herbacée	<i>Eurybia radula</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Galium labradoricum</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Iris versicolor</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Maianthemum trifolium</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Mitella nuda</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Packera aurea</i>	Lagg	5, 8
Herbacée	<i>Platanthera hyperborea</i>	Lagg	5, 8
Herbacée	<i>Ranunculus acris</i>	Lagg	8
Herbacée	<i>Rubus pubescens</i>	Lagg	0, 3, 5, 8
Herbacée	<i>Sanguisorba canadensis</i>	Lagg	3, 5, 8
Herbacée	<i>Vicia cracca</i>	Lagg	0, 3, 5, 8

Les tourbières: des habitats d'importance pour la diversité d'Anticosti

Parmi les 4 types d'habitats étudiés, les laggs et les fens sont ceux où le plus grand nombre moyen d'espèces se sont établies au fil du temps après l'instauration des exclos. Les changements de biodiversité ont été par contre plus importants dans les laggs ayant eu aussi une augmentation significative des indices de Shannon et de Simpson. Les laggs montrent donc un potentiel de diversité végétale plus grand que les autres habitats, potentiel qui n'était pas totalement exprimé avec les densités actuelles de cerfs de Virginie. En effet, les laggs ont souvent une diversité floristique élevée, car ils sont plus riches en éléments minéraux et nutritifs (Paradis et collab., 2015). Ils sont aussi caractérisés par une plus mince épaisseur de tourbe, ce qui permet aux racines des plantes d'entrer facilement en contact avec le sol minéral sous-jacent (Dimitrov et collab., 2014). Les écotones sont en fait reconnus comme des milieux riches en biodiversité puisqu'ils recèlent des espèces des 2 milieux adjacents en plus d'abriter des espèces d'écotone qui leur sont inféodées (van der Maarel, 1990; Walker et collab., 2003; Paradis et collab., 2015). D'ailleurs, les laggs d'Anticosti hébergent plusieurs espèces qui n'ont pas été observées dans les autres types de milieux tourbeux, telles que le carex doré (*Carex aurea* Nuttall), le carex à tiges grêles (*Carex leptalea* Wahlenberg) et la ronce pubescente (*Rubus pubescens* Raf.). Ils représentent donc des milieux importants pour la diversité des tourbières à l'île d'Anticosti.

Bien que les fens ouverts se soient révélés moins diversifiés que les laggs, ils présentent aussi un intérêt particulier pour la conservation, car les espèces rares observées l'ont été principalement dans ces habitats. Enfin, les bogs, bien qu'ils soient moins diversifiés que les autres types d'habitats, possèdent un cortège floristique qui se distingue beaucoup plus des environnements forestiers que les autres types d'habitats. Parmi les espèces fortement inféodées aux bogs mentionnons la chicouté, le cassandre caliculé, les linaigrettes (*Eriophorum* spp.) et certaines espèces de bryophytes comme la sphaigne brune, la sphaigne rougeâtre (*Sphagnum rubellum* Wilson) et la mylie des tourbières (*Leiomylia Anomala* J.J. Engel et Braggins).

Le lent rétablissement des tourbières

Les tourbières, surtout les bogs, sont généralement des écosystèmes où le temps de réponse à la suite d'une perturbation est généralement long comparativement aux forêts (p. ex., Sjörs, 1980; Klingner, 1996; Gunnarsson et collab., 2002). Ainsi, ces habitats n'ont probablement pas atteint leur potentiel maximal de diversité seulement 8 ans après la fin du broutement, bien que dans certains cas, notamment pour les bogs, ce potentiel reste limité. Certaines espèces présentes dans le pool régional d'espèces qui n'ont pas été identifiées

dans nos inventaires pourraient éventuellement apparaître après plusieurs années d'exclusion du cerf. Par exemple, le némopanthé mucroné (*Ilex mucronata* L. Powell, Savol. et Andrews), une espèce tourbicole présente à l'île d'Anticosti (Marie-Victorin et Rolland-Germain, 1969; Massé, 2011), n'a pas été trouvé dans nos inventaires ni dans les inventaires précédents dans les tourbières de l'île (Pellerin et collab., 2006). Son absence pourrait s'expliquer par une germination lente associée à une dormance prolongée des semences et des taux de germination habituellement faibles (Zasada et Schopmeyer, 2008). Cette espèce a montré une bonne capacité d'établissement dans une étude sur la germination des graines en tourbière restaurée (Paradis, 2015), bien que les semences aient germé 6 fois plus en conditions d'ombrage qu'en conditions de lumière. Il est donc probable que le rétablissement d'un recouvrement plus dense à la suite de l'arrêt du broutement génère des conditions d'ombrage propices à de telles espèces et qu'elles puissent éventuellement se rétablir et enrichir davantage les tourbières.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer que le cerf de Virginie masquait une partie du potentiel de diversité floristique des tourbières de l'île d'Anticosti. D'un point de vue de conservation, ce résultat peut s'avérer préoccupant puisque les tourbières couvrent 35 % de la superficie des aires protégées de l'ensemble de l'île (Poulin et Pellerin, 2001). À l'heure actuelle, la gestion des densités de cerfs à l'île d'Anticosti est essentiellement orientée vers le maintien des écosystèmes forestiers, particulièrement des sapinières (Beaupré et collab., 2004). Nous croyons néanmoins qu'une réflexion devrait avoir lieu afin de reconnaître l'importance des tourbières pour la conservation de la biodiversité non seulement de l'île, mais aussi pour la protection d'une biodiversité représentative de l'ensemble des tourbières du Québec.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Gilles Ayotte et Sylvain Ménard pour leur aide aux inventaires botaniques et à l'installation des exclos et aux inventaires botaniques ainsi que tous les assistants de terrain ayant participé à la collecte des données. La présente étude a été rendue possible grâce au soutien financier de la Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources naturelles de l'île d'Anticosti. ◀

Annexe. Liste de tous les taxons recensés dans les tourbières de l'île d'Anticosti. La nomenclature des plantes vasculaires est basée sur VASCAN (Brouillet et collab., 2016), celle des bryophytes sur Faubert (2012, 2013, 2014) et celle des lichens sur USDA et NRSC (2016). L'astérisque (*) indique les nouvelles espèces en 2015 et la croix (+), les espèces disparues.

Arbres		
<i>Abies balsamea*</i>	<i>Picea glauca</i>	<i>Picea mariana</i>
<i>Larix laricina</i>		
Arbustes		
<i>Andromeda polifolia</i> var. <i>latifolia</i>	<i>Empetrum nigrum</i>	<i>Myrica gale</i>
<i>Apetlorhamnus alnifolia</i>	<i>Juniperus horizontalis</i>	<i>Rhododendron groenlandicum</i>
<i>Betula pumila</i>	<i>Kalmia angustifolia</i>	<i>Salix</i> sp.
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	<i>Kalmia polifolia</i>	<i>Vaccinium angustifolium</i>
<i>Cornus sericea</i>	<i>Lonicera villosa</i>	<i>Vaccinium myrtilloides</i>
<i>Dasiphora fruticosa</i>		
Herbacées		
<i>Anticlea elegans</i>	<i>Elymus repens</i>	<i>Pinguicula vulgaris</i>
<i>Bistorta vivipara*</i>	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Platanthera dilatata*</i>
<i>Bromus ciliatus*</i>	<i>Equisetum fluviatile</i>	<i>Platanthera hyperborea*</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	<i>Equisetum sylvaticum+</i>	<i>Poaceae</i> sp.+
<i>Caltha palustris</i>	<i>Equisetum variegatum</i>	<i>Polygaloides paucifolia*</i>
<i>Carex aquatilis</i>	<i>Eriophorum vaginatum</i> subsp. <i>spissum</i>	<i>Primula mistassinica</i>
<i>Carex aurea*</i>	<i>Eriophorum virginicum</i>	<i>Pyrola asarifolia*</i>
<i>Carex bebbii</i>	<i>Eriophorum viridicarinatum</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Carex buxbaumii</i>	<i>Eurybia radula</i>	<i>Rhynchospora alba*</i>
<i>Carex capillaris</i>	<i>Fragaria virginiana</i>	<i>Rhynchospora capillacea*</i>
<i>Carex castanea</i>	<i>Galium</i> sp.+	<i>Rubus arcticus</i>
<i>Carex echinata*</i>	<i>Galium labradoricum</i>	<i>Rubus chamaemorus</i>
<i>Carex exilis</i>	<i>Galium triflorum</i>	<i>Rubus pubescens</i>
<i>Carex flava</i>	<i>Gaultheria hispidula</i>	<i>Rubus repens+</i>
<i>Carex gynocrates</i>	<i>Geocaulon lividum</i>	<i>Sanguisorba canadensis</i>
<i>Carex interior</i>	<i>Geum rivale</i>	<i>Sarracenia purpurea</i>
<i>Carex lasiocarpa</i>	<i>Glyceria striata</i>	<i>Scheuchzeria palustris</i>
<i>Carex leptalea</i>	<i>Iris versicolor</i>	<i>Schizachne purpurascens</i>
<i>Carex limosa</i>	<i>Juncus balticus</i>	<i>Selaginella selaginoides</i>
<i>Carex livida</i>	<i>Linnaea borealis</i>	<i>Solidago uliginosa</i>
<i>Carex magellanica</i> subsp. <i>irrigua*</i>	<i>Lobelia kalmii*</i>	<i>Thalictrum alpinum</i>
<i>Carex pauciflora</i>	<i>Lomatogonium rotatum*</i>	<i>Thalictrum pubescens</i>
<i>Carex</i> sp.+	<i>Maianthemum canadense</i>	<i>Thelypteris palustris</i>
<i>Carex sterilis</i>	<i>Maianthemum stellatum*</i>	<i>Triantha glutinosa</i>
<i>Carex torta*</i>	<i>Maianthemum trifolium</i>	<i>Trichophorum alpinum</i>
<i>Carex vaginata*</i>	<i>Malaxis monophyllos+</i>	<i>Trichophorum cespitosum</i>
<i>Carex viridula</i>	<i>Melampyrum lineare*</i>	<i>Trichophorum</i> sp.
<i>Comandra umbellata</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>	<i>Triglochin maritima</i>
<i>Comarum palustre*</i>	<i>Mitella nuda</i>	<i>Utricularia intermedia+</i>
<i>Conioselinum chinense*</i>	<i>Muhlenbergia glomerata</i>	<i>Vaccinium oxycoccus</i>
<i>Coptis trifolia*</i>	<i>Nabalus trifoliolatus</i>	<i>Vicia cracca</i>
<i>Cornus canadensis</i>	<i>Osmunda claytoniana+</i>	<i>Viola nephrophylla</i>
<i>Dactylis glomerata*</i>	<i>Packera aurea</i>	<i>Viola macloskeyi*</i>
<i>Danthonia spicata+</i>	<i>Packera paupercula</i>	<i>Viola</i> sp.+
<i>Deschampsia cespitosa*</i>	<i>Parnassia glauca</i>	
<i>Drosera anglica*</i>	<i>Pedicularis palustris</i>	
<i>Drosera linearis*</i>	<i>Phleum pratense</i>	
<i>Drosera rotundifolia</i>		
Bryophytes - Lichens		
<i>Aulacomnium palustre+</i>	<i>Hamatocaulis vernicosus*</i>	<i>Ptilium crista-castrensis+</i>
<i>Bryophyte</i> sp.	<i>Hylocomium splendens+</i>	<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>
<i>Calliargon giganteum*</i>	<i>Leiomylia anomala</i>	<i>Scorpidium scorpioides</i>
<i>Campylium stellatum</i>	<i>Marchantia polymorpha*</i>	<i>Scorpidium revolvens</i>
<i>Cladonia mitis</i>	<i>Mnium</i> sp.*	<i>Sphagnum angustifolium</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Plagiomnium ciliare*</i>	<i>Sphagnum fuscum</i>
<i>Cladonia stellaris</i>	<i>Plagiomnium ellipticum</i>	<i>Sphagnum magellanicum</i>
<i>Climacium dendroides</i>	<i>Pleurozium schreberi</i>	<i>Sphagnum rubellum</i>
<i>Dicranum</i> sp.*	<i>Pohlia nutans</i>	<i>Sphagnum warnstorffii</i>
<i>Dicranium undulatum</i>	<i>Polytrichum commune*</i>	<i>Thuidium recognitum*</i>
<i>Drepanocladus aduncus</i>	<i>Polytrichum juniperinum*</i>	<i>Tomenthypnum nitens</i>
<i>Drepanocladus</i> sp.	<i>Ptilidium ciliare+</i>	<i>Warnstorfia fluitans</i>

Références

- BARRETTE, M., L. BÉLANGER, L. DE GRANDPRÉ et J.-C. RUEL, 2014. Cumulative effects of chronic deer browsing and clear-cutting on regeneration processes in second-growth white spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 329: 69-78.
- BEAUPRÉ, P., C. BÉDARD, C. DUFOUR, C. GINGRAS, C. MALENFANT et F. POTVIN, 2004. Plan général d'aménagement intégré des ressources du milieu forestier de l'île d'Anticosti. Produits forestiers Anticosti, Québec, 558 p.
- BEGUIN, J., D. POTHIER et S.D. CÔTÉ, 2011. Deer browsing and soil disturbance induce cascading effects on plant communities: a multilevel path analysis. *Ecological Applications*, 21: 439-451.
- BELLEMARE, M., L. ROCHEFORT et L. LAPOINTE, 2009. Rhizome sectioning and fertilization increase the productivity of cloudberry in natural peatlands. *Canadian Journal of Plant Science*, 89: 521-526.
- BENJAMINI, Y. et Y. HOCHBERG, 1995. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society*, 57: 289-300.
- BERGERUD, A.T., 1972. Food habits of Newfoundland caribou. *The Journal of Wildlife Management*, 36: 913-923.
- BROUILLET, L., F. COURSOL, S.J. MEADES, M. FAVREAU, M. ANIONS, P. BÉLISLE et P. DESMET, 2016. VASCAN, the Database of Vascular Plants of Canada. Disponible en ligne à : <http://data.canadensys.net/vascan/> [Visité le 20-12-16].
- COURCHESNE, M., 2016. Réponse des communautés végétales des tourbières à l'arrêt du broutement par le cerf de Virginie à l'île d'Anticosti. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 91 p.
- DIGNARD, N., P. PETITCLERC, J. LABRECQUE et L. COUILLARD, 2009. Guide de reconnaissance des habitats forestiers des plantes menacées ou vulnérables. Côte-Nord et Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 144 p.
- DIMITROV, D.D., J.S. BHATTI et R.F. GRANT, 2014. The transition zones (ecotone) between boreal forests and peatlands: ecological controls on ecosystem productivity along a transition zone between upland black spruce forest and a poor forested fen in central Saskatchewan. *Ecological Modelling*, 291: 96-108.
- DUFRÈNE, M. et P. LEGENDRE, 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2006. Normales et moyennes climatiques, rapports de données quotidiennes de la station de Port-Menier de 1995 à 2005. Disponible en ligne à : <http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca>. [Visité le 08-06-06].
- FAUBERT, J., 2012. Flore des bryophytes du Québec-Labrador. Volume 1: Anthocérotes et hépatiques. Société québécoise de bryologie, Saint-Valérien, 356 p.
- FAUBERT, J., 2013. Flore des bryophytes du Québec-Labrador. Volume 2: Mousses, première partie. Société québécoise de bryologie, Saint-Valérien, 402 p.
- FAUBERT, J., 2014. Flore des bryophytes du Québec-Labrador. Volume 3: Mousses, seconde partie. Société québécoise de bryologie, Saint-Valérien, 456 p.
- GUNNARSSON, U., N. MALMER et H. RYDIN, 2002. Dynamics or constancy in *Sphagnum* dominated mire ecosystems? A 40-year study. *Ecography*, 25: 685-704.
- HUSHEER, S.W., D.A. COOMES et A.W. ROBERTSON, 2003. Long-term influences of introduced deer on the composition and structure of New Zealand *Nothofagus* forests. *Forest Ecology and Management*, 181: 99-117.
- KLINGER, L.F., 1996. The myth of the classic hydrosere model of bog succession. *Arctic and Alpine Research*, 28: 1-9.
- LAVOIE, M. et L. FILLION, 2001. Holocene vegetation dynamics of Anticosti Island, Québec, and consequences of remoteness on ecological succession. *Quaternary Research*, 56: 112-127.
- LEFORT, S., J.-P. TREMBLAY, F. FOURNIER, F. POTVIN et J. HUOT, 2007. Importance of balsam fir as winter forage for white-tailed deer at the northeastern limit of their distribution range. *Écoscience*, 14: 109-116.
- MARIE-VICTORIN, F. et F. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 527 p.
- MASSÉ, A., 2011. Comportement d'approvisionnement et sélection de l'habitat d'un grand herbivore à haute densité et en absence de prédation. Le cerf de Virginie à l'île d'Anticosti. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, 285 p.
- MASSÉ, A. et S.D. CÔTÉ, 2009. Habitat selection of a large herbivore at high density and without predation: trade-off between forage and cover? *Journal of Mammalogy*, 90: 961-970.
- PARADIS, É., 2015. Restauration écologique des transitions tourbière-forêt dans les marges des tourbières perturbées par l'extraction de tourbe. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, 169 p.
- PARADIS, É., L. ROCHEFORT et M. LANGLOIS, 2015. The lagg ecotone: an integrative part of bog ecosystems in North America. *Plant Ecology*, 216: 999-1018.
- PELLERIN, S., J. HUOT et S.D. CÔTÉ, 2006. Long-term effects of deer browsing and trampling on the vegetation of peatlands. *Biological Conservation*, 128: 316-326.
- PIELOU, E.C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience Edition. New York, 294 p.
- PIMLOTT, D.H., 1963. Influence of deer and moose on boreal forest vegetation in two areas of eastern Canada. *Transactions of the International Union of Game Biologists*, 6: 105-116.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ et G. LAPRISE, 2003. The eradication of balsam fir stands by white-tailed deer on Anticosti Island, Quebec: A 150-year process. *Écoscience*, 10: 487-495.
- POTVIN, F. et S. POIRIER, 2004. L'île d'Anticosti, un paradis? L'influence du cerf de Virginie sur la végétation des sapinières. *Le Naturaliste canadien*, 128 (1): 52-60.
- POULIN, M. et S. PELLERIN, 2001. La conservation. Dans: PAYETTE, S. et L. ROCHEFORT (édit.). *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Presses de l'Université Laval, Québec, p. 505-518.
- ROCHETTE, B. et A. GINGRAS, 2007. Inventaire aérien du cerf de Virginie de l'île d'Anticosti – Été 2006. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Côte-Nord et Direction de la recherche sur la faune, 19 p.
- RUSSELL, N.H. et F.S. CROSSWHITE, 1963. An analysis of variation in *Viola nephrophylla*. *Madroño*, 17: 56-65.
- RUSSELL, F.L., D.B. ZIPPIN et N.L. FOWLER, 2001. Effects of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on plants, plant population and communities: a review. *American Midland Naturalist*, 146: 1-26.
- SABOURIN, A. et D. MORIN, 2009. Quelques plantes rares ou d'intérêt de l'île d'Anticosti. *Le Naturaliste canadien*, 133 (1): 5-11.
- SAUCIER, J.-P., P. GRONDIN, A. ROBITAILE, J. GOSSELIN, C. MORNEAU, P.J.H. RICHARD, J. BRISSON, L. SIROIS, A. LEDUC, H. MORIN, É. THIFFAULT, S. GAUTHIER, C. LAVOIE et S. PAYETTE, 2009. *Écologie forestière*. Dans: *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (édit.). Manuel de foresterie*. 2^e édition. Éditions MultiMondes, Québec, p. 167-315.
- SHANNON, C.E. et W. WEAVER, 1963. The mathematical theory of communication, University of Illinois Press, Champaign, 144 p.
- SIMPSON, E., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688-688.
- SJÖRS, H., 1980. An arrangement of changes along gradients, with examples from successions in boreal peatland. *Vegetatio*, 43: 1-4.
- TARDIF, B., B. TREMBLAY, G. JOLICOEUR et J. LABRECQUE, 2016. Les plantes vasculaires en situation précaire au Québec. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), Direction de l'expertise en biodiversité, Québec, 420 p.
- TAYLOR, K., 1971. *Rubus chamaemorus* L. *Journal of Ecology*, 59: 293-306.
- TREMBLAY, J.-P., J. HUOT et F. POTVIN, 2006. Divergent nonlinear responses of the boreal forest field layer along an experimental gradient of deer densities. *Oecologia*, 150: 78-88.
- TREMBLAY, J.-P., J. HUOT et F. POTVIN, 2007. Density-related effects of deer browsing on the regeneration dynamics of boreal forests. *Journal of Applied Ecology*, 44: 552-562.
- USDA et NRCS, 2017. The PLANTS Database. Disponible en ligne à : <http://plants.usda.gov> [Visité le 20-12-16].
- VAN DER MAAREL, E., 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science*, 1: 135-138.
- WALKER, S., J.B. WILSON, J.B. STEEL, G.L. RAPSON, B. SMITH, W.M.G. KING et Y.H. COTTAM, 2003. Properties of ecotones: evidence from five ecotones objectively determined from a coastal vegetation gradient. *Journal of Vegetation Science*, 14: 579-590.
- ZASADA, J.C. et C.S. SCHOPMEYER, 2008. *Nemopanthus mucronatus* (L.) Loes. Mountain-holly. Dans: BONNER, F.T., R.P. KARRFALT et R.G. NISLEY (édit.). *The woody plant seed manual*. United States Department of Agriculture, Washington DC, p. 743-744.

Extension d'aire du saltique *Synageles venator* (Lucas, 1836) (Araneae: Salticidae) au Québec

André-Philippe Drapeau Picard

Résumé

Des observations récentes montrent que l'aire de répartition connue au Québec du saltique myrmécomorphe *Synageles venator* (Lucas, 1836) s'est étendue de près de 500 km vers l'est. La première mention de cette espèce en Amérique du Nord remonte à 1998. On l'avait observée dans la région de Montréal, où des récoltes subséquentes ont confirmé son établissement. Moins d'une dizaine d'années plus tard, on la signalait à Québec. Cet article décrit les premières observations du *S. venator* à l'est de la ville de Québec. En 2013 et en 2014, des spécimens mâles et femelles ont été trouvés dans une tourbière en restauration près de Rimouski, au Bas-Saint-Laurent. En 2016, de nouvelles récoltes ont été faites à deux endroits à Bonaventure, en Gaspésie. Ces données suggèrent que le *S. venator* est désormais largement répandu au Québec. Nous discutons des implications de cette extension d'aire de répartition.

MOTS-CLÉS : espèce introduite, extension d'aire, myrmécomorphe, répartition, Salticidae

Abstract

Recent observations extend the known distribution of the introduced ant-like jumping spider, myrmecomorph salticid *Synageles venator* (Lucas, 1836), in the province of Québec (Canada), eastwards by approximately 500 km. The first North American record of this species was from Montréal in 1998, and subsequent observations there confirmed its establishment. Then, less than ten years later, it was reported further east in Québec City. The present article describes the first records in the province of *S. venator* east of this location. In 2013 and 2014, male and female specimens were collected in a restored peatland near Rimouski (Bas-Saint-Laurent region), and in 2016, further specimens were found at two locations in Bonaventure (Gaspésie region). Data suggest that *S. venator* is now widely distributed in the province. The implications of this range expansion are discussed.

KEYWORDS: distribution, introduced species, myrmecomorphy, range expansion, Salticidae

Introduction

Les espèces introduites et envahissantes contribuent au déclin de la biodiversité et à la perte de services écologiques à l'échelle globale (MEA, 2005). Les invasions biologiques continuent de se multiplier (Seebens et collab., 2017), notamment en raison des changements climatiques (Walther et collab., 2009; Bellard et collab., 2013). L'extension de l'aire de répartition des espèces exotiques peut entraîner des modifications de la biodiversité indigène, comme cela a été observé pour la coccinelle asiatique, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Koch et Galvan 2008).

L'étude des espèces introduites et envahissantes a porté principalement sur les végétaux et les vertébrés, ainsi que sur un petit nombre d'invertébrés (Roques et collab., 2010; Langor et collab., 2014). Pourtant, au Canada, les invertébrés terrestres introduits (1 658 espèces) sont plus nombreux que les plantes introduites (1 229 espèces) (Langor et collab., 2014). Parmi les 1 413 espèces d'araignées (Araneae) que compte le Canada, 69 sont introduites (Paquin et collab., 2010). À ce nombre, il convient d'ajouter les mentions récentes de 3 nouvelles espèces pour la province (Brisson et collab., 2013; Brisson et Simard, 2013). En incluant ces dernières mentions, l'aranéofaune québécoise compte maintenant 679 espèces, dont 38 sont introduites. Près de la moitié des espèces introduites au Québec sont synanthropes, c'est-à-dire associées aux installations humaines (Brisson et Simard, 2013).

Les espèces myrmécomorphes du Québec

Les espèces dont la morphologie ou le comportement évoquent celui des fourmis sont dites myrmécomorphes. On a répertorié plus de 2 000 espèces d'arthropodes myrmécomorphes dans le monde, dont plus de 200 espèces d'araignées (McIver et et Stonedahl, 1993). Chez les araignées, la myrmécomorphie aurait évolué indépendamment dans 16 familles (Pekár, 2014). La majorité des araignées myrmécomorphes sont membres de la famille des Salticidae (Pekár, 2014). L'évitement des espèces myrmécomorphes par les prédateurs est bien documenté (Durkee et collab., 2011; Huang et collab., 2011). Les fourmis sont évitées par les prédateurs généralistes, vraisemblablement en raison de leur agressivité et de leur indigestibilité (McIver et Stonedahl, 1993).

Paquin et Dupérré (2003) ont présenté un aperçu des espèces myrmécomorphes trouvées au Québec. On les trouve dans les Gnaphosidae Pocock, 1898 avec le genre

André-Philippe Drapeau Picard (M. Sc.) est biologiste. Ses recherches, menées au sein du Groupe de recherche en écologie des tourbières à l'Université Laval, ont porté sur les araignées et les dytiques des tourbières minérotophes. Il est membre du Centre d'études nordiques.

andre-philippe.drapeau-picard.1@ulaval.ca

Micaria Wrestring, 1851 (présent au Québec avec 5 espèces) et le *Callilepis pluto* Banks 1896, les Phrurolithidae Banks, 1892 (sous leur ancienne affiliation des Liocranidae Simon, 1897) avec les espèces *Phurotimpus alarius* (Hentz, 1847), *P. borealis* (Emerton, 1911), *Scotinella brittoni* (Gertsch, 1941), *S. divesta* (Gertsch, 1941), *S. minnetonka* (Chamberlin et Gertsch, 1930), *S. pugnata* (Emerton, 1890), et les Salticidae Blackwall, 1841 avec *Peckhamia pirata* (Hentz, 1846), *Synageles noxiosus* (Hentz, 1850) et *S. venator* (Lucas, 1836).

Écologie et répartition connue du *Synageles venator*

Ce petit (3 à 4 mm) saltique myrmécomorphe est d'origine paléarctique. On le trouve en Grande-Bretagne (Duffey, 1968), en France (Hubert, 1979), au Portugal (Cardoso et collab., 2008), en Géorgie, en Lituanie, en Algérie (Mcheidze, 2014) et en Sibérie (Holm, 1973). La première mention de l'espèce en Amérique du Nord provient de Hutchinson et Limoges (1998), à Montréal (figure 1). Ces auteurs avaient récolté une dizaine de spécimens au Jardin botanique de Montréal. Peu après, de nouvelles observations confirment que le *S. venator* est bien établi au Jardin botanique, en plus d'être présent dans d'autres municipalités de la région de Montréal (Hutchinson 2000). Une dizaine d'années après sa première mention au Québec, le *S. venator* était observé à Québec (Simard, 2009). De 2007 à 2009, 6 spécimens y ont été trouvés fortuitement, à l'intérieur d'une résidence. Cinq autres spécimens ont été récoltés par Jean Brodeur à Saint-Hugues, Saint-Hyacinthe et La Prairie en 2011 et 2012 (Simard, comm. pers.). La figure 1 et le tableau 1 présentent l'ensemble des mentions du *S. venator* au Québec.

On trouve le *S. venator* dans des milieux ouverts comme les dunes, les rochers et les tourbières (Duffey, 1968; Engelhardt, 1970). Il se tient sur les herbes, les tiges des plantes

ligneuses, les troncs d'arbres, les haies et les murs de maison (Engelhardt, 1970; Hubert, 1979; Mcheidze, 2014). Duffey (1968) mentionne que cette espèce chasse sur la végétation haute, notamment sur les sommets fleuris du roseau commun (*Phragmites australis*) dans les tourbières minérotrophes. Cette préférence pour les milieux ensoleillés suggère que le *S. venator* est thermophile, ce qui a été confirmé expérimentalement (Engelhardt, 1970). Au Québec, le *Synageles venator* a surtout été observé en milieu ouvert à proximité d'installations humaines. Il est probablement synanthrope, comme plusieurs autres espèces d'araignées introduites (Nedv d et collab., 2011).

À première vue, on peut facilement confondre le *S. venator* avec un Myrmicinae Lepeletier du Saint-Fargeau, 1835 du genre *Crematogaster* Lund, 1831 ou *Tetramorium* Mayr, 1855. Engelhardt (1970) a montré que si l'on présente un *S. venator* seul à un prédateur, dans ce cas un oiseau, ce dernier le mange sans hésitation. Toutefois, si le saltique est entouré de fourmis, le prédateur n'attaque aucun des deux. Le myrmécomorphisme de *S. venator* serait donc un exemple de mimétisme batésien, lui conférant un avantage en présence de fourmis.

Nouvelles observations

En 2013 et 2014, dans le cadre de mon projet de maîtrise, j'ai échantillonné les araignées d'un fen en restauration, à Saint-Fabien, au Bas-Saint-Laurent (Drapeau Picard, 2016). Cette tourbière a été restaurée en 2008 (Rochefort et collab., 2015). Du 19 au 26 juin 2013, 3 femelles *S. venator* y sont tombées dans des pièges-fosses. L'année suivante, du 20 juin au 3 juillet 2014, 3 autres femelles et 1 mâle ont été récoltés suivant la même méthode. À l'été 2016, 15 nouveaux spécimens ont été observés à 2 sites à Bonaventure, en Gaspésie. Le premier site est une maison dans le village, où 2 spécimens ont été trouvés à l'intérieur et un autre sur un mur extérieur. Les autres

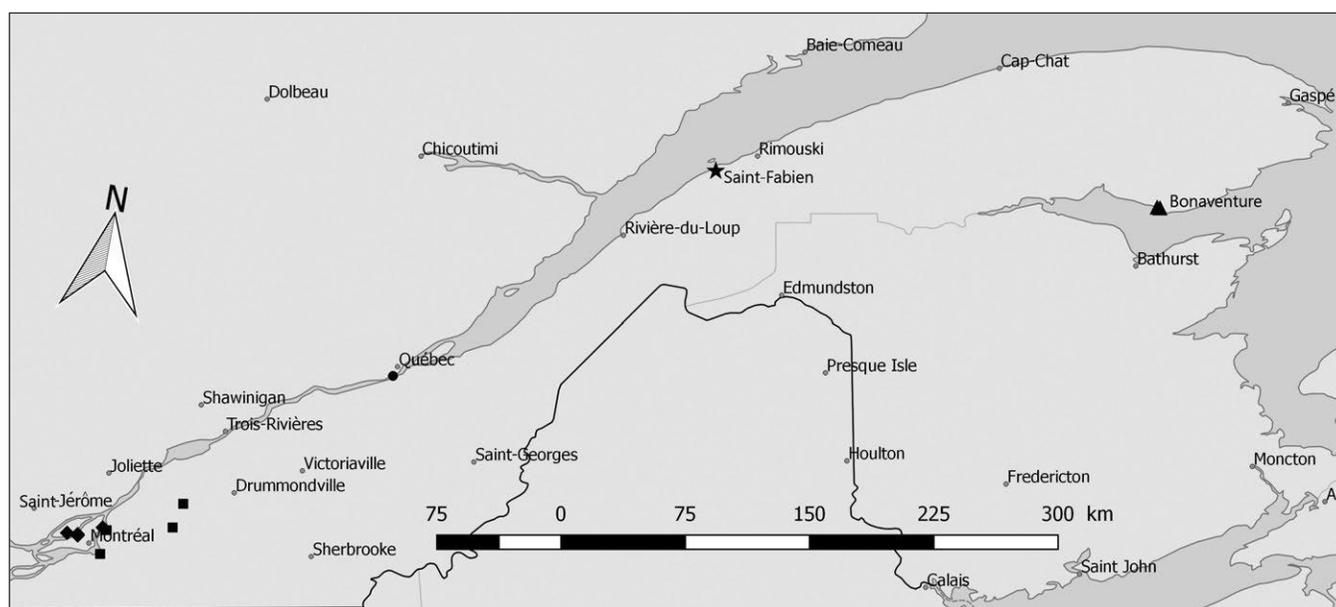


Figure 1. Localités du Québec où le *Synageles venator* a été mentionné. ♦ : Hutchinson et Limoges, 1998; Hutchinson 2000; ■ : Simard, comm. pers.; ● : Simard, 2009; ★ : Drapeau Picard, 2016; ▲ : cet article.

spécimens ont été récoltés au Bioparc de la Gaspésie, sur un bateau de pêche en cale sèche et sur des clôtures de bois (figure 2) situés dans un secteur sablonneux du parc. L'examen des parties génitales de tous les spécimens a confirmé qu'il s'agissait bien de *S. venator* (figure 3). Les détails des observations québécoises sont présentés dans le tableau 1.

Avec les observations présentées dans cet article, l'aire de répartition connue de *S. venator* se trouve élargie de 500 km à l'est de la ville de Québec. Cela montre que cette espèce est plus répandue au Québec que ce qu'on croyait. Si la chronologie des observations recensées dans cet article correspond apparemment à une expansion d'ouest en est, il est possible que la réalité soit différente. Comme le souligne Simard (2009),

il ne faut pas exclure la possibilité que ce petit saltique se soit répandu le long du Saint-Laurent à partir de l'un de ses ports, ou même à partir de la côte est américaine, sans que l'on ait noté sa présence. Sa petite taille et sa myrmécomorphie font que l'espèce passe facilement inaperçue.

La plupart des récoltes québécoises du *S. venator* ont été menées dans des milieux ouverts. Mes propres observations à Bonaventure ont généralement été faites sur des surfaces exposées au soleil lors de journées chaudes. La tourbière en restauration où j'ai capturé le saltique myrmécomorphe est aussi un endroit ouvert où il demeure des étendues de tourbe nue, qui peuvent devenir sèches et chaudes en été. Ces observations corroborent les écrits de Mchdeize (2014),

Tableau 1. Détails des mentions du *Synageles venator* au Québec.

Année	Date	Localité	Latitude: Longitude	Habitat	Nombre	Mode de récolte	Référence
1997	6 juillet	Montréal	45,561 : -73,558	Clôture de bois	4♀ 5♂	à vue	Hutchinson et Limoges, 1998
1998	1 ^{er} mai	Montréal	45,57 :-73,67	Escalier d'une maison	2♂	à vue	Hutchinson, 2000
	23 mai	Laval	45,58 :-73,75	inconnu	1♀	inconnu	Hutchinson, 2000
	30 mai	Montréal	45,56 :-73,67	Escalier d'une maison	1♂	à vue	Hutchinson, 2000
	30 mai	Laval	45,58 :-73,75	inconnu	1♀	inconnu	Hutchinson, 2000
1999	20 août	Îles-de-Boucherville	45,62 :-73,48	Herbacées couchées au sol	1♂ 1?	fauchage	Hutchinson, 2000
2007	21 décembre	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♂	à vue	Simard, 2009
2008	25 juin	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♂	à vue	Simard, 2009
2009	9 mai	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♀	à vue	Simard, 2009
	20 juin	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♀	à vue	Simard, 2009
	26 juin	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♂	à vue	Simard, 2009
	11 juillet	Québec	46,77 :-71, 28	Intérieur de maison	1♂	à vue	Simard, 2009
2011	28 septembre	Saint-Hyacinthe	45,62 :-72,95	Au sol	1♂	à vue	Simard, comm. pers.
2012	10 mai	Saint-Hugues	45,80 :-72,87	Litière	1♂	tamisage	Simard, comm. pers.
	18 avril	La Prairie	45, 42 :-73,50	Plantes basses	1♀	fauchage	Simard, comm. pers.
	25 juin	La Prairie	45, 42 :-73,50	Plantes basses	1♀	fauchage	Simard, comm. pers.
	7 septembre	Boucherville	45,60 :-73,45	Plantes basses	1♂	fauchage	Simard, comm. pers.
2013	19-26 juin	Saint-Fabien	48,321 :-68,833	Tourbière en restauration	3♂	piège-fosse	Drapeau Picard, 2016
2014	20-26 juin	Saint-Fabien	48,321 :-68,833	Tourbière en restauration	1♀ 1♂	piège-fosse	Drapeau Picard, 2016
	26 mai-3 juillet	Saint-Fabien	48,321 :-68,833	Tourbière en restauration	2♂	piège-fosse	Drapeau Picard, 2016
2016	20 juin	Bonaventure	48,047 :-65,488	Intérieur de maison	1♂	à vue	cet article
	21 juin	Bonaventure	48,040 :-65,467	Bateau de pêche en cale sèche	1♀	à vue	cet article
	27 juin	Bonaventure	48,040 :-65,467	Bateau de pêche en cale sèche	2♂ 1♀	à vue	cet article
	4 juillet	Bonaventure	48,040 :-65,467	Bateau de pêche en cale sèche	2♀	à vue	cet article
	4 juillet	Bonaventure	48,041 :-65,466	Clôture de bois	1?	à vue	cet article
	4 juillet	Bonaventure	48,047 :-65,488	Intérieur de maison	1♀	à vue	cet article
	6 juillet	Bonaventure	48,040 :-65,467	Bateau de pêche en cale sèche	1♀	à vue	cet article
	12 juillet	Bonaventure	48,041 :-65,466	Clôture de bois	1♀	à vue	cet article
	13 juillet	Bonaventure	48,040 :-65,467	Bateau de pêche en cale sèche	1♂ 2♀	à vue	cet article
	18 août	Bonaventure	48,047 :-65,488	Mur extérieur de maison	1♂	à vue	cet article

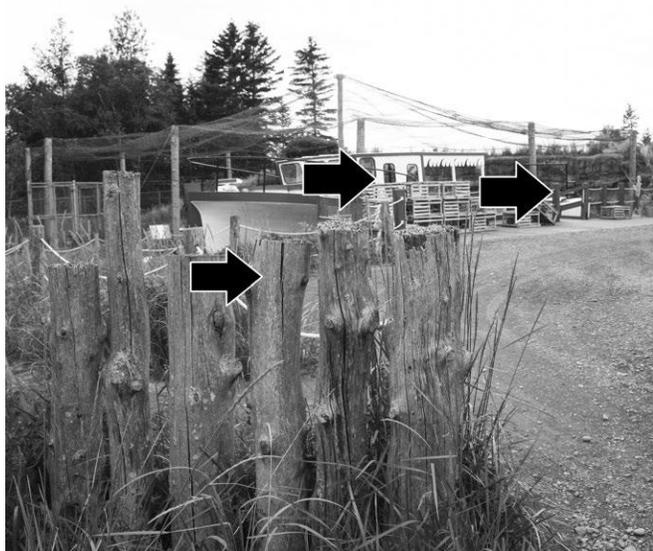


Figure 2. Endroits où le *Synageles venator* a été observé au Bioparc. Les flèches noires indiquent les endroits précis.

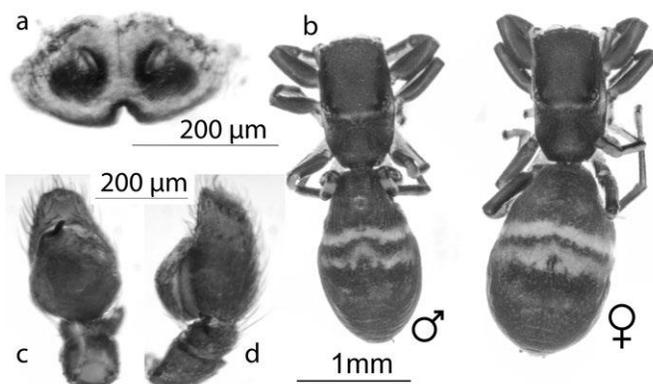


Figure 3. Caractéristiques du *Synageles venator*. a) épigyne, vue ventrale; b) vue dorsale d'un mâle (à gauche) et d'une femelle; c) Pédipalpe du mâle, vue ventrale; d) pédipalpe du mâle, vue latérale.

qui qualifie l'espèce de thermophile. Plusieurs autres espèces récoltées dans ce site sont thermophiles ou, du moins, associées aux milieux ouverts et secs. C'est le cas des lycoses *Pardosa fuscata* (Thorell, 1875), *P. moesta* Banks, 1892 et *P. xerampelina* (Keyserling, 1877) (Drapeau Picard, 2016).

Écologie des araignées introduites

La plupart des espèces introduites en Amérique du Nord l'ont été par le transport de marchandises (Levine et D'Antonio, 2003; Costello et collab., 2007). Les espèces d'araignées introduites qui s'établissent sont généralement synanthropes et de grande taille (Nedvěd et collab., 2011). Leur association aux installations humaines fait qu'elles disposent d'un large réseau de milieux à travers lequel s'étendre. Par ailleurs, leur grande taille leur procure un avantage compétitif face aux espèces indigènes plus petites.

Les impacts économiques potentiels des espèces d'araignées introduites sont moindres que ceux d'autres taxons parmi les insectes ou les plantes (Langor et collab., 2014). En tant que prédateurs généralistes, les araignées constituent des alliés naturels des humains en horticulture, en foresterie et en agriculture (Marc et collab., 1999). Selon Nedvěd et collab. (2011), dont il faut situer la mise en garde dans son contexte européen, certaines espèces particulièrement venimeuses pourraient nuire à la santé publique. En Amérique du Nord, toutefois, il conviendrait mieux d'évoquer un risque pour l'aranéofaune indigène.

En Amérique du Nord, il existe quelques cas documentés de déplacement d'une araignée indigène par une espèce introduite. Par exemple, la thériidiide *Steatoda borealis* (Hentz, 1850) a été partiellement déplacée par sa congénère d'origine européenne *S. bipunctata* (Linnaeus, 1758) (Nyffeler et collab., 1986). Ces 2 espèces sont écologiquement très semblables, et l'avantage du *S. bipunctata* n'a pu être expliqué.

Un autre exemple est celui des lycoses *Trochosa terricola* (Thorell, 1856) et *T. ruricola* (De Geer, 1778). Cette dernière, rapportée pour la première fois en Amérique du Nord par Edwards (1993), s'est rapidement répandue dans l'est du Canada (Blagoev et collab., 2016) et des États-Unis (Steffen et Draney 2009). Elle semble avoir déplacé le *T. terricola* dans certains milieux perturbés et naturels (Bolduc et collab., 2005; Royauté et Buddle, 2012; Drapeau Picard, 2016). Le *T. ruricola* est davantage généraliste et légèrement plus grand que le *T. terricola*, et c'est probablement ce qui lui a fourni un avantage compétitif sur sa congénère indigène (Edwards 1993).

Causes possibles de la dispersion du *S. venator*

Dans le cas particulier du *S. venator*, sa petite taille ne lui a pas donné d'avantage compétitif face aux espèces indigènes. Ses habitudes synanthropes ont probablement favorisé son établissement et sa dispersion. Il serait aussi intéressant de vérifier si le *S. venator* est associé au roseau commun, *Phragmites australis*, au Québec. Si c'était le cas, le petit saltique aurait pu profiter de l'envahissement du *P. australis* en Amérique de Nord. En effet, Duffey (1968) mentionne que le saltique est fréquemment observé sur les sommités fleuries de cette graminée, et l'on sait que ses génotypes exotiques se répandent rapidement au Québec depuis une cinquantaine d'années (Brisson et collab., 2010; Lelong et Lavoie, 2014). D'ailleurs, une petite population du *P. australis* indigène est présente dans le fen naturel adjacent à la tourbière en restauration de Saint-Fabien (obs. pers.). Toutefois, le roseau commun n'est pas présent en Gaspésie. Plus largement, son association aux milieux ouverts et à la végétation haute font que le *S. venator* a pu profiter du réseau routier pour se disperser. Outre ses préférences écologiques, la myrmécomorphie a probablement favorisé le saltique en réduisant la prédation.

Conclusion

Les observations rapportées dans cet article témoignent d'un élargissement de l'aire de répartition connue du *Synageles venator* de près de 500 km et montrent que cette espèce est désormais largement répandue au Québec, de Montréal à la Gaspésie. Il est probable que cette espèce soit aussi présente sur la rive nord du Saint-Laurent. L'état actuel des connaissances ne nous permet pas de dire si ce petit saltique a déplacé des espèces indigènes. J'invite donc les arachnologues et les arachnophiles à rester à l'affût car *S. venator* apparaît mieux établi qu'on ne le pensait.

Remerciements

Je tiens à remercier Claude Simard pour avoir contribué à cet article en partageant des données concernant *Synageles venator* de sa collection personnelle d'araignées, et pour ses commentaires sur le manuscrit de cet article. Merci à Joyce Leung, qui m'a donné accès à son laboratoire alors que j'étais loin du mien. Merci à Line Rochefort et Maxim Larrivée, qui ont été respectivement ma directrice et mon codirecteur de maîtrise. Mon projet de maîtrise a été subventionné par le ministère des Transports du Québec, le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et par la Canadian Sphagnum Peat Moss Association et ses membres. ◀

Références

- BELLARD, C., W. THUILLER, B. LEROY, P. GENOVESI, M. BAKKENESI et F. COURCHAMP, 2013. Will climate change promote future invasions? *Global Change Biology*, 19: 3740-3748.
- BLAGOEV, G.A., J.R. DEWAARD, S. RATNASINGHAM, S.L. DEWAARD, L. LU, J. ROBERTSON, A.C. TELFER et P.D.N. HEBERT, 2016. Untangling taxonomy: a DNA barcode reference library for Canadian spiders. *Molecular Ecology Resources*, 16: 325-341.
- BOLDUC, É., C.M. BUDDLE, N.J. BOSTANIAN et C. VINCENT, 2005. Ground-dwelling spider fauna (Araneae) of two vineyards in southern Québec. *Environmental Entomology*, 34: 635-645.
- BRISSON, J., S. DE BLOIS et C. LAVOIE, 2010. Roadsides as invasion pathway for Common reed (*Phragmites australis*). *Invasive Plant Science and Management*, 3: 506-514.
- BRISSON, J.D., et C. SIMARD, 2013. Première mention du saltique d'Adanson, *Hasarius adansoni* (Savigny et Audouin, 1825) (Araneae: Salticidae: Hasariinae), au Canada. *Le Naturaliste canadien*, 137(2): 41-47.
- BRISSON, J.D., C. SIMARD, J. BRODEUR et D. MARTINEAU, 2013. Premières mentions des araignées (Araneae) *Phidippus audax* Hentz, 1845 (Salticidae) et *Tetragnatha viridis* Walckenaer, 1841 (Tetragnathidae) au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 137(1): 33-38.
- CARDOSO, P., N. SCHARFF, C. GASPAS, S.S. HENRIQUES, R. CARVALHO, P.H. CASTRO, J.B. SCHMIDT, I. SILVA, T. SZÜTS, A. DE CASTRO et L.C. CRESPO, 2008. Rapid biodiversity assessment of spiders (Araneae) using semi-quantitative sampling: a case study in a Mediterranean forest. *Insect Conservation and Diversity*, 1: 71-84.
- COSTELLO, C., M. SPRINGBORN, C. MCAUSLAND et A. SOLOW, 2007. Unintended biological invasions: Does risk vary by trading partner? *Journal of Environmental and Economic Management*, 54: 262-276.
- DRAPEAU PICARD, A.-P., 2016. Recolonisation des mares d'un fen en restauration par les araignées et les dytiques. Mémoire de maîtrise, Université Laval. 71 p. et 7 annexes.
- DUFFEY, E., 1968. An ecological analysis of the spider fauna of sand dunes. *Journal of Animal Ecology*, 37: 641-674.
- DURKEE, C.A., M.R. WEISS et D.B. UMA, 2011. Ant mimicry lessens predation on a north American jumping spider by larger salticid spider. *Environmental Entomology*, 40: 1223-1231.
- EDWARDS, R.L., 1993. New records of spiders (Araneae) from Cape Cod, Massachusetts, including two possible European immigrants. *Entomological News*, 104: 79-82.
- ENGELHARDT, W., 1970. Gestalt und Lebensweise der "Ameisenspinne" *Synageles venator* (Lucas) zugleich ein Beitrag zur Ameisenspinnforschung. *Zoologischer Anzeiger* 185: 317-334.
- HOLM, A., 1974. On the spiders collected during the Swedish expeditions to Novaya Zemlya and Yenisey in 1875 and 1876. *Zoologica Scripta*, 2: 71-110.
- HUANG, J.-N., R.-C. CHENG, D. LI et I.-M. TSO, 2011. Salticid predation as one potential driving force of ant mimicry in jumping spiders. *Proceedings of the Royal Society London B*, 278: 1356-1364.
- HUBERT, M., 1979. Les araignées: Généralités – Araignées de France et de pays limitrophes. Boubée, Paris, 277 p.
- HUTCHINSON, R., 2000. *Synageles venator* (Lucas) (Araneae: Salticidae) en Amérique du Nord: nouvelles récoltes et observations. *Fabriques*, 25: 15-18.
- HUTCHINSON, R., et R. LIMOGES, 1998. Première mention de *Synageles venator* (Lucas) (Araneae: Salticidae) pour l'Amérique du Nord. *Fabriques*, 23: 10-16.
- KOCH, R.L., et T.L. GALVAN, 2008. Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. *BioControl*, 53: 23-35.
- LANGOR, D.W., E.K. CAMERON, C.J.K. MACQUARRIE, A. MCBEATH, A. MCCLAY, B. PETER, Brian, M. PYBUS, T. RAMSFIELD, K. RYALL, T. SCARR, D. YEMSHANOV, I. DEMERCHANT, R. FOOTIT et G.R. POHL, 2014. Non-native species in Canada's boreal zone: diversity, impacts, and risk. *Environmental Reviews*, 22: 372-420.
- LELONG, B., et C. LAVOIE, 2014. Est-ce que le roseau commun exotique envahit les marais adjacents aux routes? *Le Naturaliste canadien*, 138(1): 13-19.
- LEVINE, J.M., et C.M. D'ANTONIO, 2003. Forecasting biological invasions with increasing international trade. *Conservation Biology*, 17: 322-326.
- MARC, P., A. CANARD et F. YSNEL, 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 229-273.
- MCHEIDZE, T., 2014. Georgian Spiders Systematics, Ecology and Zoogeographic Analysis. (dir.: Otto, S.) *Virtual Library of Biology*, Francfort, 425 p.
- MCIVER, J.D., et G. STONEDAHN, 1993. Myrmecomorphy: morphological and behavioral mimicry of ants. *Annual Review of Entomology*, 38: 351-379.
- MEA, 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Millennium ecosystem assessment. World Resources Institute, Washington, 86 p.
- NEDVĚD, O., S. PEKÁR, P. BEZDĚČKA, E. LIZNAROVÁ, M. ŘEZÁČ, M. SCHMITT et L. SENTENSKÁ, 2011. Ecology of Arachnida alien to Europe. *BioControl*, 56: 539-550.
- NYFFELER, M., C.D. DONDALE et J.H. REDNER, 1986. Evidence for displacement of a North American spider, *Steatoda borealis* (Hentz), by the European species *S. bipunctata* (Linnaeus) (Araneae: Theridiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 64: 867-874.
- PAQUIN, P. et N. DUPÉRRÉ, 2003. Guide d'identification des Araignées (Araneae) du Québec. *Fabriques*, Supplément 11: 1-251.
- PAQUIN, P., D.J. BUCKLE, N. DUPÉRRÉ et C.D. DONDALE, 2010. Checklist of the spiders (Araneae) of Canada and Alaska. *Zootaxa*, 2461: 1-170.
- PEKÁR, S., 2014. Is inaccurate mimicry ancestral to accurate in myrmecomorphic spiders (Araneae)? *Biological Journal of the Linnean Society*, 113: 97-111.

ROCHFORD, L., M.-C. LEBLANC, R. POULIOT, S. HOGUE-HUGRON, N. D'AMOUR et C. BOISMENU, 2015. Restauration écologique des tourbières de Bic-Saint-Fabien et de Saint-Fabien-sur-Mer dans le Bas-Saint-Laurent. Projet R719.1, Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec. Groupe de recherche en écologie des tourbières, Université Laval, Québec. 90 p. et 3 annexes.

ROQUES A, M. KENIS, D. LEES, C. LOPEZ-VAAMONDE, W. RABITSCH, J.-Y. RASPLUS et D.B. ROY, 2010. Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk*, 4: 1-1028.

ROYAUTÉ, R., et C.M. BUDDLE, 2012. Colonization dynamics of agroecosystem spider assemblages after snow-melt in Quebec (Canada). *Journal of Arachnology*, 40: 48-58.

SEEBENS, H., T.M. BLACKBURN, E.E. DYER, P. GENOVESI, P.E. HULME, J.M. JESCHKE, S. PAGAD, P. PYŠEK, M. WINTER, M. ARIANOUTSOU, S. BACHER, B. BLASIUS, G. BRUNDU, C. CAPINHA, L. CELESTI-GRAPOW, W. DAWSON, S. DULLINGER, N. FUENTES, H. JÄGER, J. KARTESZ, M. KENIS, H. KREFT, I. KÜHN, B. LENZNER, A. LIEBHOLD, A. MOSENA, D. MOSER, M. NISHINO, D. PEARMAN, J. PERGL, W. RABITSCH, J. ROJAS-SANDOVAL, A. ROQUES, S. RORKE, S. ROSSINELLI, H.E. ROY, R. SCALERA, S. SCHINDLER, K. STAJEROVÁ, B. TOKARSKA-GUZIĆ, M. VAN KLEUNEN, K. WALKER, P. WEIGELT, T. YAMANAKA et F. ESSL, 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8: 14435.

SIMARD, C., 2009. *Synageles venator* à Québec. *Nouv'Ailes*, 19: 7.

STEFFEN, J.F., et M.L. DRANEY, 2009. Diversity and activity of ground-dwelling spiders (Araneae) in four sub-communities in a degraded oak woodland at the Chicago botanic garden, Cook County, Illinois. *Great Lakes Entomologist*, 42:185-203.

WALTHER, G.-R., A. ROQUES, P.E. HULME, M.T. SYKES, P. PYŠEK, I. KÜHN, M. ZOBEL, S. BACHER, Z. BOTTA-DUKÁT, H. BUGMANN, B. CZÚCZ, J. DAUBER, T. HICKLER, V. JAROŠÍK, M. KENIS, S. KLOTZ, D. MINCHIN, M. MOORA, W. NENTWIG, J. OTT, V.E. PANOV, B. REINEKING, C. ROBINET, V. SEMENCHENKO, W. SOLARZ, W. THULLER, M. VILÁ, K. VOHLAND et J. SETTELE, 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution*, 24: 686-693.



DES GENS DE RESSOURCES DEPUIS 25 ANS

Services-conseils en environnement

- Énergie
- Autorisations
- Industrie
- Communication
- Stratégie
- Société

Carleton-sur-Mer
Rimouski
Québec
Montréal
Calgary



pescaenvironnement.com 1 888 364-3139



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

Proposition de désignations de noms communs français pour 11 lépidoptères du Québec

Michel Leboeuf et Stéphane Le Tirant

Résumé

Des centaines d'espèces d'insectes du Québec n'ont toujours pas de noms vernaculaires (noms communs) français. Plusieurs sont pourtant abondantes et connues depuis des décennies, voire des siècles. Attribuer un nom commun aux insectes permet de stimuler la connaissance générale du grand public vis-à-vis de ceux-ci et, à plus long terme, de favoriser leur conservation. Les auteurs proposent ici 11 nouveaux noms communs pour des lépidoptères répandus ou très répandus, encore orphelins d'une désignation en français, et répartis au sein de 3 familles (Géométridés, Érébidés et Noctuidés).

MOTS CLÉS : conservation des insectes, lépidoptères du Québec, noms communs français, taxonomie des papillons de nuit, taxonomie vernaculaire des insectes

Abstract

Hundreds of insect species occurring in the French Canadian province of Québec lack a French vernacular name. Many of these species are abundant and have been known for decades, even centuries. Assigning French common names to them would help enhance public awareness and, in the long-term, contribute to their conservation. In the present article, French vernacular names are proposed for 11 common or very common North American moths within the Geometridae, Erebididae and Noctuididae.

KEYWORDS: French common names, insect conservation, moth taxonomy, Québec Lepidoptera, vernacular taxonomy of insects

Introduction

Les spécialistes en biologie de la conservation peinent à faire passer leur message auprès du grand public, des chefs d'entreprises, des promoteurs et des décideurs politiques. Cette situation ne date pas d'hier (Prance, 2000). Si on arrive difficilement à mettre en place des mesures pour la protection de grandes espèces charismatiques comme le caribou, la situation est encore pire pour de plus humbles animaux, tels les insectes. Globalement méconnus et souvent mal aimés (Lawton, 2001), les insectes sont fréquemment perçus soit comme des espèces nuisibles (Samways et Lockwood, 1998), soit comme des espèces strictement utilitaires en matière de contrôle biologique (Lawton, 2001). Une majorité d'insectes, à l'exception notable des lépidoptères, ne peuvent pas compter sur la « cote d'amour » dont bénéficient d'autres classes animales comme les mammifères ou les oiseaux (Leboeuf, 2002).

« On protège ce que l'on aime, et on aime ce que l'on connaît », dit l'adage. Et pour connaître, il faut d'abord pouvoir nommer. Des centaines d'espèces d'insectes du Québec n'ont toujours pas de désignation française. Plusieurs sont pourtant abondantes et connues depuis des décennies, voire des siècles, par les entomologistes qui ont exploré le territoire et y ont récolté des spécimens (Perron, 2008). Outre leur désignation latine, bon nombre de ces espèces sont également dotées d'un nom commun anglais. Mais aucun nom commun français n'a été attribué pour une majorité d'insectes présents sur le territoire québécois.

De manière générale, les insectes flamboyants, bien connus d'un large public, par exemple les lépidoptères diurnes,

disposent d'un nom commun français. Mais les plus petites espèces ou celles qui, discrètement, vivent leur vie en marge de la société des hommes, restent « orphelines » d'un nom commun : les microlépidoptères et certains papillons actifs la nuit, par exemple.

Contrairement au nom latin, ou scientifique, régi officiellement par des règles précises de taxonomie, le nom commun n'est pas réglementé et apparaît de deux manières : soit il est d'origine populaire, et l'usage du plus grand nombre en dicte alors l'attribution, soit il provient de suggestions de biologistes ou de spécialistes en sciences naturelles (Savard, 1987; Desroches, 2009).

En préparation d'un ouvrage sur les lépidoptères nocturnes du Québec et des Maritimes, nous nous sommes heurtés à l'absence de noms français pour 11 espèces réparties dans 3 familles (Géométridés, Érébidés, Noctuidés), des espèces pourtant communes ou très communes dans le sud-ouest du Québec (Handfield, 2011).

Le présent article présente les noms proposés et rend compte de la démarche entreprise pour les désigner dans la langue officielle de la province.

Michel Leboeuf, M. Sc. en sciences biologiques, est auteur et rédacteur en chef du magazine Nature sauvage.

mleboeuf@nature Sauvage.ca

Stéphane Le Tirant est responsable des collections de l'Insectarium de Montréal.

Processus suivi pour désigner les nouveaux noms d'insectes

Les noms communs anglais et les désignations latines ont d'abord fait l'objet d'une vérification dans des monographies de langue anglaise (Wagner, 2005; Beadle et Leckie, 2012) et française (Benoît, 1985; Laplante, 1998; Dubuc, 2005; Handfield, L. 2011) de même que dans la base de données de la Société d'entomologie du Canada et, celle, continentale, des lépidoptères de l'Amérique du Nord (Lotts et Naberhaus, 2015). Les 11 propositions de noms communs français (tableau 1) ont ensuite été conçues en fonction de certains critères (voir la section suivante) puis déposées simultanément pour validation et acceptation, en janvier 2017, à la Société d'entomologie du Canada et à la Société d'entomologie du Québec, de même qu'auprès de Rémi Hébert, coordonnateur de la situation générale des espèces au Service canadien de la faune.

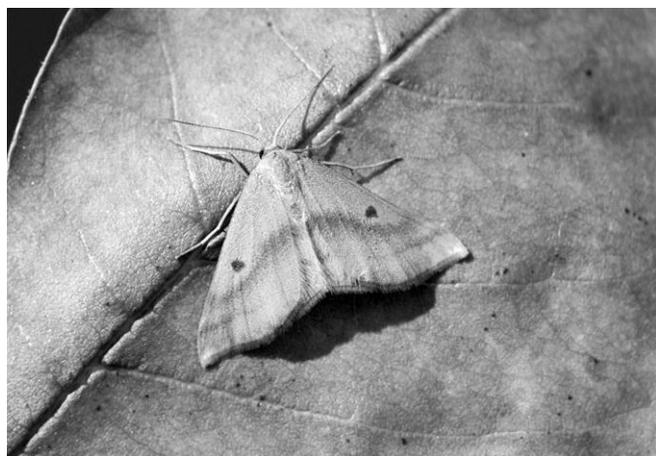
Critères utilisés et justifications pour la désignation des noms français

Chaque proposition de nom a fait l'objet d'un processus de décision basé sur trois critères principaux: 1) la meilleure correspondance possible entre les désignations latines et anglaises actuelles; 2) une indication possible rappelant un trait caractéristique de la morphologie, du mode de vie ou de l'habitat de l'insecte; 3) un renvoi possible à des noms communs français existant au sein du genre ou de la famille d'appartenance.

Nous avons aussi tenté de choisir, dans la mesure du possible, des noms accessibles et faciles à retenir, des appellations rébarbatives étant moins susceptibles d'être adoptées par le grand public (Desroches, 2009).

Voici les justifications pour les propositions des 11 espèces concernées:

La désignation **géomètre de la stellaire** (Géométridés, *Haematopis grataria*) (figure 1) s'inspire à la fois du nom commun anglais (*Chickweed geometer*) et de l'une des plantes hôtes principales de la larve de l'espèce, la stellaire moyenne, *Stellaria media*.



Michel Leboeuf

Figure 1. Géomètre de la stellaire, *Haematopis grataria*

La désignation **likénée gris-jaune** (Érébidés, *Catocala resecta*) s'inspire du nom commun anglais (*Yellow-Gray underwing*) tout en rappelant une caractéristique morphologique de l'espèce, ses ailes antérieures étant de coloration gris jaunâtre.

La désignation **likénée orangée commune** (Érébidés, *Catocala parta*) a déjà été proposée, dans Dubuc (2005) notamment, et tend à passer dans l'usage courant (au moins une mention trouvée dans les moteurs de recherche sur Internet). En outre, le nom proposé rappelle la coloration orangée des ailes postérieures de l'espèce.

La désignation **likénée bien-aimée** (Érébidés, *Catocala amatrix*) s'inspire du nom commun anglais de l'espèce (*Sweetheart underwing*).

La désignation **fausse-arpenteuse de l'érable** (Érébidés, *Parallelia bistriaris*) s'inspire du nom anglais de l'espèce (*Maple looper moth*) tout en évoquant deux caractéristiques morphologiques typiques de l'espèce, soit la forme très allongée de sa larve – qui rappelle celle des espèces de la famille des géométridés – et le genre de ses plantes hôtes (*Acer*, les érables).

La désignation **noctuelle à taches ocre** (Noctuidés, *Psychomorpha epimenis*) rappelle une caractéristique

Tableau 1. Noms latins, noms communs anglais et propositions de désignation française de 11 lépidoptères du Québec.

Désignation latine	Famille	Nom commun anglais	Nom commun français proposé
<i>Haematopis grataria</i>	Géométridés	<i>Chickweed geometer</i>	Géomètre de la stellaire
<i>Catocala resecta</i>	Érébidés	<i>Yellow-Gray underwing</i>	Likénée gris-jaune
<i>Catocala parta</i>	Érébidés	<i>Mother underwing</i>	Likénée orangée commune
<i>Catocala amatrix</i>	Érébidés	<i>Sweetheart underwing</i>	Likénée bien-aimée
<i>Parallelia bistriaris</i>	Érébidés	<i>Maple looper moth</i>	Fausse-arpenteuse de l'érable
<i>Psychomorpha epimenis</i>	Noctuidés	<i>Grapevine epimenis</i>	Noctuelle à taches ocre
<i>Eupsilia vinulenta</i>	Noctuidés	<i>Straight-toothed sawfly</i>	Noctuelle du crépuscule
<i>Morrisonia latex</i>	Noctuidés	<i>Fluid arches</i>	Noctuelle arquée
<i>Anaplectoides prasina</i>	Noctuidés	<i>Green arches</i>	Noctuelle verte
<i>Xestia smithii</i>	Noctuidés	<i>Smith's dart</i>	Noctuelle de Smith
<i>Pseudohermonassa bicarnea</i>	Noctuidés	<i>Pink-spotted dart</i>	Noctuelle à taches roses



Michel Leboeuf

Figure 2. Noctuelle du crépuscule, *Eupsilia vinulenta*

morphologique distinctive de l'espèce, soit la présence d'une large tache de couleur orange brûlé sur chacune de ses ailes postérieures.

La désignation **noctuelle du crépuscule** (Noctuidés, *Eupsilia vinulenta*) (figure 2) rappelle l'une des particularités du mode de vie de l'espèce. En effet, au contraire de plusieurs autres lépidoptères nocturnes, les espèces du genre *Eupsilia* sont strictement crépusculaires, ne volant qu'à la fin du jour et dans les deux heures qui suivent le coucher du soleil (Handfield, 2011).

La désignation **noctuelle arquée** (Noctuidés, *Morrisonia latex*) s'inspire du nom commun anglais (*Fluid arches*).

La désignation **noctuelle verte** (Noctuidés, *Anaplectoides prasina*) (figure 3) s'inspire du nom commun anglais (*Green arches*) et rappelle aussi une caractéristique morphologique de l'espèce, les ailes antérieures des adultes fraîchement éclos étant marbrées de brun, de crème et d'un vert éclatant.

La désignation **noctuelle de Smith** (Noctuidés, *Xestia smithii*) (figure 4) s'inspire des noms latin et commun anglais (*Smith's dart*).

La désignation **noctuelle à taches roses** (Noctuidés, *Pseudohermonassa bicarnea*) s'inspire à la fois du nom commun anglais (*Pink-spotted dart*) tout en évoquant une caractéristique morphologique de l'espèce, des taches roses ou orange brûlé étant visibles dans les aires basale et post-médiane des ailes antérieures.

La conservation des insectes, une histoire à suivre

Il reste encore bien des lépidoptères orphelins d'un nom commun français au Québec : le travail n'est pas terminé, il ne fait que commencer. Mais nul doute que l'attribution de noms communs à des insectes fréquemment rencontrés sur le territoire québécois ne peut qu'aider la connaissance qu'a le grand public de ce groupe animal, le plus abondant et le plus diversifié sur Terre (Domaine et collab., 2010).

La préoccupation d'assurer la protection des insectes est récente au Québec : en 2006, grâce aux travaux du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ)



Michel Leboeuf

Figure 3. Noctuelle verte, *Anaplectoides prasina*



Michel Leboeuf

Figure 4. Noctuelle de Smith, *Xestia smithii*

et à la consultation de spécialistes, on incluait 30 espèces sur la Liste des espèces fauniques susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables au Québec (Domaine et collab., 2010). Depuis, deux représentants de la classe *Insecta* se sont ajoutés à la liste (MFFP, 2017).

En 2009, un premier insecte se retrouvait sur la liste québécoise des espèces légalement désignées menacées : le satyre fauve des Maritimes (*Coenonympha nipisiquit*) (Leboeuf et Le Tirant, 2012). Il est désormais protégé en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (à l'échelle canadienne, l'espèce a été désignée en voie de disparition en 2003).

Il est à souhaiter que la création de noms communs français pour des espèces méconnues de notre territoire favorise une meilleure compréhension de leurs modes de vie et de leurs habitats de la part de la population. Une connaissance qui va de pair avec un intérêt croissant pour leur conservation.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier : la Société d'entomologie du Canada; la Société d'entomologie du Québec; Christian Hébert, chercheur scientifique en écologie et diversité des insectes forestiers au Centre de foresterie des Laurentides, pour ses commentaires et annotations à la première version du manuscrit; un second réviseur anonyme; Rémi Hébert,

coordonnateur de la situation générale des espèces au Service canadien de la faune, pour la considération des propositions formulées dans le cadre du présent exercice. ◀

Références

BEADLE, D. et S. LECKIE, 2012. Field guide to moths of Northeastern North America. Houghton Mifflin Hartcourt Publishing Compagny, New York, 611 p.

BOENOIT, P., 1985. *Nomenclatura insectorum canadensium*. Noms d'insectes au Canada. Insect Names in Canada. 5^e édition, Service canadien des forêts, Centre de recherches forestières des Laurentides, Sainte-Foy (Québec), 299 p.

DESROCHES, J.-F., 2009. Proposition de changements de noms français pour quelques espèces de poissons d'eau douce du Québec. *Le Naturaliste canadien*, 133 (1): 73-79.

DOMAINE, E., N. DESROSIERS et B. SKINNER, 2010. Les insectes susceptibles d'être désignés menacés ou vulnérables au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 134 (2): 16-26.

DUBUC, Y., 2005. Les insectes du Québec. Broquet, La Prairie (Québec), 431 p.

HANDFIELD, L., 2011. Le guide des papillons du Québec. Broquet, La Prairie (Québec), 672 p.

LAPLANTE, J.-P., 1998. Papillons et chenilles du Québec et de l'est du Canada. Éditions de l'Homme, Montréal, 280 p.

LAWTON, J.H., 2001. All creatures great but mainly small. *Ecological Entomology*, 26: 225-226.

LEBOEUF, M. et S. LE TIRANT, 2012. Papillons et chenilles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Waterloo (Québec), 392 p.

LEBOEUF, M., 2002. Lépidoptères : Porte-étendards efficaces pour la conservation de la faune entomologique. *Antennae*, 9: 5-9.

LOTTS, K. et T. NABERHAUS, 2015. Butterflies and moths of North America. www.butterfliesandmoths.org/ [Visité le 14-09-16].

MFFP, 2017. Liste des espèces fauniques susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables au Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec. www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp#insectes. [Visité le 30-01-17].

PERRON, J.M., 2008. Les insectiers : une mémoire importante de biodiversité. *Le Naturaliste canadien*, 132 (2): 9-13.

PRANCE, G.T., 2000. The failure of biogeographers to convey the conservation message. *Journal of Biogeography*, 27: 51-53.

SAMWAYS, M.J. et J.A. Lockwood, 1998. Orthoptera conservation: pests and paradoxes. *Journal of Insect Conservation*, 2: 143-149.

SAVARD, M., 1987. Vers l'établissement d'une nomenclature française des insectes du Québec. *Bulletin de l'entomofaune*, 2: 3-4.

SEC, 2017. Base de données de la Société d'entomologie du Canada. <https://www.sec-sec.ca/d13/CNDBSearch.php>. [Visité le 30-01-17].

WAGNER, D.L., 2005. Caterpillars of eastern North America. Princeton University Press, Princeton (New Jersey), 512 p.

PARTENAIRE DES PROJETS DES

April Tremblay

Michaud

Desjardins
Caisse de l'Héritage des Basques

Siège social
80, rue Notre-Dame Ouest, Trois-Pistoles
Tél. : 418 851-2173 • 1 866 444-5033

Centres de services
• Rivière Trois-Pistoles
• Saint-Simon

Des nouvelles heures adaptées à vos besoins

Lundi 9 h à 17 h
Mardi au jeudi 9 h à 20 h
Vendredi 9 h à 16 h
Samedi* 9 h à 15 h

2 PLACES D'AFFAIRES
1638, rue Notre-Dame
L'Ancienne-Lorette (Québec) G2E 3B6
1095, boulevard Pie-XI Nord
Québec (Québec) G3K 2S7

UN SEUL NUMÉRO : 418 872-1445
www.desjardins.com/caisse-piemont-laurentien

facebook

Desjardins
Caisse populaire du Piémont Laurentien

* Le service du samedi est offert à la place d'affaires de Val-Bélair

Une odonatofaune inusitée à la tourbière du parc national de Frontenac

Alain Mochon

Résumé

Les libellules (Insecta : Odonata) ont été inventoriées dans la tourbière minérotrophe structurée du parc national de Frontenac, située dans la zone tempérée mixte appalachienne du Québec. Ce biotope, exceptionnel de par ses particularités écologiques et sa situation méridionale, a été échantillonné 22 fois pendant toute la période de vol des espèces, de 2014 à 2016. La collecte de centaines de spécimens adultes et d'exuvies ainsi que l'observation des signes comportementaux des adultes a permis d'établir des cotes d'abondance et un indice d'établissement des espèces. Le site abrite une communauté singulière d'au moins 52 espèces de libellules (22 communes, 11 occasionnelles et 19 accidentelles ou fortuites). L'établissement de populations a été confirmé ou demeure vraisemblable pour 33 d'entre elles. L'aire de répartition de 21 espèces répertoriées dénote une affinité nordique. Certaines populations seraient des reliques dans le contexte biogéographique de la tourbière. Notamment, la cordulie de Robert (*Somatochlora brevicincta*) n'avait encore jamais été observée au sud du fleuve Saint-Laurent. Quatre espèces en péril ou vulnérables ont été découvertes : l'æschne pygmée (*Gomphaeschna furcillata*), la cordulie bistrée (*Williamsonia fletcheri*), la cordulie de Robert et l'elfe (*Nannothemis bella*). Trois incursions récentes au Québec ont aussi été caractérisées : l'agrion d'Anna (*Enallagma anna*), l'agrion civil (*E. civile*) et la chaleureuse (*Libellula semifasciata*).

MOTS CLÉS : inventaire, libellules, parc national de Frontenac, *Somatochlora brevicincta*, tourbière minérotrophe structurée

Abstract

Dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) were surveyed in the string fen of the Frontenac National Park, situated in the mixed temperate zone of the Appalachian region of southern Québec (Canada). This fen biotope, considered exceptional due to its ecological uniqueness and southern location, was surveyed 22 times from 2014 to 2016, covering the full flight period of the study taxa. Hundreds of adult specimens and exuvia were collected, which together with behavioral observations of adults, served to rate species abundance and to establish which were resident. The fen hosts a unique community of at least 52 dragonfly and damselfly species (22 common, 11 occasional and 19 accidental). In total, 33 were proven or considered likely to have resident populations. The ranges of 21 species show a clear northern affinity, with some likely being relic populations in the biogeographic context of the fen, such as the Quebec emerald (*Somatochlora brevicincta*), which until recently, had never been observed south of the St. Lawrence River. Discoveries included 4 threatened or endangered species: the harlequin darter (*Gomphaeschna furcillata*), ebony boghaunter (*Williamsonia fletcheri*), Quebec emerald and elfin skimmer (*Nannothemis bella*); and 3 species that have recently expanded into Québec: the river bluet (*Enallagma anna*), familiar bluet (*E. civile*) and painted skimmer (*Libellula semifasciata*).

KEYWORDS: dragonflies, Frontenac National Park, peatland, *Somatochlora brevicincta*, string fen, survey

Introduction

Les libellules (Insecta : Odonata) jouent un rôle essentiel dans les systèmes naturels en tant que voraces prédateurs et proies pour nombre d'organismes (Kalkman et collab., 2008). Ayant un stade de nymphe aquatique (naïade), elles sont entièrement inféodées aux biotopes aquatiques et milieux humides pour compléter leur cycle de vie (Pilon et Lagacé, 1998). Cette caractéristique en fait un groupe animal bioindicateur d'intérêt pour surveiller l'intégrité des écosystèmes aquatiques et mesurer l'impact des changements climatiques appréhendés (Bried et collab., 2015). Le nord-est de l'Amérique du Nord abrite une odonatofaune riche et ancienne pour une région tempérée (White et collab., 2014). Au Québec, la richesse totale connue à ce jour compte 150 espèces, soit 40 de zygoptères et 110 d'anisoptères (M. Savard, comm. pers.).

Cet article présente l'inventaire de l'odonatofaune dans la tourbière minérotrophe structurée du parc national de Frontenac, un milieu humide protégé présentant un intérêt biogéographique exceptionnel de par ses particularités écologiques et sa situation méridionale dans la région naturelle des Appalaches. Cette unicité s'est révélée en 2012 à la suite de la découverte inattendue de la cordulie de Robert (*Somatochlora brevicincta*), un anisoptère d'affinité boréo-subarctique, dont la mention au sud du fleuve Saint-Laurent était tout à fait inusitée

Alain Mochon est biologiste et détenteur d'une maîtrise en sciences de l'environnement. Il dirige depuis 2002 le Service de la conservation et de l'éducation au parc national de la Yamaska. C'est à titre personnel, dans le cadre de sa participation à l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec, qu'il a mené cette étude à la tourbière du parc national de Frontenac.

mochon.alain@sepaq.com

(Savard, 2011). Outre la richesse spécifique de ce biotope, l'objectif était de préciser l'assemblage des espèces en présence tout en caractérisant leur abondance relative, leur degré d'établissement et leur période saisonnière de vol. Par la même occasion, une attention particulière a été accordée pour vérifier la présence de la cordulie annelée (*Williamsonia lintneri*), une espèce à la répartition limitée au nord-est des États-Unis, inféodée aux tourbières acides, et jamais recensée au Canada.

Aire d'étude

La tourbière du parc national de Frontenac (latitude 45,966° N.; longitude 71,139° O.) se situe à une vingtaine de kilomètres au sud-est de la ville de Thetford Mines, dans la région administrative de Chaudière-Appalaches (figure 1). De configuration circulaire, la tourbière couvre une superficie de 1,11

km² dans une dépression peu profonde, à 360 m d'élévation sur le plateau nord-est du Grand lac Saint-François. Cette tourbière est mixte, composée de la juxtaposition d'une partie ombrotrophe légèrement bombée et d'une partie minérotrophe structurée par des mares allongées (figure 2). La zone ombrotrophe occupe environ 80 % de l'étendue. Elle est alimentée exclusivement par les eaux de pluie, sans lien avec l'hydrographie des terres environnantes. L'épinette noire (*Picea mariana*) et le mélèze laricin (*Larix laricina*) sont les essences dominantes sur le site, les épinettes formant un îlot plus densément boisé vers le centre surélevé de la tourbière. Dans les secteurs moins boisés, les petits arbres sont restreints aux buttes de sphaigne (*Sphagnum* sp.), alors que les Éricacées (p. ex.: *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda glaucophylla*, *Kalmia angustifolia*, *Rhododendron groenlandicum*) abondent sur les plateaux tourbeux. Située à

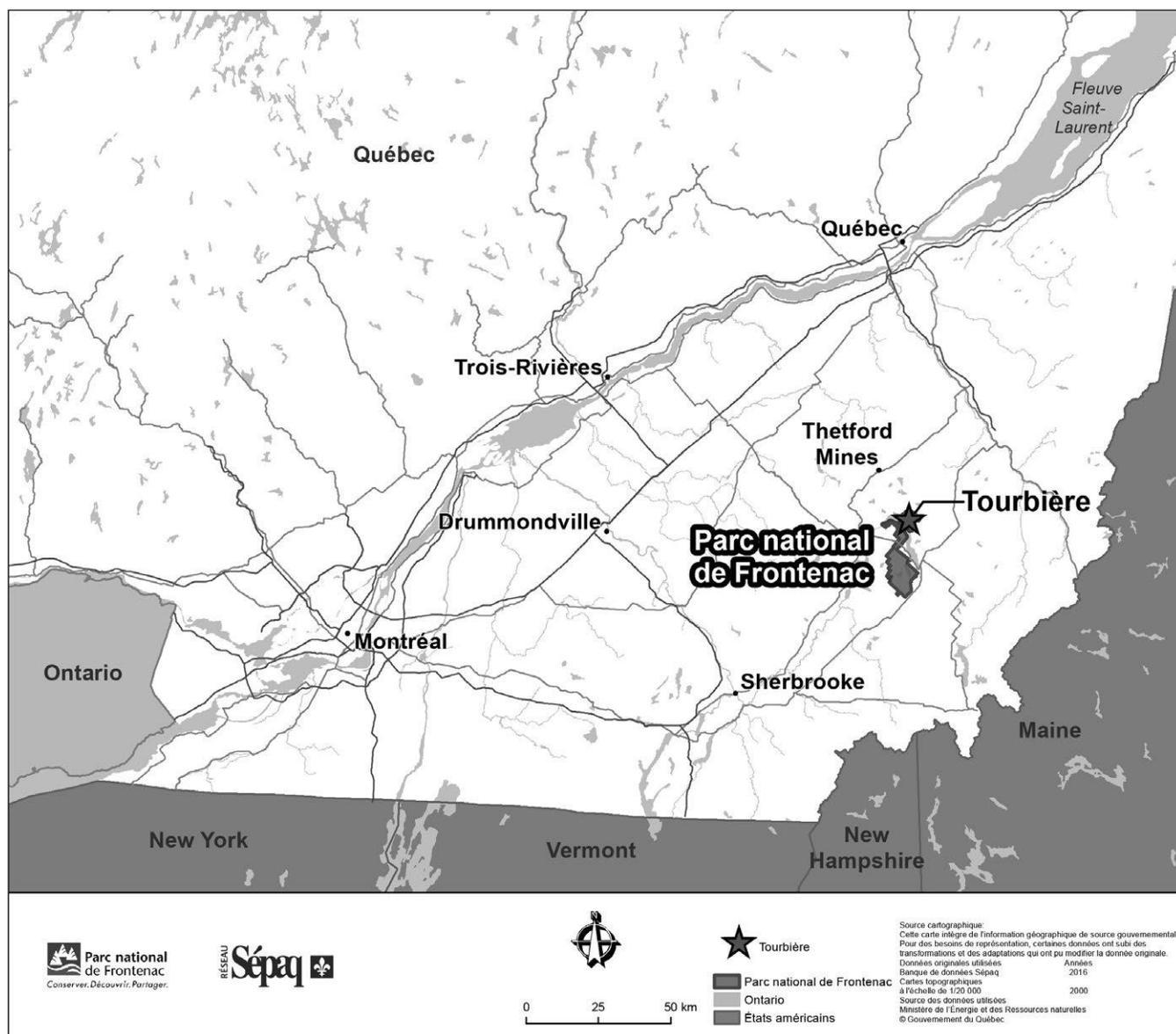


Figure 1. Emplacement du parc national de Frontenac et de la tourbière (lat. 45,966° N.; long. 71,139° O.), secteur Saint-Daniel, au nord-est du Grand lac Saint-François, région administrative de Chaudière-Appalaches, Québec. Le site appartient au réseau hydrographique du bassin de la rivière Saint-François.

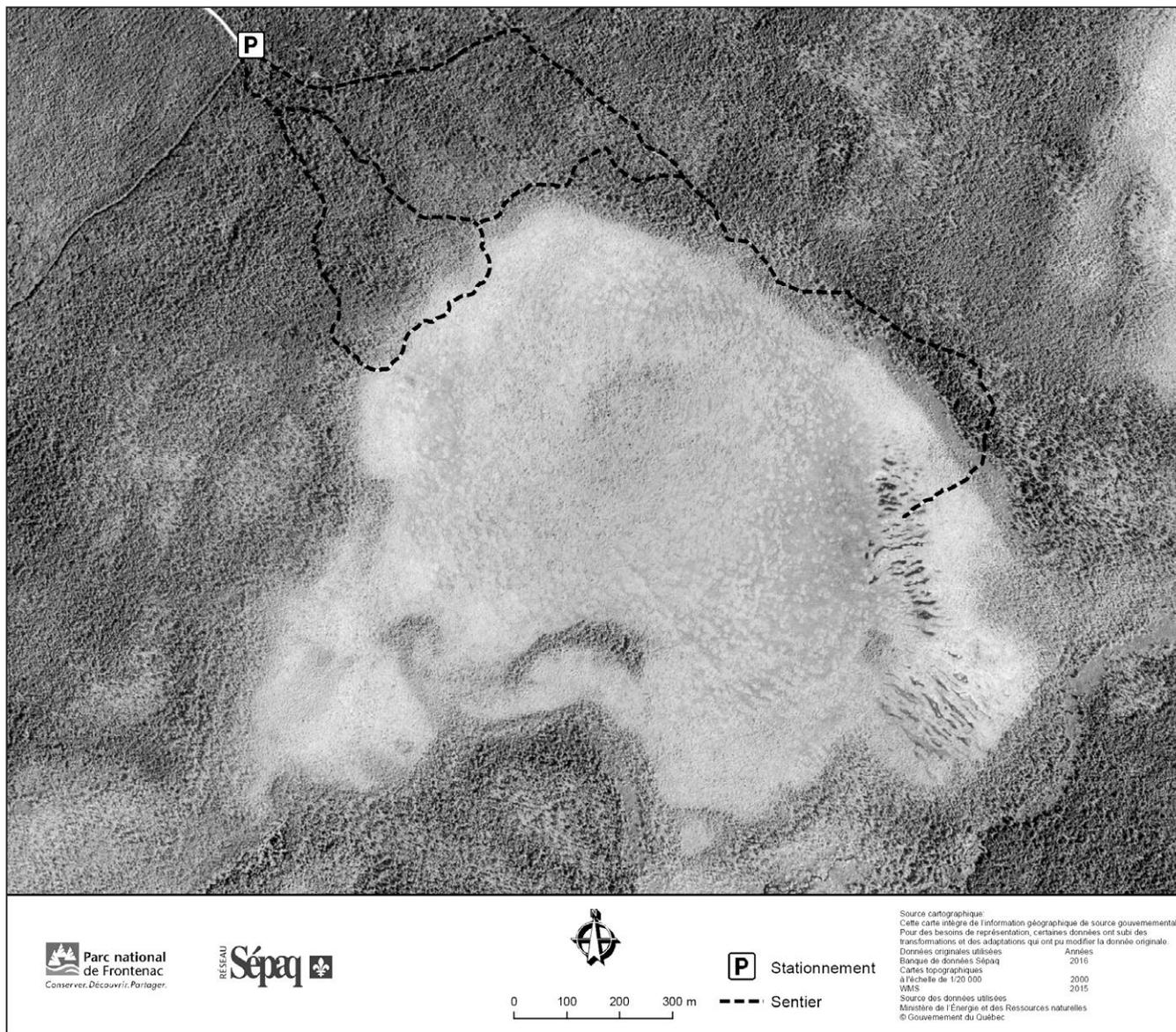


Figure 2 La tourbière dite « mixte » du parc national de Frontenac se compose d'une grande partie ombrotrophe, de forme bombée, et d'une partie minérotrophe, de forme structurée, située à l'est. C'est dans cette zone plus humide, parsemée de mares orientées, que l'inventaire a été principalement mené.

l'est de la tourbière, la zone minérotrophe (couvrant 20 % de la superficie) se caractérise par la présence de mares étroites, de lanières arbustives et de platières herbacées (figures 3 et 4). Il s'agit d'un milieu beaucoup plus humide qui héberge principalement des Cypéracées (*Carex* sp.) et abrite de délicates orchidées, comme *Calopogon tuberosus*, *Pogonia ophioglossoides*, *Arethusa bulbosa*, *Platanthera blephariglottis*, alors que les lanières qui séparent les mares les unes des autres sont colonisées de bosquets d'épinettes noires et de mélèzes arbustifs. Les mares s'orientent d'est en ouest ou du nord-ouest vers le sud-est, perpendiculairement à la pente, donnant un aspect côtelé. Elles sont de dimensions variables, de l'ordre de quelques dizaines de mètres, certaines étant partiellement entourées. L'écoulement y est très lent et s'oriente vers le sud, par l'entremise de ruisselets

intermittents qui alimentent et drainent le secteur (Lavoie, 1998; Lavoie et Richard, 2000).

La forme structurée d'une tourbière minérotrophe est généralement associée aux régions subarctiques et boréales (GTNTH, 1997). Par son emplacement franchement méridional, la tourbière minérotrophe structurée du parc national de Frontenac constitue une exception à la règle (Richard, 1992).

À sa périphérie, la tourbière est ceinturée par des mélèzins et des pessières à épinette noire sur tourbe et mousse. À l'échelle régionale, l'érablière à bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) caractérise le domaine bioclimatique. La température moyenne annuelle est de 4,8 °C. En janvier, elle s'établit à -12,9 °C et passe à 18,8 °C en juillet. Les précipitations annuelles atteignent 1385 mm, 24 % de celles-ci étant sous

A



Alain Mochon

B



Alain Mochon

C



Jean Gosselin

Figure 3. a) Tourbière minérotrophe structurée par l'alternance de mares à fond boueux et de crêtes tourbeuses, herbacées et arbustives avec, en direction nord-ouest, le mont Adstock en arrière-plan (29 mai 2014); b) Tour d'observation accessible au public bordant une mare fleurie de trèfles d'eau (*Menyanthes trifoliata*) (29 mai 2015); c) Écotone forestier composé de mélézins et de pessières à épinette noire (*Picea mariana*) (14 août 2015).

A



Alain Mochon

B



Alain Mochon

Figure 4. a) Paysage forestier ceinturant la tourbière minérotrophe structurée en direction sud-est (18 sept. 2015); b) Splendide mare à sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*) (20 juin 2015).

forme solide. Ces données météorologiques d'Environnement Canada pour l'année 2015, en référence à la station de Thetford Mines, sont importantes pour apprécier la richesse spécifique à l'échelle régionale. Ce contexte climatique influence la température de l'eau dans les mares de la tourbière et constitue un facteur déterminant pour le développement des libellules et la synchronisation de leur émergence (Savard, 2011).

Méthode

L'inventaire des libellules a été mené à intervalles irréguliers dans le but de couvrir la saison de vol des différentes espèces et d'en évaluer l'abondance. Les adultes de la plupart des espèces ne sont actifs que durant quelques semaines; l'acquisition de connaissances sur la diversité spécifique d'un site nécessite donc plusieurs visites espacées pendant toute la belle saison. Sur une période de 3 ans, l'aire d'étude a été visitée à 22 reprises, soit du 29 mai au 9 septembre 2014, du 17 mai au 2 octobre 2015, puis du 7 mai au 3 juin 2016,

avec une moyenne de 6 h par jour-visite. L'effort d'inventaire a totalisé plus de 130 h. Dans l'ensemble, les visites se sont réparties à raison de 10 sorties en mai-juin, 8 en juillet-août et 4 en septembre-octobre. Des sorties spéciales ont été planifiées pour les espèces hâtives, notamment les Cordulides du genre *Williamsonia*. Les visites ont été effectuées durant des journées chaudes et ensoleillées afin de profiter du maximum d'activités de la majorité des libellules. Aucune sortie crépusculaire n'a été effectuée. L'inventaire a été fait à pied, essentiellement dans la partie minérotrophe de la tourbière, en sillonnant le pourtour des mares et les écotones forestiers (figure 3), sauf pour quelques visites opportunistes réalisées dans la partie ombrotrophe. Durant ces déplacements, les adultes en émergence et en vol étaient notés ou capturés au filet entomologique, identifiés à l'espèce sur place ou au retour de l'excursion avec l'aide d'un binoculaire (Acuter, série SZM-45B2), de guides illustrés et de tables de détermination (Pilon et Lagacé, 1998; Lam, 2004; DuBois, 2005; Westfall et May, 2006; Jones et collab., 2008; Mead, 2009; Paulson, 2011; Needham et collab., 2014). Des photos ont été prises sur le terrain, et des spécimens de référence ont été conservés en collection selon la méthode proposée par Jones et collab. (2008). Des exuvies (enveloppes corporelles ou exosquelettes des naïades laissées sur divers substrats après l'émergence des adultes) ont aussi été collectées accessoirement et mises en pot sans aucun traitement. La collecte d'exuvies représente une méthode d'inventaire efficace pour confirmer l'établissement d'une espèce et pour détecter la présence d'espèces furtives dont les adultes évoluent davantage en milieu forestier (Brunelle, 2013). L'identification des exuvies a été réalisée à l'aide des tables de Walker (1958), Walker et Corbet (1975), Needham et collab. (2014) et Hutchinson et Ménard (2016).

À chaque visite, une cote d'abondance maximale, basée sur une estimation du nombre d'individus dénombrés visuellement, était accordée pour chaque espèce selon la classification prescrite dans le protocole de l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec (tableau 1, note f). Le comportement des adultes était aussi noté selon les catégories suivantes : émergence (adulte ténéral, sortant de sa forme nymphale); combat de mâles (comportement territorial suggérant un habitat de reproduction); vol mâle-femelle en tandem ou roue copulatoire (indiquant la période des accouplements); ponte (confirmant la reproduction); errant (adulte en alimentation pouvant se trouver loin de son habitat de reproduction). Sur la base de ces données, un indice d'établissement, adapté de Brunelle (2013), a été par la suite attribué à chaque espèce inventoriée (tableau 1, note g).

Résultats et discussion

Diversité spécifique

La partie structurée de la tourbière et ses marges forestières abritent une communauté de libellules relativement riche. Au total, 52 espèces ont été recensées, soit l'équivalent de 35 % de l'odonatofaune connue du Québec (tableau 1). Cette richesse spécifique a été établie à partir de l'identification de

104 exuvies et de 647 adultes, dont les spécimens (474 mâles et 173 femelles) ont été conservés en collection, dans une proportion équivalente de zygoptères et d'anisoptères. Ces espèces se classent parmi 7 des 9 familles présentes dans la province, avec les Agrionides, les *Æschnides*, les Cordulides et les Libellulides qui comportent le plus de représentants.

Sur une base journalière, la plus grande variété de libellules a été relevée durant les mois de juin et juillet alors qu'une vingtaine d'espèces étaient observées par visite. Le pic d'activités a été noté le 3 juillet 2015 (25 espèces répertoriées). Ce moment correspond au chevauchement de la période d'activité, d'une part, des espèces hâtives à leur fin de saison de vol, telles les Cordulides, les Libellulides du genre *Leucorrhinia* et les Agrionides des genres *Chromagrion* et *Cœnagrion*, et, d'autre part, des espèces tardives au début de leur saison de vol, comme les Lestides, certains Agrionides du genre *Enallagma* et les *Æschnides* du genre *Æshna* (tableau 1).

Indice d'établissement et abondance des espèces

Dans les mares et les flarks (petites mares peu profondes), l'établissement de populations a été confirmé pour 20 espèces par l'observation d'exuvies, d'adultes en émergence ou ténéraires effectuant leur premier vol. Pour 13 espèces, l'établissement de populations est vraisemblable, d'après les comportements reproducteurs observés. Pour 5 autres espèces qui se trouvent dans un biotope approprié pour leur développement nymphal, des populations sont possiblement établies dans la tourbière. Finalement 14 espèces ne se trouvent vraisemblablement pas dans un biotope approprié pour leur développement nymphal.

L'indice d'établissement des espèces se reflète globalement dans les classes d'abondance observée. Les espèces dites « communes », qui se démarquent par leur abondance durant leur saison de vol, avec un nombre maximal d'individus observés ou estimés supérieur à 20 par jour d'inventaire, sont aussi, pour la plupart, des espèces dont l'établissement est confirmé, sinon vraisemblable. Elles forment un groupe de 22 espèces représentées par les Lestides et la plupart des Agrionides, quelques Cordulides et les Libellulides. De ce groupe, 7 espèces pullulaient parmi la végétation herbacée avec des effectifs dépassant les 200 individus observés. Ces espèces familières, relevées sur plus de 10 jours-visites, sont le leste à forceps (*Lestes forcipatus*), l'agrion boréal (*Enallagma boreale*), la déesse gracieuse (*Nehalennia glacilis*), la déesse paisible (*N. irene*), la julienne (*Ladona julia*), la leucorrhine glaciaire (*Leucorrhinia glacialis*) et la leucorrhine hudsonienne (*L. hudsonica*). Six autres sont dignes de mention puisque représentatives des milieux tourbeux, soit l'agrion ponctué (*Cœnagrion interrogatum*), l'æschne pygmée (*Gomphæschna furcillata*), la cordulie de Shurtleff (*Cordulia shurtleffii*), la cordulie de Franklin (*Somatochlora franklini*), la leucorrhine frigide (*L. frigida*) et la leucorrhine nordique (*L. patricia*).

Un second groupe de 11 espèces, désignées « occasionnelles », concerne celles observées de façon éparse dans le milieu,

et dont l'abondance variait de 1 à 20 individus par jour de visite. Il s'agit d'anisoptères au statut d'établissement confirmé ou vraisemblable qui ne s'observaient au stade adulte que rarement en grand nombre. Mobiles et territoriales chez les *Æschnides*, furtives chez les Cordulides, ces espèces bouclent leur cycle de vie au sein de la tourbière. Ce sont l'æschne du Canada (*Æshna canadensis*), l'æschne domino (*A. interrupta*), l'æschne à zigzags (*A. sitchensis*), l'æschne subarctique (*A. subarctica*), l'æschne à tubercules (*A. tuberculifera*), la cordulie écorcée (*Dorocordulia libera*), la cordulie de Robert (*Somatochlora brevicincta*), la cordulie fourchue (*S. forcipata*), la cordulie de Walsh (*S. walshii*), la cordulie bistrée (*Williamsonia fletcheri*) et l'elfe (*Nannothemis bella*). Plusieurs de ces espèces se ressemblent beaucoup et doivent être capturées pour identification, ce qui pourrait expliquer une sous-évaluation de leur véritable abondance, en particulier pour les *Æschnides* dont les habiletés de vol les rendent difficiles à capturer et, par le fait même, à dénombrer. Il en va de même pour les Cordulides en raison d'une saison de vol courte et précoce selon les espèces.

Un dernier groupe de 19 espèces rassemble celles qui ont été répertoriées à raison d'un seul ou de quelques individus observés, tout au plus. Dans ce groupe figurent 14 espèces dites « accidentelles », dont l'établissement dans la tourbière demeure invraisemblable. Il s'agit d'individus erratiques provenant du réseau hydrographique environnant. C'est le cas notamment de l'agrion d'Anna (*Enallagma anna*), de l'agrion printanier (*E. vernale*), de l'anax précoce (*Anax junius*), du gomphe pointu (*Gomphus spicatus*), de la cordulie allongée (*Somatochlora elongata*), de la cordulie de Williamson (*S. williamsoni*) et de la leucorrhine mouchetée (*Leucorrhinia intacta*). Sauf pour le gomphe pointu, dont le spécimen femelle capturé semblait pondre dans un tapis de sphaigne, ces espèces, observées pour la plupart qu'une seule fois sur toute la durée de l'étude, exploitaient la tourbière et la pessière ouverte comme aire d'alimentation. S'ajoutent les espèces hors de leur habitat de reproduction : l'agrion civil (*E. civile*), l'agrion vertical (*Ischnura verticalis*), l'æschne des pénombres (*Æshna umbrosa*), la macromie brune (*Didymops transversa*), l'épithèque canine (*Epitheca canis*), l'épithèque épineuse (*E. spinigera*) et la gracieuse (*Libellula pulchella*), toutes en provenance pour l'essentiel du système Grand lac Saint-François. Au sein de ce même groupe se trouvent aussi 5 autres espèces dites « fortuites » qui se distinguent par la possibilité d'établissement de leur population dans la tourbière. Il s'agit de l'agrion rougeâtre (*Amphiagrion saucium*), de la leucorrhine apprivoisée (*L. proxima*), de la chaleureuse (*Libellula semifasciata*), du sympétrum rubigineux (*Sympetrum costiferum*) et du sympétrum de Jane (*S. janeæ*), pour qui le biotope pourrait répondre à leurs exigences écologiques.

Repères phénologiques

La période entre l'émergence des adultes et la disparition de ceux-ci définit la saison de vol, qui varie selon les espèces. L'étalement des visites effectuées à la tourbière a permis d'établir, en fonction du nombre de relevés jours-visites, un calendrier

d'observations relativement précis de l'activité des libellules, et de distinguer les espèces les plus précoces de celles plus estivales et tardives. Toutefois, quelques espèces ont été trop peu observées pour que leur période de vol puisse être précisée. Le tableau 1 présente graphiquement l'étendue de la période de vol record au Québec des espèces répertoriées, d'après la compilation de Savard (2013a), et montre en superposition par un trait noir horizontal leur période de vol observée à la tourbière.

La période d'activités des libellules commence à la tourbière dès la mi-mai et se termine vers le début du mois d'octobre. La première espèce à apparaître est la leucorrhine hudsonienne, dont quelques individus émergeaient le 17 mai 2015. À l'opposé, la visite la plus tardive, réalisée le 2 octobre 2015, a permis de relever le vol du sympétrum de Jane et du sympétrum tardif (*S. vicinum*). Une douzaine d'espèces sont actives pendant plus de 60 jours; la plus longue saison de vol, établie à 99 jours, a été relevée pour la déesse paisible.

Un allongement de la saison de vol connue est rapportée pour 5 espèces : l'agrion civil, la déesse gracieuse, la déesse paisible, la cordulie de Robert et la leucorrhine nordique (dates soulignées et en caractères gras dans le tableau 1). Pour la déesse paisible, la dernière date d'observation du 9 septembre 2014 constitue un allongement de la période automnale connue pour cette espèce. Dans le cas des 4 autres, l'allongement de la saison de vol porte sur la période de maturation printanière, avec les premiers individus émergents qui sont notés dès le 29 mai 2015, à l'exception de l'agrion civil dont le relevé le plus hâtif est en date du 3 juillet 2015.

La collecte d'exuvies, en plus de confirmer l'établissement des espèces dans la tourbière, a permis de préciser le début de la période de vol pour 2 espèces du genre *Æshna*. C'est le cas de l'æschne du Canada, avec 3 exuvies collectées le 27 juin 2015, alors que la capture des premiers individus en vol était faite le 3 juillet. Il en est de même pour l'æschne subarctique, avec la collecte de 2 exuvies le 25 juillet 2015, confirmant l'émergence des premiers adultes capturés plus tard le 4 août.

Préoccupations de conservation

Le tableau 1 présente un classement des espèces (colonne « Rang au Québec ») selon leur statut de conservation pour le Québec, tel qu'établi par NatureServe (2015). Il indique dans quelle mesure une espèce donnée est jugée en danger d'extinction ou d'extirpation au niveau subnational, allant de S1 ou « sévèrement en péril » à S5 ou « stabilité démontrée » (tableau 1, note h). Ce classement découle d'informations relatives à la répartition des espèces, leur abondance, les tendances démographiques de leurs populations et les causes de leur précarité (Domaine et collab., 2010).

La majorité des espèces inventoriées dans cette étude s'inscrivent au rang S5, ayant une large répartition dans la province, une abondance reconnue et une stabilité apparente de leurs effectifs. Six espèces se classent au rang S4 ou S4S5, avec des populations largement réparties, relativement abondantes et apparemment hors de danger à court et moyen

termes. De ce nombre, 4 d'entre elles (la déesse gracieuse, l'æschne à tubercules, la leucorrhine frigide et la leucorrhine nordique), complétant leur cycle vital à la tourbière, y ont montré des effectifs abondants.

Deux espèces, la cordulie de Robert et l'elfe, se classent comme vulnérables (S3). En ce qui concerne la cordulie de Robert, un premier mâle avait été capturé à la tourbière le 29 juillet 2012, à la suite de relevés exploratoires menés par Pierre Cousin (comm. pers.). Elle a de nouveau été observée le 29 mai 2015 s'extirpant de son enveloppe nymphale (figure 5). Ce succès de reproduction confirme son établissement dans la tourbière et vient préciser sa période de vol dont le début était connu en date du 10 juin au Québec (Savard, 2013a). Quelques semaines plus tard, le 27 juin, trois autres mâles ont été capturés. L'espèce n'a plus été observée par la suite. Décrite en 1954 par le frère Adrien Robert à partir de spécimens recueillis à l'extrémité sud-ouest du lac Mistassini (Robert, 1954), elle demeure méconnue et rare en zone tempérée (Savard, 2011).

De son côté, l'elfe – le plus petit anisoptère en Amérique du Nord – a été observé à plusieurs reprises du 20 juin au 12 juillet 2015, les mâles patrouillant la surface de petites mares envahies d'herbacées (figure 6a). Avec seulement 9 occurrences connues dans la province (Savard, 2011), il est rare dans le sud du Québec où, inféodé aux tourbières des zones tempérées mixte et feuillue, il atteint la limite nord de son aire de répartition. Son déclin pourrait être attribuable à la détérioration de son habitat (Savard et collab., 2013).

Au rang d'espèces en péril ou vulnérables (S2S3), l'æschne pygmée (figure 6b) et la cordulie bistrée (figure 6c) ont, elles aussi, des populations bien établies à la tourbière, toutes deux étant inféodées à ce type de biotope et qualifiées de rares à travers leur aire de répartition. Avec moins d'une dizaine d'occurrences connues au Québec (Savard, 2011), elles font partie de la liste des espèces susceptibles de recevoir la désignation menacée ou vulnérable (Québec, 2006). Le drainage forestier, les activités agricoles, l'exploitation de la tourbe sont considérés comme des causes possibles de leur déclin (Domaine et collab., 2010).

Le classement S2? (en péril) du sympétrum de Jane demeure incertain; il se situerait plutôt entre S3 et S5 selon les recherches en cours (M. Savard, comm. pers.). Décrit par Carle (1993) au rang d'espèce, ce sympétrum appartient au sous-genre *Kalosympetrum*, regroupant 4 espèces qui se ressemblent beaucoup. La confusion autour de ces espèces explique le manque de connaissances sur l'état des populations du sympétrum de Jane au Québec. Dans la tourbière, 1 seul adulte mâle a été capturé le 2 octobre 2015, alors qu'il était perché sur le rameau d'un arbrisseau.

Trois incursions récentes au Québec

Trois espèces d'incursion récente au Québec ont été capturées dans la partie structurée de la tourbière. Il s'agit de la chaleureuse, de l'agrion d'Anna et de l'agrion civil (figure 7). Dans le cas de la chaleureuse, une Libellulide aux ailes couleur orangé distinctives, quelques adultes mâles ont été observés



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon

Figure 5. La cordulie de Robert (*Somatochlora brevicincta*): a) adulte ténéral ♂ 29.v.2015, venant d'émerger, accroché à la hampe florale d'une sarracénie pourpre; b) adulte mature ♂ 27.vi.2015; c) habitat de ponte constitué de flarks à sphaignes (*Sphagnum* sp.) et à Cypéracées (*Carex* sp.).



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon

Figure 6. Libellules au rang subnational de conservation S2S3 (en péril-vulnérable) et S3 (vulnérable) selon NatureServe (2015): a) l'elfe (*Nannothemis bella*) ♂ 27.vi.2015; b) l'æschne pygmée (*Gomphæschna furcillata*) ♂ 20.vi.2015; c) la cordulie bistrée (*Williamsonia fletcheri*) ♂ 20.v.2016 sortant de son exuvie; d) petite mare peu profonde (flark) d'émergence de la cordulie bistrée dont l'eau stagnante est réchauffée tôt en saison.

sur une période de quelques semaines les 29 mai, 25 juin et 3 juillet 2015. L'espèce avait été rapportée pour la première fois au Québec le 4 juin 2014, à la suite de la photographie d'un individu mâle erratique à Saint-Hugues, en Montérégie (Brodeur et coll., 2014). Son habitat typique correspond aux étangs marécageux à herbiers émergents, parfois aux tourbières et ruisseaux lents. L'espèce est connue pour ses mouvements migratoires au nord de son aire de répartition (Paulson, 2011), ce qui laisse un doute quant à l'établissement d'une population reproductive au site d'étude.

Chez les zygoptères du genre *Enallagma*, qui généralement abondent dans les milieux humides, la coloration typiquement bleue des espèces et la proportion relative de noir sur les segments abdominaux constitue un critère de différenciation limité sur le terrain. Les individus doivent être capturés pour être identifiés à l'aide des appendices anaux. C'est ainsi que l'agrion d'Anna et l'agrion civil ont pu être

répertoriés dans la tourbière parmi l'agrion boréal, dont les effectifs pullulaient dans les herbages autour des mares.

En ce qui concerne l'agrion d'Anna, reconnaissable à la longueur remarquable de ses cerques abdominaux, seul 1 individu mâle a été capturé le 25 juillet 2015. L'espèce avait été découverte au Québec pour la première fois le 30 juillet 2012, dans la municipalité de Saint-Lazare-de-Vaudreuil, en Montérégie (M. Dennis, dans Savard, 2013b). Elle est à nouveau signalée en juillet et août 2014 à la rivière Bécancour et en juillet 2016 à la rivière au Pin, dans la municipalité d'Irlande, près de Thetford Mines, en Chaudière-Appalaches (A. Côté, G. Lemelin et M. Raymond, comm. pers.), puis à quelques reprises en juillet 2016, par l'auteur, au ruisseau McLeod, dans le parc régional du marécage des Scots, dans le canton de Hampden, en Estrie. Enfin, cet agrion a aussi été ajouté récemment à l'odonatofaune du Vermont (Blust et Pfeiffer, 2015). L'espèce serait clairement en expansion vers l'est depuis



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon

Figure 7. Trois libellules d'incursion récente: a) la chaleureuse (*Libellula semifasciata*) ♂ 29.v.2015; b) l'agrion d'Anna (*Enallagma anna*) ♂ 25.vii.2015; c) l'agrion civil (*E. civile*) ♂ 3.vii.2015.



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon



Alain Mochon

Figure 8. Libellules de la famille des Cordulides: a) la cordulie de Shurtleff (*Cordulia shurtleffii*) ♂ 6.vi.2015; b) la cordulie écorcée en tandem (*Dorocordulia libera*) ♂♀ 12.vii.2015; c) et d) la cordulie de Franklin (*Somatochlora franklini*) exuvie 6.vi.2015 et adulte ♂ 12.vii.2015; e) la cordulie fourchue (*S. forcipata*) ♂ 20.vi.2015; f) la cordulie de Walsh (*S. walshii*) ♂ 27.vi.2015.

son arrivée en Ontario en 1998 (Catling et collab., 2005). Son habitat de reproduction correspond aux cours d'eau peu profonds à écoulement lent, ainsi qu'aux fossés d'irrigation à fond boueux en zone agricole (Lam, 2004; DuBois, 2005). La découverte de cette espèce dans la tourbière représente probablement la trouvaille accidentelle d'un individu erratique. Cependant, il ne fait plus de doute que des populations viables de cette espèce soient établies dans le sud du Québec.

Du côté de l'agrion civil, distinctif quant à lui par l'épaisseur de ses cerques abdominaux, 3 individus mâles ont été capturés les 3 juillet, 9 et 18 septembre 2015. L'espèce serait établie au Québec depuis un peu plus de deux décennies (Pilon et Lagacé, 1998; Savard, 2011); elle poursuit son expansion et a été depuis signalée dans l'Outaouais, le Saguenay-Lac-Saint-Jean, la Côte-Nord et le Bas-Saint-Laurent (M. Savard, comm. pers.). Sa progression s'explique par le fait qu'elle serait peu sélective quant à l'habitat, colonisant de façon préférentielle des milieux aquatiques nouvellement créés (Paulson, 2011). Des populations de cet agrion sont très certainement présentes dans le secteur du Grand lac Saint-François. Toutefois, il apparaît invraisemblable que l'espèce puisse s'établir dans la tourbière.

Des « reliques glaciaires »

Un constat s'impose à l'examen de cette communauté d'odonates. Dans sa partie minérotrophe structurée, la tourbière abrite des espèces relativement rares et inattendues à cette latitude. Le site offre des conditions édaphiques rares en zone bioclimatique tempérée où domine une flore acidophile normalement associée à la zone boréale, ce qui en fait un îlot de nordicité confiné dans le Québec méridional.

Ce contexte biogéographique particulier de la tourbière s'est progressivement mis en place à la suite de la dernière glaciation. Richard (1992) en retrace l'histoire végétale au cours des derniers 11 000 ans. Un couvert forestier, dominé par l'épinette noire, s'y serait constitué vers 10 900 ans sous des conditions climatiques subarctiques, puis boréales. La forêt coniférienne s'y serait relativement maintenue depuis cette période, alors qu'à la périphérie, l'érablière à bouleau jaune se constituait à partir de 6 800 ans. Les mares, quant à elles, se seraient formées aux environs de 1 250 ans avant aujourd'hui. L'établissement d'un climat régional plus chaud aurait eu comme conséquence d'entraîner un déplacement vers le nord de l'aire de répartition des espèces en présence. Toutefois, la persistance de conditions microclimatiques froides et humides à la tourbière y aurait favorisé le confinement de certaines de ces espèces dont les populations se seraient maintenues jusqu'à aujourd'hui. Il convient d'appeler ces survivants des « reliques glaciaires ». Leurs populations à la tourbière se trouvent maintenant isolées par rapport à leur aire normale de répartition beaucoup plus nordique. Ces populations reliques concernent 3 espèces : la cordulie de Robert, la cordulie de Franklin et la leucorrhine nordique. Elles se caractérisent toutes par une aire de répartition qui couvre les zones boréale et subarctique, avec seulement quelques rares occurrences

en zones tempérées mixte ou feuillue (Savard, 2011). Autre relique potentielle, l'æschne des joncs (*Æshna juncea*) n'a pas été relevée au cours de l'inventaire, mais pourrait aussi se retrouver dans la partie minérotrophe de la tourbière.

La découverte fortuite de la cordulie de Robert à la tourbière, en 2012, avait inspiré l'auteur à entreprendre la présente étude. Cette mention au sud du fleuve Saint-Laurent était tout à fait exceptionnelle. Les 12 occurrences connues de cette espèce au Québec se limitaient aux zones subarctique et boréale (Savard, 2011), quoique l'espèce ait été découverte tout récemment dans une tourbière du parc national de la Pointe-Taillon, au Lac-Saint-Jean, en zone tempérée mixte (M. Savard, comm. pers.). En Minganie, Buidin et Rochepault (2008) ont associé son habitat nymphal à celui des tourbières minérotrophes structurées. Cette espèce constitue l'exemple type de relique glaciaire dans le contexte biogéographique de la tourbière du parc national de Frontenac.

L'inventaire a aussi mis en lumière la présence de 18 espèces communes pour la plupart et dont les occurrences connues au Québec se retrouvent en zone boréo-subarctique ainsi qu'en zone tempérée. Ce constat montre le caractère boréal de l'odonatofaune de cette tourbière. Sans être des reliques glaciaires proprement dites, ces espèces d'affinité nordique pourraient se qualifier de « septentrionales ». Il s'agit notamment de Cordulides, comme la cordulie fourchue et la cordulie de Walsh (figure 8), ainsi que de quelques leucorrhines, comme la leucorrhine glaciaire et la leucorrhine hudsonienne, bien adaptées aux climats froids. Ces libellules à la coloration noire régularisent leur température corporelle en absorbant efficacement la chaleur du soleil (Paulson, 2011).

Aussi connues pour leur aire de répartition nordique, l'æschne à zigzags et l'æschne subarctique ont été observées à la tourbière de façon sporadique en 2014 et 2015, patrouillant indistinctement les mares à partir du 20 juin pour la première et du 25 juillet pour la deuxième, sur une période de vol s'étendant jusqu'au 9 septembre (figure 9). Leurs présences à la tourbière représentent les observations les plus méridionales au Québec.

Un avis de recherche

Le genre *Williamsonia* compte 2 espèces : la cordulie annelée (*W. lintneri*) et la cordulie bistrée (*W. fletcheri*). De couleur noire et mesurant à peine plus de 3 cm, ces espèces sont parmi les premières libellules à émerger au printemps, et ont une courte saison de vol centrée sur le mois de mai. Toutes deux sont restreintes aux eaux acides des tourbières à sphaigne où les naïades se développent dans de petites mares enchevêtrées de débris végétaux et où la composante forestière environnante est essentielle à la maturation et à l'alimentation des adultes (Paulson, 2011). Leurs populations sont de ce fait isolées et très localisées.

Le site d'étude représente un biotope potentiel pour la cordulie annelée, une espèce jamais répertoriée au Canada et rarissime dans son aire de répartition confinée au nord-est des

États-Unis (NatureServe, 2015). Plusieurs projets d'inventaire visant cette espèce ont permis de confirmer quelques populations dans les États du Maine et du New Hampshire, près de la frontière du Québec (Brunelle et deMaynadier, 2005; White et collab., 2010; Hunt, 2012; Blust et Pfeiffer, 2015). Malgré l'effort d'inventaire, aucun individu n'a pu être observé à la tourbière du parc national de Frontenac. Toutefois, la cordulie bistrée a été remarquée en émergence dans la marge herbacée d'une petite mare (figure 6d). Ce succès de reproduction confirme la présence d'une population viable, ce qui constitue la première mention dans la zone tempérée mixte des Appalaches.

Conclusion

Les tourbières représentent des écosystèmes fascinants qui abritent une flore et une faune hautement spécialisées. C'est le cas pour l'odonatofaune de la tourbière du parc national de Frontenac, avec une richesse comptant au moins 52 espèces. L'établissement de populations dans les mares et les flarks de sa partie minérotrophe structurée est confirmé ou apparaît vraisemblable pour 33 d'entre elles. De ce nombre, l'æschne pygmée, la cordulie bistrée, la cordulie de Robert et l'elfe, 4 espèces inféodées à ce type de biotope, sont de surcroît des espèces en péril ou vulnérables au Québec.

Cette communauté d'odonates révèle une composition inusitée avec 21 espèces présentant des affinités nordiques. Parmi celles-ci, on compte les populations reliques de trois espèces boréo-subarctiques, dont la cordulie de Robert, qui ont persisté jusqu'à nos jours du fait des conditions microclimatiques fraîches et humides de la tourbière et de la forêt coniférienne environnante. Ce contexte biogéographique exceptionnel en zone tempérée fait de cette tourbière un îlot boréal dans le Québec méridional. De tels sites vraisemblablement intègres demeurent prometteurs pour la découverte d'espèces probables dans la province et qui n'ont encore jamais été répertoriées. Comme candidates potentielles, aux noms communs provisoires, la cordulie charmante (*Dorocordulia lepida*) et la cordulie annelée sont à surveiller, étant établies dans certains États frontaliers de la Nouvelle-Angleterre. Par ailleurs, l'observation de la chaleureuse, de l'agrion d'Anna et de l'agrion civil, trois espèces nouvellement arrivées au Québec, constitue un des faits notables de cette étude. Il rend compte de l'évolution des systèmes naturels et de la dynamique des populations.

La tourbière minérotrophe structurée du parc national de Frontenac constitue un biotope remarquable ayant échappé au développement de l'agriculture et de l'exploitation de la tourbe. La protection de tels refuges dans le sud du Québec devient primordiale afin de surveiller le devenir d'espèces en péril et vulnérables et de populations reliques face au réchauffement climatique anticipé et à l'expansion d'espèces colonisatrices.

Remerciements

L'auteur désire remercier Michel Savard, responsable de l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec, pour les propositions judicieuses apportées à la révision du manuscrit.



Alain Mochon



Alain Mochon

Figure 9. Libellules de la famille des *Æschnides*: a) l'æschne à zigzags (*Aeshna sitchensis*) ♂ 27.vi.2015; b) l'æschne subarctique (*Aeshna subarctica*) ♂ 4.viii.2015, à peine extraite de son exuvie.

Pour son appui à l'identification d'exuvies, il tient tout particulièrement à exprimer sa gratitude à Caroline Piché (†1972-2017). Décédée en janvier dernier, Caroline était une naturaliste gatinoise passionnée de libellules qui a su contribuer à l'avancement de l'odonatologie au Québec (voir Piché et Hutchinson, 2016. *Le Naturaliste canadien*, vol. 140, n° 1).

Des remerciements sont aussi adressés à Denise Tousignant, rédactrice en chef de la revue et à son équipe de réviseurs, Christian Hébert, Bruno Drolet et un évaluateur anonyme, pour avoir commenté le manuscrit, ainsi qu'à l'équipe du parc national de Frontenac, dont Louis Laferrière, responsable du service de la conservation et de l'éducation, pour le support logistique à la réalisation de ce projet. ◀

Références

- AVARD, A., M. LAROQUE et S. PELLERIN, 2013. Perturbations des tourbières de la région de Bécancour, Centre-du-Québec, entre 1966 et 2010. *Le Naturaliste canadien*, 137 (1): 8-15.
- BLUST, M. et B. PFEIFFER, 2015. The Odonata of Vermont. *Bulletin of American Odonatology*, 11 (3-4): 69-119.
- BRIED, J.T., C. HASSALL, J.P. SIMAIKA, J.D. CORSER et J. WARE, 2015. Directions in dragonfly applied ecology and conservation science. *Freshwater science*, 34 (3): 1020-1022. doi: 10.1086/692393.
- BRODEUR, J., G. LEMELIN et M. SAVARD, 2014. Addition d'une 146^e espèce de libellule à la liste du Québec. *Bulletin de l'entomofaune*, n° 47: 14.
- BRUNELLE, P.M., 2013. Odonate survey results (2012 and 2013): Appendix G. Goldboro LNG Projet, prepared for AMEC Earth and Environmental. Disponible en ligne à: <https://novascotia.ca/nse/ea/goldboro-lng/Appendix-G-OdonateSurvey.pdf>. [Visité le 29-11-16].
- BRUNELLE, P.M. et P.G. DE MAYNADIER, 2005. The Maine damselfly and dragonfly survey: A final report. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Augusta, 31 p.
- BUIDIN, C. et Y. ROCHEPAULT, 2008. Habitat des larves de la libellule *Somatochlora brevicincta* Robert en Minganie, Québec, Canada. *Le Naturaliste canadien*, 132 (2): 30-37.
- CARLE, F.L., 1993. *Sympetrum janeæ* spec. nov. from eastern North America, with a key to nearctic *Sympetrum* (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 22: 1-16.
- CATLING, P.M., R.A. CANNINGS et P.M. BRUNELLE, 2005. An annotated checklist of the odonata of Canada. *Bulletin of American Odonatology*, 9(1): 1-20.
- DOMAINE, É., N. DESROSIERS et B. SKINNER, 2010. Les insectes susceptibles d'être désignés menacés ou vulnérables au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 134 (2): 16-26.
- DUBOIS, B., 2005. Damselflies of the north woods. Kollath-Stensaas publishing, Duluth, 132 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2015. Rapport de données mensuelles pour 2015, Thetford Mines, Québec. Disponible en ligne à: http://climat.meteo.gc.ca/climate_data/monthly_data_f.html?hlyRange=%7C&dlyRange=1960-04-01%7C2016-07-31&mlyRange=1960-01-01%7C2016-07-01&StationID=5542&Prov=QC&urlExtension=_f.html&searchType=stnProv&ptLimit=yearRange&StartYear=2015&EndYear=2016&selRowPerPage=25&Line=261&lstProvince=QC&timeframe=3&Month=7&Day=28&Year=2015#. [Visité le 28-11-16].
- GTNTH (Groupe de travail national sur les terres humides), 1997. Système de classification des terres humides du Canada. 2^e édition. Warner, B.G. et C.D.A. Rubec (édit.), Université de Waterloo, Waterloo, 68 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. et B. MÉNARD, 2016. Naïades et exuvies des libellules du Québec: Clé de détermination des genres. Entomofaune du Québec (EQ) inc., Saguenay, 71 p.
- JONES, C.D., A. KINGSLEY, P. BURKE et M. HOLDER, 2008. Field guide to dragonflies and damselflies of Algonquin Park and the surrounding area. The friends of Algonquin Park, Whitney, 263 p.
- KALKMAN, V.J., V. CLAUSNITZER, K.-D.B. DIJKSTRA, A.G. ORR, D.R. PAULSON et J. VAN TOL, 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 351-363. doi: 10.1007/s10750-007-9029-x.
- LAM, E., 2004. Damselflies of the Northeast: A guide to the species of eastern Canada and the northeastern United States. Biodiversity books, Forest Hill, 96 p.
- LAVOIE, M., 1998. Dynamique de l'entourbement et fluctuations des niveaux lacustres postglaciaires au Québec méridional. Thèse présentée à la Faculté des arts et des sciences de l'Université de Montréal, 302 p.
- LAVOIE, M. et P.J.H. RICHARD, 2000. The role of climate on the developmental history of Frontenac Peatland, southern Quebec. *Canadian Journal of Botany*, 78: 668-684.
- MEAD, K., 2009. Dragonflies of the north woods. 2^e édition. Kollath-Stensaas publishing, Duluth, 193 p.
- NATURESERVE, 2015. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life (Web application). NatureServe, Arlington. Disponible en ligne à: <http://explorer.natureserve.org/>. [Visité le 30-11-16].
- NEEDHAM, J.G., M.J. WESTFALL, Jr. et M.L. MAY, 2014. Dragonflies of North America: The Odonata (Anisoptera) fauna of Canada, the continental United States, northern Mexico and the Greater Antilles. 3^e édition, Scientific publishers, Gainesville, 657 p.
- PAULSON, D.R., 2011. Dragonflies and damselflies of the East. Princeton field guides, Princeton, 538 p.
- PAULSON, D.R. et S.W. DUNKLE, 2016. A checklist of North American Odonata: Including English name, etymology, type locality, and distribution. Johnson, J. (édit.) Occasional paper No. 56 (révisé complètement en 2009; mis à jour en 2012, puis en 2016), Slater museum of natural history, University of Puget Sound, Tacoma, 86 p.
- PILON, J.G. et D. LAGACÉ, 1998. Les odonates du Québec: traité faunistique. Entomofaune du Québec inc., Chicoutimi, 367 p.
- QUÉBEC, 2006. Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Disponible en ligne à: <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>. [Visité le 30-11-16].
- RICHARD, P.J.H., 1992. Étude paléoécologique de la tourbière structurée du parc de Frontenac. Rapport préparé pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, gouvernement du Québec, Québec, 22 p. + figures.
- ROBERT, A., 1954. Un nouveau *Somatochlora* subarctique (Odonates, Corduliidae). *The Canadian Entomologist*, 86: 419-422.
- 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., 2013a. Dates record de vol des 144 espèces de libellules inventoriées au Québec (Odonata). Initiative pour un atlas des libellules du Québec, Entomofaune du Québec (EQ) inc., Saguenay, 6 p.
- SAVARD, M., 2013b. 4^e rencontre annuelle des participants à l'Initiative pour un atlas des libellules du Québec. *Bulletin de l'entomofaune*, n° 45, 17-18.
- 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.
- WESTFALL, M.J., Jr. et M.L. MAY, 2006. Damselflies of North America, revised edition. Scientific publisher, Gainesville, 503 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 Natural Heritage Program, Albany, 324 p.
- WHITE, E.L., P.D. HUNT, M.D. SCHLESINGER, J.D. CORSER et P.G. DE MAYNADIER, 2014. A conservation status assessment of Odonata for the northeastern United States. New York Natural Heritage Program, Albany, 44 p.

Découverte de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*) au Canada et reconsidération de la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*) au Québec, deux espèces rhéophiles de libellules

Michel Savard, Majella Larochelle et Jean-Marie Perron

Résumé

La pêche d'une naïade de la cordulie tricoteuse (Odonata: Corduliidae: *Somatochlora filosa*), le 7 septembre 2016 à Sainte-Catherine-de-Hatley, en Estrie, au Québec, représente une première mention de l'espèce au Canada. Fort méconnu, l'habitat de reproduction de cette espèce est rapporté pour la deuxième fois en Amérique du Nord. La découverte inattendue de cette population relique, isolée de 575 km au nord de son aire de répartition connue, soulève un questionnement sur la composition originelle de l'odonatofaune de la sous-zone de la forêt décidue du Québec, la plus perturbée depuis la colonisation et l'exploitation du territoire par les humains pour ses ressources naturelles. De plus, la cordulie linéaire (*S. linearis*) est ramenée dans la liste des espèces d'odonates du Québec, sur la base de l'authentification du spécimen capturé en 1877 par l'abbé Léon Provancher. Trois autres espèces rhéophiles de cordulies pourraient habiter les sources et les ruisseaux forestiers du sud de la province.

MOTS CLÉS : Canada, conservation, habitat, Odonata, *Somatochlora filosa*, *Somatochlora linearis*, *Somatochlora tenebrosa*

Abstract

The collection of a nymph of the fine-lined emerald (Odonata: Corduliidae: *Somatochlora filosa*) on September 7, 2016 in Sainte-Catherine-de-Hatley, in the Estrie region of Québec, provides the first record of this species for Canada. The breeding habitat of the fine-lined emerald in North America is poorly known, and is reported here for only the second time. The unexpected discovery of a relic population, 575 km north of its previously known range, raises questions concerning the original composition of the odonatological fauna of the hardwood forest subzone of Québec – an ecosystem that has been considerably altered since human colonization of the area and the exploitation of natural resources. In addition, during the present study, the mocha emerald (*S. linearis*) specimen collected by Léon Provancher in Saint-Hyacinthe in 1877 was authenticated, and the species reinstated to the list of Odonata of Québec. Finally, it is suggested that 3 other rheophilic emerald species could inhabit forest springs and streams in the southern part of the province.

KEYWORDS : Canada, conservation, habitat, Odonata, *Somatochlora filosa*, *Somatochlora linearis*, *Somatochlora tenebrosa*

Introduction

Les cordulies du genre *Somatochlora* sont des bijoux de libellules, avec leurs yeux émeraude et leur corps aux reflets vert métallique. Elles sont associées aux écosystèmes tourbeux en région nordique ainsi qu'aux ruisseaux ombragés et aux sources fraîches en zone plus tempérée. Pour chasser leurs proies, les naïades rampent, à demi enfouies, sur les fonds organiques, vaseux ou sablo-limoneux. La maturation et l'accouplement des adultes dépendent d'un couvert forestier. La femelle pond en solitaire sur un sol minéral ou végétal humide, ou encore directement à la surface de l'eau, grâce à un appareil spécialisé de ponte dont la forme de la lame vulvaire varie grandement selon les espèces.

Ce genre d'anisoptères est le plus riche de la famille des Cordulides (Odonata: Corduliidae), avec 43 espèces décrites, dont 26 en Amérique du Nord et 17 en Eurasie, y compris 6 en Europe (Schorr et Paulson, 2016; Needham et collab., 2014; Dijkstra, 2015). Au Québec, Pilon et Lagacé (1998) et Savard (2011) rapportent 14 espèces, dont 2 considérées comme rares,

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

Majella Larochelle est un botaniste consultant, spécialisé en biologie des semences et en phytosociologie des milieux humides et alpins. Naturaliste blogueur <<http://biodiversite-outaouais.blogspot.ca>>, il collabore activement aux inventaires de l'odonatofaune et de la flore outaouaises.

majella.larochelle@gmail.com

Jean-Marie Perron, D. Sc., est professeur émérite à l'Université Laval et conservateur invité aux Collections Provancher. Il dirige les Cahiers Léon-Provancher aux éditions d'Entomofaune du Québec et il contribue activement à l'inventaire de l'odonatofaune des régions de la Capitale Nationale et du sud-est du Québec.

perronjm@videotron.ca

en plus d'une mention controversée datant du 19^e siècle, la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*), reconsidérée dans cet article. Les inventaires suscités depuis 2010 par l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec* ont en outre permis la découverte fortuite d'une espèce inattendue dans la province, la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*), jamais signalée auparavant au Canada. Cette addition soulève des questions sur la composition originelle de l'odonofaune des territoires du sud du Québec, les plus modifiés par l'activité humaine.

Groupement des espèces du genre *Somatochlora*

La grande richesse spécifique des cordulies du genre *Somatochlora* exprime leur adaptation aux nombreux types d'écosystèmes soumis à l'entournement. D'après la morphologie des naïades et leur mode de vie subaquatique, les espèces peuvent être séparées en 2 grands groupes :

- les espèces dites « rhéophiles », adaptées aux eaux courantes, ruisselantes ou sourceuses, dont les naïades, peu velues, sont munies d'épines médiodorsales;
- les espèces dites « rhéophobes », adaptées aux eaux stagnantes, dont les naïades, particulièrement velues, sont dépourvues d'épines médiodorsales.

Les espèces rhéophobes, à répartition typiquement nordique ou alpine, se divisent en 2 sous-groupes bien différenciés non seulement par les similitudes anatomiques du labium des naïades, des cerques des mâles adultes et de la lame vulvaire de la femelle adulte, mais aussi par leur mode de vie.

Le premier sous-groupe réunit les espèces dites « lacustres », c'est-à-dire adaptées aux eaux permanentes des lacs et des grandes mares de tourbières. Ce regroupement correspond au « groupe *alpestris* » de Walker (1925), faisant référence à leur affiliation avec une espèce européenne. Les cerques du mâle de ces espèces, vus de dessus, ont la forme typique d'une lyre. Sept espèces nord-américaines font partie de ce groupe : la cordulie annelée (*S. albicincta*), la cordulie de Robert (*S. brevicincta*), la cordulie ceinturée (*S. cingulata*), la cordulie septentrionale (*S. septentrionalis*), la cordulie de Whitehouse (*S. whitehousei*), la cordulie hudsonienne (*S. hudsonica*) et la cordulie holarctique (*S. sahlbergi*); les deux dernières ne se trouvent que dans les territoires à l'ouest de la baie d'Hudson.

Le second sous-groupe réunit les espèces dites « palustres », c'est-à-dire adaptées aux eaux temporaires des marais tourbeux, des mares vaseuses et des étangs vernaux, correspondant au « groupe *arctica* » de Walker (1925). Les cerques du mâle de ces espèces, vus de dessus, ont la forme typique de forceps. Cinq espèces nord-américaines font partie de ce groupe : la cordulie fourchue (*S. forcipata*), la cordulie de Franklin (*S. franklini*), la cordulie incurvée (*S. incurvata*), la cordulie de Kennedy (*S. kennedyi*) et la cordulie des Rocheuses (*S. semicircularis*); la dernière, comme son nom l'indique, ne se trouve pas au Québec.

Les espèces rhéophiles, quant à elles, ont globalement une répartition s'étendant plus vers le sud et elles sont beaucoup plus diversifiées au plan anatomique. Ce complexe

Tableau 1. Groupement des espèces rhéophiles de cordulies septentrionales du genre *Somatochlora* en Amérique du Nord.

Groupe	Espèces (vue latérale de l'extrémité de l'abdomen du mâle, à gauche, et de la femelle, à droite)	Répartition géographique		
		Amérique du Nord	Ontario	Québec
S1 Cerques du mâle élancés; hamules équarris; lame vulvaire évasée	Cordulie mineure <i>Somatochlora minor</i> 	Transcontinentale	Largement répartie, sauf dans l'extrême sud	Commune dans les zones subarctique, boréale et tempérée mixte; rare dans la zone tempérée feuillue
	Cordulie allongée <i>Somatochlora elongata</i> 	Grands-Lacs et Appalaches	Surtout au nord des lacs Huron et Supérieur	Commune dans les zones boréale et mixte; rare dans la zone tempérée feuillue
S2 Cerques du mâle renflés et portant une touffe de poils; hamules repliés; lame vulvaire plus ou moins effilée	Cordulie de Walsh <i>Somatochlora walshii</i> 	Transcontinentale	Largement répartie, sauf dans l'extrême sud	Commune dans toutes les zones bioclimatiques, excepté l'arctique
	Cordulie de Williamson <i>Somatochlora williamsoni</i> 	Grands-Lacs et Appalaches	Largement répartie	Commune dans les zones boréale, tempérée mixte et tempérée feuillue

d'espèces, aussi dénommé « groupe *metallica* » par Walker (1925), comprend 2 paires d'espèces homologues dans les régions septentrionales de l'Amérique du Nord (tableau 1) et, dans les régions méridionales, 3 paires d'espèces homologues en plus d'un groupe de 4 espèces à répartition restreinte (tableau 2). Ce pairage d'espèces à répartition plus nordique, l'une de petite et l'autre de grande taille (figure 1; S1, S2 et M1 à M3), résulterait d'une spéciation engendrée lors des premières périodes glaciaires survenues sur le continent nord-américain durant le Pléistocène. Ayant échappé à la dernière glaciation, les espèces méridionales de cordulies sont considérées comme d'antiques reliques (Walker, 1925) appartenant à la faune appalachienne et côtière de l'Est (Scudder, 1979). Ce sous-groupe retiendra l'attention dans cet article.

Vulnérabilité des espèces rhéophiles du genre *Somatochlora*

Historiquement, la déforestation et la pollution, conséquentes au développement pionnier et à l'industrialisme, auraient grandement affecté la survie des espèces méridionales de cordulies, ce qui expliquerait leur répartition éparse observée actuellement sur le territoire habité nord-américain. La raréfaction de leurs populations a été constatée dès le début du 20^e siècle (Walker, 1925), alors que les espèces n'étaient pas encore toutes décrites.

Dans sa synthèse, Walker (1925) indique que ces espèces rhéophiles étaient peu représentées dans les collections entomologiques :

[...] elles sont toutes plus ou moins rares et elles se trouvent uniquement là où les conditions originales de leur environnement ont été peu perturbées. Quand les forêts sont coupées et les ruisseaux drainés, ou que leur débit devient irrégulier et que l'eau devient turbide ou polluée, elles disparaissent aussitôt (traduction libre).

De nos jours, bien que certaines cordulies puissent temporairement profiter d'ornières et de fossés ombragés, les espèces rhéophiles qui partagent l'écoumène des humains sont souvent considérées, par les organismes de conservation (NatureServe, 2017), comme préoccupantes, vulnérables ou en péril à l'échelle d'un état ou d'une province. En perturbant le couvert forestier et la circulation des eaux de surface et souterraines, des pratiques d'aménagement du territoire compromettent la conservation de populations survivantes, mais non encore inventoriées, avec un impact négatif sur la biodiversité.

La découverte de la cordulie tricoteuse et la présence historique de la cordulie linéaire dans les domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer cordiforme et de l'érablière à tilleul de la sous-zone de la forêt décidue du Québec (Saucier et collab., 2011) révèlent une richesse insoupçonnée de l'odonatofaune inféodée aux ruisseaux forestiers, aux laggs ceinturant les tourbières et à l'habitat du castor.

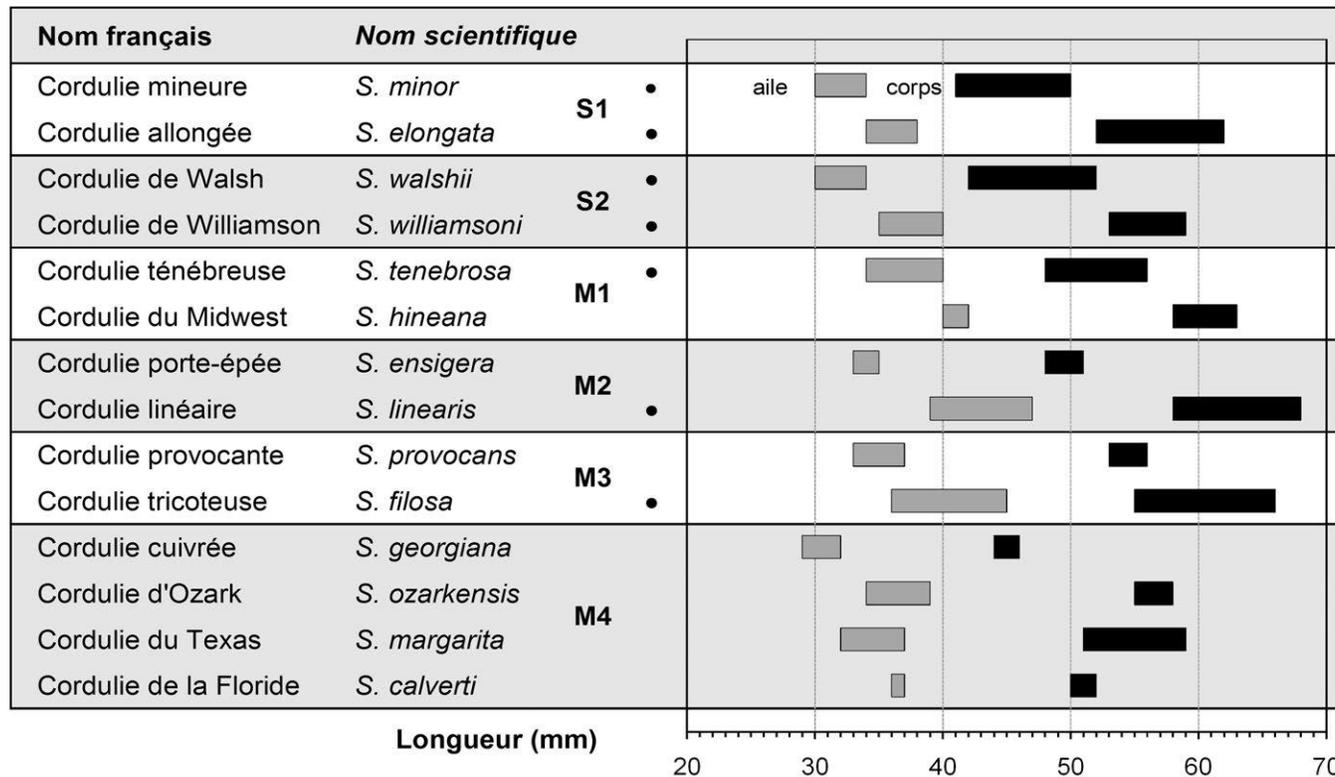
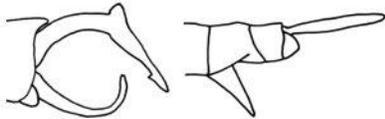
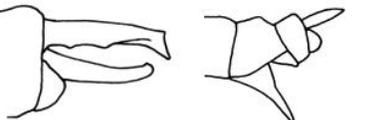
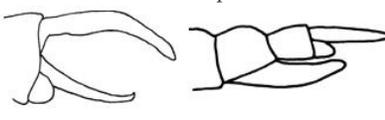


Figure 1. Taille et groupement des espèces rhéophiles de cordulies du genre *Somatochlora* en Amérique du Nord. Longueur de l'aile postérieure [barre grise], selon Paulson (2011) sauf pour *S. walshii* en Colombie-Britannique (Walker et Corbet, 1975). Longueur totale du corps [barre noire], selon Paulson (2011) sauf pour *S. tenebrosa* au Québec (Walker et Corbet, 1975). Le point noir indique une espèce inventoriée au Québec.

Tableau 2. Groupement des espèces rhéophiles de cordulies méridionales du genre *Somatochlora* en Amérique du Nord.

Groupe	Espèces (vue latérale de l'extrémité de l'abdomen du mâle, à gauche, et de la femelle, à droite)	Répartition géographique		
		Amérique du Nord	Ontario	Québec
M1 Cerques du mâle en forme de mousqueton; lame vulvaire triangulaire	Cordulie ténébreuse <i>Somatochlora tenebrosa</i> 	Zone Centre et Nord des Appalaches, remontant la plaine côtière jusqu'au sud du Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse	Plusieurs populations dans la péninsule ontarienne	24 lieux connus (tableau 3), jusqu'à Fossambault-sur-le-Lac en Capitale-Nationale
	Cordulie du Midwest <i>Somatochlora hineana</i> 	Midwest américain	Une seule population au nord-ouest de la péninsule ontarienne	Non inventoriée (suspectée dans la vallée de l'Outaouais)
M2 Cerques du mâle en forme de manche d'épée; lame vulvaire effilée	Cordulie porte-épée <i>Somatochlora ensigera</i> 	Zone tempérée des Prairies, jusqu'au versant Ouest des Appalaches	Une mention datant de 1959, au nord-ouest de la péninsule ontarienne	Non inventoriée (suspectée dans la vallée de l'Outaouais)
	Cordulie linéaire <i>Somatochlora linearis</i> 	Zone Sud et Centre des Appalaches, remontant la plaine côtière jusqu'au Massachusetts	Quelques populations au sud-ouest de la péninsule ontarienne	Une mention de Provancher, datant de 1877, en Montérégie
M3 Cerques du mâle digitiformes; lame vulvaire spatulée	Cordulie provocante <i>Somatochlora provocans</i> 	Zone Sud des Appalaches, remontant la plaine côtière jusqu'au New-Jersey	Non inventoriées	Non inventoriée (suspectée au sud des Appalaches)
	Cordulie tricoteuse <i>Somatochlora filosa</i> 			Présente mention en Estrie
M4 Morphologie semblable au groupe M3; répartition restreinte	Cordulie cuivrée <i>Somatochlora georgiana</i>	Sud de la plaine côtière	Présence improbable	Non suspectées Présence improbable
	Cordulie d'Ozark <i>Somatochlora ozarkensis</i>	Région d'Ozark		
	Cordulie du Texas <i>Somatochlora margarita</i>	Texas et Louisiane		
	Cordulie de la Floride <i>Somatochlora calverti</i>	Nord-Ouest de la Floride		

La cordulie tricoteuse : une première mention canadienne

Le 7 septembre 2016, à l’occasion d’une pêche improvisée aux naïades dans un ruisseau tributaire du lac Magog, à Sainte-Catherine-de-Hatley, en Estrie, au Québec, le second auteur ramena au domicile une douzaine de spécimens vivants dans le but de les faire émerger.

Dans ce lot, se trouvaient 11 naïades de la famille des Libellulides – toutes de la même espèce, la gracieuse (*Libellula pulchella*), déterminées par Benoît Ménard – et une seule naïade de la famille des Cordulides. Celle-ci a émergé en vivarium 10 jours après la pêche : l’adulte s’est avéré être une femelle

de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*), déterminée par le premier auteur. L’exuvie a été malencontreusement perdue.

La taille du spécimen québécois, avec une longueur totale de 65 mm (incluant les cerques de 4,5 mm) et une longueur d’ailes de 44,5 mm, se situe parmi les plus grandes mesurées (rf. Walker, 1925; Paulson 2011). La femelle adulte de la cordulie tricoteuse se remarque par sa grande taille, sa silhouette élancée, son corps sombre, sa face largement jaune (clypéus et labre; figure 2a et b), sa tache mésépimérale mince, effacée et blanchâtre (figure 2e) ainsi que par la forme singulière de la lame vulvaire (figure 2c et d). Le secteur costal des ailes est ambré de la base à l’apex, un caractère propre aux individus ténéraux (figure 2f).

Michel Savard

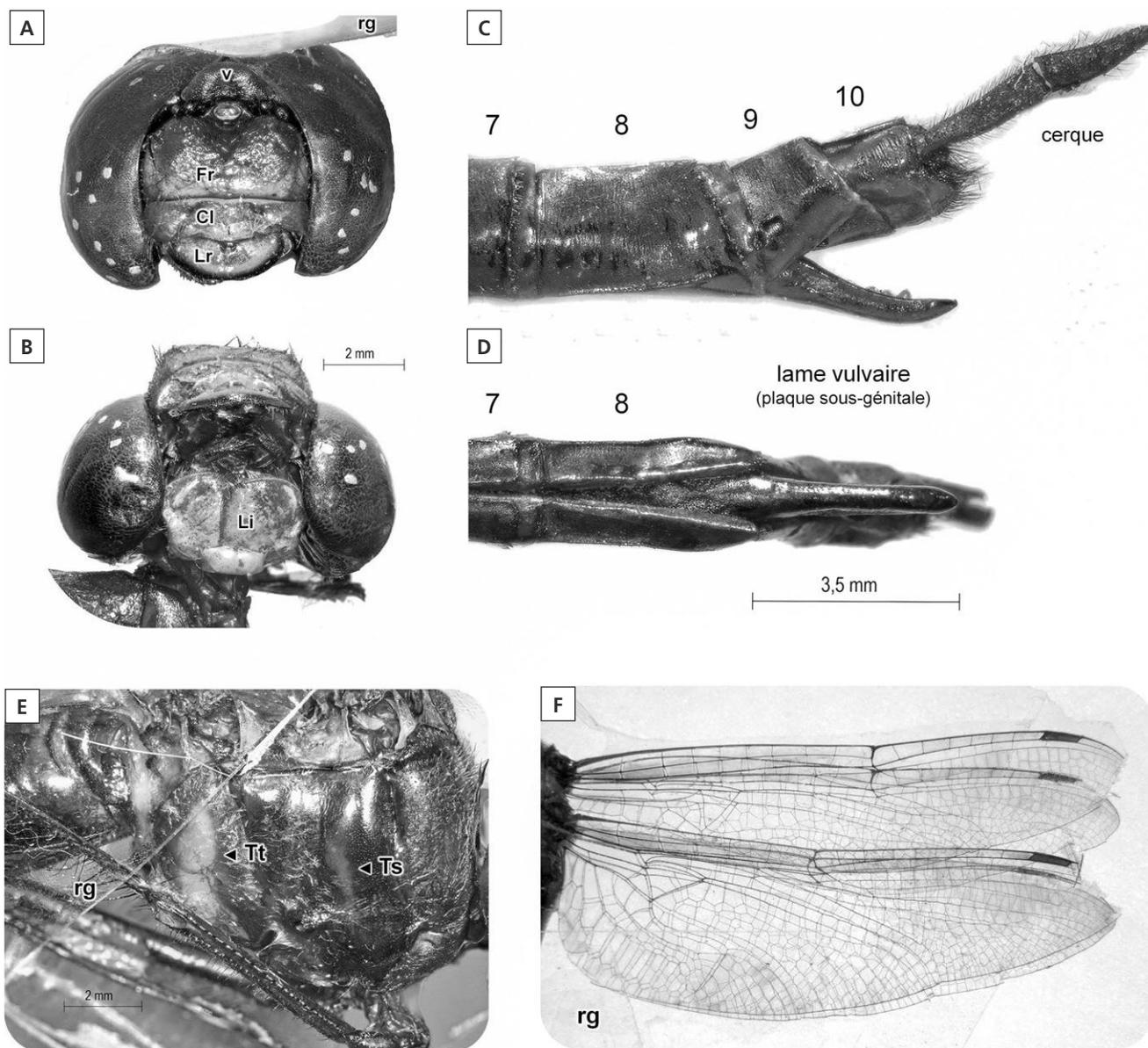


Figure 2. Spécimen femelle de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*), peu après l’émergence, provenant d’un ruisseau tributaire du lac Magog, à Sainte-Catherine-de-Hatley, Québec. a) tête, en vue frontale; b) tête, en vue ventrale; c) extrémité de l’abdomen, en vue latérale; d) extrémité de l’abdomen, en vue ventrale; e) thorax, côté droit en vue latérale; f) ailes repliées. v: vertex; Fr: front; Cl: clypéus; Lr: labre; Li: labium; rg: ruban gommé; 7 à 10: segments abdominaux; Ts: tache mésépimérale ou tache latérale antérieure; Tt: tache métépimérale ou tache latérale postérieure.

Le nom français de cette espèce s'inspire cependant de la description originale du mâle (Hagen, 1861), faisant allusion à ses cerques en forme de crochet à tricoter, unique dans le genre.

Les adultes de la cordulie tricoteuse sont généralement observés en vol d'alimentation ou de patrouille, haut dans les airs, à proximité d'un ruisseau forestier (Paulson, 2011). L'habitat préférentiel de reproduction demeure cependant fort méconnu. En fait, il n'est documenté que par une seule observation sur la ponte d'une femelle rapportée en Géorgie, aux États-Unis (Beaton et Stevenson, 2006). Soulignons que la description de la naïade reposait sur des élevages en aquarium à partir d'un prélèvement d'œufs libérés par une femelle captive (Dunkle, 1977). La présente mention au Québec (et au Canada) apporte donc des renseignements précieux.

Le site de pêche (lat. 45,2690° N; long. 72,0483° O) se situe à une dizaine de mètres en amont de l'embouchure d'un ruisseau permanent d'une largeur d'au plus 3 m, alimenté par la résurgence de la nappe phréatique au pied d'un escarpement schisteux d'environ 6 m de dénivellation. Le ruisseau coule sous le couvert ombragé d'une érablière sans tilleuls d'Amérique (*Tilia americana*), avec des bouleaux à papier (*Betula papyrifera*) matures et quelques aulnes rugueux (*Alnus incana*) poussant sur les berges. Selon les témoignages locaux, ce boisé aurait échappé jusqu'à nos jours à une coupe totale. La naïade a été pêchée à une profondeur de 20 à 30 cm, en enfonçant le filet-passoire dans le lit sableux d'une section du ruisseau. Cette description du milieu concorde fidèlement au biotope décrit par Beaton et Stevenson (2006).

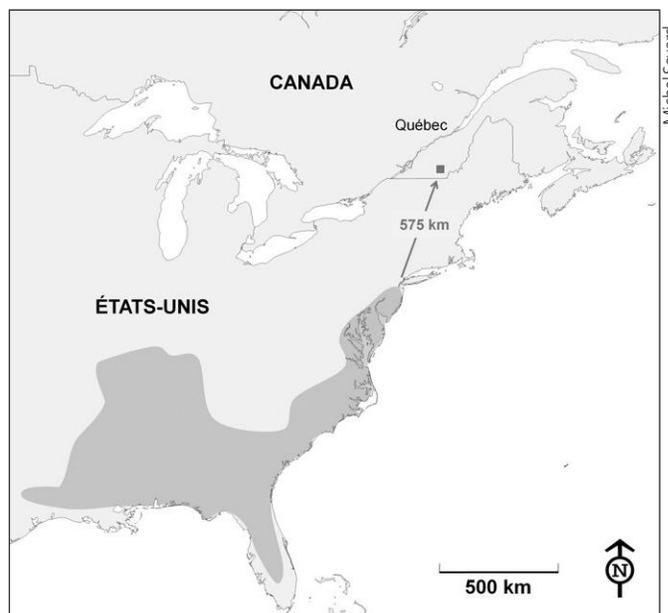
Une relique de l'optimum climatique de l'Holocène

La présence de la cordulie tricoteuse dans le sud des Appalaches québécoises peut s'expliquer par la progression de l'espèce le long de la plaine Atlantique, il y a de 6 000 à 3 000 ans, c'est-à-dire lors de l'optimum climatique de l'Holocène en Amérique du Nord (Viau et collab., 2006). Le site de sa découverte au Québec se situe d'ailleurs dans l'axe de la voie de pénétration naturelle de la vallée du fleuve Connecticut (Scudder, 1979). Cette population, isolée de 575 km au nord de son aire actuelle de répartition (figure 3), pourrait être considérée comme une véritable relique paléoclimatique ayant subsisté, jusqu'à nos jours, dans un environnement et un microclimat favorables.

Pareillement, son homologue de plus petite taille, la cordulie provocante (*Somatochlora provocans*), qui épouse la même répartition géographique aux États-Unis, a pu vraisemblablement occuper le sud-est du Québec vers le milieu de l'Holocène. Il pourrait donc persister, au sud des Appalaches québécoises et de la Nouvelle-Angleterre, des populations reliques de cette espèce jumelle.

Reconsidération de la présence de la cordulie linéaire au Québec

Vers la fin du 19^e siècle, l'abbé Léon Provancher avait rapporté la présence d'une autre espèce rhéophile au Québec: la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*; sous le nom de genre



Michel Savard

Figure 3. Répartition de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*): aire connue (rose), d'après Abbott (2006-2017), et découverte de l'espèce en 2016 à Sainte-Catherine-de-Hatley au Québec (carré), 575 km au nord de East-Brunswick, au New Jersey, dans l'axe de la vallée du fleuve Connecticut.

Cordulia dans Hagen, 1861): « Ce bel insecte a été capturé à St. Hyacinthe. Les seules localités où on l'avait signalé jusqu'à ce jour étaient la Georgie, la Pennsylvanie et St. Louis. » C'est au cours de l'été 1877 qu'il captura une femelle dont la description détaillée correspond fidèlement à l'espèce (Provancher, 1878). Le spécimen, sans tête et sans cerques, se trouve toujours dans la deuxième collection entomologique de Provancher hébergée à l'Université Laval.

La détermination de l'espèce ne fait aucun doute. La lame vulvaire, triangulaire et effilée, d'une longueur égale à celle du 9^e segment abdominal, la distingue des autres espèces semblables, en particulier de la cordulie de Williamson (*Somatochlora williamsoni*) avec laquelle elle pourrait être confondue (figure 4). En outre, les dimensions des ailes postérieures du spécimen, de 13 mm de largeur maximale par 44 mm de longueur, ainsi que du 5^e segment abdominal, de 7,1 mm de longueur, correspondent à la taille caractéristique de cette grande espèce de cordulie (rf. Walker, 1925).

L'étiquette, épinglée avec le spécimen, est celle d'origine: nous reconnaissons l'écriture de Provancher et le cadre rouge imprimé selon ses instructions; depuis 1877, le naturaliste utilisait ces étiquettes pour distinguer sa deuxième collection de sa première vendue au Gouvernement du Québec (Perron, 2012). Provancher avait inscrit le nom de genre *Epitheca*, comme c'était l'usage jusque vers la fin du 19^e siècle. Le sous-genre *Somatochlora*, introduit en 1871 par l'odonatologiste belge Edmond de Sélys-Longchamps, a été élevé au rang de genre en 1890 par l'entomologiste britannique William Forsell Kirby (rf. Walker, 1925).

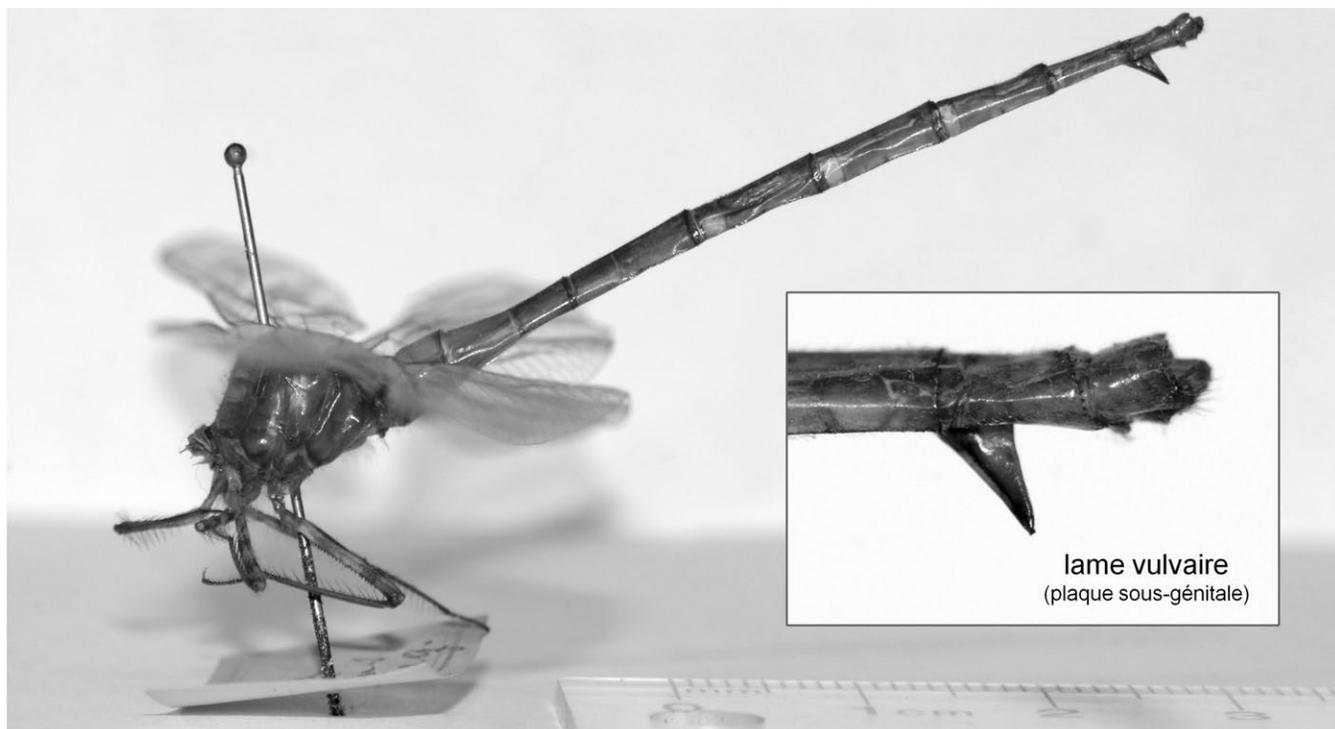


Figure 4. Spécimen de la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*), une femelle ténérale capturée en 1877 par l'abbé Léon Provancher à Saint-Hyacinthe, au Québec, conservé dans les Collections Provancher de l'Université Laval, Québec.

Fait nouveau : notre examen du spécimen révèle un individu au stade ténéral, c'est-à-dire un imago ayant émergé peu de temps avant sa capture, au tégument peu pigmenté (figure 4). Cette condition atteste de l'établissement vraisemblable d'une population non loin du site de capture.

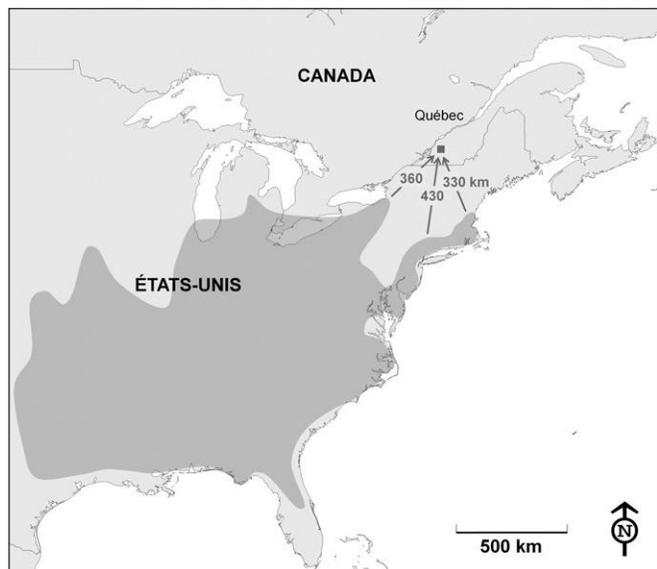
Dans ses publications, Provancher ne rapporte aucun voyage aux États-Unis lors de l'année de capture, mais il signale une visite le 14 août 1877, à Saint-Hyacinthe, où il a fait une chasse entomologique en compagnie de son grand ami et collaborateur l'abbé François-Xavier Burque, professeur au Séminaire de Saint-Hyacinthe (Provancher, 1877). C'est donc possiblement à cette date, coïncidant avec la période de vol de la cordulie linéaire, que le spécimen a été capturé.

L'origine de la controverse sur la présence de l'espèce au Québec provient des publications d'Edmund M. Walker, professeur de zoologie à l'Université de Toronto, qui était convaincu que la répartition de la cordulie linéaire ne se limitait qu'à la zone faunique Carolinienne (Walker et Corbet, 1975). Dans sa monographie sur le genre *Somatochlora*, Walker (1925) opine qu'une erreur d'étiquetage du spécimen aurait pu se glisser. Ce n'est pas le cas selon nos vérifications; l'auteur ignorait sans doute la publication de Provancher de 1878, laquelle n'apparaît pas dans sa bibliographie. Plus tard, il inclut néanmoins l'espèce dans sa liste préliminaire pour la province de Québec, en suggérant cette fois qu'il pourrait s'agir d'un individu erratique provenant du sud (Walker, 1934). Walker, qui avait examiné le spécimen en 1914, ne se souvenait peut-être pas, 20 ans plus tard, qu'il s'agissait d'un individu ténéral. En outre, on sait maintenant que les grandes espèces

de cordulies s'éloignent peu de leur habitat de reproduction (au plus quelques kilomètres chez *S. hineana*) et qu'elles ne sont pas connues pour effectuer des migrations (U.S. Fish and Wildlife Service, 2001). Au terme de son œuvre, bien que cette grande espèce eût été rapportée tout près des frontières, Walker l'exclut « formellement » de la faune canadienne, faute de données récentes (Walker et Corbet, 1975). Finalement, à partir de 2003, des populations bien établies de la cordulie linéaire sont rapportées au Canada, dans la péninsule ontarienne (Lamond, 2014).

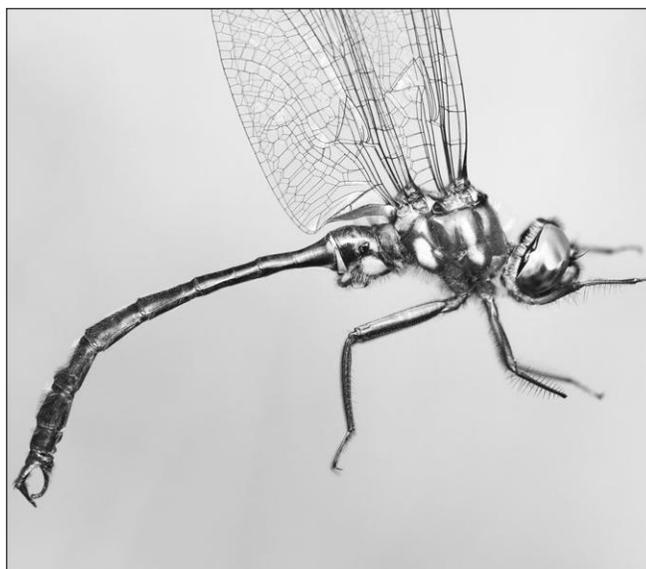
Le statut de la cordulie linéaire au Québec doit donc être reconsidéré selon les connaissances actuelles sur la dispersion, l'écologie et la vulnérabilité des espèces rhéophiles du genre *Somatochlora*. Face à l'authenticité de la mention de Provancher, très bien documentée et supportée par un spécimen de référence toujours existant, la cordulie linéaire retrouve rigoureusement sa place dans la liste des odonates inventoriées historiquement au Québec. Il s'agit de la mention la plus nordique connue de l'espèce (figure 5), probablement une relique paléoclimatique au même titre que la population de la cordulie tricoteuse relatée précédemment.

Depuis l'époque de la colonisation des basses terres du Saint-Laurent, les ruisseaux sourceux de Saint-Hyacinthe ont été fortement perturbés par l'agriculture, l'exploitation historique des sources d'eau minérales, l'érosion de talus et l'urbanisation (Girard, 2004; Mario Comtois, comm. pers.). Il est toutefois envisageable que d'autres populations isolées de la cordulie linéaire aient subsisté aux perturbations anthropiques jusqu'à nos jours, par exemple dans le réseau hydrographique



Michel Savard

Figure 5. Répartition de la cordulie linéaire (*Somatochlora linearis*): aire connue (focée), d'après Abbott (2006-2017), et mention de l'abbé Léon Provancher à Saint-Hyacinthe au Québec en 1877 (carré); à 360 km au nord-est du comté d'Oswego de New York, dans l'axe du fleuve Saint-Laurent; à 430 km au nord du comté de Dutchess de New York, dans l'axe de la vallée du fleuve Hudson; à 330 km au nord-ouest du comté de Rockingham au New Hampshire, dans l'axe de la vallée du fleuve Connecticut.



Alain Côté

Figure 6. Mâle de la cordulie ténébreuse (*Somatochlora tenebrosa*) capturé le 22 juillet 2015 au lac Taylor dans le parc de la Gatineau en Outaouais.

drainant la colline montréalaise de Yamaska, une destination naturaliste fréquentée à l'époque par Provancher et non inventoriée depuis.

La découverte de la cordulie tricoteuse rapportée ici motive à consacrer beaucoup plus d'efforts d'inventaire dans les ruisseaux forestiers du Québec méridional afin de retrouver la cordulie linéaire dans la province, mais aussi découvrir une autre espèce lui étant étroitement apparentée et distribuée plus à l'ouest, la cordulie porte-épée (*Somatochlora ensigera*). L'espèce, qui a déjà été capturée au nord-ouest de la péninsule ontarienne en 1959 (Walker et Corbet, 1975), pourrait bien se trouver dans la vallée de l'Outaouais québécois.

Une sixième espèce de cordulie méridionale au Québec?

La diversité originelle des cordulies rhéophiles qui habitent les ruisseaux ombragés et sourceux dans la sous-zone de la forêt décidue du Québec est méconnue. Parmi les espèces méridionales nord-américaines, outre la cordulie tricoteuse, la cordulie linéaire et leur homologue, seule la cordulie ténébreuse (*Somatochlora tenebrosa*; figure 6), considérée comme rare (Savard, 2011), est occasionnellement capturée, notamment dans les contreforts appalachiens et laurentiens au couvert forestier plus étendu que dans les basses terres du Saint-Laurent. Elle a été rapportée en 24 lieux (tableau 3; figure 7), ce qui représente 15 populations si l'on tient compte d'un rayon de dispersion de 10 km. On remarquera qu'il s'agit

toutes de localités dont l'environnement forestier est bien présent ou bénéficie d'une certaine protection.

L'homologue de la cordulie ténébreuse, la cordulie du Midwest, aussi appelée cordulie de Hine (*Somatochlora hineana*), est une espèce considérée comme en voie de disparition et qui a fait l'objet d'intenses recherches par des instances gouvernementales américaines et canadiennes (U.S. Fish and Wildlife Service, 2001 et 2013; COSEPAC, 2011). Longtemps soupçonnée d'être présente en Ontario, elle a finalement été découverte en 2007 dans cette province (COSEPAC, 2011). Il est également envisageable qu'elle puisse se trouver dans les milieux sourceux entourés de la vallée de l'Outaouais québécois.

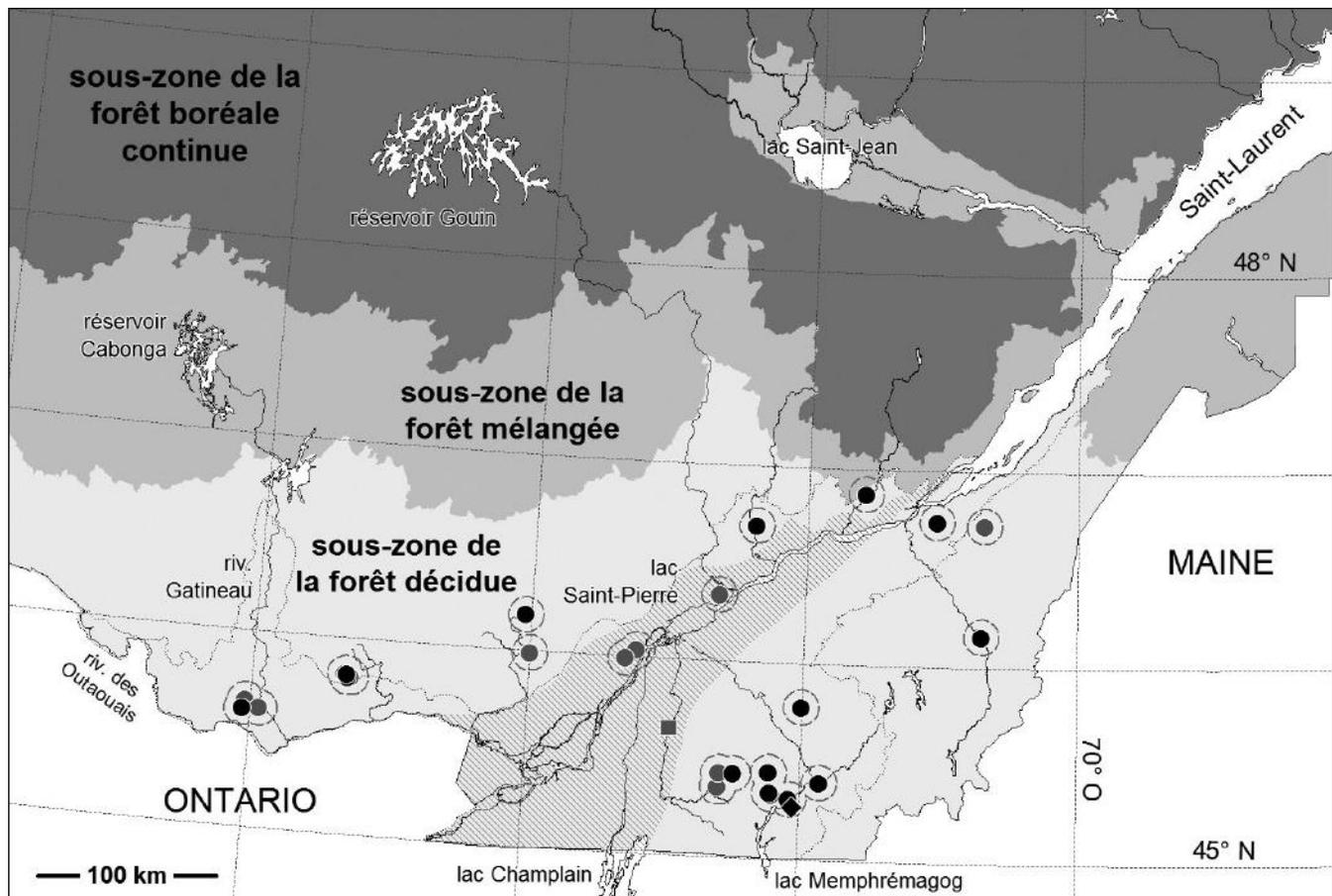
Discussion

La richesse spécifique des cordulies du genre *Somatochlora* au Québec équivaut à celle de toute l'Eurasie. La conjoncture des changements paléoclimatiques, après la déglaciation, et des perturbations anthropiques, depuis la colonisation, qui ont pu perturber les habitats aquatiques utilisés pour la ponte et la croissance des naïades ainsi que les habitats forestiers pour la maturation et l'accouplement des adultes, a probablement grandement affecté les espèces rhéophiles de cordulies méridionales. Les populations occupant originellement les domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer cordiforme et de l'érablière à tilleul du Québec ont pu être décimées par la raréfaction de leur habitat forestier. Jusqu'à maintenant, sur les 6 attendues, seulement 3 espèces ont été inventoriées: la cordulie ténébreuse, la cordulie tricoteuse et la cordulie linéaire, cette dernière étant possiblement extirpée (figure 7).

Puisque les odonatologistes ne s'attardent ordinairement pas à inventorier les petits ruisseaux sourceux en pleine forêt, la découverte inattendue d'une population de la cordulie tricoteuse au Québec, en plus de la confirmation de la présence

Tableau 3. Mentions de la cordulie ténébreuse (*Somatochlora tenebrosa*) au Québec.

Région	Lieu	Coordonnées géographiques	Captures	Source
Capitale-Nationale (1 lieu)	Dans un chemin forestier en marge de la tourbière de Fossambault-sur-le-Lac [mention la plus nordique connue]	Lat. 46,8745°N Long. -71,5757°O	1♂, 19 septembre 2015	Alain Côté, comm. pers.
Chaudière-Appalaches (3 lieux)	Dans un chemin forestier traversant le ruisseau Noir à Saint-Nérée	Lat. 46,7255°N Long. -70,6923°O	1♂, 15 juillet 1973 1♂ 2♀, 16 août 1975	Gagnon (1976, 1977)
	En marge d'une sablière en milieu forestier et tourbeux à Lévis (secteur Pintendre)	Lat. 46,7404°N Long. -71,0448°O	1♀, 23 juillet 2010	Guy Lemelin, comm. pers.
	Dans la clairière d'une érablière traversée par un petit ruisseau de montagne à Saint-Georges-de-Beauce	Lat. 46,1598°N Long. -70,7030°O	1♂, 3 juillet 2014 1♂ 1♀, 13 juillet 2014	Turgeon (2016); Réjean Turgeon, comm. pers.
Estrie (5 lieux)	Dans un ruisseau forestier tributaire du lac des Français à Orford	Lat. 45,4427°N Long. -72,2215°O	1♀, 9 août 2011	Alain Mochon, comm. pers.
	Secteur de l'étang aux Cerises au parc national du Mont-Orford	Lat. 45,3342°N Long. -72,2058°O	1♂, 19 août 2012 2♂, 18 août 2013	Roxanne Sarah Bernard et Mario Comtois, comm. pers.
	Dans un ruisseau de l'arrondissement Rock-Forest-Saint-Élie-Deauville (secteur Deauville) à Sherbrooke	Lat. 45,3082°N Long. -72,0734°O	1♂, 5 septembre 2013	Luc Beaudoin, <i>fides</i> Marie Chapdelaine, musée de la nature et des sciences de Sherbrooke, comm. pers.
	Au centre nature de l'Étang Burbank à Danville	Lat. 45,7785°N Long. -72,0037°O	1♀, 15 juillet 2016	Daniel Cloutier, <i>fides</i> Yolande Bergeron, comm. pers.
	Le long d'une piste cyclable en milieu forestier dans l'arrondissement Fleurimont à Sherbrooke	Lat. 45,3966°N Long. -71,8555°O	1♂, 20 septembre 2016	Vincent Dion, <i>fides</i> Roxanne Sarah Bernard, comm. pers.
Lanaudière (4 lieux)	Dans le secteur des tourbières de Lanoraie	Lat. 45,9920°N Long. -73,2980°O	1♂, 28 juillet 1932 1♀, 2 juillet 1991 1♂, 30 juillet 1991	Gustave Chagnon dans Walker (1934); retrouvée par Pilon et Lagacé (1995), collection Ouellet-Robert de l'Université de Montréal
	Dans le secteur du Petit Bois d'Autray à Lanoraie	Lat. 46,0365°N Long. -73,2193°O	1♂, 1 juillet 1972	Jean-Charles Aubé, <i>fides</i> Jean-Marie Perron, collection de l'Université Laval, et Claude Chantal, comm. pers.
	Au lac Cromwell de la station de biologie de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte	Lat. 45,9890°N Long. -73,9990°O	1 imago, sans date	Pilon et Lebus (1976); spécimen non retrouvé dans la collection Ouellet-Robert de l'Université de Montréal
	Dans un chemin forestier longeant le lac du Marcheur à Notre-Dame-de-la-Merci	Lat. 46,1826°N Long. -74,0415°O	1♂, 28 juillet 2009	Mario Comtois, comm. pers.
Mauricie (2 lieux)	En bordure d'une érablière à Trois-Rivières-Ouest	Lat. 46,3375°N Long. -72,6321°O	1♂, 22 juillet 1987	Côté et Hutchinson (1991)
	Dans un sentier forestier en milieu tourbeux menant au lac à Baril à Saint-Adelphe	Lat. 46,6966°N Long. -72,3765°O	1♀, 14 juillet 2011	Pierrette Charest, comm. pers.
Montérégie (3 lieux)	Au parc écologique du mont Shefford	Lat. 45,3584°N Long. -72,5865°O	1♂, 30 juillet 2000	Jobin et Perron (2004); Jean-Marie Perron, comm. pers.
	Dans le secteur d'un étang à Castors au parc national de la Yamaska	Lat. 45,4322°N Long. -72,5829°O	1♂, 9 juillet 2003	Perron et collab. (2005); Jean-Marie Perron, comm. pers.
	Dans un ruisseau forestier en aval de la tourbière Castagne à Saint-Joachim-de-Shefford	Lat. 45,4286°N Long. -72,4820°O	1♀, 9 juillet 2011	Mochon (2012); Alain Mochon, comm. pers.
Outaouais (6 lieux)	À Sainte-Cécile-de-Masham (sans précision)	Lat. 45,6446°N Long. -76,0362°O	1♀, 8 août 1935	Dr F.P. Ide dans Walker (1934)
	Dans une clairière du lac Brown dans le parc de la Gatineau	Lat. 45,6090°N Long. -75,9330°O	1♂, 20 juillet 1991	Ménard (1996)
	Près de l'embouchure d'un petit ruisseau forestier tributaire du lac Taylor dans le parc de la Gatineau	Lat. 45,6032°N Long. -76,0563°O	1♂, 22 juillet 2015	Alain Côté et Guy Lemelin, comm. pers.
	Le long du chemin forestier menant au lac Saint-Sixte à Mulgrave-et-Derry	Lat. 45,8009°N Long. -75,2893°O	1♂, 26 août 2012 1♂, 12 août 2013 2♂ 2♀, 11 juillet 2015 1♂, 25 juillet 2015 1♀, 31 juillet 2015	Yank (2016); Richard Yank, comm. pers.
	Le long du chemin forestier menant au lac Hawk à Mulgrave-et-Derry	Lat. 45,8168°N Long. -75,3167°O	3♂ 1♀, 15 juillet 2013 1♀, 8 août 2016 1♂, 11 juillet 2016	Yank (2016); Richard Yank, comm. pers.
	Le long du chemin forestier d'Inlet à Mulgrave-et-Derry	Lat. 45,7998°N Long. -75,3080°O	1♀, 19 juillet 2015	Yank (2016); Richard Yank, comm. pers.



Michel Savard

Figure 7. Répartition des 3 espèces rhéophiles de cordulies méridionales inventoriées au Québec. Losange noir: première mention de la cordulie tricoteuse (*Somatochlora filosa*) en 2016; carré gris: mention historique de la cordulie linéaire (*S. linearis*) en 1877; ronds gris: mentions de la cordulie ténébreuse (*S. tenebrosa*) rapportées dans la documentation scientifique entre 1932 et 2003; ronds noirs: mentions de la cordulie ténébreuse signalées par les participants à l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec* de 2009 à 2016. Une zone tampon d'un rayon de 10 km est tracée autour des lieux de capture de la cordulie ténébreuse. Zone hachurée: basses terres du Saint-Laurent. Sous-zones bioclimatiques selon Saucier et collab. (2011); en pointillés: limite des domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer cordiforme et de l'érablière à tilleul.

historique d'une population de la cordulie linéaire, changent notre perception sur les limites nordiques de l'ensemble des espèces rhéophiles de cordulies méridionales. Ces nouvelles informations laissent entrevoir la possibilité de retrouver la cordulie linéaire ainsi que des populations reliques de la cordulie provocante, de la cordulie porte-épée et de la cordulie du Midwest dans des habitats forestiers peu perturbés du sud du Québec. Toutefois, cette quête s'annonce ardue, car la mise en œuvre de plans de conservation de la cordulie du Midwest aux États-Unis et en Ontario a montré que les biotopes peu perturbés et potentiellement favorables à cette espèce s'avèrent rares sur le terrain (U.S. Fish and Wildlife Service, 2001; COSEPAC, 2011).

La pêche aux naïades semble indiquée pour découvrir ces cordulies. Il s'agit cependant d'une méthode invasive à appliquer avec beaucoup de précautions afin de ne pas perturber irrémédiablement ces habitats fragiles. Le repérage d'adultes en vol, du début de juillet à la mi-septembre, en circulant le long de lisières forestières, de chemins ombragés ou de sentiers pédestres, a donné de bons résultats pour dépister la cordulie

ténébreuse dans le cadre de l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec* (Alain Côté, Réjean Turgeon et Richard Yank, comm. pers.), de même que la cordulie linéaire en Ontario (Jones et Burke, 2004; Lamond, 2014).

La préservation des populations satellites de cordulies méridionales représente un enjeu biologique pour assurer une colonisation et une diversification de l'odonatofaune des milieux forestiers du sud du Québec. Le réchauffement climatique anticipé pourrait même faciliter la colonisation des ruisseaux appalachiens par ces cordulies, grâce aux efforts actuels de reboisement et de protection des rives des lacs, des cours d'eau et des sources, mais aussi par des initiatives d'aménagement intégré du territoire à l'échelle du paysage, à l'exemple du projet *Corridor appalachien* qui met en œuvre une stratégie de conservation transfrontalière pour la protection d'un corridor naturel qui s'étend du Vermont jusqu'au nord du mont Orford (<http://www.corridorappalachien.ca>). Les cordulies rhéophiles méritent donc toute notre attention en tant qu'indicateurs pour estimer l'efficacité des mesures de conservation et de restauration d'écosystèmes.

Remerciements

Nous remercions grandement tous les participants à l'*Initiative pour un atlas des libellules du Québec* pour le partage de leur expérience et de leurs données inédites, ainsi que Bruno Drolet, Éric Domaine et Christian Hébert pour avoir généreusement commenté le manuscrit. ◀

Références

ABBOTT, J.C., 2006-2017. OdonataCentral: An online resource for the distribution and identification of Odonata. Disponible en ligne à : <http://www.odonatacentral.org>. [Visité le 04-02-17].

BEATON, G. et D. STEVENSON, 2006. Breeding habitat for *Somatochlora filosa* (Fine-lined Emerald). *Argia*, 18(3) : 19-20.

COSEPAC, 2011. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la cordulie de Hine (*Somatochlora hineana*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, 44 p.

CÔTÉ, S. et R. HUTCHINSON, 1991. Odonates intéressants capturés dans l'extrême-sud du Québec en 1986, 1987 et 1991. *Fabriques*, 16 : 94-100.

DIJKSTRA, K.-DB., 2015. Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, Paris, 320 p.

DUNKLE, S.W., 1977. The larva of *Somatochlora filosa* (Odonata : Corduliidae). *The Florida Entomologist*, 60(3) : 187-191.

GAGNON, P., 1976. Troisième station de *Somatochlora tenebrosa* Say au Québec. *Cordulia*, 2 : 71.

GAGNON, P., 1977. Extension de l'aire de répartition géographique chez *Somatochlora tenebrosa* Say (Odonata : Corduliidae) au Québec. *Cordulia*, 3 : 9-10.

GIRARD, P., 2004. Le parc urbain « Les Salines » a 30 ans. Centre d'histoire de Saint-Hyacinthe inc. Disponible en ligne à : <http://chsth.com>. [Visité le 18-02-17].

HAGEN, H.A., 1861. Synopsis of the Neuroptera of North America, with a list of the South American species. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 4 : 55-187.

JOBIN, L.J. et J.-M. PERRON, 2004. Odonatofaune du parc écologique du mont Shefford, division de recensement de Shefford, Québec. *Le Naturaliste canadien*, 128(1) : 27-30.

JONES, C.D. et P.S. BURKE, 2004. Mocha emerald (*Somatochlora linearis*), new to Ontario and Canada. *Ontario Odonata*, 5 : 1-4.

LAMOND, B., 2014. Mocha emerald – New to the Hamilton study area: An overview of its Ontario distribution. *The Wood Duck*, 68(1) : 8-10.

MÉNARD, B., 1996. Liste annotée des odonates de la vallée de l'Outaouais. *Fabriques*, 21 : 29-61.

MOCHON, A., 2012. Découverte de la libellule pachydiplax au Québec durant l'inventaire de l'odonatofaune du ruisseau Castagne en Montérégie. *Le Naturaliste canadien*, 136(3) : 49-59.

NATURESERVE, 2015. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [web application]. Version 7.1. NatureServe, Arlington, Virginie. Disponible en ligne à : <http://explorer.natureserve.org>. [Visité le 09-01-17].

NEEDHAM, J.G., M.J. WESTFALL et M.L. MAY, 2014. Dragonflies of North America. Third edition. Scientific publishers, Gainesville, 657 p.

PAULSON, D., 2011. Dragonflies and damselflies of the East. Princeton University Press, Princeton, 544 p.

PERRON, J.-M., 2012. La faune entomologique du Canada de Léon Provancher. 1 – Ses collections d'insectes : première et deuxième collections. *Les Cahiers Léon-Provancher*, n° 4, 220 pages.

PERRON, J.-M., L.-J. JOBIN et A. MOCHON, 2005. Odonatofaune du parc national de la Yamaska, division de recensement de Shefford, Québec. *Le Naturaliste canadien*, 129(2) : 17-25.

PILON, J.-G. et D. LAGACÉ, 1995. Analyse comparative de la faune odonatologique des tourbières de Lanoraie avec d'autres biotopes de la zone tempérée froide du Québec, Canada (Odonata). *Opuscula zoologica fluminensia*, 131 : 1-18.

PILON, J.-G. et D. LAGACÉ, 1998. Les odonates du Québec: traité faunistique. Entomofaune du Québec inc., Chicoutimi, 367 p.

PILON, J.-G. et M.-A. LEBUIS, 1976. Peuplement odonatologique (Insecta : Odonata) de différents milieux aquatiques de la région de Saint-Hippolyte, cté Prévost, Québec, Canada. *Annales de la Société entomologique du Québec*, 21 : 126-135.

PROVANCHER, L., 1877. Faune canadienne. Les insectes—Orthoptères. Additions et corrections. *Le Naturaliste canadien*, 9(10) : 289-300.

PROVANCHER, L., 1878. Troisième ordre; les Névroptères. Dans : Petite faune entomologique du Canada et particulièrement de la province de Québec, volume 2, 1883, typographie de C. Darveau, Québec, 831 p.

SAUCIER, J.-P., A. ROBITAILLE, P. GRONDIN, J.-F. BERGERON et J. GOSSELIN, 2011. Les régions écologiques du Québec méridional (4^e version). Carte à l'échelle de 1 / 1 250 000. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

SAVARD, M., 2011. Atlas préliminaire des libellules du Québec. Entomofaune du Québec, Saguenay, Québec, 53 p.

SCHORR, M. et D. PAULSON, 2016. World list of Odonata (révision, 24 décembre 2016). <http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list2/>. [Visité le 30-12-16].

SCUDDER, G.G.E., 1979. Present patterns in the fauna and flora of Canada. Dans : Danks, H.V. (édit.). *Canada and its insect fauna. Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 108 : 87-179.

TURGEON, R., 2016. Découverte du gomphe ventru en Beauce : une libellule menacée de disparition au Canada. *Nouv'ailes*, 26(1) : 5.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, 2001. Hine's Emerald Dragonfly *Somatochlora hineana* Recovery Plan. Fort Snelling, Minnesota, 120 p.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, 2013. Hine's Emerald Dragonfly, *Somatochlora hineana* (Odonata : Corduliidae). 5-Year Review: Summary and Evaluation. Chicago Ecological Services Field Office, Barrington, Illinois, 50 p.

VIAU, A.E., K. GAJEWSKI, M.C. SAWADA et P. FINES, 2006. Millennial scale temperature variations in North America during the Holocene. *Journal of geophysical research*, 111 : D09102, 12 p.

WALKER, E.M., 1925. The North American dragonflies of the genus *Somatochlora*. Université de Toronto, 202 p. + 33 planches.

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. et P.S. CORBET, 1975. The Odonata of Canada and Alaska. Volume III. University of Toronto Press, Toronto, 307 p.

YANK, R., 2016. The Dragonflies and Damselflies of Mulgrave-et-Derry, Québec, 56 p.

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

Écologie de nidification du moucherolle à côtés olive dans un paysage sous aménagement forestier de la forêt boréale de l'Est

Alexandre Anctil, Hilde Marie Johansen et Junior A. Tremblay

Résumé

Le moucherolle à côtés olive (*Contopus cooperi*) a subi un important déclin depuis la fin des années 1960. La mise en place de mesures visant à favoriser son rétablissement est par contre limitée par notre manque de connaissances sur l'écologie de la nidification de l'espèce. L'objectif de cette étude était d'acquérir des connaissances sur le succès et l'habitat de nidification du moucherolle à côtés olive dans un paysage sous aménagement forestier de la forêt boréale de l'Est. Au cours des étés 2015 et 2016, 38 sites occupés par au moins 1 moucherolle à côtés olive ont été répertoriés et un total de 13 nids, tous dans des épinettes noires (*Picea mariana*) vivantes, ont été trouvés. Le succès de nidification a été évalué à 53,8 %, la prédation, potentiellement par le mésangeai du Canada (*Perisoreus canadensis*), et les conditions météorologiques adverses étant les 2 causes d'échec les plus probables. À l'échelle du paysage, les moucherolles à côtés olive ont sélectionné les peuplements mixtes, les bordures forestières et les coupes récentes. Notre étude aura permis d'obtenir d'importantes informations sur l'écologie de la nidification du moucherolle à côtés olive dans l'est de son aire de répartition.

MOTS CLÉS : habitat de nidification, moucherolle à côtés olive, perchoirs, prédation, succès de nidification

Abstract

The olive-sided flycatcher (*Contopus cooperii*) has experienced an important decline throughout its distribution range. The implementation of conservation measures to promote the recovery of this migratory species is, however, limited by a lack of knowledge concerning its nesting ecology. The objectives of this study were to obtain information regarding the habitat used by the olive-sided flycatcher in managed boreal forests of eastern North America, and its nesting success. During 2015 and 2016, a total of 38 sites with at least 1 olive-sided flycatcher were located, and 13 nests were found—all situated in live black spruce (*Picea mariana*). The nesting success was estimated at 53.8 %, and predation, most likely by the gray jay (*Perisoreus canadensis*), and adverse weather conditions were considered to be the most likely causes of nest failure. At the landscape level, the olive-sided flycatcher selected mixed forest stands, forest edges and recent clear-cuts. This study provides important information on the nesting ecology of this species in the eastern part of its distribution range.

KEYWORDS: nesting habitat, nesting success, olive-sided flycatcher, perch, predation

Introduction

Le moucherolle à côtés olive (*Contopus cooperii*) est un oiseau migrateur néotropical s'alimentant d'insectes en vol (Altman et Sallabanks, 2012), généralement associé aux forêts conifériennes et de montagne. Son aire de nidification s'étend sur une grande partie de l'ouest des États-Unis, l'Alaska, l'ensemble des provinces et territoires canadiens ainsi que le nord-est des États-Unis (Altman et Sallabanks, 2012). Malgré sa vaste répartition, l'abondance de l'espèce est relativement faible, et les plus grandes densités sont retrouvées dans les régions de l'ouest (Sauer et collab., 2014).

Le moucherolle à côtés olive a subi un important déclin à travers l'ensemble de son aire de nidification, de l'ordre de près de 80 % depuis la fin des années 1960 (Environnement Canada, 2014). En 2007, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada a proposé que l'espèce soit considérée comme menacée au Canada (COSEPAC, 2007) et celle-ci a été ajoutée officiellement à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* en 2010 (LEP; L.C. 2002, chap. 29). Les causes de ce déclin demeurent toutefois méconnues, mais la diminution

des populations d'insectes, la désynchronisation associée aux changements climatiques entre le pic d'abondance des proies et la période de reproduction, ainsi que la perte et la modification de son habitat d'hivernage et de reproduction sont considérées comme les principales menaces (Environnement Canada, 2016).

Dans l'ensemble de son aire de reproduction, l'exploitation forestière a engendré des modifications importantes de l'habitat du moucherolle à côtés olive (Masek et collab., 2011). Or, l'espèce étant généralement associée aux habitats de bordure (Altman et Sallabanks, 2012) et tirant normalement avantage des perturbations naturelles telles que

Alexandre Anctil et Hilde Marie Johansen sont tous deux biologistes chez FaunENord, un organisme sans but lucratif visant à assurer le développement durable de la région du Nord-du-Québec.

alexandre.anctil@yahoo.ca

Junior A. Tremblay (biologiste, Ph.D) est chercheur scientifique attiré aux oiseaux et écosystèmes boréaux chez Environnement et Changement climatique Canada.

junior.tremblay@canada.ca

les feux (Hutto, 1995; Morissette et collab., 2002), la création d'ouvertures induites par les pratiques forestières pourrait avoir permis de maintenir ou même d'augmenter la quantité d'habitat disponible (Erskine, 1992; COSEPAC, 2007). Diverses études ont d'ailleurs démontré une association positive entre les coupes forestières et l'abondance du moucherolle à côtés olive (p. ex. : Franzreb et Ohmart, 1978; Chambers et collab., 1999). Toutefois, bien qu'attrayantes pour l'espèce, il semble que les ouvertures créées par l'exploitation forestière pourraient agir comme des pièges écologiques, c'est-à-dire que les individus préféreraient ces habitats pour nicher, mais y obtiendraient un faible succès reproducteur (Robertson et Hutto, 2007). En effet, dans les environnements qui ont été modifiés par l'homme, un habitat convenable en apparence pour une espèce peut s'avérer ne pas être associé à des résultats offrant la meilleure performance adaptative. Le phénomène de piège écologique pourrait être particulièrement important dans la forêt boréale québécoise considérant la progression rapide des activités de récolte forestière sur une grande échelle géographique (Imbeau et collab., 2015; Boucher et collab., 2016).

Cependant, très peu d'études se sont penchées sur l'écologie de la reproduction du moucherolle à côtés olive. La grande majorité des connaissances sur l'espèce ont été acquises dans l'ouest du continent (p. ex. : Wright, 1997; Altman, 1999; Robertson et Hutto, 2007). Afin d'avoir un portrait clair de l'écologie du moucherolle à côtés olive, d'assurer une désignation précise de son habitat essentiel et de favoriser la mise en place de mesures favorisant son rétablissement, il importe d'acquérir les connaissances de base sur son écologie de nidification dans l'est de son aire de répartition.

Les objectifs de cette étude étaient d'étudier la sélection de l'habitat du moucherolle à côtés olive en période de reproduction et d'estimer le succès de reproduction de l'espèce, dans un paysage forestier sous aménagement de la forêt boréale de l'Est.

Matériel et méthodes

Aire d'étude

L'aire d'étude est située à proximité de la ville de Chibougamau, Québec, Canada (lat. 49,91 °N., long. 74,34 °O.; figure 1), dans le domaine bioclimatique de la pessière à mousses de l'Ouest (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 2016). Le secteur est dominé par l'épinette noire (*Picea mariana*), mais on y trouve également du pin gris (*Pinus banksiana*), du mélèze laricin (*Larix laricina*), du sapin baumier (*Abies balsamea*), du bouleau à papier (*Betula papyrifera*) et du peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*). La région de Chibougamau est sous aménagement forestier depuis plus de 50 ans et depuis la signature de l'*Entente concernant une nouvelle relation entre le gouvernement du Québec et les Cris du Québec* en 2002, la coupe en mosaïque y est préconisée (RLRQ, chapitre M-35.1.2, r. 1). Celle-ci consiste à répartir des coupes avec protection de la régénération et des sols (CPRS) de tailles et de formes variables afin d'obtenir, à moyen terme, une mosaïque de peuplements de différentes classes d'âge (Gouvernement du Québec, 2016). Une zone de recherche intensive a été établie en 2015 en fonction de sa proximité à la ville de Chibougamau et de son accessibilité par différents chemins forestiers (figure 1).

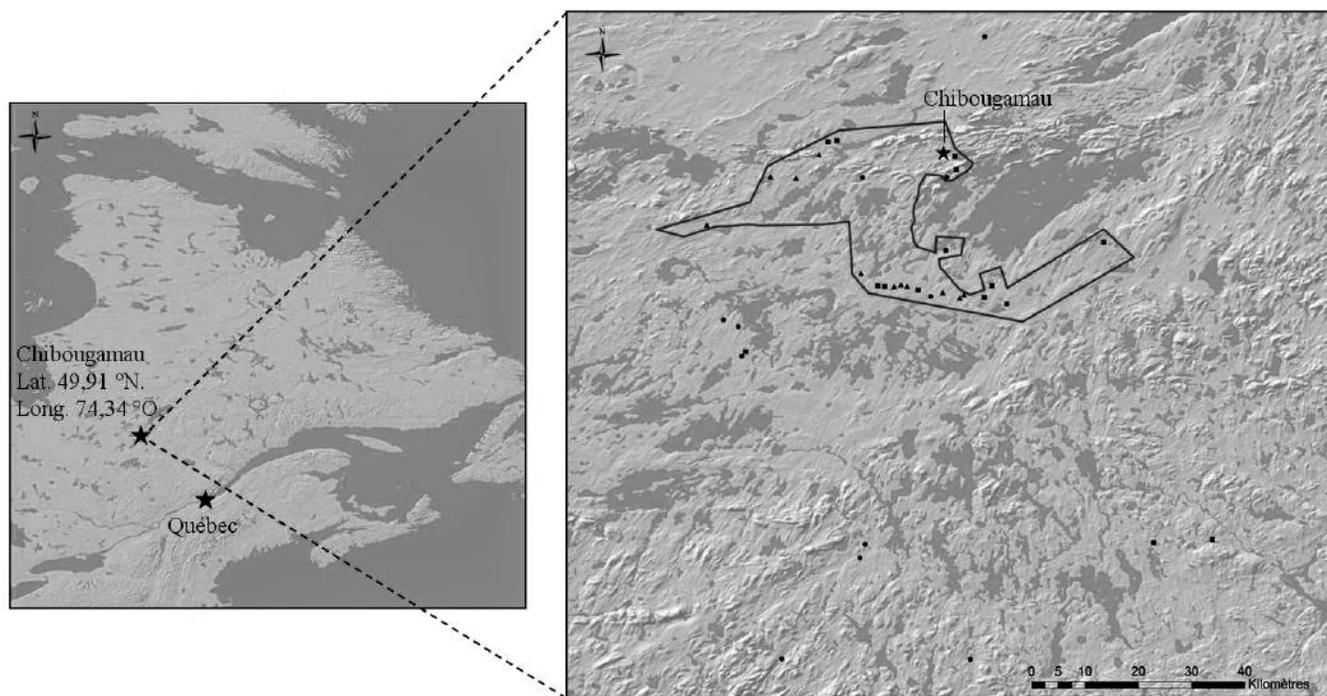


Figure 1. Emplacement de l'aire d'étude et de la zone de recherche intensive utilisée en 2015 et 2016 (polygone à droite) dans le secteur de Chibougamau (Nord-du-Québec, Québec) et sites où au moins 1 moucherolle à côtés olive a été détecté au moins une reprise au cours de l'été 2015 seulement (■), 2016 seulement (●) et au cours des 2 années (▲).

Suivi de la nidification

Les inventaires de terrain ont eu lieu au cours des étés 2015 et 2016. À partir du début juin, les différents chemins forestiers ont été sillonnés en véhicule. Des points d'écoute, de durée variable, ont été établis aux endroits où l'habitat semblait propice à l'espèce (p. ex.: coupe récente, milieux ouverts, milieux humides ou cours d'eau avec arbres morts, etc.). Afin d'augmenter les chances de détecter des moucherolles à côtés olive, la repasse du chant et du cri de l'espèce était jouée à l'aide d'un haut-parleur Foxpro (modèle NX4), après une période d'écoute passive d'environ 1 à 2 minutes. La position géographique des sites où l'espèce a été repérée, de façon visuelle ou auditive, a été enregistrée à l'aide d'un GPS. Il est important de mentionner que plusieurs sites occupés par au moins 1 moucherolle à côtés olive ont été détectés de façon opportuniste. Ces sites se trouvaient principalement à l'extérieur de la zone de recherche intensive (figure 1).

Lors des 2 années, la recherche active de nids a débuté le 25 juin et s'est poursuivie jusqu'à la fin juillet, ce qui correspond au cœur de la période de nidification estimée du moucherolle à côtés olive, laquelle peut débuter dès le début juin (ponte des premiers œufs) et se poursuivre jusqu'à la mi-août (départ des jeunes du nid; Rousseu et Drolet, 2017). À cette fin, les endroits où des moucherolles à côtés olive avaient préalablement été repérés étaient revisités et les observateurs se déplaçaient en suivant les adultes sur leur territoire. En se fiant à leur comportement (p. ex.: agitation, piqués vers l'observateur), il était possible de localiser le secteur où se trouvait le nid. Par la suite, les adultes étaient observés à distance à l'aide de jumelles jusqu'à ce qu'un de ceux-ci se rende couvrir ou nourrir les jeunes, permettant ainsi aux observateurs de localiser le nid. Au cours de ces séances d'observation, les perchoirs d'alimentation utilisés par les moucherolles étaient également notés.

Les nids répertoriés ont ensuite fait l'objet d'un suivi au cours de l'été. En 2015, l'utilisation d'une caméra (*wireless peeper camera* – www.ibwo.org) montée sur une perche télescopique graduée en centimètres a permis de vérifier le contenu des nids lorsqu'une vérification à distance à l'aide de jumelles ou d'une lunette d'approche n'était pas possible. En 2016, seules des observations aux jumelles ou à la lunette d'approche ont été réalisées. Les nids ont été suivis jusqu'à ce que les jeunes quittent ou que la nichée échoue. Les nids étaient visités 1 à 2 fois par semaine afin de vérifier l'état de ces derniers et l'avancement de la couvée. Lors de l'estimation du succès de nidification, une valeur de 0,5 (succès = 1 et échec = 0) a été attribuée aux nids dont le succès de reproduction n'a pas pu être déterminé.

Le suivi de la nidification a été effectué conformément à un protocole préétabli dans lequel la méthodologie et les précautions à employer étaient clairement définies (Tremblay, document non publié). Les précautions demandées visaient principalement à minimiser l'attraction des prédateurs et le dérangement auprès des oiseaux nicheurs selon les recommandations de Martin et Geupel (1993). Par exemple, en fonction des conditions météorologiques et du comportement

des adultes, les observateurs abandonnaient parfois la recherche de nids lorsque les oiseaux maintenaient un comportement agité, afin de réduire le risque d'interférence avec la nidification (risque d'abandon ou de prédation). Les observations des nids ont été versées dans la banque de données du Programme de suivi des nids d'oiseaux, d'Études d'Oiseaux Canada.

Perchoirs et sites de nidification

Les arbres utilisés comme perchoirs d'alimentation ou pour la nidification ont été caractérisés par la prise des informations suivantes : essence, diamètre à hauteur de poitrine (DHP), stade de dégradation (selon 8 classes évaluées en fonction de la quantité d'aiguilles, d'écorce et de ramilles; Imbeau et Desrochers, 2002), hauteur de l'arbre (et du nid le cas échéant) et état de la cime (intacte ou cassée). Pour les perchoirs, les mêmes caractéristiques ont été mesurées sur les 2 arbres les plus proches. Afin d'évaluer les différences entre les perchoirs et les arbres voisins, un test non paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé afin de comparer le stade de décomposition, des tests de *t* de Student ont été réalisés afin de comparer les moyennes des valeurs de DHP et de hauteur et un test de khi-carré a été utilisé afin de comparer l'état de la cime. Toutes ces analyses ont été effectuées à l'aide de la plateforme R version 3.2.0 (R Core Team, 2015), en utilisant un seuil de signification de 0,05. L'emplacement de chaque nid (branche ou tronc), la distance de ceux-ci du tronc, le pourcentage d'obstruction au-dessus de chaque nid (2015 seulement) et l'orientation du nid (2015 seulement) ont également été notés. La moyenne et l'écart-type des différents paramètres sont présentés.

En 2015, des parcelles de 11,3 m de rayon (400 m²) centrées sur les nids ou les perchoirs ont été effectuées afin de dénombrer tous les arbres vivants et morts (diamètre à hauteur de poitrine [DHP] d'au moins 4 cm). Les tiges plus petites (DHP < 4 cm) ont été dénombrées par 4 sous-parcelles de 1,13 m de rayon (4 m²) à chaque point cardinal de la parcelle de 400 m².

Sélection de l'habitat à l'échelle du territoire

Le logiciel ArcGIS (10.2.2, ESRI 2014) a été utilisé afin d'extraire les données écoforestières publiées par le gouvernement du Québec dans un rayon de 500 m des nids observés et dans un rayon de 500 m à 10 sites aléatoires pour chaque nid observé. Huit différents habitats ont été établis, soit les coupes forestières récentes (≤ 5 ans), les feux récents (≤ 10 ans), les peuplements de feuillus, les peuplements mixtes, les peuplements de jeunes résineux (< 90 ans), les peuplements de vieux résineux (≥ 90 ans), les milieux humides et les autres habitats. De plus, la quantité de bordures forestières dans les rayons de 500 m des nids et des sites aléatoires a été calculée avec le logiciel Fragstats (v4.2, McGarigal et collab., 2012). Afin d'analyser la sélection de l'habitat du moucherolle à côtés olive à l'échelle du territoire, les variables d'habitat et de bordure forestière des sites utilisés versus aléatoires ont été comparées grâce à une régression logistique dans le logiciel R version 3.2.0. (R Core Team, 2015) en utilisant la librairie *lme4* (Bates et collab., 2015).

Résultats

Suivi de la nidification

Au total, 38 sites occupés par au moins 1 moucherolle à côtés olive au cours d'au moins 1 des 2 années ont été répertoriés (2015 : n = 26; 2016 : n = 23; figure 1). Vingt et un des 26 sites trouvés en 2015 ont également fait l'objet d'au moins une visite en 2016. Parmi ceux-ci 11 (52 %) ont été occupés au cours des 2 années (figure 1).

Au cours des 2 saisons, 13 nids ont été trouvés (2015 : n = 9; 2016 : n = 4; figure 2). Ceux-ci ont été trouvés du 25 juin au 20 juillet et, au moment de leur découverte, 3 d'entre eux contenaient des œufs et 4 des jeunes. Le contenu des 6 autres nids n'a pu être vérifié au moment où ils ont été trouvés. À 3 sites (20, 21 et 22; figure 2), un nid a été trouvé au cours des 2 années. Aux sites 21 et 22, le nid de 2016 était particulièrement près du nid de l'année précédente, se trouvant respectivement à 8 et 50 mètres de celui-ci. La reproduction a été considérée comme un succès dans 6 des 13 nids trouvés (2015 : n = 4; 2016 : n = 2) et comme un échec dans 5 de ceux-ci (2015 : n = 4; 2016 : n = 1). Deux nids (2015 : n = 1; 2016 : n = 1) ont connu un sort indéterminé. Le succès de nidification général a ainsi été estimé à 53,8 %. Les causes ayant mené à l'échec de la reproduction n'ont pas pu être confirmées, mais la prédation a été fortement soupçonnée dans

au moins 2 des 5 cas, alors que les nids ont été trouvés renversés ou déformés. Les conditions météorologiques adverses, quant à elles, ont été soupçonnées dans un autre cas, alors que 3 jeunes ont été trouvés morts, suspendus dans les branches autour de leur nid lors d'une visite après un orage violent (figure 3).

Perchoirs et sites de nidification

Au cours des travaux, 8 perchoirs d'alimentation ont été identifiés. Les 2 espèces ayant été utilisées étaient l'épINETTE noire (6/8) et le pin gris (2/8). Les moucherolles à côtés olive avaient tendance à choisir des arbres plus grands (moy = 12,8 m ± 5,3, n = 8) que leurs voisins (moy = 9,3 m ± 3,1, n = 16), mais cette différence n'était pas significative (t = 1,7, dl = 9,4, p = 0,12). Ils avaient également tendance à choisir des arbres ayant un stade de décomposition plus avancé que leurs voisins, mais cette différence n'était pas non plus significative (W = 91, p = 0,10). Le DHP moyen des arbres utilisés comme perchoir (moy = 20,6 cm ± 6,6, n = 8) était toutefois significativement plus grand (t = 2,6, dl = 9,3, p = 0,03) que celui des arbres voisins (moy = 13,9 cm ± 3,7, n = 15). La cime de 5 des 8 arbres utilisés comme perchoirs était cassée, alors que seulement 4 des 16 arbres voisins présentaient une cime cassée. Cette différence s'est toutefois avérée non significative (X² = 1,8, dl = 1, p = 0,18).

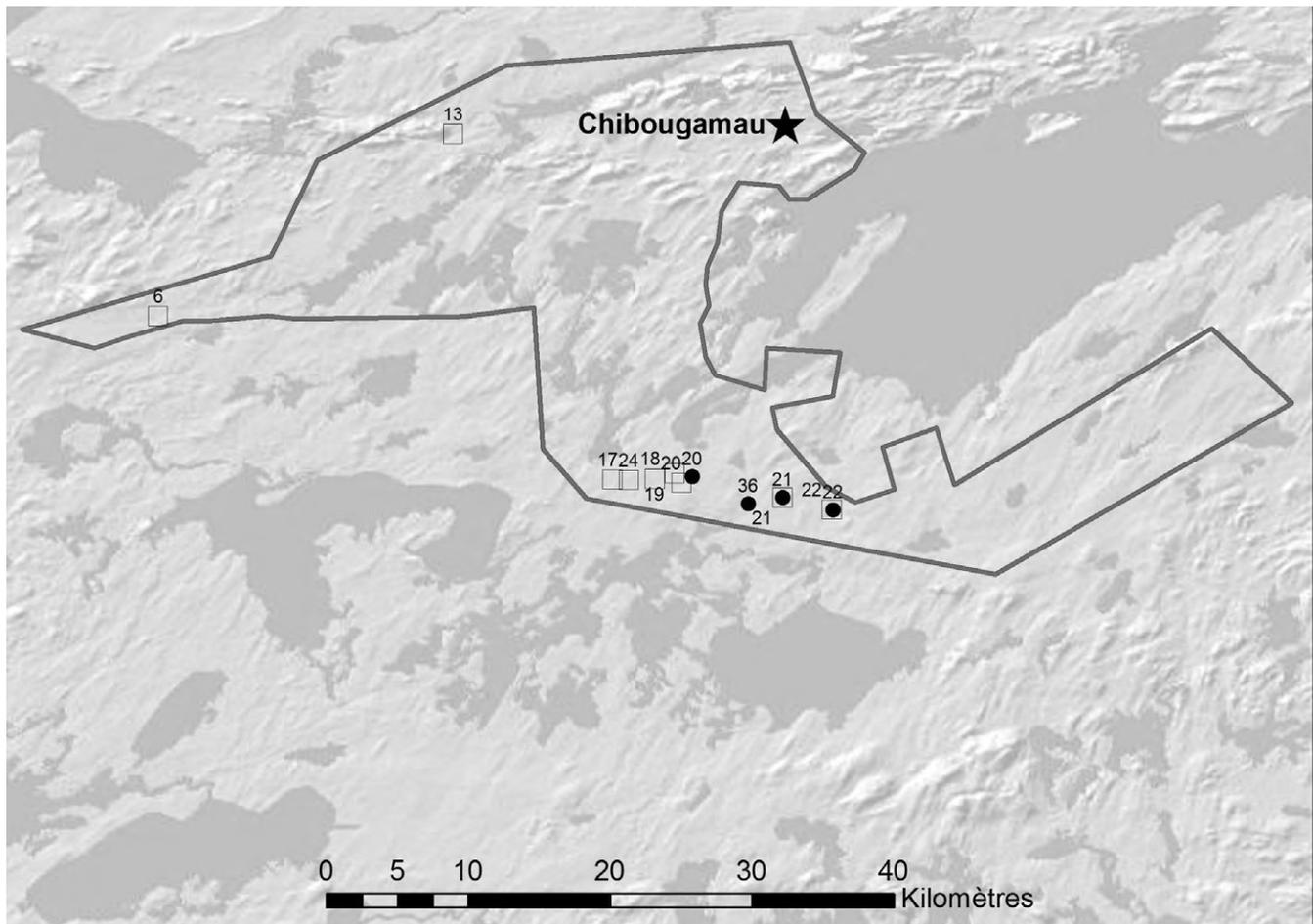


Figure 2. Emplacement des nids de moucherolle à côtés olive trouvés en 2015 (□) et en 2016 (●).



Alexandre Ancill

Figure 3. Un des 3 jeunes trouvés morts le 16 juillet 2016, suspendu dans les branches entourant son nid à la suite d'un orage violent survenu le 14 juillet 2016.

Les nids de moucherolle à côtés olive trouvés au cours de cette étude étaient tous situés sur la branche d'une épinette noire vivante ($n = 13$). Parmi les 8 arbres utilisés pour la construction d'un nid pour lesquels le stade de dégradation a été évalué, 1 était de classe I, 5 de classe II et 2 de classe III. La hauteur moyenne des arbres utilisés pour la construction d'un nid était de 9,2 m (min = 6,7 m, max = 12,7 m, $n = 11$) et le DHP moyen de 11,2 cm (min = 5,2 cm, max = 18,5 cm, $n = 12$). En moyenne, les nids étaient situés à une hauteur de $6,1 \pm 1,6$ m ($n = 12$) m, soit à 0,7 fois $\pm 0,2$ ($n = 11$) la hauteur totale de l'arbre. Le long de la branche, les nids étaient situés à une distance moyenne de 35 cm (min = 8 cm, max = 125 cm, $n = 12$) et l'obstruction moyenne au-dessus de ceux-ci était de 66% (min = 10%, max = 100%, $n = 8$). L'orientation a été notée et était très variable pour 8 branches sur lesquelles des nids ont été trouvés: la moitié (4/8) était orientée au nord-est (10° , 16° , 66° et 72°), 2 au sud-est (120° et 166°), 1 au sud-ouest (230°) et 1 au nord-ouest (320°).

Les caractéristiques forestières des peuplements de nidification et de perchoirs étaient semblables. Les peuplements de nidification et de perchoirs sont dominés par l'épinette noire de DHP moyen d'environ 13 cm et par la

présence de chicots, principalement de petite taille (DHP de 9 à 20 cm). Les données issues de la caractérisation des parcelles centrées sur les nids et les perchoirs sont présentées en annexe.

Sélection de l'habitat à l'échelle du territoire

Les territoires du moucherolle à côtés olive sont principalement composés de jeunes et de vieux peuplements résineux, en proportion similaires, de milieux humides et de peuplements mélangés (tableau 1). À l'échelle du territoire, le moucherolle à côtés olive préférerait établir son nid dans les coupes récentes de peuplements mélangés ayant plus de bordures forestières que dans les parcelles aléatoires (tableau 1). Dans les territoires sélectionnés par le moucherolle à côtés olive, 41,8% des bordures forestières étaient associées à des milieux humides.

Discussion

Bien que le chant distinctif et perçant du moucherolle à côtés olive permette de le détecter facilement et sur de grandes distances, son écologie de nidification demeure méconnue dans l'est de l'Amérique du Nord (Altman et Sallabanks, 2012). L'espèce a subi un important déclin, qui se poursuit encore à ce jour (COSEPAAC, 2007). Ce manque de connaissances limite l'établissement de mesures visant à assurer son rétablissement (Environnement Canada, 2016).

Le succès de nidification estimé au cours de cette étude (53,8%) est comparable à celui observé en Alaska (47%; Wright, 1997). En Orégon, Altman (1999) a rapporté un succès de nidification de 62% en forêt brûlée et 45% en forêt aménagée alors qu'au Montana, Robertson et Hutto (2007) ont observé des proportions de succès de 61% en forêt brûlée et de 30% en forêt aménagée. À l'opposé, Meehan et George (2003) rapportent un taux de succès de 80% dans les forêts aménagées et de 29% dans les forêts brûlées de la Californie. Dans notre étude, considérant qu'une bonne partie des nids trouvés l'ont été au cours de la période d'élevage des jeunes, il est possible que la proportion de succès observée soit surestimée puisque les nids ayant échoué durant la période d'incubation sont probablement sous-représentés. Toutefois,

Tableau 1. Moyennes et écart-types de la superficie (ha) des habitats et indice de bordure forestière dans les territoires de nidification du moucherolle à côtés olive ($n = 13$) et dans des parcelles aléatoires ($n = 130$) ainsi que le coefficient de régression (β) et les valeurs de z et de p résultant de la régression logistique.

Habitat	Nid	Aléatoire	β	Valeur de z	Valeur de p
Brûlis	0 \pm 0	0,2 \pm 1,0	-5,282	-0,007	0,994
Coupe récente	10,3 \pm 14,3	3,5 \pm 7,7	0,154	2,033	0,042
Feuillus	0,14 \pm 0,5	0,6 \pm 3,4	-0,05	-0,216	0,829
Mélangé	11,1 \pm 11,1	4,9 \pm 7,0	0,224	2,979	0,003
Résineux (jeune)	18,4 \pm 14,2	22,5 \pm 18,2	0,063	0,898	0,369
Résineux (vieux)	18,8 \pm 10,1	20,7 \pm 16,7	0,067	0,937	0,349
Milieux humides	15,4 \pm 9,1	9,7 \pm 10,6	0,116	1,667	0,096
Indice de bordure forestière	159,0 \pm 79,0	83,6 \pm 60,6	0,013	2,193	0,028

dans certains cas, l'âge des jeunes dans les nids n'était pas connu précisément. Nous avons donc pu considérer un nid comme ayant échoué alors que les jeunes s'étaient envolés. De plus, malgré les précautions prises lors de la recherche et du suivi des nids, il est possible que notre présence ait induit une prédation au nid. Toutefois, nous considérons que l'application du protocole de recherche a permis de réduire au minimum ce possible impact. Ainsi, nous estimons que l'ordre de grandeur du succès de nidification observé, soit environ 50 %, est tout de même révélateur que le succès de nidification puisse limiter la capacité de rétablissement de l'espèce.

La prédation, notamment par le mésangeai du Canada (*Perisoreus canadensis*), et les conditions météorologiques adverses sont considérées comme les 2 principales causes d'échec présumées les plus probables dans notre aire d'étude. En effet, la présence du mésangeai du Canada, un prédateur connu des nids de moucherolle à côtés olive (Altman 1999, Robertson et Hutto 2007) a été notée à plusieurs reprises à proximité des sites de nidification. Le fait que 2 nids aient été trouvés renversés suggère le passage d'un prédateur. Durant la période de nidification de la plupart des passereaux, les mésangeais du Canada ont tendance à sélectionner les habitats de bordures, tels que ceux utilisés par le moucherolle à côtés olive dans notre aire d'étude, possiblement en raison du fait que les nids y sont plus faciles à détecter (Ibarzabal et Desrochers, 2004). Une augmentation significative de l'abondance du mésangeai du Canada et de la prédation de nids par celui-ci a notamment été observée dans les secteurs de coupes forestières à Terre-Neuve, alors que les ouvertures naturelles du couvert forestier ne semblaient pas avoir d'influence sur ces paramètres (Thompson et collab., 2008). Robertson et Hutto (2007) ont d'ailleurs suggéré que la prédation accrue, entre autres par le mésangeai du Canada, pouvait être une des causes expliquant que les coupes forestières de leur aire d'étude représenteraient un piège écologique pour le moucherolle à côtés olive. Les conditions météorologiques sévères ont, quant à elles, été identifiées comme une cause d'échec de la nidification à au moins une autre reprise en Alaska (Wright, 1997). Bien que cette cause d'échec soit moins souvent mentionnée que la prédation, le caractère exposé des nids de moucherolles à côtés olive laisse à penser que ceux-ci pourraient être passablement vulnérables aux tempêtes. En plus de ses effets directs, la météo peut influencer sur l'abondance ou la disponibilité des insectes volants (Grüebler et collab., 2008) et pourrait donc avoir d'importants effets indirects sur le succès de nidification du moucherolle à côtés olive (Meehan et Georges, 2003). Globalement, l'impact des conditions météorologiques sur le succès de nidification du moucherolle à côtés olive est probablement hautement variable entre les années et entre les habitats. Il est donc essentiel de mieux documenter les effets de la prédation et des conditions météorologiques sur le succès de nidification du moucherolle à côtés olive afin d'être en mesure d'évaluer leur influence relative sur la dynamique des populations et éventuellement sur le rétablissement de l'espèce.

Nos résultats montrent que, dans notre aire d'étude, les moucherolles à côtés olive ont préféré nicher dans les peuplements mélangés, les bordures forestières, les coupes récentes et possiblement les milieux humides. Il est intéressant de constater que plus de 90 % des peuplements mélangés dans les territoires de nidification du moucherolle à côtés olive sont issus de coupes forestières, principalement des coupes totales (âge moyen : 20 ans; minimum : 4 ans, maximum : 34 ans). Ainsi, les moucherolles à côtés olive ont sélectionné favorablement les coupes forestières, qu'elles soient récentes ou plus anciennes, pour leur nidification. Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Hagan et collab. (1997) et Chambers et collab. (1999) et appuient l'idée que les coupes forestières peuvent créer un habitat de nidification ayant les caractéristiques recherchées par le moucherolle à côtés olive. À la lumière de nos résultats, il est toutefois impossible d'affirmer que les moucherolles à côtés olive sélectionnaient préférentiellement les habitats de coupe au détriment des ouvertures naturelles (créées à la suite de feux, d'épidémies ou de chablis, par exemple), en raison de la très faible représentation de ces habitats dans notre aire d'étude. Par ailleurs, notre aire d'étude était caractérisée par une quantité de milieux humides relativement importante, ce qui peut expliquer le fait que cet habitat n'ait pas été significativement sélectionné (au seuil alpha de 0,05) par le moucherolle à côtés olive. Cependant, la relation entre le moucherolle à côtés olive et les milieux humides est très près d'être significative ($p = 0,096$) malgré l'abondance de ces derniers, les milieux humides représentaient le principal habitat dans la composition de la bordure forestière. Ainsi, il nous apparaît que les coupes forestières et les milieux humides constitueraient, conjointement avec les bordures forestières, des habitats préférentiels pour le moucherolle à côtés olive dans la pessière noire à mousses. Cette association aurait vraisemblablement été significative avec un plus grand échantillonnage de nids. Il est possible que le moucherolle à côtés olive soit attiré par les bandes forestières et les coupes récentes en raison du fait que les bandes post-coupe pourraient concentrer davantage les insectes aériens que les bandes riveraines naturelles (Whitaker et collab., 2000), ce qui offrirait des habitats d'alimentation de choix.

Notre étude, malgré une faible taille d'échantillon, aura permis d'acquérir des connaissances de base sur l'écologie de la nidification du moucherolle à côtés olive dans l'est de son aire de répartition. Toutefois, notre étude ne permet pas de statuer sur l'hypothèse que les coupes forestières puissent représenter un piège écologique pour l'espèce. Ainsi, afin de mettre en place des stratégies de rétablissement efficaces, il est essentiel de poursuivre l'acquisition de connaissances sur le succès de reproduction du moucherolle à côtés olive dans des habitats issus de perturbations naturelles (p. ex. dans des brûlis, chablis, pessières ouvertes) et de perturbations anthropiques (coupes forestières) afin d'évaluer l'impact potentiel des activités forestières sur la dynamique de ses populations.

Annexe. Caractéristiques forestières des peuplements de nidification du moucheur à côtés olive en fonction du nid et du perchoir (parcelles circulaires de 0,04 ha; 11,3 m de rayon), dans la région de Chibougamau, Québec.

Caractéristiques	Nids (n = 8)		Perchoirs (n = 8)	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
DHP des arbres marchands (DHP > 9 cm; cm)	13,28	2,08	13,30	1,51
Coefficient de variation du DHP des arbres (%)	20,86	8,94	19,88	9,46
Densité des arbres (DHP > 9 cm; tiges/ha)	546	303	619	411
Densité des arbres (DHP : 20 à 30 cm; tiges/ha)	29	30	22	26
Densité des arbres (DHP > 30 cm; tiges/ha)	4	9	3	8
Surface terrière des arbres (m ² /ha)	8,46	4,96	9,87	7,15
<i>Betula papyrifera</i>	0	0	0	0
<i>Picea mariana</i>	7,24	4,97	8,01	5,99
<i>Pinus banksiana</i>	1,01	2,66	1,80	4,01
<i>Abies balsamea</i>	0,04	0,10	0	0
Densité des gaules (DHP : 4 à 9 cm; tiges/ha)	1432	888	1317	661
<i>Betula papyrifera</i>	0	0	0	0
<i>Picea mariana</i>	814	304	1192	665
<i>Abies balsamea</i>	14	28	14	28
Densité des petites gaules (DHP : 0 à 4 cm; tiges/ha)	15893	26023	4722	6036
<i>Amelanchier</i> sp.	0	0	208	625
<i>Alnus</i> sp.	457	1027	92	185
<i>Picea mariana</i>	1339	1165	2083	2275
DHP des chicots (DHP > 9 cm; cm)	15,66	2,98	14,97	2,80
Coefficient de variation du DHP des chicots (DHP > 9 cm)	28,68	10,26	23,04	10,83
Densité des chicots (tiges/ha)	471	256	467	191
DHP : 9 à 20 cm	250	230	225	132
DHP : 20 à 30 cm	50	48	25	33
DHP > 30 cm	4	9	0	0
Stade de décomposition 4	68	55	108	100
Stade de décomposition 5	93	69	97	78
Stade de décomposition 6	150	124	164	132
Stade de décomposition 7	79	62	78	54
Surface terrière des chicots (DHP > 9 cm; m ² /ha)	5,88	3,27	4,48	1,73

Remerciements

Nous remercions Vanessa Castonguay Fortin et Allison Patrick pour leur aide dans le cadre des travaux de terrain de 2015. Nous souhaitons également remercier Louis Imbeau et Bruno Drolet pour leurs commentaires ayant permis d'améliorer le contenu scientifique de notre manuscrit. ◀

Références

- ALTMAN, B., 1999. Productivity of the Olive-sided Flycatcher in the Cascade Mountains of northern Oregon: a pilot project to assess nesting success as a potential factor in population declines. Rapport inédit présenté au US Fish and Wildlife Service, Oregon State Office, Portland (Oregon), iii + 31 p.
- ALTMAN, B. et R. SALLABANKS, 2012. Olive-sided Flycatcher (*Contopus cooperi*). The Birds of North America (P.G. Rodewald, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. Disponible en ligne à : <https://birdsna.org/Species-Account/bna/species/olsfly>. [Visité le 20-12-16] doi: 10.2173/bna.502.
- BATES, D., M. MAEHLER, B. BOLKER et S. WALKER, 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67 : 1-48. doi: 10.18637/jss.v067.i01.
- BOUCHER, Y., M. PERRAULT-HÉBERT, R. FOURNIER, P. DRAPEAU, et I. AUGER, 2016. Cumulative patterns of logging and fire (1940-2009): consequences on the structure of the eastern Canadian boreal forest. Landscape Ecology, 32 : 361-375.
- CHAMBERS, C.L., W.C. MCCOMB et J.C. TAPPEINER, 1999. Breeding bird responses to three silvicultural treatments in the Oregon Coast Range. Ecological Applications, 9:171-185.

- COSEPAC, 2007. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le moucheurle à côtés olive (*Contopus cooperi*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 28 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2014. Site Web du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord – Tendances démographiques au Canada, Environnement Canada, Gatineau, QC. Disponible en ligne à : <http://www.ec.gc.ca/ron-bbs/P00/A00/>. [Visité le 09-02-17].
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2016. Programme de rétablissement du moucheurle à côtés olive (*Contopus cooperi*) au Canada, Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, vii + 57 p.
- ERSKINE, A., 1992. Atlas of Breeding Birds of the Maritime Provinces, Nimbus, Nova Scotia Museum (Chelsea Green), 270 p.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2014. ArcGIS Desktop (v10.2.2). Redlands, CA.
- FRANZREB, K.E. et R.D. OHMART, 1978. The effects of timber harvesting on breeding birds in a mixed-coniferous forest. *The Condor*, 80 : 431-441.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2016. Comprendre la forêt et sa gestion. Disponible en ligne à : <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/comprendre-foret-gestion/>. [Visité le 08-11-16].
- GRÜEBLER, M.U., M. MORAND et B. NAEF-DAENZER, 2008. A predictive model of the density of airborne insects in agricultural environments. *Agriculture, ecosystems & environment*, 123 : 75-80.
- HAGAN, J.M., P.S. MCKINLEY, A.L. MEEHAN et S.L. GROVE, 1997. Diversity and abundance of landbirds in a northeastern industrial forest. *The Journal of wildlife management*, 61 : 718-735.
- HUTTO, R.L., 1995. Composition of bird communities following stand-replacement fires in northern Rocky Mountain (U.S.A.) conifer forests. *Conservation Biology*, 9 : 1042-1058.
- IBARZABAL, J. et A. DESROCHERS, 2004. A nest predator's view of a managed forest: Gray Jay (*Perisoreus canadensis*) movement patterns in response to forest edges. *The Auk*, 121 : 162-169.
- IMBEAU, L. et A. DESROCHERS, 2002. Foraging ecology and use of drumming trees by three-toed woodpeckers. *Journal of Wildlife Management*, 66 : 222-231.
- IMBEAU, L., M.-H. ST-LAURENT, L. MARZELL et V. BRODEUR, 2015. Current capacity to conduct ecologically sustainable forest management in northeastern Canada reveals challenges for conservation of biodiversity. *Canadian Journal of Forest Research*, 45 : 567-578.
- MARTIN, T.E. et G.R. GEUPEL, 1993. Nest-monitoring plots: methods for locating nest and monitoring success. *Journal of Field Ornithology*, 64 : 507-519.
- MASEK, J.G., W.B. COHEN, D. LECKIE, M.A. WULDER, R. VARGAS, B. DE JONG, S. HEALEY, B. LAW, R. BIRDSEY et R. HOUGHTON, 2011. Recent rates of forest harvest and conversion in North America. *Journal of Geophysical Research*, 116, G00 K03, doi: 10.1029/2010JG001471.
- MCGARIGAL, K., S.A. CUSHMAN et E. ENE, 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en ligne à : <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. [Visité le 01-12-16].
- MEEHAN, T.D. et T.L. GEORGE, 2003. Short-term effects of moderate-to high-severity wildfire on a disturbance-dependent flycatcher in northwest California. *The Auk*, 120 : 1102-1113.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2016. 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 08-11-16].
- MORISSETTE, J.L., T.P. COBB, R.M. BRIGHAM et P.C. JAMES, 2002. The response of boreal forest songbird communities to fire and post-fire harvesting. *Canadian Journal of Forest Research*, 32 : 2169-2183.
- R CORE TEAM, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en ligne à : <http://www.R-project.org/>. [Visité le 01-12-16].
- ROBERTSON, B.A. et R.L. HUTTO, 2007. Is selectively harvested forest an ecological trap for Olive-sided Flycatchers? *The Condor*, 109 : 109-121.
- ROUSSEU, F. et B. DROLET, 2017. Prédiction de la phénologie de nidification des oiseaux au Canada. Dans : J. HUSSELL et D. LEPAGE (éd.). Outil de requête des calendriers de nidification. Programme de suivi des nids d'oiseaux. Études d'Oiseaux Canada / Bird Studies Canada. Disponible en ligne à : <http://www.birdscanada.org/volunteer/pnw/rnest/>. [Visité le 16 février 2017].
- SAUER, J.R., J.E. HINES, J.E. FALLON, K.L. PARDIECK, D.J. ZIOLKOWSKI, Jr., et W.A. LINK, 2014. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966-2013. Version 01.30.2015 USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD. Disponible en ligne à : <https://www.mbr-prwc.usgs.gov/bbs/>. [Visité le 18-10-16].
- THOMPSON, R.G., I.G. WARKENTIN et S.P. FLEMMING, 2008. Response to logging by a limited but variable nest predator guild in the boreal forest. *Canadian journal of forest research*, 38 : 1974-1982.
- WHITAKER, D.M., A.L. CARROLL et W.A. MONTEVECCHI, 2000. Elevated numbers of flying insects and insectivorous birds in riparian buffer strips. *Canadian Journal of Zoology* 78 : 740-747.
- WRIGHT, J.M., 1997. Preliminary study of Olive-sided Flycatchers, July 1994-April 1997, Alaska Department of Fish and Game, Final research report, Endangered species conservation fund federal aid studies SE-3-3, 4 and 5, Juneau (Alaska).

www.iagto.ca



INDUSTRIELLE ALLIANCE
VALEURS MOBILIÈRES INC.

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

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

Gervais Comeau
Conseiller en placement



VOTRE PARTENAIRE DE CONFIANCE.

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

Desjardins
Caisse populaire du Piémont Laurentien

www.desjardins.com/caisse-piemont-laurentien
Visitez notre page facebook! 

Le Programme de surveillance des oiseaux nicheurs de la Forêt Montmorency : une nouvelle source de tendances des populations d'oiseaux nicheurs pour la forêt boréale au Québec

André Desrochers et Bruno Drolet

Résumé

La surveillance des populations d'oiseaux nicheurs de la forêt boréale est une mission tout aussi importante que difficile à réaliser. Malgré la diversité des programmes de surveillance d'oiseaux, les tendances des populations des oiseaux de la forêt boréale québécoise demeurent imprécises. Nous présentons une nouvelle série d'estimations de tendances, provenant de la Forêt Montmorency, située en forêt boréale, dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc au nord de la ville de Québec. L'abondance de la plupart des espèces recensées, peu importe le stade de succession forestière, est stable ou en hausse depuis 1995. Ces tendances semblent découler de changements locaux dans les habitats, tels que l'historique des coupes forestières. Par ailleurs, les tendances obtenues à la Forêt Montmorency concordent faiblement, mais généralement de manière positive, avec celles obtenues pour des périodes similaires, par le Relevé des oiseaux nicheurs (BBS) et les observatoires d'oiseaux de Tadoussac et de McGill. Les tendances de populations de ce nouveau programme de surveillance suggèrent une forte variation régionale de la situation des espèces ou une possible méconnaissance de l'état réel des populations d'oiseaux en raison d'un suivi insuffisant dans l'ensemble de la forêt boréale.

MOTS CLÉS : Forêt Montmorency, oiseaux, Québec, sapinière, tendances, stations d'écoute

Abstract

Monitoring of breeding bird populations in the boreal forest is an important but difficult task, and despite the wide range of bird surveys conducted in Québec (Canada), population trends for this region remain imprecise. The present study provides a new set of trend estimates based on a 20-year dataset from the Forêt Montmorency, located in the boreal forest zone (balsam fir—white birch domain), 70 km north of Québec City. Regardless of preferred forest successional stage, the abundance of most species recorded in this area has remained stable or increased since 1995. These trends appear to be linked to recent local changes in habitats, such as forest management. The population trends for the Forêt Montmorency concord weakly, but generally positively, with those obtained over a similar time period by the Breeding Bird Survey, and by the Tadoussac and McGill bird observatories. The population trends from this monitoring program suggest either a strong regional variation in the status of the species considered, or a possible misunderstanding of the actual status of bird populations due to insufficient monitoring throughout the boreal forest.

KEYWORDS: balsam fir forest, birds, Forêt Montmorency, point counts, Québec, trends

Introduction

La vaste superficie des forêts boréales du Québec leur confère un rôle important dans la conservation des oiseaux nichant en Amérique du Nord (Berlanga et collab., 2010). Approximativement 300 à 500 millions d'oiseaux représentant environ 180 espèces migrent chaque année des États-Unis et de l'Amérique latine vers le Québec pour s'y reproduire (Wells et collab., 2014). L'isolement de ce territoire par rapport aux régions densément peuplées pose toutefois d'énormes défis quand vient le temps d'évaluer la répartition et la tendance des populations d'oiseaux qui l'utilisent (Falardeau, 2009; Machtans et collab., 2014). Pourtant, une telle évaluation est pertinente, voire urgente dans le contexte actuel de gestion des espèces en déclin ou menacées (ICOAN, 2016; Rosenberg et collab., 2016; COSEPAC, 2017). Par exemple, plusieurs espèces à large répartition telles que l'engoulevant

d'Amérique (*Chordeiles minor*), le moucherolle à côtés olive (*Contopus cooperi*), l'hirondelle de rivage (*Riparia riparia*) et le quiscale rouilleux (*Euphagus carolinus*) ont désormais le statut d'espèce en péril.

André Desrochers, Ph. D., est professeur titulaire en écologie animale à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique à l'Université Laval. Fellow de l'American Ornithologists' Union et vice-président du regroupement QuébecOiseaux.

andre.desrochers@sbf.ulaval.ca

Bruno Drolet, M. Sc., est biologiste principal au Service canadien de la faune d'Environnement et Changement climatique Canada. Il y est responsable de la conservation des oiseaux terrestres des milieux forestiers pour le Québec. Ancien directeur de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (2003 à 2005), il préside le comité directeur du Réseau canadien de surveillance des migrations depuis plusieurs années.

La surveillance des oiseaux forestiers qui nichent au Québec se fait de plusieurs manières. Le principal outil est le Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord (*Breeding Bird Survey*, BBS), un programme nord-américain en vigueur au Québec depuis les années 1960. Ce programme repose sur la participation de bénévoles et prévoit le dénombrement des oiseaux chanteurs à des stations d'écoute situées le long de routes carrossables (Sauer et collab., 2014). Au Québec, les données du BBS proviennent surtout de la forêt tempérée, près des lieux habités (Falardeau, 2009). En plus de ce programme géographiquement extensif, le Réseau canadien de surveillance des migrations constitue un programme de suivi complémentaire pour la forêt boréale. Ce réseau regroupe les principaux observatoires d'oiseaux, dont au Québec ceux de McGill (Gahbauer et Hudson, 2004) et de Tadoussac (Berthiaume et collab., 2009; Ibarzabal et collab., 2009). Bien que ces observatoires soient situés au sud de la forêt boréale coniférienne, ils fournissent des données d'abondance inédites (lors de la migration) pour les espèces nichant dans cet écosystème, lesquelles sont associées à des régions très peu couvertes par les autres programmes (Dunn et collab., 2005a; Hobson et collab., 2015).

Enfin, les ornithologues amateurs contribuent de plus en plus à l'avancement de nos connaissances sur les oiseaux forestiers du Québec, par le biais des atlas des oiseaux nicheurs, du Recensement des oiseaux de Noël (Dunn et collab., 2005b), de différentes interfaces Web comme *eBird* (Sullivan et collab., 2009) et d'une suite de programmes spécifiques, tels que le suivi des nids d'oiseaux ou l'inventaire des hiboux nocturnes (Études d'Oiseaux Canada, 2017a) ainsi que le suivi des espèces en péril – SOSPOP (RQO, 2017). Bien que l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec soit un programme périodique qui se concentre par définition sur la répartition des espèces, la comparaison des deux éditions (Gauthier et Aubry, 1995; Atlas des oiseaux nicheurs du Québec, 2017) permet de mesurer l'étendue des changements. Enfin, le Projet de modélisation de l'avifaune boréale s'est implanté comme un outil majeur d'analyse des populations sur toute la forêt boréale du Canada (BAM, 2017). Ce projet s'appuie sur des données de stations d'écoute amassées au fil des années par un grand nombre de projets scientifiques (Cumming et collab., 2010).

Devant cette diversité de sources d'information, on pourrait croire que notre connaissance des tendances de populations des oiseaux forestiers sur le territoire Québécois est précise. Or ce n'est pas le cas, pour plusieurs raisons. En premier lieu, la majorité du territoire forestier du Québec est difficile d'accès et insuffisamment couvert par les programmes de surveillance existants. De plus, la couverture temporelle varie grandement selon les régions. Ainsi, bien que des tendances soient disponibles pour les oiseaux forestiers, principalement via le BBS, la portée de ces informations n'inclut généralement pas la forêt boréale, ou ces informations sont souvent drapées d'une grande incertitude (Environnement Canada, 2014). Malgré la sophistication des outils statistiques, la fiabilité des informations demeure difficile à établir de manière

indépendante, tout particulièrement pour la forêt boréale (Machtans et collab., 2014).

Dans ce contexte, nous présentons ici une nouvelle source de données de tendance des populations d'oiseaux en forêt boréale: le Programme de surveillance des oiseaux nicheurs de la Forêt Montmorency, et nous explorons le lien entre ces tendances et l'association des oiseaux aux divers stades de succession de la forêt. De plus, nous faisons un premier survol de la concordance des tendances estimées avec celles de sources indépendantes liées à la forêt boréale: le BBS, l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (OOT) et l'Observatoire d'oiseaux de McGill (OOM). Nous nous concentrons sur les oiseaux nicheurs de la sapinière boréale, représentée dans la région de conservation des oiseaux 12 (ICOAN, 2016).

Matériel et méthodes

Relevés à la Forêt Montmorency

Fondée en 1964, alors d'une superficie de 66 km², la Forêt Montmorency est devenue en 2014 la plus grande forêt d'enseignement et de recherche au monde, couvrant désormais 412 km² (Kinnard, 2014; figure 1). Il s'agit d'une sapinière boréale humide dans laquelle les influences de la sapinière à bouleau jaune se font sentir au sud, et celles de la pessière à mousses, au nord. Une analyse quantitative des cartes écoforestières du troisième et du quatrième inventaire décennal (Létourneau, 2000), ainsi que des données plus récentes provenant de l'Université Laval (inventaires forestiers, Julie Bouliane, communication personnelle), a été réalisée par programmation Arc Python (ESRI, 2010). Cette analyse dresse un portrait de l'évolution du couvert forestier (figure 2). Le secteur original de la forêt (66 km²) est dominé par une approche d'aménagement qui favorise l'établissement de peuplements équiens de petite taille, dite « en mosaïque » (Bélanger, 2001). Cet aménagement s'est traduit par une relative stabilité des strates d'âge, donc de la structure verticale, de la forêt, mais par une quasi-absence de vieilles forêts (90 ans et plus). Par contre, dans la partie de la Forêt Montmorency au nord de la « forêt mosaïque », soit le secteur du lac des Neiges (286 km²), le tournant des années 2000 s'est soldé par un net recul des forêts de 30 ans et plus, à la suite des vastes coupes qui ont été pratiquées à cet endroit. On y assiste actuellement à un rétablissement du couvert forestier.

Les inventaires d'oiseaux à la Forêt Montmorency ont été réalisés durant 18 années de 1995 à 2016, totalisant 5 838 stations d'écoute à rayon illimité. Celles-ci ont été réalisées du 1^{er} juin au 25 juillet dans 2 840 stations, soit de 99 à 367 stations annuellement (figure 1). Les stations étaient localisées selon différents protocoles avant 2010, en raison de la diversité des projets auxquels elles étaient associées. Depuis 2010, les stations sont regroupées par grappes de 8 en moyenne, le long de chemins forestiers. Ces grappes sont réparties de manière à prioriser les secteurs qui n'ont pas été échantillonnés précédemment de façon à avoir globalement une meilleure couverture de la Forêt Montmorency. Les stations d'écoute étaient visitées de 1 à 4 fois (plus d'une fois

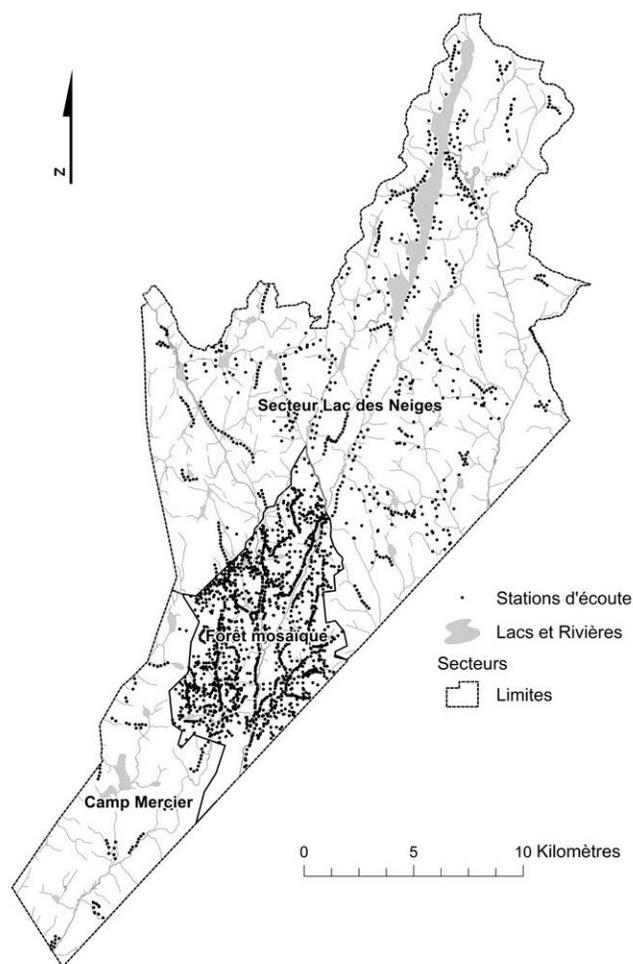


Figure 1. Carte de la répartition des stations d'écoute, 1995-2016, à la Forêt Montmorency. Cette forêt d'enseignement et de recherche de l'Université Laval est située en forêt boréale, dans le massif des Laurentides, au nord de la ville de Québec.

Source : cartes écoforestières du 3^e et du 4^e inventaire décennal (Létourneau, 2000), ainsi que des données plus récentes provenant de l'Université Laval (inventaires forestiers, Julie Bouliane, communication personnelle)

dans 32 % des cas) et leur durée variait de 5 à 30 minutes, en raison d'objectifs de recherche différents selon les années. De même, les observateurs ont varié lors de l'étude ($n = 37$). Toutefois, nous n'avons pas tenu compte de cette dernière source de variabilité et, vu la faible diversité en espèces, nous présumons que la variation de compétence n'a pas influencé les conclusions. Une particularité des stations d'écoute à la Forêt Montmorency est qu'elles étaient souvent (dans 72 % des cas) accompagnées de repasses d'enregistrements de cris de houpillage par des mésanges à tête noire (*Poecile atricapillus*), dans le but d'augmenter les contacts visuels avec les oiseaux, facilitant ainsi l'identification et la mesure du comportement parental (non traité ici; détails dans Rae et collab., 2015).

Données de comparaison

Le BBS vise à dénombrer, du 28 mai au 7 juillet, les oiseaux nicheurs entendus ou vus, le long de parcours routiers de 39,2 km, chacun comptant 50 arrêts de 3 minutes, espacés de 0,8 km (Robbins et collab., 1986). Ces parcours sont déterminés au hasard à l'intérieur de blocs d'un degré de latitude et de longitude, et considérés comme l'unité d'échantillonnage de base du BBS (Robbins et collab., 1986; Environnement Canada, 2016). Les parcours sont effectués par le même participant lors du plus grand nombre possible d'années consécutives, de façon à réduire l'effet de la variabilité de l'observateur sur les estimations des tendances. Les tendances du BBS sont estimées à partir d'un modèle bayésien hiérarchique qui tient compte de divers facteurs comme les effets de la variation parmi les observateurs et les parcours, les effets de la première année d'observation, les variations de la tendance et de l'abondance parmi les strates et la variation annuelle par rapport à la tendance à long terme (Environnement Canada, 2014). Les tendances sont analysées en fonction des régions de conservation des oiseaux (RCO) et, pour une espèce donnée, seules les strates ayant suffisamment de données sont incluses dans l'analyse. Dans le cadre de cette étude, les tendances des populations des oiseaux proviennent de la RCO 12 (composée

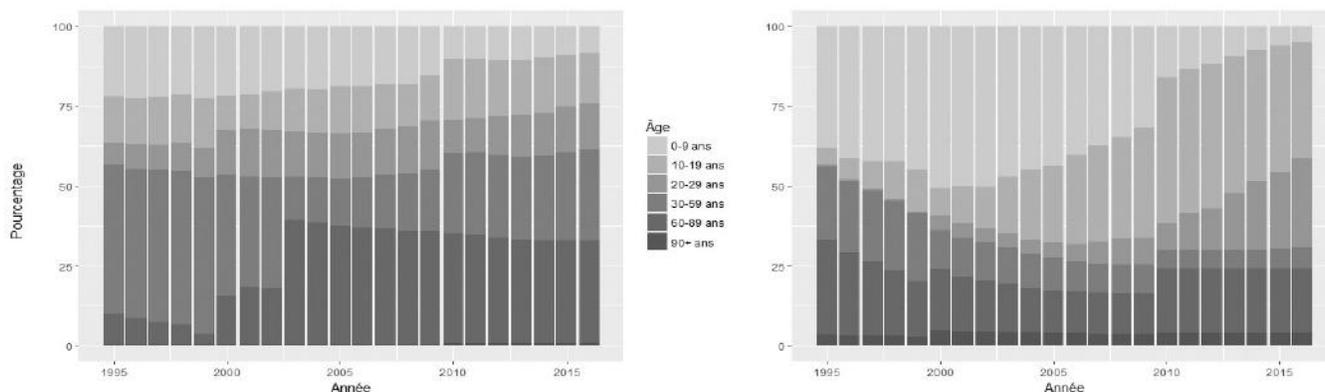


Figure 2. Évolution des classes d'âge de peuplements dans deux secteurs de la Forêt Montmorency (1995-2016). Données tirées des cartes écoforestières du 3^e et du 4^e inventaire décennal (Létourneau, 2000), réduites en format matriciel de 10 m de résolution. À gauche : le secteur original (66 km²), dit « mosaïque »; à droite : le secteur du lac des Neiges (286 km²). Les classes d'âges correspondent à la coupe récente (de 0 à 9 ans), la régénération basse (de 10 à 19 ans), la régénération haute (de 20 à 29 ans), la jeune forêt fermée (de 30 à 59 ans), la forêt mature (de 60 à 89 ans) et la vieille forêt (de 90 ans et plus).

principalement de sapinières), dans laquelle on trouve la Forêt Montmorency et la majorité des parcours du BBS prévus en forêt boréale (27 des 37 routes, Falardeau 2009).

L'OOM fondé en 2004 se situe sur le territoire du *Stoneycroft Wildlife Area*, une station de recherche de l'Université McGill qui se trouve à Sainte-Anne-de-Bellevue, sur l'île de Montréal, au Québec (Gahbauer et Hudson, 2004). D'une taille de 22 hectares, le site se compose d'une forêt décidue mature, ainsi que de peuplements de sumac vinaigrier (*Rhus typhina*) et d'aubépine (*Crataegus* sp.). On y trouve également des zones humides et les vestiges d'un ancien verger (Bardo et collab., 2003). Les programmes de recherche de l'OOM se déroulent au printemps et à l'automne et suivent le protocole du Réseau canadien de surveillance des migrations qui comprend, sur une base quotidienne, des activités de baguage, un recensement suivant une boucle (sentier) prédéterminée ainsi que le sommaire d'observations supplémentaires (Gahbauer et Hudson, 2004). Les programmes printaniers et automnaux suivent un protocole standardisé depuis 2006 et se déroulent du 28 mars au 5 juin et du 1^{er} août au 30 octobre. Dans le cadre de la présente étude, des estimations de tendances des populations ont été utilisées pour 32 espèces à partir des données récoltées au printemps et à l'automne. Les indices annuels ont été obtenus auprès d'Études d'Oiseaux Canada, et proviennent de modèles hiérarchiques bayésiens avec structure d'erreur Poisson ou binomiale négative (Études d'Oiseaux Canada, 2017b).

L'OOT effectue ses travaux de recherche aux dunes de Tadoussac depuis 1993. Ce site, situé dans les limites du parc national du Saguenay, à 5 km au nord-est du village de Tadoussac, comprend des milieux ouverts sur sol sablonneux. La végétation se compose d'une strate herbacée dispersée dominée par l'élyme des sables (*Elymus mollis*) et la potentille à feuilles tridentées (*Potentilla tridentata*). On trouve également quelques bosquets d'aulne crispé (*Alnus crispa*). Des plantations de pins gris (*Pinus banksiana*), de pins rouges (*Pinus resinosa*), de pins blancs (*Pinus strobus*), d'épinettes blanches (*Picea glauca*) et d'épinettes de Norvège (*Picea abies*) se retrouvent au nord du belvédère d'observation où sont effectués les relevés visuels automnaux (Limoges, 2002). Ce belvédère surplombe la baie du Moulin-à-Baude et offre une vue panoramique de l'estuaire du Saint-Laurent. Des relevés visuels effectués par un seul observateur (dont l'identité a peu changé au fil des années) sont menés de façon standardisée chaque automne, du 24 août au 25 novembre (Côté, 2016). Lorsque les conditions météorologiques sont favorables (sans précipitations ni brouillard) ainsi que les vents (particulièrement de l'ouest et du nord-ouest), un minimum de 7 heures de recensement, soit de 7 h à 14 h HAE, sont effectuées, peu importe le débit de la migration. Sinon, pour les mois d'août, de septembre et d'octobre, lorsque la température le permet, mais que les vents ne sont pas favorables (provenant du secteur sud-ouest en sens antihoraire jusqu'au secteur nord-est) un minimum de 5 heures de recensement par jour, soit de 7 h à 12 h HAE, sont effectuées. Indépendamment de l'origine des vents, les recensements continuent chaque heure durant laquelle au

moins 10 rapaces sont dénombrés, ou que la migration de passereaux est très forte, et ce, sans aller au-delà de 17 h HAE. À partir du 1^{er} novembre, les recensements débutent à 8 h HAE afin de s'adapter à l'heure tardive du lever du soleil. Les relevés prennent alors fin à 13 h HAE. Les indices annuels utilisés pour les analyses de concordance ont été obtenus à partir des données des relevés visuels automnaux et calculés par Études d'Oiseaux Canada (2017b) de la même manière que pour l'OOM. Les estimations de tendances des populations se sont limitées à 13 espèces de passereaux.

Calcul et concordance des tendances

Les estimations de tendances des populations étant déjà disponibles pour les autres sources, seules celles de la Forêt Montmorency ont été calculées aux fins de cette étude. Nous avons retenu toutes les espèces repérées au moins 100 fois lors des 21 relevés à la Forêt Montmorency entre 1995 et 2016. Les tendances des populations des oiseaux ont été obtenues à partir de modèles hiérarchiques d'occupation de l'habitat (Mackenzie et collab., 2002). Ces modèles se basent sur la supposition que les oiseaux repérés à un endroit précis y demeurent durant la période entière considérée (ici, la saison de reproduction). Ainsi, des visites répétées au même endroit permettent d'évaluer les probabilités de détection. Un oiseau non détecté lors d'une station d'écoute, mais détecté lors d'une autre station d'écoute au même endroit, est considéré comme présent, mais non détecté. Une fois évaluées et modulées en fonction des conditions d'observation (p. ex., les heures d'observation), les probabilités de détection sont utilisées pour ajuster les estimations d'occupation du site par chaque espèce.

Dans les modèles d'occupation, nous avons tenu compte de la date (jour julien), de l'heure, de la durée et de la méthode (avec ou sans repasse d'enregistrements de cris de houpillage par des mésanges à tête noire (Corbani et collab., 2014). Les probabilités de détection résultantes sont présentées à l'annexe 1. La proportion des sites occupés a été modélisée pour chaque espèce, chaque année, en normalisant en fonction du couvert moyen (qui correspondait à 50 %) de forêts fermées de 30 ans ou plus dans un rayon de 1 km, pour tenir compte minimalement de la variation des secteurs inventoriés afin que les estimations soient comparables d'une année à l'autre, malgré une variabilité spatiale des sites. Nous avons utilisé la série de fonctions *unmarked* (Fiske et collab., 2011) du logiciel R (R Development Core Team, 2016) pour toutes les analyses d'occupation des sites à année unique (*single-season*) par les oiseaux. Les tendances ont été obtenues par les mêmes modèles hiérarchiques d'occupation de sites, mais en considérant l'année comme une variable quantitative (générant un seul coefficient de régression) plutôt que qualitative (générant un indice d'occupation pour chaque année).

Nous avons utilisé le coefficient de Kendall, *W* (Legendre, 2010), pour évaluer la concordance entre 5 estimations annuelles d'abondance provenant des 4 sources mentionnées ci-dessus (l'OOM publie des tendances pour le printemps et l'automne). Dans le cas qui nous concerne, une valeur de coefficient *W* de

0 n'indiquerait aucune concordance entre les indices annuels calculés par les différentes sources, tandis qu'une valeur de 1,0 indiquerait une concordance parfaite des rangs des indices entre les différentes sources. Les probabilités (p) associées aux valeurs de W obtenues ont été calculées à partir de distributions empiriques de 999 randomisations des données (Legendre, 2010). Nous avons aussi calculé les corrélations paramétriques (r de Pearson), deux à deux pour l'ensemble des sources de tendances. Afin de les rendre directement comparables, les indices d'abondance ont été centrés-réduits (coefficients z) par rapport à chacune des sources de données (Scherrer, 1984).

Pour évaluer l'association des espèces avec les stades de succession des peuplements forestiers, nous avons calculé la moyenne d'âge des peuplements où chaque espèce a été observée à moins de 50 m de l'observateur. L'âge moyen calculé pour chaque espèce ne reflète pas réellement l'âge de tous les peuplements fréquentés par l'espèce, car l'emplacement des stations d'écoute ne représentait pas l'ensemble des classes d'âge de manière équitable. Par conséquent, nous avons utilisé les rangs à la manière d'un indice permettant de trier de façon relative les espèces par ordre croissant d'âge de peuplement fréquenté le long du gradient de succession forestière. Pour faciliter l'interprétation, nous avons établi par consensus (suivant Drolet, 1997) le stade de succession associé à chaque espèce, afin de grouper les rangs par grandes classes d'âges de peuplement (tableau 1). Ces classes correspondent à des peuplements de structure contrastée qui sont généralement associés à des changements dans les assemblages d'oiseaux chanteurs.

Les espèces très mobiles au moment des inventaires ont été exclues de l'analyse : le bec-croisé bifascié (*Loxia leucoptera*), l'hirondelle bicolor (*Tachycineta bicolor*), le jaseur d'Amérique

(*Bombycilla cedrorum*), le mésangeai du Canada (*Perisoreus canadensis*), le roselin pourpré (*Haemorhous purpureus*) et le tarin des pins (*Spinus pinus*). En outre, la tendance pour les espèces éruptives, telles que les fringillidés, peut ne pas constituer un véritable changement de la taille d'une population d'un endroit en particulier puisqu'une proportion importante de la population peut nicher dans différentes régions d'une année à l'autre.

Dans l'ensemble des analyses, un seuil de signification avec risque d'erreur de $\alpha = 0,05$ a été utilisé.

Résultats et discussion

Durant l'étude, 61 974 observations d'oiseaux ont servi à calculer les tendances à la Forêt Montmorency, ce qui représente 11 espèces (26 % des observations) associées à des peuplements en régénération (moins de 30 ans) et 21 espèces associées à des forêts fermées (30 ans ou plus), dont 13 espèces (55 % des observations) associées au stade de la forêt mature (de 60 à 89 ans, tableau 2).

Moins du tiers des espèces avaient une tendance négative à la Forêt Montmorency, et aucune de ces tendances n'était significative. Par contre, le taux d'occupation de 21 espèces était significativement en hausse, dont celui de 12 espèces associées aux forêts fermées de 30 ans et plus (tableau 2 et figure 3). Les tendances temporelles annuelles des espèces observées à la Forêt Montmorency n'étaient pas corrélées avec le stade de succession (tableau 2, $n = 32$, $r = 0,10$, $p = 0,57$).

De manière générale, la concordance entre les indices annuels d'occupation (annexe 2) ou d'abondance par les 5 différentes sources de données était faible, mais significative ($W = 23,5 \%$, $p < 0,001$). La corrélation entre les indices des sources de données prises deux à deux indique aussi de faibles corrélations globalement, mais 8 sur 10 étaient néanmoins positives, dont 5 significatives (tableau 3). Aussi, les concordances significatives entre les indices de l'OOT et ceux de la Forêt Montmorency ainsi qu'entre l'OOM à l'automne et les indices du BBS et de l'OOT, sont remarquables.

Évaluées espèce par espèce, les concordances entre les indices des diverses sources étaient très variables et généralement faibles, la valeur de W n'atteignant pas 25 % chez plus de la moitié des espèces et ne convergeant pas chez 2 espèces (tableau 2). Il serait pertinent d'analyser plus en profondeur les raisons de cette variabilité de concordance d'une espèce à l'autre, par exemple en utilisant une approche comparative phylogénétique (Felsenstein, 1985; Harvey et Pagel, 1991), mais cela déborde des objectifs de la présente étude.

Deux constats principaux se dégagent. Premièrement, les taux d'occupation des sites par les oiseaux nicheurs étaient généralement en hausse à la Forêt Montmorency, malgré les pratiques forestières extensives. Ce constat peut surprendre, vu les conclusions de certaines synthèses nord-américaines (Wells et collab., 2014). Cependant, une dominance de tendances à la hausse a aussi été enregistrée par Machtans et collab. (2014) dans des forêts boréales des Territoires du Nord-Ouest du Canada, ce qui suggère de fortes variations régionales ou une

Tableau 1. Correspondance des rangs des espèces d'oiseaux chanteurs à la Forêt Montmorency avec le stade de succession et la classe d'âge des peuplements.

Rang	Stade de succession	Classe d'âge (ans)	Description
1 - 4	Coupe récente	0 - 9	Les parterres de coupes d'essences mixtes de moins de 1 m (milieux ouverts)
5 - 7	Régénération basse	10 - 19	Les parterres de coupes d'essences mixtes de 1 à 4 m (milieux arbustifs de transition)
8 - 11	Régénération haute	20 - 29	Les parterres de coupe résineux ou mixtes de 5 à 7 m (milieux arbustifs de transition)
12 - 18	Jeune forêt fermée	30 - 59	Les peuplements de 7 m et plus dominé par le sapin baumier ou l'épinette noire (milieux arborescents fermés)
19 - 31	Forêt mature	60 - 89	
32	Vieille forêt	90 et plus	

Tableau 2. Tendances 1995-2016 de l'occupation des sites (β = Coefficient de tendance annuelle), z = coefficient de la Loi normale et p = probabilité) par 32 espèces d'oiseaux rapportées au moins 100 fois à la Forêt Montmorency, et concordance (W) des tendances entre les données du Programme de surveillance des oiseaux nicheurs de la Forêt Montmorency, du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord (BBS) et des observatoires des oiseaux de Tadoussac et de McGill. Les espèces ont été triées par ordre croissant de tendance annuelle. Les tendances significativement différentes de zéro ($p \leq 0,05$) sont indiquées en caractères gras. Le rang indique l'ordre des espèces en fonction de la succession forestière. Tous les modèles ont convergé sauf ceux de concordance pour la paruline obscure et le bruant à gorge blanche. Le stade de succession est fourni pour faciliter l'interprétation: CR ou coupe récente, RB ou régénération basse, RH ou régénération haute, JF ou jeune forêt fermée, FM ou forêt mature et VF ou vieille forêt.

Espèce	Fréq.	Rang et stade	Tendance annuelle				Concordance	
			β	Erreur type	z	p	W	p
Roitelet à couronne rubis (<i>Regulus calendula</i>)	3636	22 – FM	-0,217	0,115	-1,90	0,06	0,08	>0,9
Sittelle à poitrine rousse (<i>Sitta canadensis</i>)	2309	25 – FM	-0,195	0,103	-1,89	0,06	0,40	0,002
Viréo à tête bleue (<i>Vireo solitarius</i>)	1369	29 – FM	-0,101	0,084	-1,21	0,2	0,52	0,001
Pic flamboyant (<i>Colaptes auratus</i>)	127	7 – RB	-0,084	0,168	-0,50	0,6	0,17	0,7
Viréo aux yeux rouges (<i>Vireo olivaceus</i>)	159	18 – JF	-0,082	0,139	-0,59	0,6	0,34	0,08
Grive solitaire (<i>Catharus guttatus</i>)	164	12 – JF	-0,077	0,135	-0,57	0,6	0,10	0,9
Paruline obscure (<i>Oreothlypis peregrina</i>)	510	11 – RH	-0,039	0,093	-0,42	0,7		
Roitelet à couronne dorée (<i>Regulus satrapa</i>)	3219	31 – FM	-0,038	0,070	-0,55	0,6	0,19	0,5
Paruline à poitrine baie (<i>Setophaga castanea</i>)	2134	28 – FM	-0,034	0,075	-0,45	0,7	0,15	0,8
Mésange à tête brune (<i>Poecile hudsonicus</i>)	1184	27 – FM	-0,023	0,135	-0,17	0,9	0,17	0,7
Viréo de Philadelphie (<i>Vireo philadelphicus</i>)	1763	14 – JF	0,151	0,063	2,39	0,02	0,34	0,02
Paruline flamboyante (<i>Setophaga ruticilla</i>)	1766	16 – JF	0,152	0,064	2,36	0,02	0,20	0,4
Paruline à gorge noire (<i>Setophaga virens</i>)	3236	30 – FM	0,165	0,068	2,42	0,02	0,17	0,7
Paruline rayée (<i>Setophaga striata</i>)	3249	9 – RH	0,212	0,065	3,28	0,001	0,15	0,8
Merle d'Amérique (<i>Turdus migratorius</i>)	674	* 19 – FM	0,223	0,104	2,15	0,03	0,08	>0,9
Paruline à croupion jaune (<i>Setophaga coronata</i>)	5134	24 – FM	0,283	0,228	1,24	0,2	0,10	0,9
Junco ardoisé (<i>Junco hyemalis</i>)	2497	* 21 – FM	0,298	0,111	2,70	0,007	0,17	0,7
Paruline à joues grises (<i>Oreothlypis ruficapilla</i>)	995	15 – JF	0,321	0,093	3,46	0,001	0,37	0,009
Moucherolle tchébec (<i>Empidonax minimus</i>)	2080	5 – RB	0,321	0,071	4,54	<0,001	0,21	0,4
Bruant fauve (<i>Passerella iliaca</i>)	1893	8 – RH	0,344	0,084	4,12	<0,001	0,37	0,01
Paruline à tête cendrée (<i>Setophaga magnolia</i>)	4780	17 – JF	0,374	0,112	3,35	0,001	0,36	0,03
Paruline masquée (<i>Geothlypis trichas</i>)	363	1 – CR	0,375	0,100	3,74	<0,001	0,33	0,07
Moucherolle à ventre jaune (<i>Empidonax flaviventris</i>)	1217	20 – FM	0,414	0,126	3,58	<0,001	0,21	0,4
Mésange à tête noire (<i>Poecile atricapillus</i>)	371	13 – JF	0,415	0,128	3,26	0,001	0,48	0,001
Grimpereau brun (<i>Certhia americana</i>)	185	32 – VF	0,432	0,137	3,15	0,002	0,51	0,001
Bruant de Lincoln (<i>Melospiza lincolni</i>)	611	4 – CR	0,444	0,085	5,25	<0,001	0,07	>0,9
Moucherolle des aulnes (<i>Empidonax alnorum</i>)	877	3 – CR	0,507	0,072	7,02	<0,001	0,37	0,06
Paruline triste (<i>Geothlypis philadelphia</i>)	207	6 – RB	0,611	0,116	5,25	<0,001	0,21	0,4
Paruline à calotte noire (<i>Cardellina pusilla</i>)	791	2 – CR	0,751	0,080	9,34	<0,001	0,21	0,4
Bruant à gorge blanche (<i>Zonotrichia albicollis</i>)	6706	* 10 – RH	0,977	0,139	7,01	<0,001		
Troglodyte des forêts (<i>Troglodytes hiemalis</i>)	2835	26 – FM	4,828	0,826	5,85	<0,001	0,22	0,4
Grive à dos olive (<i>Catharus ustulatus</i>)	4933	23 – FM	4,903	0,712	6,88	<0,001	0,13	0,8

* Le rang et le stade sont à titre indicatif, car ces espèces sont connues pour être ubiquistes.

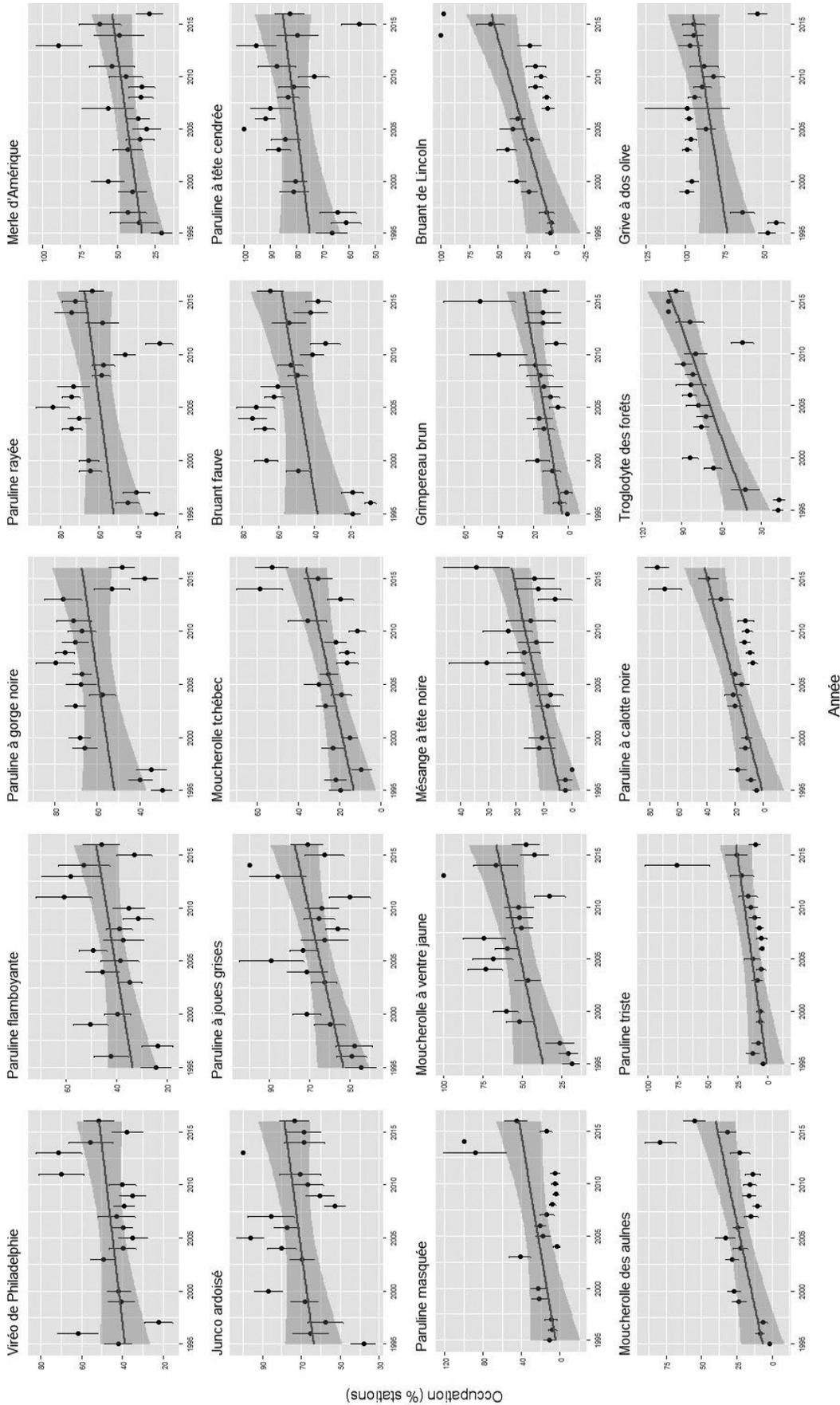


Figure 3. Tendances significativement à la hausse du taux d'occupation observé chez 20 espèces d'oiseaux à la Forêt Montmorency (1995-2016). Les barres verticales de part et d'autre des points sont les erreurs types des estimations. Les zones ombragées représentent les limites de confiance des droites de régression. Tous les modèles convergent sauf dans le cas du bruant à gorge blanche. Pour cette espèce, le modèle de tendance ne converge que lorsque que l'on considère l'année comme variable quantitative (tableau 2), mais pas, comme dans le cas ici, lorsque l'année est considérée comme variable catégorique. Les espèces sont présentées en ordre croissant de tendance annuelle selon les valeurs du tableau 2.

Tableau 3. Corrélations deux à deux (*r* de Pearson) des indices d'abondances annuels, toutes espèces confondues, du Programme de suivi des oiseaux nicheurs de la Forêt Montmorency (FMont), du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord (BBS) et des observatoires des oiseaux de Tadoussac (OOT) et de McGill (OOM). Les tailles d'échantillon (nombres de paires d'indices) sont indiquées entre parenthèses. Les valeurs en caractères gras diffèrent significativement de 0.

	BBS	OOT automne	OOM automne	OOM printemps
FMont	0,07 (461)	0,43 (58)	0,12 (94)	0,12 (443)
BBS		-0,17 (58)	0,42 (94)	0,22 (411)
OOT automne			0,73 (15)	0,11 (51)
OOM automne				-0,02 (44)

possible méconnaissance de l'état réel des populations d'oiseaux en forêt boréale en raison d'un suivi insuffisant. De plus, la majorité des espèces en hausse à la Forêt Montmorency sont associées aux peuplements forestiers fermés (de 30 ans ou plus). Un deuxième constat principal ressort de notre analyse: la concordance entre les tendances annuelles calculées selon différentes approches et à différentes périodes est généralement faible, bien que significative.

Qu'elles aient été mesurées dans le cadre de vastes programmes nationaux ou non, les tendances mesurées sont influencées à la fois par des facteurs locaux, régionaux et parfois éloignés de la zone couverte par l'échantillonnage. Par exemple, Huillet (2007) estimait que 27% des tendances des populations d'oiseaux dénombrés à Québec dans le cadre du Recensement des oiseaux de Noël 1978-2006 étaient attribuables à des facteurs locaux (étalement urbain, etc.), le reste provenant de tendances non reliées spécifiquement à la région étudiée et, bien sûr, des erreurs liées à l'échantillonnage. Dans le cas de la Forêt Montmorency, l'abondance des oiseaux non-résidents peut être influencée notamment par les effets de la perte et de l'altération des habitats dans l'aire d'hivernage (Rappole et McDonald, 1994) ou les effets cumulatifs des différentes sources de mortalité d'origine anthropique, notamment les collisions et les chats (Calvert et collab., 2013). Toutefois, le principal facteur de changement associé localement à la Forêt Montmorency est probablement l'évolution locale des âges de peuplements forestiers (Drolet et collab., 1999). Les effets appréhendés des changements climatiques (Virkkala 2016) pourraient éventuellement s'ajouter à ces effets locaux. Le secteur nord (lac des Neiges) a été le théâtre de vastes coupes totales au cours des années 1990, de sorte que depuis le début des inventaires d'oiseaux, les peuplements très jeunes ont décliné en superficie, remplacés par des peuplements en régénération, qui dominent encore à ce jour les paysages de ce secteur. Par contre, le secteur « forêt mosaïque » de la Forêt Montmorency n'a guère évolué en classes d'âges de peuplements, si ce n'est qu'un gain en peuplements matures (60 à 89 ans, figure 2). Par ailleurs, la seule épidémie sévère d'insectes à la Forêt Montmorency, durant la période considérée, s'est produite en 2014-2015

dans un secteur relativement circonscrit (4 km², soit 1% de la superficie, Julie Bouliane, communication personnelle), et aucun incendie forestier n'a frappé l'aire d'étude. Il n'est donc pas surprenant que la diminution progressive des coupes récentes dans le paysage au profit de stades successoraux plus âgés se traduise par une hausse de la majorité des oiseaux de début de succession (9 espèces sur 11) et des jeunes forêts fermées (5 espèces sur 7). De plus, une relation similaire est observée chez près de la moitié des oiseaux associés aux forêts matures (6 espèces sur 13), lesquelles coïncident avec une augmentation de ce stade de succession, notamment dans le secteur « forêt mosaïque » de la Forêt Montmorency. Ces résultats suggèrent donc que les tendances des populations d'oiseaux estimées à la Forêt Montmorency répondent, du moins en partie, à des facteurs locaux et que cette influence s'observe chez des espèces de toutes les classes d'âge de forêt, ce qui n'est pas nécessairement surprenant en forêt boréale, où les espèces sont généralement bien adaptées à des perturbations récurrentes (Hunter, 1992; Drolet et collab., 1999).

La concordance entre les tendances des populations mesurées par les sources indépendantes est plutôt faible et semble dominée par la similitude des tendances calculées à l'automne par les deux observatoires. Cette similitude entre les données de l'OOT et de l'OOM demeure à explorer espèce par espèce, mais elle pourrait provenir de la plus grande variation interannuelle des nombres d'oiseaux en migration automnale.

On pourrait expliquer la non-concordance entre les données du BBS et celle de la Forêt Montmorency par les différences majeures dans l'analyse des données. Notamment, les indices de la Forêt Montmorency tiennent compte de la probabilité de détection, contrairement à ceux du BBS, alors que ces derniers tiennent compte de l'effet du changement d'observateur, contrairement à ceux de la Forêt Montmorency. Par contre, nous estimons que cette différence n'a pas de conséquence majeure, puisque les conditions d'observation du BBS sont très standardisées, ce qui limite ainsi les biais qui pourraient occasionner des changements annuels dans la probabilité de détection. De plus, environ la moitié des stations d'écoute à la Forêt Montmorency étaient réalisées le long de chemins, à l'instar du BBS. Selon nous, il est plus plausible que les différences dans les indices annuels, et par conséquent, dans les tendances de population, résultent d'une grande hétérogénéité dans les densités de population à l'échelle des paysages. Une variation interannuelle dans l'emplacement de zones de forte densité aurait pour effet d'introduire une grande variance dans les estimations de densité obtenues dans des paysages différents d'une même région, ce qui réduirait la capacité de détecter des tendances à plus grande échelle à partir de données strictement locales.

On mentionne souvent le rôle crucial que jouent les forêts boréales dans la production d'oisillons (ICOAN, 2016). Pourtant, l'aspect de la reproduction n'est généralement pas évalué quantitativement dans les programmes présents au Québec. L'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec procure des indices comportementaux qui permettent de confirmer le

statut de nidification des espèces, mais ces indices ne sont pas colligés dans un souci de mesure de la productivité (p. ex., la quantité d'oisillons produits ou de nichées productives). En principe, les données automnales des observatoires d'oiseaux, dont les activités de suivi reposent sur le baguage, pourraient produire des estimations basées sur les proportions de juvéniles des oiseaux chanteurs, comme on le fait ailleurs en Amérique du Nord avec le programme MAPS (DeSante et collab., 2004). Toutefois, en forêt boréale au Québec, la productivité des populations d'oiseaux forestiers nicheurs n'a été évaluée qu'à un seul endroit: la Forêt Montmorency (détails dans Corbani et collab., 2014), mais aucune analyse approfondie de ces données n'a été effectuée à ce jour.

Il est devenu fréquent de lire des nouvelles préoccupantes sur l'état des oiseaux de la forêt boréale. Ces préoccupations sont bien sûr légitimes, vu le déclin significatif des tailles des populations d'oiseaux depuis quelques décennies et la multiplication d'espèces classées en péril (COSEPAC, 2017). Il est néanmoins impératif d'étendre la portée des programmes de surveillance des populations à l'ensemble de la forêt boréale, notamment au nord de la sapinière, et de valider les données et calculs sous-jacents aux divers rapports synthèses tels que ceux de l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN, 2016), afin de maintenir, sinon augmenter, la crédibilité des évaluations des tendances des oiseaux de la sapinière et des autres écosystèmes boréaux.

Remerciements

Nous tenons à remercier les nombreuses personnes (étudiants, bénévoles, employés) qui ont participé à cet important exercice de bénévolat scientifique que constituent les dénombrements d'oiseaux. Ces recherches ont été rendues possibles avec l'appui financier de l'Université Laval (Forêt Montmorency), le Conseil de recherches en sciences naturelles et génie du Canada (A. Desrochers), le Service canadien de la faune, Études d'Oiseaux Canada et le Réseau canadien de surveillance des migrations. Nos remerciements vont aussi à Louis Imbeau et Junior A. Tremblay qui ont relu ce texte et contribué à son amélioration. Enfin, les auteurs souhaitent dédier cet article à la mémoire de Chandler S. Robbins, un ornithologue légendaire, fondateur du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord (BBS) et décédé le 20 mars 2017 à l'âge de 98 ans. ◀

Références

ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU QUÉBEC, 2017. Site Web. Regroupement QuébecOiseaux, Service canadien de la faune d'Environnement Canada et Études d'Oiseaux Canada. Québec, Québec, Canada. Disponible en ligne à : <http://www.atlas-oiseaux.qc.ca/>. [Visité le 24-01-17].

BAM, 2017. Projet de modélisation de l'avifaune. The Boreal Avian Monitoring project, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada. Disponible en ligne à : <http://www.borealbirds.ca/user/contact.php>. [Visité le 01-03-17].

BARDO, L., L. GOULET, A. HIBBERT, V. LUKASIK et K. POITRAS, 2003. Ecological assessment of the Stoneycroft Wildlife Area. McGill Bird Observatory, Montréal, Québec, Canada, 50 p.

BÉLANGER, L., 2001. La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est: l'expérience de la Forêt Montmorency. *Le Naturaliste Canadien*, 125(3): 18-25.

BERLANGA, H., J.A. KENNEDY, T.D. RICH, M.C. ARIZMENDI, C.J. BEARDMORE, P.J. BLANCHER, G.S. BUTCHER, A.R. COUTURIER, A.A. DAYER, D.W. DEMAREST, W.E. EASTON, M. GUSTAFSON, E. IÑIGO-ELIAS, E.A. KREBS, A.O. PANJABI, V.R. CONTRERAS, K.V. ROSENBERG, J.M. RUTH, E.S. CASTELLÓN, R.M. VIDAL et T. WILL, 2010. Saving our Shared Birds: Partners in Flight Tri-National Vision for Landbird Conservation. Cornell Lab of Ornithology, Cornell, New York State, É.-U., 49 p.

BERTHIAUME, É., M. BÉLISLE et J.-P. SAVARD, 2009. Incorporating detectability into analyses of population trends based on hawk counts: A double-observer approach. *The Condor*, 111 : 43-58.

CALVERT, A.M., C.A. BISHOP, R.D. ELLIOT, E.A. KREBS, T.M. KYDD, C.S. MACHTANS, et G.J. ROBERTSON, 2013. A synthesis of human-related avian mortality in Canada. *Avian Conservation and Ecology*, 8 : 11.

CORBANI, A.C., M.-H. HACHEY et A. DESROCHERS, 2014. Food provisioning and parental status in songbirds: can occupancy models be used to estimate nesting performance? [En ligne] *PLoS ONE*, 9 (7) : e101765. doi:10.1371/journal.pone.0101765.

COSEPAC, 2017. Espèces sauvages canadiennes en péril le 24 octobre 2016. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Disponible en ligne à : <http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=6A538543-1>. [Visité le 24-01-17].

CÔTÉ, P. (édit.), 2016. Protocole de suivi de la migration des oiseaux par les relevés visuels quotidiens. Comité scientifique de l'Observatoire d'oiseaux de Tadoussac, Corporation Explos-Nature, Les Bergeronnes, Québec, Canada, 15 p.

CUMMING, S.G., K. LEFEVRE, E. BAYNE, T. FONTAINE, F.K.A. SCHMIEGELOW et S. SONG, 2010. Toward conservation of boreal Nearctic forest avifauna: Design and application of ecological models at continental extents. *Avian Conservation and Ecology*, 5 : 8. [En ligne] <http://www.ace-eco.org/vol5/iss2/art8/>.

DESANTE, D.F., J.F. SARACCO, D.R. O'GRADY, K.M. BURTON et B.L. WALKER, 2004. Methodological considerations of the Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) program. *Studies in Avian Biology*, No 29, 28-45.

DROLET, B., 1997. Variation des assemblages d'oiseaux chanteurs selon la structure du paysage de la sapinière boréale exploitée. Mémoire de maîtrise, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada, 103 p.

DROLET, B., A. DESROCHERS et M.-J. FORTIN, 1999. Effects of landscape structure on nesting songbird distribution in a harvested boreal forest. *The Condor*, 101 : 699-704.

DUNN, E.H., B.L. ALTMAN, J. BART, C.J. BEARDMORE, H. BERLANGA, P.J. BLANCHER, G.S. BUTCHER, D.W. DEMAREST, R. DETTMERS, W.C. HUNTER, E.E. IÑIGO-ELIAS, A.O. PANJABI, D.N. PASHLEY, C.J. RALPH, T.D. RICH, K.V. ROSENBERG, C.M. RUSTAY, J.M. RUTH et T.C. WILL, 2005a. High priority needs for range-wide monitoring of North American landbirds. Report 2, Laurel, MD, 30 p.

DUNN, E.H., C.M. FRANCIS, P.J. BLANCHER, S.R. DRENNAN, M.A. HOWE, D. LEPAGE, C.S. ROBBINS, K.V. ROSENBERG, J.R. SAUER, et A.G. SMITH, 2005b. Enhancing the scientific value of The Christmas Bird Count. *The Auk*, 122 : 338-346.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2014. Le Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord – Tendances démographiques au Canada, version des données de 2014. Disponible en ligne à : <http://www.ec.gc.ca/ron-bbs/P001/A001/?lang=f>. [Visité le 24-01-17].

- ENVIRONNEMENT CANADA, 2016. Le Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord – Méthodes statistiques utilisées dans le cadre du Relevé des oiseaux nicheurs. Disponible en ligne à : <http://www.ec.gc.ca/ron-bbs/P006/A001/?lang=f>. [Visité le 24-01-17].
- ESRI, 2010. ArcGIS® 10. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, California, É.-U.
- ÉTUDES D'OISEAUX CANADA, 2017a. Les programmes de science citoyenne. Disponible en ligne à : <http://www.oiseauxcanada.org/>. [Visité le 24-01-17].
- ÉTUDES D'OISEAUX CANADA, 2017b. Nature Counts. Disponible en ligne à : <http://www.birdscanada.org/birdmon/default/>. [Visité le 02-02-17].
- FALARDEAU, G., 2009. Analyse de la couverture du Relevé des oiseaux nicheurs au Québec. Série de rapports techniques n° 498, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, Canada, ix + 38 p.
- FELSENSTEIN, J., 1985. Phylogenies and the comparative method. *The American Naturalist*, 125 : 1-15.
- FISKE, I., R.B. CHANDLER et A. ROYLE, 2011. Unmarked: Models for data from unmarked animals. R package version 0.11-0. Disponible en ligne à : <http://CRAN.R-project.org/package=unmarked>. [Visité le 04-03-17].
- GAHBAUER, M.A. et M.-A.R. HUDSON, 2004. McGill Bird Observatory field protocol for migration monitoring program. McGill Bird Observatory, Montréal, Québec, Canada, 23 p.
- GAUTHIER, J. et Y. AUBRY (édit.), 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Gouvernement du Canada, Service canadien de la faune, Montréal, Québec, Canada, 1295 p.
- HARVEY, P.H. et M.D. PAGEL, 1991. The comparative method in evolutionary biology. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni, 35 p.
- HOBSON, K.A., S.L.V. WILGENBURG, E.H. DUNN, D.J.T. HUSSELL, P.D. TAYLOR et D.M. COLLISTER, 2015. Predicting origins of passerines migrating through Canadian migration monitoring stations using stable-hydrogen isotope analyses of feathers: a new tool for bird conservation. *Avian Conservation and Ecology*, 10 : 3. [En ligne] <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00719-100103>.
- HUILLET, L., 2007. Tendances spatio-temporelles de répartition chez les oiseaux hivernants durant 26 ans d'étalement urbain à Québec. Mémoire de maîtrise, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec, Canada, 74 p.
- HUNTER, M.L., Jr., 1992. Paleoeecology, landscape ecology and conservation of neotropical migrant passerines in boreal forests. Dans : HAGAN, J.M., III et D.W. JOHNSTON (édit.). *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Smithsonian. Institute Press, Washington, DC., p. 511-523.
- IBARZABAL, J., P. CÔTÉ et B. DROLET, 2009. Tadoussac : sentinelle ornithologique de la forêt boréale au parc national du Saguenay. *Le Naturaliste canadien*, 133(3) : 27-31.
- ICOAN, 2016. État des populations d'oiseaux de l'Amérique du Nord 2016. Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord, Ottawa, Ontario, Canada, 8 p.
- KINNARD, N., 2014. La plus grande forêt universitaire d'enseignement et de recherche au monde. Le Fil des événements, Université Laval, 50. Disponible en ligne à : <https://www.lefil.ulaval.ca/plus-grande-foret-universitaire-denseignement-recherche-36289/>. [Visité le 24-01-17].
- LEGENDRE, P., 2010. Coefficient of concordance. Dans : SALKIND, N.J. (édit.). *Encyclopedia of Research Design*, Vol. 1. SAGE Publications, Inc., Los Angeles, California, É.-U., p. 164-169.
- LÉTOURNEAU, J.-P., 2000. Normes de cartographie écoforestière : confection et mise à jour Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Québec, Canada, 84 p.
- LIMOGES, B., 2002. ZICO de Tadoussac, une fenêtre sur la Boréale, plan de conservation, Union québécoise pour la conservation de la nature, le Parc national du Saguenay, la Fédération canadienne de la nature, Études d'Oiseaux Canada, Québec, Canada, vi + 69 p.
- MACHTANS, C.S., K.J. KARDYNAL et P.A. SMITH, 2014. How well do regional or national Breeding Bird Survey data predict songbird population trends at an intact boreal site? *Avian Conservation and Ecology*, 9 : 5. [En ligne] <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00649-090105>.
- MACKENZIE, D.I., J.D. NICHOLS, S. LACHMAN, S. DROEGE, A. ROYLE et C.A. LANGTIMM, 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83 : 2248-2255.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en ligne à <https://cran.r-project.org/>. [Visité le 03-03-17].
- RAE, L.F., D.M. WHITAKER et I.G. WARKENTIN, 2015. Variable effect of playback of chickadee mobbing calls on detection probability of boreal forest birds. *Journal of Field Ornithology*, 86 : 51-64. Doi: 10.1111/jof.12088.
- RAPPOLE, J.H. et M.V. McDONALD, 1994. Cause and effect in population declines of migratory birds. *The Auk*, 111 : 652-660.
- ROBBINS, C.S., D. BYSTRAK et P.H. GEISSLER, 1986. The Breeding Bird Survey: Its first fifteen years, 1965-1979. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., 205 p.
- ROSENBERG, K.V., J.A. KENNEDY, R. DETTMERS, R.P. FORD, D. REYNOLDS, J.D. ALEXANDER, C.J. BEARDMORE, P.J. BLANCHER, R.E. BOGART, G.S. BUTCHER, A.F. CAMFIELD, A. COUTURIER, D.W. DEMAREST, W.E. EASTON, J.J. GIOCOMO, R.H. KELLER, A.E. MINI, A.O. PANJABI, D.N. PASHLEY, T.D. RICH, J.M. RUTH, H. STABINS, J. STANTON et T. WILL, 2016. Partners in Flight Landbird Conservation Plan: 2016 Revision for Canada and Continental United States. Partners in Flight Science Committee, 119 p.
- RQO, 2017. Nos projets. Regroupement QuébecOiseaux. Disponible en ligne à : <http://quebecoiseaux.org/index.php/dossiers>. [Visité le 24-01-17].
- SAUER, J.R., J.E. HINES, J.E. FALLON, K.L. PARDIECK, J.D. J. ZIOLKOWSKI et W.A. LINK, 2014. The North American Breeding Bird Survey, Results and Analysis 1966-2013. Version 01.30.2015 USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, É.-U. Disponible en ligne à : <https://www.mbr-pwrc.usgs.gov/bbs/bbs.html>. [Visité le 03-03-17].
- SCHERRER, B., 1984. Biostatistique. La loi normale centrée réduite (p. 262). Gaëtan Morin, 850 p.
- SULLIVAN, B.L., C.L. WOOD, M.J. ILIFF, R.E. BONNEY, D. FINK et S. KELLING, 2009. eBird: a citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 142 : 2282-2292.
- VIRKKALA, R., 2016. Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *Biodiversity and Conservation*, 25 : 151-167. doi:10.1007/s10531-015-1043-0.
- WELLS, J., D. CHILDS, F. REID, M. DARVEAU et V. COURTOIS, 2014. Les oiseaux boréaux ont besoin de la forêt : voici pourquoi il faut maintenir au moins la moitié de la crèche d'oiseaux de l'Amérique du Nord. Seattle, Washington State, Washington, D.C., Memphis, Tennessee, Stonewall, 27 p.



Yvan Bedard
PHOTONATURE
Ph.D. Prof. émérite
Neuveville, Qc
Canada G0A 2R0
1-418-561-7046

yvan_bedard@hotmail.com
PHOTOS-LICENCES-COURS-CONSEILS
<http://yvanbedardphotonature.com>

Annexe 1. Probabilités de détection ($p \pm$ erreur type) des oiseaux nicheurs à la Forêt Montmorency, standardisées pour un 10 juin à 6 h et pour une durée d'écoute de 15 minutes. Les espèces sont présentées en ordre phylogénétique.

Espèce	Écoute passive		Avec repasse de houspillage	
	p	Erreur type	p	Erreur type
Pic flamboyant	0,12	0,07	0,10	0,06
Moucherolle à ventre jaune	0,34	0,04	0,26	0,03
Moucherolle des aulnes	0,57	0,05	0,43	0,05
Moucherolle tchébec	0,56	0,05	0,41	0,05
Viréo à tête bleue	0,34	0,04	0,32	0,03
Viréo de Philadelphie	0,55	0,04	0,41	0,04
Viréo aux yeux rouges	0,21	0,06	0,15	0,05
Mésange à tête noire	0,18	0,06	0,17	0,05
Mésange à tête brune	0,23	0,03	0,23	0,03
Sittelle à poitrine rousse	0,36	0,03	0,38	0,03
Grimpereau brun	0,24	0,08	0,15	0,05
Troglodyte des forêts	0,44	0,02	0,43	0,02
Roitelet à couronne dorée	0,53	0,03	0,61	0,03
Roitelet à couronne rubis	0,57	0,03	0,54	0,03
Grive à dos olive	0,62	0,02	0,52	0,02
Grive solitaire	0,27	0,09	0,23	0,09
Merle d'Amérique	0,28	0,05	0,22	0,04
Paruline obscure	0,27	0,05	0,32	0,06
Paruline à joues grises	0,44	0,03	0,35	0,03
Paruline triste	0,54	0,11	0,37	0,09
Paruline masquée	0,41	0,07	0,29	0,06
Paruline flamboyante	0,50	0,04	0,35	0,04
Paruline à tête cendrée	0,68	0,02	0,60	0,02
Paruline à poitrine baie	0,46	0,04	0,42	0,03
Paruline rayée	0,60	0,03	0,56	0,03
Paruline à croupion jaune	0,66	0,02	0,58	0,02
Paruline à gorge noire	0,59	0,03	0,52	0,03
Paruline à calotte noire	0,54	0,06	0,53	0,05
Bruant fauve	0,44	0,03	0,35	0,03
Bruant de Lincoln	0,45	0,06	0,34	0,06
Bruant à gorge blanche	0,73	0,02	0,68	0,02
Junco ardoisé	0,46	0,03	0,35	0,03



Christian Marcotte

Paruline rayée (*Setophaga striata*), mâle.



Christian Marcotte

Paruline à poitrine baie (*Setophaga castanea*), femelle.



Christian Marcotte

Paruline à calotte noire (*Cardellina pusilla*), mâle.

Annexe 2. Probabilités d'occupation de site (moyenne et erreur type), en considérant l'année comme variable catégorique et standardisées pour un couvert moyen de 50 % de forêts fermées de 30 ans ou plus dans un rayon de 1 km. Tous les modèles ont convergé, sauf ceux de la paruline obscure et du bruant à gorge blanche. Pour ces deux espèces, le modèle de tendance converge lorsque l'on considère l'année comme variable quantitative (tableau 2). Les valeurs manquantes d'erreurs-types proviennent de divisions par zéro. Les espèces sont présentées en ordre phylogénétique.

Espèce	Année											
	1995		1996		1997		1999		2000		2003	
Pic flamboyant	0,14	0,17	0,15	0,13	0,00	0,04	0,43	0,31	0,48	0,36	0,25	0,15
Moucherolle à ventre jaune	0,19	0,06	0,21	0,06	0,26	0,09	0,51	0,09	0,60	0,08	0,47	0,08
Moucherolle des aulnes	0,02	0,02	0,09	0,03	0,06	0,03	0,24	0,05	0,27	0,05	0,28	0,05
Moucherolle tchébec	0,20	0,05	0,22	0,05	0,09	0,05	0,23	0,06	0,15	0,04	0,27	0,04
Viréo à tête bleue	0,27	0,06	0,42	0,08	0,37	0,09	0,63	0,10	0,37	0,06	0,54	0,08
Viréo de Philadelphie	0,42	0,07	0,62	0,10	0,22	0,07	0,41	0,06	0,42	0,06	0,49	0,06
Viréo aux yeux rouges	0,04	0,03	0,05	0,04	<0,01	<0,01	0,13	0,06	0,14	0,06	0,22	0,08
Mésange à tête noire	0,02	0,02	0,02	0,02	0		0,12	0,06	0,11	0,05	0,09	0,04
Mésange à tête brune	0,61	0,17	0,34	0,09	0,45	0,21	0,98	0,04	0,65	0,11	0,59	0,10
Sittelle à poitrine rousse	0,48	0,08	0,35	0,07	0,54	0,10	0,72	0,09	0,63	0,07	0,65	0,08
Grimpereau brun	0,01	0,01	0,05	0,04	0,01	0,03	0,09	0,05	0,18	0,07	0,14	0,06
Troglodyte des forêts	0,17	0,04	0,17	0,04	0,42	0,11	0,66	0,07	0,84	0,06	0,75	0,06
Roitelet à couronne dorée	0,37	0,05	0,48	0,06	0,60	0,08	0,63	0,06	0,75	0,05	0,67	0,05
Roitelet à couronne rubis	0,48	0,06	0,54	0,06	0,72	0,08	0,78	0,06	0,89	0,06	0,86	0,06
Grive à dos olive	0,48	0,06	0,42	0,05	0,64	0,08	0,99	0,05	0,96	0,04	0,99	0,03
Grive solitaire	0,05	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,10	0,05	0,20	0,08	0,18	0,08
Merle d'Amérique	0,20	0,07	0,35	0,12	0,43	0,12	0,40	0,09	0,56	0,11	0,43	0,10
Paruline à joues grises	0,44	0,08	0,49	0,08	0,48	0,09	0,60	0,08	0,71	0,07	0,63	0,06
Paruline triste	0,03	0,03	0,12	0,05	0,08	0,05	0,06	0,03	0,06	0,03	0,09	0,04
Paruline masquée	0,11	0,06	0,08	0,05	0,09	0,06	0,22	0,08	0,22	0,08	0,42	0,11
Paruline flamboyante	0,24	0,06	0,42	0,07	0,24	0,06	0,50	0,07	0,40	0,05	0,35	0,05
Paruline à tête cendrée	0,67	0,06	0,61	0,06	0,64	0,07	0,81	0,05	0,80	0,05	0,87	0,05
Paruline à poitrine baie	0,27	0,06	0,42	0,07	0,44	0,09	0,60	0,07	0,52	0,06	0,51	0,06
Paruline rayée	0,31	0,05	0,45	0,06	0,41	0,07	0,64	0,06	0,65	0,05	0,74	0,05
Paruline à croupion jaune	0,53	0,06	0,71	0,06	0,96	0,08	1,00	<0,01	0,97	0,03	0,90	0,04
Paruline à gorge noire	0,29	0,05	0,40	0,05	0,35	0,07	0,66	0,06	0,68	0,05	0,70	0,05
Paruline à calotte noire	0,05	0,03	0,09	0,03	0,18	0,06	0,13	0,04	0,12	0,04	0,20	0,05
Bruant fauve	0,19	0,05	0,09	0,03	0,19	0,06	0,49	0,07	0,67	0,06	0,68	0,06
Bruant de Lincoln	0,05	0,04	0,04	0,03	0,08	0,07	0,23	0,07	0,34	0,08	0,42	0,09
Junco ardoisé	0,38	0,07	0,65	0,09	0,58	0,09	0,68	0,07	0,87	0,07	0,70	0,06

Annexe 2 (suite).

Espèce	Année											
	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
Pic flamboyant	0,47	0,31	0,55	0,90	0,38	0,28	0,33	0,30	0,16	0,13	0,09	0,11
Moucherolle à ventre jaune	0,73	0,11	0,69	0,13	0,60	0,08	0,74	0,13	0,50	0,07	0,52	0,08
Moucherolle des aulnes	0,22	0,05	0,33	0,07	0,24	0,04	0,15	0,05	0,11	0,03	0,16	0,04
Moucherolle tchébec	0,19	0,05	0,30	0,07	0,25	0,04	0,16	0,05	0,16	0,04	0,22	0,05
Viréo à tête bleue	0,49	0,08	0,39	0,09	0,58	0,07	0,49	0,10	0,50	0,06	0,53	0,08
Viréo de Philadelphie	0,40	0,07	0,35	0,07	0,40	0,05	0,43	0,09	0,39	0,05	0,35	0,06
Viréo aux yeux rouges	0,20	0,08	0,14	0,07	0,10	0,04	<0,01	<0,01	0,12	0,05	0,11	0,06
Mésange à tête noire	0,08	0,05	0,15	0,08	0,17	0,06	0,30	0,14	0,17	0,06	0,13	0,06
Mésange à tête brune	0,68	0,14	0,61	0,14	0,76	0,12	0,86	0,15	0,65	0,10	0,81	0,14
Sittelle à poitrine rousse	0,73	0,09	0,79	0,11	0,71	0,06	0,70	0,11	0,75	0,07	0,52	0,08
Grimpereau brun	0,17	0,07	0,06	0,05	0,10	0,05	0,14	0,11	0,16	0,07	0,19	0,09
Troglodyte des forêts	0,72	0,07	0,78	0,09	0,84	0,05	0,83	0,11	0,82	0,05	0,89	0,07
Roitelet à couronne dorée	0,68	0,06	0,70	0,07	0,68	0,04	0,74	0,09	0,78	0,04	0,73	0,05
Roitelet à couronne rubis	0,86	0,06	0,85	0,07	0,93	0,05	0,92	0,09	0,77	0,04	0,74	0,05
Grive à dos olive	0,97	0,04	0,87	0,06	0,98	0,03	0,99	0,27	0,94	0,04	0,89	0,06
Grive solitaire	0,04	0,03	0,17	0,09	0,16	0,07	0,18	0,10	0,13	0,06	0,07	0,04
Merle d'Amérique	0,35	0,09	0,31	0,10	0,36	0,08	0,56	0,17	0,34	0,08	0,33	0,09
Paruline à joues grises	0,71	0,10	0,89	0,16	0,73	0,07	0,63	0,12	0,56	0,06	0,65	0,08
Paruline triste	0,05	0,04	0,12	0,07	0,05	0,02	0,05	0,04	0,07	0,03	0,11	0,05
Paruline masquée	0,04	0,04	0,18	0,08	0,21	0,05	0,14	0,08	0,08	0,03	0,04	0,03
Paruline flamboyante	0,46	0,07	0,39	0,08	0,49	0,06	0,37	0,08	0,39	0,05	0,32	0,06
Paruline à tête cendrée	0,84	0,05	1,00	<0,01	0,92	0,04	0,90	0,08	0,83	0,04	0,81	0,06
Paruline à poitrine baie	0,47	0,07	0,57	0,09	0,68	0,06	0,71	0,10	0,69	0,06	0,64	0,07
Paruline rayée	0,70	0,06	0,84	0,09	0,74	0,04	0,73	0,08	0,59	0,04	0,58	0,06
Paruline à croupion jaune	0,99	0,05	0,97	0,05	0,98	0,03	0,95	0,08	0,89	0,03	0,95	0,04
Paruline à gorge noire	0,58	0,06	0,68	0,07	0,67	0,04	0,80	0,09	0,75	0,04	0,70	0,06
Paruline à calotte noire	0,21	0,06	0,15	0,05	0,20	0,03	0,08	0,03	0,10	0,03	0,13	0,04
Bruant fauve	0,74	0,08	0,73	0,11	0,62	0,05	0,61	0,09	0,49	0,05	0,53	0,07
Bruant de Lincoln	0,21	0,07	0,37	0,11	0,33	0,06	0,07	0,05	0,08	0,03	0,17	0,06
Junco ardoisé	0,80	0,08	0,96	0,07	0,78	0,07	0,86	0,12	0,53	0,05	0,60	0,07

Annexe 2 (suite).

Espèce	Année											
	2010		2011		2013		2014		2015		2016	
Pic flamboyant	0,20	0,18	0,00	0,02	0,38	0,11	0,40	0,34	0,06	0,08	0,11	0,13
Moucherolle à ventre jaune	0,52	0,09	0,33	0,10	1,00		0,67	0,14	0,42	0,09	0,47	0,09
Moucherolle des aulnes	0,16	0,04	0,14	0,05	0,23	0,07	0,79	0,11	0,32	0,07	0,55	0,08
Moucherolle tchébec	0,11	0,04	0,36	0,09	0,20	0,06	0,59	0,11	0,31	0,07	0,53	0,08
Viréo à tête bleue	0,59	0,09	0,41	0,10	0,69	0,17	0,20	0,08	0,13	0,05	0,31	0,07
Viréo de Philadelphie	0,40	0,07	0,70	0,11	0,71	0,11	0,55	0,11	0,38	0,07	0,51	0,08
Viréo aux yeux rouges	0,08	0,04	<0,01	<0,01	0,08	0,06	0,08	0,06	<0,01	<0,01	0,08	0,05
Mésange à tête noire	0,23	0,09	0,15	0,09	0,06	0,06	0,12	0,08	0,13	0,07	0,34	0,12
Mésange à tête brune	0,73	0,13	0,46	0,15	0,52	0,16	0,78	0,22	0,71	0,14	0,38	0,10
Sittelle à poitrine rousse	0,47	0,07	0,83	0,15	0,33	0,09	0,48	0,12	0,34	0,07	0,46	0,08
Grimpereau brun	0,40	0,17	0,07	0,06	0,15	0,10	0,14	0,10	0,51	0,21	0,14	0,09
Troglodyte des forêts	0,80	0,08	0,44	0,09	0,84	0,11	1,00	<0,01	1,00	<0,01	0,94	0,06
Roitelet à couronne dorée	0,71	0,06	0,50	0,08	0,67	0,09	0,38	0,08	0,78	0,06	0,26	0,05
Roitelet à couronne rubis	0,70	0,06	0,53	0,08	0,95	0,07	0,59	0,09	0,47	0,06	0,49	0,06
Grive à dos olive	0,82	0,07	0,88	0,09	0,97	0,07	0,95	0,06	0,95	0,07	0,54	0,06
Grive solitaire	0,08	0,05	0,03	0,04	0,22	0,12	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04
Merle d'Amérique	0,44	0,11	0,54	0,15	0,89	0,15	0,49	0,16	0,62	0,14	0,28	0,09
Paruline à joues grises	0,64	0,08	0,50	0,10	0,86	0,14	1,00		0,62	0,10	0,71	0,08
Paruline triste	0,14	0,06	0,17	0,08	0,21	0,10	0,75	0,27	0,26	0,09	0,10	0,05
Paruline masquée	0,05	0,04	0,05	0,05	0,89	0,33	1,00		0,14	0,06	0,45	0,12
Paruline flamboyante	0,35	0,06	0,61	0,11	0,58	0,11	0,53	0,10	0,33	0,07	0,46	0,07
Paruline à tête cendrée	0,73	0,06	0,88	0,07	0,95	0,08	0,80	0,08	0,56	0,07	0,83	0,06
Paruline à poitrine baie	0,73	0,08	0,66	0,11	0,66	0,11	0,22	0,07	0,20	0,05	0,25	0,06
Paruline rayée	0,47	0,06	0,29	0,07	0,58	0,08	0,74	0,09	0,72	0,07	0,64	0,07
Paruline à croupion jaune	0,86	0,06	0,77	0,08	1,00	<0,01	0,81	0,07	1,00	<0,01	0,66	0,06
Paruline à gorge noire	0,67	0,07	0,71	0,08	0,76	0,09	0,53	0,08	0,38	0,06	0,48	0,06
Paruline à calotte noire	0,11	0,04	0,13	0,05	0,30	0,09	0,69	0,11	0,39	0,07	0,75	0,09
Bruant fauve	0,41	0,07	0,34	0,08	0,54	0,09	0,42	0,09	0,38	0,07	0,64	0,08
Bruant de Lincoln	0,13	0,05	0,17	0,08	0,23	0,10	1,00		0,57	0,12	0,97	
Junco ardoisé	0,67	0,08	0,71	0,11	1,00	0,01	0,69	0,10	0,69	0,09	0,74	0,08

Les livres

Histoire naturelle des mammifères du Canada



En 1974, Alexander William Francis Banfield, du Musée national des sciences naturelles, publiait *Les mammifères du Canada*, un livre qui est vite devenu le principal ouvrage de référence des naturalistes amateurs et des biologistes en matière de mammalogie au pays. Presque un demi-siècle plus tard, soit en 2012, Donna Naughton, une biologiste du même musée – l'établissement a été renommé entre-temps Musée canadien de la nature – publiait à son tour un

ouvrage colossal intitulé *The Natural History of Canadian Mammals*. Il aura fallu attendre jusqu'en novembre 2016 pour que les Éditions Michel Quintin nous offrent la version française de ce livre sous le titre *Histoire naturelle des mammifères du Canada*.

Au premier coup d'œil, l'ouvrage de Naughton n'est pas sans rappeler celui de Banfield, du moins sur le plan du format et de la facture générale. Évidemment, le contenu d'*Histoire naturelle des mammifères du Canada* intègre les avancées des cinq dernières décennies dans le domaine de la systématique ainsi que les connaissances provenant des innombrables études publiées pendant cette période sur la biologie, l'écologie et l'éthologie des mammifères du Canada. On y trouve aussi un plus grand nombre d'illustrations et des cartes de répartition beaucoup plus détaillées.

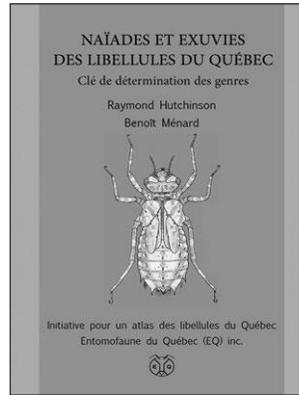
Le résultat est un livre de 850 pages – deux fois plus que l'ouvrage de Banfield – qui décrit les 215 espèces de mammifères retrouvés en sol canadien ou dans ses eaux territoriales. Les textes vulgarisés décrivent la biologie, la répartition géographique, l'habitat, l'écologie et le comportement de chacune de ces espèces. Chaque texte est accompagné d'illustrations montrant un spécimen de l'espèce, son crâne et, pour les mammifères terrestres, ses empreintes et ses pistes. L'auteure a choisi d'inclure dans son ouvrage les espèces qui ont des populations sauvages viables au Canada, des espèces récemment éteintes ou disparues, de même que des espèces introduites par l'Homme qui ont produit une population sauvage autosuffisante et durable, par exemple le cheval. Le lecteur pourra s'étonner de trouver, à la fin de l'ouvrage, une courte section sur les principaux mammifères domestiques au pays, mais elle sert surtout, précise l'auteure, à présenter des crânes et des empreintes permettant leur identification afin de les distinguer des mammifères sauvages.

Donna Naughton consacre deux pages à l'unique représentant de l'ordre des primates vivant en territoire canadien : *Homo sapiens*. On y apprend que cette espèce exotique est arrivée par vagues successives depuis au moins 14 000 ans, qu'elle s'est bien adaptée, mais que ses effets sur l'environnement sont plus importants que ceux de tous les autres mammifères réunis. Ce que l'auteure ne dit pas, c'est que cette espèce peut aussi rassembler une somme monumentale d'informations sur ces mêmes mammifères, l'organiser de façon structurée pour en rendre la lecture agréable et en faire un très beau livre pour ses congénères.

Naughton Donna, 2016. *Histoire naturelle des mammifères du Canada*. Musée canadien de la Nature et Éditions Michel Quintin, Waterloo, 858 pages. (Prix régulier : 69,95 \$; membres de la Société : xx,xx \$)

Source : Jean Hamann

Naïades et exuvies des libellules du Québec : clé de détermination des genres



Voici une belle production de l'Entomofaune du Québec et de l'Initiative pour un atlas libellules du Québec. Raymond Hutchinson et Benoît Ménard, sous la direction scientifique de Michel Savard (un auteur régulier du *Naturaliste canadien*), viennent de publier une clé de détermination des genres des « *Naïades et exuvies des libellules du Québec* ». Comme le dit la présentation de cet ouvrage :

« *Ce guide pratique ouvre au naturaliste francophone un vaste champ de connaissances. Il permet l'identification et l'étude des naïades de libellules, soit avant leur sortie de l'eau, soit en tant qu'exuvies laissées par les nouveaux adultes. La clé de détermination proposée, originale et abondamment illustrée, permet de séparer avec confiance les 52 genres de zygoptères et d'anisoptères répertoriés au Québec et dans les territoires limitrophes.* »

De fait, il s'agit d'un texte scientifique très spécialisé, mais qui demeure relativement convivial, pour un ouvrage entomologique. Presque tous les couplets de la clé de détermination sont illustrés avec précision, et à cela s'ajoutent un glossaire et de nombreuses planches en couleurs de spécimens. De plus, les auteurs ont eu la générosité de fournir, en première partie de l'ouvrage, tout ce que doit savoir le naturaliste qui souhaite se lancer dans la recherche, l'observation, la capture, la conservation et l'identification des libellules à partir des naïades. Il y a même une section sur le comportement éthique lié à la collecte de spécimens. Nul doute que ce livre contribuera à l'avancement des connaissances et de l'atlas des libellules.

En terminant, soulignons que la couverture est illustrée d'un très beau dessin de Benoît Ménard montrant l'épithèque de Provancher. Il s'agit d'un beau clin d'œil à un grand naturaliste d'ici.

Hutchinson, R. et B. Ménard, 2016. *Naïades et exuvies des libellules du Québec : clé de détermination des genres*. Entomofaune du Québec (EQ) inc., Saguenay, Québec, 71 p. (Prix régulier : 25 \$; membres de la Société : *** \$)

Source : Bruno Drolet

* 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
 courriel: horti-centre@floraliesjouvence.ca

Vie de la Société



ABQ

Michel Crête, récipiendaire du prix Pierre-Dansereau et Robert Patenaude, président de la Société Provancher.

Hommage rendu à Michel Crête

Lors de son 41^e congrès tenu à Montréal le 24 novembre 2016, l'Association des biologistes du Québec a rendu hommage à Michel Crête en lui décernant le prix Pierre-Dansereau, octroyé annuellement à une personnalité qui a contribué de façon exceptionnelle au rayonnement de la biologie au Québec. Le prix a été remis à M. Crête par Robert Patenaude, président de la Société Provancher, en reconnaissance de sa contribution remarquable aux activités de communication sur la diversité biologique.

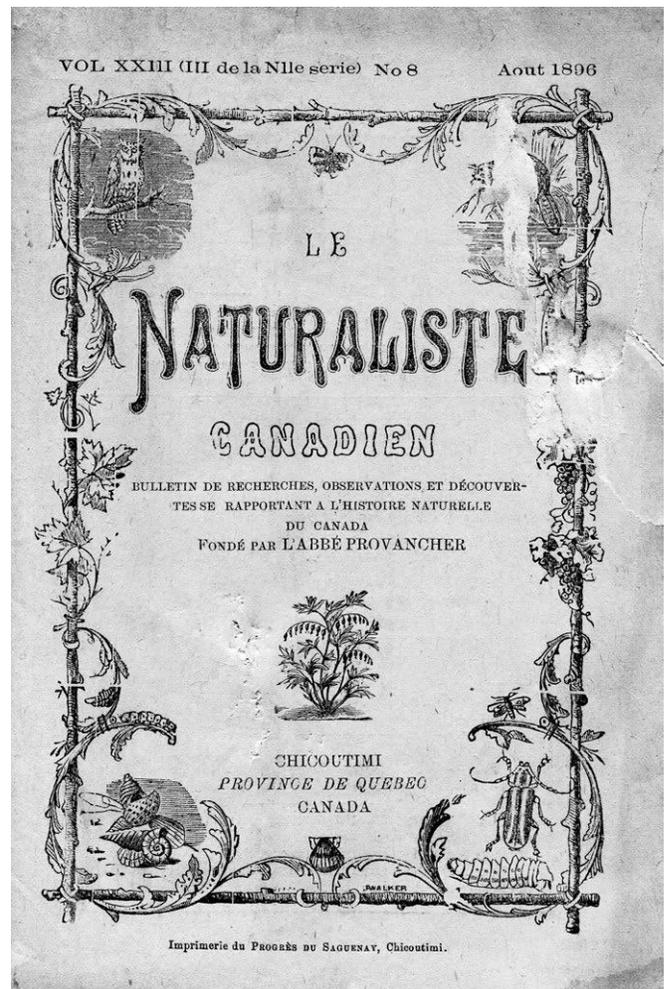
Michel Crête est biologiste de formation. Durant sa carrière de chercheur, il a travaillé au gouvernement provincial et comme professeur associé à l'Université Laval sur des projets portant sur la grande faune en Amérique du Nord. Son intérêt pour la diffusion des connaissances s'est manifesté par la publication de nombreux articles scientifiques, son implication à titre de rédacteur en chef de revues scientifiques et la présentation de plusieurs conférences. Plus récemment, à la retraite, Michel Crête s'est investi bénévolement pendant plus de 10 ans dans le rayonnement des projets de recherches au Québec, comme rédacteur en chef de la revue *Le Naturaliste canadien*, publiée par la Société Provancher. Il s'agit de la plus ancienne revue francophone en sciences naturelles d'Amérique du Nord.

Source : Association des biologistes du Québec

Numérisation des anciens numéros du *Naturaliste canadien*

Chaque année, la Société Provancher reçoit un certain nombre de demandes de la part de chercheurs pour des articles parus dans *Le Naturaliste canadien*. Présentement, elle ne peut répondre positivement aux demandes d'articles publiés avant 2001, dont les versions numériques ne sont malheureusement pas disponibles. Pour pallier ce problème, la Société Provancher a récemment signé une entente avec Bibliothèque et Archives nationales du Québec (BAnQ), autorisant cet organisme à numériser tous les numéros du *Naturaliste canadien* édités depuis la première parution de la revue en 1868. Ces numéros seront progressivement intégrés à la collection numérique de BAnQ et diffusés en ligne, à la fois sur le site de BAnQ et sur celui de la Société Provancher. Cette entente profitera tant aux chercheurs qu'aux historiens intéressés par les nombreux articles publiés dans la revue depuis sa création. Le travail de numérisation débutera au plus tard en 2018. À suivre!

Source : Michel Lepage



Société Provancher



Société Provancher

Le D^r Daniel Fortin, conférencier, et Robert Patenaude, président de la Société Provancher.

Les conférences Provancher : Relations prédateurs-proie

La première conférence de notre saison 2016-2017 a eu lieu le 16 novembre 2016. Daniel Fortin, professeur titulaire au Département de biologie de l'Université Laval, conférencier invité, a entretenu le public sur le « Jeu spatial complexe entre proies et prédateurs ».

Il a présenté un condensé de travaux échelonnés sur plus de 15 ans permettant de mieux comprendre la complexité des relations trophiques et comportementales liant les prédateurs et leurs proies principales, et cela au sein de chaînes alimentaires herbivores-carnivores... toutes aussi compliquées! Il faut dire que le professeur Fortin et ses étudiants gradués possèdent une longue feuille de route en ce domaine puisque leurs questionnements les ont amenés à s'intéresser au bison, au loup, au caribou, à l'orignal et au wapiti au Canada, de même qu'aux fauves et au lycaon en Afrique du Sud. Au moyen de photos, de figures et de tableaux tirés de ses recherches publiées dans des revues savantes aussi prestigieuses que *Ecology*, *American Naturalist* et *Animal Behavior*, il nous a exposé les avancées réalisées dans le domaine de la synécologie des chaînes alimentaires des grands herbivores et des grands carnivores terrestres. Grâce aux technologies modernes de télédétection, de surveillance photographique automatisée, de même qu'à l'emploi d'outils de modélisation mathématique, il est parvenu à déchiffrer la répartition spatiale quotidienne et saisonnière des proies et de leurs poursuivants en Amérique du Nord et en Afrique.

Pour la plupart des auditeurs qui étaient présents, ce fut une véritable initiation à l'écologie de la complexité. Tant les ressources alimentaires que les proies, les prédateurs et leurs compétiteurs jouent un jeu de cache-cache pour survivre d'une saison à l'autre, dans des milieux et des garde-mangers qui se transforment régulièrement en fonction du climat et des activités anthropiques (foresterie, chasse et développement de chemins forestiers). Voici, en quelques phrases, ce que j'ai retenu de ce « panorama ». Pour plus de détails, je vous réfère aux nombreux articles publiés en ligne par l'équipe du D^r Fortin.

Tout d'abord, le prédateur dominant (loup, lion) s'installe et visite prioritairement les secteurs de son aire vitale qui sont les plus giboyeux, tandis que les prédateurs sous-dominants fréquentent, selon leur force respective, des habitats qui sont de moins en moins riches en proies animales (léopard, guépard, lycaon). N'eût

été la présence occasionnelle de leurs prédateurs, les ruminants choisiraient probablement de fréquenter principalement les milieux qui contiennent les plantes qui leur profitent le plus du point de vue énergétique. Malheureusement, des prédateurs patrouillent régulièrement ces bons milieux, et parfois les hommes s'y pointent avec leurs routes, leurs tronçonneuses et leurs fusils. Il leur faut donc être en alerte et s'en éloigner autant que possible afin de réduire le risque de prédation. Dans ce dérangement de survivants à la famine pour les carnivores ou à la prédation pour les herbivores, des proies de différentes espèces ruminantes se concentrent parfois dans des cachettes moins attrayantes et où quelquefois, les plus vulnérables en viennent à souffrir d'une prédation qui aurait dû affecter normalement une autre espèce... épargnée parce que plus forte qu'elle! Ce semble être le cas pour le caribou forestier qui est très souvent rejoint dans ses retranchements par l'orignal, quand l'anthropisation et la fragmentation des habitats poussent ce dernier à partager un refuge commun avec le caribou. On prend là toute la mesure d'un aménagement écosystémique durable de cette espèce à statut précaire au Québec. À suivre...

Le D^r Daniel Fortin a fait un doctorat (2001) à l'Université de Guelph sur les bisons du parc national de Prince Albert avant d'entreprendre des études postdoctorales (2003) à l'Université de l'Alberta (Edmonton) sur les interactions entre les wapitis et les loups du parc national de Yellowstone. Il a ensuite occupé un poste de professeur à l'Université Laval (Québec). Il a formé 16 étudiants à la maîtrise et 7 au doctorat dans le cadre de ses recherches sur le comportement animal et les chaînes alimentaires.

Source: Jean-Luc DesGranges, Ph. D., chercheur émérite, Environnement Canada

Les conférences Provancher : Une conférence terre à Terre

Au siècle dernier (vers 1900), des pédologues russes ont élaboré une théorie de l'évolution en apparence différente de celle proposée par Darwin en 1859. Leur théorie, méconnue en Occident parce qu'écrite en russe, proposait que la sélection naturelle privilégie davantage les organismes altruistes que les individus individualistes, bien qu'ils puissent être les plus forts et les mieux adaptés à leur environnement. Ainsi, ce serait donc les organismes qui aident les autres organismes à créer ensemble un meilleur environnement pour la survie de la communauté qui survivraient le mieux. Pas surprenant que cette vision ait émergé dans le monde communiste plutôt que dans le monde capitaliste!

En résumant ces idées révolutionnaires, la table était mise pour que le D^r Rock Ouimet, ingénieur forestier et pédologue au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, capte et retienne l'attention de son auditoire lors de la récente soirée-conférence de la Société Provancher intitulée « Évolution de la biosphère : que nous apprennent les sols? »

La théorie des pédologues russes a mûri au sein d'une communauté de scientifiques s'intéressant aux transformations biogéochimiques de la mince couche de sol sur laquelle nous vivons. Elle s'apparente étrangement à l'hypothèse de Gaïa, qui concerne, quant à elle, la Terre entière! Selon James Lovelock qui a avancé l'hypothèse de Gaïa en 1970, la Terre serait un système intelligent, s'autorégulant et ayant permis l'expression de la vie sur notre planète. Selon cette hypothèse, l'existence de chaque être vivant serait régulée au profit de l'écosphère.



Pierre-Martin Marotte

Jean-Luc Desgranges remerciant le conférencier, le D^r Rock Ouimet.

Notre conférencier n'a pas cherché à nous convaincre de quoi que ce soit par rapport à ces hypothèses et théories. La résistance de la salle lui aurait rendu la tâche impossible comme on a pu en juger par les nombreuses questions qui lui ont été posées à la fin de sa présentation.

Son message à retenir était donc le suivant :

Dans le monde des sols, les organismes modifient les propriétés des sols. Durant leur recherche des ressources nécessaires dans l'atmosphère, l'eau et le roc géologique solide, ils mélangent ces environnements pour se nourrir et produisent des déchets divers, déchets qui deviennent nourriture pour d'autres organismes, et ainsi de suite.

Pas simples, ces processus écologiques qui ont mené à la vie et qui la maintiennent dans ses organismes, sa biodiversité et son évolution... à moins que ce ne soit sa coévolution? ... qu'accommode la théorie de Darwin, soit dit en passant!

Source : Jean-Luc DesGranges, Ph. D.,
chercheur émérite, Environnement Canada

La pédologie, une science jeune

Le russe Vassali Vassilievitch Dokoutchaïev (1846-1903) est universellement reconnu comme le père de la science des sols (partie supérieure vivante de la croûte terrestre) et à ce titre, comme le premier pédologue. La ville de Dokoutchaïevsk, en Ukraine, porte son nom. De plus, la ville de Saint-Pétersbourg, où il a fait carrière, héberge un musée unique au monde présentant les différents types de sols, dont plusieurs ont été décrits par lui-même. Dokoutchaïev a exercé une profonde influence sur son élève, Vladimir Vernadski, premier théoricien de la biosphère.

La pédologie est donc une science jeune, dont l'étude concerne la formation et l'évolution des sols. Elle porte des diagnostics sur les types de sols, leur cartographie et leur dynamique afin d'en déduire des applications, principalement en agronomie. Malheureusement, à la différence de l'eau et de l'air, le sol, cette interface d'une profondeur dépassant rarement le mètre, n'a pas le statut d'un bien commun qui lui garantirait une gestion plus durable et plus écosystémique à l'échelle mondiale.



Comptables agréés | Société en nom collectif

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



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!

Saviez-vous que...



Tortues peintes

CNC

Protection de 50 hectares d'habitats exceptionnels pour les tortues dans le secteur du Pontiac

L'Outaouais est reconnu comme l'un des plus importants points chauds de biodiversité au Québec. Cette richesse s'explique en partie par la présence d'écosystèmes remarquables et uniques, tels que des alvars (mondialement rares), des forêts anciennes ou refuges, des dunes et des landes sablonneuses ou encore de vastes milieux humides interconnectés.

Le Québec compte 8 espèces de tortues d'eau douce. Or, la majorité d'entre elles sont en situation précaire en raison de la destruction de leurs habitats et du dérangement par les activités humaines. C'est d'ailleurs en Outaouais que se trouve la plus grande concentration de tortues d'eau douce de la province, la région abritant 6 des 8 espèces. Conservation de la nature Canada (CNC) annonçait en 2016 la conservation de nouveaux milieux naturels dans la région du Pontiac, en Outaouais, une des plus riches au Québec sur le plan de la biodiversité. Il s'agit de 50 hectares supplémentaires d'habitats exceptionnels qui permettront de consolider le réseau régional d'aires protégées, en plus de renforcer la protection des habitats d'une quinzaine d'espèces en péril.

Depuis 2002, CNC travaille à la protection de 9 secteurs prioritaires dans la vallée de l'Outaouais. L'acquisition des 50 nouveaux hectares de milieux naturels par CNC permet ainsi de consolider le réseau régional d'aires protégées dans 3 de ces secteurs :

- 34 ha de milieux à haute valeur écologique dans le secteur du Grand Marais de Bristol s'ajoutent aux 1 000 ha déjà protégés. Cela contribue au maintien des habitats des 67 espèces en péril déjà recensées dans ce secteur, notamment la tortue mouchetée, menacée au Canada.
- 2 ha de marécage riverain arborescent à l'embouchure du bassin versant du ruisseau de Breckenridge s'ajoutent aux 296 ha d'habitats riches déjà protégés. Le secteur abrite entre autres une importante population de rainettes faux-grillon de l'Ouest, une grenouille menacée au Canada.
- 14 ha d'écosystèmes exceptionnels en bordure de la rivière des Outaouais, au sud-est de l'Isle-aux-Allumettes. Cela constitue la première acquisition de CNC sur ce territoire regorgeant de riches habitats, incluant l'alvar des Allumettes. Les rives abritent une population importante de tortues géographiques, une autre espèce en péril.

Conservation de la nature Canada a tenu à remercier plusieurs partenaires sans lesquels la protection des 50 ha n'aurait pas été possible : le Programme de conservation des zones naturelles du gouvernement du Canada, la Fondation de la faune du Québec, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), le U.S. Fish and Wildlife Service ainsi que Luc Cayer pour le don de la

propriété de Breckenridge par l'intermédiaire du Programme des dons écologiques.

CNC, aidé de ses partenaires, a également lancé une plateforme interactive de signalement des tortues sur le territoire de l'Outaouais : www.carapace.ca. Simple d'utilisation, cet outil s'adresse à la population et vise à recueillir des informations sur le déplacement des tortues à travers la région, notamment dans le but d'identifier des zones de collisions avec des voitures. Les informations précieuses récoltées permettront ensuite à CNC et ses alliés de poser des actions de conservation appropriées pour assurer la survie de ces espèces et la protection de leurs habitats.

Source : Caroline Gagné, Conservation de la nature Canada

L'année 2016 marquée par une hausse des températures des eaux et la diminution du couvert de glace dans le golfe du Saint-Laurent

Chaque année, à l'aide du Programme de monitoring de la zone Atlantique, Pêches et Océans Canada évalue les conditions d'océanographie physique qui ont cours dans le golfe du Saint-Laurent. Les principaux faits à souligner pour 2016 sont les suivants : troisième couvert de glace le plus faible depuis 1969, eaux de surface estivales les plus chaudes dans l'estuaire du Saint-Laurent depuis 1985 et eaux en profondeur les plus chaudes. L'hiver El Niño de 2016 a débuté avec des températures de l'air très douces au-dessus du golfe, ce qui a eu pour effet de limiter fortement la formation du couvert de glace de mer, ce dernier atteignant le troisième plus faible volume saisonnier maximal depuis 1969. Une autre conséquence de ce temps doux a été qu'une portion des eaux de surface n'a pas atteint son point de congélation, comme cela se passe habituellement chaque hiver sur la majeure partie de l'étendue du golfe. En effet, les eaux de surface situées entre la pointe ouest de l'île d'Anticosti, Port aux Basques et le Parc national Gros-Morne (Terre-Neuve-et-Labrador) sont demeurées largement au-dessus du point de congélation (supérieur à -1 °C). Enfin, au cours de l'été 2016, les épaisseurs et les températures de la



Pêches et Océans Canada, P. Joly

Mise à l'eau d'une rosette en vue de recueillir des échantillons d'eau.

couche intermédiaire froide ont été respectivement plus minces et plus élevées que les normales climatiques. Située à une profondeur d'environ 20 à 120 m, la couche intermédiaire froide englobe les eaux refroidies durant l'hiver précédent et dont les températures restent inférieures à 1 ou 2°C.

Entre mai et novembre 2016, les températures de l'eau de surface ont été en moyenne de 0,6°C au-dessus de la normale pour l'ensemble du golfe. Dans l'estuaire, cependant, elles se sont élevées à un niveau record de 1,4°C au-dessus de la normale. Le mois de novembre 2016 a lui aussi enregistré un record, la température pour l'ensemble du golfe dépassant la moyenne climatologique de 1,7°C. D'autres records ont, en outre, été battus aux endroits suivants : estuaire (écart de +1,8°C), nord-ouest du golfe (+1,9°C), chenal d'Esquiman (+1,8°C), détroit de Cabot (+2,2°C) et plateau madelinien (+2,0°C).

Les températures des eaux profondes du golfe continuent de s'élever. Cela s'explique notamment par l'arrivée, en provenance du détroit de Cabot, d'eaux dont les températures ont battu certains records de chaleur au cours des dernières années. C'est le cas du record enregistré en 2015 à une profondeur de 200 m : jamais les eaux n'avaient été si chaudes depuis le début de la prise de données en 1915. Globalement, les eaux de 250 m et de 300 m ont atteint, elles aussi, des records centenaires en 2016, soit des températures de 6,1°C et 6,2°C, respectivement. Finalement, la superficie du fond marin recouvert par des eaux aux températures plus élevées que 6°C a diminué dans le chenal d'Anticosti et le chenal d'Esquiman, mais a beaucoup augmenté dans le centre du golfe. Il a également fait sa première apparition dans le nord-ouest du golfe.

Source : Peter Galbraith, *Infocéans*, février-mars 2017, volume 20, numéro 1

Régularisation des niveaux d'eau et des débits dans le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent

Le 8 décembre 2016, les commissaires de la Commission mixte internationale (CMI) ont signé une ordonnance d'approbation mise à jour pour la régularisation des niveaux d'eau et des débits dans le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Cette mise à jour précise les conditions et les critères qui doivent être remplis au moment de l'établissement du débit au barrage Moses-Saunders et d'autres ouvrages de régularisation situés sur le fleuve Saint-Laurent, entre Cornwall (Ontario) et Massena (New York). Cette signature a rendu possible l'approbation par le CMI du Plan 2014, un nouveau plan de régularisation pour déterminer les débits au barrage Moses-Saunders. L'ordonnance mise à jour et le plan remplacent un système désuet de régularisation des débits mis au point dans les années 1950.

Selon la présidente de la section américaine de la CMI, Lana Pollack, le Plan 2014 est un plan moderne de gestion des niveaux et débits qui restaurera la santé et la diversité des zones humides côtières, procurera un meilleur rendement dans des conditions climatiques changeantes et continuera d'assurer une protection contre les niveaux d'eau extrêmement élevés ou bas.

Selon Gordon Walker, président de la section canadienne de la CMI, les commissaires sont persuadés que le Plan 2014 apportera des améliorations dans l'ensemble du système, en tenant compte de la santé des écosystèmes et de la navigation de plaisance, de même que des collectivités riveraines, de la navigation commerciale et de la production d'hydroélectricité.



Photo prise lors de la signature de l'ordonnance d'approbation.

Le Plan 2014 continuera de protéger les propriétaires riverains et conservera, essentiellement inchangées, les conditions environnementales et les protections des côtes sur le cours inférieur du fleuve Saint-Laurent, en aval du barrage Moses-Saunders. Ce plan permettra d'améliorer la santé des écosystèmes et la diversité sur les rives du lac Ontario et du cours supérieur du fleuve et d'apporter des avantages économiques nets. En permettant de rapprocher davantage les niveaux du lac Ontario et du Saint-Laurent de leurs valeurs naturelles, le plan créera les conditions nécessaires pour restaurer 26 000 hectares (64 000 acres) de zones humides côtières et améliorer l'habitat du poisson et des espèces sauvages. Souvent, il permettra également d'allonger la saison de la navigation de plaisance, de maintenir de meilleurs niveaux pour la navigation dans l'ensemble du système et d'augmenter la production hydroélectrique.

Le Plan 2014 est le résultat de plus de 16 années d'études scientifiques, d'engagement du public et d'examen par les instances gouvernementales. Au cours de l'étude quinquennale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (de 2000 à 2006), des intervenants et des experts techniques ont élaboré ensemble des modèles d'évaluation et ont mis à l'essai des centaines de solutions, avec la participation active du public tout au long du processus. La CMI a continué à optimiser des solutions élaborées au cours de l'étude. Elle a tenu des réunions publiques en 2012 et des audiences publiques en 2013 avant de proposer le Plan 2014 aux deux gouvernements fédéraux.

La CMI donnera des instructions à son Conseil pour s'assurer que les débits pour le projet hydroélectrique soient établis conformément au Plan 2014 à compter de janvier 2017. Le Conseil compte des membres fédéraux, provinciaux, locaux et d'États.

La Commission mixte internationale a été créée en vertu du Traité des eaux limitrophes de 1909 pour aider les États-Unis et le Canada à prévenir et à résoudre les différends relatifs à l'utilisation des eaux qu'ils partagent. Elle s'occupe notamment d'étudier les demandes de projets qui ont une incidence sur les niveaux et les débits naturels des eaux limitrophes. Pour en savoir plus, consultez le site Web de la Commission à l'adresse suivante : www.ijc.org.

Source : Commission mixte internationale (CMI)

Pour vos randonnées : deux territoires à découvrir...

La Réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher

Le territoire de la Réserve naturelle 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.org



Le Parc naturel et historique de l'Île-aux-Basques

Le Parc naturel et historique de l'Île-aux-Basques, situé 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.org





Jean Gosselin

Écotone forestier composé de mélézins et de pessières à épinette noire (*Picea mariana*), p. 29



Alain Mochon

Splendide mare à sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*), p. 30



Alain Mochon

L'æschne à zigzags (*Aeshna sitchensis*), p. 40



Michel Leboeuf

Moucherolle à côtés olive (*Contopus cooperii*), p. 53